



Avec la participation financière de
l'Agence de l'Eau Artois Picardie



ETUDE HYDRAULIQUE DETAILLEE DES ZONES INONDABLES PROTEGEES PAR LES STATIONS DE RELEVAGE DES EAUX

Rapport Regroupement Bassin Versant n°4 (RBV4)

EAU & ENVIRONNEMENT

GUIGUES SA
SETEGUE
EOG
AEDIA CONSEIL
ARTOS ENVIRONNEMENT

Agence Ile de France Est
53 rue Charles Frérot
94257 GENTILLY
Tél. : +33 (0)1 41 98 68 00
Fax : +33 (0)1 45 47 01 48
agence.idf-est@guigues.com



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

Centre Technique France Nord
38 boulevard Paul Cézanne - CS 30539
78286 GUYANCOURT cedex

Tél. : 01 39 30 77 80
Fax : 01 39 30 77 83
paris.egis-eau@egis.fr
<http://www.egis-eau.fr>



Avec la participation financière de
l'Agence de l'Eau Artois Picardie



SRE Larentis

**ETUDE HYDRAULIQUE DETAILLEE DES ZONES INONDABLES
PROTEGEES PAR LES STATIONS DE RELEVAGE DES EAUX
REGROUPEMENT BASSIN VERSANT N°4 (RBV4)**

80771^E94

Novembre 2011



EAU & ENVIRONNEMENT

GUIGUES SA
SETEGUE
EOG
AEDIA CONSEIL
ATOS ENVIRONNEMENT

Agence Ile de France Est
53 rue Charles Frérot
94257 GENTILLY
Tél. : +33 (0)1 41 98 68 00
Fax : +33 (0)1 45 47 01 48
agence.idf-est@guigues.com

IDENTIFICATION

Type	Référence	Intitulé	Destinataire	Nb pages
Rapport	MBM RBV4 rév5 sans annexes.doc	Étude hydraulique détaillée des zones inondables protégées par les stations de relevage des eaux	Mission Bassin Minier	124

CONTRIBUTION

Topographie : Cabinet géomètres expert Géolys

REVISIONS

5	Nov. 2011	BBR CBE		Nov. 2011	CBE		Nov. 2011	CBE	
Rév.	Date	Rédacteur	Visa	Date	Vérificateur	Visa	Date	Approbateur	Visa

Les résultats de l'étude ont été validés lors du comité de pilotage du 29 novembre 2011.

SOMMAIRE

0. CONTEXTES	8
0.1. CONTEXTE GENERAL	8
0.2. OBJECTIFS ET PRESENTATION DES ETUDES DETAILLEES	9
0.3. DEFINITION DE L'ALEA INONDATION	11
0.4. METHODOLOGIE DE L'ETUDE	13
0.5. ORGANISATION DE L'ETUDE GLOBALE PAR BASSINS VERSANTS	14
0.6. DEFINITION DE L'ETUDE RBV4	17
0.7. PRINCIPALES CONCLUSIONS ISSUES DES ETUDES GLOBALES	18
1. ACTUALISATION ET DENSIFICATION DES DONNEES	20
1.1. ACTUALISATION DES DONNEES RELATIVES AUX SRE	20
1.2. ACTUALISATION DES DONNEES RELATIVES AUX RESEAUX ALIMENTANT LES SRE	22
1.3. ACTUALISATION DES DONNEES RELATIVES AUX NOUVELLES ZONES URBANISABLES	26
2. DEFINITION ET PILOTAGE DES TRAVAUX DE TOPOGRAPHIE ET DES CAMPAGNES METROLOGIQUES	27
2.1. PILOTAGE DES TRAVAUX TOPOGRAPHIQUES	27
2.2. DEFINITION DES CAMPAGNES METROLOGIQUES, PROTOCOLES ET SUIVIS	28
2.2.1. Principes	28
2.2.2. Campagne Débitmétrique VII - Résultats	30
3. CARACTERISATION FINE DES ZONES INONDABLE	33
3.1. RE-AJUSTEMENT DES AUREOLES DES ZONES INONDABLES	34
3.2. DECOUPAGE EN SOUS-CUVETTES	40
3.3. BATHYMETRIE DES SOUS-CUVETTES	41
4. IMPLEMENTATION ET AMELIORATION DES MODELES	43
4.1. MODELES HYDRAULIQUES ET CALAGE	43
4.2. SYNTHESE DES SURFACES ACTIVES	46

5.	SIMULATIONS HYDRAULIQUES ET CARTOGRAPHIE DES ALEAS	47
5.1.	JUSTIFICATION ET CARACTERISTIQUES DES EVENEMENTS SIMULES	47
5.1.1.	Constructions des évènements hydrologiques	48
5.1.2.	Hypothèse sur la durée de la panne	67
5.2.	SYNTHESE DES EVENEMENTS HYDROLOGIQUES SIMULES PAR SRE	68
5.3.	RESULTAT DES SIMULATIONS ET TRANSPOSITION CARTOGRAPHIQUE EN SITUATION ACTUELLE	69
5.3.1.	Bilans hydrauliques T= 100 ans et T= 10 ans – panne de 8 heures	69
5.3.2.	Quelques commentaires face au scénario T=100ans et panne de 8 heures	73
6.	CARACTERISATION ET CARTOGRAPHIE DES ALEAS D'INONDATION	82
6.1.	DEFINITION DES DIFFERENTES ZONES D'ALEAS ET REGLES APPLICABLES	82
6.1.1.	Classes d'alea et règles d'urbanisation applicables	82
6.1.2.	Majoration des alea en fonction de la durée de submersion	84
6.1.3.	Transposition cartographique des zones inondées en zones d'alea	84
6.2.	CONDITIONS ET IMPACTS DE L'URBANISATION FUTURE DANS LES CUVETTES	85
6.2.1.	Nature des impacts	85
6.2.2.	Estimation des impacts volumiques	86
6.2.3.	Conditions d'urbanisation dans les cuvettes	86
7.	ANNEXES	87
7.1.	<i>LISTE ET COORDONNEES DES DIFFERENTS CONTACTS</i>	88
7.2.	<i>FICHE SRE ACTUALISEE</i>	89
7.3.	<i>FICHE COMPTE RENDU VISITE</i>	90
7.4.	<i>PROTOCOLE DE LA CAMPAGNE TOPOGRAPHIQUE</i>	103
7.5.	<i>PROTOCOLE D'INTERVENTION DE LA MISSION BASSIN MINIER ET DE SES PRESTATAIRES – MESURES DEBITMETRIQUES ET LIMNIMETRIQUE, ETALONNAGES</i>	106
7.6.	<i>RESULTATS DETAILLES DE LA CAMPAGNE DE MESURE PLUVIOMETRIQUE ET DEBITMETRIQUE</i>	108
7.7.	<i>PREPARATION DES DONNEES POUR L'ELABORATION DES ISOLIGNES</i>	110
7.8.	<i>PRESENTATION DETAILLEE DES STRUCTURES DES MODELES ET CALAGES</i>	115
7.8.1.	<i>ED25 - Bocquet</i>	116
7.8.2.	<i>ED26 - Larentis</i>	120
7.9.	<i>REPONSE DU BRGM CONCERNANT LES APPORTS MESURES EN MARS 2009 (CAMPAGNE DEBITMETRIQUE VI)</i>	123
7.10.	<i>REPONSE DU BRGM CONCERNANT LES APPORTS MESURES EN DECEMBRE 2009 (CAMPAGNE DEBITMETRIQUE VII)</i>	124

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Résultats de la campagne de mesures débitométriques	31
Figure 2 : Résultats de la campagne de mesures débitométriques	32
Figure 3 : Résultats de la campagne de mesures débitométriques	32
Figure 4 : Juxtaposition des données LIDAR et des auréoles CDF	34
Figure 4 : Topographie retranscrite à partir des données LIDAR, sur une zone élargie à l'est de la zone protégée par la SRE Prétolus – zone protégée étaendue	37
Figure 5 : Exemple de définition de la cote seuil entre 2 sous-cuvettes	41
Figure 6 : Exemple de carte de découpage en sous-cuvettes	42
Figure 7 : Présentation des réseaux modélisés (rendu Infoworks) – Réseaux alimentant les SRE Prétolus, Bocquet, Ramette et Marais de Fenain	44
Figure 8 : Présentation des réseaux modélisés (rendu Infoworks) – Zoom sur la construction du réseau au niveau de la nouvelle STEP à Somain	45
Figure 9 : Pluies de projet (T=10 ans et T= 100 ans), appliquées pour les bassins versants majoritairement urbain	50
Figure 10 : Pluies de projet (T=10 ans et T= 100 ans), appliquées pour les bassins versants majoritairement ruraux	51
Figure 11 : Volumes mensuels globaux estimés (données transmises par l'exploitant)	62
Figure 12 : Volumes mensuels de ruissellement stricts calculés	63
Figure 13 : Volumes mensuels de nappes (ré-essuyage + nappe perchées + nappe) stricts calculés	64
Figure 14 : Graphiques présentant le fonctionnement des pompes	115
Figure 15 : Réseaux modélisés - SRE Bocquet (rendu Infoworks)	118

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Organisation des Etudes en Regroupement de Bassins Versants	15
Tableau 2 : Débits actualisés des SRE (m ³ /s)	21
Tableau 3 : Identification des Syndicats et/ou communes propriétaires des réseaux et des exploitants	23
Tableau 4 : Liste des documents demandés acquis ou demandé à la date d'avril 2011	24
Tableau 5 : Synthèse des SRE instrumentées	29
Tableau 6 : Valeurs extrêmes de précipitations à la station de Lille- Lesquin, selon la méthode de renouvellement	48
Tableau 7 : Scénario le plus pénalisant défini sur la base des simulations de l'étude globale 2000-2006 (Diagnostic du système hydraulique fonctionnel - T= 100 ans)	52
Tableau 8 : Estimation des conditions de nappe mesurée	55
Tableau 9 : Bilans hydrauliques des débordements : RBV3 pour T100ans – panne de 8heures	70
Tableau 10 : Bilans hydrauliques des débordements : RBV2 face à la pluie T10ans – panne 8 heures	71

0. CONTEXTES

0.1. CONTEXTE GENERAL

Le présent marché d'étude, piloté par la Mission Bassin Minier, s'inscrit dans la continuité et la perspective de l'approfondissement des études générales menées par l'Agence de l'Eau Artois-Picardie de 2000 à 2006, dans le cadre de l'arrêt définitif des travaux d'exploitation charbonnière du bassin minier du Nord – Pas-de-Calais, par Charbonnages de France.

Cette exploitation a, souvent, fortement perturbé les conditions topographiques et hydrographiques originelles, entraînant de fortes répercussions sur les écoulements des eaux dans une région déjà soumise à d'importantes contraintes naturelles et humaines limitant les possibilités d'évacuation des eaux, et dans laquelle l'urbanisation s'est, le plus fréquemment, développée à proximité des grands axes de communication et de transports fluviaux (canaux, rivières canalisées), et par conséquent dans des zones très plates, mal drainées et parfois marécageuses.

Pour pallier ces problèmes, des Stations de Relevage des Eaux « pluviales » (SRE) ont été installées dans tout le bassin minier, afin de relever ces apports de ruissellement, par temps de pluie, vers les exutoires assurant le drainage effectif des secteurs sensibles, mais souvent aussi, pour assurer en période sensible l'assèchement de zones qui, naturellement, se trouveraient envahies par les remontées des nappes et les écoulements hypodermiques : on dénombre actuellement 75 stations, gérées par le BRGM Département Prévention et Sécurité Minière pour le compte de l'Etat (SRE anciennement Charbonnages de France) ou transférées aux collectivités locales, mais dont la gestion est presque toujours déléguée à des compagnies spécialisées. Trois de ces stations ont déjà fait l'objet d'une étude détaillée dite « expérimentale » à l'initiative de la commune d'Auby. Celle-ci a permis d'affiner le scénario retenu pour la présente étude. Les 72 autres stations seront étudiées dans le cadre de cette étude.

Par ailleurs, la station C8, Lac de Montigny, a été ajoutée à la liste des stations étudiées, après validation par l'Instance Régionale de Concertation de suivi des risques miniers, car même si elle a été transformée et déplacée depuis son installation des Houillères, elle protège une vaste zone urbaine.

Les études générales, bien que menées avec le plus grand soin, ont montré les limites de l'exercice en termes :

- de données disponibles (manque de données sur les débits des SRE, manque de données sur certains secteurs parmi les nombreux réseaux d'assainissement alimentant ces SRE) ;
- de l'approche « Risques, Enjeux, Vulnérabilité », non que ces points n'aient pas été traités (cf. les dénombrements de constructions dans les cuvettes), mais que de nombreuses données (topographiques par exemple) restaient insuffisantes pour décrire correctement ces aspects, et que l'objectif primaire des études était d'abord un état des lieux phénoménologique et fonctionnel des SRE et de l'ensemble des systèmes hydrographiques associés.

Carte n° 1 : Système hydrographique associé aux Stations de Relevage des Eaux superficielles du Bassin Minier

0.2. OBJECTIFS ET PRESENTATION DES ETUDES DETAILLEES

Ces études détaillées concernent les 72 des 75 stations répertoriées comme anciennement Charbonnage de France, sur la totalité du bassin Minier du Nord Pas de Calais.

Elle fait suite aux études hydrauliques globales des cuvettes protégées du bassin minier ¹: le niveau d'approche de ces études a permis de montrer que la vulnérabilité existe, par rapport à certains types d'événements pluvieux et techniques, mais ne concerne pas nécessairement tous les secteurs définis comme appartenant aux Zones Protégées inondables, dont les contours initiaux ont été définis par la seule analyse topographique et recherche de leur exutoire gravitaire. En revanche des incertitudes ou imprécisions sur les données (densité d'information topographique insuffisante à l'intérieur des cuvettes, méconnaissance des volumes exactement relevés par les stations de pompage), laissent subsister des interrogations quant à la sectorisation précise, à l'étendue et la vulnérabilité exacte des zones inondables.

Cette étude doit donc :

- Définir les contours exacts des secteurs inondables, hauteurs et durées d'inondations, en fonction de plusieurs hypothèses événementielles à préciser en concertation avec le comité de pilotage technique de l'étude ;
- Reporter ces secteurs, sur le fond cadastral communal et définir les différents secteurs sensibles à l'aléa inondation (ces documents seront annexables au PLU communal).

L'objectif de l'étude est la cartographie de l'Aléa inondabilité pour le scénario dysfonctionnel retenu, puis de donner une représentation cartographique précise des zones inondable (sur fonds cadastraux).

Pour cela, il s'agit de :

- **fiabiliser et/ou affiner la description de la morphologie et l'occupation des cuvettes** (bathymétries et hauteurs d'inondation en fonction des volumes accumulés, nature et nombre de constructions et infrastructures situées en zones submersibles), grâce principalement aux données supplémentaires désormais disponibles ou acquises dans le cadre de cette étude (topographie fine terrestre ou embarquée, cadastre entièrement numérisé et actualisé, voire PLU aux mêmes formats) ;

¹ Historique des études GUIGUES Environnement (anciennement SETEGUE)

Ces études sont référencées chez Guigues Environnement sous les numéros et intitulés suivants :

- 00^E80 - Étude de l'hydraulique de surface du secteur inondable
- 02^E47 – Étude de l'hydraulique de surface des secteurs inondables et des bassins versants amont des concessions d'Aniche et d'Escarpelle Sud
- 02^E48 – Étude de l'hydraulique de surface des secteurs inondables et des bassins versant amont de la concession de Courrières
- 03^E123 - Étude de l'hydraulique de surface des secteurs inondables et des bassins versants amont des concessions d'Anzin, Douchy, Escaupont, Fresnes, Saint-Aybert et Saint-Saulves
- 03^E124 - Étude de l'hydraulique de surface des secteurs inondables et des bassins versants amont des concessions de Meurchin, Lens, Bruay-la-Buissière et Marles-les-Mines
- 03^E125 - Étude de l'hydraulique de surface des secteurs inondables et des bassins versants amont des concessions de Vieux-Condé, Odomez et Flines-lès-Râches
- 04^E75 Commune d'Auby – Etude détaillée de l'inondabilité des cuvettes protégées

- **fiabiliser et/ou affiner la description de l'hydrologie des bassins d'apports (calages)**, grâce aux données supplémentaires que constituent les suivis permanents des SRE reconstruites ou réhabilitées, et aux mesures à réaliser dans le cadre de cette étude (LOT 2) ;
- **affiner les conceptualisations et descriptions hydrauliques des réseaux et des cuvettes**, principalement de manière à mieux décrire le circuit des débordements vers les Zones Protégées Inondables, parfois à travers des zones urbanisées non situées dans les espaces dépressionnaires (*cf étude Auby*), et de manière aussi à reproduire beaucoup plus finement la dynamique des sous-cuvettes, avec des remplissages privilégiés de l'une ou de l'autre (*cf également étude d'Auby*, où nous avons décrit 5 ou 6 sous-cuvettes, alors que dans les études générales, dans le meilleur des cas nous n'avons guère que deux sous-cuvettes principales). Il s'agit sur ce point réellement d'un changement d'échelle important dans l'approche.
- **Caractériser précisément le risque d'inondabilité pour le scénario dysfonctionnel admis comme le plus probable.**
- **In fine, donner une représentation cartographique fidèle et précise des zones inondables**, sur des bases de fonds cadastraux systématiquement, et compte tenu de la topographie très fine descriptive des cuvettes.

Remarque : Dans le cadre de cette étude, nous nous intéressons aux conséquences de la panne d'une SRE, aussi seuls les débordements du réseau hydraulique alimentant en condition normale la station considérée et étudiée. Pour exemple, il n'est pas étudié l'impact de la cure d'un cours d'eau (face à la pluie centennale) dans une cuvette, si ce cours d'eau n'alimente pas, en condition normale, la station étudiée.

0.3. DEFINITION DE L'ALEA INONDATION

0.3.1.1. Définition des termes aléas, vulnérabilités, risques

L'aléa est l'élément « perturbateur ». Si l'on considère une parcelle inondée, l'aléa correspond à tout ce qui caractérise la durée et la hauteur de submersion, la vitesse de l'écoulement, indépendamment du mode d'occupation des sols.

La vulnérabilité est l'appréciation de l'occupation du sol exposée aux phénomènes en jeux. Elle caractérise pour chaque parcelle un objectif de protection équivalent au risque maximal acceptable. L'objectif de protection est exprimé à l'aide de la fréquence, de la durée, de la hauteur d'eau, ou de la vitesse d'écoulement.

L'enjeu est l'ensemble des biens et personnes situés dans la zone géographique considérée

L'aléa : le phénomène physique



Chicoutimi, Quebec, Juillet 1996 (Source Time 5/8/96)

La vulnérabilité : l'occupation des sols



Chicoutimi, Quebec, Juillet 1996 (Source Time 5/8/96)

Le risque enfin, est défini comme la loi de **probabilité des impacts** (ou des dommages) à l'échelle d'un bien, d'une parcelle, ou de toute unité géographique. Le risque dépend donc de l'aléa, des enjeux exposés et des ressources disponibles pour y faire face.

En effet, il n'y a pas de risque sans aléa naturel et sans élément exposé (= la vulnérabilité).

0.3.1.2. Définition de l'aléa inondation dans les zones protégées

Dans le cadre de cette étude détaillée, **il s'agit de réaliser la cartographie des zones inondables soit la cartographie de l'Aléa.**

Cette cartographie précise les zones qui sont susceptibles d'être inondées en cas d'événements pluvieux exceptionnel associé à un dysfonctionnement de la station (en ne prenant pas en compte les aménagements mis en œuvre pour lutter contre cet aléa : les stations de relevage des eaux sont mises en panne et sont transparentes face à l'aléa).

Ces zones seront déterminées à la fois par géomorphologie, et à la fois par un modèle numérique (auquel cas une période de retour est associée à la crue).

De préférence, la notion de risques dans les zones protégées devra être retranscrite dans les documents d'urbanismes.

Dans ce cas, l'urbanisation future de ces zones protégées n'est pas bloquée mais soumise à des prescriptions constructives précises associées, après une définition et une hiérarchisation des risques, par le biais d'études de risques qui précisent les moyens mis en œuvre pour lutter contre cet aléa : pompes de réserves, moyens humains organisés, gestions de crise dans les contrats des exploitants des stations, groupes électrogènes de secours, disponibles et entretenus,....

Dans la démarche de définition et de quantification objective du risque d'inondation, que peut-on négocier ?

- **L'aléa ne peut pas être négocié** : le comportement hydrologique et hydraulique du bassin versant est une contrainte naturelle. Le corollaire est la nécessité de le déterminer très précisément et durablement.
- **La vulnérabilité et les objectifs de protection peuvent être négociés** : il est possible de prendre en compte la valeur économique des dommages, les mesures mises en œuvre,
- **Le risque peut se modéliser par plusieurs scénarios** : la simulation de modifications hydrauliques et/ou de l'occupation du sol et l'estimation de leurs impacts sur le risque peuvent être appréciées, éventuellement réduits par les aménagements projetés.

Remarque :

Le choix peut être fait, par la collectivité, d'intégrer la carte d'aléa et non la carte de risque, dans le document d'urbanisme et d'y associer directement des prescriptions urbanistiques associées.

Ce choix peut se justifier par le fait de vouloir majorer les zones exposées (pour une protection accrue), et/ou de ne pas vouloir proposer de moyens à mettre en œuvre de lutte contre cet aléa.

Au contraire, le risque peut être évalué puis ré-évalué selon les modifications hydrauliques et urbanistiques apportées ;

Pour ce faire, le modèle hydrologique et hydraulique construit est remis à la disposition de la mission bassin Minier, par le bureau d'études, afin de prendre en compte les modifications apportées.

0.4. METHODOLOGIE DE L'ETUDE

L'étude reprend globalement la même méthodologie que les études générales réalisées pour le compte de l'Agence de l'Eau Artois-Picardie (cf. note page précédente), avec des données beaucoup plus précises, recueillie en première phase.

La méthodologie employée s'appuie sur :

1 Actualisation des données

Actualisation des données concernant les SRE, les réseaux hydrographiques et d'assainissement, la topographie, les suivis météorologiques permanents : inclus contacts avec exploitants SRE, réseaux, courants, réunions de travail
Actualisation des données concernant l'urbanisme et l'occupation des sols : inclus contacts avec communautés d'agglomération et de communes, services instructeurs de l'Etat DDTM 59 et 62
Reconnaitances complémentaires de terrain : tracés et caractéristiques réseaux, enquêtes riverains inondabilité, ouvrages, préparation des protocoles de mesures, SRE reconstruites (2 personnes : ingénieur ou expert + TS)
Actualisation des données locales et régionales concernant les contextes hydrologiques naturels (hydrogéologie et nappes, pluviométrie, débits de cours d'eau) : inclus achats données Météo France et autres pourvoyeurs

2 Définition et pilotage des travaux de topographie (LOT 3) et des campagnes météorologiques (LOT 2)

Définition des campagnes météorologiques, protocoles et suivis

Préparation du protocole général et planification

Protocoles pour chaque regroupement des bassins versants et suivis

Pilotage des travaux topographiques

Définition des besoins topographiques complémentaires pour toutes les cuvettes et réseaux, justifications, nature, quantités, prescriptions techniques, planifications (inclus : LIDAR) - suivis et contrôles

Prescriptions générales, planification

Prescriptions, localisation et quantités par regroupement de bassins versants - suivis - contrôles (inclus LIDAR)

3 Caractérisation fine des zones inondables

Intégration des nouvelles données topographiques liées aux cuvettes (trames de points levés terrestres ou LIDAR), constitution des MNT, morphologie tridimensionnelle fine des cuvettes et sous-cuvettes

Recalculs des volumes de stockage et des courbes volumes et surfaces en fonction des bathymétries, inclus sous-cuvettes

4 Implémentation et amélioration des modèles

Extensions et corrections des modèles hydrauliques : adjonction de nœuds, liens et ouvrages utiles, corrections de cotes, prise en compte de données actualisées SRE et réseaux

Implémentation des modèles hydrauliques par rapport aux cuvettes : amélioration des conceptualisations antérieures, prise en compte des nouvelles bathymétries et organisation interne des cuvettes

Actualisation des modèles hydrologiques d'après les données récentes et calages d'après les données SRE et campagnes

5 Simulations hydrauliques et cartographies des aleas

Simulations des scénarios les plus pénalisants d'occurrence 10 ans et 100 ans

Justifications de l'événement le plus pénalisant pour chaque cuvette, définition des hyétoigrammes type correspondant

Simulations des événements critiques et extraction des résultats : dynamiques remplissage-vidange (hydrogrammes et limnigrammes), volumes accumulés, durées de submersion

Transcriptions des calculs en cartographie des bathymétries de submersion de pas décimétrique, représentation des 3

Annexe n° 1 : Liste et coordonnées des différents contacts

0.5. ORGANISATION DE L'ÉTUDE GLOBALE PAR BASSINS VERSANTS

Compte tenu de l'ampleur du secteur de l'étude globale qui s'étend du Bruais au Valenciennois, et conformément au CCTP, l'étude globale a été scindée en études menées en parallèles, regroupées selon 6 regroupements de bassins versants.

Cette organisation, validée par le comité de pilotage, veut obéir à la fois à des critères hydrographiques et hydrauliques (cuvettes imbriquées indissociables les unes des autres même si les unes présentent un caractère d'urgence et les autres non), à des critères géographiques naturels et humains (collectivités responsables, exploitants communs), et au souci de ne pas diviser l'ensemble des cuvettes en une masse de très petits sous-ensembles, ou au contraire en des sous-ensembles plus larges encore que les études générales, ce qui ne serait pas très pertinent ni en termes de répartition équilibrée des budgets sur 3,5 ans, ni en termes de finesse d'approche.

Carte n° 2 : Organisation des Etudes par Regroupement de Bassins Versants

Tableau 1 : Organisation des Etudes en Regroupement de Bassins Versants

Nom	Proposition Regroupement BV	Ref	Propriétaire	Exploitant
Cité Dincq	RBV1	ed1	ETAT - BRGM DPSM	Veolia Douai
Bois des Retz	RBV1	ed4	ETAT - BRGM DPSM	Veolia Douai
Frais Marais	RBV1	ed11	ETAT - BRGM DPSM	Veolia Douai
Solitude (Douai)	RBV1	ed12	ETAT - BRGM DPSM	Veolia Douai
GC35	RBV1	ed14	ETAT - BRGM DPSM	Veolia Douai
République	RBV1	ed15	ETAT - BRGM DPSM	Veolia Douai
Belle Inutile	RBV1	ed17	ETAT - BRGM DPSM	Veolia Douai
Bois Duriez	RBV1	ed18	Cœur d'Ostrevent	Veolia Douai
Ecaillon	RBV1	ed19	ETAT - BRGM DPSM	Veolia Douai
Godion	RBV1	ed2	ETAT - BRGM DPSM	Veolia Douai
Vred	RBV1	ed21	ETAT - BRGM DPSM	Veolia Douai
Nouvelle cité de Pecquencou	RBV1	ed22	ETAT - BRGM DPSM	Veolia Douai
Lemay Ste Marie	RBV1	ed23	ETAT - BRGM DPSM	Veolia Douai
Flines n°1	RBV1	ed24	Syndicat Intercommunal de la Scarpe, futur SMAHVSBE	Hainault Maintenance
Chemin de Masny	RBV1	ed27	Cœur d'Ostrevent	Veolia Douai
Rue Ferrer	RBV1	ed8	CAD	Veolia Douai
Vivier de Sin	RBV1	ed40	ETAT - BRGM DPSM	Veolia Douai
Berg ob zoom	RBV1	ed43	ETAT - BRGM DPSM	Veolia Douai
De la Vantelle	RBV1	ed44	SIAN - SIDEN	Veolia Douai
Boussinières	RBV2	ed28	ETAT - BRGM DPSM	Veolia Douai
Cornet	RBV2	ed29	ETAT - BRGM DPSM	Veolia Douai
Bernicourt	RBV2	ed30	ETAT - BRGM DPSM	Veolia Douai
Chapeau	RBV2	ed32	ETAT - BRGM DPSM	Veolia Douai
Pâturelles	RBV2	ed33	ETAT - BRGM DPSM	Veolia Douai
Vallée de Scarpe	RBV2	ed34	ETAT - BRGM DPSM	Veolia Douai
Marais de Flers	RBV2	ed38	ETAT - BRGM DPSM	Veolia Douai
Genièvre	RBV2	ed39	Communauté d'Agglomération du Douaisis	Veolia Douai
Champs de Course	RBV2	ed6	Communauté d'Agglomération du Douaisis	Veolia Douai
Charlieu	RBV2	ed42	ETAT - BRGM DPSM	Veolia Douai
Epinette	RBV3	c1	CALL	Véolia Lens
Nord Africain	RBV3	c2	ETAT - BRGM DPSM	Véolia Lens
Route de Courcelle	RBV3	c20	CAHC	Véolia Hénin
Cimetière	RBV3	c21	ETAT - BRGM DPSM	Véolia Lens
Wacheux	RBV3	c22	CAHC	Véolia Hénin
Lequeux	RBV3	c25	CALL	Véolia Lens
Loison Canal	RBV3	c3	ETAT - BRGM DPSM	Véolia Lens
Noyelles Pont	RBV3	c4	ETAT - BRGM DPSM	Véolia Lens
Lac de Montigny	RBV3	c8	CALL	Véolia Lens
Marais Place	RBV3	c6	CALL	Véolia Lens
Marais Tierce	RBV3	c7	CALL	Véolia Lens
Marais des Iles	RBV3	L1	ETAT - BRGM DPSM	Véolia Lens
Chemin du Clair	RBV3	L6	ETAT - BRGM DPSM	Véolia Lens
Station 500Cv	RBV4	L7	commune d'Avion	Véolia Lens

Étude hydraulique détaillée des zones inondables protégées par les stations de relevage des eaux – RBV4

Nom	Proposition Regroupement BV	Ref	Propriétaire	Exploitant
Boquet	RBV4	ed25	ETAT - BRGM DPSM	Eau et force
Larentis	RBV4	ed26	ETAT - BRGM DPSM	Eau et force
Maingoval *	RBV4	ev22	Société de pêche de Douchy	
Marais de Fenain	RBV4	ev45	SMAHVSBE	Hainault Maintenance
Prétolus	RBV4	ev46	Commune de Somain	Veolia Douai
Ramette	RBV4	ev48	ETAT - BRGM DPSM	Eau et force
Place Leleu *	RBV4	ev49	Syndicat Intercommunal d'Assainissement Anzin Beuvrages Raismes	
La Perche	RBV4	ev5	Syndicat Intercommunal d'Assainissement Denain Lourches Escaudain Wavrechain	Eau et force
Route d'Hélesmes	RBV4	ev50	ETAT - BRGM DPSM	Eau et force
Solitude (vieux condé)	RBV5	ev21	Syndicat Intercommunal d'Assainissement de la Région de Condé	Eau et force
Putemont RD	RBV5	ev53	ETAT - BRGM DPSM	Eau et force
Soult	RBV5	ev54	commune de Fresnes sur Escaut	Eau et force
Putemont RG	RBV5	ev55	ETAT - BRGM DPSM	Eau et force
Mare Ansart	RBV5	ev56	ETAT - BRGM DPSM	Eau et force
Odomez	RBV5	ev57	ETAT - BRGM DPSM	Eau et force
Amaury rive gauche	RBV5	ev59	ETAT - BRGM DPSM	Eau et force
Moulineaux	RBV5	ev61	ETAT - BRGM DPSM	Eau et force
Canarderie	RBV5	ev61bis	ETAT - BRGM DPSM	Eau et force
Fort Masys	RBV5	ev62	ETAT - BRGM DPSM	Eau et force
Saint pierre bis	RBV5	ev65	ETAT - BRGM DPSM	Eau et force
Petit Diable	RBV5	ev66	ETAT - BRGM DPSM	Eau et force
Landimore	RBV5	ev67	ETAT - BRGM DPSM	Eau et force
Pré le comte	RBV5	ev68	ETAT - BRGM DPSM	Eau et force
Alouette	RBV5	ev69	ETAT - BRGM DPSM	Eau et force
Gros charles	RBV5	ev71	ETAT - BRGM DPSM	Eau et force
Rue des Ecoles	RBV6	ab1	ETAT - BRGM DPSM	Véolia Bruay
Rue d'Amont	RBV6	ab1bis	ETAT - BRGM DPSM	Véolia Bruay
Pont de Divion	RBV6	ab2	ETAT - BRGM DPSM	Véolia Bruay
Marmottan	RBV6	ab2bis	ETAT - BRGM DPSM	Véolia Bruay

0.6. DEFINITION DE L'ETUDE RBV4

Le présent rapport concerne le Regroupement de Bassins Versants 4, soit les 9 SRE et Zones protégées suivantes :

Nom	Ref	Propriétaire	Exploitant	Commune sur laquelle se situe la station
Bocquet	ed25	ETAT - BRGM DPSM	Eau et force	Somain
Larentis	ed26	ETAT - BRGM DPSM	Eau et force	Rieulay
Maingoval *	ev22	Société de pêche de Douchy		Douchy les Mines
Marais de Fenain	ev45	SMAHVSBE	Hainault Maintenance	Fenain
Prétolus	ev46	Commune de Somain	Veolia Douai	Somain
Ramette	ev48	ETAT - BRGM DPSM	Eau et force	Fenain
Place Leleu *	ev49	Syndicat Intercommunal d'Assainissement Anzin Beuvrages Raismes		Raismes
La Perche	ev5	Syndicat Intercommunal d'Assainissement Denain Lourches Escaudain Wavrechain	Eau et force	Lourches
Route d'Hélesmes	ev50	ETAT - BRGM DPSM	Eau et force	Wallers

Deux SRE listées dans le tableau ci-dessus s'avèrent logiquement écartées de l'étude :

- EV22 – Maingoval

Située sur la commune de Douchy-les-mines au sud du parc maingoval à proximité d'une station de traitement d'eaux usées, la SRE a été cédées en 1968 à la société de pêche de l'étang de Maingoval.

La fonction de la SRE consiste à prélever les eaux de la Selle pour alimenter l'Etang de pêche par **mise en route manuelle en fonction des besoins**. En conséquence, **toute notion de zone protégée par la station s'avère sans objet**.

- EV49 – Place Leleu

Un courrier de l'exploitant présumé, en date de septembre 2010, précise que « la SRe Leleu (EV49) a été démantelée il y a de nombreuses années et les eaux coulent désormais gravitairement vers la Balle de la Tillières ; il existe bel et bien sur site en lieu et place une station de pompage mais celle-ci ne reprend que les eaux usées. »

En conséquence, **toute notion de zone protégée par la station s'avère sans objet**.

Carte n°3 : Zoom et Localisation des SRE des Regroupement des Bassins Versants 4

0.7. PRINCIPALES CONCLUSIONS ISSUES DES ETUDES GLOBALES

Les principales conclusions apportées par les différents scénarios simulés dans les études globales sont les suivantes :

- En fonctionnement normal, les stations de pompage ont généralement des débits suffisants pour faire transiter les volumes induits **par des pluies jusqu'à une période de retour centennale, sans provoquer de désordres majeurs.**
- Les différentes pluies simulées ont pris en compte des phénomènes pénalisants en terme de ruissellement (génération de volume et débits de pointe) en considérant une période de retour jusqu'à 100 ans, la saturation des sols, des pluies orageuses de forte intensité en double triangle.

En revanche, il est à noter que des pluies successives peuvent également générer des volumes importants, volumes qui peuvent **rapidement aggraver la situation lorsque les stations de pompage sont déjà en panne.**

- **Les résultats fournis en termes d'inondations de bâtis sont valables en l'état actuel d'urbanisation.** Il reste évidemment peu recommandé d'urbaniser dans les zones basses de ces zones inondables.
- Le dimensionnement des stations de pompage permet généralement une submersion minimale dans les zones inondables en état de fonctionnement normal. Ces **débits de pompage deviennent alors vite insuffisants** pour la vidange de certaines zones inondables en cas de volumes accumulés à la suite de panne longue, spécialement lorsque les apports proviennent de versants en situation hydrologique saturée, à l'exemple de la situation rencontrée au premier semestre 2001 (sans conséquences heureusement, en l'absence de pannes) qui génèrent des volumes très importants.

(Les temps de vidange ont, de plus, été calculés sans apports supplémentaires, c'est à dire qu'il ne pleut pas pendant la vidange des cuvettes, qui peut durer plusieurs jours).

- Le ralentissement des débits par la présence de singularités hydrauliques provoque un **stockage à l'amont des volumes** qui évite la submersion des pompes. Ce stockage « naturel » dans les fossés écrête les débits. Il est donc à préserver au maximum pour la bonne évacuation des débits par les stations de pompage.

En conséquences, il apparaît qu'en situation actuelle et en fonctionnement normal, le système hydraulique des stations de pompage et des cuvettes fonctionne de manière satisfaisante (au plan strict des inondations autour des stations de relevage, sujet de l'étude), la période de retour d'apparition de désordres (risques d'inondations limitées pour quelques constructions) étant élevée.

Ce constat est valable dans la situation actuelle, c'est-à-dire avec en particulier la faible urbanisation des cuvettes protégées, et la présence de nombreux facteurs d'écrêtement en amont des cuvettes (verrous hydrauliques et stockages linéaires « naturels », marécages jouant le rôle de tamponnement) : toute modification de cet état peut provoquer des déséquilibres importants, et devra donc être prise en considération pour toutes améliorations du système.

Inversement, le système apparaît vulnérable dès lors qu'une panne survient : l'équilibre précédemment évoqué est rompu, localement ou à l'échelle de plusieurs stations selon les scénarios.

Les conséquences deviennent alors beaucoup plus catastrophiques, passant d'une situation de désordres ponctuels à celle de crise grave, dès que la panne se prolonge et dans les conditions saisonnières défavorables (c'est-à-dire environ 6 mois par an, schématiquement).

Ce second constat montre l'impératif de pérennisation et de sécurisation des stations de pompage, principalement en termes de surveillance et de gestion : cette sécurisation devra aussi se faire en amont et autour des stations elles-mêmes, par le maintien, d'une part de certains fusibles hydrauliques retardant l'accumulation et la concentration des volumes en quelques points bas, d'autre part en prenant les plus grandes précautions à l'égard d'une modification de l'occupation des cuvettes.

1. ACTUALISATION ET DENSIFICATION DES DONNEES

Les études globales mandatées par l'Agence de l'Eau de 2000-2006, ont été réalisées à partir de données hydrologiques et topographiques, suffisantes au regard de l'approche macroscopique et des objectifs de ces études, mais insuffisantes (couverture, densité, précision) au regard de la définition de zones d'alea recherchée dans le cadre de ces études détaillées.

1.1. ACTUALISATION DES DONNEES RELATIVES AUX SRE

L'actualisation des informations relatives aux SRE a été réalisée à la suite de plusieurs visites auprès du BRGM DPSM et des différents propriétaires des stations.

Outre les débits caractéristiques, ont été recueillies, auprès des exploitants et des propriétaires des stations, les données actualisées disponibles (plans, notes techniques).

A noter que les principales modifications de stations ont concernées :

- **Réhabilitation du génie civil de la majorité des SRE avant la cessation d'activité de Charbonnages de France**, avec remplacement des pompes à capacité de relevage égale et mise hors d'eau des principales installations électriques (comme préconisé dans l'étude générale antérieure) ;
- **Augmentation des capacités de relevage de la SRE Marais de Fenain (1300 m³/h soit 0.36 m³/s) et redimensionnement du dégrilleur automatique en cours ;**
- Modification du dégrilleur de la SRE Prétolus, permettant un trop plein hydraulique vers la SRE ;
- Redimensionnement des capacités de relevage de la SRE Ramette (5420 m³/h) et augmentation des capacités de stockage propre à la SRE ;
- Projet en cours de requalification de la SRE La Perche (travaux de mise en séparativité des réseaux (au stade projet, au niveau du bassin d'alimentation de la SRE).

Le tableau suivant synthétise les données hydrauliques essentielles de ces stations.

Les fiches présentées en Annexes complètent la connaissance hydraulique de chacune des stations.

Annexe n° 2 : Fiche SRE actualisée

Annexe n° 3 : Fiche Compte Rendu Visites

Rencontre avec commune de Fenain le 10 mars 2011

Rencontre avec SMAHVSBE le 15 mars 2011

Rencontre avec commune de Somain / CCCO / Veolia Douai, le 17 mars

Rencontre avec Noréade, le 18 mars 2011

Rencontre avec le Syndicat Intercommunal d'Assainissement de Denain, Louches, Escaudain et Wavrechain le 24 mars 2011

Rencontre avec Veolia Douai, le 5 avril 2011

Rencontre avec Eau et Force, le 6 mai 2011.

Tableau 2 : Débits actualisés des SRE (m³/h)

	SRE	N°Pompe	Débit Théorique [m ³ /h] réactualisé	Total Débit Théorique [m ³ /h]	Date rénovation/reconstruction
Boquet	ed25	P1	300	2100 m ³ /h	2004
		P2	1800		
Larentis	ed26	P1 (Temps sec)	135	2000 m ³ /h	-
		P2	600		
		P3	1400		
Marais de Fenain	ev45	P1	500	1300 m ³ /h	2003
		P2	500		
		P3	300		
		P4 (réserve)	500		
Prétolus	ev46	P1 (Temps sec)	360	1440 m ³ /h	?
		P2	540		
		P3	540		
Ramette	ev48	P1 (Temps sec)	230	5240 m ³ /h	2005
		P2	535		
		P3	535		
		P4	1970		
		P5	1970		
La Perche	ev5	P1	300	300 m ³ /h (étalonné dans diag d'ass.)	-
Route d'Hélesmes	ev50	P1	200	200 m ³ /h	-

1.2. ACTUALISATION DES DONNEES RELATIVES AUX RESEAUX ALIMENTANT LES SRE

Le tableau suivant précise les communes concernées par les réseaux alimentant les stations.

Des rencontres (ou éventuellement entretiens téléphoniques) avec les syndicats et/ou exploitants de SRE et des réseaux situés en amont des SRE ont eu lieu afin de réaliser **l'inventaire des modifications apportées** depuis la précédente étude et de juger de l'effet des travaux récents sur l'hydrologie des bassins versants. Les données correspondantes ont été recueillies (plans, DCE, études,...).

Les principales modifications ont concernées :

- Les réseaux d'assainissement des communes de Somain et Fenain (suppression de Déversoirs d'orage, augmentation de la hauteur de lame des DO, mise en séparatif...) en parallèle de la restructuration de la STEP ;

Les données concernant les modifications projetées et budgétisées à venir à court et moyen termes (avant 3 ans) ont également été répertoriées. Elles seront intégrées dans le cadre de simulations complémentaires (en situation future d'aménagement) :

- La mise en œuvre d'une ZEC (18 000 m3) à l'amont de la SRE Marais de Fenain ;
- La mise en séparatif du bassin d'alimentation de la SRe La Perche à Louches.

Tableau 3 : Identification des Syndicats et/ou communes propriétaires des réseaux et des exploitants

RBV	Nom	Ref	Communes		Propriétaire / Syndicat compétence EP		Exploitant	
			Commune 1	Commune 2	Commune 1	Commune 2	Commune 1	Commune 2
RBV4	Bocquet	ed25	Somain		Cœur d'Ostrevent		Veolia Douai	
	Larentis	ed26	Rieulay		SIAN-SIDEN		Noréade Pecquencourt Nord	
	Maingoval	ev22	Douchy les Mines					
	Marais de Fenain	ev45	Fenain	Erre	SIAN-SIDEN	SIAN-SIDEN	Noréade Pecquencourt Sud	Noréade Pecquencourt Sud
	Prétolus	ev46	Somain	Fenain	Cœur d'Ostrevent	SIAN-SIDEN	Veolia Douai	Noréade Pecquencourt Sud
	Ramette	ev48	Fenain	Erre	SIAN-SIDEN	SIAN-SIDEN	Noréade Pecquencourt Sud	Noréade Pecquencourt Sud
	Place Leleu	ev49	Raismes					
	La Perche	ev5	Lourches		SIAN-SIDEN		Noréade Pecquencourt Sud	
	Route d'Hélesmes	ev50	Wallers		SIAN-SIDEN		Noréade Pecquencourt Sud	

Tableau 4 : Liste des documents demandés acquis ou demandé à la date d'avril 2011

Organisme rencontré (date)	Documents demandés	Fournis	En attente
Noréade (18 mars 2011)	Plans réactualisés de la commune de Fenain	Oui	
	Plans réactualisés de la commune de Rieulay	Oui	
	Plans de recollement des rues mises en séparatif	Oui	
SMAHVSBE (15 mars 2011)	Fiches techniques et plans papiers de la SRE Marais de Fenain	Oui	
	Plans de projet et mémoire explicatif de la ZEC	Oui	
Veolia Douai (5 avril 2011)	Fiche technique SRE Prétolus		
	<ul style="list-style-type: none"> – les plans d'assainissement à jour de la commune de Somain (.dwg), – les nouvelles cotes de déversements des DO sur Somain, – la liste des DO supprimés, – les principales caractéristiques hydrauliques de la nouvelle STEP (capacité de pompage à l'entrée, capacité de stockage du bassin à l'entrée, mode de vidange, mode d'alimentation, capacité admissible de traitement de la STEP,....), – les plans cotés de la nouvelle step (hydraulique), (.dwg), – plan et localisation des différents bassins de stockage linéaire sur les réseaux de Somain (réseau pluvial notamment), – plan de recollement des récents travaux de by-pass de la SRE Prétolus, – plans de fonctionnement de la SRE Prétolus, – temps de fonctionnement de la SRE Prétolus (sur l'année 2009 ou 2010), au pas d'acquisition le plus court, – données débitmétriques d'autosurveillance (au pas de temps le plus court d'acquisition) sur l'année 2009 ou 2010, sur les différents DO de la commune de Somain + entrée STEP + remplissage et vidange bassin STEP, – pluviométrie associée (2009 ou 2010), 	Oui	

Organisme rencontré (date)	Documents demandés	Fournis	En attente
SIAD (24 mars 2011)	Diagnostic d'assainissement concernant Lourches		
	Plans de projets et mémoire explicatif concernant la mise en séparatif du bassin versant de la SRE La Perche à Lourches	Oui	
Eau et Force	Fiches techniques réactualisées des SRE Bocquet, Larentis, Ramette, La Perche	Oui	

1.3. ACTUALISATION DES DONNEES RELATIVES AUX NOUVELLES ZONES URBANISABLES

Les visites et contacts avec les différents organismes d'Etat (DDTM 59 et DDTM 62), ont permis d'actualiser les données relatives aux nouvelles zones urbanisables, notamment dans les Zones Protégées Inondables, afin d'évaluer au plus juste les enjeux et les priorités au sein de ces zones sensibles.

La carte suivante présente et localise les zones Na (zones susceptibles d'être urbanisées à court ou moyen terme), dans les Zones Protégées, répertoriée sur les documents d'urbanismes et documents de demande d'autorisation, centralisées aux services départementaux de l'Équipement du Nord et du Pas-de-Calais.

Carte n° 4 : Localisation des zones NA sur les communes présentant des Zones Inondables protégées

2. DEFINITION ET PILOTAGE DES TRAVAUX DE TOPOGRAPHIE ET DES CAMPAGNES METEOROLOGIQUES

2.1. PILOTAGE DES TRAVAUX TOPOGRAPHIQUES

Si les contours des cuvettes protégées ont été définis avec une bonne précision par Charbonnages de France, dans le cadre des études et travaux menés pour la constitution des dossiers de sorties de concession, la topographie exacte à l'intérieur des cuvettes, restait en revanche insuffisamment appréhendée, à l'aide du seul MNT SACOMI : l'insuffisance concernait à la fois la précision altimétrique (0,30 m à 0,60 m) et l'absence d'actualisation des données, dans les zones urbanisées tout spécialement.

En parallèle de l'étude, afin de palier ces insuffisances et incertitudes, et de disposer d'une source homogène de données altimétriques, la Mission Bassin Minier a fait procéder par un cabinet de géomètres-experts (**cabinet Géolys**), au lever systématique des Zones Protégées étudiées.

A noter que les Zones ayant déjà fait l'objet de relevés précis dans le cadre d'études précédentes ou bien entrant dans le champs d'investigation des levés topographiques LIDAR (dans le cadre de l'étude menée pour le compte de la DIREN Nord-pas de Calais pour la réalisation de l'AZI Scarpe Aval), n'ont pas été levées.

Le protocole de la campagne topographique, élaboré par nos soins, est présenté en Annexes. Il rend compte du maillage et de la précision attendus sur les différentes zones, des contours précis à lever, à partir de fonds autocad à l'échelle cadastrale, transmis au maître d'ouvrage et au géomètre.

Au total, il est estimé le lever de près de **1400 ha de superficie, pour les besoins de l'étude.**

Ces semis de points permettront d'établir, par les moyens numériques et les méthodes d'interpolation identiques à celles utilisées lors des études globales 2000-2006, les isolignes de la topographie (ou bathymétrie, selon que l'on se réfère au système NGF, ou que l'on raisonne par rapport à la cote de référence des bords de chaque cuvette), pour l'élaboration des cartes d'Aléa Inondabilité, à l'échelle parcellaire.

[cf. § Caractérisation fine des zones inondables].

Annexe n° 4 : Protocole de la campagne topographique

Remarque : dans le cadre de l'étude, les levés topographiques prenant du temps, les commandes pour relever les cuvettes non couvertes par le LIDAR ont été lancées avant la restitution de ce bilan.

2.2. DEFINITION DES CAMPAGNES METROLOGIQUES, PROTOCOLES ET SUIVIS

2.2.1. Principes

Des mesures hydrologiques et hydrauliques précises sont nécessaires lors de la mise en œuvre de modèles de simulation dont va dépendre la définition de zones inondables : seul le calage de ces modèles, par rapport à des événements observés et quantifiés, assure en effet de la validité des paramétrages de ces modèles, et de la représentation réaliste et reproductible, qu'ils font des phénomènes physiques.

Plusieurs stations de relevages des eaux avaient fait l'objet d'une campagne de débit précise, lancée dans le cadre des études globales 2000-2006 ou bien dans le cadre d'études détaillée de modélisation des réseaux. Il s'agissait des 3 SRE suivantes : Marais de Fenain, Ramette et Prétolus.

Le choix a été fait (en concertation avec le comité de pilotage) de ne pas ré-instrumenter les SRE dont les données débitométriques et calages avaient paru satisfaisant lors de l'étude antérieure.

Les mesures débitométriques complémentaires ont donc porté sur 2 stations du RBV4.

En parallèle des suivis débitométriques, **plusieurs pluviomètres** ont été mis en place.

L'instrumentation, le suivi et la validation des mesures de débits et volumes incidents aux différentes SRE, a fait l'objet d'une étude distincte menée en parallèle (Lot 2), et réalisée par le service métrologie de GUIGUES Environnement.

Annexe n°5 : Protocole d'intervention de la Mission Bassin Minier et de ses prestataires – mesures débitométriques et limnimétrie, étalonnages

Tableau 5 : Synthèse des SRE instrumentées

		Instrumentation Etudes générales	Instrumentation Etudes détaillées	Remarques
Bocquet	ed25		Guigues Environnement	
Larentis	ed26		Guigues Environnement	
Maingoval	ev22	-	-	<u>instrumentation sans objet</u> : cette SRE alimente par fonctionnement manuel le remplissage d'un étang de pêche
Marais de Fenain	ev45	SETEGUE - Guigues Environnement		
Prétolus	ev46	SETEGUE - Guigues Environnement		
Ramette	ev48	SETEGUE - Guigues Environnement		
Place Leleu	ev49			<u>instrumentation sans objet</u> : station EU
La Perche	ev5			station non instrumentée : fonctionnement en continu des pompes en TS et TP
Route d'Hélesmes	ev50			<u>station non instrumentée</u> : cas particulier

2.2.2. Campagne Débitmétrique VII - Résultats

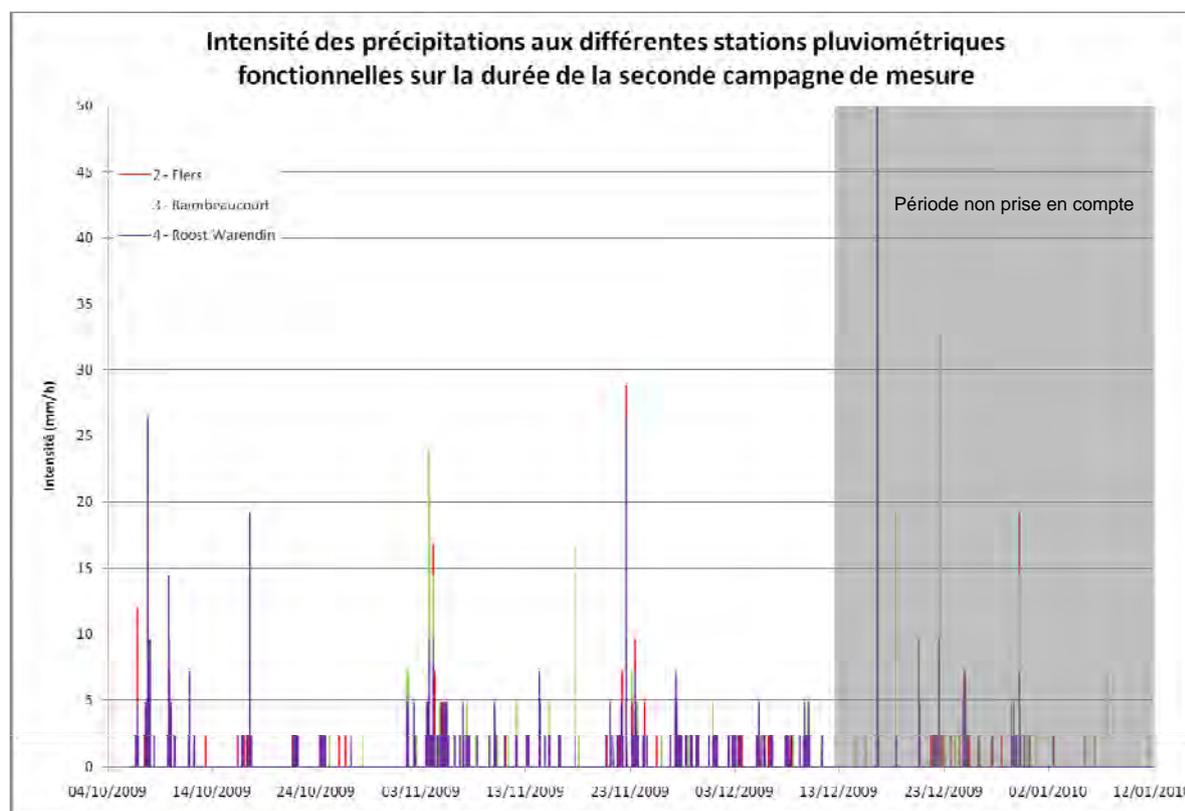
2.2.2.1. Données pluviométriques

Les données pluviométriques utilisées sont issues des stations de Roost-Warendin, Flers-en-Escrebieux, Raimbeaucourt. Les résultats détaillés des mesures sont produits en Annexes.

Lors de la campagne VII (octobre 2009 à mi janvier 2010) l'ensemble des données s'est avéré exploitable mais sur une durée plus courte, jusqu'à mi-décembre, les conditions neigeuses ayant été par la suite peu propice au calage, la dynamique hydrologique d'une averse de neige n'étant pas comparable à une averse de pluie et les pluviomètre ne donnant pas une estimation fiable de la pluviométrie. La somme des données pluviométriques recueillies reste toutefois satisfaisante pour l'opération de calage du modèle.

Les cumuls pluvieux des différentes stations sont très différents sur l'ensemble de la période de mesure mais il semblerait que cette variabilité soit liée en grande partie au phénomène neigeux qui a colmaté les pluviomètres mettant en cause la fiabilité de la mesure durant la fin du mois de décembre. Les données expurgées du dernier mois de mesure sont plus homogènes et l'observation du graphique ci-dessous le confirme.

Pluviomètre	2 - Flers	3 - Raimbeaucourt	4 - Roost Warendin
Cumul (mm) sur toute la campagne	202	171.8	292.2
Cumul (mm) jusqu'au 15 décembre	162.8	131.8	166.6
Ecart à la moyenne sur toute la campagne	9%	23%	32%
Ecart à la moyenne jusqu'au 15 décembre	6%	14%	8%



Les évènements pluvieux les plus notables se sont déroulés entre le 21 et le 24 décembre. Il peuvent être situés de la façon suivante :

- Pluie du 22/11/09 : 3 mm en 20 minutes soit averse mensuelle
- Pluie du 23/11/09
 - 4.6 mm en 2h soit averse bi- mensuelle
 - 6 mm en 6h soit averse bi- mensuelle
 - 12 mm en 12h soit averse mensuelle
 - 13 mm en 24h soit averse mensuelle

2.2.2.2. Données Débitmétriques

Les résultats détaillés des mesures sont produits en Annexes. Les hydrogrammes détaillés sont présentés et commentés au volet « Calages ».

Les données débitmétriques ont été acquises à pas de temps court et traitées à pas de temps 5 min pour les données acquises par Guigues (les données fournies par Véolia notamment sur la commune de Somain et la station d'épuration ont des pas de temps variables 3 à 12 min).

Les pages suivantes proposent un exemple de résultat obtenu par temps de pluie sur la station ED25 – Bocquet.

Annexe n° 6 : Résultats détaillés de la campagne VI de mesure pluviométrique et débitmétrique.

Figure 1 : Résultats de la campagne de mesures débitmétriques

Estimation de la surface active – Exemple ED25 - Bocquet

ED 25 - BOCQUET

Début	Fin	Temps sec (m3)	Temps de pluie (m3)	Pluviométrie (mm)	Volume supplémentaire (m3)
21-11-2009 00	21-11-2009 08	0,0	164,9	2,4	164,9
21-11-2009 23	22-11-2009 14	90,8	988,8	7,0	898,0
23-11-2009 02	24-11-2009 01	283,0	1817,5	10,8	1534,5
24-11-2009 06	24-11-2009 15	117,2	397,8	1,8	280,7
27-11-2009 09	27-11-2009 17	108,3	1256,4	4,6	1148,1
28-11-2009 18	29-11-2009 01	45,9	511,7	3,2	465,9
FIN					

Surface active (m²) : 141 660

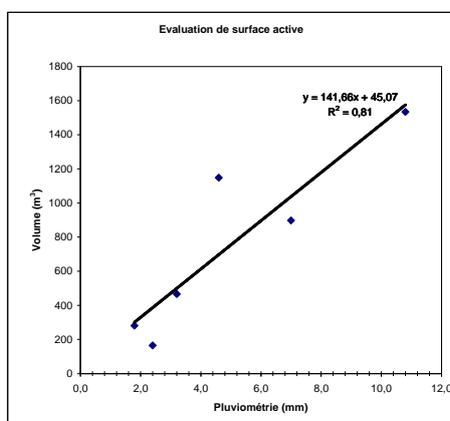


Figure 2 : Résultats de la campagne de mesures débitmétriques
Débits moyens de Temps sec – Exemple ED26 – Larentis

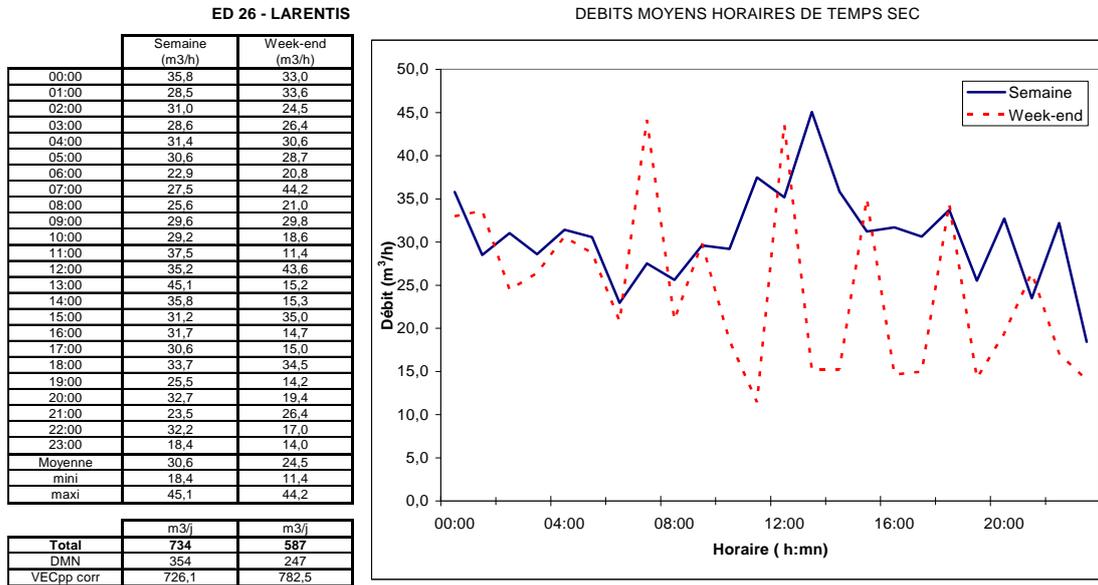
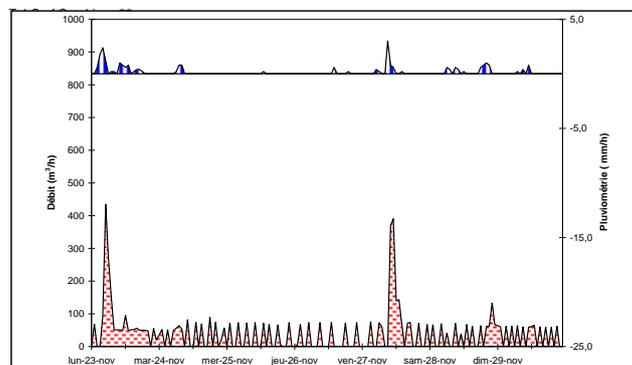
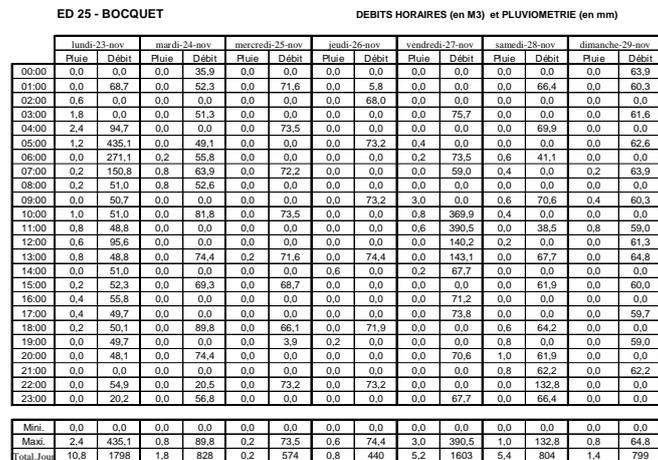


Figure 3 : Résultats de la campagne de mesures débitmétriques
Débits moyens horaires – Exemple ED25 - Bocquet



3. CARACTERISATION FINE DES ZONES INONDABLE

Cette phase strictement cartographique, en préalable à la construction des zones inondables dans le modèle de simulation, a pour but de caractériser morphologiquement les cuvettes d'accumulation desservies par les stations de relevage, afin d'établir pour chacune d'entre elles, et avec le plus de précision possible **la courbe hauteur de submersion / volume stocké**, calcul purement géométrique (identique aux calculs permettant de déterminer le volume exact de retenues artificielles) mais indispensable aux études ultérieures du remplissage et de la vidange de ces dépressions.

La précision de ces calculs dépend naturellement de celle des données exploitables ; les données utilisées ici, fournies par le maître d'ouvrage sous forme de fichiers numériques aux formats courants, sont de 2 types :

- Données LIDAR brutes (x,y,z) à transformer en MNT (précision de ± 10 cm) ;
- Les levés topographiques terrestres de trames de points (précision ± 1 cm).

L'établissement des MNT à partir de ces 2 sources de données puis des courbes de niveaux équidistantes de 0,10 m (isolignes), par interpolation au moyen du logiciel Arcview et de ses modules d'analyse cartographique numérique, est présenté en Annexes.

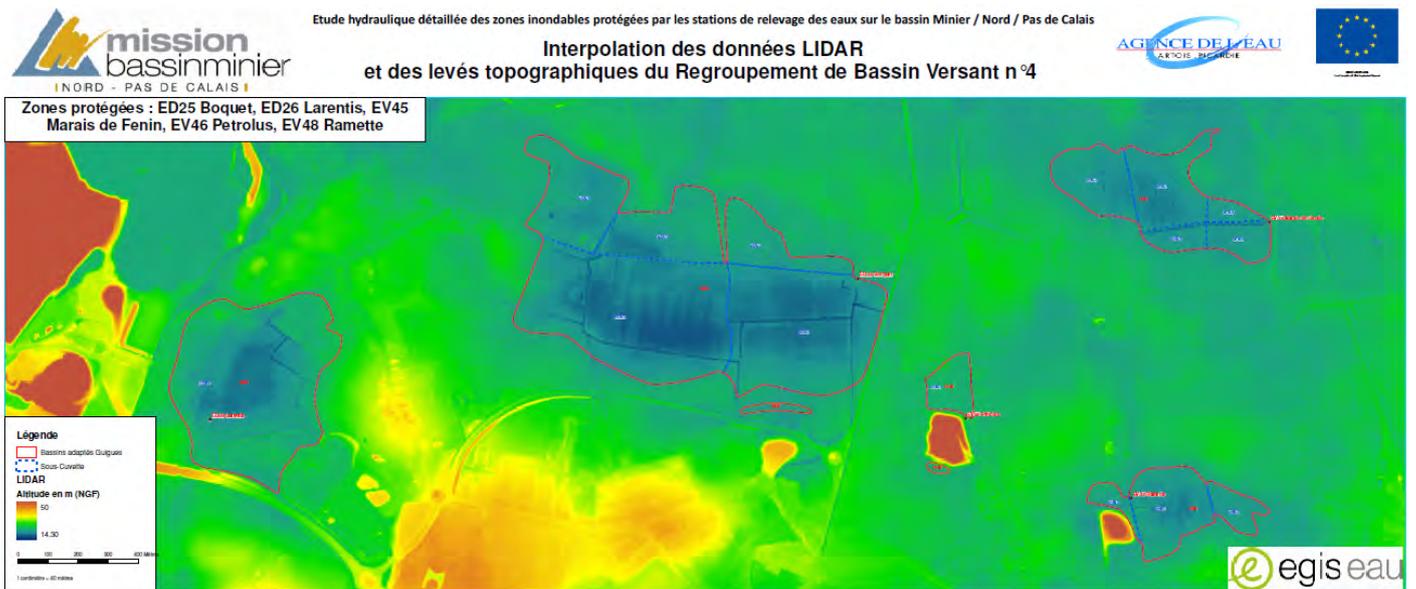
Annexe n° 7 : Préparation des données pour l'élaboration des isolignes

3.1. RE-AJUSTEMENT DES AUREOLES DES ZONES INONDABLES

Le secteur d'étude du RBV4 est couverte par le LIDAR.

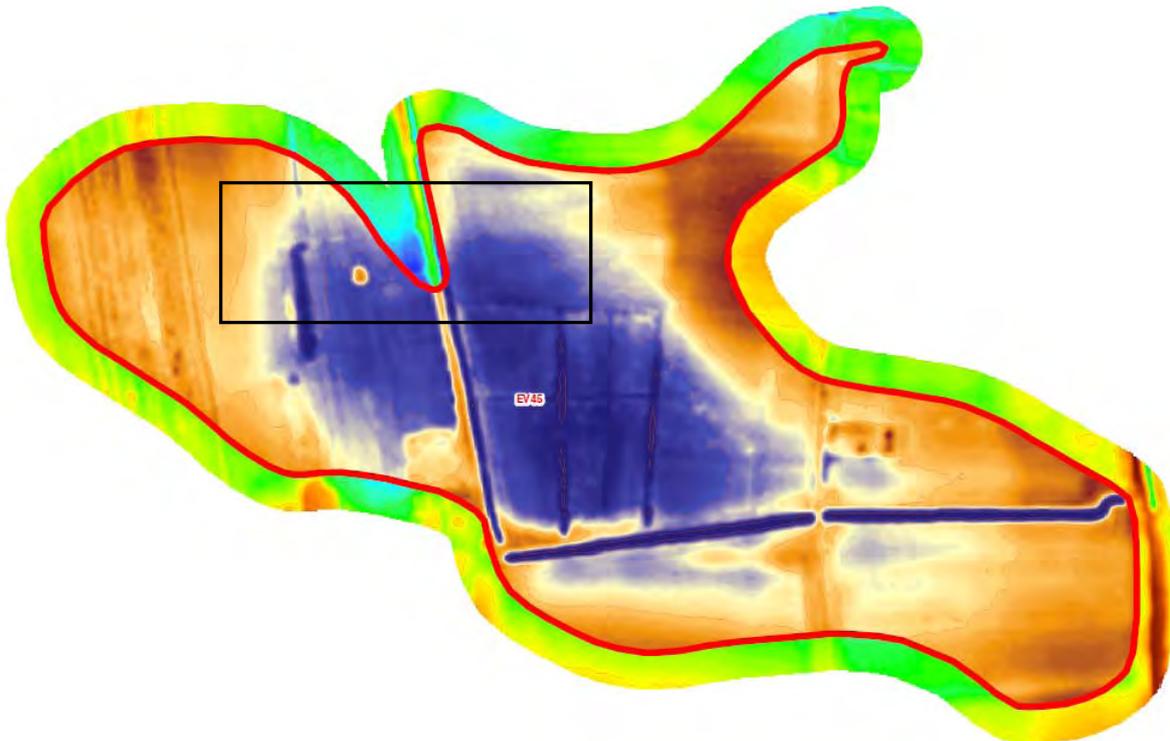
La figure suivante présente la juxtaposition des données LIDAR et des auréoles CDF des zones inondables, prises comme références dans les études globales 2000 – 2006. A cette échelle, les auréoles des zones inondables définies épousent globalement les zones basses mises en évidence par la topographie du LIDAR.

Figure 4 : Juxtaposition des données LIDAR et des auréoles CDF



Toutefois, la confrontation détaillée des données LIDAR avec l'auréole CDF a mis en évidence logiquement quelques incohérences, dans le contour des limites des zones inondables.

Un premier exemple est donné, pour la zone protégée EV.45 – Marais de Fenain : l'auréole de référence (trait continu rouge), coupe des zones topographiquement basses (bleus foncé).



Remarque :

Il n'est pas possible de se baser sur les seules données LIDAR pour la création de nouveaux contours de zones inondables car **les auréoles CDF ne sont pas des isolignes** (c.à.d. qu'une auréole ne correspond pas à la ligne de niveau égale à la cote exutoire) mais prend en compte, outre la topographie, les éléments qui peuvent jouer sur les écoulements des eaux (réseaux, buses, ponts, canaux...);

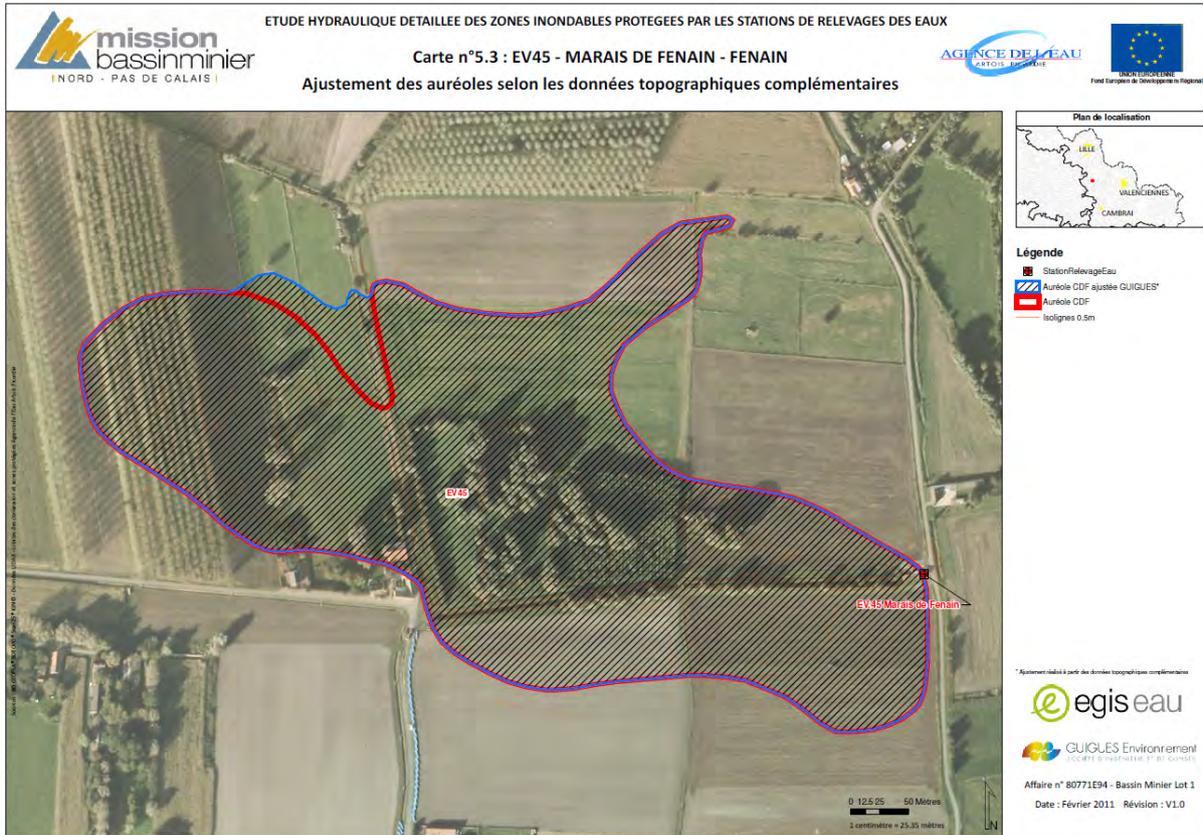
De ce fait, la possession des données LIDAR (sur une partie seulement du secteur d'études) ne nous autorise pas pour autant à :

- la redéfinition globale d'une auréole (= au contour d'une ligne de niveau) à la cote exutoire donnée par CDF ;
- la redéfinition d'une cote exutoire à partir de la forme de la zone protégée.

De ce fait, les limites des auréoles CDF ne peuvent pas être remises en causes dans leur globalité. Le travail effectué sur les auréoles consiste alors à un ré-ajustement des seules zones présentant une incohérence.

Carte n° 3 : Réajustement des auréoles des Zones Protégées Inondables

Exemple du réajustement des auréoles CDF sur la SRE Marais de Fenain



Cas de la zone protégée par la SRE Prétolus

Le travail à plus grande échelle, au niveau topographique, avec l'aide des données précises du LIDAR, nous a amené à considérer une zone protégée par la SRE Prétolus élargie, comprenant une zone étendue à l'est. Cette zone à l'est, présente notamment des enjeux importants (habitations), qui s'avèrent touchées dans le cadre de la concomitance d'un événement pluvieux et d'un arrêt intempestif de la SRE Prétolus.

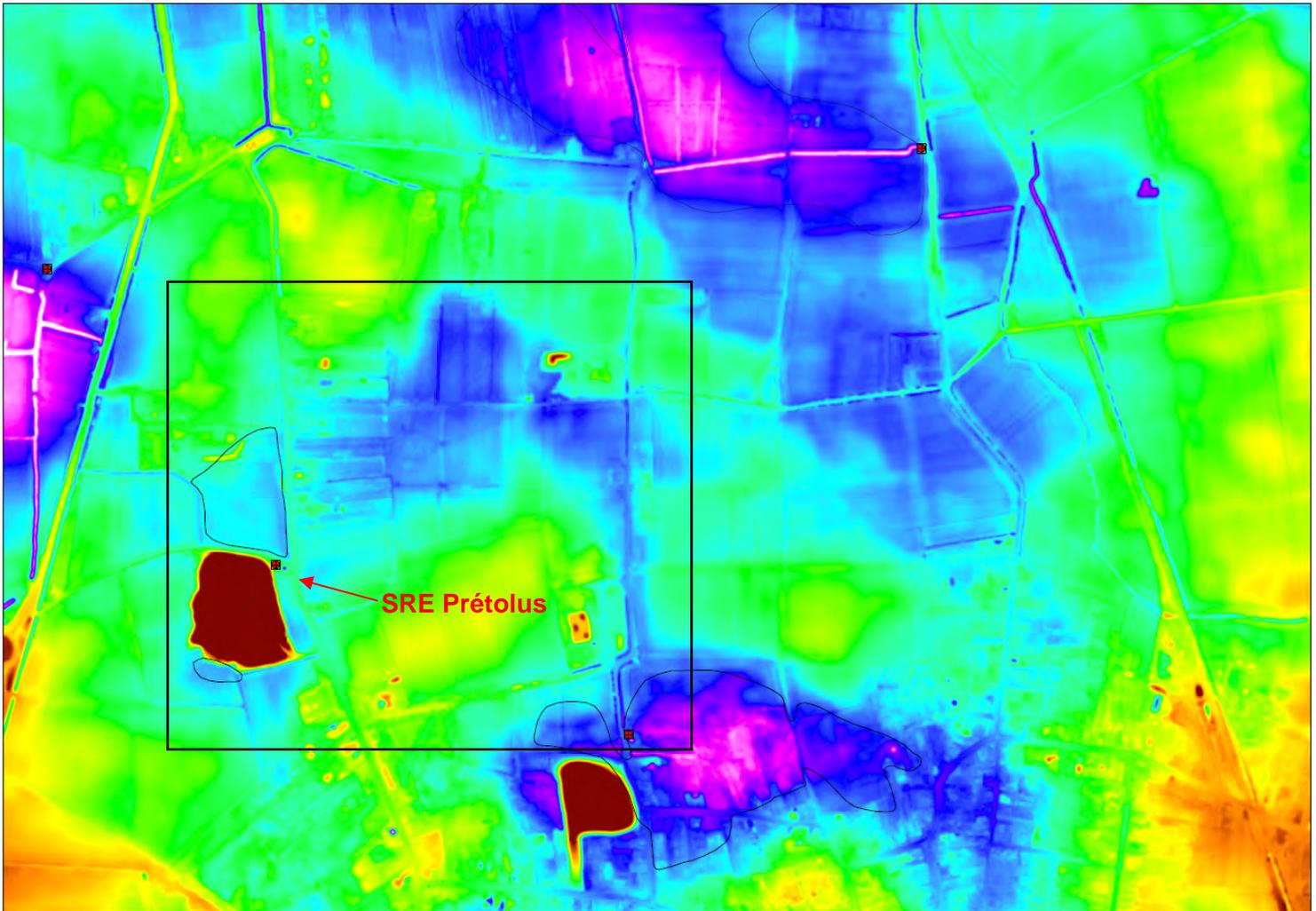
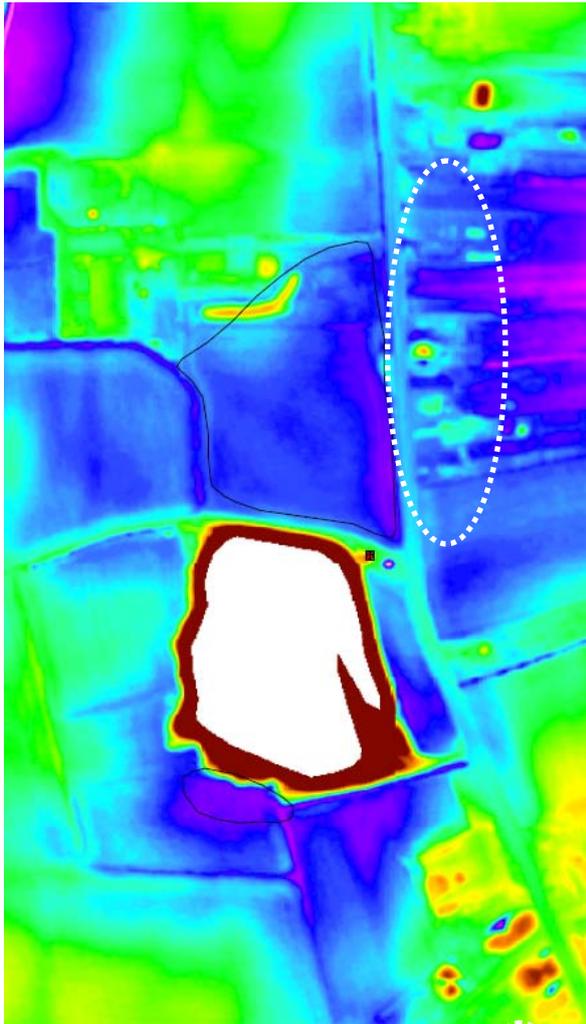


Figure 5 : Topographie retranscrite à partir des données LIDAR, sur une zone élargie à l'est de la zone protégée par la SRE Prétolus – zone protégée étendue

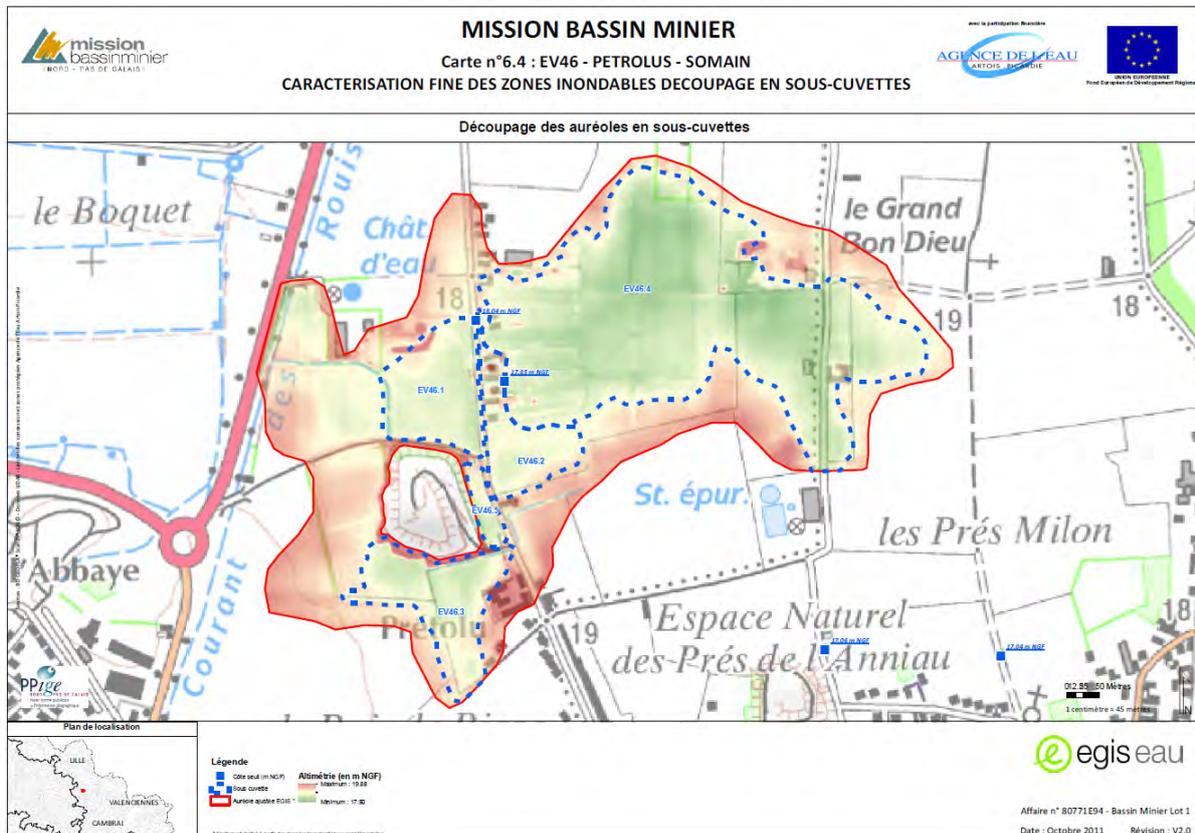
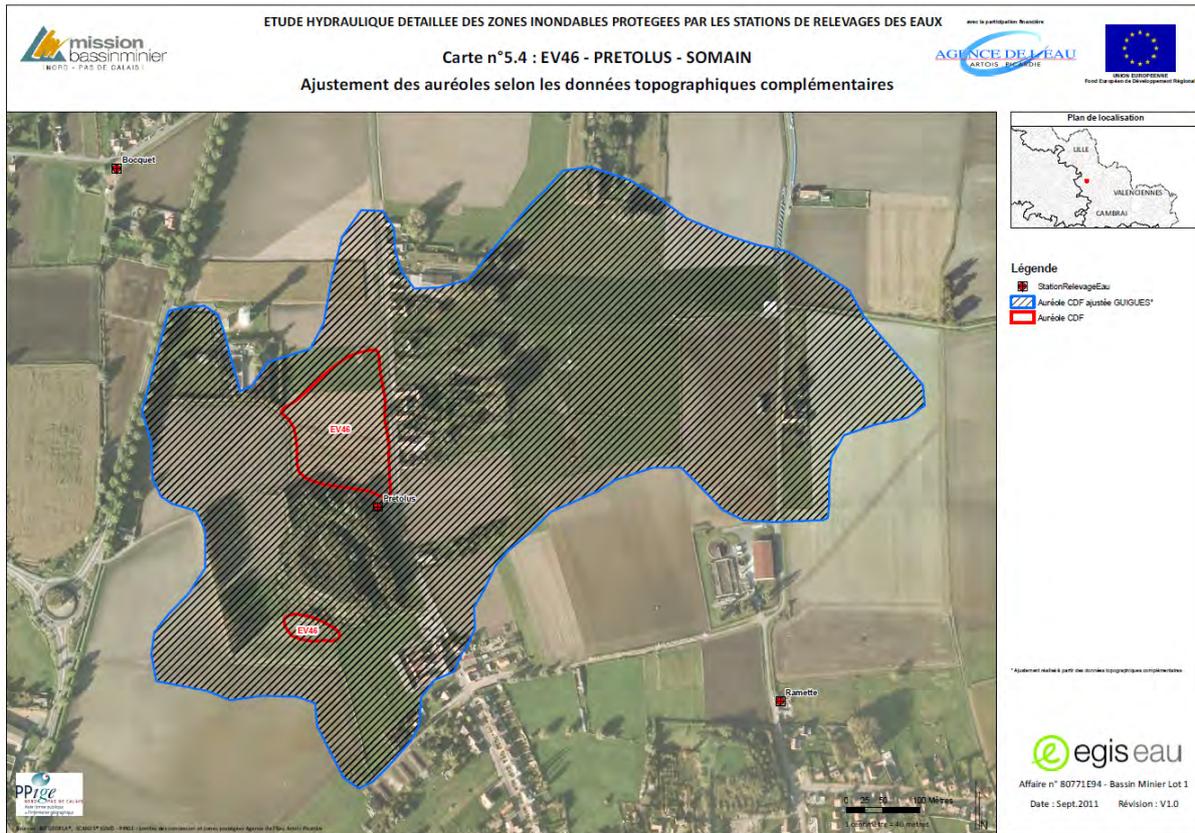


La sensibilité du secteur à l'est de la rue Prétolus (habitations inondées) nous impose un découpage fin en sous-cuvette, qui prendra en compte cette zone comme une sous-cuvette à part entière.

Mise en évidence de la zone sensible topographiquement, sur le Lidar, et sur la photo aérienne.



Les cartes 5 (ajustement des auréoles) et 6 (Découpage des auréoles en sous cuvettes) sont données pour exemple, ci-dessous :



3.2. DECOUPAGE EN SOUS-CUVETTES

Le **découpage de l'auréole** en sous-cuvette se base, essentiellement, sur la topographie et ne tient pas compte, dans un premier temps, des liens hydrauliques qui peuvent exister et relier, dans la réalité les sous cuvettes entre-elles.

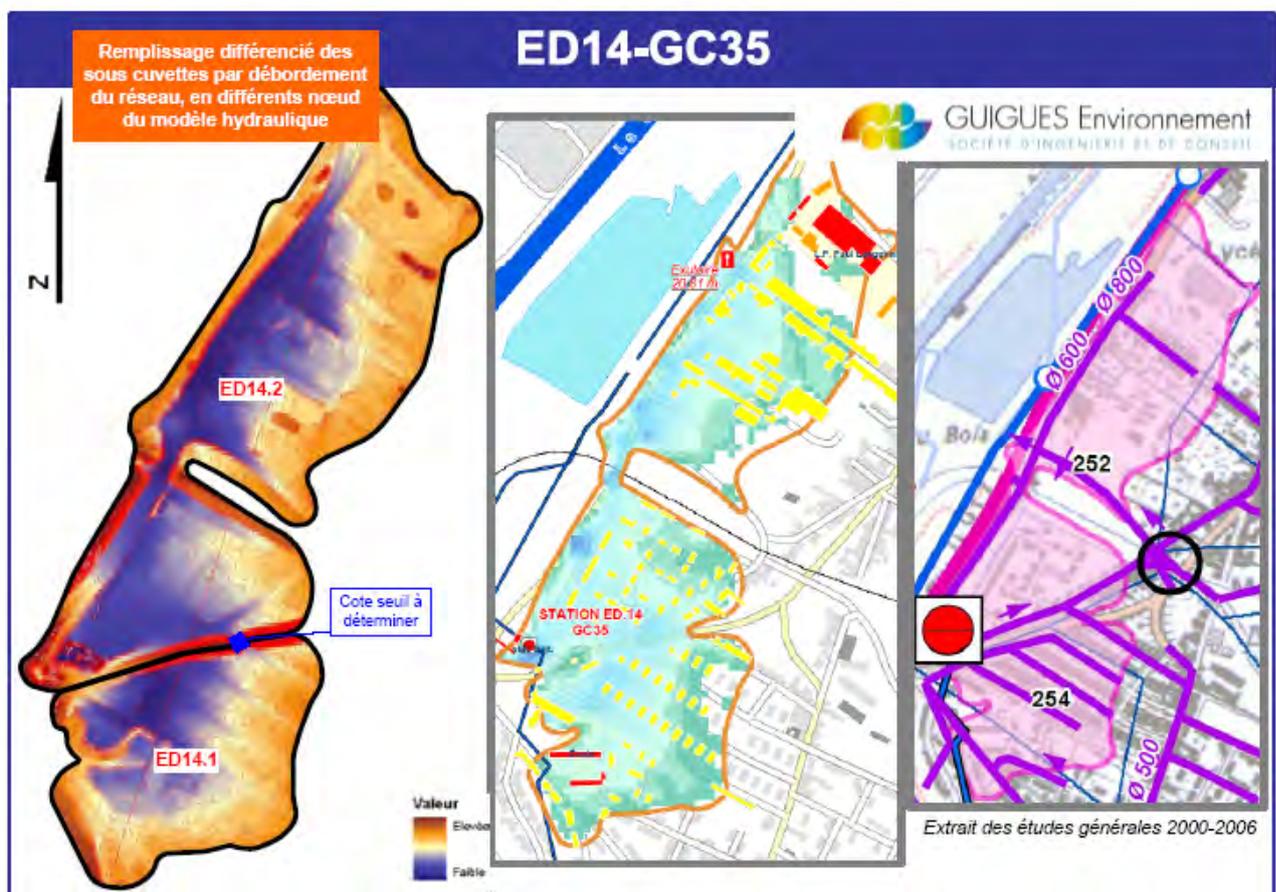
Le **remplissage successif ou simultané de chacune des sous cuvettes** définies, sera, quant à lui, coordonné par le modèle hydraulique construit et calé.

Ainsi la construction du modèle hydraulique qui retrace les réseaux busés (réseaux d'assainissement,...) et les réseaux à ciel ouvert (courant, fossé,...), permet de rendre compte de la véritable dynamique des déversements.

En effet, le modèle hydraulique est construit de telle sorte que les réseaux débordent dans les sous cuvettes qui lui sont liées dans la réalité et non plus dans une vaste et unique cuvette.

Les 2 fiches suivantes sont des exemples de documents de travail, élaborés par l'hydraulicien pour le découpage en sous-cuvettes par le cartographe, dans le cadre d'une cuvette.

Sont pris en compte, outre la topographie, le positionnement de la SRE et le tracé des réseaux d'assainissement qui alimentent la SRE.



3.3. BATHYMETRIE DES SOUS-CUVETTES

A partir de ces courbes de niveaux, **les volumes inondables** en fonction de la hauteur d'eau atteinte, jusqu'à la cote de déversement de chaque cuvette, sont déterminés au moyen d'Arcview, avec un **pas décimétrique**, c'est-à-dire qu'à chaque variation de 0,10 m de la hauteur d'eau correspondra un volume.

Ces interpolations successives (courbes de niveau puis volumes) sont menées pour chacune des zones inondables du secteur d'étude, protégées par une station de pompage, et de leurs « sous-cuvettes ».

De ces courbes de niveaux sont extraites également **les cotes seuils qui relient topographiquement les sous-cuvettes** entres-elles.

Figure 6 : Exemple de définition de la cote seuil entre 2 sous-cuvettes

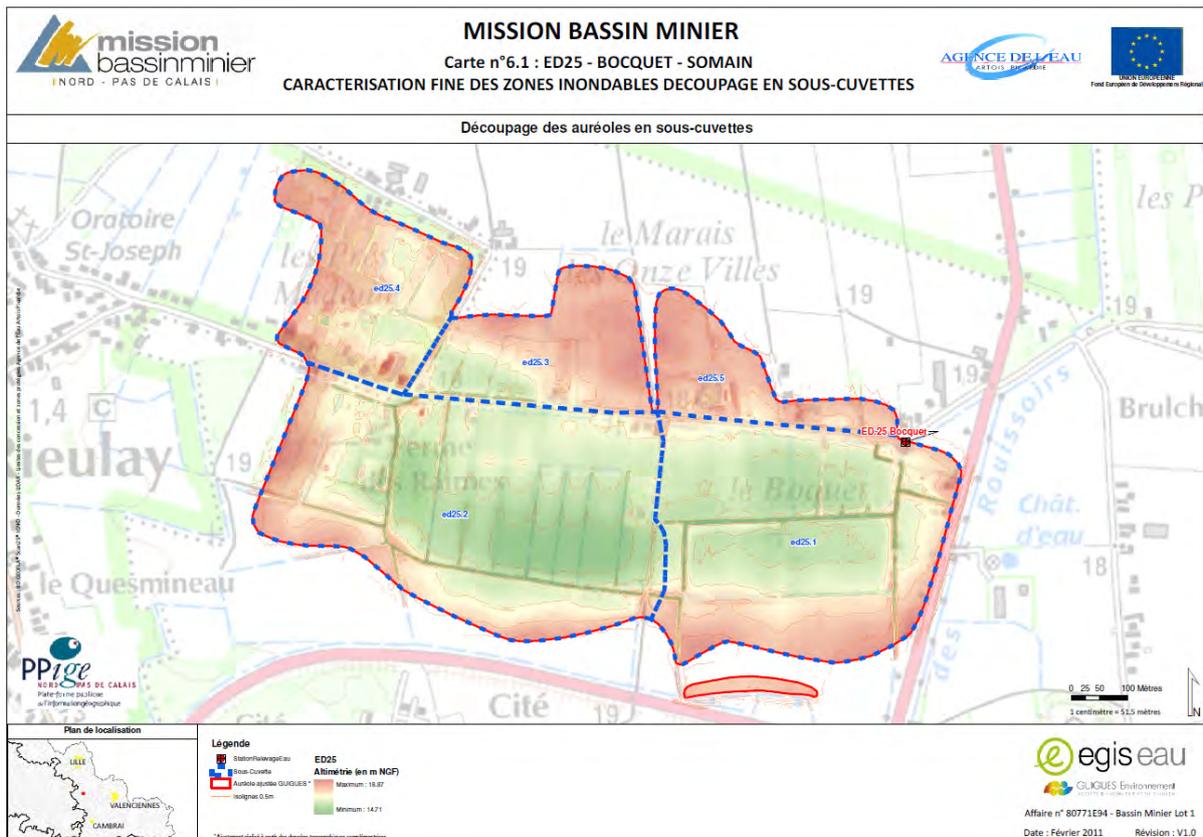


Chaque représentation en plan des sous-cuvettes fait apparaître non seulement la **surface d'inondation**, mais également la **bathymétrie des zones d'inondations**. Les cartes produites pour chacune des zones inondables présentent également le ou les tableaux résultant hauteur/volumes.

Ces représentations parfaitement géo-référencées, sont produites dans un premier temps sur fond IGN, pour une localisation plus aisée, avant l'approche plus détaillée (sur fond cadastral), de l'aléa inondation.

Carte n° 4 : Caractérisation fine des zones inondables - Découpage en sous-cuvettes

Figure 7 : Exemple de carte de découpage en sous-cuvettes



4. IMPLEMENTATION ET AMELIORATION DES MODELES

4.1. MODELES HYDRAULIQUES ET CALAGE

Le modèle hydraulique et hydrologique a été complété à l'issu des campagnes topographiques et visites de terrains complémentaires.

Le secteur d'étude du RBV4, présentait une densité d'informations sur le réseau (réseau d'assainissement et réseaux de fossés), très satisfaisante (base de données existante complète). Le modèle construit a toutefois été complété et actualisé avec les travaux réalisés sur réseaux (notamment sur le secteur de Somain).

Le modèle construit comporte aujourd'hui un total de plus de 290 nœuds et 260 tronçons, pour un **linéaire total modélisé de plus de 44 km (réseaux pluviaux ou unitaires et réseaux à ciel ouvert)**. Le nombre total de bassins élémentaires est de 124, pour une surface totale modélisée de **2000 ha** et une surface active de l'ordre de **290 ha**.

Il intègre la description de l'ensemble des ouvrages que comporte ce système d'assainissement unitaire urbain et rural : déversoirs d'orage, stations de pompage EU et EP, bassin d'orage de géométrie complexe, et collecteurs structurants, courants, fossés, siphons.

Le modèle comporte également (non comptabilisés) des nœuds et tronçons complémentaires, résultant notamment de la nécessité de conceptualiser les points de débordement vers les fonds de cuvette, avec suffisamment d'éléments permettant ensuite d'apporter toutes les précisions quantitatives en termes de répartition et origine des débordements, de durée et d'amplitude de ces débordements.

Ce modèle hydraulique a été validé au cours des réunions techniques et suite à la sollicitation des exploitants qui n'ont pas émis de remarque.

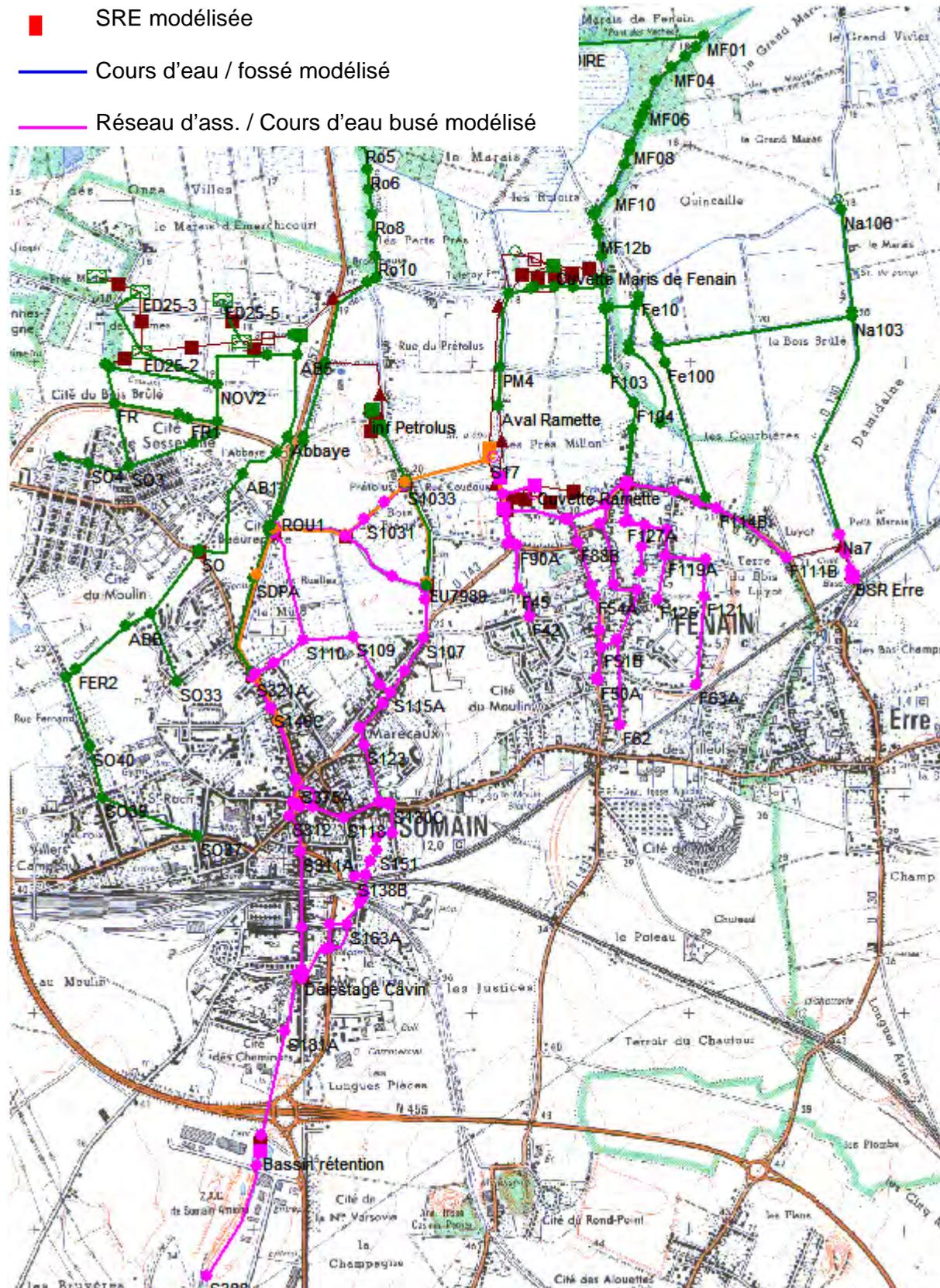


Figure 8 : Présentation des réseaux modélisés (rendu Infoworks) – Réseaux alimentant les SRE Prétolus, Bocquet, Ramette et Marais de Fenain

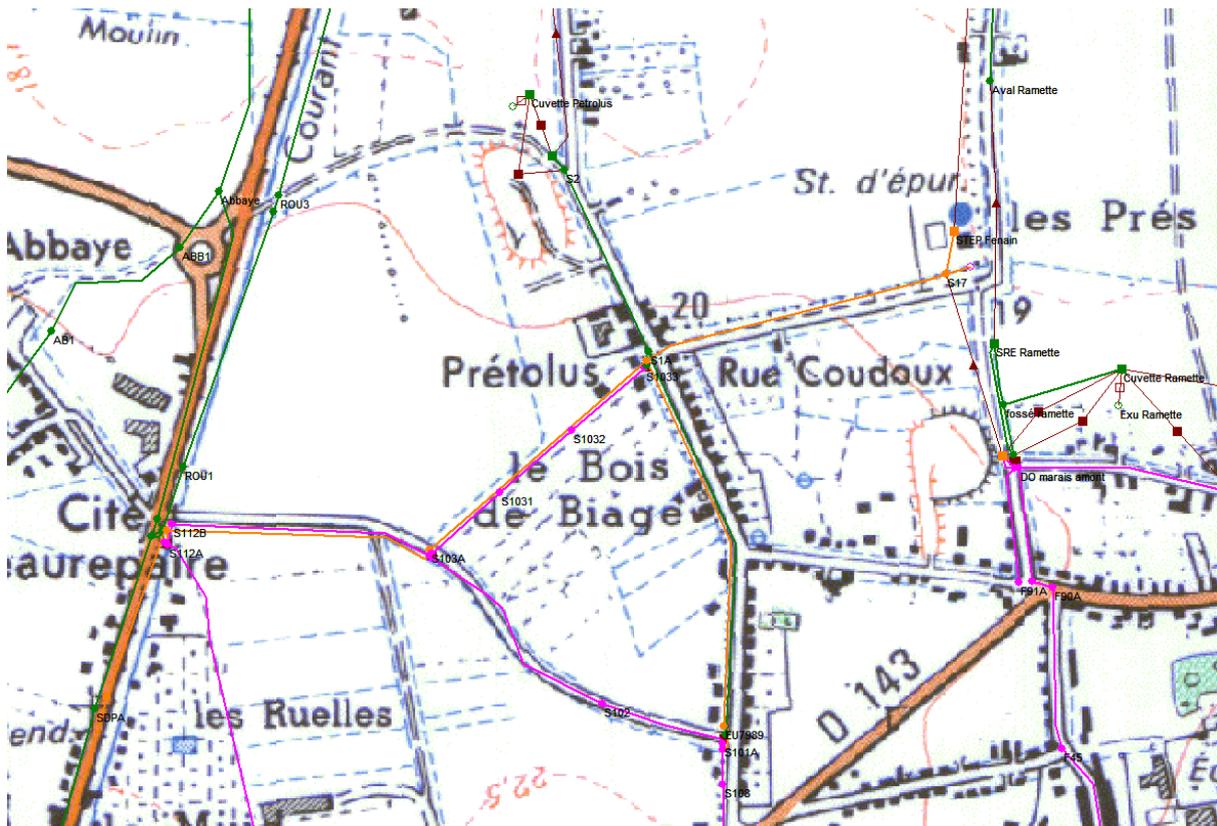


Figure 9 : Présentation des réseaux modélisés (rendu Infoworks) – Zoom sur la construction du réseau au niveau de la nouvelle STEP à Somain

Chaque station instrumentée a fait l'objet d'un calage précis des apports en termes de débits de pointe et de volumes, afin de caractériser au plus juste les apports incidents.

Le détail des résultats des calages ainsi que leur commentaire, est présenté en Annexes.

Annexe n° 8 : Présentation détaillée des structures des modèles et calages.

Carte n° 7 : Présentation des réseaux modélisés

4.2. SYNTHÈSE DES SURFACES ACTIVES

Nom de la station	N° de la station	Surface totale du bassin versant contributif (ha) propre à chaque SRE	Surface active (ha) propre à chaque SRE
Bocquet	ed25	+ 800 ha *	+ 100 ha**
Prétolus	ev46		
Marais de Fenain	ev45	+ 400 ha*	+ 40 ha**
Ramette	ev48		
Larentis	ed26	147.2 ha	11.8 ha
La Perche	ev5	59.9 ha	1.2 ha
Route d'Hélesmes	ev50	80.4 ha	7.5 ha

** A noter que les SRE Bocquet, Prétolus, Ramette et Marais de Fenain, sont à l'aval de vastes bassins versants maillés, aux contextes mêlés urbains et agricoles. La superficie du bassin d'apport propre à chaque station reste très difficile à évaluer compte tenu des mailles et déversoirs qui dirigent les écoulements de façon différenciée, selon l'intensité et l'importance de la pluie, dirigeant alors les volumes pluviaux vers des stations différentes.

Il est alors donné, dans le tableau précédent, une approximation des surfaces connectées (= surfaces de bassins versants amont), et une approximation des surfaces actives connectées, estimées d'après les informations fournies par le modèle.

A noter que, de la même façon, l'estimation des surfaces actives par le biais des mesures (campagnes de mesures), ne donnera pas une surface active unique (ceci se traduira par un coefficient de corrélation très faible et donc peu fiable).

5. SIMULATIONS HYDRAULIQUES ET CARTOGRAPHIE DES ALEAS

5.1. JUSTIFICATION ET CARACTERISTIQUES DES EVENEMENTS SIMULES

Le CCTP précise les différents scénarios à tester dans le cadre de cette étude détaillée. Ces différents scénarios combinent à la fois un évènement hydrologique (période de retour et forme de la pluie) et un état fonctionnel de la SRE.

⇒ Evènement hydrologique

En ce qui concerne les évènements hydrologiques simulés, de l'expérience tirée des études antérieures globales, il a été fait le choix de travailler à partir de 2 occurrences d'évènements :

- **une occurrence décennale**, qui permet de distinguer pour chaque cuvette les zones statistiquement inondables une fois par décennie, quelle que soit l'amplitude et la durée de l'inondation, et d'en préciser la cause (éléments de diagnostic hydraulique) ;
- **une occurrence centennale**, c'est-à-dire un évènement hydrologique intervenant statistiquement une fois par siècle ;

D'autre part, concernant **la définition des évènements hydrologiques eux-mêmes, le parti a été choisi de rechercher les évènements les plus pénalisants**, en fonction de la nature du bassin d'alimentation de chaque station : de ce fait les hypothèses et pluies de projet utilisées sont différenciées pour chacune des stations de relevage.

⇒ Etat fonctionnel de la SRE

Conformément au CCTP, ces conditions hydrologiques spécifiques à chaque station, seront simulées **en situation dysfonctionnelle des SRE (arrêt total de toutes les pompes de la station étudiée sur une période continue de 8 heures)**.

Pour ce qui concerne l'évènement hydrologique centennial conjugué avec une panne de station, sa probabilité reste inconnue à ce jour (évènement techniquement imaginable mais jamais observé) **et il s'agit en tout état de cause d'une occurrence « historique » (situation la plus grave envisageable), qui servira de référence pour la définition des zones d'alea.**

5.1.1. Constructions des évènements hydrologiques

5.1.1.1. Les lames d'eaux propres aux pluies de projet

Pour la cohérence du diagnostic et de la cartographie finale de l'étude détaillée, sur la totalité du secteur d'études (qui s'étend du Bruais au Valenciennois), il a été fait le choix d'établir les pluies de projet, à partir **des mêmes données pluviométriques**, soit les valeurs **réactualisées** d'intensité Durée Fréquence de la station Météo-France de **Lille – Lesquin (59)**.

Tableau 6 : Valeurs extrêmes de précipitations à la station de Lille- Lesquin, selon la méthode de renouvellement

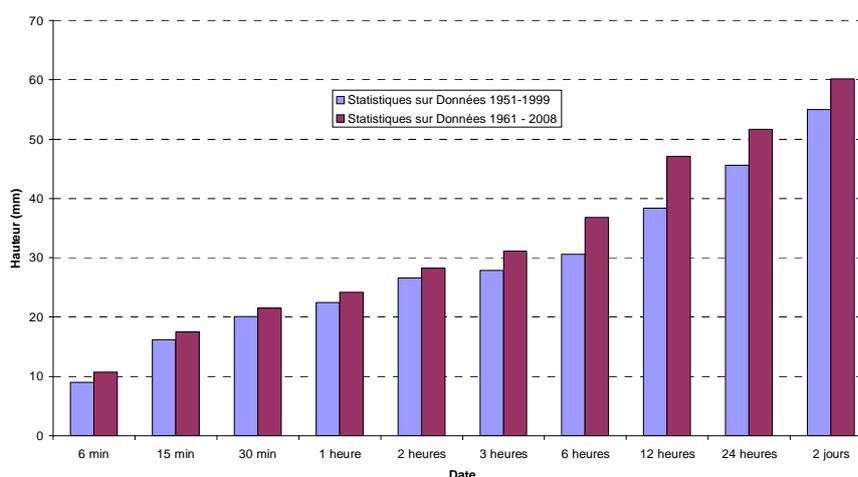
Valeurs extrêmes de précipitations à la station de Lille-
Lesquin (période 1955 – 1998),
selon la méthode de renouvellement

Durée de la pluie	Période de retour T= 10 ans		Période de retour T= 100 ans	
	Intensité mm/hr	Hauteur mm	Intensité mm/hr	Hauteur mm
6 min	99.2	9	178.6	17.9
15 min	64.7	16.2	116.5	29.1
30 min	40.2	20.1	72.4	36.2
1 heure	22.5	22.5	40.6	40.6
2 heures	13.3	26.6	23.9	47.8
3 heures	9.3	27.9	16.7	50.2
6 heures	5.1	30.6	9.18	55.1
12 heures	3.2	38.4	5.8	69.1
24 heures	1.9	45.6	3.2	77.5
2 jours	1.1	55	1.6	78
3 jours	0.89	64	1.2	89
7 jours	0.52	88	0.71	120
30 jours	0.25	178	0.33	238

Valeurs extrêmes de précipitations à la station de Lille-
Lesquin (période 1961 – 2008),
selon la méthode de renouvellement

Durée de la pluie	Période de retour T= 10 ans		Période de retour T= 100 ans	
	Intensité mm/hr	Hauteur mm	Intensité mm/hr	Hauteur mm
6 min	107.0	10.7	215.0	21.5
15 min	70.0	17.5	132.0	33
30 min	43.0	21.5	71.8	35.9
1 heure	24.2	24.2	39.3	39.3
2 heures	14.1	28.2	21.8	43.5
3 heures	10.4	31.1	15.8	47.3
6 heures	6.1	36.8	9.8	59
12 heures	3.9	47.1	5.9	71
24 heures	2.2	51.7	3.0	72.5
2 jours	1.3	60.2	1.6	78.7
4 jours	0.8	74.6	0.9	90.9
8 jours	0.5	93.5	0.7	127

Evolution des statistiques pluviométriques régionales



A noter, l'analyse de l'évolution des valeurs d'IDF, pour T= 10 ans présente :

- Une augmentation généralisée des hauteurs d'eaux sur la totalité des durées depuis 6 minutes jusqu'à 2 jours ;
- Une augmentation moyenne sur toutes les durées, de 11% ;
- Une augmentation de 18% de la lame d'eau pour une pluie de durée 12 heures ;
- Une augmentation de 17% de la lame d'eau pour une pluie de durée 6 heures ;
- Une augmentation de 18% de la lame d'eau pour une pluie de durée 6 minutes ;

5.1.1.2. Les formes des pluies de projet selon le contexte

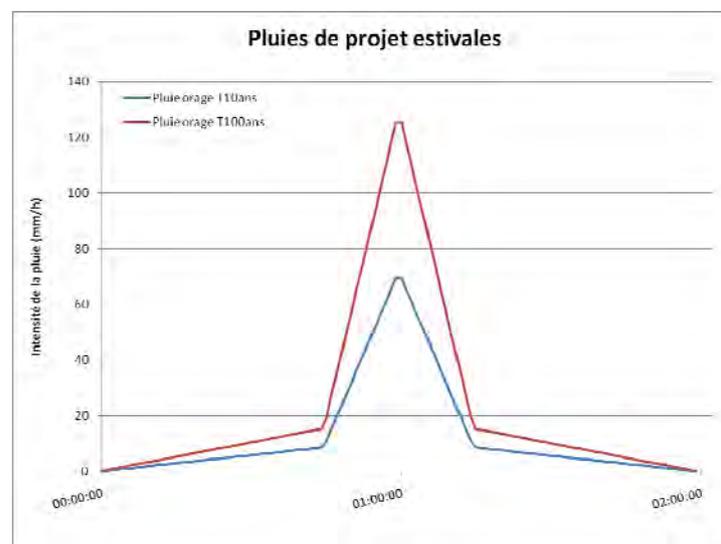
Les bassins versants relevant d'un contexte urbain

- Rappelons que, de manière globale : les bassins versants relevant d'un contexte urbain, impliquent en termes d'hydrologie, une réaction en termes de débits de pointe très rapide et très pointue (relative à un coefficient de ruissellement important, des surfaces imperméabilisées très réactive aux ruissellements, et un système de collecte qui tend à concentrer les débits générés). Les réseaux de collecte (qui se résument en grande majorité à des réseaux busés) ont une capacité de transit définie et limitée. De ce fait, les pluies pénalisantes en terme de débordement restent des pluies orageuses génératrices de débits de pointes les plus importantes : c'est le transit du débit de pointe et les capacités maximales de relevage des SRE qui sont limitants.
- **Forme de la pluie**

La durée retenue pour les orages est comprise entre 1 et 3 heures, avec une période intense comprise entre 30 minutes et 1 heure, correspondant au temps de réaction moyen de ces bassins de collecte urbains relativement compacts : cette forme de pluie double triangle correspond aux hypothèses faites lors de l'étude globale 2000- 2006.

Le choix de la durée totale et de la durée du pic correspond aux caractéristiques hydrologiques des bassins de collecte des stations : en raison de leur étendue et surtout de leur topographie très plate, les zones urbaines contribuant au ruissellement réagissent relativement lentement (en comparaison à des zones urbaines classiques qui réagissent extrêmement rapidement) et une sollicitation pluvieuse très intense mais trop courte, aura des effets facilement amortis lors du transit dans les réseaux structurants et fossés.

Figure 10 : Pluies de projet (T=10 ans et T= 100 ans), appliquées pour les bassins versants majoritairement urbain

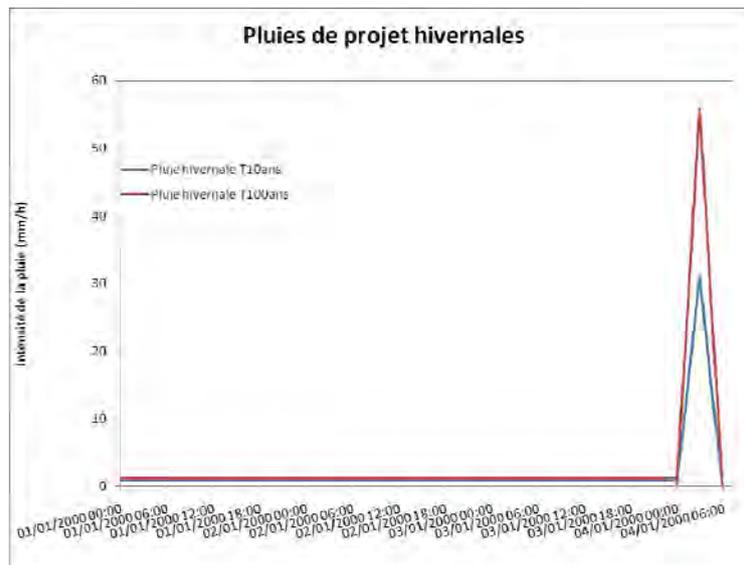


Les bassins versants relevant d'un contexte rural

- Rappelons que, de manière globale : Les bassins versants relevant d'un contexte rural, impliquent en termes d'hydrologie, des réactions saisonnières d'apports de volumes plus ou moins conséquents de nappes ou liés à des phénomènes de saturation des sols qui surchargent les courants et fossés. De ce fait, les pluies pénalisantes en termes de débordement restent des pluies longues hivernales concomitantes avec des apports de nappes : c'est le transit du volume qui est limitant.
- **Forme de la pluie**

La durée retenue pour la pluie longue hivernale est de 72 heures (3 jours), avec un pic pluvieux d'une durée de 6 heures (voir hyétoigrammes de projet).

Figure 11 : Pluies de projet (T=10 ans et T= 100 ans), appliquées pour les bassins versants majoritairement ruraux



Stations concernées

Différents scénarios hydrologiques ont été testés dans le cadre du diagnostic de l'étude globale 2000-2006. Chaque SRE s'étaient vues testées à la fois des pluies orageuses estivales puis longues et hivernales dans des conditions de saturation de sols.

Il sera extrait de ce diagnostic (en situation fonctionnelle des SRE), les pluies pénalisantes spécifiques à chaque station, spécification qu'il n'est pas toujours facile d'établir aux seules vues de l'urbanisation globale du bassin versant d'alimentation, compte tenu, bien souvent, de la mixité des apports.

Tableau 7 : Scénario le plus pénalisant défini sur la base des simulations de l'étude globale 2000-2006 (Diagnostic du système hydraulique fonctionnel - T= 100 ans)

Choix du contexte hydrologique le plus pénalisant

Nom de la station	N°	Forme de la pluie la plus pénalisante ⁽¹⁾
Bocquet	ed25	Hivernale saturée
Larentis	ed26	Orage mi-saison + apports de nappe (orage printanier)
Marais de Fenain	ev45	Orage mi-saison + apports de nappe (orage printanier)
Prétolus	ev46	Orage mi-saison + apports de nappe (orage printanier)
Ramette	ev48	Orage mi-saison + apports de nappe (orage printanier)
La Perche	ev5	Hivernale saturée
Route d'Hélesmes	ev50	Orage mi-saison + apports de nappe (orage printanier)

(1) d'après l'étude globale 2000-2006

Les différents scénarios testés dans l'étude détaillée d'Auby (04^{E75}), étaient :

- La concomitance d'un orage décennal et/ou centennal (durée de 2 heures) et d'une panne de la SRE pendant 8 heures ;
- La concomitance d'une pluie hivernale (72 heures) décennale et/ou centennale et d'une panne de la SRE pendant 72 heures.

Les différentes discussions (exploitants, propriétaires des SRE, institutions de l'eau) ont abouti au choix de la prise en compte **d'une seule durée de panne égale à 8 heures** dans le cadre des études détaillées à engager à la suite de l'étude détaillée pilote sur la commune d'Auby (durée de la panne de 8 heures retranscrite dans le CCTP).

Les différents diagnostics réalisés dans l'étude globale ont montré que les pluies hivernales (72 heures) pouvaient être les pluies les plus pénalisantes en termes de débordements, pour certaines SRE, à l'aval de bassins versants à dominante rurale (cf. Tableau précédent).

Toutefois, compte tenu de la durée de la panne considérée (égale à 8 heures) dans le cadre de cette étude, la simulation d'un événement saturant (mais d'intensité faible) durant 3 jours, n'apparaît plus pénalisant même à considérer une panne de la SRE à la suite des 72heures de saturation.

De ce fait, le seul évènement hydrologique pénalisant, face à la panne de 8 heures et quel que soit le contexte du bassin versant amont, reste **l'orage printanier qui cumule à la fois des apports de nappes importants et un orage intense.**

5.1.1.3. La définition des conditions de nappe – Etude des fluctuations inter-annuelles

Outre la forme de la pluie, la quantification au plus juste des apports de nappes reste primordiale, dans le sens où :

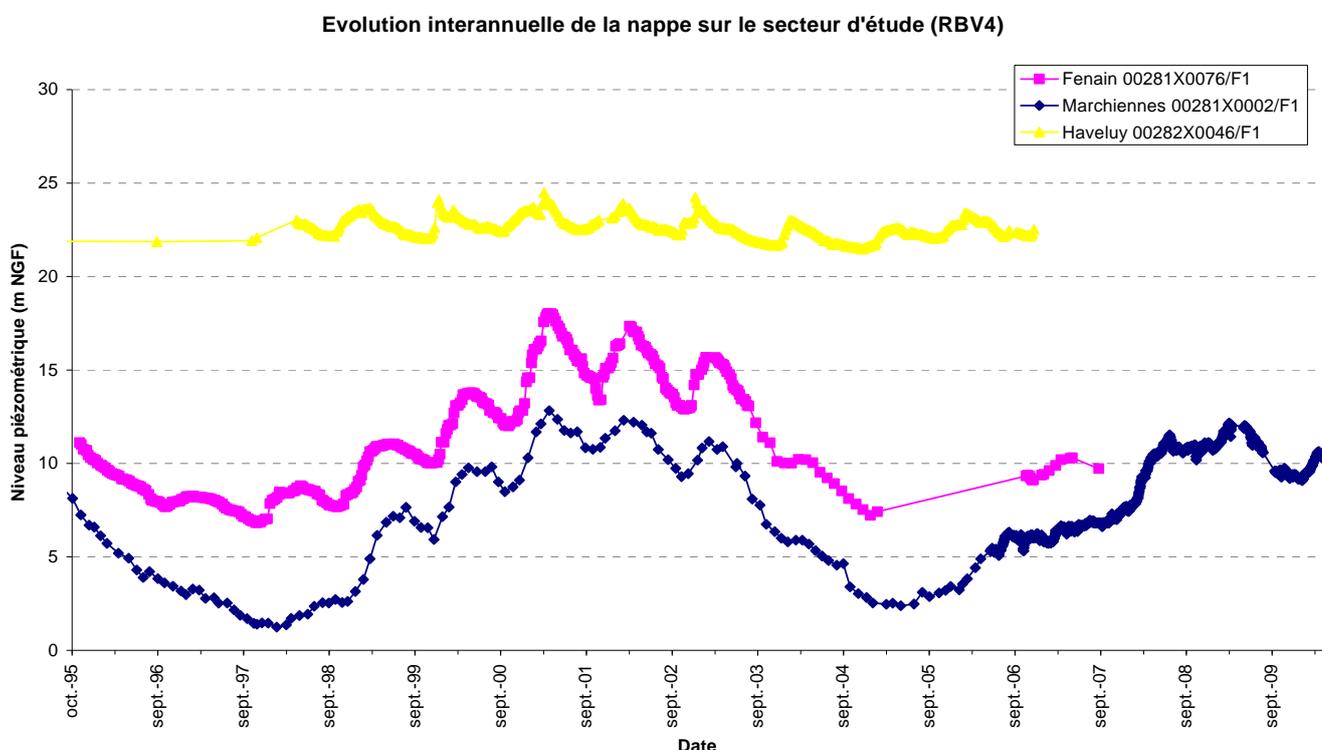
- ces volumes journaliers importants peuvent solliciter, même en situation fonctionnelle de la SRE, une partie importante des capacités de pompage et induire des débordements des réseaux amont vers la zone protégée ;
- ce sont ces volumes journaliers importants qui s'accumulent, notamment en situation dysfonctionnelle des SRE, au fond des zones protégées et inondent les parcelles les plus basses.

Il s'agit de définir pour chacune des SRE, **les conditions maximalistes** (sans être catastrophistes) **et justifiées d'apport de nappe**.

Fluctuations inter-annuelles de la nappe de la craie sur le secteur d'études (RBV4)

Les conditions d'apports de nappes varient saisonnièrement mais fluctuent également selon les années.

Graphique 1 : Evolution interannuelle de la nappe sur le secteur d'études (RBV4)



Les chroniques de suivi de fluctuations inter-annuelles suivantes (piézomètre à Fenain et Marchiennes), tendent à montrer :

- A partir du zoom qu'il est fait sur les 15 dernières années (1995 – 2010), des conditions de nappes **particulièrement hautes pour le printemps 1999, de l'hiver 2001 au printemps 2003**, puis **du printemps 2008 à l'hiver 2009**.
- A partir de septembre 2004, des conditions de nappes générales croissantes, avec des conditions de nappes hautes notamment au printemps 2008.

Conditions de la nappe mesurée dans le cadre des différentes campagnes de mesures

En premier lieu, pour chacune de ces campagnes de mesures, seront estimées les conditions de nappe mesurées (haute / moyenne / basse) par rapport à la chronique inter-annuelle de la nappe de la Craie, mesurée à Fenain ou Marchiennes.

Tableau 8 : Estimation des conditions de nappe mesurée

	Etude	Date	Condition de nappe de la campagne de mesures
Campagne débitmétrique 0	00 ^E 80 Etude de l'hydraulique de surface du secteur inondable de l'Escarpelle	Janv. 01 – juin 01	Niveau historique maximum atteint
Campagne débitmétrique I	02E47 Secteur d'Aniche et Escarpelle sud	Janv. 02 – avril 03	Niveau historique maximum atteint
Campagne débitmétrique II	02E48 Secteur de Courrières	Oct. 02 – sept. 03	Niveau historique maximum atteint (printemps 2003)
Campagne débitmétrique III	03 ^E 123 Secteur de Somain Secteur de Fresnes sur Escaut	Oct. 02 – juil. 05	
Campagne débitmétrique IV	03 ^E 124 Secteur de Wingles Secteur du Bruais	Oct. 02 – sept. 03 Juil. 04 – mai 05	
Campagne débitmétrique V	03 ^E 125 Secteur de Fresnes sur Escaut + Flines lès Râches	Oct. 02 – août 03 Déc 04 – août 05	
Campagne débitmétrique VI	80771E94 RBV1 et 2	Mars 09 – juin 09	Niveau haut (en Mars) Sur le secteur d'étude du RBV1 et RBV2
Campagne débitmétrique VII	80771 ^E 94 RBV1 à 6	Oct. 09 – Janv. 10	Niveau moyen

Il ressort de cette analyse **que** :

- ⇒ **les débits de nappe mesurés lors de l'étude globale 2000 – 2006 rendent compte d'apports maximum historiques ;**
- ⇒ **la période d'octobre 2009 à janvier 2010 ne peut pas être considérée raisonnablement comme la période de « hautes eaux » de l'année 2009 (celles-ci ayant eu lieu entre avril et juillet, suivant les forages).**

Ces hypothèses ont été soumises au BRGM pour validation.

La réponse du BRGM concernant les apports mesurés en mars 2009 (campagne débitmétrique VI)

Annexe n° 9 : Réponse du BRGM concernant les apports mesurés en mars 2009 (campagne débitmétrique VI)

La réponse du BRGM concernant les apports mesurés en décembre 2009 (campagne débitmétrique VII)

Annexe n° 10 : Réponse du BRGM concernant les apports mesurés en décembre 2009 (campagne débitmétrique VII)

5.1.1.4. Les apports de nappes simulés dans l'étude détaillée

Le calage des apports volumiques et débitmétriques de la majorité des SRE à partir de la campagne débitmétrique VII (octobre 2009 – janvier 2010) a demandé **la mise en œuvre du Module Infiltration d'Infoworks** qui permet de rajouter, aux volumes induits par le seul ruissellement, **des apports supplémentaires** (mis en évidence par les mesures) représentant les apports de la nappe générale, les apports de nappes perchées ainsi que les phénomènes de saturation des sols.

Dans le cadre du scénario simulé, ces apports de nappes doivent également être pris en compte. **Ils doivent être définis de façon à rendre compte d'apports de nappes justifiés maximum.**

Nom de la station	N°	Estimation des apports de nappes d'après les campagnes :	Remarque
Bocquet	ed25	Campagne débitmétrique VII	Débits de nappes à estimer à partir des volumes relevés sur l'année 2009
Larentis	ed26	Campagne débitmétrique VII	Débits de nappes à estimer à partir des volumes relevés sur l'année 2009
Marais de Fenain	ev45	Campagne débitmétrique III	Débits estimés à partir de la campagne de mesure III
Prétolus	ev46	Station suivie par Veolia Lens	Débits de nappes à estimer à partir des volumes relevés sur l'année 2009
Ramette	ev48	Campagne débitmétrique III bis (1)	Débits de nappes à estimer à partir des volumes relevés sur l'année 2009
La Perche	ev5	Pas d'instrumentation	Calcul des apports spécifiques *
			+ Modification du bassin d'apport et des conditions hydrauliques
Route d'Hélesmes	ev50	Pas d'instrumentation	Calcul des apports spécifiques *

(1) **Campagne débitmétrique III bis** : Mesures ponctuelles (campagne de mesures SETEGUE d'une durée de 3 mois)

Une campagne de mesures des débits avait été engagée, dans le cadre des études globales, afin **d'estimer au mieux les volumes incidents au niveau des stations principales**, venant ainsi compléter le suivi semi-permanent des stations, déjà engagé par Charbonnages de France et l'Agence de l'Eau Artois Picardie.

Cette campagne de mesure s'avère courte (d'une durée de 3 mois), son objectif premier étant notamment de comprendre le fonctionnement hydraulique complexe du système d'assainissement de la commune de Fenain et du réseau de fossé attenant.

Les données issues de cette campagne de mesures ne nous permettent pas d'appréhender correctement la problématique des apports maximalistes de nappe.
De ce fait, l'estimation de ces volumes à la SRE Ramette va être réalisée d'après les volumes relevés durant l'année 2009 (cf. § suivant).

- SRE suivies lors de campagnes précédentes : SRE Marais de Fenain.
-

Cette SRE a été suivie dans le cadre de la campagne débitmétrique III, qui rend compte d'apports de nappe haute (notamment au printemps 2003).

Le graphique suivant présente les volumes journaliers mesurés à la station Marais de Fenain entre octobre 2002 et juillet 2005.

Remarque : Extrait du rapport [Etude de l'hydraulique de surface des secteurs inondables et des bassins versants amont de la concession d'Anzin, Denain, Douchy, Escaupont, Fresnes, Saint Aybert et Saint Saulve . - § 5.1.2.2 Analyse au pas de temps court des volumes relevés] :

*Les points de mesures ont été installés de façon à mesurer le **débit instantané, en continu, pour un pas de temps court** (1 minute à 5 minutes selon les points de mesures).*

Plusieurs séries de graphiques mettent en forme ces données après qu'elles aient été exploitées (les données brutes ont été converties en cumuls journaliers ou horaires).

*Pour chaque station instrumentée, les courbes représentent **les volumes journaliers ou horaires relevés**, en parallèle avec la pluviométrie journalière (pluviomètre de Somain en ce qui concerne la SRE Marais de Fenain).*

Remarque : L'exploitation des données en détail, montre parfois, des « trous » au niveau des données (défaillance momentanée des débitmètres...).

Lorsque le nombre de données manquantes est trop important, la valeur du jour correspondant est enlevée.

Dans les différents graphiques apparaissent alors des trous qui correspondent à une perte conséquente de l'information.

De façon générale, l'analyse comparée de la pluviométrie journalière et des volumes relevés pour chacune des stations de pompage instrumentées fournit notamment comme information :

- la part plus ou moins importante des volumes de ré-essuyage et de nappe,
- le temps de restitution par drainage naturel et la durée de temps sec nécessaire à la désaturation des sols.

Les courbes des volumes pompés par chacune des stations, présentées au niveau des différents graphiques, sont le produit notamment de trois courbes types qui caractérisent clairement les bassins d'apport aboutissant à la station, face au ruissellement :

- ◆ Courbe quasiment constante, seulement réactive à quelques événements pluvieux de grande ampleur = la station relève en grande partie des eaux de nappes (Station Saint Pierre bis pour la plus caractéristique) ;
- ◆ Courbe proche de zéro par temps sec et très réactive à la pluviométrie = la station relève des volumes induits par le ruissellement sur des zones urbaines, sans apport de nappe (ou apport réduit) ;

- ◆ Courbe qui montre une différence très importante entre les volumes relevés en périodes de nappe haute et nappe basse - volumes pompés qui restent importants après plusieurs semaines après la pluie = la station relève des volumes de ressuyage (apports supplémentaires par drainage des sols marécageux : période de novembre 2003 à avril 2003 SRE Marais de Fenain notamment) ;

Mise en évidence du phénomène de saturation des sols par les sur-volumes pompés

Sur certaines courbes, de janvier à fin avril, le phénomène de ressuyage est flagrant et de grande ampleur : les sur volumes pompés en continu, après des pluies hivernales sur des sols saturés, demeurent notables après plusieurs semaines.

A ces volumes de ressuyage se rajoute les pics de ruissellement, suite à une pluie.

Ainsi, en période saturée, la majorité de la pluie ruisselle et génère des débits de pointe considérablement augmentés par les volumes de ressuyage des pluies antérieures.

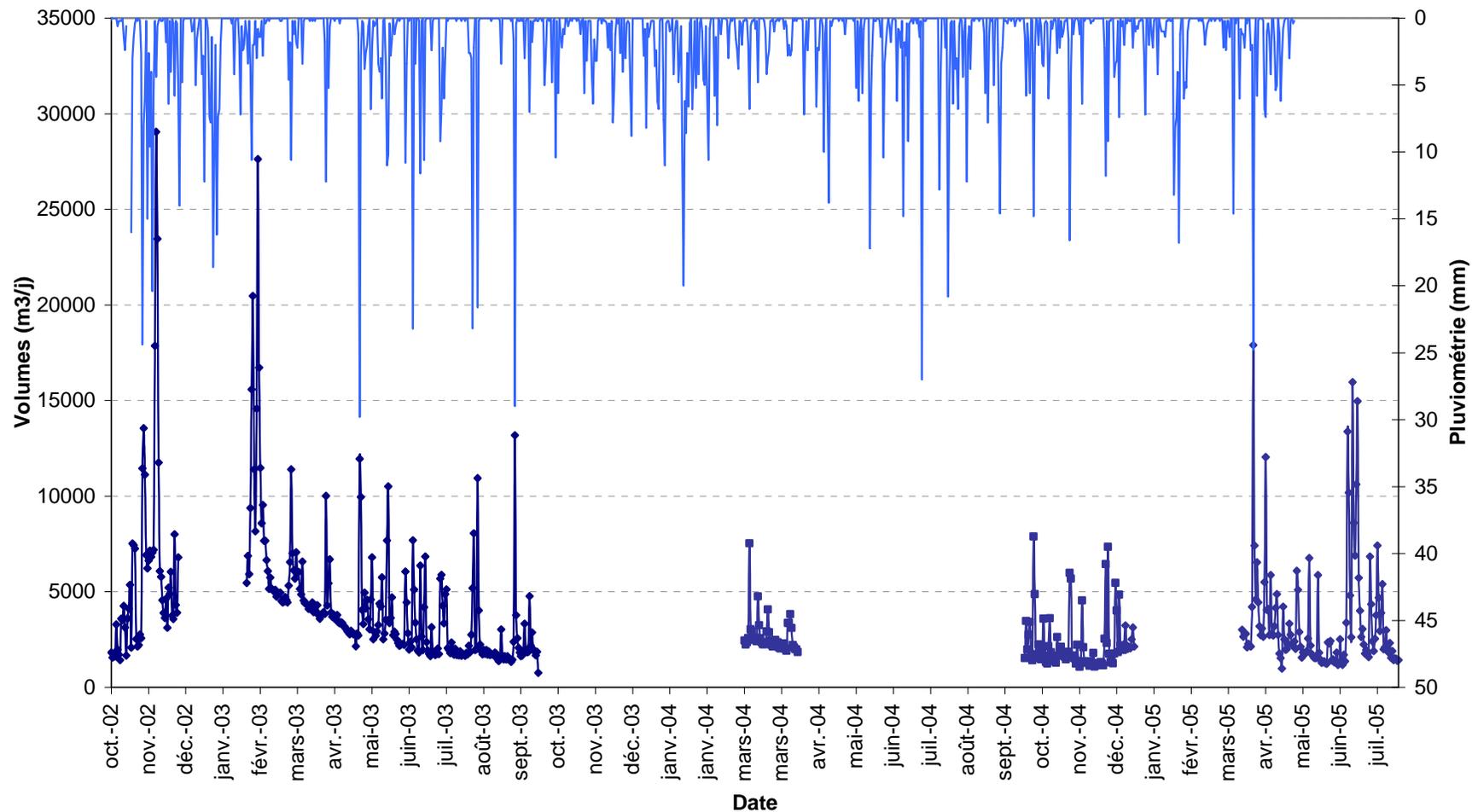
Une dé-saturation progressive s’amorce après plusieurs semaines de temps sec (à partir du mois de mai) : les volumes relevés sont divisés par 5 après cette période plus sèche. La dé-saturation des sols se termine aux alentours de la fin du mois de juin : les débits de temps sec sont alors les plus faibles.

La dé-saturation totale des sols est très longue. Elle s’opère après une vingtaine de jours de temps sec, quasiment successifs.

Graphique n° 1: Volumes journaliers relevés par la station Marais de Fenain (campagne de mesure 2002 – 2005)

Aux vues de la chronique de débits et volumes enregistrés, la valeur de 5000 m³/j sera considérée comme une valeur maximaliste (mais néanmoins réaliste) d’apport de nappe journalière à la SRE Marais de Fenain

**Volumes journaliers mesurés (débitmètre installé à l'aval)
EV.45 Marais de Fenain**



- SRE suivies lors de la campagne débitmétrique VII
-

Il s'agit des **SRE Bocquet et Larentis**.

Contrairement à la campagne débitmétrique précédente, les mesures de débits de la campagne débitmétrique VII ne rendent pas compte, entre octobre 2009 et janvier 2010, de conditions de nappes maximales, au niveau de chacune des stations.

Les apports stricts maximum attribués à la nappe doivent ainsi être estimés, pour chacune des SRE, pour l'année 2009 (choisie comme une année caractéristique de nappes hautes). Ces valeurs de nappes hautes se situent entre mars et avril 2009.

Les volumes totaux pompés par mois, par chacune des SRE ont été demandées aux exploitants, depuis janvier 2009 jusqu'à juin 2010.

Ces volumes totaux mensuels prennent en compte les volumes de nappes relevés mais également les volumes de ruissellement.

Remarque : A noter que les données de volume qui sont utilisées représentent des volumes estimés à partir d'un temps de fonctionnement des différentes pompes et d'une capacité nominale de ces mêmes pompes. Cette estimation tend à majorer les volumes relevés car le rendement des pompes n'est pas pris en compte.

Afin d'obtenir les volumes mensuels stricts de nappe, il s'agit de soustraire des volumes globaux pompés, les volumes de ruissellement.

Ces volumes de ruissellement peuvent être estimés, par le biais d'une simulation supplémentaire, qui ne mettrait en jeu que les surfaces actives (calées donc estimées au plus juste), et la pluviométrie réelle. Dans ce cas de figure, le module infiltration n'est pas activé dans cette simulation spécifique.

Pour ce faire, ont été acquis les chroniques de pluies réelles, au pas de temps 6 minutes, auprès de Météo –France, sur les pluviomètres de Arras, Lille et Cambrai.

Des simulations complémentaires ont été réalisées.

Les volumes mensuels stricts de nappes sont convertis en débits journaliers moyens.

Figure 12 : Volumes mensuels globaux estimés (données transmises par l'exploitant)

Volumes pompés (m3/ mois)	Bocquet	Larentis
janv-09	133 150	346 600
févr-09	282 900	615 200
mars-09	124 550	116 200
avr-09	56 700	273 000
mai-09	56 950	140 000
juin-09	14 650	6 600
juil-09	29 350	7 800
août-09	3 600	2 400
sept-09	7 200	18 800
oct-09	55 800	503 470
nov-09	34 200	134 400
déc-09	28 800	214 800

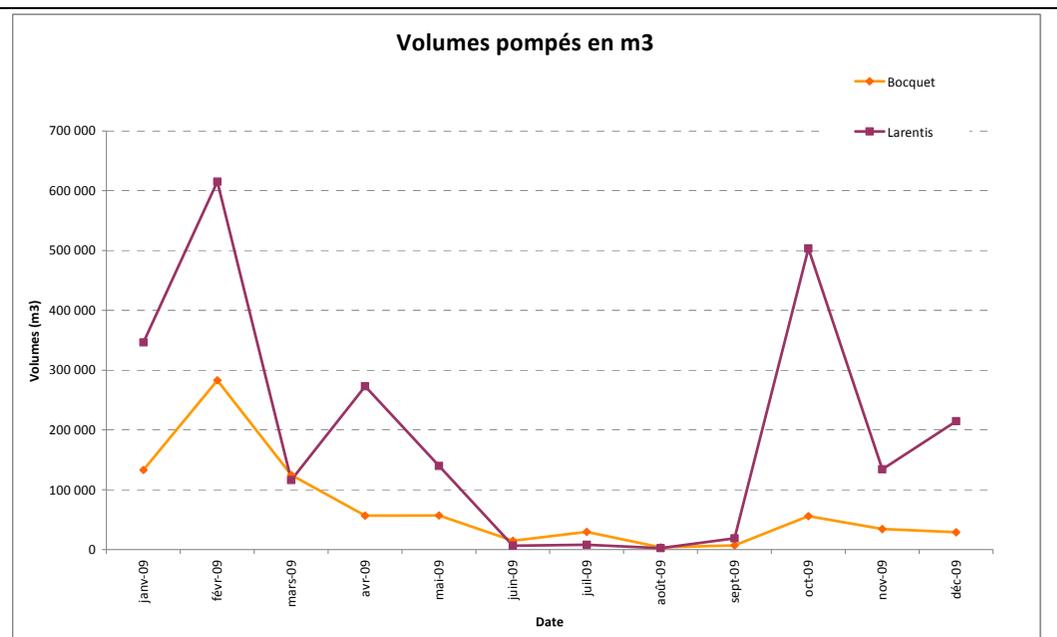


Figure 13 : Volumes mensuels de ruissellement stricts calculés

Volumes pompés (m3/ mois)	Bocquet	Larentis
janv-09	7 847	42 267
févr-09	6 291	36 003
mars-09	5 130	29 463
avr-09	7 630	43 488
mai-09	5 914	33 925
juin-09	7 954	45 407
juil-09	12 129	69 426
août-09	3 146	18 282
sept-09	4 607	26 220
oct-09	7 231	40 856
nov-09	17 034	97 685
déc-09	9 003	51 768

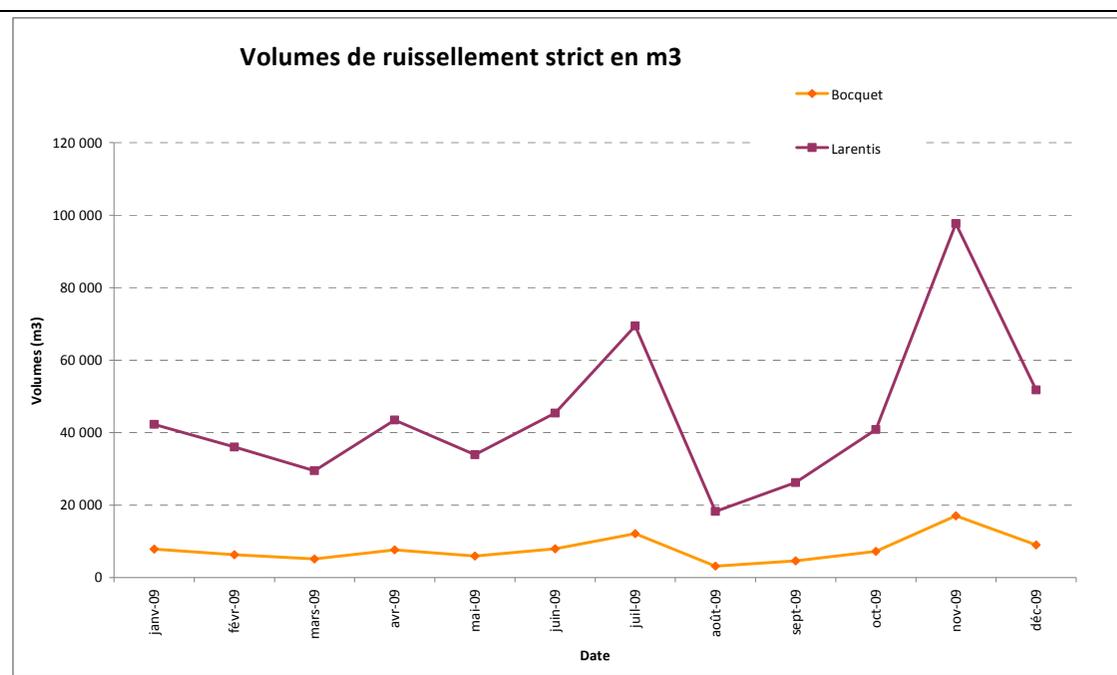
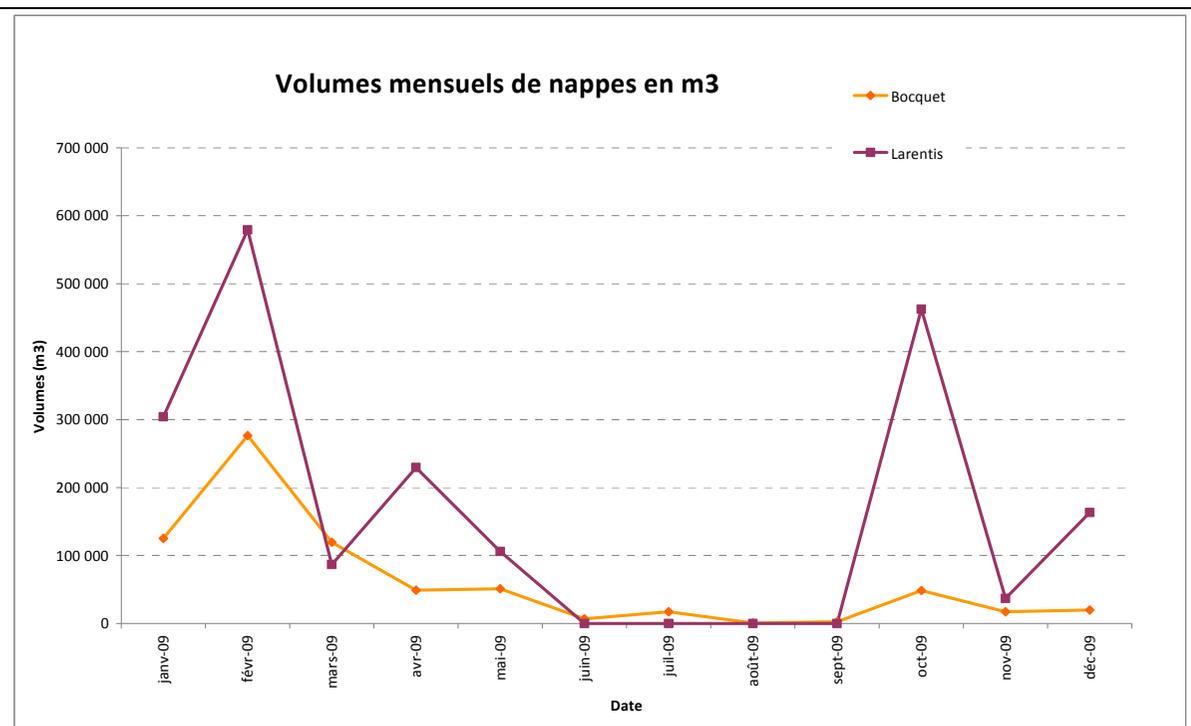


Figure 14 : Volumes mensuels de nappes (ré-essuyage + nappe perchées + nappe) stricts calculés

Volumes pompés (m3/ mois)	Bocquet	Larentis
janv-09	125 303	304 333
févr-09	276 609	579 197
mars-09	119 420	86 737
avr-09	49 070	229 512
mai-09	51 036	106 075
juin-09	6 696	0
juil-09	17 221	0
août-09	454	0
sept-09	2 593	0
oct-09	48 569	462 614
nov-09	17 166	36 715
déc-09	19 797	163 032



- Les apports spécifiques aux SRE Route d'Hélesmes et la Perche

Les deux stations Route d'Hélesmes et la Perche ont un fonctionnement particulier dans le sens où elles ont un rôle d' « assainissement des terrains » détrempés par la remontée de nappe et/ou la saturation des sols.

L'impact, en terme de remontée du niveau piézométrique de la nappe, pour un arrêt de la SRE durant 8 heures, reste difficile à estimer, a priori.

Dans le cadre de ces études détaillées, il a été fait le choix en comité de pilotage technique, de prendre en compte comme apports susceptibles d'inonder ces zones topographiques basses :

Les volumes pluviaux induits par ruissellement, par la surface active d'un bassin versant d'hydraulique de surface ;

- Bassin versant considéré incident à Route d'Hélesmes : 50 ha et coefficient de ruissellement moyen pondéré de 20% soit SA = 10 ha.



- Bassin versant considéré incident à La Perche : 60 ha et coefficient de ruissellement moyen pondéré de 25% soit SA = 15 ha.



Les volumes de nappe théoriques, correspondant aux volumes équivalents au pompage de la SRE à sa capacité maximale pendant 8h, soit :

- Pour Route d'Hélesmes : $200 \text{ m}^3/\text{h} \times 8 \text{ h} = 1600 \text{ m}^3$
- Pour La Perche : $400 \text{ m}^3/\text{h} \times 8 \text{ h} = 3\,200 \text{ m}^3$

5.1.2. Hypothèse sur la durée de la panne

Conformément au CCTP, chaque SRE sera simulée **en situation dysfonctionnelle (arrêt total de toutes les pompes d'une même SRE, sur une période continue de 8 heures)**.

Lors d'enchaînements de stations, il a été fait le choix de simuler, de façon indépendante, la panne de chacune des SRE.

Remarque :

Sur la question des durées de panne, largement débattue, il a été rappelé que même dans des circonstances aussi exceptionnelles qu'en 1999 (tempêtes des 26 et 27 décembre), l'alimentation électrique fut rétablie dans des délais inférieurs ou comparables malgré l'étendue des dommages, et que d'autre part, à l'égard de ce risque très spécifique, les études globales 2000-2006 ont préconisé de manière très formelle, pour chaque secteur géographique, la mise à disposition de moyens de pompage et d'alimentation autonomes et mobiles, susceptible d'être mis en œuvre selon des protocoles établis après hiérarchisation des enjeux.

Rappelons toutefois, que cette étude détaillée a pour objectif **la cartographie de l'Aléa inondation dans les Zones Protégées.**

Les problématiques liées aux pannes et dysfonctionnements, de toutes natures, des SRE sont à intégrer dans une étude fine du risque, qui pourra être engagée par la collectivité. Les cartes de risques ainsi identifiées pourront être intégrées dans le document d'urbanisme.

5.2. SYNTHÈSE DES ÉVÉNEMENTS HYDROLOGIQUES SIMULÉS PAR SRE

Il a été soumis à validation, lors de la réunion de pilotage technique du 8 juillet 2011, la construction et les caractéristiques des événements hydrologiques définis par :

- la forme de pluie la plus pénalisante pour la SRE
- des apports constants durant la totalité de la pluie, représentant les apports de nappe haute et les phénomènes de sur-saturation des sols, mesurés ou estimés

Nom de la station	N°	Apports (m ³ /j) (nappe + sur-saturation des sols)	Forme de la pluie la plus pénalisante ⁽¹⁾
Bocquet	ed25	9250 m ³ /j	Orage printanier :
Larentis	ed26	19300 m ³ /j	
Marais de Fenain	ev45	5000 m ³ /j	Soit 28.2 mm en 2 heures pour une pluie T=10ans
Prétolus (1)	ev46	800 m ³ /j	Soit 43.5 mm en 2 heures pour une pluie T= 100 ans
Ramette (1)	ev48	1 000 m ³ /j	
La Perche	ev5	3 200 m ³ sur 8 heures	
Route d'Hélesmes	ev50	1 600 m ³ sur 8 heures	

(1) la méthodologie d'estimation des volumes de nappe telle qu'appliquée pour les SRE Bocquet et Larentis n'a pas pu être apposée aux SRE Ramette et Prétolus. En effet, le modèle est construit sur la base du réseau actuel tandis que les volumes pompés ont été relevés sur la configuration ancienne des réseaux hydrauliques. Toutefois, l'analyse des volumes pompés sur plusieurs années et de la pluviométrie, nous permet d'aboutir aux volumes de nappes suivants : 1 000 m³/j pour la SRE Ramette et 800 m³/j pour Prétolus.

5.3. RESULTAT DES SIMULATIONS ET TRANSPOSITION CARTOGRAPHIQUE EN SITUATION ACTUELLE

5.3.1. Bilans hydrauliques T= 100 ans et T= 10 ans – panne de 8 heures

Indépendamment du rendu strictement cartographique des zones inondables, avec bathymétries, et des cartographies d'alea, chaque Zone Protégée, conformément au CCTP, fait l'objet d'une note de synthèse du risque récapitulant :

- Le fonctionnement général de la zone, en particulier les zones privilégiées des écoulements débordants des réseaux vers les fonds de cuvettes, les sous-cuvettes les plus sensibles, les débordements d'une cuvette à l'autre ;
- L'appréciation dynamique et temporelle du risque, c'est-à-dire les temps de survenance des premiers débordements, d'atteinte du remplissage maximum et du retour à la normale ;
- Les incertitudes sur la bathymétrie et les parcelles affectées, liées à la précision des données et calculs.

Durées de submersion

Attention : il s'agit de différencier :

- **la durée du phénomène débordement** (et par voie de conséquence des inondations strictement liées aux écoulements de surface non maîtrisés de ces débordements), vers les points bas topographiques d'accumulation des eaux débordées
- **la durée de submersion**. Cette durée de submersion prend en compte le temps nécessaire aux pompes (avec leur capacité de relevage maximum) pour vider la cuvette, ou le temps nécessaire à l'infiltration lente de l'eau, en l'absence de points de réinsertion dans des réseaux.

Insuffisance collecteur ou SRE

Il s'agit de mettre en évidence un sous-dimensionnement du collecteur et/ou de la SRE face aux débits incidents, créant des débordements. Dans ce cas de figure, les débordements sont à craindre même en cas de fonctionnement normal de la SRE. A noter qu'une augmentation d'un collecteur jugé sous dimensionné pourrait avoir pour conséquence une saturation de la SRE aval (et des débordements). De ce fait, tout aménagement hydraulique des réseaux à l'amont des stations de relevage doit être réalisé en tenant compte de la contrainte de relevage imposée par la SRE à l'aval.

Contrainte aval SRE en panne

Les débordements mis en évidence sont directement liés à la panne de la station, c'est-à-dire qu'en fonctionnement normal de la SRE, les débits incidents ne provoqueraient pas de débordements.

Tableau 9 : Bilans hydrauliques des débordements : RBV4 pour T100ans – panne de 8heures

SRE en panne	N° de SRE	Point de débordement	Accumulés dans la sous-cuvette	Volume (m3)	Origine des débordements	Durée des débordements (heures)	Durée de submersion des cuvettes après la fin de la panne
Bocquet	ed25	Nov1 et SRE Bocquet	ed25.1	12989	Contrainte aval SRE en panne ED25	3 heures	12 heures < D< 24 heures
		Nov2 et Nov3	ed25.2	12073	Contrainte aval SRE en panne ED25	3 heures	12 heures < D< 24 heures
		Ruissellement propre	ed25.3	11	Contrainte aval SRE en panne ED25	-	12 heures < D< 24 heures
		Ruissellement propre	ed25.4	5	Contrainte aval SRE en panne ED25	-	-
		-	ed25.5	0	Contrainte aval SRE en panne ED25	-	-
Larentis	ed26	SRE Larentis	ed26.1	11383	Contrainte aval SRE en panne ED26	3 heures	11 heures < D< 24 heures
Marais de Fenain	ev45	MF15	ev45.1	10750	Contrainte aval SRE en panne EV45	7 heures	12 heures < D< 24 heures
		MF15	ev45.2	7250	Contrainte aval SRE en panne EV45	8 heures	13 heures < D< 24 heures
		MF17	ev45.3	3151	Contrainte aval SRE en panne EV45	2 heures	12 heures < D< 24 heures
		MF13	ev45.4	1806	Contrainte aval SRE en panne EV45	4 heures	12 heures < D< 24 heures
		MF14	ev45.5	271	Contrainte aval SRE en panne EV45	4 heures	12 heures < D< 24 heures
Prétolus (1)	ev46	SRE Prétolus	ev46.1	3000	Contrainte aval SRE en panne EV46	6 heures	12 heures < D< 24 heures
		SRE Prétolus	ev46.2	200	Contrainte aval SRE en panne EV47	7 heures	13 heures < D< 24 heures
		SRE Prétolus	ev46.3	1000	Contrainte aval SRE en panne EV48	8 heures	14 heures < D< 24 heures
		SRE Prétolus	ev46.4	3000	Contrainte aval SRE en panne EV49	9 heures	15 heures < D< 24 heures
		SRE Prétolus	ev46.5	7400	Contrainte aval SRE en panne EV50	10 heures	16 heures < D< 24 heures
Ramette (1)	ev48	fossé ramette	ev48.1	5429	Contrainte aval SRE en panne EV48	3 heures	qq heures < D< 12 heures
		F95	ev48.2	31	Insuffisance collecteur ou SRE EV48	0,5 heure	-
		-	ev48.3	0	-	-	-
La Perche	ev5	L15ex4b.2 et L15ex1.2	ev5 - global	7198	Contrainte aval SRE en panne EV5	3 heures	infiltration lente
Route d'Hélesmes	ev50	fossé amont SRE	ev50.1	9	Contrainte aval SRE en panne EV50		infiltration lente
		fossé amont SRE	ev50.2	0	Contrainte aval SRE en panne EV50		infiltration lente
		fossé amont SRE	ev50.3	964	Contrainte aval SRE en panne EV50		infiltration lente
		fossé amont SRE	ev50.4	859	Contrainte aval SRE en panne EV50		infiltration lente
		fossé amont SRE	ev50.5	0	Contrainte aval SRE en panne EV50		infiltration lente

Les tableaux ci-dessus indiquent les différents volumes débordés, ainsi que les causes des débordements et les durées estimées de débordement et de submersion, d'après les résultats des simulations.

Tableau 10 : Bilans hydrauliques des débordements : RBV4 face à la pluie T10ans – panne 8 heures

SRE en panne	N° de SRE	Point de débordement	Accumulés dans la sous-cuvette	Volume (m3)	Origine des débordements	Durée des débordements (heures)	Durée de submersion des cuvettes après la fin de la panne
Bocquet	ed25	Nov1 et SRE Bocquet	ed25.1	1646	Contrainte aval SRE en panne ED25	3 heures	12 heures < D< 24 heures
		Nov2 et Nov3	ed25.2	8997	Contrainte aval SRE en panne ED25	3 heures	12 heures < D< 24 heures
		Ruissellement propre	ed25.3	0	-	-	-
		Ruissellement propre	ed25.4	0	-	-	-
		-	ed25.5	0	-	-	-
Larentis	ed26	SRE Larentis	ed26.1	8754	Contrainte aval SRE en panne ED26	3 heures	12 heures < D< 24 heures
Marais de Fenain	ev45	MF15	ev45.1	10500	Contrainte aval SRE en panne EV45	7 heures	infiltration lente
		MF15	ev45.2	1147	Contrainte aval SRE en panne EV45	3 heures	infiltration lente
		MF17	ev45.3	2361	Contrainte aval SRE en panne EV45	2 heures	infiltration lente
		-	ev45.4	0	-	-	-
		-	ev45.5	0	-	-	-
Prétolus (1)	ev46	SRE Prétolus	ev46.1	2500	Contrainte aval SRE en panne EV46	6 heures	12 heures < D< 24 heures
		SRE Prétolus	ev46.2	200	Contrainte aval SRE en panne EV47	7 heures	12 heures < D< 24 heures
		SRE Prétolus	ev46.3	1000	Contrainte aval SRE en panne EV48	8 heures	12 heures < D< 24 heures
		SRE Prétolus	ev46.4	2500	Contrainte aval SRE en panne EV49	9 heures	12 heures < D< 24 heures
		SRE Prétolus	ev46.5	2400	Contrainte aval SRE en panne EV50	10 heures	12 heures < D< 24 heures
Ramette (1)	ev48	fossé ramette	ev48.1	2865	Contrainte aval SRE en panne EV48	3 heures	qq heures < D< 12 heures
		-	ev48.2	0	-	-	-
		-	ev48.3	0	-	-	-
La Perche	ev5	L15ex4b.2 et L15ex1.2	ev5 - global	3921	Contrainte aval SRE en panne EV5	3 heures	infiltration lente
Route d'Hélesmes	ev50	fossé amont SRE	ev50.1	0	-	-	-
		fossé amont SRE	ev50.2	0	-	-	-
		fossé amont SRE	ev50.3	850	Contrainte aval SRE en panne EV50	3 heures	infiltration lente
		fossé amont SRE	ev50.4	739	Contrainte aval SRE en panne EV50	3 heures	infiltration lente
		fossé amont SRE	ev50.5	0	-	-	-

Les tableaux ci-dessus indiquent les différents volumes débordés, ainsi que les causes des débordements et les durées estimées de débordement et de submersion, d'après les résultats des simulations.

Transcription cartographique

Les volumes débordés *a maxima*, et les points de débordements identifiés, aussi bien aux abords immédiats des SRE, que plus en amont sur des tronçons sensibles des réseaux, ont permis de définir, **dans chacune des Zones Protégées, les volumes qui s'accumulent dans les différentes sous-cuvettes identifiées.**

A noter, par ailleurs, la difficulté de rattacher (ou non) des volumes débordés dans les rues amont, dans les différentes sous-cuvettes identifiées les plus proches.

Cette problématique a été abordée très précisément, au cas par cas, selon la topographie du site et de la voirie.

Le test sur plusieurs simulations a montré toutefois que si les volumes ne sont pas dirigés par débordement (par lien overland) vers la sous-cuvette en amont, ces volumes non débordés contribuent à déborder à l'aval, dans les sous-cuvettes les plus à l'aval.

Ces sous-cuvettes présentent d'ailleurs respectivement plusieurs points bas, qui déterminent encore autant de zones d'accumulation successives, alimentées en série par les remplissages successifs et débordements internes, ou en parallèle par les débordements initiaux de plusieurs points du réseau hydrographique.

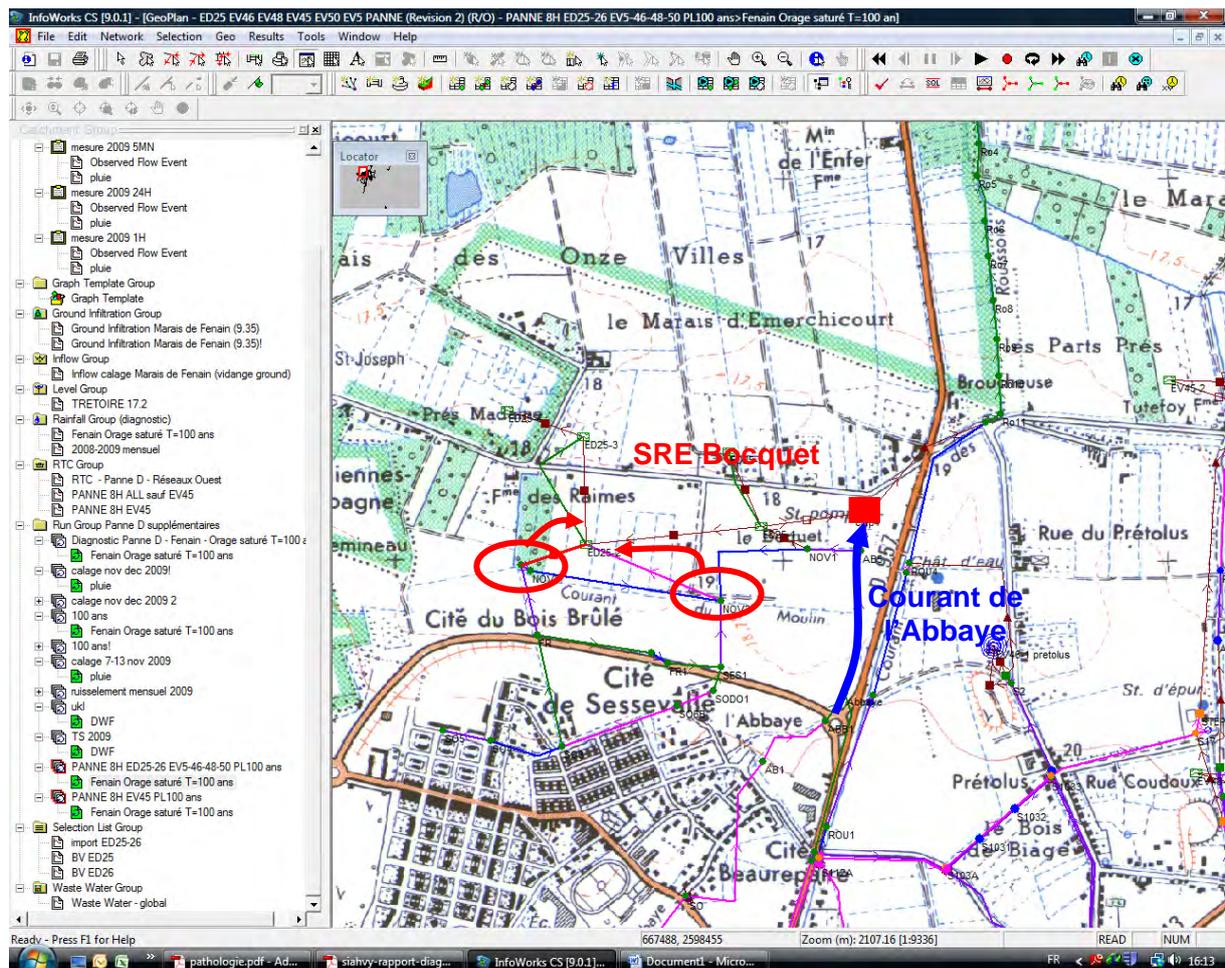
Les **cartes d'aléas** de l'atlas, présentent les bilans, pour chacune de ces sous-cuvettes et pour l'évènement hydrologique simulé, à partir des résultats quantitatifs en termes de volumes débordés, de bathymétries de submersion (en situation maximale des débordements), et de superficie des zones inondées. Ces cartes indiquent également les constructions susceptibles d'être affectées par ces débordements.

Chaque carte d'aléas (représentation graphique) a **été validée par le modélisateur**, afin que celle-ci représente au plus juste l'hydraulicité des débordements rendus par le modèle.

5.3.2. Quelques commentaires face au scénario T=100ans et panne de 8 heures

▪ Bocquet

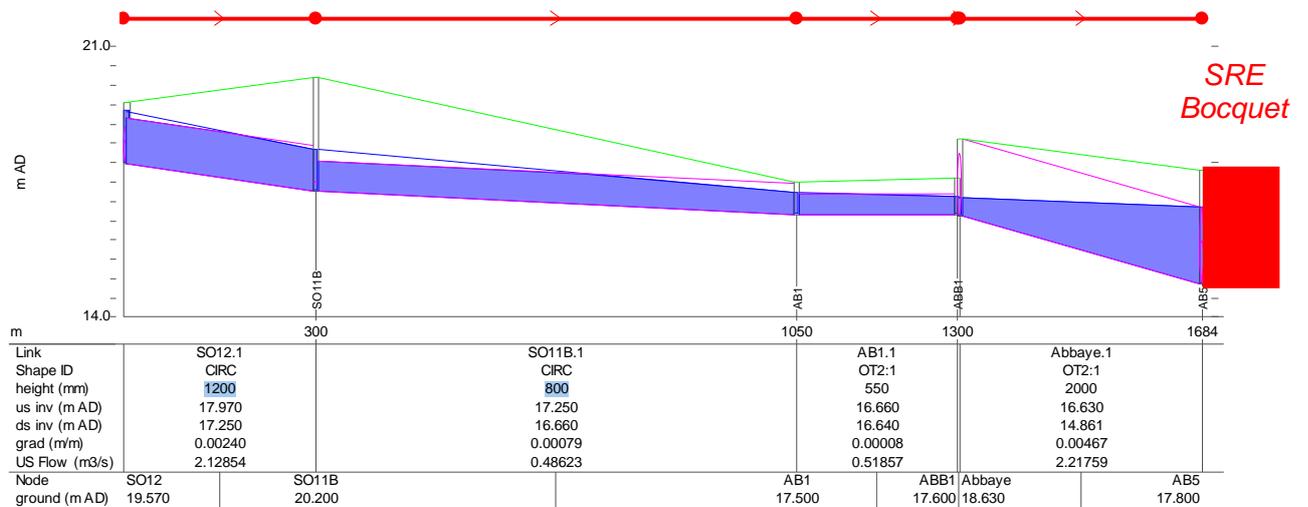
L'extrait ci-dessous du modèle Infoworks veut rendre compte de la saturation des fossés amont, lors de l'arrêt de la SRE Bocquet.



Les apports directs et conséquents de la cité Sessevale sont déversés dans un fossé annexe au fossé principal dit fossé de l'Abbaye ».

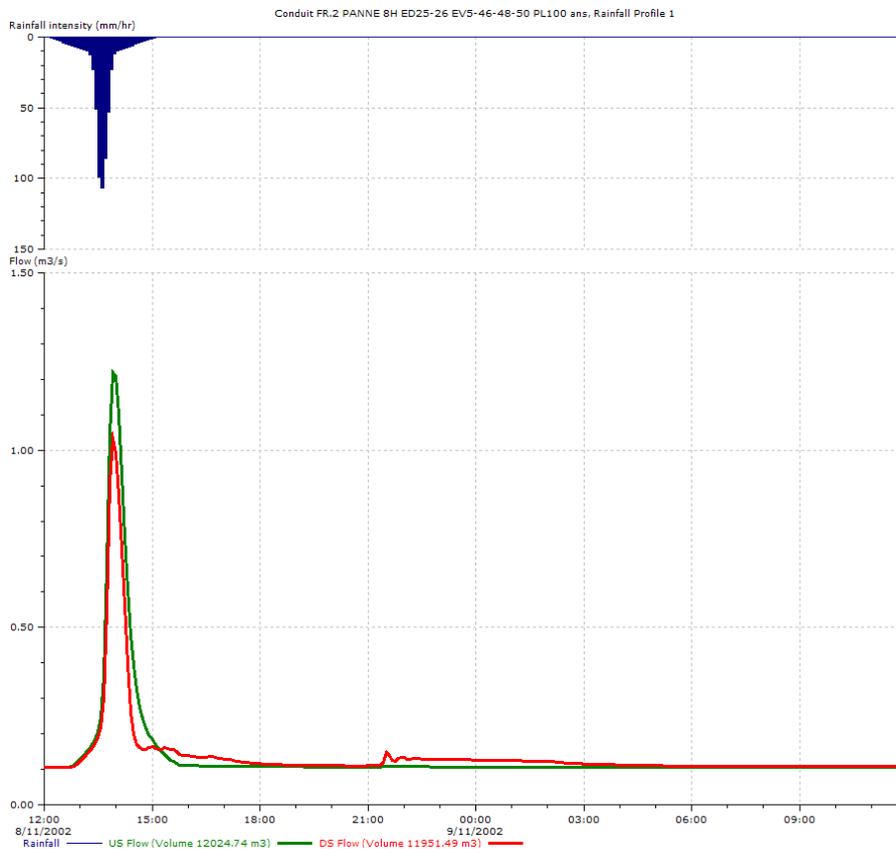
La configuration de ce fossé, très plate et présentant une contrepente, favorise les déversements vers les sous-cuvettes voisines (ed25.1 et ed25.2), les plus impactées. Des volumes sont également déversés au droit de la SRE Bocquet directement vers la sous cuvette ED25.1 au niveau des terrains agricoles adjacents à la station de pompage.

Étude hydraulique détaillée des zones inondables protégées par les stations de relevage des eaux – RBV4



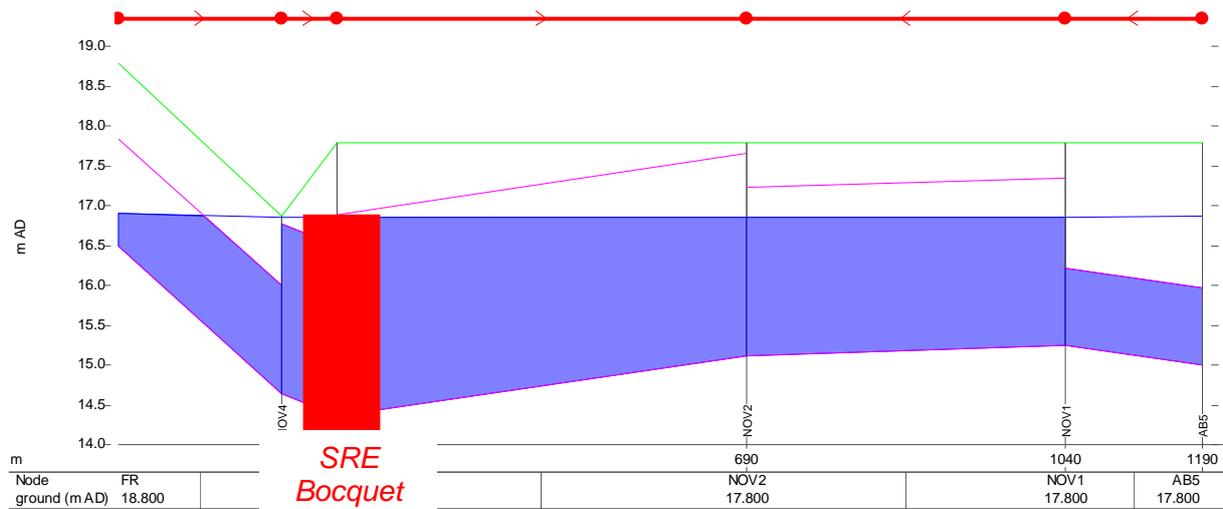
Profil en long et remplissage du courant de l'Abbaye : le courant ne présente pas de débordements (sauf à l'aval au niveau de la SRE)

- Terrain Naturel
- Conceptualisation de la canalisation
- Ligne piézométrique



Hydrogrammes des 2 principaux points de déversement vers ed25.1 et ed25.2 (fossé annexe au courant de l'Abbaye).

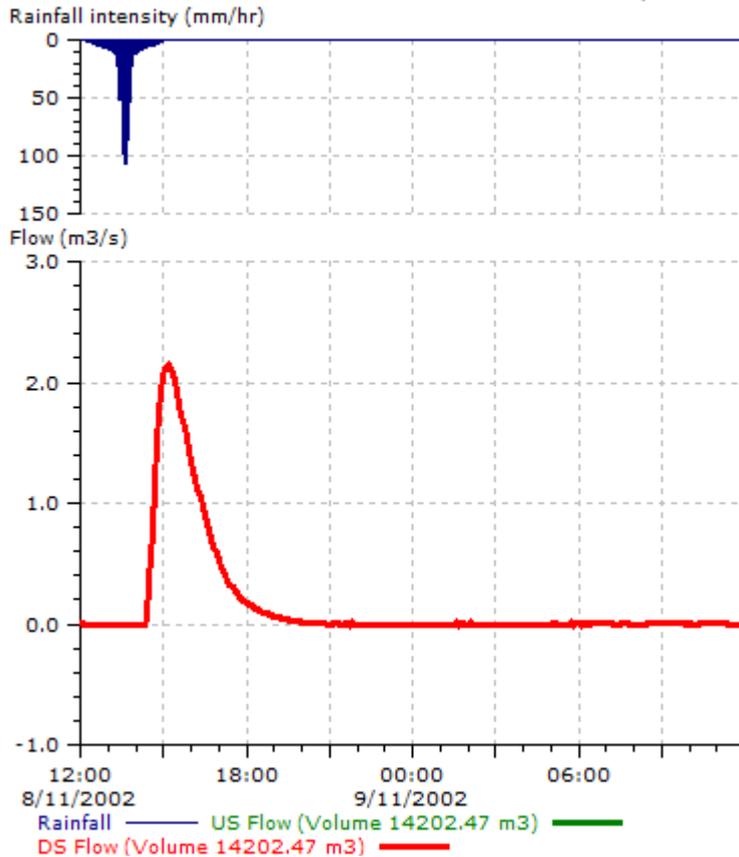
Étude hydraulique détaillée des zones inondables protégées par les stations de relevage des eaux – RBV4



Profil en long du fossé annexe.

- Terrain Naturel
- Conceptualisation de la canalisation
- Ligne piézométrique

Weir NOV1.2 PANNE 8H ED25-26 EV5-46-48-50 PL100 ans, Rainfall Profile 1



Déversement principal à l'amont direct de la SRE Bocquet.

▪ **Prétolus**

Déversements au droit de la SRE Prétolus (qui se situe au point bas du réseau) par contrainte aval.

Mise en charge du réseau (collecteur de diamètre Ø2000) et fonctionnement des 2 trop pleins vers le fossé de bord de route, à l'aval.

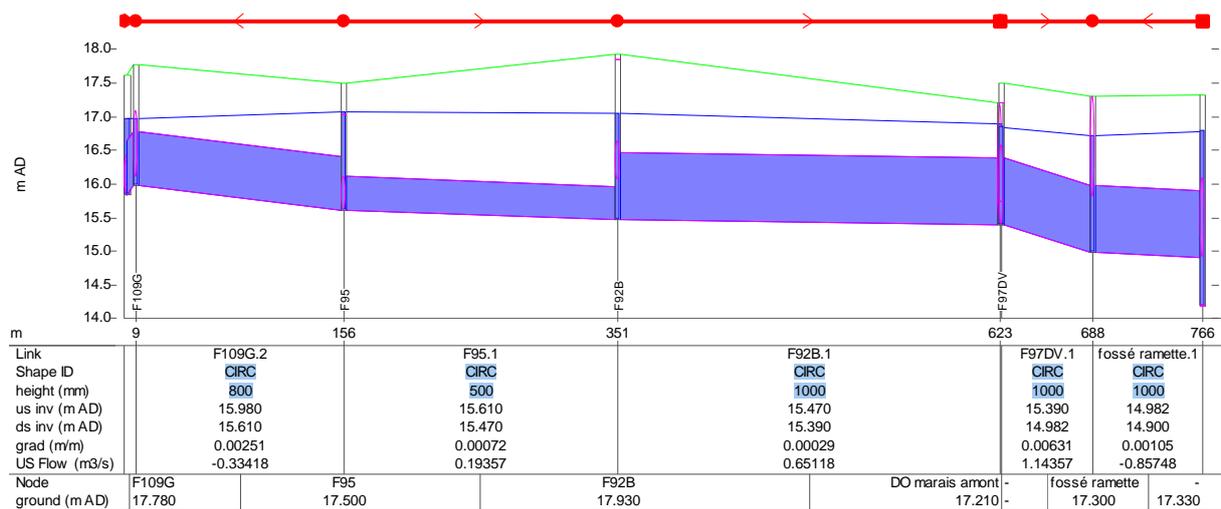
Les habitations situées à l'est de la rue du Pré Tolu sont inondées au niveau d'une sous-cuvette décrite le long de la route.

Cette configuration des sous-cuvettes et remplissage veut rendre compte des inondations récurrentes subits, à la suite de la concomitance d'un évènement pluvieux et de la panne de la station.

▪ **Ramette**

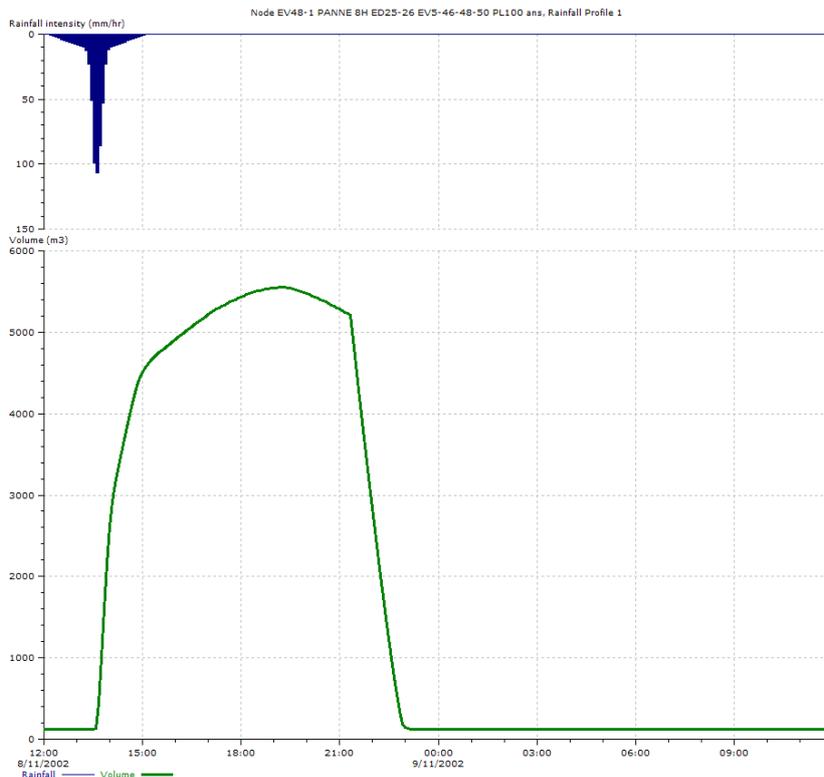
L'arrêt de la SRE Ramette impose une contrainte aval importante qui se répercute très loin au niveau du réseau pluvial puis unitaire (rue Marc Lanvin notamment).

La première conséquence, en termes de volumes, reste le déversement des volumes pluviaux vers la sous cuvette ev48.1 par le biais d'un fossé connecté au réseau pluvial.



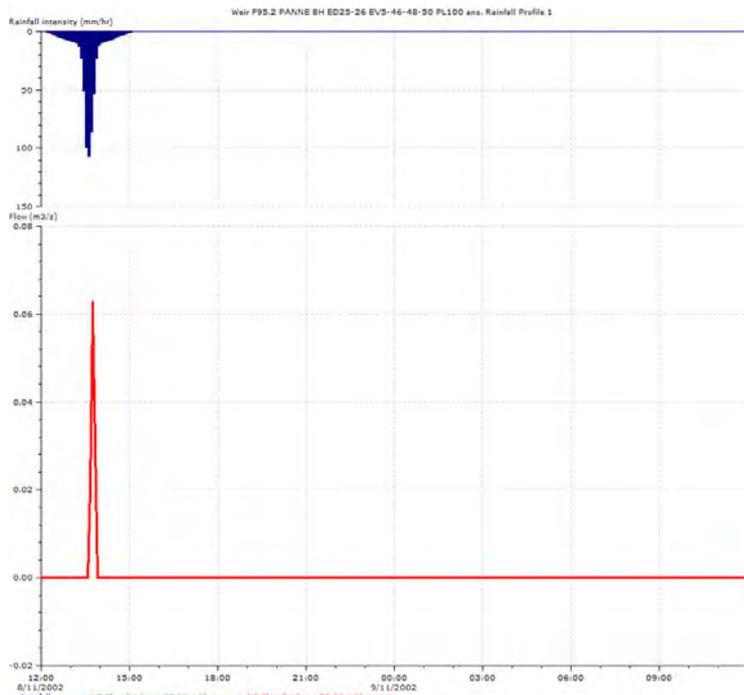
Profil du réseau pluvial amont à la SRE Ramette

- Terrain Naturel
- Conceptualisation de la canalisation
- Ligne piézométrique



Visualisation du remplissage puis de la vidange de la sous-cuvette ed48.1

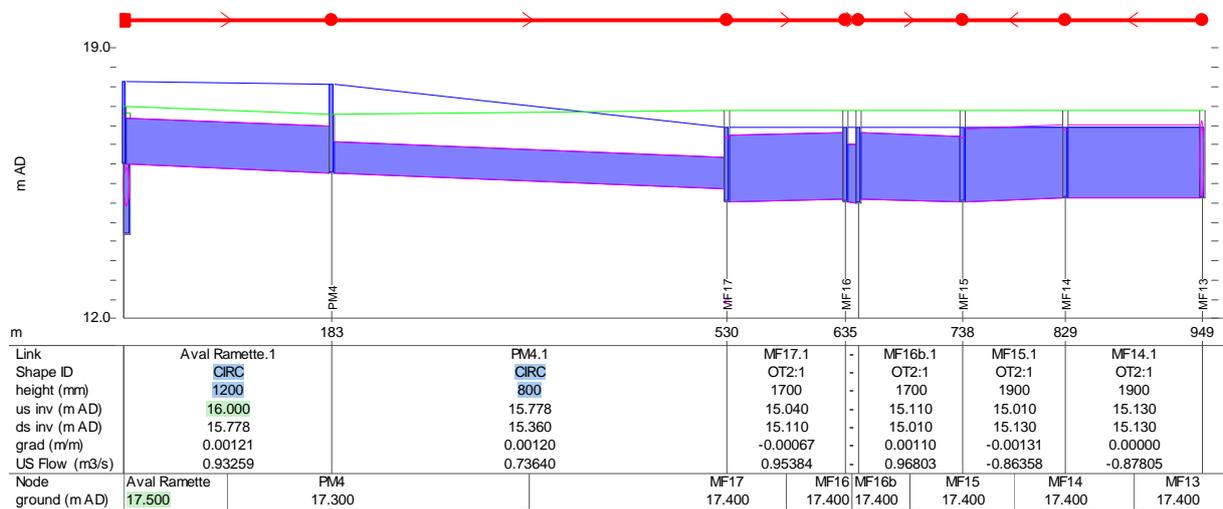
Un sous-dimensionnement localisé du réseau d’assainissement de la rue Marc Lanvin implique un déversement de volumes, déversement limité de quelques dizaines de m3, vers la sous-cuvette ev48.2.



Hydrogramme des volumes déversés au niveau de la rue Marc Lanvin

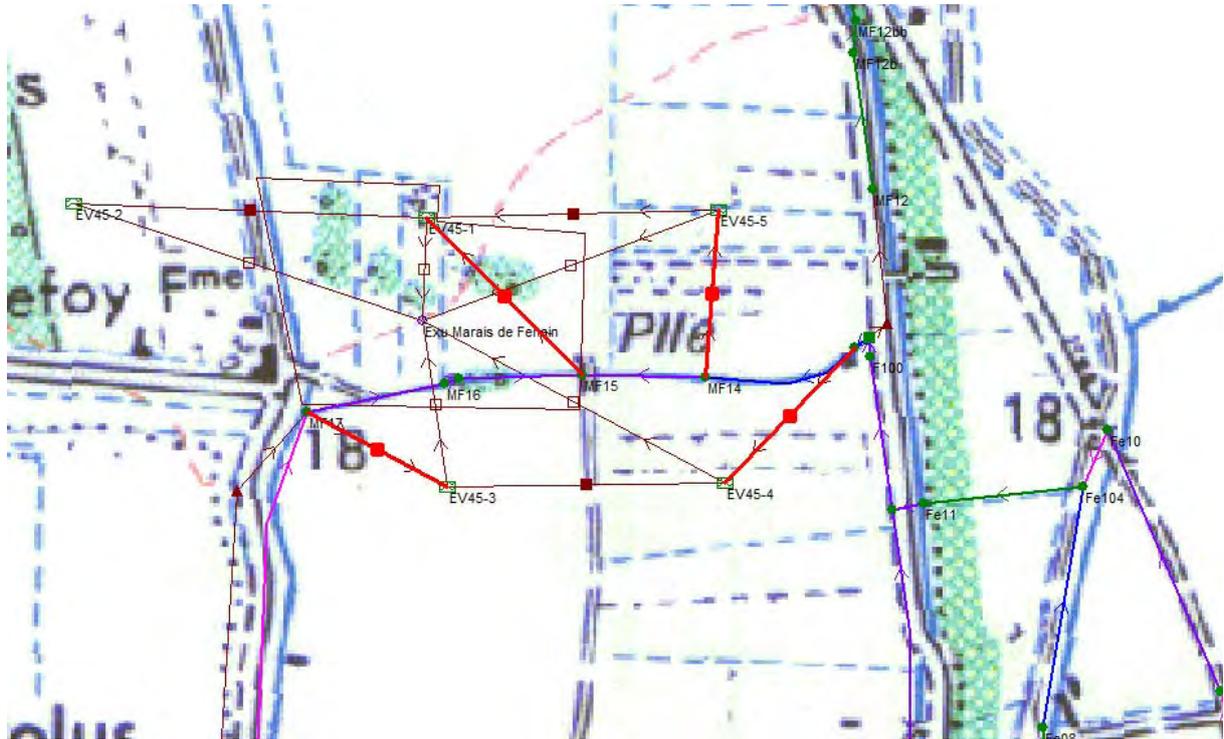
▪ **Marais de Fenain**

Le fossé situé entre le rejet de la SRE Ramette et des apports de la STEP, déverse vers une zone naturelle humide (emplacement à moyen terme d'une ZEC).

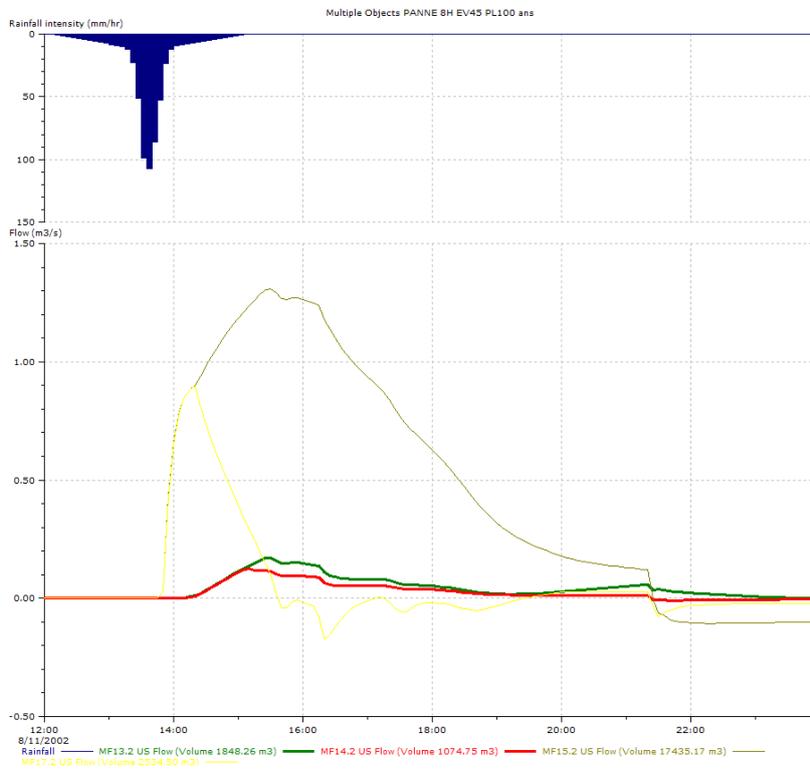


- Terrain Naturel
- Conceptualisation de la canalisation
- Ligne piézométrique

Remarque : du point de vue de la construction hydraulique, le TN est relevé artificiellement, afin d'éviter que le modèle stocke des volumes intempestifs et faux dans les cones de déversements. Les déversements vers les cuvettes sont matérialisés par des déversoirs d'orages très larges non limitants (weirs), à la cote du Terrain Naturel.



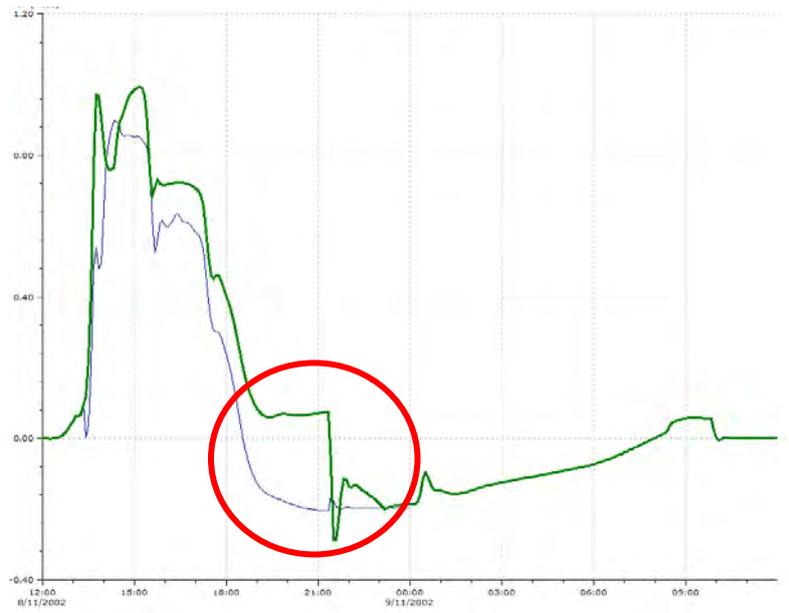
Visualisation des liens (weirs ou déversoirs) qui relient les différents tronçons du fossés et les sous-cuvettes différenciées.



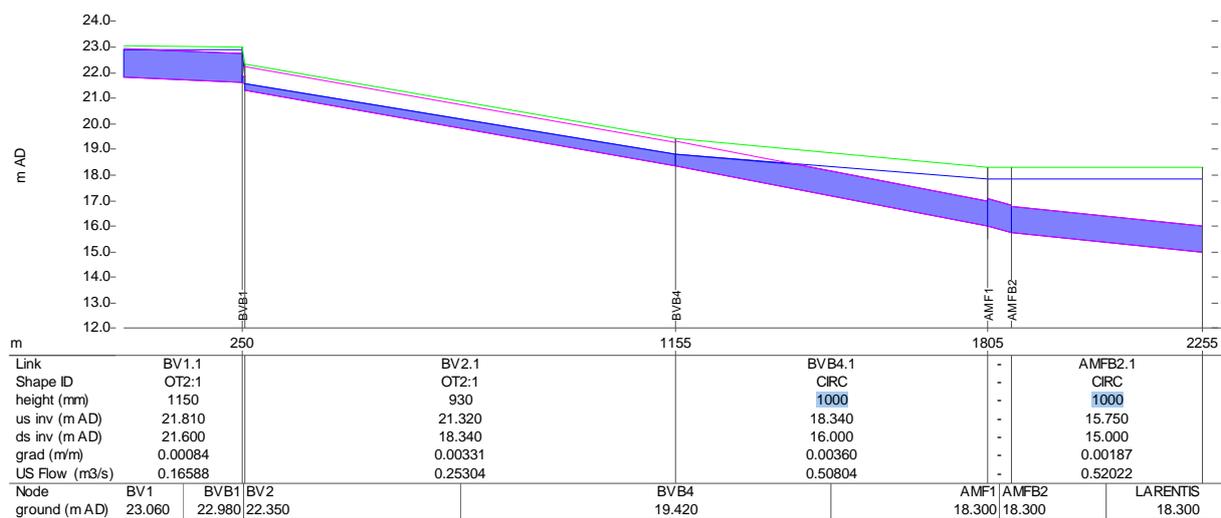
Hydrogrammes des différents points débordants vers les sous-cuvettes.

La figure suivante présente les hydrogrammes du même tronçon de fossé qui relie la SRE Marais de Fenain et l'entrée des réseaux d'assainissement de la rue Marc Lanvin, lorsque la SRE marais de Fenain ou au contraire lorsque la SRE est en panne.

Cette figure met en évidence que lorsque la SRE Marais est en panne les eaux du fossé envahissent le collecteur : les débits sont négatifs. Lorsque la SRE fonctionne le fossé sert au contraire d'exutoire au réseau d'assainissement, c'est le fonctionnement normal du système.



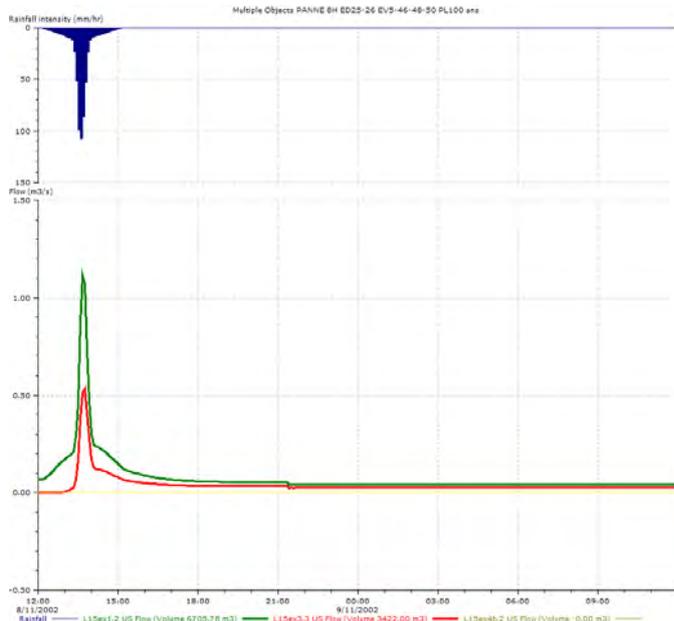
▪ **Larentis**



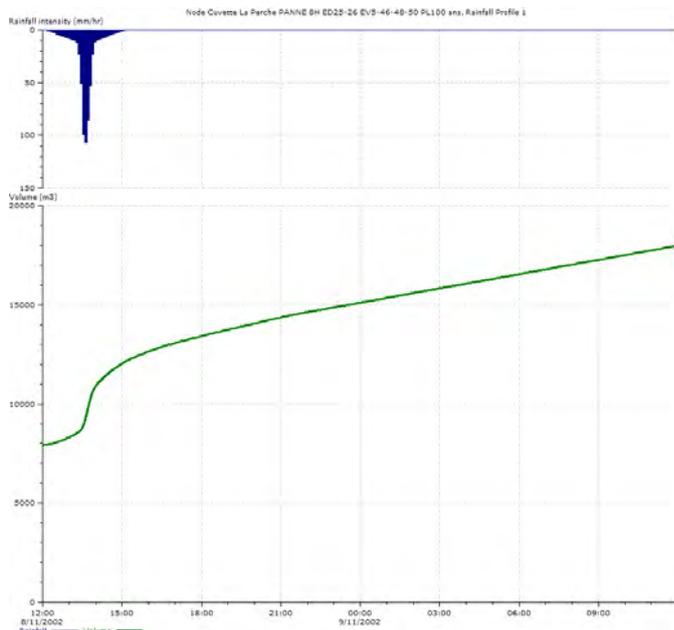
Profil du fossé qui alimente la SRE Larentis.

Les volumes s'accumulent au droit de la SRE lorsque celle-ci est à l'arrêt.

▪ **La perche**



Hydrogramme des points débordants vers la cuvette



Remplissage de la cuvette

La vidange de cette zone basse se fera particulièrement lentement : zone humide de résurgence de la nappe sub-affleurente

6. CARACTERISATION ET CARTOGRAPHIE DES ALEAS D'INONDATION

Carte n° 5 : Cartes des Aléas

Remarque :

Au plan des résultats et représentations, outre la finesse des pas bathymétriques, la grande différence avec les études globales 2000 – 2006 réside dans le fait qu'il est tenu compte des hiérarchies identifiées des remplissages des sous-cuvettes, c'est-à-dire que l'on ne s'intéresse pas qu'à un bilan global : pour une seule cuvette, il peut être produit plusieurs graphiques d'évolution volumes-hauteurs-surfaces, en fonction des différents schémas de remplissage possibles.

*Le scénario des écoulements soit le remplissage successif des différentes sous-cuvettes identifiées, a été fait sur **la base des points de débordements mis en évidence par le modèle hydraulique face à l'évènement hydrologique retenu.***

En effet, les points de débordements ne se situent pas systématiquement au seul point de la SRE. Les insuffisances capacitaires de réseaux peuvent provoquer des débordements dont les eaux rejoindront in fine la zone protégée par un chemin hydraulique spécifique.

6.1. DEFINITION DES DIFFERENTES ZONES D'ALEAS ET REGLES APPLICABLES

6.1.1. Classes d'alea et règles d'urbanisation applicables

On distingue 5 classes d'alea pour les zones inondables, en fonction des hauteurs maximales de submersion atteintes (les vitesses d'écoulement n'entrent pas en jeu ici, puisqu'il s'agit de cuvettes d'accumulation). A ces 5 classes peuvent être associées, dans les documents d'urbanisme, des règles d'urbanismes et prescriptions constructives. A titre d'information, les plus courantes sont décrites ci-après :

- Les **zones d'alea fort**, c'est-à-dire celles dont les hauteurs de submersion maximales (au pic de l'évènement de référence), est **supérieure à 1 m** ; ces zones sont réglementairement considérées comme strictement inconstructibles (pour les parcelles déjà construites, la question des extensions et dépendances reste ambiguë, mais en revanche il faut préciser qu'en cas de sinistre, la reconstruction n'est autorisée que si le sinistre ne revêtait aucun caractère d'inondation – cas des incendies, effondrements ou phénomènes éoliens par exemple).
- Les **zones d'alea moyen**, c'est-à-dire celles dont les hauteurs de submersion maximales sont **comprises entre 0,50 m et 1 m** ; dans ce cas, les règles de constructibilité sont adaptatives, mais l'obtention de permis de construire sera subordonnée au minimum au respect de règles constructives à préciser par le PLU :
 - interdiction des caves et sous-sols,
 - constructions sur remblai ou vide sanitaire jusqu'à ce que les planchers atteignent des niveaux d'alea faible,

- mise hors d'eau de l'ensemble des installations électriques et de chauffage (chaudières, stockages de combustibles),
 - le cas échéant, obligation de construire avec un étage de manière à disposer de pièces refuge,
 - règles spécifiques applicables aux bâtiments publics et collectifs (pas de logements en rez-de-chaussée, interdictions ou prescriptions particulières pour le bâtiment accueillant des personnes de mobilité réduite – enfants, personnes âgées, malades, handicapés...),
 - règles spécifiques applicables aux locaux d'entreprise.
- Les **zones d'alea faible**, c'est-à-dire celles dont les hauteurs de submersion maximales sont **inférieures à 0,50 m** ; dans ce cas, les constructions sont autorisées, mais l'obtention de permis de construire pourra être subordonnée au respect de règles constructives à préciser par le PLU, comparables à celles énumérées précédemment.

Dans tous les cas il faut souligner :

- L'obligation désormais légale (décrets d'application en attente), lors des transactions immobilières, pour les notaires, de veiller à ce que les actes comportent les mentions des risques d'inondations ;
- L'obligation pour l'Etat et les Communes de veiller à l'annonce des crues, ce qui passe d'abord par une communication préventive sur cette problématique ;
- Qu'il est éminemment souhaitable dans les zones inondables, que la collectivité impose également des règles de limitation de l'imperméabilisation, permettant le maintien des zones qui assureront l'infiltration des volumes résiduels non retournés aux systèmes hydrauliques, et de gestion des eaux pluviales ;
- Qu'il est opportun, dans la mesure du possible, d'éviter la construction d'infrastructures publiques accueillant des personnes non autonomes, dans les zones d'alea moyen.

Par ailleurs, l'Association des Communes Minières du Nord-Pas de Calais et l'Association des Communes Minières de France ont fait réaliser une étude juridique dans l'objectif d'identifier les parts de responsabilités des collectivités en charge de l'urbanisme, de l'Etat et des propriétaires des SRE quant aux règles d'urbanismes et informations de la population.

6.1.2. Majoration des alea en fonction de la durée de submersion

Lorsque les durées de submersion sont excessivement élevées (plusieurs jours, voire plusieurs semaines), les aleas peuvent être majorés afin de tenir compte des dégâts supplémentaires résultant d'immersion prolongées.

Toutefois, dans le cas des zones étudiées ici, il s'avère que seuls les volumes qui ne peuvent réintégrer les réseaux (fossés ou collecteurs) et doivent donc s'évacuer par infiltration naturelle, causent des submersions de plusieurs jours : les capacités des stations fonctionnelles sont en effet suffisantes pour évacuer en quelques heures les volumes débordés, réinjectés dans le système.

Les secteurs dont les eaux ne peuvent qu'être infiltrées, correspondent dans la majorité des cas, aux points bas des cuvettes, et par conséquent aux zones déjà classées en alea fort : en conséquence, on peut considérer que les durées de submersion ne constitueront pas ici un facteur déclassant en termes d'alea.

6.1.3. Transposition cartographique des zones inondées en zones d'alea

Les zones inondées résultent d'une approche topographique et hydraulique (traduction de la bathymétrie détaillée de chaque cuvette, en courbe de volume accumulé par pas de hauteur de 0,1 m), qui, soulignons-le, comporte déjà une marge de sécurité (revanche), de quelques centimètres, puisque, par exemple, si le volume débordé est tel qu'il ne coïncide pas exactement avec le volume d'un nombre entier de « tranches » de 0,1 m de stockage, le modèle numérique remplit automatiquement la tranche supérieure, ce qui conduit à une majoration (qui peut être importante), des superficies inondées.

Remarque :

A cette cartographie de l'alea pourra être superposée une cartographie des enjeux (densité et nature de l'urbanisation existante, classification des zones au POS/PLU, enjeux particuliers liés à des infrastructures publiques, des voiries structurantes...) : cette analyse des enjeux permettra d'établir une classification complète des zones à risque, et d'en déduire les informations et prescriptions à porter au PLU de chaque commune.

Les cartes d'Aléas ont été réalisées sur fond cadastral (fond cadastral fourni par le maître d'ouvrage).

Malgré l'acquisition du fond cadastral le plus récent, déjà les visites de terrain et les commentaires des élus et représentants, mettaient en évidence des modifications de l'occupation du sol au sein des zones protégées notamment.

Il apparaît ainsi primordial, pour chaque commune et/ou collectivité, de s'assurer de la conformité du fond cadastral, au niveau notamment de ces zones sensibles que sont les zones protégées définies.

Le rendu au maître d'ouvrage de ces cartes d'aléas, sous format papier mais également sous format SIG, permettra ainsi une réactualisation simplifiée de ces différentes cartes.

Remarque :

Des visites de terrain ont été organisées, suite à la réalisation des cartes d'aléas, pour la visualisation et validation globale des zones les plus sensibles à l'aléa défini.

6.2. CONDITIONS ET IMPACTS DE L'URBANISATION FUTURE DANS LES CUVETTES

6.2.1. Nature des impacts

L'impact de l'urbanisation résulte d'abord de l'imperméabilisation des surfaces : toiture des constructions, voiries, stationnements et autres aires de desserte revêtues.

Cette imperméabilisation a 2 conséquences immédiates :

- L'augmentation des volumes de ruissellement d'eaux pluviales émis vers les réseaux déjà saturés ; ces sur-volumes seront intégralement débordés vers les zones de submersion, lors des événements de référence, puisque les systèmes sont déjà saturés. Hors la mise en place de techniques alternatives intégrales (infiltration ou restitution différée de toutes les eaux pluviales, après stockage), les mesures compensatoires habituelles (stockage-restitution en temps réel à des débits limités), ne faisant que protéger les systèmes lors d'événements exceptionnels intermédiaires (T = 10 ans à 20 ans), mais certainement pas lors d'événements de référence centennaux (pour ce type d'événement, tout volume supplémentaire, dès lors qu'il est émis durant la durée de référence, en l'occurrence 8 heures puisqu'il s'agit de scénarios de panne, contribue à 100 % à l'augmentation de l'inondation).
- D'autre part l'imperméabilisation réduit d'autant les surfaces disponibles à l'infiltration, ce qui se traduira fondamentalement par des durées de submersion plus importantes, encore que très difficiles à estimer.

D'autre part, l'urbanisation, et spécialement les constructions, en zones inondables, impacte sur les volumes d'expansion de crue disponibles :

- D'une part, les prescriptions de construire sur des remblais ou vides sanitaires, afin de mettre les bâtiments hors d'eau, privent les cuvettes inondables des volumes équivalents ;
- Au mieux, les prescriptions n'imposeront que des dispositifs individuels visant à éviter les entrées d'eau dans les bâtiments ou dans les cours (batardeaux de protection sur glissières et dispositifs d'étanchéité), qui ont un effet identique au précédent.

6.2.2. Estimation des impacts volumiques

Le cas type envisagé est celui d'une construction en zone inondable, qui génère environ 100 m² de surface imperméabilisée (souvent plus en référence aux surfaces extérieures revêtues ou dallées, telles que les terrasses, allées, accès aux garages).

Les impacts sont les suivants :

- Lors de l'orage de référence, cette construction va générer sensiblement 5 m³ d'eaux pluviales ;
- Si la construction est en zone d'alea faible, la hauteur moyenne de remblai ou de vide sanitaire peut être estimée à 0,25 m (la revanche n'est pas prise en compte puisqu'il s'agit de volumes au-dessus de la cote maximale d'inondation), ce qui entraîne un volume retranché à l'expansion des inondations, d'environ 25 m³.
- Si la construction est en zone d'alea fort, la hauteur moyenne de remblai ou de vide sanitaire peut être estimée à 1 m, ce qui entraîne un volume retranché à l'expansion des inondations, d'environ 100 m³.

L'impact total sera donc compris entre 30 m³ et 100 m³, ce qui est d'autant plus préjudiciable que la sous-cuvette est petite et urbanisée.

A l'échelle d'une construction individuelle, l'impact peut paraître très réduit ; si en revanche on raisonne sur un bloc de nouvelles constructions (5 à 10 logements) ou sur des bâtiments industriels ou commerciaux, les impacts seront d'ordres décimétriques.

De même, toute imperméabilisation accrue de 1000 m², dans une zone inondable, est susceptible de réduire les capacités d'infiltration d'environ 100 m³ /jour.

6.2.3. Conditions d'urbanisation dans les cuvettes

Quel que soit l'alea, il paraît préférable d'éviter l'augmentation de l'imperméabilisation et du nombre des constructions, dans les périmètres inondables : la prudence devrait inciter à limiter l'urbanisation supplémentaire, dans ces cuvettes ou sous-cuvettes, lorsque le niveau d'alea l'autorise, à des extensions des bâtis existants (améliorations individuelles ou collectives de l'habitat, amélioration et extension des capacités d'accueil d'une infrastructure, développement économique d'une activité existante).

D'autant plus que les zones les plus sensibles des cuvettes inondables (pas nécessairement classées en alea fort, compte tenu des bathymétries), seraient plus utilement réservées à des aménagements de lutte contre les inondations et de gestion des eaux pluviales (noues et autres dispositifs).

Pour conclure, notons encore que toute urbanisation hors des cuvettes, qui ne serait pas accompagnée par des dispositions drastiques de maîtrise des eaux pluviales, non seulement en débits, mais en volumes, aurait des conséquences autrement plus graves que la simple construction de quelques bâtiments dans les zones déjà inondables, et rendrait caduque le présent document.