



RAPPORT DE PHASES 4 ET 5 : Recherche et étude d'aménagement

PLAN DE GESTION GLOBALE
ET EQUILIBREE DES
ECOULEMENTS ET DES
CRUES DE LA LAWE
RAPPORT HYDRAULIQUE

MG018

SOMMAIRE

<i>Sommaire</i>	1
<i>Table des illustrations</i>	5
<i>Préambule</i>	9
1. Contexte et objectifs de l'étude	9
2. Méthodologie	9
<i>Introduction</i>	11
<i>Partie 1 Analyses et propositions préliminaires</i>	13
1 Définition des enjeux	15
1.1 Nature des dommages	15
1.2 Période de retour des événements historiques	16
1.3 L'occurrence des phénomènes observés	17
1.4 La durée de l'épisode historique	18
1.5 La nature de la problématique	18
1.6 Conclusion	19
2 Définition des objectifs et stratégies d'intervention	23
2.1 Objectifs	23
2.2 Evaluation des débits préjudiciables	25
2.3 Définition des périodes de retour de protection	25
2.4 Définition de la stratégie d'intervention	27
2.4.1 Gestion globale des crues	27
2.4.2 Gestion des écoulements des bassins versants ruraux	28
2.4.3 Conclusion	33
3 Inventaire des sites d'aménagements et de leurs contraintes	37
3.1 Rappel des projets existants	37
3.1.1 Aménagements en rivière	37
3.1.2 Gestion des écoulements des versants	38
3.1.3 Urbanisation future	39
3.2 Inventaire des sites et contraintes liées	40
3.2.1 Inventaire des sites	40
3.2.2 Contraintes liées aux sites	40
3.3 Conclusion	44
<i>Partie 2 Principes des aménagements</i>	47
4 Introduction	49

5	Actions sur les crues	51
5.1	Actions préventives	51
5.1.1	Entretien de l'existant	51
5.1.2	Création de zones d'expansion de crue	51
5.1.3	Gestion des ouvrages	54
5.2	Actions curatives	54
5.2.1	Aménagements locaux (zones urbaines)	54
5.2.2	Entretien des cours d'eau	55
6	Actions sur les versants ruraux	57
6.1	Les préconisations agronomiques et agricoles	58
6.1.1	Pratiques adaptées pour limiter le ruissellement	58
6.1.2	Le maintien des prairies	59
6.2	Mesures hydrauliques visant l'organisation des écoulements	59
6.2.1	Création de bandes enherbées	59
6.2.2	Aménagement de fossés et talus	60
6.3	Mesures hydrauliques visant à limiter la concentration du ruissellement et à stocker les eaux	61
6.3.1	Fossés à redents	61
6.3.2	Diguettes en fascines ou botte de paille	62
6.3.3	Aménagement ou entretien de mares	62
6.3.4	Aménagement de prairies inondables	63
6.3.5	Bassin de rétention	64
6.4	Conclusion	64
7	Actions sur les bassins urbanisés	65
7.1	Contexte réglementaire	65
7.1.1	L'assainissement	65
7.1.2	La loi sur l'eau	66
7.1.3	Les documents d'urbanisme	66
7.2	Principes des techniques alternatives	67
7.3	Type d'aménagements	69
7.3.1	Le bassin de rétention	69
7.3.2	Les chaussées à structure réservoir	70
7.3.3	Les puits d'infiltration	71
7.3.4	Les noues d'infiltration / de rétention	72
7.3.5	Les tranchées d'infiltration / de rétention	72
7.3.6	Les toits stockants	73
7.4	Soutien technique	74
7.5	Conclusion	75
Partie 3 Construction de scénarii et Dimensionnement des aménagements		77
8	Dimensionnement et simulations des solutions et scénarii	79
8.1	Définition des scénarii	79
8.2	Scénario 1 : dimensionnement et simulation	80
8.2.1	Scénario 1 - Variante 1 : stockage sur les ZEC prioritaires sur une hauteur utile de 1 mètre	81
8.2.2	Scénario 1 - Variante 2 : stockage sur les ZEC prioritaires sur une hauteur utile de 2 mètres	82
8.2.3	Scénario 1 - Variante 3 : stockage sur l'intégralité des ZEC sur une hauteur utile de 2 mètres	83
8.2.4	Synthèse comparative des 3 variantes du scénario 1	84
8.3	Scénario 2 : dimensionnement et simulation	87

8.4	Scénario 3 : dimensionnement et simulation	89
9	Synthèse comparative des scénarii et des variantes étudiées	91
9.1	La Biette	92
9.2	La Brette	95
9.2.1	La Brette en amont de Gauchin-Legal	95
9.2.2	La Brette en amont de la confluence avec la Lawe	97
9.3	La Lawe amont	100
9.3.1	La Lawe en amont de la confluence avec le Bajuel	100
9.3.2	Le Bajuel	102
9.3.3	La Lawe en amont de la confluence avec la Brette	104
9.3.4	La Lawe en aval de la confluence avec la Brette	107
9.4	La Lawe intermédiaire	109
9.4.1	La Lawe à Bruay en aval de la confluence avec la Biette	109
9.4.2	La Lawe en aval des ZEC	112
9.5	Synthèse comparative	114
<i>partie 4 Outils de gestion</i>		121
10	Mise en place des aménagements	123
10.1	Mesures d'accompagnement	123
10.2	Le contexte réglementaire	125
10.2.1	La réglementation	125
10.2.2	Les procédures	127
10.2.3	Etude d'impact	131
11	Hiérarchisation des aménagements	133
11.1	Evaluation financière des ouvrages	133
11.2	Hiérarchisation des travaux dans le temps	137
11.3	Programmation financière	138
Conclusion		145

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Table des tableaux :

Tableau 1 : Niveau d'enjeu affectés à la nature des dommages _____	16
Tableau 2 : Périodes de retour des évènements historiques ayant occasionnés des dommages sur le bassin versant de la Lawe _____	16
Tableau 3 : Catégorie de l'aléa attribuée à la période de retour des pluies historiques	17
Tableau 4 : Niveau attribué aux classes d'occurrence _____	18
Tableau 5 : Inventaire des potentielles ZEC _____	42
Tableau 6 : Principe des actions proposées _____	57
Tableau 7 : Avantages et inconvénients des techniques alternatives _____	75
Tableau 8 : Rappel des ZEC prioritaires _____	80
Tableau 9 : Synthèse des 3 variantes du scénario 1 : grandeurs caractéristiques _____	84
Tableau 10 : Synthèse comparative des 3 variantes du scénario 1 : hydrogrammes de crues _____	84
Tableau 11 : Scénario 2 – Caractéristiques des bassins de rétention proposés _____	88
Tableau 12 : Hydrogrammes des 3 scénarii - Biette en amont de la confluence Lawe _	92
Tableau 13 : Comparaison des débits de pointe de crue des 3 scénarii - Biette en amont de la confluence Lawe _____	93
Tableau 14 : Hydrogrammes des 3 scénarii d'aménagements - Brette en amont de Gauchin-Legal _____	95
Tableau 15 : Comparaison des débits de pointe de crue des 3 scénarii - Brette en amont de Gauchin-Legal _____	96
Tableau 16 : Hydrogrammes des 3 scénarii - Brette en amont de la confluence avec la Lawe _____	97
Tableau 17 : Comparaison des débits de pointe de crue des 3 scénarii - Brette en amont de la confluence avec la Lawe _____	98
Tableau 18 : Hydrogrammes des 3 scénarii - Lawe en amont de la confluence le Bajuel _____	100

Tableau 19 : Comparaison des débits de pointe de crue des 3 scénarii - Lawe en amont de la confluence le Bajuel	101
Tableau 20 : Hydrogrammes des 3 scénarii – Bajuel en amont de la confluence avec la Lawe	102
Tableau 21 : Comparaison des débits de pointe de crue des 3 scénarii - Bajuel en amont de la confluence avec la Lawe	103
Tableau 22 : Hydrogrammes des 3 scénarii – Lawe en amont de la confluence avec la Brette	105
Tableau 23 : Comparaison des débits de pointe de crue des 3 scénarii - Lawe en amont de la confluence avec la Brette	105
Tableau 24 : Hydrogrammes des 3 scénarii – Lawe en aval de la confluence avec la Brette	107
Tableau 25 : Comparaison des débits de pointe de crue des 3 scénarii - Lawe en aval de la confluence avec la Brette	108
Tableau 26 : Hydrogrammes des 3 scénarii – Lawe en aval de la confluence avec la Biette	109
Tableau 27 : Comparaison des débits de pointe de crue des 3 scénarii - Lawe en aval de la confluence avec la Biette	110
Tableau 28 : Hydrogrammes des 3 scénarii – Lawe en aval des ZEC	112
Tableau 29 : Comparaison des débits de pointe de crue des 3 scénarii - Lawe en aval des ZEC	113
Tableau 30 : ordre de priorité des différentes ZEC	115
Tableau 31 : Synthèse comparative des différents scénarii	117
Tableau 32 : Liste des ponts à redimensionner	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 33 : Caractéristiques techniques des zones d’expansion de crue	134
Tableau 34 : Evaluation financière des zones d’expansion de crue	135
Tableau 35 : Ordre de priorité des zones d’expansion de crue	138
Tableau 36 : Répartition financière des actions dans le temps	141

Table des figures :

Figure 1 : Caractéristiques des problèmes recensés sur le bassin versant de la Lawe	21
Figure 2 : Evaluation des volumes à stocker pour assurer une protection contre une pluie hivernale de temps de retour 20 ans à Bruay-la-Buissière	26
Figure 3 : Stratégie d’intervention sur le bassin versant de la Lawe	29
Figure 4 : Niveau d’intervention préconisé sur les bassins versants élémentaires de la Lawe amont au vu de la problématique ruissellement	31

Figure 5 : Priorité d'intervention préconisée sur les bassins versants élémentaires de la Lawe amont au vu de la problématique ruissellement _____	32
Figure 6 : Stratégie d'intervention proposée sur le bassin versant de la Lawe _____	35
Figure 7 : Répartition des Zones d'expansion de crues (ZEC) sur l'ensemble du bassin versant de la Lawe _____	43
Figure 8 : Répartition des volumes stockables par sous bassin versant _____	43
Figure 9 : Schéma de la mise en place de digues en travers du lit majeur _____	52
Figure 10 : Mise en place d'ouvrages mobiles _____	52
Figure 11 : Schéma d'un fossé discontinu (Source : AREAS, Chambre d'agriculture) _	60
Figure 12 : Profil d'un fossé aménagé en fossé à redents (source AREHN) _____	61
Figure 13 : Exemple de diguettes en fascines (source AREHN) _____	62
Figure 14: Schéma d'une mare tampon (Source : AREAS, Chambre d'agriculture) ____	62
Figure 15: Schéma de principe d'une prairie inondable. (Source : Région Hte Normandie, AREAS, Chambres d'agriculture de l'Eure et de Seine-Maritime – Plaquette d'information) _____	63
Figure 16 : Bassins de rétention en eau _____	69
Figure 17 : Les chaussées à structure réservoir _____	70
Figure 18 : Les puits d'infiltration / de rétention _____	71
Figure 19 : Les noues d'infiltration / de rétention (Source : SIADO) _____	72
Figure 20 : Les tranchées d'infiltration / de rétention (Source : CETE du Sud-Ouest) _____	73
Figure 21 : Les toits stockants (citernes). _____	74
Figure 22 : Scénario 1 variante 1 - Hydrogramme écrêté à Bruay -la-Buissière pour une pluie d'hiver de temps de retour 20 ans _____	81
Figure 23 : Scénario 1 variante 2 - Hydrogramme écrêté à Bruay -la-Buissière pour une pluie d'hiver de temps de retour 20 ans _____	82
Figure 24 : Scénario 2 - Hydrogramme écrêté à Bruay -la-Buissière pour une pluie d'hiver de temps de retour 20 ans _____	83
Figure 25 : Hydrogramme de crue de la Brette – Volumes pouvant être stockés _____	87
Figure 26 : Effets simulés des techniques d'hydraulique douce dans le modèle hydraulique _____	89
Figure 27 : Effets escomptés des techniques d'hydraulique douce à l'aval d'un bassin où elles sont mises en oeuvre _____	90
Figure 28 : Scénario 1 – Aménagements des zones d'expansion de crues – Profil en long des niveaux d'eau de la Biette pour une pluie de période de retour 20 ans. _____	94
Figure 29 : Scénario 1 – Aménagements des zones d'expansion de crue – Profil en long des niveaux d'eau de la Brette amont pour une pluie de période de retour 20 ans _____	99

Figure 30 : Scénario 1 – Aménagements des zones d’expansion de crue – Profil en long des niveaux d’eau du Bajuel pour une pluie de période de retour 20 ans _____	104
Figure 31 : Scénario 1 – Aménagement des zones d’expansion de crues – profil en long des niveaux d’eau de la Lawe amont pour une pluie de période de retour 20 ans _____	111
Figure 32 : Hydrogrammes comparatifs des débits de la Lawe en aval des ZEC et en Aval du canal d’Aire _____	114
Figure 33 : Répartition du nombre d’ouvrage par priorité _____	138
Figure 34 : répartition financière des investissements _____	143

PREAMBULE

1. Contexte et objectifs de l'étude

Les épisodes pluvieux significatifs récents (en particulier ceux de décembre 1999) ont généré des inondations. Liées au débordement de la Lawe et aux eaux de ruissellement des terres agricoles, elles occasionnent des dommages temporaires chez des riverains, sur des voiries ou sur les exploitations agricoles.

Dans ce contexte préoccupant, le SYMSAGEL a décidé de lancer une étude de réalisation d'un plan de gestion globale et équilibré des écoulements et des crues des eaux de la Lawe. Le périmètre d'étude concerne l'ensemble du bassin versant de la Lawe, non navigable, situé en amont de la confluence avec le canal d'Aire. Les affluents tels que la Biette, la Brette et le Bajuel sont inclus dans le territoire étudié.

La présente étude a pour objectif de recenser et de diagnostiquer les problèmes existants au sein du périmètre d'étude afin de définir des mesures visant à réduire ou résorber les désordres hydrauliques (débordements, ruissellements...), et à protéger les zones urbanisées et les voiries. Le but final est de proposer des mesures préventives ou curatives afin de résorber ces problèmes.

2. Méthodologie

Cette étude se décompose en cinq phases :

1. Phase 1 : Constat, analyse et compréhension de la situation actuelle

Elle consiste d'une part en un recueil et une analyse des études existantes, des données générales et des éléments nécessaires à la conception du modèle hydraulique. Il s'agit d'autre part, d'établir un état des lieux précis des problèmes existants sur ce même périmètre. Cette phase s'appuie sur un examen approfondi du terrain, basé sur une démarche participative associant les acteurs du territoire : rencontre des élus de chaque commune, enquête auprès des riverains, des propriétaires d'ouvrages et des agriculteurs.

A l'issue de cette phase, un pré-diagnostic sera établi en relation avec l'analyse de l'hydrologie, de l'anthropisation et des caractéristiques du réseau hydrographique.

2. Phase 2 : Etude détaillée de l'hydrologie de surface et de l'érosion

Cette phase de diagnostic a pour objectif :

- l'analyse descriptive approfondie des sous-bassins versants amont,
- la description des versants urbanisés,
- l'étude hydrologique quantitative des épisodes importants.

3. Phase 3 : Modélisation hydraulique du réseau hydrographique et des crues – diagnostic général et détaillé des désordres.

Il s'agit de l'étude hydraulique qui consiste à simuler les conditions actuelles d'écoulement des cours d'eau en régime de crues débordantes en vue de mesurer les effets de ces crues en lit majeur. A l'issue de cette phase, les débordements seront cartographiés, et les zones naturelles d'expansion des crues seront identifiées.

4. Phase 4 : Recherche et étude des différents aménagements et des outils de gestion.

L'objectif est d'identifier les enjeux en présence (humains, socio-économiques, naturels) ainsi que les contraintes pour in fine présenter des aménagements répondant aux volontés locales. Diverses solutions formulées sous forme de scénarii seront proposées. Leurs dimensionnements et incidences seront évalués en fonction des éléments recueillis au cours des phases précédentes.

5. Phase 5 : Synthèse et programme détaillé des opérations

Cette dernière phase a pour but d'établir un programme d'aménagements sur une durée de trois ans, pour pallier dans les plus brefs délais aux désordres identifiés. Chaque aménagement proposé sera décrit en détail. En complément, pour garantir leur pérennité, des mesures de gestion et d'entretien seront proposées.

Ce rapport constitue la quatrième phase de l'étude présentant les différentes propositions d'aménagements sous forme de scénarios ainsi que les outils de gestion qu'ils induisent.

INTRODUCTION

Cette quatrième phase de recherche et d'étude des aménagements et des outils de gestion est fondée sur le pré-diagnostic établi au cours des phases précédentes :

- **phase 1** : identification des dysfonctionnements (problèmes d'inondations liés au débordement et au ruissellement, défaut de gestion des ouvrages existants),... ;
- **phase 2** : analyse des caractéristiques physiques du bassin versant et détermination des secteurs sensibles ;
- **phase 3** : étude du fonctionnement hydraulique des cours d'eau du bassin versant de la Lawe et simulation des crues.

La recherche et l'étude des aménagements et d'outils de gestion est fondée sur :

- **L'analyse des enjeux, des objectifs, des contraintes et l'inventaire des sites ou secteurs d'aménagements possibles.** La définition des enjeux et objectifs permettra de déterminer la liste des points durs nécessitant une action à très court terme ou dont la résorption peut améliorer significativement ou rapidement la situation, localement ou en aval. Les principes d'action à suivre sur le bassin versant de la Lawe ainsi définis, permettront de réaliser des propositions préliminaires d'aménagements ;
- **Propositions d'aménagements et construction de scénarii** : trois scénarii d'aménagements seront élaborés pour répondre aux objectifs précédemment identifiés. Ces scénarii associeront des propositions d'actions préventives et curatives en réponse aux deux problématiques de débordement et de ruissellement ;
- **L'estimation chiffrée et une synthèse comparative des différents scénarii** : elles permettront au maître d'ouvrage de s'orienter vers le meilleur choix technique en fonction des volontés locales et de ses moyens financiers.

Les scénarii seront soumis à l'appréciation du comité de pilotage et du maître d'ouvrage qui in fine, statueront sur les aménagements qu'ils souhaitent réaliser.

PARTIE 1

**ANALYSES ET
PROPOSITIONS PRELIMINAIRES**

1

Définition des enjeux

L'enjeu est constitué par les personnes, biens, activités, infrastructures susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel. Les enjeux seront déterminés à partir de l'état des lieux établi au cours de la première phase. Ils seront hiérarchisés en fonction de :

- la nature des dommages occasionnés : les zones à protéger seront confrontées à celles identifiées dans le cadre du PPRI ;
- la période de retour des évènements historiques observés ;
- l'occurrence des phénomènes observés ;
- la durée de l'épisode historique ;
- la nature de la problématique : si le dysfonctionnement constaté est lié à la gestion globale des écoulements sur le bassin versant de la Lawe ou si le dysfonctionnement est d'ordre local (sous-dimensionnement d'un ouvrage, ruissellement localisé,...).

L'analyse de ces différents critères permettra :

1. une identification des secteurs sur lesquels il est nécessaire d'intervenir ;
2. une hiérarchisation de ces secteurs.

Cette première hiérarchisation pourra être affinée par la suite en fonction des contraintes de faisabilité existantes sur les différents sites, de la stratégie d'aménagement retenue par le maître d'ouvrage et de ses moyens financiers.

1.1 Nature des dommages

La nature des dommages occasionnés lors des épisodes historiques est un des facteurs principaux de hiérarchisation des sites.

En effet, les dysfonctionnements causant l'inondation des habitations, des voiries sont plus dommageables que ceux affectant des prairies ou des surfaces cultivées.

Fondé sur cette hypothèse, un niveau d'enjeu est ainsi attribué en fonction des dommages recensés pour chacun des sites. Il figure dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Niveau d'enjeu affectés à la nature des dommages

Nature du dommage	Niveau d'enjeu
Prairies	Faible
Cultures	Moyen
Jardins et espaces verts	Moyen
Voiries	Fort
Sous-sol et caves	Fort
Habitation, établissement accueillant du public, bâtiment à vocation économique	Fort

Sur le bassin versant de la Lawe, les dysfonctionnements signalés affectent essentiellement les habitations et les voiries. Les habitations concernées sont les plus nombreuses sur le bassin versant intermédiaire : l'urbanisation étant plus dense.

Il est également important de souligner l'importante vulnérabilité du secteur de Marmottant à Bruay-la-Buissière. Situé en contrebas de la Lawe, la rupture de sa digue ou la surverse des eaux par-dessus celle-ci seraient extrêmement préjudiciables.

1.2 Période de retour des évènements historiques

L'aléa est un phénomène naturel de fréquence et d'intensité données. Sur le bassin versant de la Lawe, l'aléa est constitué par une pluie et une crue associées.

Le tableau suivant présente la période de retour des pluies mesurées pour les évènements historiques recensés

Tableau 2 : Périodes de retour des évènements historiques ayant occasionnés des dommages sur le bassin versant de la Lawe

Episodes	Fréquence de retour
Décembre 1993	Sur 4 jours : 5 ans Sur 5 jours : 7 ans Sur 15 jours : 25 ans
Juillet 1994	-
Juin 1998	< 10 ans
Décembre 1999	25 ans sur 3 jours
3 juin 2000	2 ans
2 juillet 2000	2 ans

Episodes	Fréquence de retour
8 août 2000	5 ans
Juillet 2001	5 ans
27 août 2002	< 10 ans

De la même manière que précédemment, un niveau d'aléa est affecté en fonction de la période de retour du dysfonctionnement observé.

Tableau 3: Catégorie de l'aléa attribuée à la période de retour des pluies historiques

Fréquence de retour	Catégorie de l'aléa
50 ans	Fort
30 ans	Fort
25 ans	Fort
10 ans	Moyen
5 ans	Faible
2 ans	Faible

Plus la période de retour de l'événement historique est importante, plus la probabilité que ce dernier se produise est faible. Ainsi, un phénomène d'une période de retour de 2 ans a une chance sur 2 de se produire une année donnée. Tandis que pour une période de 50 ans, le phénomène a une chance sur 50 de se produire chaque année. La catégorie de l'aléa faible est donc la plus pénalisante : les inondations observées pour une période de retour de 2 ans ont une probabilité plus forte de survenir. De plus, à type de pluie équivalent, si des dysfonctionnements sont déjà constatés pour des événements de faible période de retour, pour des périodes de retour plus fortes, les dommages occasionnés risquent d'être plus pénalisants.

Globalement, les inondations sont généralisées sur l'ensemble du bassin versant de la Lawe, et ce pour des périodes de retour identiques. L'épisode le plus localisé (spatialement) semble être celui du mois d'août 2002. Il est à l'origine des inondations constatées sur les bassins de la Lawe amont et intermédiaire.

1.3 L'occurrence des phénomènes observés

L'évaluation de l'occurrence des phénomènes est basée sur les informations collectées lors des enquêtes menées en phase 1. Les classes choisies pour l'occurrence sont les suivantes :

- Exceptionnelle : qui arrive moins d'une fois par an ;
- De temps en temps : qui arrive au moins une fois par an ;
- Régulière : qui arrive plusieurs fois par an.

Le tableau suivant présente les niveaux attribués à chaque classe d'occurrence :

Tableau 4 : Niveau attribué aux classes d'occurrence

Occurrence du phénomène	Niveau
Exceptionnelle	Faible
De temps en temps	Moyen
Régulière	Fort

Plus les inondations sont récurrentes plus le niveau est important.

Il est important de souligner l'absence de corrélation entre l'occurrence des phénomènes identifiés par les témoignages recueillis en phase 1 et les déclarations de sinistres réalisées. En effet, ces dernières sont beaucoup plus nombreuses traduisant la perte de mémoire au sujet des différentes crues observées.

1.4 La durée de l'épisode historique

Cette durée est évaluée à partir des enquêtes menées auprès des communes et des riverains lors de la première phase de l'étude, mais aussi à partir des déclarations de sinistres.

Globalement, sur le bassin versant de la Lawe, les inondations sont de faible durée : quelques heures en été et quelques jours en hiver. Les épisodes recensés excèdent rarement une semaine.

1.5 La nature de la problématique

Les dysfonctionnements recensés sur le bassin versant de la Lawe sont liés à une problématique de gestion des écoulements à l'échelle :

- globale : concomitance des débits de crues ; rapidité des apports des versants vers les fonds de vallées ;
- locale : inondations liées au sous-dimensionnement ou au mauvais fonctionnement d'un ouvrage, problème local de ruissellement (coulée de boues ou coulée d'eau).

Sur certains secteurs, la combinaison des deux problématiques est à l'origine des inondations observées.

Des actions visant une gestion globale des écoulements devront impérativement être combinées aux actions locales. Même si, pour des désordres ponctuels, la résolution du problème local suffira à pallier aux dysfonctionnements observés.

1.6 Conclusion

Afin d'identifier les sites prioritaires, une cartographie est établie à l'échelle globale du bassin versant de la Lawe. Pour chacun des dysfonctionnements identifiés, les caractéristiques précédentes sont reportées :

- la nature des dommages ;
- l'occurrence du phénomène ;
- la fréquence de retour de l'évènement ;
- la nature du désordre : ruissellement ou débordement ;
- le type de problématique : local ou global.

La Figure 1 ainsi réalisée, permet de mettre en évidence une sensibilité plutôt homogène sur l'ensemble du bassin versant. En effet, certaines zones apparaissent comme plus sensibles sans pour autant se démarquer réellement.

Elles sont les suivantes :

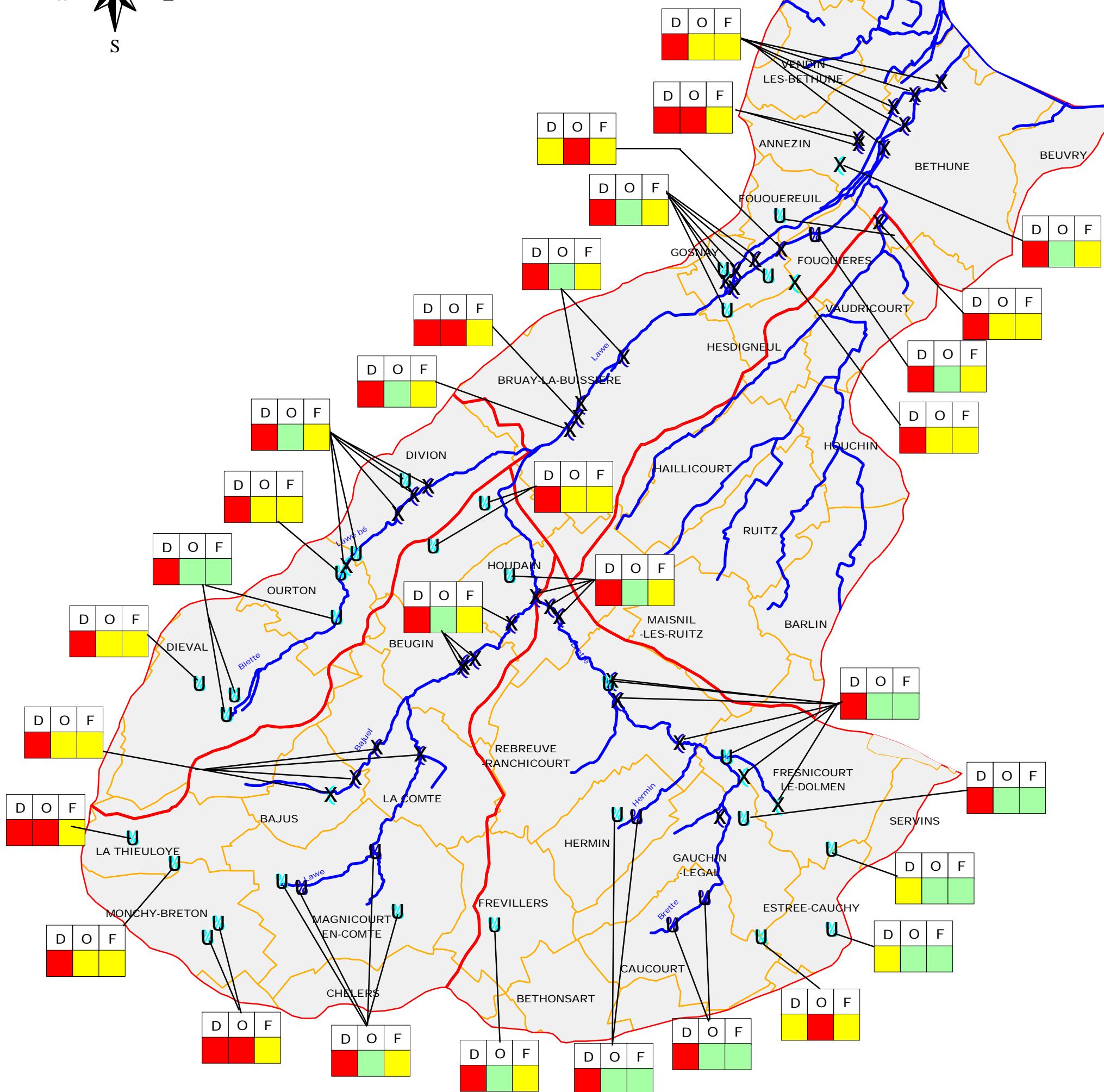
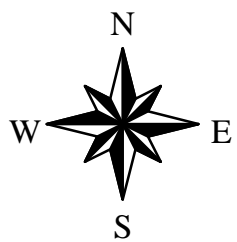
- les têtes de bassin de la Lawe et de la Biette où les dysfonctionnements constatés sont assez réguliers et relèvent davantage d'une problématique locale de gestion des ruissellements ;
- le bassin versant du Bajuel où les débordements observés s'inscrivent dans un contexte global de gestion des écoulements issus des versants ruraux pouvant être amplifiés par des contraintes hydrauliques locales ;
- le bassin versant de la Lawe intermédiaire sur les secteurs de Bruay-la-Buissière, d'Annezin et de Béthune. Les problèmes recensés relèvent de la problématique de gestion globale des écoulements. Néanmoins, il existe des dysfonctionnements locaux liés au sous-dimensionnement des réseaux pluviaux.

Le bassin versant de la Brette apparaît comme moins sensible : la récurrence des dysfonctionnements est faible. Toutefois, dans le cadre de la gestion globale des écoulements du bassin versant de la Lawe, il pourra faire l'objet d'aménagements, d'autant plus que les affluents rive droite de la Brette génèrent d'importants volumes ruisselés (cf. rapport de phase 2).

La hiérarchisation des travaux à réaliser sera donc délicate : faut-il privilégier la résorption des désordres locaux ? La gestion globale des crues ? La gestion globale des ruissellements ? Réaliser des aménagements répondant à ces trois problématiques dans en même temps ?

Cette hiérarchisation sera orientée par la suite en fonction des effets escomptés, des moyens nécessaires et des priorités des maîtres d'ouvrages.

Figure 1 : Caractéristiques des problèmes recensés sur le bassin versant de la Lawe



Nature des problèmes recensés :

- % Débordement
- % Ruissellement
- X Problématique globale
- U Problématique locale

Caractéristiques des problèmes recensés :

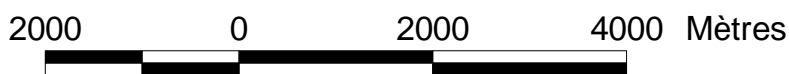
- D : nature des dommages occasionnés
- O : Occurrence du phénomène
- F : Période de retour du phénomène

- D : habitations, sous-sols, voiries, établissements publics
- O : régulière (plusieurs fois par an)
- F : période de retour inférieure à 10 ans

- D : jardins, cours
- O : de temps en temps (au moins une fois par an)
- F : période de retour de 10 ans

- D : cultures, prairies
- O : exceptionnelle (moins d'une fois par an)
- F : période de retour supérieure à 20 ans

- ~ Rivières
- Limites du bassin versant
- Limites communales



2

Définition des objectifs et stratégies d'intervention

L'analyse des dysfonctionnements et des conditions hydrauliques ainsi que la prise en compte des volontés locales permettent :

- **l'identification des objectifs** : ils fixent la nature des actions retenues ;
- **l'évaluation des débits préjudiciables** : elle détermine les conditions maximales avant l'apparition des problèmes ;
- **la définition des périodes de retour** : elle identifie le seuil de tolérance retenu ;
- **la définition de la stratégie d'action** : elle définit les grands principes d'actions répondant aux objectifs.

Cette phase constitue une étape préalable indispensable à l'élaboration de scénarii.

2.1 Objectifs

Les objectifs globaux de gestion des écoulements poursuivis sur le bassin versant de la Lawe sont les suivants :

- la résorption des dysfonctionnements locaux liés aux débordements des rivières, des réseaux pluviaux et aux ruissellements ;
- le ralentissement dynamique des crues ;
- la gestion des zones d'expansion des crues (ZEC) ;
- la gestion des écoulements des versants ruraux ;
- la gestion des eaux pluviales en milieu urbain ;
- la gestion des crues à l'échelle globale du bassin versant de la Lys.

Ces objectifs peuvent être déclinés en sous-objectifs :

1. Réduire les flux issus de l'amont

- Les inondations observées sur le bassin versant de la Lawe intermédiaire sont essentiellement liées aux apports des bassins versants amont de la Lawe et de la Brette. Les zones naturelles d'expansion des crues sont activées mais l'intégralité de leur potentiel n'est pas exploitée.
- La concentration des eaux de ruissellements vers les fonds de vallées occasionnent des désordres hydrauliques importants dès la tête de bassin. La maîtrise temporelle de ces écoulements ainsi que des volumes ruisselés est nécessaire.

2. Augmenter la rugosité afin de diminuer les vitesses d'écoulement.

- Sur le territoire d'étude, les cultures en rangs, favorables au ruissellement, sont bien représentées. La mise en œuvre de mesures préventives visant une meilleure répartition de ces cultures, leur sens de pratique et la gestion des chantiers de récolte est nécessaire.
- L'hiver, les terres arables destinées à accueillir une culture de printemps présentent la plupart du temps une interculture. Le ruissellement est ainsi limité.
- Cette mesure se concrétise également au travers de la conservation des prairies existantes et plus particulièrement celles présentes au niveau des versants fortement pentus.

3. Accompagner les écoulements par la mise en place de bandes enherbées au niveau des vallées sèches et la création de talus ou fossés en bordure de voirie afin de limiter le ruissellement sur ces dernières.

4. Limiter les volumes ruisselés notamment par une maîtrise de l'urbanisation. L'urbanisation augmente régulièrement sur le territoire d'étude générant un accroissement des surfaces imperméabilisées donc des volumes ruisselés. Pour y palier, il est indispensable que toute construction nouvelle (habitations, zones d'activité, voiries) possède son propre dispositif de stockage des eaux pluviales. Ce type d'aménagement peut être également implanté lors de la rénovation de certains quartiers.

5. Améliorer la gestion des eaux pluviales : par le redimensionnement des réseaux existants et par une meilleure gestion des eaux pluviales au travers de l'utilisation des techniques alternatives (lors des restaurations de quartier et pour les zones nouvellement urbanisées). Sur le bassin versant amont, les aménagements proposés essaieront de pallier au transit des eaux de ruissellement ruraux par les réseaux pluviaux des communes « rurales ».

2.2 Evaluation des débits préjudiciables

L'évaluation des débits préjudiciables a pour objectif d'estimer les débits de plein bords : débits atteints avant débordement. Leur identification est essentielle sur la Lawe intermédiaire et particulièrement à Bruay-la-Buissière et Béthune. Ces deux agglomérations constituent les secteurs les plus vulnérables.

D'après l'analyse du contexte hydrologique et la modélisation des écoulements, le débit de crue non débordant à Bruay-La-Buissière est égal à 16 m³/s. Ce débit constitue donc une condition limite: il ne doit pas être dépassé afin d'éviter les inondations dans l'agglomération de Bruay-La-Buissière.

A l'échelle du bassin versant de la Lys, afin de réduire les crues dommageables, une réduction des débits de la Lawe de 5 m³/s pendant 3 jours est requis.

2.3 Définition des périodes de retour de protection

La période de retour retenue pour le dimensionnement des aménagements en matière de lutte contre les débordements de la Lawe et de ses affluents est de 20 ans. En effet, au delà de cette période les coûts d'investissements nécessaires pour la réalisation des aménagements sont trop onéreux. Au vu des débits estimés à partir de l'analyse statistique des pluies (absence de mesures des débits de la Lawe et de ses affluents), la période hivernale est la plus préjudiciable. **Ainsi, les différents scénarii et les aménagements sont proposés pour un épisode hivernale de période de retour de 20 ans.**

Après la mise en œuvre du modèle hydraulique, il apparaît nécessaire d'assurer le bon transit des écoulements dans l'agglomération de Bruay-la-Buissière (débordements très préjudiciables en rive gauche à cause du risque de rupture de digues). Le débit capacitaire du lit est estimé à 16 m³/s. L'objectif est donc d'écarter les crues de la Lawe pour atteindre cette condition aval de 16 m³/s. Cependant, de manière sécuritaire, il est nécessaire d'assurer une revanche (distance entre la crête de la digue et la ligne d'eau) de 30 cm au minimum. Au vu de ces objectifs, il convient donc d'abaisser le débit entrant à Bruay-La-Buissière à 14 m³/s, ce qui implique de stocker un volume estimé à 550 000 m³.

Mettre en œuvre un stockage pour une pluie hivernale de temps de retour 50 ans, en conservant une revanche de 30 cm en tout point de la digue, impliquerait de stocker pratiquement 1 000 000 m³.

La Figure 2 (page suivante) illustre les différents volumes à stocker en fonction des différentes périodes de retour. L'hydrogramme de crue de la Lawe au niveau de son exutoire est représenté en bleu foncé. Ainsi pour un débit de pointe de 28 m³/s, le niveau d'eau dans la rivière est de 2,1 mètres. Les zones hachurées représentent les volumes à stocker déterminés à partir des objectifs précédemment cités. La surface hachurée en bleu ciel représente un volume plus important mais sécuritaire. En effet, il est évalué en prenant une revanche de 30 cm par rapport à l'objectif de ne pas dépasser 18m³/s à Bruay-la-Buissière.

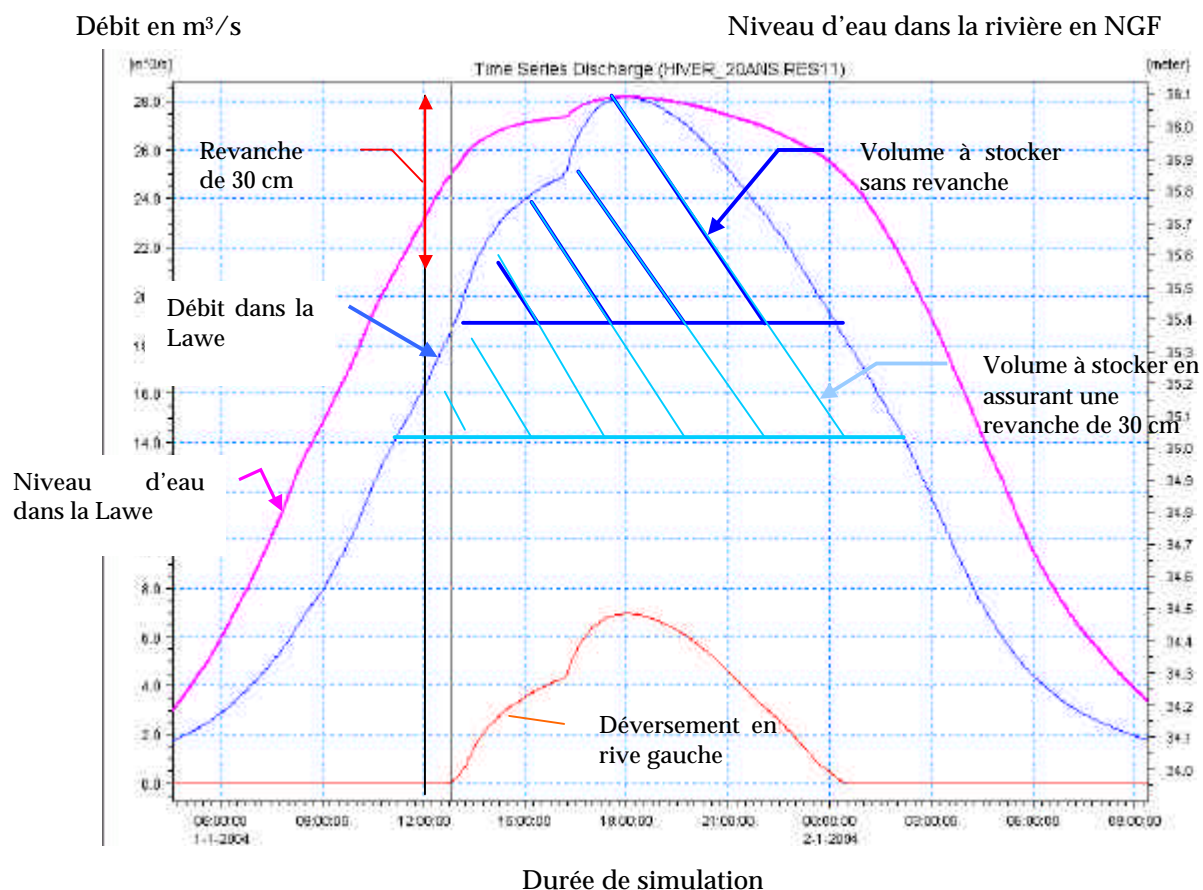


Figure 2 : Evaluation des volumes à stocker pour assurer une protection contre une pluie hivernale de temps de retour 20 ans à Bruay-la-Buissière

Pour mettre en œuvre ce stockage, deux possibilités s'offrent aux maîtres d'ouvrage soit :

1. Le stockage de l'intégralité des volumes en lit majeur, sous la forme de zone d'expansion des crues (ZEC) ;
2. Le stockage de la majeure partie des volumes en lit majeur et au niveau des versants générant les ruissellements les plus importants.

Ces possibilités de stockage sont essentielles car elles déterminent les 3 scénarii proposés.

Concernant la problématique ruissellement, classiquement, la période de retour de 10 ans est retenue pour le dimensionnement des aménagements. En effet, au delà de cette période, des aménagements d'importante capacité sont nécessaires, impliquant des investissements considérables par rapport aux dommages générés.

2.4 Définition de la stratégie d'intervention

La stratégie d'intervention élaborée repose sur deux objectifs essentiels :

- remédier aux inondations du bassin versant de la Lawe relevant des problématiques débordement et ruissellement,
- diminuer les débits de la Lawe à la sortie du bassin versant en vue de la problématique globale de gestion des crues de la Lys.

Cette stratégie est donc fondée sur l'analyse :

- de l'inventaire des zones inondées et des dysfonctionnements hydrauliques (phase 1 de la présente étude) ;
- des caractéristiques physiques des bassins versants (phase 2 de la présente étude) ;
- du fonctionnement hydraulique de la Lawe et de ses affluents à partir de la modélisation et de la simulation des écoulements (phase 3 de l'étude).

2.4.1 Gestion globale des crues

Au vu des résultats du diagnostic hydrologique, les écoulements générés par le bassin versant de la Biette s'évacuent rapidement. En revanche, les débits de pointe des bassins versants de la Brette et de la Lawe amont sont pratiquement concomitants. **Le modèle hydraulique met en évidence que les débordements à Bruay-la-Buissière constituent des zones de rétention protégeant ainsi Béthune et les différentes villes en aval.** En effet, sans ces zones, l'ampleur des inondations à l'aval de Bruay-la-Buissière serait encore plus importante.

En matière de gestion des débordements, la stratégie par bassin versant est exposée par la suite.

2.4.1.1 Bassin versant de la Biette

La gestion des écoulements sur ce bassin est délicate. Deux possibilités sont envisageables :

- soit aucune intervention n'est réalisée en terme de gestion globale des écoulements (absence de rétention) afin de ne pas provoquer la concomitance des débits de la Lawe amont et de la Brette. Des actions pour résorber les dysfonctionnement locaux (sous-dimensionnement d'un pont, ...) liés à des désordres hydrauliques seront proposées ;
- soit des zones d'expansion de crues sont créées et aménagées en amont du bassin versant pour augmenter le stockage en amont de Bruay-La-Buissière. Ainsi seule la partie décroissante de l'hydrogramme sera différée.

2.4.1.2 Bassin versant de la Lawe :

Globalement, sur ce bassin versant, la stratégie d'intervention consiste en la mise en œuvre d'actions permettant un écrêtement des débits de pointe et des volumes préjudiciables ainsi qu'une résorption des désordres locaux en terme de ruissellement et de débordement. Les interventions projetées peuvent également porter sur l'activation de certaines ZEC pour des périodes de retour plus faible. Les actions proposées diffèrent sensiblement entre les deux sous-bassins :

- **Lawe amont** : en complément des ZEC, des dispositifs de stockage des eaux issus des versants ruraux seront proposés. Ils permettront d'atteindre les objectifs fixés précédemment (500 000 m³ à stocker en amont de Bruay-La-Buissière). Les volumes de rétention disponibles sont explicités dans le paragraphe suivant.
- **Lawe intermédiaire** : l'aménagement de ZEC en aval de Bruay-la-Buissière permettra d'écrêter les débits et volumes écoulés à Béthune mais aussi de diminuer le débit de la Lawe à sa confluence avec la Lys. Une meilleure gestion des eaux pluviales devra également être mise en place (cf. chapitre 3 page 50).

2.4.1.3 Bassin versant de la Brette

La stratégie est identique à celle du bassin versant de la Lawe amont. Des actions permettant un écrêtement des débits de pointe et des volumes préjudiciables ainsi qu'une résorption des désordres locaux (débordement et ruissellement) sont proposées.

2.4.2 Gestion des écoulements des bassins versants ruraux

Un scénario unique est réalisé pour la gestion des écoulements des bassins versants ruraux. Les bassins versants de la Biette, de la Lawe amont et de la Brette sont particulièrement concernés. Sur ces secteurs, la stratégie d'intervention est la suivante :

- Résorption des dysfonctionnements locaux,
- Maîtrise des volumes ruisselés vers les fonds de vallées : des aménagements sont proposés en complément des ZEC dans l'objectif de stocker 100 000 m³ soit 20% du volume projeté.

Ainsi, certaines propositions d'aménagements répondent aux deux objectifs de gestion locale et globale des écoulements. En fonction de l'objectif poursuivi, une classification des bassins versants élémentaires est réalisée afin de hiérarchiser les différents sites.

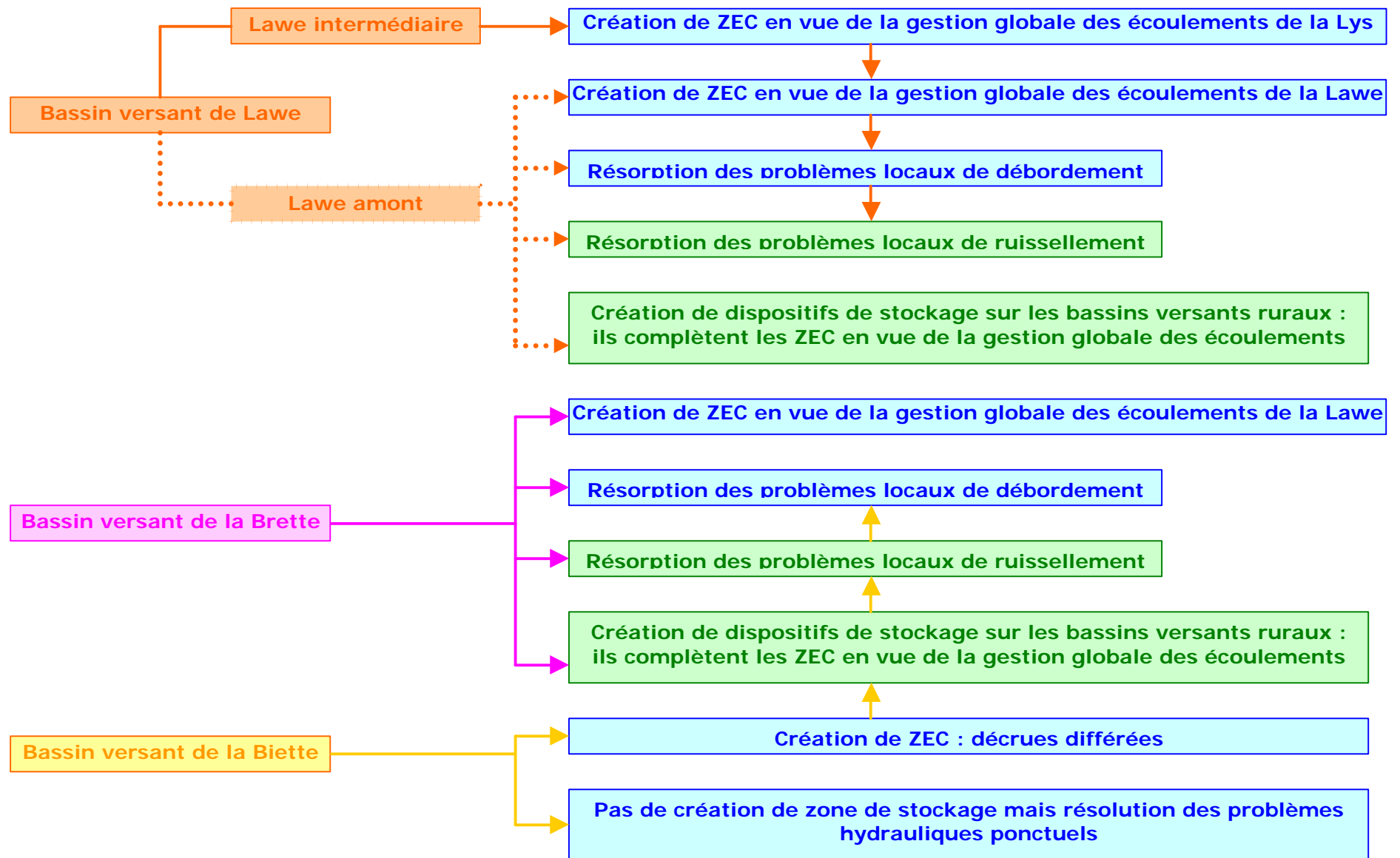


Figure 3 : Stratégie d'intervention sur le bassin versant de la Lawe

L'analyse des caractéristiques physiques du versant amont de la Lawe, réalisée en phase 2 de la présente étude, a permis d'évaluer, pour chaque sous-bassin versant, sa sensibilité à l'aléa ruissellement et érosion. Ainsi sur les secteurs d'aléa fort à très fort deux possibilités s'offrent :

- la forte sensibilité résulte principalement de la nature de l'occupation des sols (urbanisation, cultures favorables au ruissellement) : la mise en œuvre d'actions préventives sera essentielle. Elle pourra être couplée à la mise en place d'actions curatives si nécessaire ;
- la forte sensibilité est essentiellement liée aux caractéristiques physiques du bassin versant (pente, nature des sols) et la nature de l'occupation des sols intervient peu ; alors la mise en œuvre d'actions curatives sera à privilégier.

A partir de ce constat, le niveau d'intervention et le type d'action à engager en terme « d'hydraulique douce » sont évalués. Les 3 niveaux d'intervention retenus sont les suivants :

- niveau faible : la mise en place de mesures préventives relevant principalement de mesures agronomiques est préconisée;
- niveau moyen : la combinaison de mesures préventives et curatives est proposée;
- niveau élevé : les caractéristiques physiques des bassins versants étant extrêmement favorables au ruissellement, la mise en œuvre de mesures préventives et curatives poussées s'avèrent nécessaires pour pallier aux dysfonctionnements observés.

Un zonage des bassins versants élémentaires est ainsi réalisé (Figure 4). Il permet d'identifier les secteurs où la mise en œuvre d'aménagements poussés relevant de « l'hydraulique douce » sont incontournables.

Le croisement de l'aléa, du niveau d'intervention et des problèmes recensés a permis de définir les priorités d'intervention sur les bassins versants ruraux au vu de la problématique ruissellement. En effet, la présence d'inondation a été considérée comme prioritaire. Il est important de souligner que certains bassins versants (rive gauche de la Brette) nécessitant des moyens d'intervention plutôt élevés ne sont pas prioritaires. Ceci s'explique par le fait qu'aucun dysfonctionnement n'a été recensé.

Les secteurs prioritaires pourront donc être modifiés en réponse aux conditions induites par la problématique débordement et en fonction des problématiques privilégiées par le maître d'ouvrage et le comité de pilotage.

Figure 4 : Niveau d'intervention préconisé sur les bassins versants élémentaires de la Lawe amont au vu de la problématique ruissellement

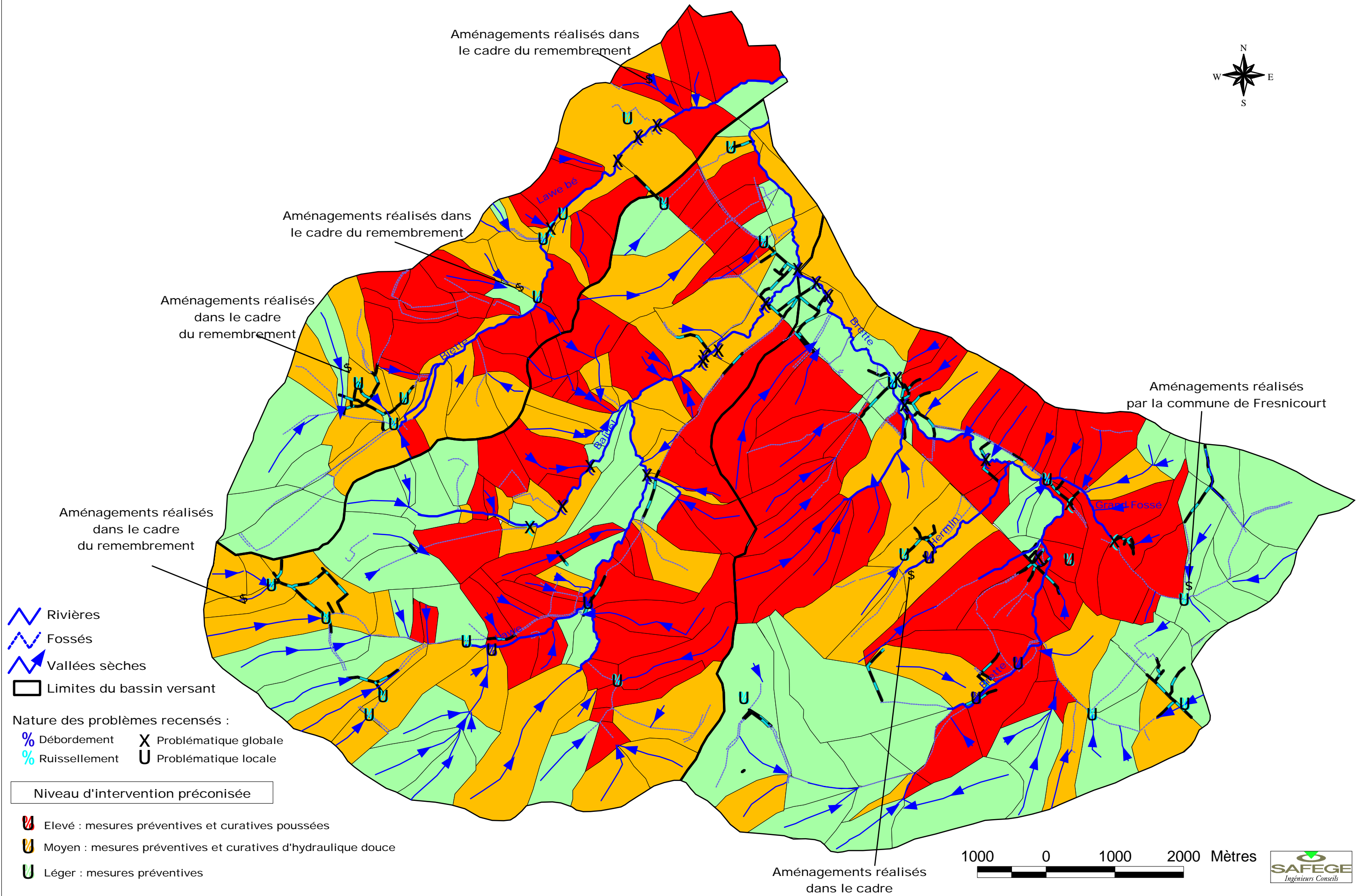
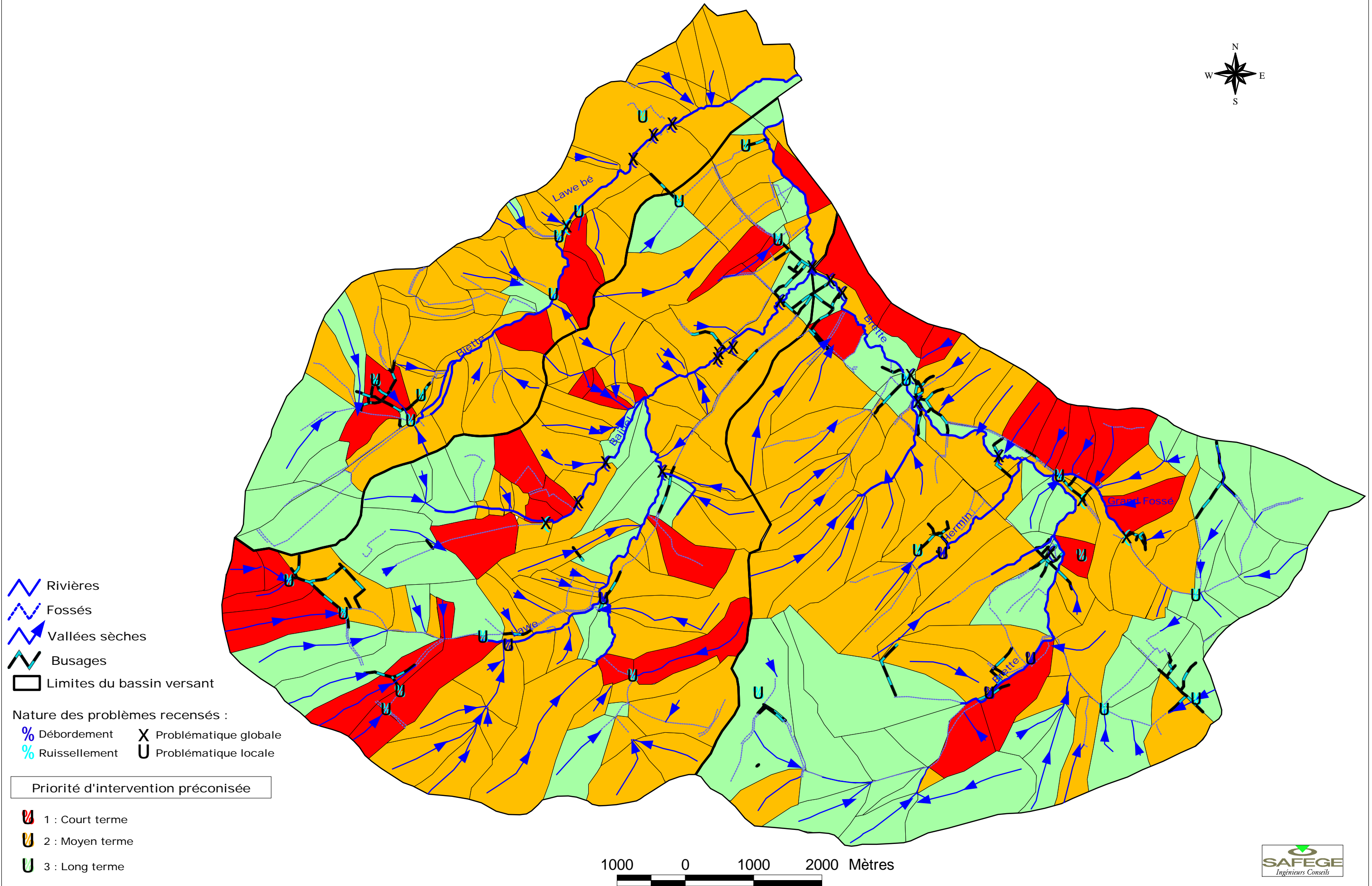


Figure 5 : Priorité d'intervention préconisée sur les bassins versants élémentaires de la Lawe amont au vu de la problématique ruissellement



2.4.3 Conclusion

La stratégie d'intervention sur le bassin versant de la Lawe doit aboutir à :

- la gestion des crues de la Lawe, de ses affluents et à plus grande échelle des crues de la Lys ;
- la maîtrise des ruissellements des bassins versants ruraux ;
- la maîtrise des eaux pluviales.

A cette fin, les objectifs poursuivis sont les suivants :

1. évaluation des volumes à stocker et des aménagements nécessaires pour une crue cinquantennale ;
2. évaluation des volumes à stocker et des aménagements nécessaires pour une crue vingtennale. Deux variantes sont proposées : stockage de l'intégralité des volumes en lit majeur ou stockage des volumes préjudiciables en lit majeur et au niveau des versants ruraux qui génèrent des ruissellement importants ;
3. intégration dans le scénario précédent de l'objectif de gestion des crues à l'échelle globale de la Lys : écrêtement des débits de la Lawe de 5 m³/s sur la totalité de la durée de crue.

La répartition des aménagements sur l'ensemble du bassin versant doit être privilégiée. En effet, elle permet :

- une gestion diffuse à l'échelle globale du bassin versant et non sectorisée comme elle l'est à l'heure actuelle,
- une gestion continue des écoulements : dans le cadre du dysfonctionnement d'un aménagement, un autre peut prendre le relais.

Ainsi, au moins deux niveaux d'intervention se profilent :

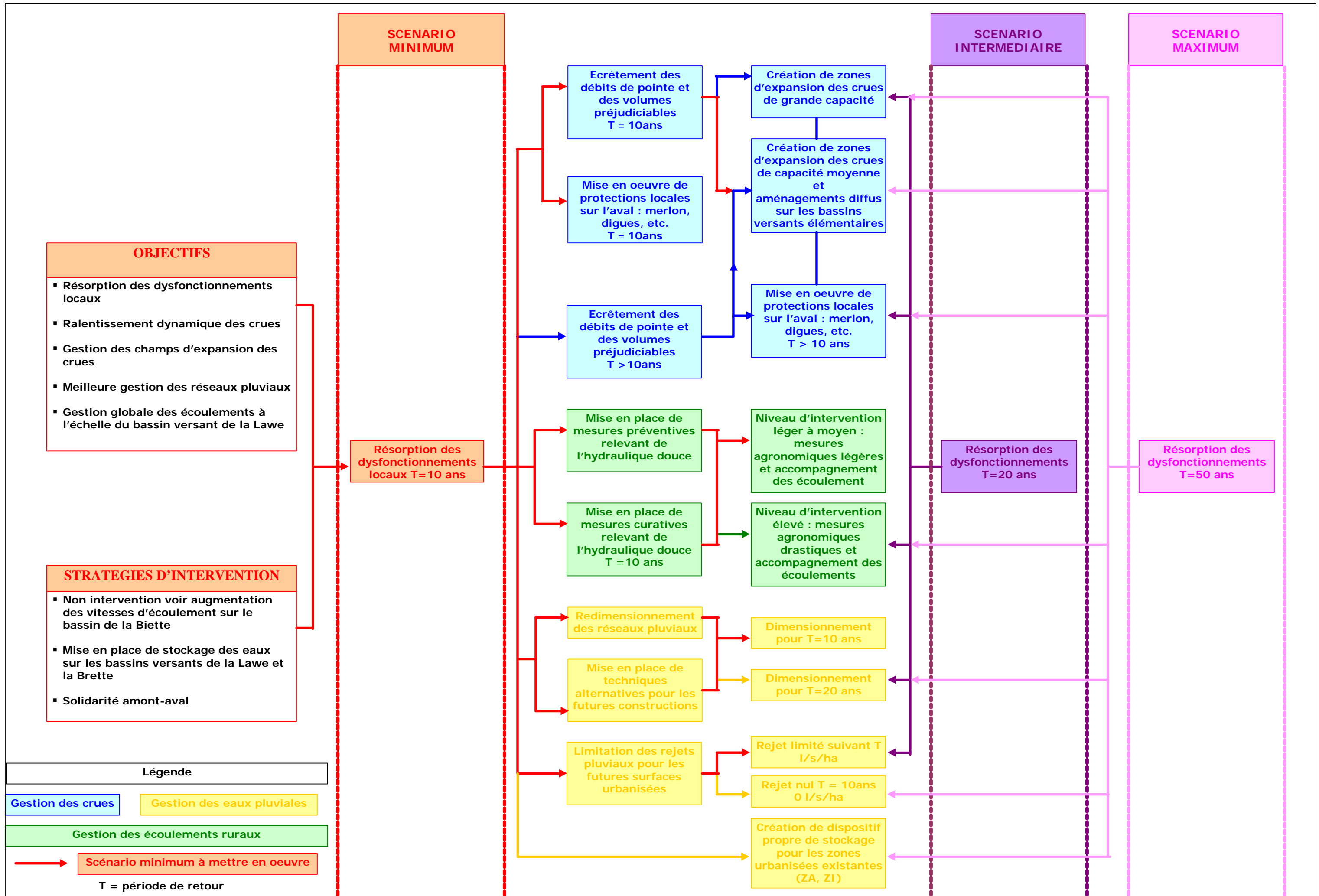
- Création de zones d'expansion de crues (ZEC) à court terme afin de pallier aux dommages occasionnés par les débordements de la Lawe et de ses affluents ;
- Aménagement à l'échelle macroscopique des versants, permettant une gestion diffuse des écoulements sur le long terme.

Les principes d'actions proposés sur le territoire d'étude répondent au principe de solidarité amont-aval indispensable pour aboutir à des scénarii de gestion globale et mobilisent la participation de tous les acteurs : communes, riverains, lotisseurs, industriels, agriculteurs, structures intercommunales, associations....

L'aménagement d'un bassin versant ne peut être réalisé sans engager une réflexion autour de la maîtrise des enjeux (personnes, biens, activités, infrastructures). Elle est indispensable afin de réduire les dommages encourus lors de l'apparition de désordres hydrauliques. Plusieurs mesures sont préconisées :

- proscrire l'implantation de nouveaux enjeux dans les champs d'expansion des rivières, sur les chemins préférentiels de ruissellements et dans les fonds de thalwegs ;
- imposer la mise en œuvre de dispositif de gestion des eaux pluviales pour les nouvelles surfaces imperméabilisées ;
- ne plus imperméabiliser les chemins existants et éviter la construction de route dans l'axe des thalwegs.

Figure 6 : Scénari d'aménagements et variantes proposés sur le bassin versant de la Lawe



3

Inventaire des sites d'aménagements et de leurs contraintes

Cette partie a pour objectif d'identifier tous les sites potentiels d'aménagements recensés en lit majeur de la Lawe et de ses affluents et sur les bassins versants ruraux.

Les sites sont déterminés en fonction des résultats de la modélisation hydraulique des rivières, des projets d'aménagements déjà existants et de la nature de l'occupation des sols.

A partir des données recueillies, les atouts et contraintes de chacun des sites sont identifiés.

3.1 Rappel des projets existants

Les projets en cours ont été répertoriés à partir des informations collectées auprès des différents acteurs du bassin versant (élus, exploitants agricoles, SIPAL, Charbonnages de France, ...). Ils concernent :

- Les aménagements en rivière ;
- La gestion des écoulements des versants ;
- L'urbanisation à venir.

3.1.1 Aménagements en rivière

Concernant les aménagements sur les rivières :

1. La commune de Divion projette de modifier le tracé de la Biette le long de la rue Pasteur. L'aménagement consiste en une translation vers l'amont du coude formé par la Biette et la réalisation d'une protection locale (remblai) pour remédier à l'inondation des habitations ;
2. La commune de Beugin projette la réalisation d'une zone forestière inondable sur la Lawe sur le secteur du « Bois Louis » ;

3. La DDE a émis des hypothèses quant aux possibilités de création de zones d'expansion des crues sur le bassin versant de la Lawe. Trois zones sont pressenties. Elles sont localisées dans le lit majeur de :

- la Biette de Diéval à Orton ;
- la Biette en amont de Divion ;
- la Lawe sur les communes de La Comté et Beugin.

Le projet est dorénavant porté par la communauté d'agglomération Artois Comm. qui a fait effectué des relevés topographiques sommaires sur les différentes zones.

4. Le groupe Charbonnage de France projette la réalisation d'aménagements de la Lawe dans sa traversée de Bruay-la-Buissière. Ils consistent en :

- la surélévation ponctuelle de la digue rive gauche, entre la rue d'Hulluch et le pont Cail ;
- la stabilisation des digues à l'amont du pont de la rue Lamendin ;
- la stabilisation des berges de la Lawe au passage de la rue du Dr Doulens, entre le pont Cail et la rue d'Aire.

A partir des diagnostics hydrologiques et hydrauliques, les sites et les aménagements à conforter et ceux à ne pas maintenir seront déterminés.

3.1.2 Gestion des écoulements des versants

Le remembrement est en cours sur les communes de Beugin, la Comté et Houdain. La problématique ruissellement a été intégrée dans l'étude préalable et des sites potentiels pour la réalisation de bassin de rétention se profilent. Ils sont situés sur les bassins versants suivants :

- le bassin versant de la Vallée Royaume : l'ouvrage serait situé au niveau du thalweg sec sur la commune de Houdain ;
- le bassin versant du Riez Pignon (BR72) : l'ouvrage serait situé au niveau de la vallée sèche sur la commune de Houdain ;
- le bassin versant LA57 : l'ouvrage serait situé au niveau du versant sur la commune de Beugin.

La communauté de communes du Saint-Polois, compétente en matière de ruissellement, a lancé une étude des ruissellements sur la commune de Monchy-Breton. Un diagnostic des problèmes observés a été réalisé. Des propositions d'aménagements accompagnées de mesures préventives ont été réalisées. Les aménagements proposés sont les suivants :

- 3 diguettes dans le vallon au lieu-dit « les Sars » ;
- 1 retenue de 500 m³ au lieu-dit « La Louvière » ;
- 1 fossé de 500 m ;
- 1 mare tampon dans le bourg de la commune ;
- 1 passage busé de 400 mm dans le bourg ;
- 1 fossé de 300 m dans le bourg ;
- 2 fossés de part et d'autre de la route départementale RD86.

Une concertation avec les agriculteurs a été lancée pour la réalisation de ces aménagements.

3.1.3 Urbanisation future

En terme d'urbanisation de nombreux projets ont été identifiés auprès des différentes communes :

- à Béthune : projet immobilier communal dans le quartier de Catorive ;
- à Fouquereuil : création en cours d'un lotissement d'une quarantaine d'habitations disposant d'un bassin de rétention propre assurant la gestion des eaux pluviales ;
- à Annezin : création de trois lotissements : deux proches de la zone industrielle et le troisième à proximité des « Materloos » ;
- à Divion : construction d'un hôpital et d'une nouvelle rocade à la limite des bassins versants de la Lawe et de la Clarence à proximité de la cité des Sablonnières.

Pour les communes n'ayant pas répondu ou n'étant pas énumérées, elles ne possèdent pas de grands projets d'urbanisation. Toutefois de nouvelles habitations isolées peuvent s'implanter contribuant à l'augmentation des surfaces urbanisées de manière diffuse.

3.2 Inventaire des sites et contraintes liées

Les sites inventoriés relèvent des deux problématiques ruissellement et débordement. Ils sont essentiellement représentés par les zones d'expansion de crues (ZEC). En effet, en terme de problématique ruissellement, le niveau d'intervention étant macroscopique, l'inventaire de tous les sites serait insensé.

Les contraintes identifiées sont issues des observations de terrain et des informations recueillies au cours des enquêtes.

Il est important de souligner que les sites proposés sont des sites potentiels d'aménagements. En effet, avant toute réalisation d'aménagement des études complémentaires d'avant-projet sont indispensables afin de vérifier la faisabilité de l'ouvrage et d'évaluer précisément son dimensionnement (évaluation précise des volumes pouvant être stockés). Dans ce but, des investigations topographiques complémentaires ainsi que des études géotechniques devront être menées.

3.2.1 Inventaire des sites

Les sites inventoriés sont les sites potentiels pour la mise en place d'aménagement. Au vu des objectifs, des contraintes liées à ces sites, des concertations engagées avec les différents usagers et des moyens financiers des maîtres d'ouvrages, les sites proposés seront maintenus dans le programme d'aménagement.

3.2.2 Contraintes liées aux sites

Certaines contraintes, imposées par la morphologie du bassin versant, de son historique et de son occupation des sols, sont communes à de nombreux sites. Elles s'appliquent aux différents sites répertoriés que ce soit en matière de problématiques ruissellement ou débordement.

▪ CONTRAINTES GENERALES

Les contraintes recensées sur le bassin versant de la Lawe sont nombreuses et variées. Elles sont les suivantes :

- **la morphologie très souvent encaissée du lit majeur et la pente assez forte** : les zones d'expansion des crues (ZEC) sont de petites tailles et n'offrent pas la possibilité de stocker des volumes importants sur un même site. Seul, le bassin versant intermédiaire de la Lawe offre des ZEC de superficies plus importantes ;
- **la présence de très nombreux enjeux en lit majeur** : l'aménagement des ZEC par la mise en place de digues transversales dans le lit majeur génère un nouveau risque (lié à la rupture d'une digue) ;
- **la présence de réglementation** : des périmètres de protection sont présents au niveau des captages utilisés pour l'alimentation en eau

potable. Dans ces périmètres des aménagements peuvent être interdits par la DDASS¹. Les communes concernées sur le bassin versant de la Lawe sont : Ourton, Magnicourt-en-Comté, Rebreuve-Ranchicourt ;

- **le conflit d'usage** : sur de nombreux secteurs amont, les écoulements du réseau hydrographique secondaire se font au sein de cavées qui constituent des itinéraires départementaux de randonnées. L'aménagement de ces dernières doit donc prendre en compte cet usage.
- **L'accès au site de stockage** est un élément primordial afin de garantir la pérennité des ouvrages qui seront réalisés ainsi que leur bon fonctionnement. Dans le cas où l'accès au site est difficile, des accès devront être mis en place.

La topographie est le facteur le plus limitant : les sites identifiés ont de petites capacités. Les différents scénarii étudiés sont donc conditionnés par cet aspect. La majorité des ZEC doit donc être sollicitée afin d'atteindre les objectifs poursuivis.

- **CONTRAINTES PARTICULIERES**

Le tableau suivant présente, pour chaque zone recensée, les contraintes liées à chaque site et les enjeux présents.

La surface de chaque zone a été évaluée à partir du MNT (modèle numérique de terrain) et du semis de points réalisés par photogrammétrie. Toutefois, ces données manquent de précision et ne dispensent pas de relevés topographiques précis de chaque zone.

Les volumes cités dans le tableau suivant sont donnés à titre indicatif. Les volumes stockés sont fonction de la hauteur d'eau débordée au sein de chaque site. Le volume est évalué selon l'hypothèse d'une hauteur d'eau moyenne de 30 cm pour les volumes obtenus en fourchette basse, et de 50 cm pour la fourchette haute. Dans la réalité, certains sites seront plus facilement mobilisables et les volumes retenus pourront donc être plus conséquents.

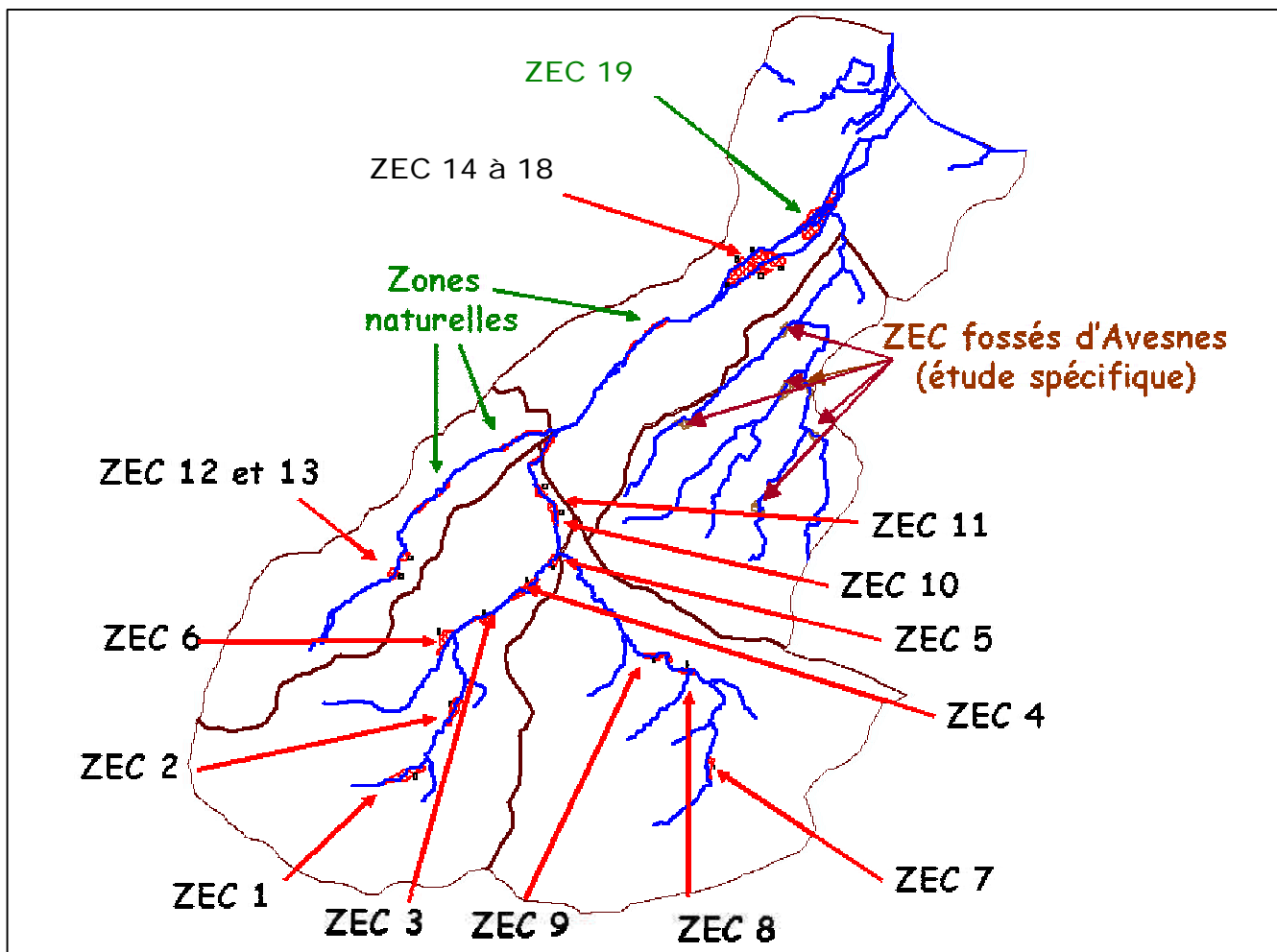
Les sites figurant en vert sont les plus intéressants à mettre en œuvre du fait de leur implantation et des volumes stockables (sites n°1, 2, 6, 7, à 10). Ils vont donc être préférentiellement testés afin d'observer leur incidence sur les hydrogrammes de crues entrants dans Bruay-La-Buissière (premier scénario). En mobilisant l'ensemble de ces zones, le volume stocké est estimé, en fourchette haute, à 300 000 m³. Cela signifie que ces sites devront être complétés par des zones présentant des contraintes plus importantes et devront également être intégrées au plan de gestion. D'autre part, en complément, des stockages de capacité moyenne seront proposés sur les versants afin d'atteindre les objectifs fixés.

¹ DDASS : Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales

Tableau 5 : Inventaire des potentielles ZEC

SITE	SUPERFICIE (ha)	VOLUME STOCKE PROJETE (m ³)	OCCUPATION DU SOL	ENJEUX/ CONTRAINTES
N°1 Magnicourt	14	45 000 à 75 000	Prairies, marais, bois	Captage d'eau, route et proximité d'habitations
N°2 La Comté	9	30 000 à 50 000	prairies	Elevage en plein air
N°3 Beugin	4	11 000 à 19 000	prairies	Proximité de maisons
N°4 Beugin/Houdain	11	35 000 à 60 000	prairies	Maisons à protéger dans la zone pente de la vallée (nécessité de plusieurs ouvrages)
N°5 Houdain	5	15 000 à 40 000	prairies	Proximité d'une zone urbaine dense
N°6 Bajuel	10	30 000 à 55 000	prairies	Aucun
N°7 Gauchin	6	17 000 à 30 000	prairies	Proximité d'habitations
N°8 Rebreuve	4	11 000 à 20 000	prairies	Aucun
N°9 Rebreuve	6,5	19 000 à 32 000	prairies	Aucun
N°10 Houdain	8	25 000 à 40 000	Peupleraie, forêt	Une habitation
N°11 Houdain	3,5	11 000 à 37 000	Peupleraie, forêt	Trois habitations
N°12 Ourton	3,5	10 000 à 18 000	prairies	Quelques habitations à proximité
N°13 Ourton	3	9 000 à 15 000	prairies	Une ou deux habitations
N°14 Gosnay	4	11 000 à 18 000	cultures	Aucun
N°15 Gosnay	2,5	7 000 à 12 000	cultures	Aucun
N°16 Gosnay	21	64 000 à 106 000	cultures	Aucun
N°17 Fouquereuil	13	38 000 à 65 000	cultures	Bâtiments (usine)
N°18 Fouquières	4,5	14 000 à 23 000	cultures	Aucun
N°19 Fouquereuil	29	> 200 000	prairies, cultures, bois	Aucun

Figure 7 : Répartition des Zones d'expansion de crues (ZEC) sur l'ensemble du bassin versant de la Lawe



La figure suivante illustre les volumes pouvant potentiellement être stockés par sous bassin versant.

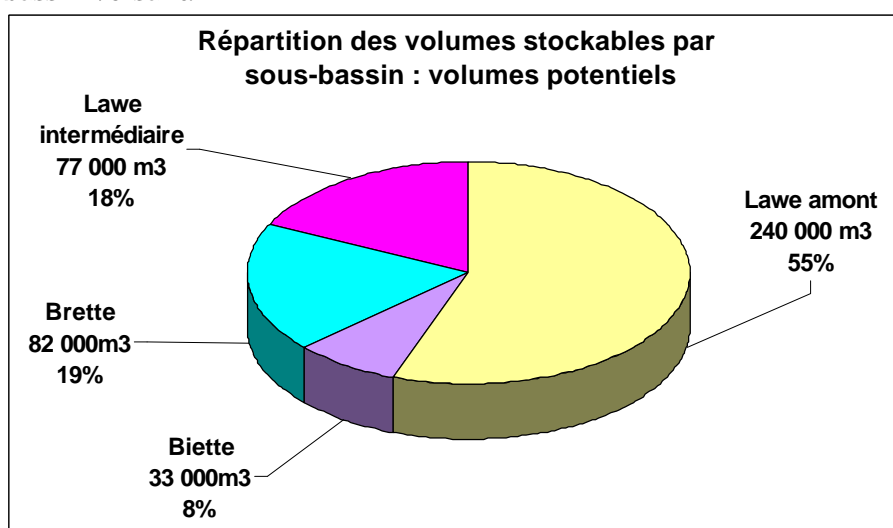


Figure 8 : Répartition des volumes stockables par sous bassin versant

D'après la figure précédente, les possibilités de stockage sont plus réduites sur le bassin versant de la Biette du fait de la topographie de la vallée (lit majeur très encaissé). Sur le bassin versant de la Brette, les possibilités de stockage sont faibles, pourtant, il pourvoit des débits et volumes de crue conséquents à l'échelle globale du bassin versant de la Lawe. Des aménagements complémentaires au ZEC paraissent nécessaires. Le bassin versant de la Lawe amont présente les plus grandes capacités de stockage : des ZEC pourront donc être aménagées prioritairement. Le bassin versant intermédiaire de la Lawe présentent également des potentialités en terme de stockage. Ces zones sont donc importantes puisqu'elles permettront, en outre, d'atteindre plus facilement « l'objectif Lys » en complément des aménagements réalisés à l'amont pour protéger les différentes communes du bassin versant de la Lawe.

Les zones naturelles inondées sont conservées. Sur certaines d'entre elles, un surstockage pourra être mis en place (exhaussement de la ligne d'eau de quelques décimètres). Toutefois, cette possibilité ne sera étudiée que sur des zones facilement aménageables et où les volumes mis en jeux sont conséquents.

Les zones de stockage en aval de Bruay-la-Buissière (Gosnay et Fouquières) sont également très intéressantes à solliciter. En effet, elles permettent un écrêtement des crues de la Lawe avant son entrée dans Béthune. Ces zones présentent aussi un fort intérêt dans le cadre de l'objectif Lys (limitation des apports de la Lawe à l'échelle globale du bassin versant de la Lys).

3.3 Conclusion

De nombreux travaux ont été menés isolément sur le bassin versant de la Lawe et d'autres sont encore projetés. Les zones d'expansion de crues pressenties dans le cadre du projet porté par la communauté d'agglomération Artois Comm. ne sont pas toutes aisément mobilisables et aménageables pour le surstockage. Des travaux ponctuels sont prévus sur la commune de Bruay-la-Buissière sous la maîtrise d'ouvrage du groupe charbonnages de France. Les travaux de confortement des digues sont nécessaires. Ceux relatifs à la lutte contre les crues pourraient être différés : en effet la création de ZEC en amont de Bruay peut suffire à sa protection pour des crues générées par une pluie d'une période de retour de 20 ans.

La situation au niveau du bassin versant intermédiaire (traversée de Bruay-La-Buissière) impose donc la mise en place de stockage sur la Lawe et ses affluents. La mise en œuvre du modèle hydraulique a permis d'identifier 14 sites potentiels pour la création de zone d'expansion de crues (ZEC).

L'analyse des contraintes relatives à chaque site met en évidence deux contraintes limitantes : la topographie et la présence de nombreux enjeux en lit majeur. La mise en place de ZEC dans les vallées se révèlent donc assez délicate : les vallées sont encaissées et le stockage se fait donc sur de faibles étendues. En outre, le dénivelé prononcé du lit majeur est le facteur limitant. Ainsi afin d'utiliser au mieux le potentiel de chaque site, la construction, en série, de plusieurs diguettes

en travers du lit majeur s'avère nécessaire. De plus, l'intégralité des zones précédemment identifiées doit être sollicitée pour atteindre les objectifs fixés. La mise en œuvre d'aménagements sur le bassin versant de la Lawe se révèle plutôt complexe du fait des différentes contraintes physiques et anthropiques.

Les trois scénarii proposés seront donc fortement dépendants de l'ensemble des caractéristiques précédemment citées.

PARTIE 2

PRINCIPES DES AMENAGEMENTS

4

Introduction

Sur le bassin versant de la Lawe, les enjeux en présence guident les principes d'aménagements retenus vers :

- Le ralentissement dynamique des crues : les débordements en lit majeur sont accentués et des zones d'expansion de crues en fond de vallées sont mises en œuvre,
- La recherche d'une rétention maximale dès l'amont des bassins versants : en aucun cas les écoulements vers l'aval ne doivent être amplifiés,

La maîtrise foncière et la mise à disposition des terrains : les volontés locales s'orientent davantage vers un processus de concertation entre les différents acteurs locaux dont l'issue est le passage de conventions.

Les principes d'actions répertoriés dans cette partie sont relatifs aux problématiques :

- débordement : actions sur les crues ;
- ruissellement : actions sur les versants ;
- gestion des eaux pluviales : actions sur les bassins urbanisés.

Quelque soit la nature de la problématique, deux niveaux d'intervention interdépendants et complémentaires sont indispensables. Ils sont les suivants :

- **niveau préventif** : les mesures proposées sont des prescriptions pour l'ensemble du bassin versant de la Lawe qui ont pour but de limiter les inondations à moyen ou long terme. Elles sont constituées par des actions : de gestion diffuse des écoulements, des pratiques agronomiques, ZEC, des mesures liées à l'urbanisation, etc.
- **niveau curatif** : les actions proposées permettent de remédier aux problèmes sur le court terme. Elles sont généralement constituées par des aménagement « moyens à lourds » : bassins de rétention, protections locales, etc.

D'autre part, les types d'aménagements pouvant être déclinés localement seront présentés afin de présenter la palette d'ouvrages envisageables en matière :

1. de gestion des écoulements des versants ;
2. de gestion des crues ;
3. des ruissellements en milieu urbain.

Les propositions d'aménagements seront détaillées pour les secteurs identifiés en concertation avec le comité de pilotage.

5

Actions sur les crues

Agir sur les crues répond aux trois objectifs suivants :

- **limiter les risques immédiats** pour les populations présentes sur les bassins considérés ;
- **résoudre les désordres hydrauliques secondaires** (voiries régulièrement inondées...);
- **favoriser globalement la rétention des eaux** sur les parties amont des sous-bassins dans une vision de solidarité de bassin amont / aval ;

Pour atteindre ces objectifs, des actions de types préventives et curatives seront à mettre en place sur le bassin versant.

5.1 Actions préventives

5.1.1 Entretien de l'existant

L'**entretien du lit mineur** ainsi que de **ses abords** par les riverains est indispensable au bon fonctionnement hydraulique d'un cours d'eau. Cet entretien permet d'éviter la formation d'embâcles qui bouchent les ponts et provoquent alors des débordements et des inondations en amont.

Il convient d'éviter la présence de bois morts ou d'arbres abattus dans le lit mineur et sur les berges. En effet, si le cours d'eau sort de son lit, cela évite ainsi que les branches sur les berges soient emportées et forment des embâcles sous les ouvrages dont le dimensionnement est au mieux juste satisfaisant.

5.1.2 Création de zones d'expansion de crue

- **PRINCIPE**

Le fonctionnement d'un cours d'eau dans une zone à problèmes peut être influencé en créant des zones de contrôle d'expansion de crue qui réduisent les débits de crue transitant à l'aval et diminuent ainsi la fréquence des débordements. Ces zones sont ainsi le plus souvent créées en amont des zones les plus menacées, et sont de dimensions variables en fonction du bassin versant et du niveau de protection

recherché. Elles permettent un stockage d'une partie des écoulements, puis une restitution progressive.

Une zone d'expansion de crue peut se faire selon deux principes : une solution consiste à retenir de l'eau dans le lit majeur à l'aide d'une digue artificielle de hauteur plus ou moins importante selon les circonstances et les possibilités foncières. Deux types d'ouvrages peuvent être mis en place à cette occasion :

- **Des ouvrages dits « rustiques »** : ils sont fixes dans le lit majeur et peuvent ou non réduire la section du lit mineur (voir Figure 9). Ces ouvrages ont l'avantage d'être facilement mis en place et de demander peu d'entretien, leur coût est donc limité, par contre, leur efficacité hydraulique n'est pas maximale.

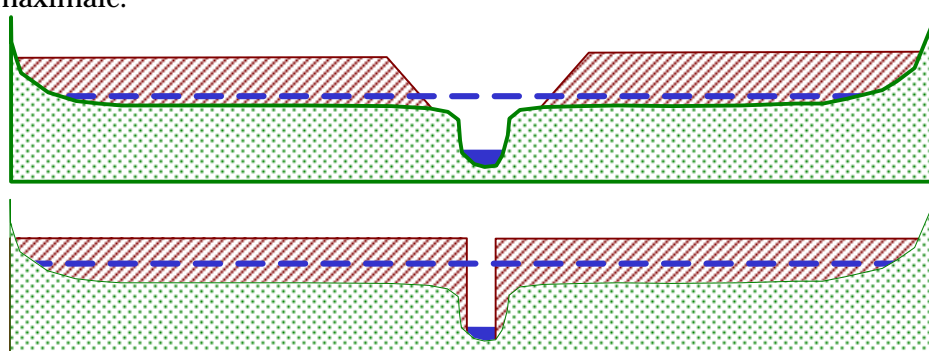


Figure 9 : Schéma de la mise en place de digues en travers du lit majeur

- **Des ouvrages dits « sophistiqués »** : ils sont constitués de digues en lit majeurs et d'ouvrages en lit mineur (voir Figure 10). Ils sont mobiles, équipés de clapets et peuvent même être régulés. Leur efficacité est optimale mais le coût de mise en place, de gestion et d'entretien est important.

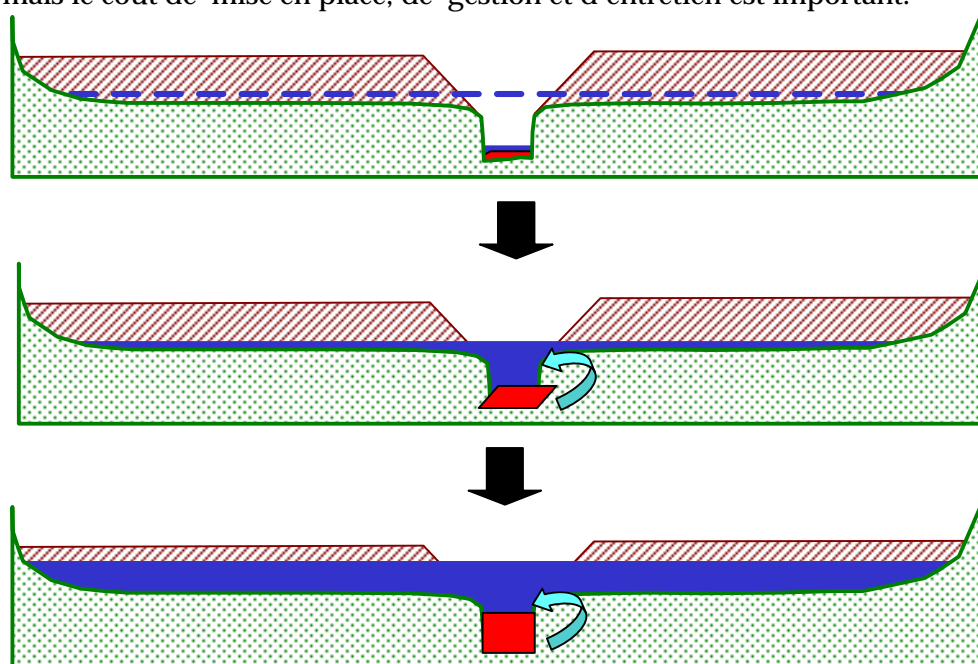


Figure 10 : Mise en place d'ouvrages mobiles

Une autre méthode consiste à creuser un bassin en décaissant le terrain naturel à proximité du cours d'eau. Le volume de stockage est déterminé à partir de la surface disponible de stockage. La cote de déversement est déterminée à l'aide de la modélisation des écoulements.

Une telle zone doit présenter les deux caractéristiques suivantes :

- Ne pas se trouver en aval d'une zone sensible aux inondations, au risque d'aggraver les crues à cet endroit ;
- Présenter une superficie suffisamment grande pour créer un stockage influant sur le volume des écoulements.

Cependant, si de grands volumes peuvent être stockés dans ces bassins, la mise en place de plusieurs petits bassins en amont ou de petits bassins en série reste préférable à un ouvrage unique et volumineux.

▪ **AVANTAGES ET INCONVENIENTS**

L'avantage de la mise en place de tels aménagements est d'améliorer de façon globale la situation des écoulements à l'aval de la zone de rétention, en écrétant les débits transitant dans le cours d'eau. L'inconvénient de cette solution est la difficulté de son intégration dans le paysage. En effet, elle nécessite soit un décaissement du lit majeur, soit la mise en place de digues dans la vallée ce qui implique le terrassement des merlons cauchois et l'abattage des essences se développant dessus, d'où une modification du paysage. Par ailleurs, les bassins de rétention constituent des aménagements coûteux et dont l'entretien est souvent conséquent, notamment si les eaux y transitant sont fortement chargées en limons.

La principale limite de ces aménagements est qu'ils offrent un volume de stockage d'eau limité et ne sont plus efficaces lorsqu'ils sont en eau. Ils sont ainsi moins efficaces sur les crues d'hiver où les volumes écoulés sont plus importants que sur les crues d'orages.

▪ **FAISABILITE**

La création de zones d'expansion de crue peut soulever de nombreux problèmes car elle nécessite une intervention partielle sur le lit mineur du cours d'eau et entraîne l'inondation de certaines zones de façon plus grave que dans la situation actuelle.

D'autre part, un certain nombre de précautions doivent être prises en préalable à la mise en place de ces bassins avec la réalisation d'études géotechniques permettant de prendre en compte notamment la présence éventuelle de bêtouilles.

Par ailleurs, il ne faut pas négliger le risque de rupture de digue. Tout cela nécessite des conceptions et des mises en œuvre rigoureuses.

5.1.3 Gestion des ouvrages

De nombreux moulins privés sont présents sur les différents cours d'eau. Sur le bassin versant de la Lawe amont, ils sont pour la plupart encore équipés de leurs différents organes de régulation des débits de la rivière. Normalement, en période de crues les vannes doivent être levées pour permettre l'écoulement de la crue. C'est pourquoi, les différentes simulations hydrauliques ont été réalisées avec les vannes des ouvrages levées.

Afin de pallier aux inondations liées à la fermeture des vannages des actions doivent être menées. Elles peuvent prendre plusieurs formes :

1. le passage de convention avec les propriétaires privés : elle permet une sensibilisation du propriétaire, mais ne possède pas de caractère obligatoire et aucun recours n'est possible dans le cas de non respect de la convention ;
2. l'arrêté municipal réglementant les périodes d'ouverture obligatoire des vannages (l'ouverture des vannes du moulin de La Comté est réglementée par un arrêté municipal) ;
3. le démantèlement des vannes des moulins ne présentant plus d'usage : absence d'utilisation de la force motrice de l'eau.

La mise en place d'une gestion organisée des ouvrages est indispensable sur le bassin versant de la Lawe. A cette fin, une concertation avec les différents propriétaires des ouvrages concernés doit être engagée. La réalisation de réunion et d'entretien particulier s'avérera nécessaire pour fixer au cas par cas le type d'action le plus approprié.

5.2 Actions curatives

5.2.1 Aménagements locaux (zones urbaines)

Pour réduire les problèmes ponctuels, des aménagements locaux peuvent être envisagés dans la traversée des secteurs urbains. Il peut s'agir par exemple d'augmentation de la capacité du lit mineur (élargissement d'ouvrages, curage, etc...) ou de limitations de débordements en zone sensible (endiguement). Cependant, on cherchera en priorité à lutter contre les débordement en améliorant la capacité des cours d'eau, en évitant dans la mesure du possible de faire monter les niveaux d'eau du fait de la mise en place de digues de protection locale.

Les lignes d'eau dans les traversées urbaines peuvent aussi être abaissées en modifiant le réseau hydrographique dans ou en aval de ces traversées. Le principe est de diminuer les niveaux d'eau en aval ; cette baisse se répercute ensuite en amont. Ces aménagements peuvent être des bras de décharge ou des suppressions d'ouvrages tels des seuils en aval des zones urbanisées.

5.2.2 Entretien des cours d'eau

Le curage des cours d'eau fait partie des aménagements à proposer dans le cadre de la lutte contre les inondations. En effet, le curage permet d'augmenter la capacité du lit mineur du cours d'eau, et ainsi d'abaisser les lignes d'eau au droit de zones sensibles. Cependant, cette solution ne sera pas envisagée en priorité, dans la mesure où elle constitue un aménagement non définitif, qui n'est efficace que sur une durée limitée, et doit être renouvelée régulièrement (en moyenne tous les 2 à 5 ans). De plus, la réalisation d'un curage pose la question du devenir des matériaux, qui dépendra notamment de leur nature.

6

Actions sur les versants ruraux

Les préconisations visant à maîtriser les ruissellements sont diverses. Elles répondent aux principes d'aménagements décrits dans la partie suivante et aux volontés des acteurs locaux.

Les principes des actions à mettre en œuvre sont de deux types :

- **Agronomique et agricole** : ces mesures préventives interviennent sur la genèse des ruissellements,
- **Hydraulique** : ces mesures curatives sont ponctuelles et concernent l'organisation des écoulements.

Le tableau suivant présente les objectifs visés et l'échelle d'application de ces deux types de mesures.

Tableau 6 : Principe des actions proposées

Type de mesure	Objectifs visés	Lieux
Mesure agronomique	Limiter l'impact des gouttes de pluie	Sur les sols sensibles au phénomène de battance
	Favoriser l'infiltration des eaux	Sur les sols à faible pente, ou en fond de vallée
	Réduire les capacités de détachement et de transport des particules du sol	Sur les parcelles à forte pente, sur les axes d'écoulements
Mesure hydraulique	Limiter la concentration des flux	En tête de bassin versant
	Organiser les écoulements	Au niveau des nœuds hydrauliques
	Protéger les zones sensibles	En amont des secteurs ayant subi des problèmes

Le mode d'application de ces mesures est détaillé dans les paragraphes suivants.

6.1 Les préconisations agronomiques et agricoles

6.1.1 Pratiques adaptées pour limiter le ruissellement

Avant d'envisager des aménagements localisés possédant une action curative, il importe de limiter le ruissellement à sa source. Il existe de multiples mesures visant à accroître la rugosité du sol et à limiter la formation des croûtes de battance. Les techniques sont les suivantes :

1. **Le travail du sol perpendiculaire à la pente (dans le sens de la pente la plus longue)** : permet de retarder l'apparition du ruissellement en augmentant la rugosité dans le sens de la pente et de ralentir les écoulements. Sur le territoire du bassin versant de la Lawe, sur les secteurs de plateau, l'incidence du sens des cultures sur le ruissellement est faible, la pente étant pratiquement nulle (hors zone de micro-relief). Par contre sur des bassins versants à topographie plus marquée, et principalement sur les versants de la Biette et de la Lawe, les cultures pratiquées dans le sens la pente favorisent l'accélération du ruissellement.
2. **La pratique de cultures intermédiaires** : l'objectif est de réduire les surfaces laissées à nu en hiver et ainsi de limiter leur sensibilité à l'érosion par la pratique d'intercultures. En assurant une couverture des sols, elles protègent les agrégats des sols en limitant ainsi la formation d'une croûte de battance et donc le ruissellement. Les principales espèces sont la moutarde blanche, le seigle, le trèfle incarnat, la navette d'hiver, le ray-grass d'Italie. Rappelons que ce type de pratique est réalisé sur le territoire d'étude.
3. **Ne pas trop affiner le lit de semence des cultures de printemps** : cela facilite l'apparition d'une croûte de battance. Un travail du sol avec une structure homogène d'agrégats moyens reste l'idéal.
4. **L'effacement des ornières** : le passage d'engins dans les conditions souvent humides de l'automne laisse des ornières tassées, à fond uni et peu perméable où s'accumulent des dépôts de limons. Elles constituent également des chemins préférentiels d'écoulement des eaux. Afin de compenser ce phénomène, un passage de déchaumeur à dents, par exemple sur le sol rassis, redonne à la terre une surface motteuse et un léger micro-relief facilitant la pénétration de l'eau et réduisant les vitesses d'écoulement.

Ces mesures globales à multiples facettes sont efficaces si elles sont généralisées. Elles peuvent également répondre à des dysfonctionnements locaux. Il est également important de souligner que ce type de mesures est déjà en place sur le bassin versant de la Lawe.

6.1.2 Le maintien des prairies

Si les prairies ne constituent pas le mode d'occupation du sol dominant sur le bassin versant de la Lawe, leur rôle est important. Sur les pentes, leur maintien contribue à une bonne protection des sols contre l'érosion et ralentit les écoulements de l'eau.

Nous insistons donc sur la nécessité de conserver les prairies, en particulier celles situées sur les versants pentus. Certes les nouvelles orientations de la PAC (Politique Agricole Commune) peuvent conduire à la diminution des surfaces en prairies, mais leur conservation constitue un enjeu sur le bassin versant de la Lawe.

Ces mesures sont donc des éléments fondamentaux dans la lutte contre les ruissellements, dans un souci d'efficacité à long terme.

6.2 Mesures hydrauliques visant l'organisation des écoulements

Les mesures agronomiques donnent des résultats significatifs, mais parfois insuffisants. La question de la maîtrise du ruissellement déjà formé demeure. Elle relève d'un traitement hydraulique.

L'organisation des écoulements vise à acheminer l'eau vers les points les moins sensibles c'est à dire en :

- limitant la concentration du ruissellement,
- réduisant les vitesses de transfert vers l'aval,
- favorisant le dépôt des limons des plateaux en amont des zones de stockage pour limiter leur remplissage trop rapide.

6.2.1 Création de bandes enherbées

Elle a pour but de conduire l'eau vers l'aval sans incision des sols. Sa mise en place répond avant tout à un objectif de **limitation de l'érosion**, mais elle devient **nécessaire en amont des structures de stockage pour éviter leur comblement prématuré**. Implantée suivant l'axe du thalweg, la largeur proposée est de 10 mètres. La partie centrale doit être légèrement en creux pour éviter le rehaussement de la bande trop rapide du fait des limons piégés. Le compactage de la bande lui permet de résister à des forces d'érosion plus fortes.

Enfin, le travail du sol à proximité de la bande enherbée ne devra pas être parallèle à cette dernière afin d'éviter de l'envaser, ce qui réduirait considérablement son efficacité.

Sur le bassin versant de la Lawe, la mise en place de bandes enherbées est proposée de manière systématique au niveau des thalwegs dont la pente longitudinale est supérieure à 5% (cf cartographie élaborée en phase 2) et où l'occupation des sols n'est pas constituée par des prairies.

6.2.2 Aménagement de fossés et talus

Les fossés et talus constituent des aménagements linéaires destinés **à capter les ruissellements des parcelles en évitant des érosions importantes**. Ils permettent de favoriser des micro-rétentions locales, d'augmenter le chemin hydraulique des écoulements et de les diriger vers des zones de stockage ou vers une bande enherbée. Plusieurs combinaisons peuvent être mises en place :

- Des fossés de ceinturage pour capter les eaux en bordure de parcelle et les diriger vers une bande enherbée,
- Des fossés talus qui permettent de piéger une partie des ruissellements sur les versants,
- Des fossés-talus discontinus ou fossés réservoirs pour les zones les moins pentues et en bordure de voirie qui permettent un micro-stockage et une filtration. Ce type de mesure limite également la concentration des ruissellements.
- Des talus simples pour réduire les pentes des terres cultivées et freiner l'écoulement des eaux.

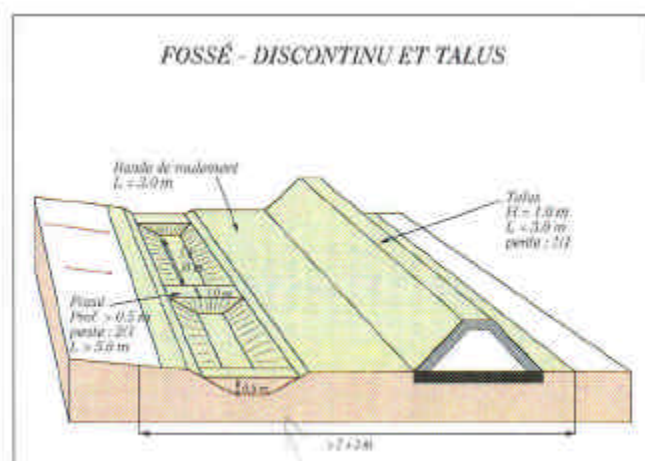


Figure 11 : Schéma d'un fossé discontinu (Source : AREAS, Chambre d'agriculture)

La fermeture des fossés par des buses de petit diamètre permet, de plus, d'assurer un micro-stockage au sein de ces structures.

6.3 Mesures hydrauliques visant à limiter la concentration du ruissellement et à stocker les eaux

Si les préconisations agronomiques constituent de bonnes solutions pour réduire la concentration des eaux de pluies vers l'aval, ces mesures restent de la responsabilité de chaque exploitant et peuvent être remises en cause à chaque nouvelle culture. En complément de ces mesures préventives, différents petits aménagements hydrauliques peuvent être proposés. Ils ont pour objet de réduire la concentration des eaux vers l'aval et de les stocker provisoirement afin de les restituer lentement au milieu. Ainsi, les écoulements sont donc différés.

6.3.1 Fossés à redents

Ce type d'aménagement a pour but de réaliser un micro-stockage sur le réseau de fossé. Il consiste en la mise en œuvre de seuils accompagnés d'une buse autorisant un débit de fuite ou d'enrochements qui permettent de ralentir l'écoulement des eaux en conditions « normales ».

Ce type d'aménagement est préconisé sur l'ensemble d'un linéaire mais n'exclut pas la réalisation d'aménagements de stockage plus importants. Il permet une régulation pour des épisodes aux temps de retour faibles.

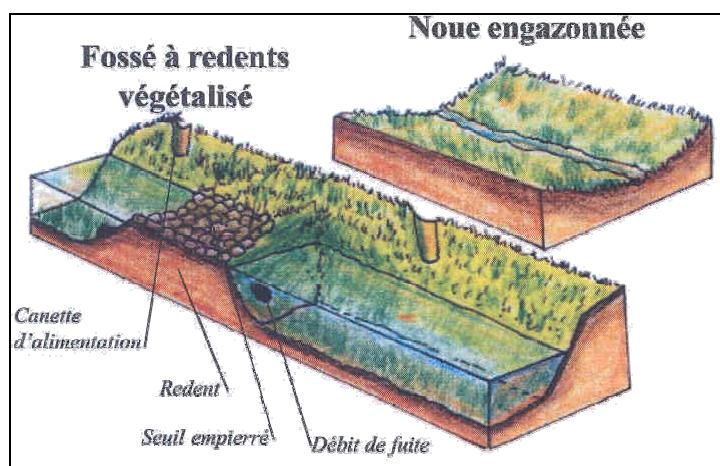


Figure 12 : Profil d'un fossé aménagé en fossé à redents (source AREHN)

6.3.2 Diguettes en fascines ou botte de paille

Les diguettes en fascines ou botte de paille sont installées au travers du thalweg afin de limiter l'érosion des versants en les segmentant et d'éviter le ravinement à l'aval. Les bottes de paille sont moins coûteuses mais doivent être réinstallées chaque année. Ce type d'aménagement permet également une micro-rétention des eaux. Les diguettes en fascines peuvent être réalisées avec des végétaux vivants qui permettent ainsi sur le long terme le développement d'une haie.



Figure 13 : Exemple de diguettes en fascines (source AREHN)

Ces diguettes contribuent à la protection des ouvrages situés en aval en limitant leur envasement.

6.3.3 Aménagement ou entretien de mares

Les mares constituent de petits éléments traditionnels du paysage qui peuvent assurer un certain stockage des ruissellements. Sur le bassin versant de la Lawe amont, elles sont pratiquement inexistantes et ont très certainement disparu.

Les mares peuvent jouer un **rôle tampon** vis à vis des ruissellements. Elles contiennent en général une zone toujours en eau et une zone de stockage temporaire dont les écoulements sont régulés par un débit de fuite.

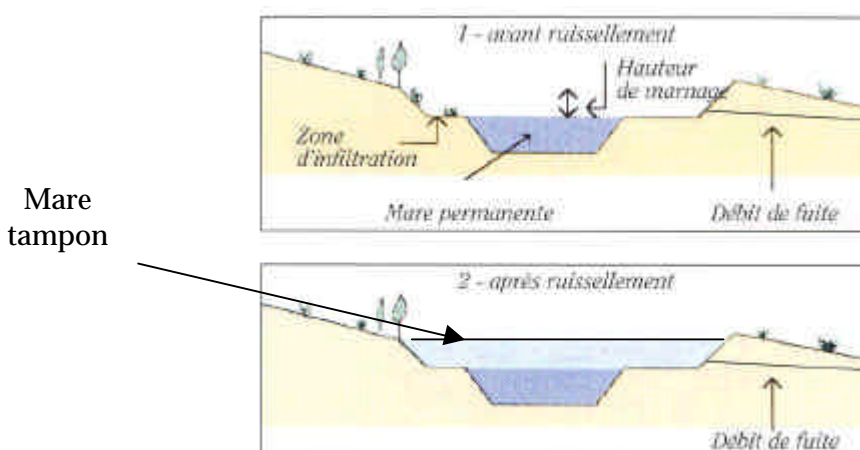


Figure 14: Schéma d'une mare tampon (Source : AREAS, Chambre d'agriculture)

Les mares permettent un stockage des eaux n'excédant pas 3 000 m³. Ainsi la mare permanente représente un volume minimum de 150 m³. La capacité de stockage proposée dans le rapport exclut ce volume.

Les mares sont munies d'un débit de fuite permettant leur vidange et d'une surverse en cas de débordement éventuel. Elles doivent également être entourées par un petit talus afin de contenir les eaux.

6.3.4 Aménagement de prairies inondables

Les surfaces en herbe présentent les avantages suivants :

- Filtration des éléments fins (limons) contenus dans les eaux de ruissellement,
- Infiltration lente des eaux vers le sous-sol,
- Ralentissement des vitesses d'écoulement,
- Mise en valeur possible pour l'agriculture.

Les prairies constituent ainsi des sites privilégiés pour permettre une régulation des volumes d'eau ruisselants. Des aménagements peuvent être alors réalisés afin d'accroître les capacités de stockage des eaux sur certaines prairies. Il s'agit de diguettes de faible hauteur (environ 1 m) équipées d'un ouvrage de débit de fuite (Figure 15).

Les ruissellements sont alors stockés dans la prairie et restitués progressivement au milieu, avec un débit de fuite préalablement déterminé. Une partie des eaux peut s'infiltrer au sein même de la prairie.

Sur le bassin versant de la Lawe, l'occupation du sol dominante est représentée par des cultures et des prairies relictuelles sont présentes en fonds de vallée, sur les versants et thalwegs secs de forte pente. L'élevage étant toujours pratiqué, ce type d'aménagement peut être économiquement mis en valeur par le pâturage des animaux

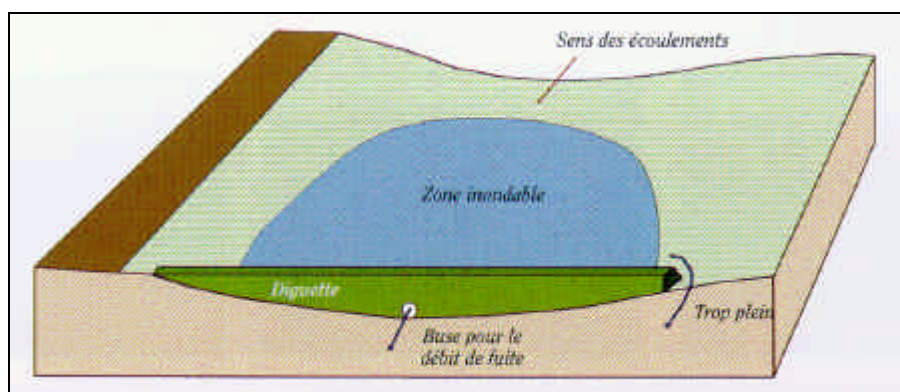


Figure 15: Schéma de principe d'une prairie inondable. (Source : Région Hte Normandie, AREAS, Chambres d'agriculture de l'Eure et de Seine-Maritime – Plaquette d'information)

6.3.5 Bassin de rétention

Les bassins de rétention forment des retenues creusées, dont les dimensions peuvent être variables en fonction du bassin versant d'alimentation et du niveau de protection recherché. Ce type d'aménagement est préconisé lorsque le volume à stocker excède les 3 000 m³ et que la topographie du site n'est pas assez marquée.

Les bassins de rétention exigent un suivi régulier de leur état, en particulier de leur degré d'envasement, notamment si les eaux ruisselantes sont fortement chargées en limons. Leur efficacité peut, en effet, être considérablement amoindrie en cas de colmatage important.

Si de grands volumes peuvent être stockés dans ces bassins, la mise en place de plusieurs petits bassins en amont ou de petits bassins en série reste préférable à un ouvrage unique et volumineux.

D'autre part, un certain nombre de précautions doit être prise en préalable à la mise en place de ces bassins avec la réalisation d'études géotechniques permettant de prendre en compte notamment la présence éventuelle de zone d'infiltration des eaux.

6.4 Conclusion

Des mesures préventives (bandes enherbées) et curatives (bassin de rétention) ont déjà été mises en place sur le bassin versant de la Lawe. De nombreux bassins de rétention ont été réalisés dans le cadre des différents remembrements mais certains secteurs générateurs de ruissellements importants en restent dépourvus. Des fossés ont été nouvellement créés. Ils sont équipés de blocs permettant un ralentissement des eaux. Le manque d'entretien des bassins existants a été observé pour la plupart des sites : le développement d'une végétation arborescente au sein des ouvrages contribue à la diminution de leur capacité de stockage.

Globalement, les aménagements déjà réalisés sur le bassin versant amont de la Lawe sont peu diversifiés (bassin de rétention) et de type curatif.

Conformément aux principes d'aménagements cités précédemment, la phase 4 de l'étude présente les interventions proposées pour chaque bassin versant.

7

Actions sur les bassins urbanisés

La limitation des rejets nécessite la mise en place de techniques particulières de rétention de l'eau à la parcelle : ce sont les techniques alternatives. Ces techniques permettent de maîtriser les eaux pluviales au plus près de leur « source ».

7.1 Contexte réglementaire

La gestion des eaux pluviales relève de plusieurs textes réglementaires :

- Les articles 640, 641 et 681 du Code civil ;
- La directive européenne « eaux résiduaires » du 21 mai 1991 et le décret du 3 juin 1994 ;
- L'arrêté du 22 décembre 1994 ;
- La loi sur l'eau du 3 janvier 1992 ;
- Les documents d'urbanismes : Scot (Schéma de cohérence territoriale) plan local d'urbanisme (PLU nouveau POS), le permis de construire et la législation relative aux zones d'aménagement concertées (ZAC).

7.1.1 L'assainissement

En matière d'assainissement, des prescriptions peuvent être élaborées dans le cadre du **règlement d'assainissement** et du **zonage pluvial** afin d'organiser la gestion des eaux pluviales.

Le **règlement d'assainissement** fixe les conditions et les modalités de branchements et de déversements des eaux usées et pluviales dans les ouvrages de la collectivité responsable du réseau public. Il peut fixer des mesures de gestion des eaux pluviales telles que la limitation des débits rejetés dans les réseaux.

Dans le cadre de la réalisation des schémas directeurs d'assainissement, le **zonage pluvial** peut délimiter :

- des secteurs où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer une maîtrise des débits et des écoulements des eaux pluviales et de ruissellement ;

- les zones où doivent être prévus des installations pour assurer la collecte, le stockage éventuel et le traitement (en fonction des besoins) des eaux pluviales et de ruissellement lorsque la pollution apportée au milieu aquatique risque de nuire gravement au dispositif d'assainissement déjà présents.

7.1.2 La loi sur l'eau

L'article 10 de la loi sur l'eau permet de soumettre à autorisation ou déclaration les « installations, ouvrages, travaux ou activités » entraînant des rejets chroniques ou épisodiques même non polluants : sont concernés, les rejets d'eaux pluviales dans les eaux superficielles ou dans un bassin d'infiltration ou la création d'une zone imperméabilisée de plus de 5 hectares.

Le SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux) Artois-Picardie prône l'usage des techniques alternatives. Il propose de réaliser, lorsque les eaux de ruissellement polluées de zones urbaines ne peuvent être traitées au fil de l'eau dans les station d'épuration, un stockage efficace de ces eaux avant traitement, basé sur le volume correspondant à une pluie de fréquence mensuelle.

Dans le cadre de l'élaboration du SAGE de la Lys, des mesures relatives à la gestion des eaux pluviales sont proposées, telles que :

- Favoriser la mise en œuvre de techniques alternatives de gestion des eaux pluviales quelque soit l'échelle d'intervention ;
- Réaliser toutes les nouvelles zones d'activité en mettant en place des techniques alternatives.

Les prescriptions du SAGE étant opposables aux tiers, ces différentes mesures devront impérativement être respectées par les gestionnaires des eaux pluviales.

7.1.3 Les documents d'urbanisme

En matière d'urbanisme, plusieurs outils et documents peuvent prendre en compte la gestion des eaux pluviales :

- **le SCOT, Schéma de COhérence Territoriale** est un outil de planification qui doit prendre en compte la gestion des eaux (organisation des réseaux pluviaux, ...). De plus, il détermine les conditions permettant d'assurer la préservation de la qualité de l'eau (limitation des rejets pluviaux) et la prévention des pollutions,
- **le RNU, Règlement National d'Urbanisme** s'applique dans les communes dépourvues de Plan d'Occupation des Sols (POS) et de Plan Local d'Urbanisme (PLU). D'après le RNU, un permis de construire peut être refusé ou accepté sous certaines obligations si les constructions prévues nécessitent des équipements publics trop onéreux ou un surcroît des dépenses de fonctionnement des services publics. Dans ce contexte, la mise

en œuvre de moyens propres peut être exigée. Ainsi dans le cadre de la gestion des eaux pluviales, des dispositifs visant à retarder le ruissellement de ces eaux peuvent être exigés. Ils permettent également de limiter les investissements de la commune (pas d'extension du réseau d'eau pluvial, aménagements pris en charge par le pétitionnaire, etc).

- **le PLU, Plan Local d'Urbanisme**, outil de planification succédant au POS, qui projette le développement de la commune en matière, entre autres, d'aménagement, d'habitat, d'environnement et d'équipement. Il fixe des règles générales notamment celles du droit à construire.

Composé de différents volets, le PLU comporte le **Projet d'Aménagement et de Développement Durable (PADD)** de la commune ou d'un groupement de communes. Le PADD peut comporter des principes et des orientations sur la maîtrise des eaux pluviales. Il comprend également dans son règlement des éléments du zonage pluvial qui peut prévoir des prescriptions de gestion des eaux pluviales au niveau de la parcelle : réseaux, emprise au sol des constructions et surfaces imperméabilisées, etc.

Le PLU peut donc prescrire différentes mesures en matière de gestion des eaux pluviales :

- **Des mesures incitatives :** mise en place de techniques alternatives ;
 - **Des mesures obligatoires :** limitation de l'imperméabilisation et des rejets pluviaux.
- **Les cartes communales**, qui définissent l'organisation de l'urbanisation des communes dépourvues de POS et de PLU (cas de plusieurs communes sur le bassin versant de la Lawe). Des mesures pour limiter l'imperméabilisation des sols peuvent donc être incluses dans ces documents.

Les collectivités territoriales disposent donc de mesures réglementaires et d'outils de planification leur permettant la maîtrise de la gestion des eaux pluviales sur leur territoire. Les collectivités territoriales du bassin versant de la Lawe sont donc encouragées à inscrire et mettre en place ces différentes dispositions dans leurs documents d'urbanisme et de veiller à leur respect.

7.2 Principes des techniques alternatives

Contrairement aux bassins de rétention récupérant les eaux de ruissellement provenant d'une grande étendue, en dehors de la ville, ces techniques sont plus ciblées sur des micro-stockages au sein du tissu urbain : chaussées à structure réservoir, puits d'infiltration, tranchées, noues, toits stockants...

Ces techniques fonctionnent toutes sur le même principe :

- une réception des eaux de pluie et introduction immédiate dans la structure de stockage de l'ouvrage,

- un stockage temporaire de l'eau,
- une évacuation lente de l'eau, par infiltration dans le sol ou par restitution vers un réseau d'assainissement.

Outre les fonctions de lutte contre l'engorgement des réseaux – et par conséquent la lutte contre les inondations – les techniques alternatives présentent un certain nombre d'atouts supplémentaires :

- Dépollution : l'introduction d'ouvrages de traitements des eaux de ruissellement en amont des aménagements permet d'abattre significativement leur taux de pollution.
- Intégration dans le tissu urbain et intérêt paysager : Vis-à-vis de l'intégration de ces techniques dans le paysage urbain, elles peuvent être classées en deux catégories : les techniques occupant peu de foncier, particulièrement intéressantes dans les milieux très urbanisés (chaussées à structure réservoir, puits ou toits stockants) et les aménagements avec plantation, qui introduisent verdure et végétation dans la ville, lorsque l'urbanisation est moins dense (noues, tranchées ou bassins de rétention à ciel ouvert).
- Coût : Ces techniques peuvent se révéler moins onéreuses que la solution classique de renforcement de collecteurs, si elles sont intégrées dès le début des projets d'aménagement. A coût équivalent, elles offrent une protection supérieure contre les différents risques (déconcentration des flux, répartition des risques, diminution du risque à l'aval,...).
- Réutilisation de l'eau à l'échelle de la parcelle : l'eau de pluie récupérée peut être utilisée pour des usages tels que les toilettes, l'arrosage des espaces verts ou l'eau de refroidissement.
- Ponctuellement, certaines techniques sont sources de confort supplémentaire, telle l'utilisation d'enrobé drainant pour les chaussées à structure réservoir, qui permet d'améliorer l'environnement sonore et la sécurité (réduction des risques d'aquaplaning).

Si l'utilisation de techniques alternatives permet, à long terme, de résoudre nombre de difficultés (inondations, urbanisation nouvelle sans redimensionnement des réseaux existants, diminution des coûts de traitement des eaux pluviales...), elles font aussi apparaître de nouveaux besoins.

En effet, leur multiplication conduit à la mise en place d'un service spécifique pour en assurer :

- le contrôle pendant l'exécution, mais aussi après, afin de s'assurer que des eaux usées n'y sont pas infiltrées également,
- le suivi lors des interventions des concessionnaires (eau, gaz, électricité, télécoms, éclairage public, câble...),

- leur entretien : s'il ne s'avère pas si complexe ni si différent de l'entretien classique d'une voirie ou d'un réseau d'assainissement, il faut toutefois s'assurer que les fréquences d'entretien sont adaptées et surtout que le personnel d'entretien est bien informé de la localisation et des spécificités des techniques utilisées.

Si ces techniques peuvent être facilement mises en oeuvre pour les futurs aménagements urbains, la densité de l'urbanisation dans les communes n'offre pas toujours l'espace foncier suffisant pour la mise en oeuvre de ces techniques.

7.3 Type d'aménagements

Pour pouvoir respecter ces limitations de débits, les techniques alternatives en assainissement pluvial constituent une réelle solution innovante et efficace.

Ces techniques alternatives ont pour objectif **d'écarter les débits de pointe de ruissellement** en stockant temporairement la pluie et **de diminuer ainsi les risques de mise en charge ou de débordement à l'aval**.

On recense plusieurs types de techniques, chacune présentant des avantages et des inconvénients et une plus ou moins grande adaptabilité aux contraintes d'un site.

7.3.1 Le bassin de rétention

Les bassins de rétention sont des solutions classiques de gestion des eaux pluviales en milieu urbain mais aussi rural. Ils supposent une concentration des volumes soit par ruissellement soit par écoulement en réseaux. Ils sont souvent le dernier recours pour pallier aux insuffisances des réseaux d'assainissement.

Ils permettent une limitation des débits par stockage temporaire des eaux de ruissellement.

Les types de bassins sont les suivants :

- Les bassins en plan d'eau permanent : réalisés dans des zones où il est possible de réserver une emprise suffisante ;
- Les bassins secs ciel ouvert, enterrés ou couverts par une structure spécifique (terrains de loisirs, espaces verts).



Figure 16 : Bassins de rétention en eau

Ils sont conçus pour stocker un volume d'eau en relation avec l'ampleur des précipitations observées. Ils sont en communication avec le réseau pluvial par un ouvrage commun de remplissage et de vidange situé au point le plus bas du bassin.

7.3.2 Les chaussées à structure réservoir

Les chaussées à structure réservoir ont pour objectif d'écrêter les débits de pointe de ruissellement, en stockant temporairement la pluie dans le corps de chaussée.

Le principe de la chaussée d'infiltration repose sur l'utilisation d'un revêtement poreux. L'eau entre dans le corps de la chaussée en fonction de la perméabilité de l'enrobé de surface. L'alimentation en eau de la chaussée peut être réalisée par :

- **Injection répartie** : l'infiltration de l'eau se fait sur l'ensemble de la chaussée ;
- **Injection localisée** : l'infiltration de l'eau au sein de la chaussée est assurée par des avaloirs ou des caniveaux raccordés à des drains.

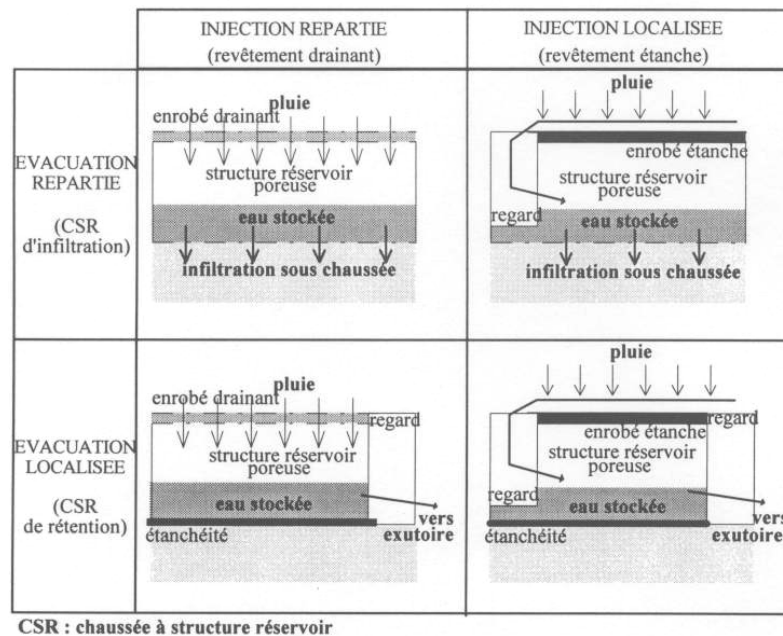


Figure 17 : Les chaussées à structure réservoir
(Source : Techniques alternatives en assainissement pluvial – INSA Lyon)

Les chaussées réservoir sont constituées d'une succession de couches :

1. une couche de surface perméable qui doit également résister aux sollicitations produites par le trafic ;
2. une couche de base qui stocke les eaux pluviales,
3. une couche de fondation qui améliore la qualité du support,
4. un sol support dont les capacités d'infiltration sont variables.

L'évacuation de l'eau peut s'opérer selon deux modalités :

- L'évacuation répartie : évacuation sur place de l'eau dans un sol perméable ;
- L'évacuation localisée : l'eau stockée est restituée par un réseau d'assainissement à l'aide de drains.

La combinaison de ces deux techniques peut également être envisagée.

7.3.3 Les puits d'infiltration

Les puits d'absorption et d'infiltration permettent le transit des eaux de ruissellement vers les couches perméables du sol. Ils assurent un débit de rejet compatible avec les surfaces drainées, après stockage et prétraitements éventuels.



Figure 18 : Les puits d'infiltration / de rétention
(Source : Environnement magazine n°1609 Juillet-Août 2002)

Le mode de fonctionnement de cette technique est le suivant :

1. **la réception des eaux pluviales et leur introduction dans le puits** : elle s'effectue à la surface ou par un réseau de conduites ;
2. **le stockage temporaire des eaux collectées** : il est plus ou moins important selon les contraintes (type de pluies, nature du sol) ;
3. **l'évacuation des eaux stockées** : elle s'effectue par infiltration. On distingue ainsi deux type de puits. Les puits d'infiltration qui sont hors nappe (l'eau recueillie traverse une couche de sol non

saturée) et les puits d'infiltration qui communiquent avec la nappe (l'eau est directement introduite dans la zone saturée).

7.3.4 Les noues d'infiltration / de rétention

Les fossés filtrants/de rétention appelés également noues (lorsqu'ils sont larges et peu profonds) sont le plus souvent engazonnés. Ils permettent de réguler les eaux de ruissellement en les infiltrant dans le sol ou en ralentissant l'écoulement.

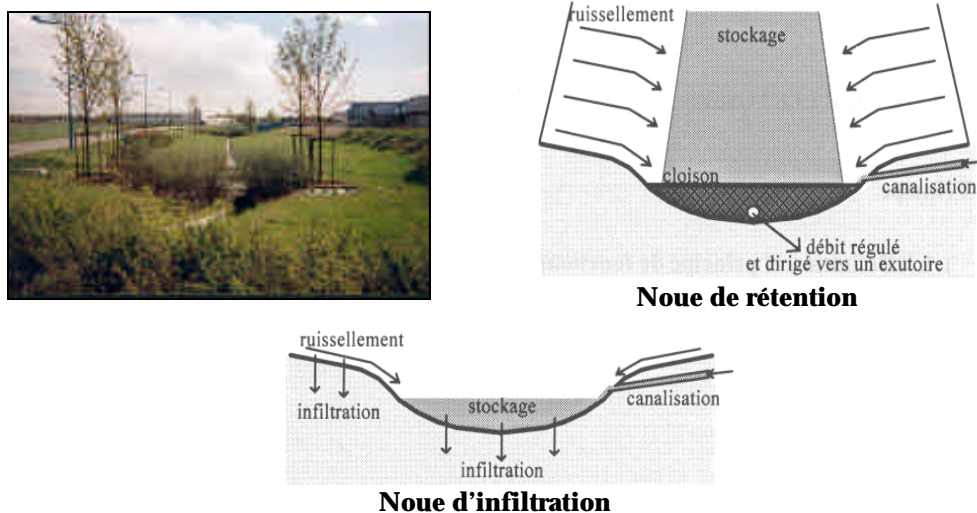


Figure 19 : Les noues d'infiltration / de rétention
(Source : SIADO)

Les principes de fonctionnement des fossés et des noues est classiquement celui d'une structure d'infiltration. Ce type d'aménagements se compose des structures suivantes :

4. **une zone d'introduction des eaux pluviales** : introduction directe par ruissellement ou indirecte par le biais d'une conduite ;
5. **une zone de stockage des eaux recueillies** qui s'effectue à l'air libre, à l'intérieur d'un fossé ;
6. **une zone d'évacuation des eaux stockées**. Elle se fait le plus souvent par infiltration directe vers le sol ou par vidange selon un débit régulé vers un exutoire (réseau, puits).

7.3.5 Les tranchées d'infiltration / de rétention

Les tranchées sont des ouvrages superficiels (d'environ 1 mètre de profondeur) et linéaires, qui recueillent les eaux de ruissellement perpendiculairement à leur longueur et qui les évacuent soit par infiltration soit par rejet contrôlé vers un exutoire.

Le fonctionnement des tranchées est assuré par :

7. **la réception des eaux par la surface** ou par le biais d'un réseau de conduites ;
8. **le stockage temporaire des eaux recueillies** au sein de la structure ;
9. **l'évacuation des eaux stockées par infiltration dans le sol** ou vers un exutoire avec un débit régulé.

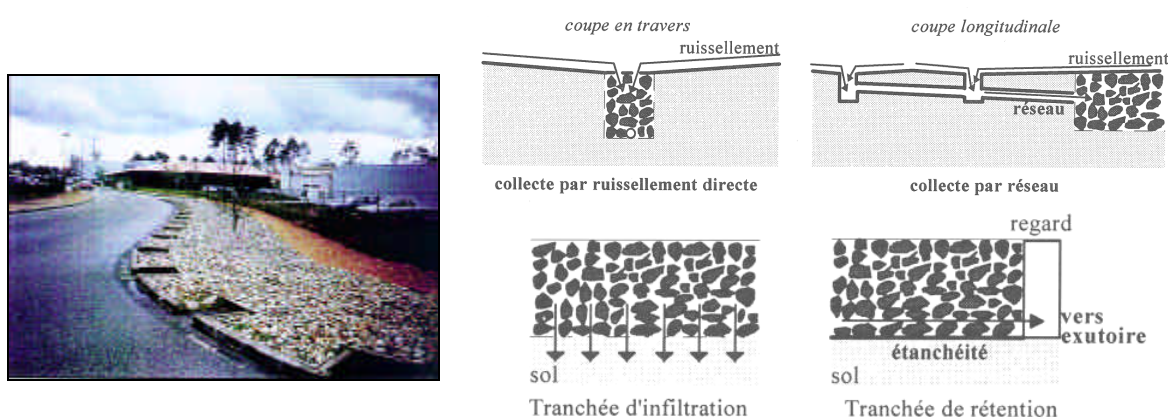


Figure 20 : Les tranchées d'infiltration / de rétention
(Source : CETE du Sud-Ouest)

Suivant la nature de l'évacuation des eaux stockées dans la tranchée, on distingue :

- les **tranchées d'infiltration ou absorbantes** (infiltration dans le sol) ;
- les **tranchées de rétention** (restitution vers un exutoire avec un débit régulé) ;
- les **tranchées mixtes** qui allient les modes d'évacuation des eaux.

7.3.6 Les toits stockants

L'objectif est de compenser les effets de l'urbanisation sur l'imperméabilisation des sols en stockant provisoirement l'eau de pluie en toiture. Elle pourra ensuite être restituée à débit limité au réseau d'eau pluvial ou à un autre exutoire grâce à un dispositif de régulation spécifique.



Figure 21 : Les toits stockants (citernes).
(Source : Ruissellement urbain et POS – Certu)

La mise en œuvre de cette technique nécessite des toits dont la pente est nulle. Pour ceux d'une pente de 0,1 à 5%, des « mini-barrages » perpendiculaires à la pente retiennent les eaux de pluie temporairement.

Les toitures stockantes ou toitures-terrasse se composent des éléments suivants :

1. un élément porteur qui doit supporter la charge d'eau supplémentaire ;
2. un pare-vapeur et un isolant thermique, qui ne changent pas de caractéristique par rapport à un toit classique ; une étanchéité particulièrement soignée ;
3. un ensemble de dispositif de vidange, qui se compose d'ouvrages de régulation et de trop-pleins de sécurité.

Toutefois, cette technique doit être utilisée avec précaution sur une toiture existante. Ce type de technique doit être davantage envisagée dans le cadre de l'implantation de nouveaux bâtiments.

7.4 Soutien technique

Dans le département du Nord, le **Syndicat Intercommunal d'Assainissement de la Région de Douai (SIADO)** a mis en œuvre des techniques alternatives de gestion des eaux pluviales depuis une dizaine d'années.

Dans ce contexte et suite à l'enjeu constitué par la gestion des eaux pluviales en milieu urbain, une association a été créée : **l'Association douaisienne pour la Promotion des Techniques Alternatives (ADOPTA)**. Cette association s'est dotée des compétences suivantes : organisation de visites des réalisations, participation aux colloques, conseils et formations sur les techniques alternatives de gestion des eaux pluviales. L'ADOPTA a élaboré des fiches techniques pour chaque technique

alternative de gestion des eaux pluviales : dimensionnement, choix des matériaux et fourchette de prix indicatifs. Actuellement, elle travaille sur les méthodes, moyens et fréquence d'entretien nécessaires pour assurer la pérennité des ouvrages.

L'agence de l'eau Artois-Picardie a également élaboré un guide destiné à l'ensemble des gestionnaires des eaux pluviales qui s'intitule : « Vers une nouvelle politique de l'aménagement urbain par temps de pluie ».

7.5 Conclusion

Pour être pleinement efficaces, ces techniques devront être définies au plus près des zones d'émission et prendre en compte les différentes contraintes du site.

En particulier, elles devront être dimensionnées en accord avec la politique de limitation des rejets en réseau, adoptée sur le bassin versant.

Le tableau suivant présente les avantages et les inconvénients des techniques précédemment présentées :

Tableau 7 : Avantages et inconvénients des techniques alternatives

Types d'aménagements	Avantages	Inconvénients
Les bassins de rétention	<ul style="list-style-type: none"> - les bassins font partie de l'aménagement paysager. Les bassins secs peuvent servir d'espaces verts inondables ou être utilisés pour les loisirs. Les bassins en eau constituent, quant à eux, un lieu de promenade ou d'activités aquatiques. 	<ul style="list-style-type: none"> - le risque lié à la sécurité pour des riverains et les éventuelles nuisances dues à la stagnation de l'eau - la consommation d'espaces - la pollution de la nappe pour les bassins d'infiltration.
Chaussées réservoirs	<ul style="list-style-type: none"> - la chaussée s'intègre au milieu urbain sans occuper d'espace supplémentaire - les revêtements drainants piègent les polluants par décantation. Ils diminuent également les bruits de roulement et améliorent l'adhérence des véhicules. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les revêtements drainants peuvent se colmater et poser des problèmes de viabilité hivernale. - Pour éviter cela, l'entretien doit être régulier afin de maintenir une bonne perméabilité.
Les puits d'infiltration	<ul style="list-style-type: none"> - le puits a une conception simple et son utilisation est large - il s'intègre bien au tissu urbain du fait de sa faible emprise au sol - l'entretien se limite au nettoyage annuel du regard de décantation et au remplacement périodique du gravier ou du sable. 	<ul style="list-style-type: none"> - le risque de pollution de la nappe et le colmatage peuvent être minimisés en respectant les conditions de mise en oeuvre et d'entretien recommandées par les spécialistes.

Types d'aménagements	Avantages	Inconvénients
<p>Les noues d'infiltration</p>	<ul style="list-style-type: none"> - la noue assure plusieurs fonctions : rétention, régulation, écrêtement des débits et drainage des sols - elle permet de créer un paysage végétal et un habitat aéré - elle peut être réalisée par phase, selon les besoins de stockage (en fonction du développement du lotissement, par exemple). 	<ul style="list-style-type: none"> - la nécessité d'entretenir régulièrement les noues - les nuisances possibles dues à la stagnation de l'eau.
<p>Les tranchées drainantes</p>	<ul style="list-style-type: none"> - la tranchée drainante s'intègre bien au paysage urbain et occupe peu d'espace au sol - sa mise en oeuvre est facile et bien maîtrisée. 	<ul style="list-style-type: none"> - pour éviter les risques de pollution des nappes, les eaux infiltrées doivent être de bonne qualité.
<p>Les toits stockants</p>	<ul style="list-style-type: none"> - procédé de stockage immédiat et temporaire à la parcelle - pas de consommation d'espace au sol - s'intègre à tous types d'habitats. 	<ul style="list-style-type: none"> - ce procédé nécessite une réalisation très soignée par des entreprises qualifiées afin de garantir une étanchéité optimale - exige un entretien régulier.

L'ensemble de ces techniques alternatives permet une diminution des réseaux à l'aval du projet et génère ainsi un gain financier à l'aval de la zone assainie (diminution du nombre de conduites et de leur diamètre). Elles permettent également une diminution du risque d'inondation par répartition des volumes et des flux. Leur mise en œuvre est assez facile et la maîtrise foncière reste restreinte.

Sur le bassin versant de la Lawe, les sols peu perméables dominent. Les dispositifs de rétention devront donc être privilégiés par rapport aux dispositifs d'infiltration. Les apports urbains ne devront pas être trop différés dans le temps afin d'éviter l'apparition de nouvelles concomitances entre ces apports et les débits de pointe de la Lawe.

PARTIE 3

CONSTRUCTION DE SCENARII ET DIMENSIONNEMENT DES AMENAGEMENTS

8

Dimensionnement et simulations des solutions et scénarii

Il est important de rappeler que les scénarii proposés doivent répondre aux principes de ralentissement dynamique des écoulements et des crues et de développement de la solidarité amont-aval sur le bassin versant de la Lawe.

Les trois scénarii proposés sont fondés sur différents niveaux techniques d'intervention et non sur la période de retour. En fonction des capacités de stockage mobilisables imposées par les caractéristiques intrinsèques du bassin versant de la Lawe, certains objectifs pourront être plus ou moins facilement atteints : aménagements légers ou lourds. Pour chacun des scénarii, des simulations sont réalisées afin de déterminer : les volumes stockés en fonction des hauteurs utiles de stockage (hauteur d'eau) imposées par les caractéristiques du site et les hydrogrammes de crues écrêtés.

Rappelons que les volumes en jeu, pour pallier aux inondations à Bruay-la-Buissière est évalué à 550 000 m³ et que le niveau de protection retenu est celui correspondant à une pluie de 24 heures de période de retour 20 ans.

8.1 Définition des scénarii

Les trois scénarii d'aménagement proposés pour la gestion des crues de la Lawe sont les suivants :

1. **Scénario 1 : Aménagement de l'intégralité des Zones d'Expansion de Crues (ZEC)** du bassin versant de la Lawe. Il consiste en l'aménagement des ZEC prioritaires (identifiées précédemment paragraphe 3.2 page 40) et de celles où les contraintes sont plus importantes ;
2. **Scénario 2 : Aménagement des ZEC et réalisation de bassins de rétention sur les versants.** Ce scénario découlera des précédents. En effet, au vu des objectifs fixés (débit à Bruay-la-Buissière et objectif Lys), si les capacités de stockage des ZEC s'avèrent insuffisantes, la rétention au niveau des versants devra être envisagée ;
3. **Scénario 3 : Aménagements des ZEC, réalisation de bassins de rétention sur les versants et gestion des écoulements ruraux** par la mise en place de mesures relevant de l'hydraulique douce.

La simulation de ces 3 scénarii répond à l'objectif minimum de pallier aux inondations à Bruay-la-Buissière pour une pluie d'hiver d'une période de retour de 20 ans. Répartis sur l'ensemble du bassin versant de la Lawe, les aménagements proposés permettront également de résorber les dysfonctionnements locaux.

Ces scénarii ne sont pas indépendants et doivent être envisagés dans un esprit de mise en place d'une gestion des écoulements de la Lawe sur le long terme, même si au sein de ceux-ci, certains secteurs devront être aménagés prioritairement.

Au vu des contraintes de stockage précédemment cités, l'objectif Lys (écrêtement des débits de la Lawe en vue de diminuer ceux de la Lys) est ambitieux.

8.2 Scénario 1 : dimensionnement et simulation

Le scénario 1 se décline en trois variantes :

- **variante 1** : simulation des volumes stockés en imposant une hauteur utile de stockage (hauteur d'eau maximale) de 1 m sur les ZEC prioritaires ;
- **variante 2** : simulation des volumes stockés en imposant une hauteur utile de stockage (hauteur d'eau) maximale de 2 mètres sur les ZEC prioritaires ;
- **variante 3** : simulation des volumes stockés en imposant une hauteur utile de stockage (hauteur d'eau) maximale de 2 mètres sur les ZEC prioritaires et les ZEC où les contraintes sont plus importantes.

Pour les variantes 1 et 2 seules les ZEC prioritaires sont sollicitées pour stocker les 550 000 m³. Elles sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau 8 : Rappel des ZEC prioritaires

SITE	SUPERFICIE (ha)	VOLUME STOCKE PROJETE (m ³)	OCCUPATION DU SOL	ENJEUX/ CONTRAINTES
N°1 - Magnicourt	14	45 000 à 75 000	Prairies, marais, bois	Captage AEP, route
N°2 - La Comté	9	30 000 à 50 000	prairies	Elevage en plein air
N°6 - Bajuel	10	30 000 à 55 000	prairies	Aucun
N°7 - Gauchin	6	17 000 à 30 000	prairies	Proximité d'habitations
N°8 - Rebreuve	4	11 000 à 20 000	prairies	Aucun
N°9 - Rebreuve	6,5	19 000 à 32 000	prairies	Aucun
N°10 - Houdain	8	25 000 à 40 000	Peupleraie, forêt	Une habitation
N°11 - Houdain	3,5	11 000 à 37 000	Peupleraie, forêt	Trois habitations
N°12 - Ourton	3,5	10 000 à 18 000	prairies	Habitations proches
N°13 - Ourton	3	9 000 à 15 000	prairies	Habitations proches

Les caractéristiques de chaque ZEC sont consignées dans le catalogue des fiches aménagements joint au présent rapport.

8.2.1 Scénario 1 - Variante 1 : stockage sur les ZEC prioritaires sur une hauteur utile de 1 mètre

La variante 1 du scénario 1 consiste en la simulation de l'incidence des aménagements lorsque que les eaux débordées sont stockées sur une hauteur d'eau utile de 1 mètre. Seules les ZEC prioritaires sont mobilisées.

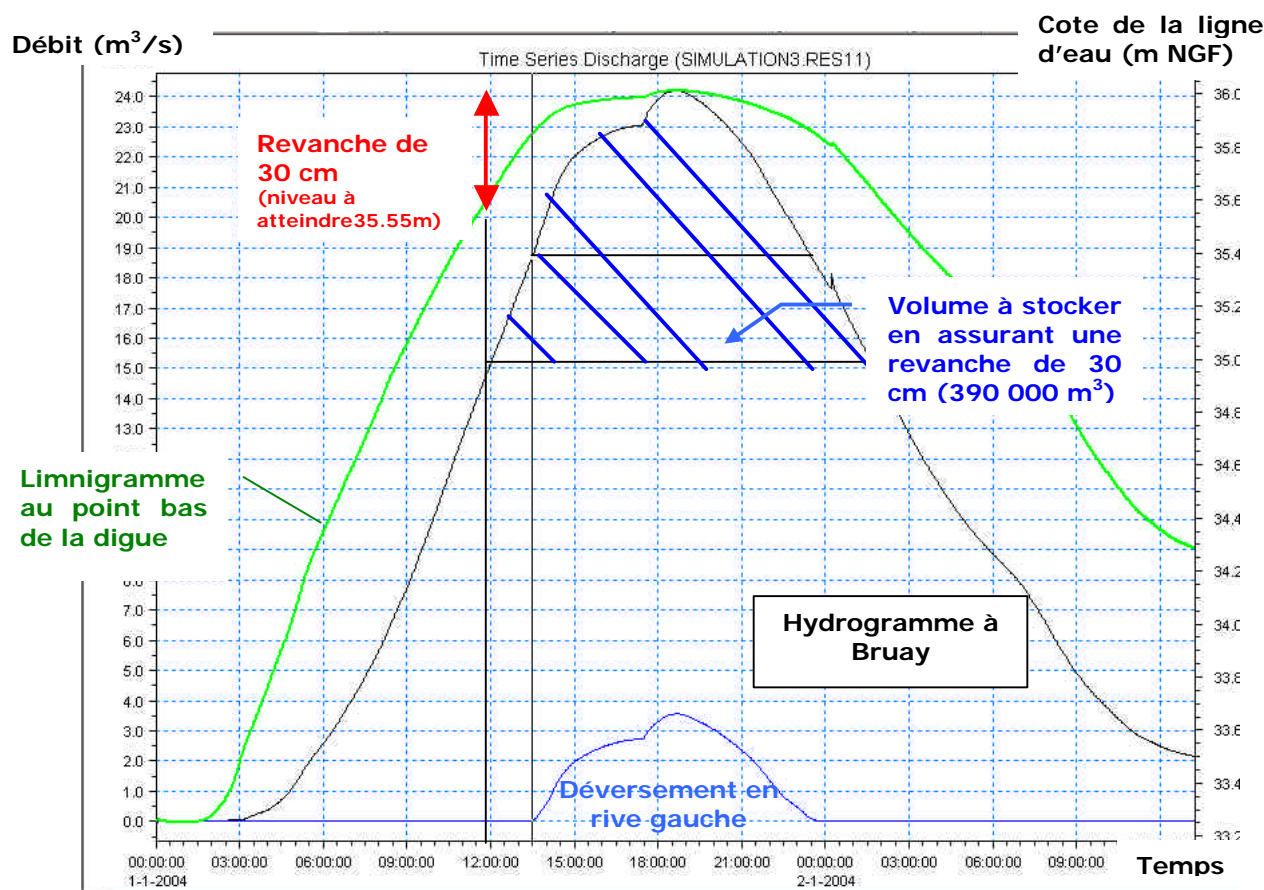


Figure 22 : Scénario 1 variante 1 - Hydrogramme écrêté à Bruay -la-Buissière pour une pluie d'hiver de temps de retour 20 ans

La variante 1 ne permet pas d'exploiter au mieux les potentialités des zones de stockage. En effet, le stockage au niveau des ZEC sur une hauteur d'eau de 1 mètre n'empêche pas le débordement de la Lawe au-dessus de sa digue en rive gauche à Bruay (Figure 22).

Le stockage sur une hauteur d'eau de 1 mètre est donc insuffisant : son incidence sur le fonctionnement hydraulique des différents cours d'eau est très faible.

8.2.2 Scénario 1 - Variante 2 : stockage sur les ZEC prioritaires sur une hauteur utile de 2 mètres

La variante 2 du scénario 1 consiste en la simulation de l'incidence des aménagements lorsque que les eaux débordées sont stockées sur une hauteur d'eau utile de 2 mètres. Comme pour la variante précédente, seules les ZEC prioritaires sont mobilisées.

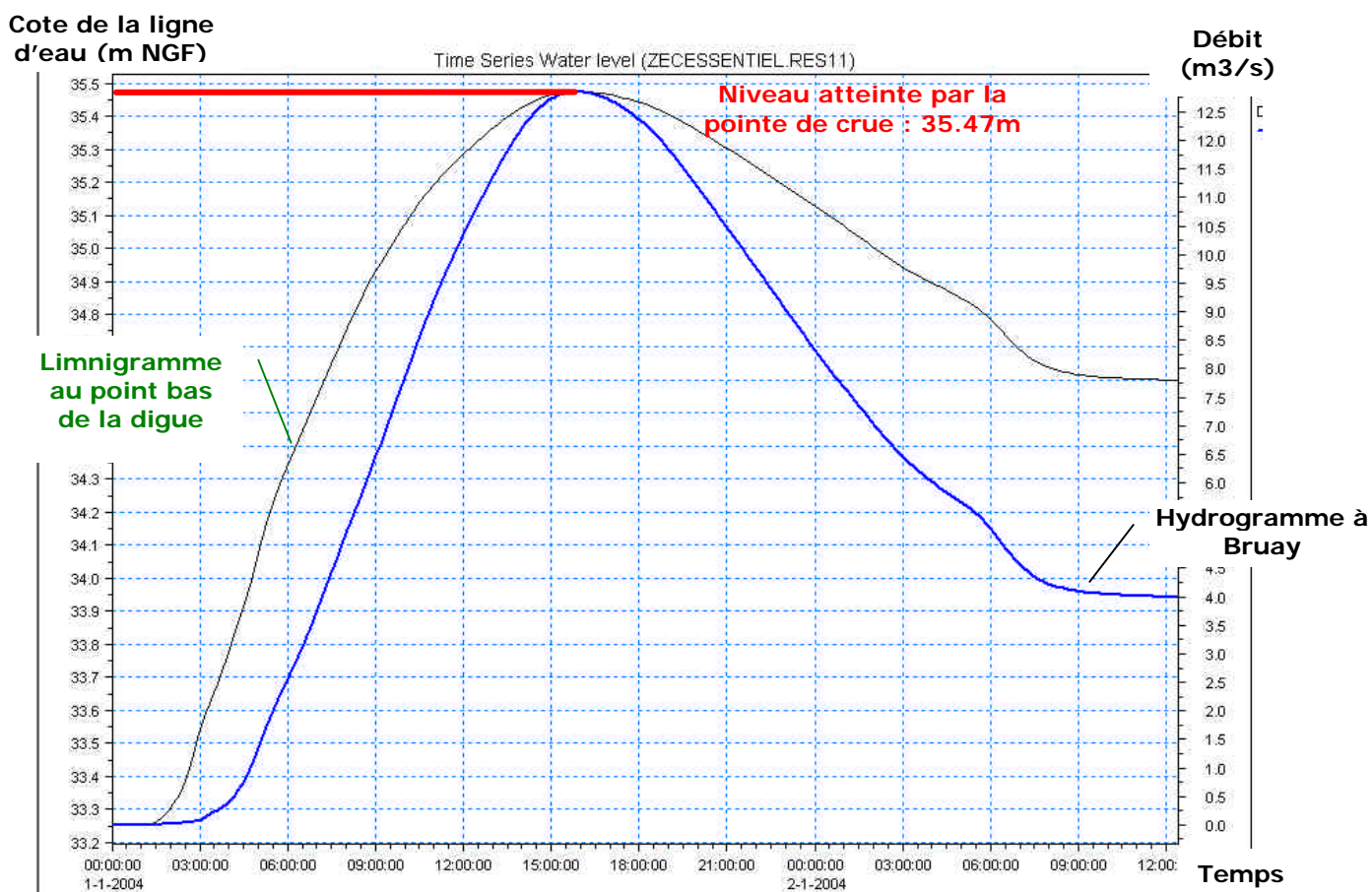


Figure 23 : Scénario 1 variante 2 - Hydrogramme écrêté à Bruay -la-Buissière pour une pluie d'hiver de temps de retour 20 ans

Cette **seconde variante sollicite mieux les sites de stockage**. En effet, en stockant sur une hauteur utile de 2 mètres, le débordement de la Lawe est nul à Bruay. L'objectif fixé est atteint : une revanche de 30 cm est assurée lors de la traversée de Bruay. Les désordres locaux observés sur l'amont du bassin versant sont en majeure partie résolus. Par contre, des problèmes subsistent à l'aval du bassin versant : des débordements et mises en charge d'ouvrage sont observés sur les communes de Gosnay, Fouquières-les-Béthune, Fouquereuil et Béthune.

Pour pallier à ces derniers dysfonctionnements, il convient d'étudier la mise en place de l'ensemble des ZEC sur le bassin versant de la Lawe.

8.2.3 Scénario 1 - Variante 3 : stockage sur l'intégralité des ZEC sur une hauteur utile de 2 mètres

Ce scénario consiste en l'aménagement des zones prioritaires et des zones aux contraintes plus importantes. En effet, sur ces zones, la faisabilité des aménagements est plus difficile au regard des contraintes topographiques et des enjeux présents.

La variante 2 ayant démontré qu'une hauteur utile de stockage de 2 mètres est indispensable pour atteindre « l'objectif Bruay », la modélisation des écoulements de cette troisième variante utilise cette même hauteur d'eau. Cependant, les contraintes existantes sur les ZEC non prioritaires (N°3 et 5) nous obligent à simuler un stockage inférieur à 1 mètre en lit majeur.

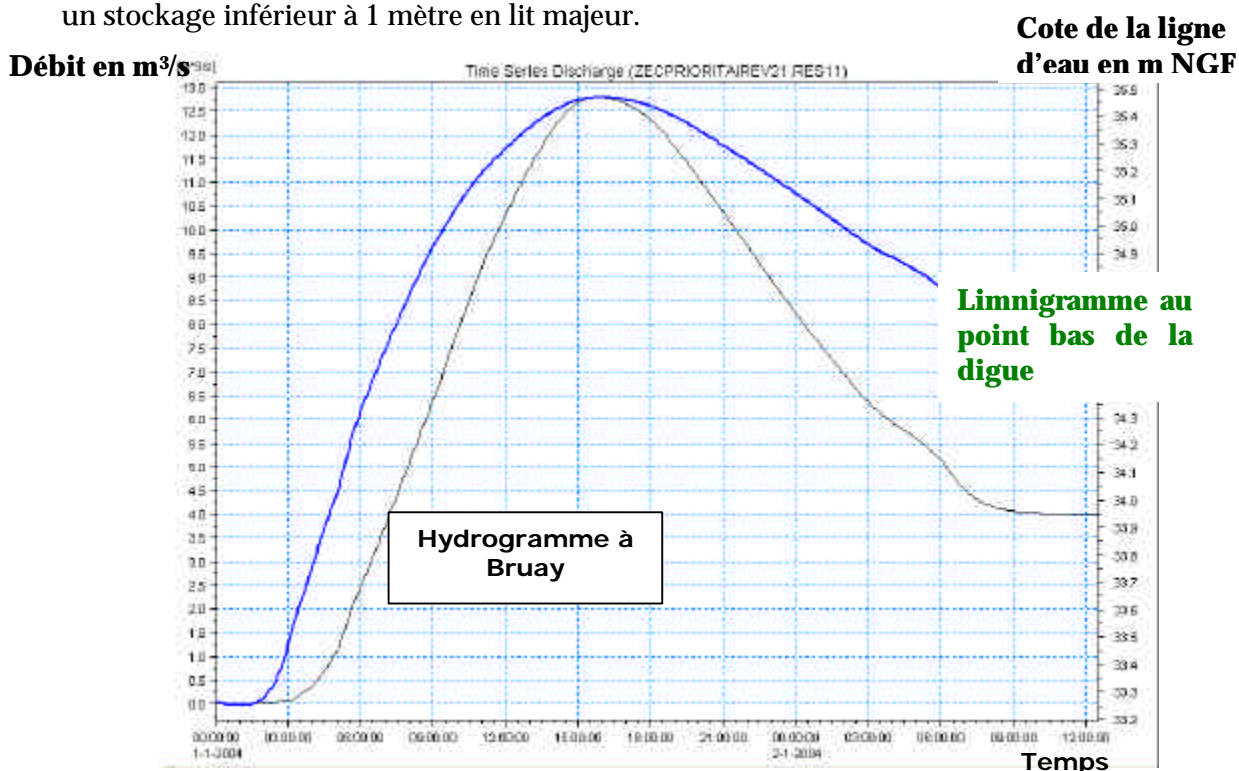


Figure 24 : Scénario 2 - Hydrogramme écrêté à Bruay -la-Buissière pour une pluie d'hiver de temps de retour 20 ans

La mise en place des deux ZEC supplémentaires à Beugin et Houdain (respectivement ZEC 3 et ZEC 5) n'a pas de réel incidence sur les hydrogrammes de crue au niveau de Bruay-la-Buissière. Par contre localement, elles ont une action positive sur les dysfonctionnements diagnostiqués lors des phases 1 et 3 de l'étude (notamment dans les traversées de Beugin et d'Houdain). Elles permettent aussi un ralentissement dynamique des crues qui est toujours intéressant dans une optique de gestion globale des écoulements d'un bassin versant. **C'est pourquoi, l'aménagement des ZEC 3 et ZEC 5 est retenu malgré leur faible capacité.**

8.2.4 Synthèse comparative des 3 variantes du scénario 1

Les tableaux et figures suivantes présentent une comparaison des différentes variantes du scénario 1.

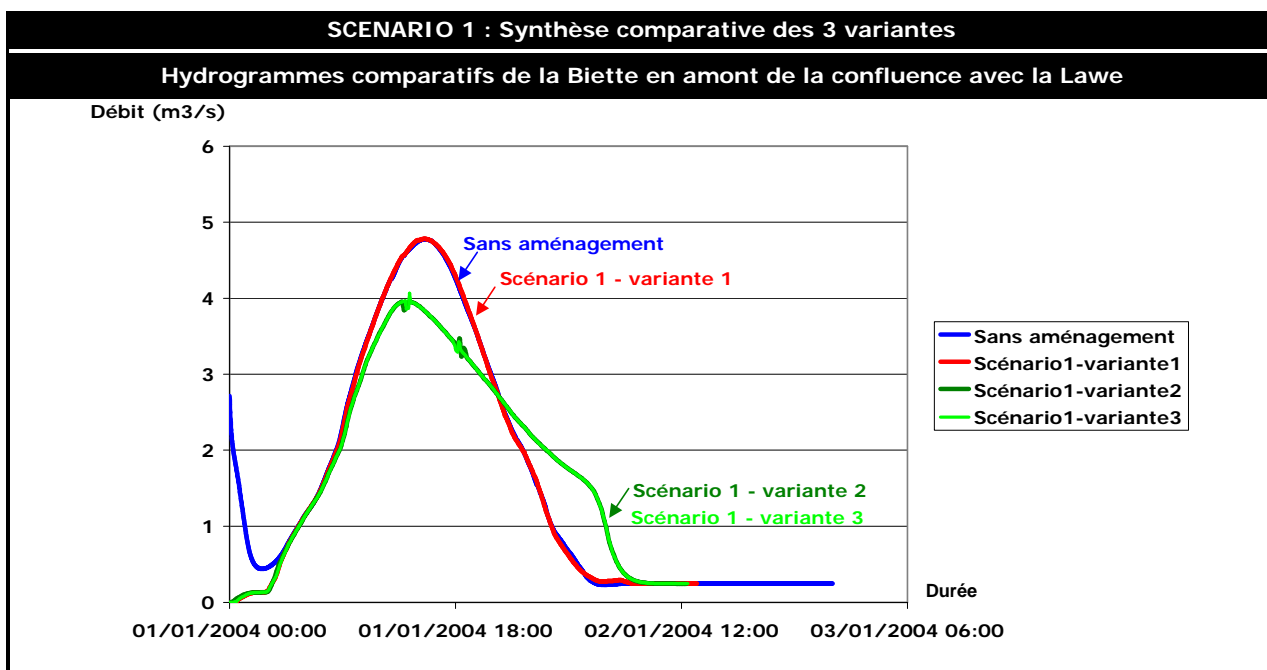
Tableau 9 : Synthèse des 3 variantes du scénario 1 : grandeurs caractéristiques

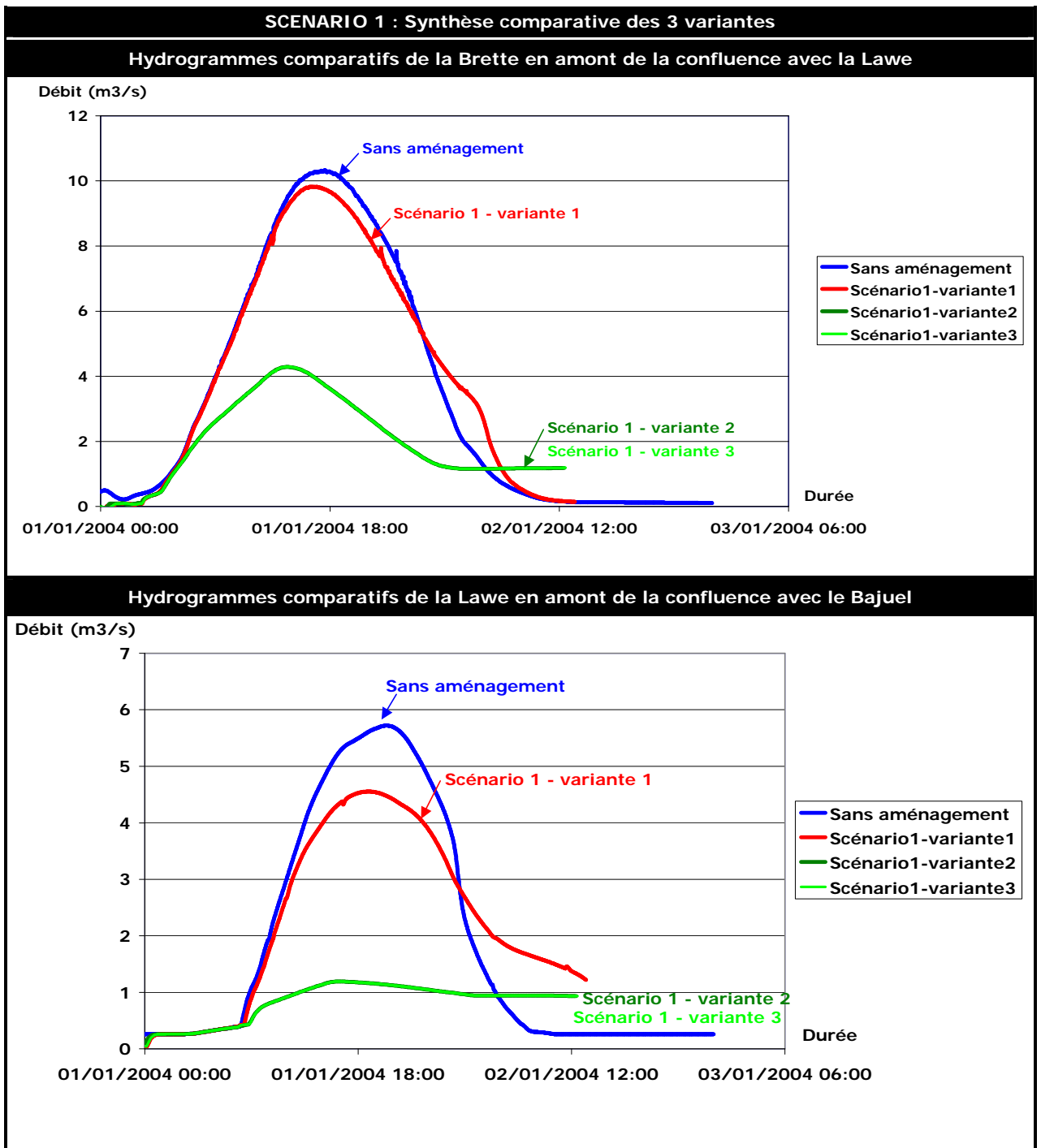
	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Hauteur d'eau simulée (en m)	0,8 à 1	2	2
Volume total stocké (en m³)	150 000	700 000	700 000
Gain sur le débit de pointe (en m³/s) à Bruay	4	8	8
Objectif « Bruay » atteint	Non	Oui	oui

La variante 1 qui consiste en un stockage des eaux débordées sur une hauteur de 1 mètre est insuffisante, puisqu'elle ne satisfait pas les objectifs fixés. De plus, la mise en place de tels aménagements générerait des coûts trop importants par rapport aux effets escomptés.

La variante 2, qui consiste en un stockage sur une hauteur utile de 2 mètres, a une réelle influence sur le fonctionnement hydraulique des cours d'eau. **Cette hauteur utile de stockage de 2 mètres est retenue et sera celle utilisée pour la simulation des scénarii 2 et 3.**

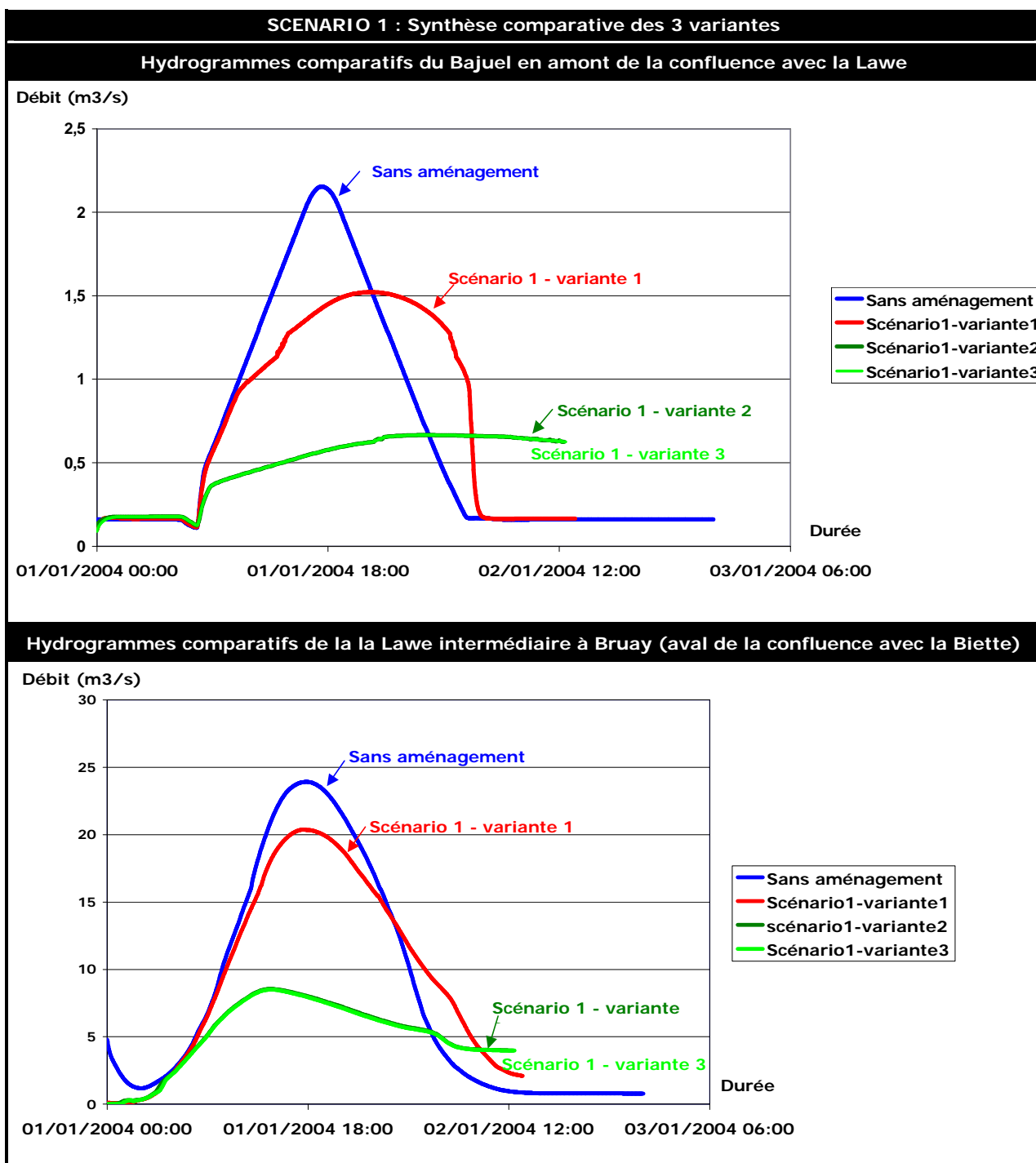
Tableau 10 : Synthèse comparative des 3 variantes du scénario 1 : hydrogrammes de crues





Sur le bassin versant amont de la Lawe, les conditions topographiques sont très contraignantes et elles conditionnent fortement l'aménagement des sites. Sur certains secteurs, le stockage ne peut-être optimum du fait de la pente du lit majeur.

Les simulations ont donc été réalisées en projetant la réalisation de deux ouvrages en travers de la vallée afin de réduire les effets de la pente. Il serait intéressant de systématiser ce procédé sur les zones amont souvent très pentues.



Les figures précédentes mettent en évidence la faible influence de la mobilisation des ZEC où les contraintes sont les plus importantes (variante 3). La mise en place des ZEC sur la Lawe amont permet d'atteindre l'objectif minimum fixé (stockage d'un volume de 550 000 m³) sur les bassins versants amont. Toutefois, dans ces conditions, des dysfonctionnements assez sévères à l'aval du bassin versant persistent. Cela implique de renforcer le stockage sur les versants afin de limiter la mise en place de protections rapprochées.

Pour compléter ce stockage, certaines zones naturelles déjà inondées (lors des crues) pourront être davantage sollicitées par la réalisation d'aménagements ponctuels. Toutefois les potentialités de ce surstockage restent limitées au vu des volumes mis en jeu et des investissements à réaliser. **Des dispositifs de stockage supplémentaires sur les versants du bassin de la Lawe paraissent nécessaires pour aboutir aux objectifs fixés. Pour la suite des calculs, les ZEC de la variante 3 ont été mobilisées sur une hauteur maximale de 2 m.**

8.3 Scénario 2 : dimensionnement et simulation

Le scénario 2 consiste à mobiliser **toutes les ZEC et à créer des bassins de rétention** au niveau des versants pour atteindre les objectifs fixés. Au vu des résultats du scénario précédent, les apports sur l'amont du bassin sont principalement constitués, en terme de débit de pointe et de volume, par les apports de la Brette. La vallée de la Brette ne favorisant pas la mise en place de ZEC, les têtes des bassins versants sont privilégiées pour mettre en place des bassins de stockage. Ceux-ci répondent à une problématique globale (réduction des dysfonctionnements à l'aval du bassin versant) et locale. Ils permettront ainsi de pallier aux désordres locaux observés dans les bourgs de Caucourt (1,5 m d'eau dans l'école maternelle en juillet 1987) et de Gauchin-Legal.

Le modèle pluie-débit a permis d'identifier des apports importants issus du bassin versant de la Brette sur lesquels il est intéressant d'intervenir. Les aménagements proposés sont essentiellement des bassins de rétention de capacité de stockage variable : de 3 000 à 15 000 m³.

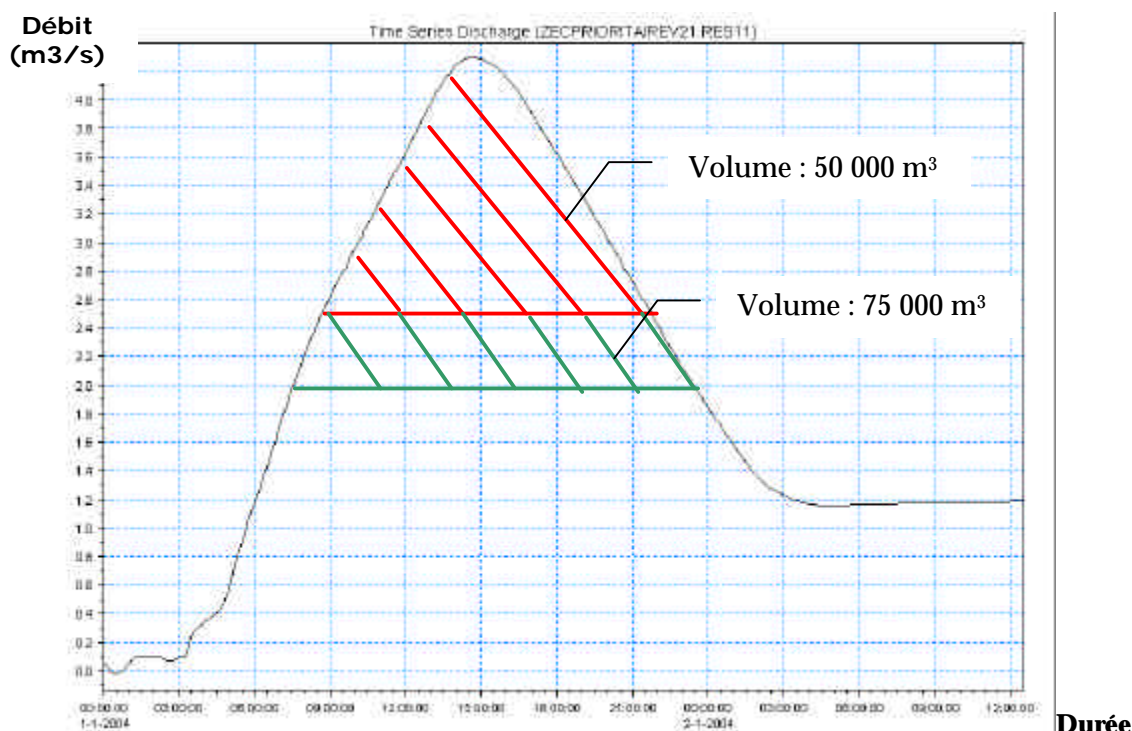


Figure 25 : Hydrogramme de crue de la Brette - Volumes pouvant être stockés

La création des plus gros bassins n'est pas seulement liée à la gestion globale des écoulements sur le bassin versant. En effet, elle est également motivée par la présence d'importants dysfonctionnements locaux qu'il est indispensable de résorber (importants dommages et mise en danger de la sécurité des populations).

La réalisation de bassins de rétention est donc proposée en complément des ZEC. Pour déterminer les gains occasionnés, les hydrogrammes injectés dans le modèle ont été recalculés afin de prendre en compte les apports retenus par les bassins de stockage.

Les aménagements proposés se répartissent sur les sous-bassins suivants :

1. Bassin versant du « Fond de Caucourt » : 2 ouvrages ;
2. Bassin versant du « Fond de la Charbonnière » : 3 ouvrages ;
3. Bassin versant du ruisseau de Gauchin-Legal : 1 ouvrage ;
4. Bassin versant du ruisseau d'Hermin : 1 ouvrage ;
5. Bassin versant de la « vallée de Cuvigny » : 3 ouvrages ;
6. Bassin versant du Riez Pignon : 1 ouvrage ;
7. Bassin versant de « Garimelle » : 1 ouvrage.

Les caractéristiques des bassins proposés sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 11 : Scénario 2 – Caractéristiques des bassins de rétention proposés

Code de l'ouvrage	Bassin versant	Commune	Volume à stocker estimé (m3)
BRA-01	Brette	Béthonsart	11 500
BRA-02	Brette	Caucourt	14 500
BRA-03	Brette	Caucourt Gauchin-Legal	9 200
BRA-04	Brette	Caucourt Gauchin-Legal	12 800
BRA-05	Brette	Caucourt Gauchin-Legal	12 500
BRA-06	Brette	Gauchin-Legal	6 000
BRA-07	Brette	Hermin	15 500
BRA-09	Lawe amont	Magnicourt-en-Comté	6 000
BRA-10	Brette	Rebreuve-Ranchicourt	4 500
BRA-11	Brette	Rebreuve-Ranchicourt	6 000
BRA-12	Brette	Rebreuve-Ranchicourt	3 500
BRA-13	Brette	Rebreuve-Ranchicourt	4 500

Chaque bassin a été dimensionné à partir des données topographiques du MNT (Modèle Numérique de Terrain) et des investigations menées au cours de l'étude. Les dimensionnement et fonctionnement hydrauliques ont été modélisés. Ainsi chaque bassin fait l'objet d'une fiche descriptive (catalogue des fiches aménagements) dans laquelle est consignée les dimensions de l'ouvrages et les gains liés à sa réalisation (hydrogrammes présentant l'écrêtement et le décalage des débits de pointe).

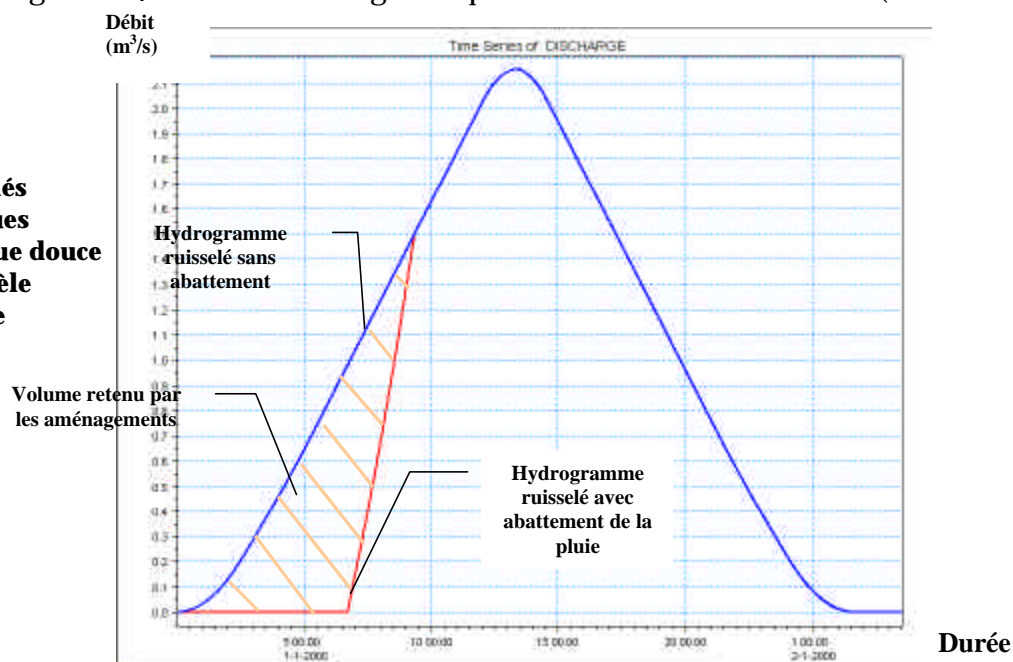
8.4 Scénario 3 : dimensionnement et simulation

Le scénario 3 combine les scénarii 1 et 2 et la mise en place de mesures d'hydraulique douce : ensemble des mesures agronomiques et hydrauliques visant à réduire le ruissellement issu des versants ruraux. Ce scénario doit être appréhender comme un objectif à atteindre sur le long terme. En effet, la mise en place des ZEC peut être considérée comme une action curative qui permettra de résorber les dysfonctionnements les plus importants à court terme. Toutefois, la gestion des écoulements sur les versants amont est primordiale pour limiter l'accroissement des apports d'eau vers les vallées et pour gérer les écoulements à long terme.

A partir des secteurs les plus sensibles identifiés au cours de la phase 2 de la présente étude et du diagnostic hydrologique, des ratios par secteur sont fixés.

A l'heure actuelle, il n'existe pas de modèle pouvant estimer les gains d'aménagements d'hydraulique douce. Pour obtenir une estimation de leur influence, nous avons simulé un abattement de la pluie de 5 et 10 mm, c'est à dire que les aménagements projetés interceptent les 5 et 10 premiers millimètres d'une pluie. Ce type de calcul est pessimiste car il simule uniquement la mise en place d'ouvrages non équipés d'un débit de fuite (mares d'infiltration, noues, etc). Ce type d'aménagement permet un stockage des premiers millimètres ruisselés (voir Figure 26).

Figure 26 :
Effets simulés
des techniques
d'hydraulique douce
dans le modèle
hydraulique



En général, les aménagements préconisés sont équipés d'un débit de fuite (prairies inondables, mares tampon, etc). Ils ont donc une action directe sur le pic de pluie de projet et non sur la première lame d'eau écoulee. Les actions conjuguées des différents aménagements à l'aval d'un bassin versant sont représentées sur la figure 27.

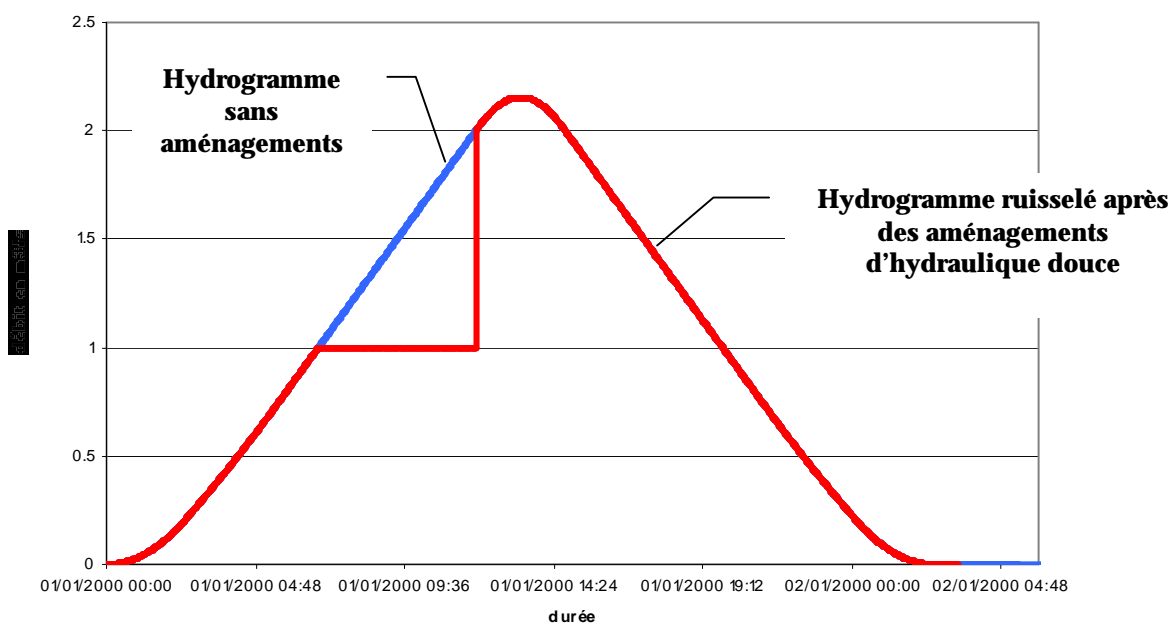


Figure 27 : Effets escomptés des techniques d'hydraulique douce à l'aval d'un bassin où elles sont mises en oeuvre

Les volumes retenus sur un bassin versant sont facilement quantifiables. En revanche, il est difficile d'estimer les effets d'aménagements à la parcelle sur les débits en sortie du bassin versant de la Lawe.

9

Synthèse comparative des scénarii et des variantes étudiées

La synthèse comparative des scénarii et variantes étudiés a pour objectifs de :

- dresser un bilan des 3 scénarii : comparaison des différents hydrogrammes de crues résultants et des gains en terme de débits ;
- confronter les différents résultats obtenus en terme de contraintes et d'enjeux présents ;
- orienter les choix du maître d'ouvrage vers la stratégie la plus rationnelle combinant au mieux les gains, les aménagements, les enjeux et projets existants, la sécurité des populations et les moyens financiers à engager.

A la fin de cette synthèse, le maître d'ouvrage disposera donc de tous les éléments nécessaires à la définition de la stratégie d'aménagements à mettre en place sur le bassin versant de la Lawe. **La localisation et l'emprise précise des ZEC sera définie par la suite car elles nécessitent la réalisation d'études complémentaires. Notamment, la topographie qui conditionnera la hauteur utile de stockage et l'étude géotechnique qui renseignera sur la nature (niveau de la nappe alluviale) et la stabilité des terrains.**

Les différentes figures présentent les hydrogrammes modifiés en fonction des scénarii d'aménagements proposés. Les hydrogrammes sont obtenus à partir des différentes simulations réalisées à partir du modèle hydraulique de la Lawe.

Par bassin versant, seuls les hydrogrammes aux points stratégiques sont présentés :

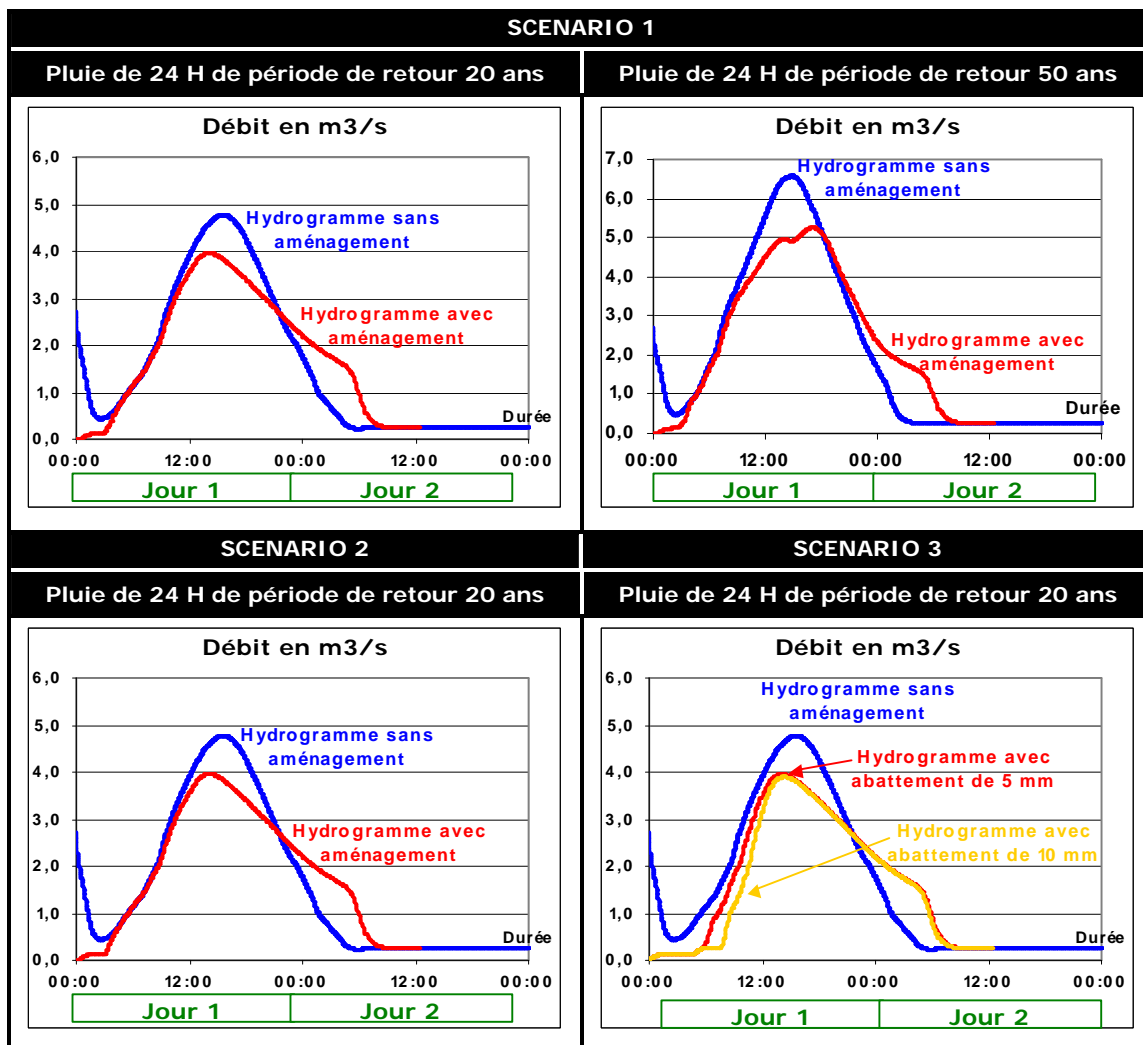
- en amont et en aval des grandes confluences ;
- à l'exutoire du bassin versant de la Lawe.

9.1 La Biette

Les hydrogrammes suivants illustrent l'incidence des zones d'expansion de crues (ZEC 12 et 13, localisées sur les communes de Ourton) en amont de la confluence avec la Lawe.

Ils mettent en évidence l'incidence des ZEC sur le fonctionnement hydraulique des crues de la Biette. Les volumes stockés sur les deux zones atteignent 25 000 m³. Ce volume peut paraître faible au vu des objectifs fixés précédemment, pourtant, l'influence de ces ZEC est intéressante aux niveaux local et global. En effet, leur mise en place permettra de résoudre la quasi-totalité des dysfonctionnements observés : notamment à Ourton et Divion. Le gain escompté au niveau du débit de pointe est conséquent puisque le débit de pointe de la Biette est diminué de 20 %. **L'aménagement de ces zones d'expansion de crues est particulièrement intéressant puisqu'elles répondent aux problématiques locale et globale.**

Tableau 12 : Hydrogrammes des 3 scénarii - Biette en amont de la confluence Lawe



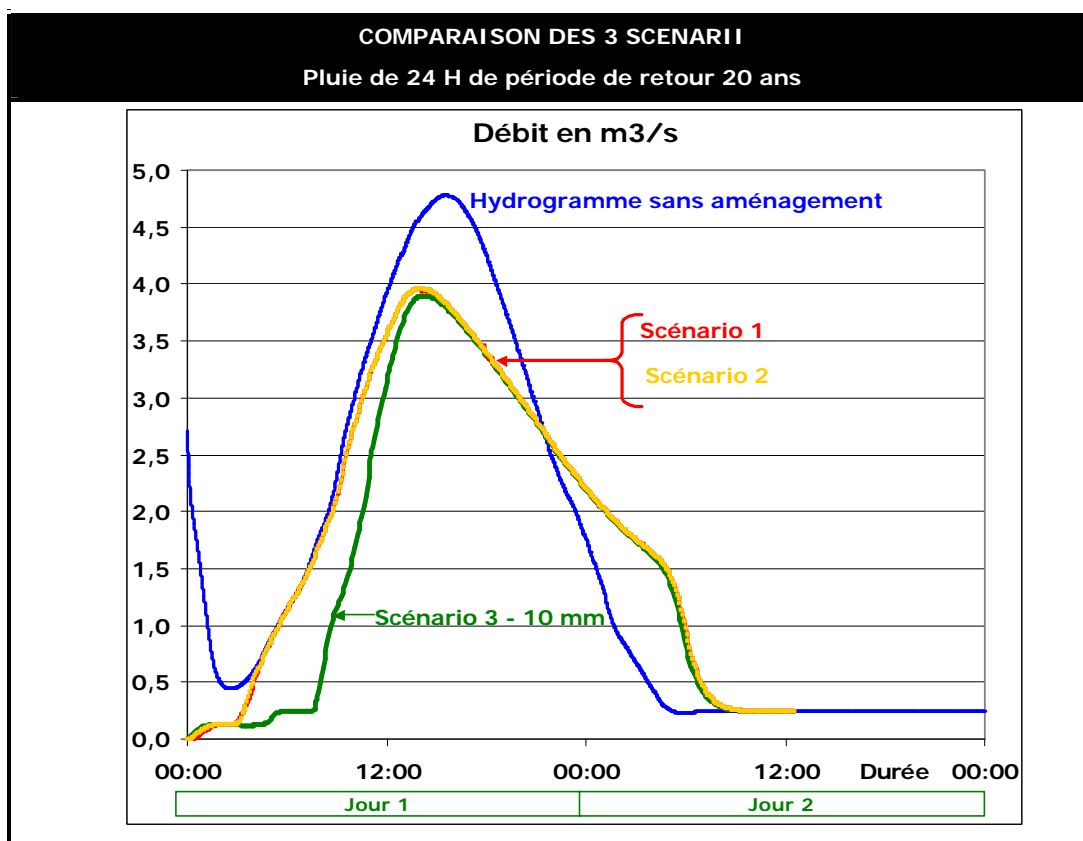


Tableau 13 : Comparaison des débits de pointe de crue des 3 scénarii - Biette en amont de la confluence Lawe

SCENARIO	DEBIT DE POINTE DE LA CRUE (m ³ /s)
SANS AMENAGEMENT	4,8
SCENARIO 1	4
SCENARIO 2	4
SCENARIO 3	3,9

Le scénario 1 qui consiste en l'aménagement des ZEC 12 et 13 permet un écrêtement de 0,8 m³/s du débit de pointe de la Biette pour une pluie de 24 heures de période de retour 20 ans.

Les scénarii 1 et 2 sont identiques, puisque conformément à la stratégie de gestion des écoulements fixée sur le bassin versant de la Biette, aucun bassin de rétention n'est proposé.

Le scénario 3, qui consiste en une simulation d'un abattement de la pluie de 10 mm, suite à la réalisation d'aménagement relevant de l'hydraulique douce, permet un écrêtement du début de la crue. Son incidence est plus importante sur les têtes de bassin. Ainsi, l'ampleur des dysfonctionnements observés sur ces secteurs (particulièrement sur les communes de Diéval et Ourton) devrait être limitée.

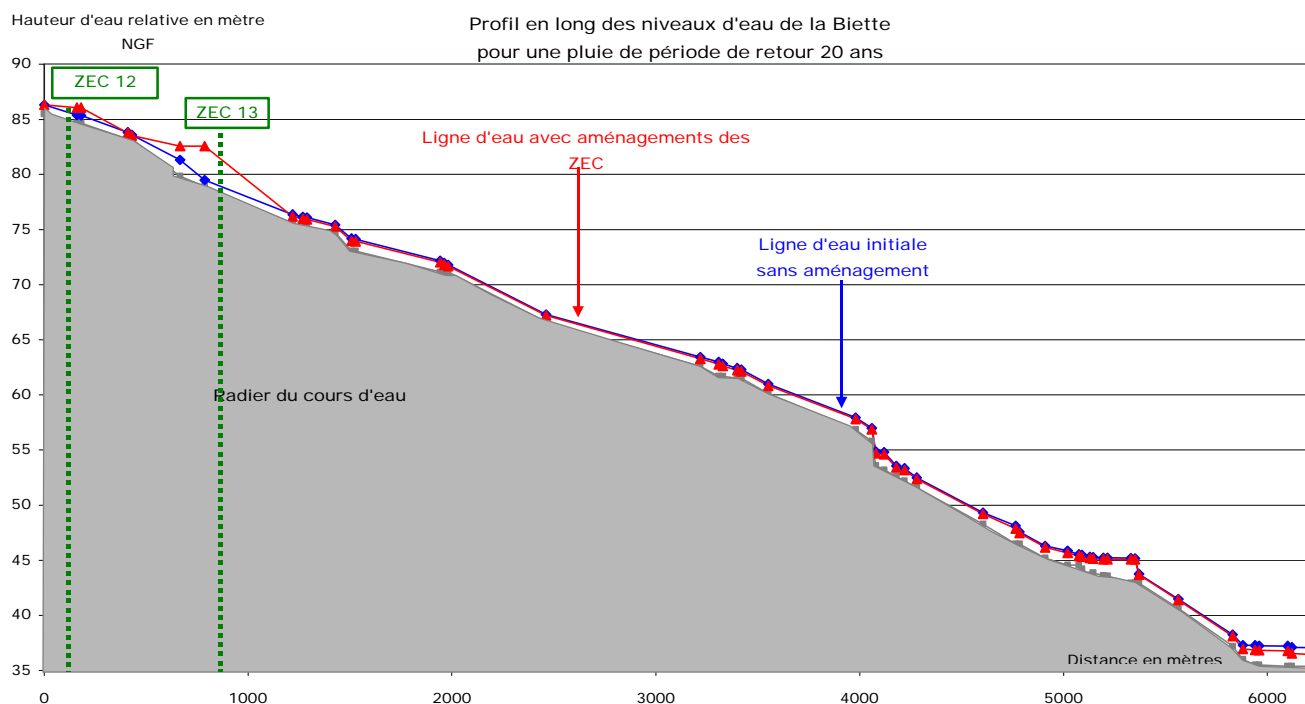


Figure 28 : Scénario 1 – Aménagements des zones d’expansion de crues – Profil en long des niveaux d’eau de la Biette pour une pluie de période de retour 20 ans.

La création de deux zones d’expansion de crues à Ourton, permet un abaissement maximum de la ligne d’eau de 0,7 mètres (en aval immédiat des deux ZEC). En moyenne, l’abaissement constaté est d’environ 20 cm. L’incidence des zones d’expansion de crues proposées sur la Biette est faible, conformément à la stratégie fixée au début de cette phase. En effet, au vu des contraintes topographiques, des aménagements très lourds seraient nécessaires pour modifier significativement le fonctionnement hydraulique de la rivière. C’est à dire que la création des zones d’expansion de crues se matérialiserait par l’édification de digues de grande hauteur (3 à 4 mètres) dans la vallée. Ce type d’aménagement ne répond pas aux objectifs fixés dans le cadre de l’étude et nuirait au paysage de la vallée de la Biette.

L’incidence des ZEC projetées sur la Biette ne peut être négligée : malgré leur faible influence globale. Elles permettront de pallier aux désordres locaux constatés. Toutefois, les volumes retenus sont relativement faibles par rapport aux objectifs fixés. Ces ZEC devront donc être réalisées, mais leur niveau de priorité est jugé moyen en comparaison aux autres aménagements à mettre en place.

9.2 La Brette

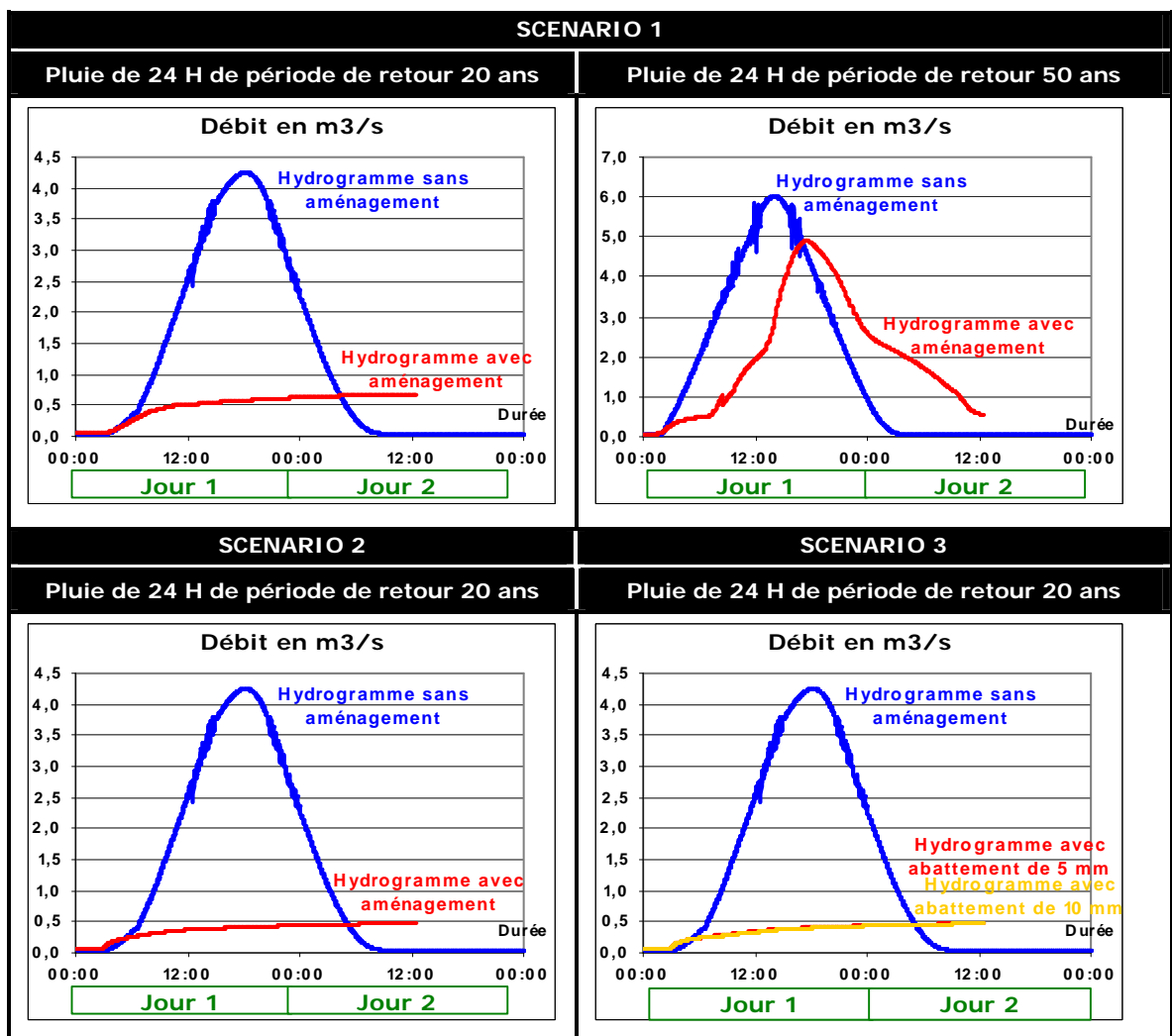
Les hydrogrammes de la Brette présentés sont ceux obtenus :

- en amont de Gauchin-Legal ;
- en amont de la confluence avec la Lawe.

9.2.1 La Brette en amont de Gauchin-Legal

Les hydrogrammes suivants illustrent l'incidence des différents scénarii en aval de la zone d'expansion de crue prévue sur la commune de Gauchin-Legal (ZEC 7) et des bassins de rétention localisés au niveau des plateaux de Fréwillers, Caucourt et Estrée-Cauchy.

Tableau 14 : Hydrogrammes des 3 scénarii d'aménagements - Brette en amont de Gauchin-Legal



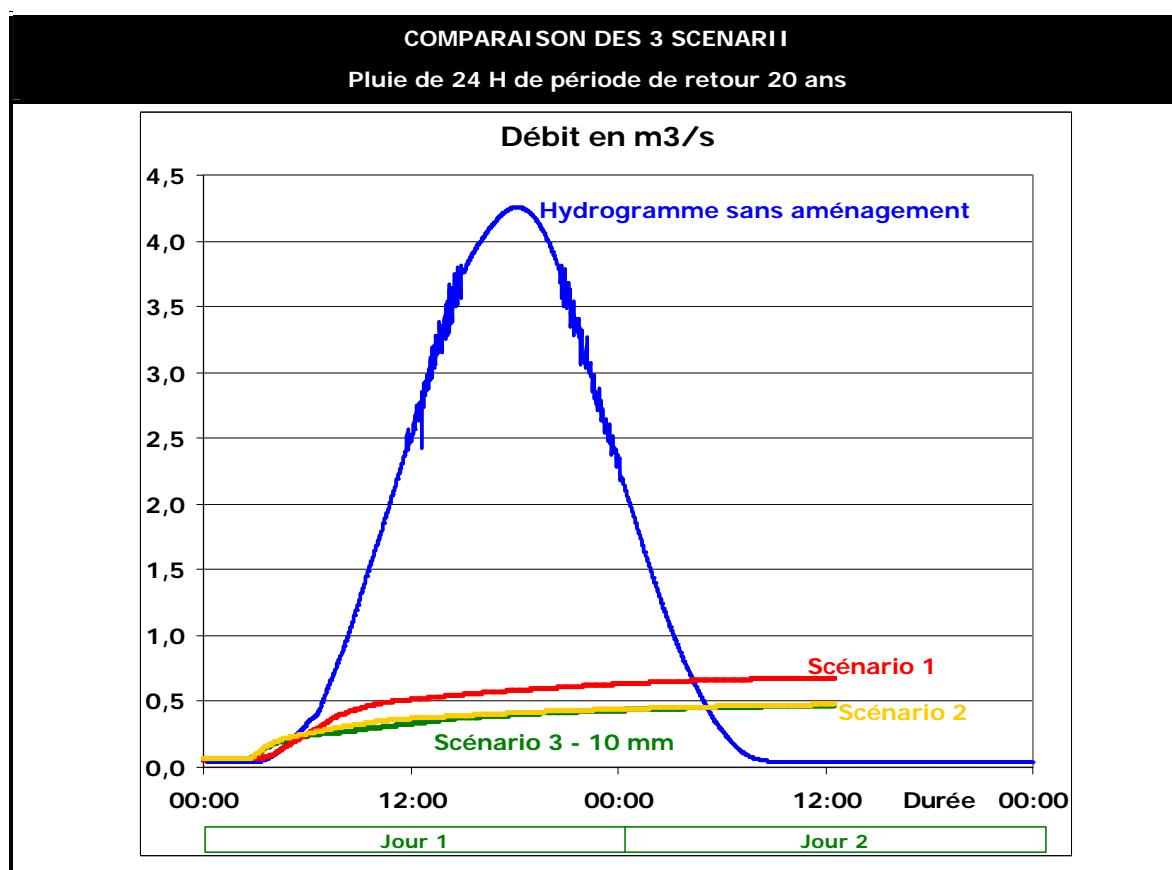


Tableau 15 : Comparaison des débits de pointe de crue des 3 scénarii - Brette en amont de Gauchin-Legal

SCENARIO	DEBIT DE POINTE DE LA CRUE (m ³ /s)
SANS AMENAGEMENT	4,2
SCENARIO 1	0,7
SCENARIO 2	0,5
SCENARIO 3	0,45

Le scénario 1 consistant en la réalisation d'une zone d'expansion de crue en amont de Gauchin-Legal permet un écrêtement considérable du débit de pointe de la Brette pour une pluie de 24 heures de période de retour 20 ans. L'écrêtement du débit de pointe est de 3,5 m³/s soit environ 80%. L'aménagement de la ZEC 7 permettra donc de pallier aux dysfonctionnements observés dans Gauchin-Legal. L'incidence de cette ZEC ne se limite pas à une gestion locale des écoulements, mais est aussi très intéressante à l'échelle globale.

La création de bassins de rétention sur les têtes de bassin, proposée par le scénario 2, permet un écrêtement supplémentaire de 0,2 m³/s du débit de pointe. Même si l'influence sur le débit de pointe est faible, les aménagements envisagés permettront de d'écrêter les débits et de différer les écoulements à Caucourt où d'importants dysfonctionnements ont été observés.

La réalisation d'aménagements relevant de l'hydraulique douce sur le long terme (scénario 3) permettra un écrêtement très faible des débits de pointe de crue. Les effets de ce scénario sont réduits du fait des bassins de rétention qui tamponnent déjà les écoulements.

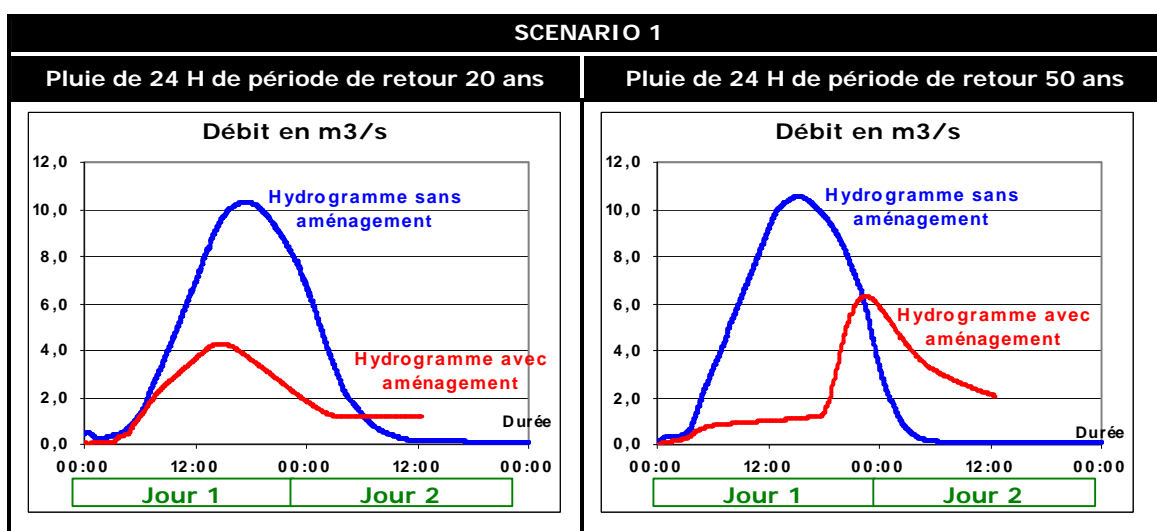
9.2.2 La Brette en amont de la confluence avec la Lawe

Les hydrogrammes sur ce secteur attestent de l'incidence de l'aménagement des zones d'expansion de crues (ZEC 8 et 9) localisées sur la commune de Rebreuve-Ranchicourt en amont et en aval du lieu-dit « Barafle » et de la ZEC 7 située encore plus en amont.

Pour le scénario 2, les hydrogrammes illustrent l'incidence des bassins de rétention répartis sur les versants de la Brette où les apports sont les plus conséquents : les ruisseaux d'Hermin et de Gauchin-Legal, le Grand Fossé, etc.

La mise en place des ZEC sur le bassin versant de la Brette a une réelle incidence sur les dysfonctionnements locaux identifiés (Gauchin-Legal, Rebreuve-Ranchicourt, Houdain) et sur les écoulements de la Lawe. Toutefois au vu des objectifs fixés, il est intéressant de solliciter davantage ce bassin versant pour résoudre l'ensemble des dysfonctionnements. Le scénario 2 (mise en place de bassin de stockage), répond à cet objectif tout en palliant aux problèmes observés sur l'amont des versants. **C'est pourquoi, la stratégie d'action s'orientera vers la mise en place d'aménagements complémentaires au ZEC.**

Tableau 16 : Hydrogrammes des 3 scénarii - Brette en amont de la confluence avec la Lawe



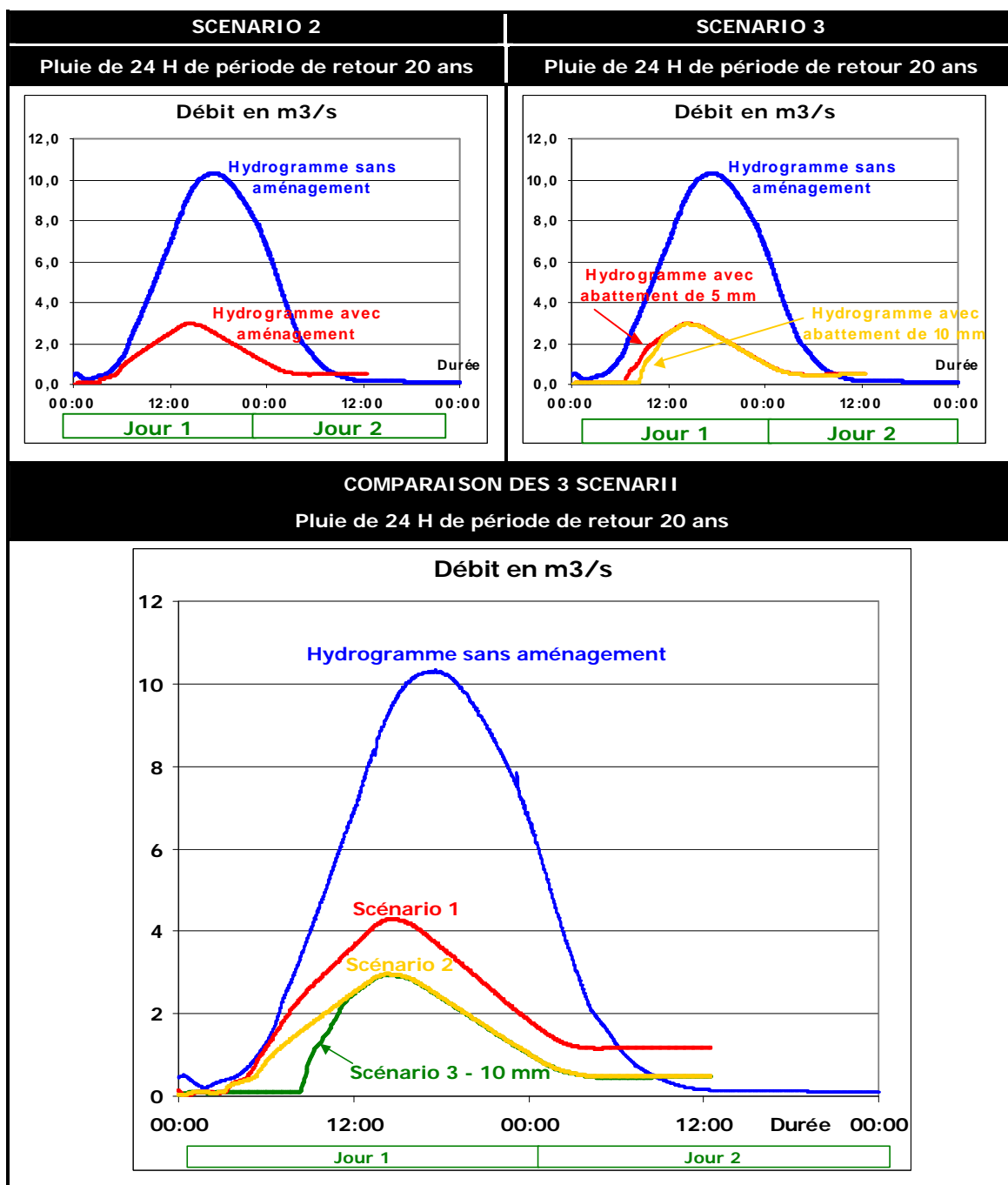


Tableau 17 : Comparaison des débits de pointe de crue des 3 scénarii - Brette en amont de la confluence avec la Lawe

SCENARIO	DEBIT DE POINTE DE LA CRUE (m ³ /s)
SANS AMENAGEMENT	10,3
SCENARIO 1	4,3
SCENARIO 2	3
SCENARIO 3	3

L'aménagement des ZEC 7, ZEC 8 et ZEC 9 (scénario 1) permet un écrêtement du débit de pointe de la Brette en amont de sa confluence avec la Lawe de $6 \text{ m}^3/\text{s}$ soit environ 60% pour une pluie de 24 heures d'une période de retour 20 ans.

Le scénario 2 qui consiste en la création de dispositifs de rétention sur les bassins versants amont permet un écrêtement supplémentaire du débit de pointe de $1,3 \text{ m}^3/\text{s}$. Ces différents aménagements ont donc à la fois une incidence sur la gestion globale des écoulements de la Brette mais permettront aussi de pallier aux dysfonctionnements locaux observés.

Sur le long terme, le scénario 3 propose la réalisation d'aménagements relevant de l'hydraulique douce sur l'ensemble du bassin versant. D'après les simulations effectuées, ces aménagements ont une incidence importante sur le début de la crue de la Brette. Ils permettront donc de limiter les dysfonctionnements locaux constatés sur les têtes de bassin.

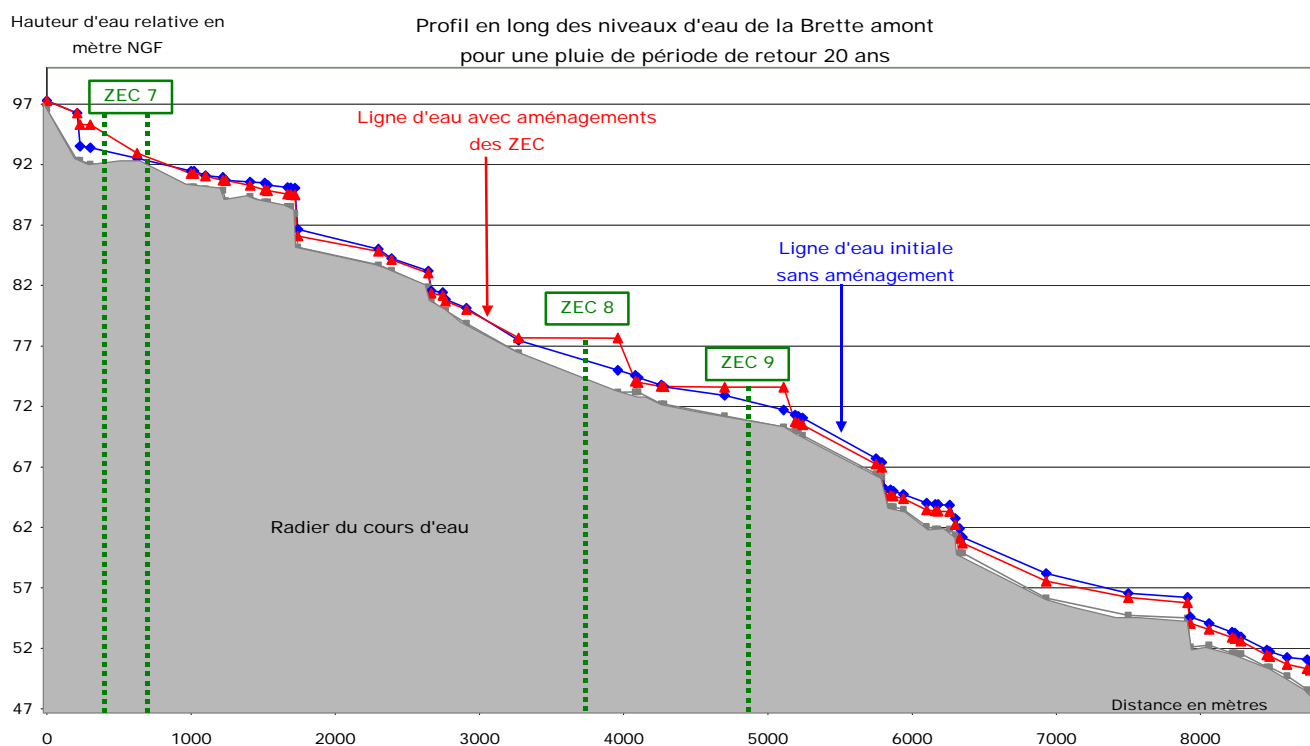


Figure 29 : Scénario 1 – Aménagements des zones d'expansion de crue – Profil en long des niveaux d'eau de la Brette amont pour une pluie de période de retour 20 ans

L'abaissement maximum de la ligne d'eau estimé sur la Brette suite à l'aménagement des zones d'expansion de crue est de 0,8 mètre (en aval immédiat des ZEC). En moyenne l'aménagement des différentes ZEC permettra une diminution du niveau d'eau de 40 cm.

9.3 La Lawe amont

Les hydrogrammes présentés au niveau du bassin versant de la Lawe amont sont ceux :

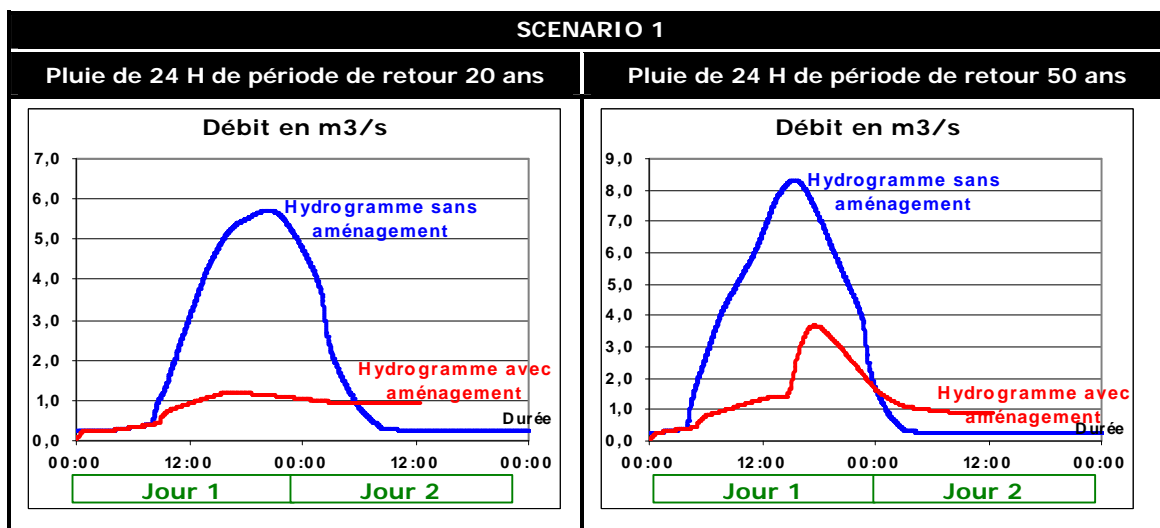
- de la Lawe en amont de la confluence avec le Bajuel ;
- du Bajuel ;
- de la Lawe en amont de la confluence avec la Brette ;
- de la Lawe en aval de la confluence avec la Brette.

9.3.1 La Lawe en amont de la confluence avec le Bajuel

Les hydrogrammes sur ce secteur traduisent l'incidence des ZEC de Magnicourt-en-Comté (ZEC 1) et de La Comté (ZEC 2) sur le fonctionnement de la Lawe amont. La réalisation d'un bassin de rétention sur la tête de bassin sur la commune de Magnicourt est également proposée dans le cadre du scénario 2.

Sur la Lawe amont, le scénario 1 permet un écrêtement du débit de pointe d'environ 7,7 m³/s à 1,7 m³/s : diminution du débit d'environ 78%.

Tableau 18 : Hydrogrammes des 3 scénarii - Lawe en amont de la confluence le Bajuel



La mise en place de ces deux ZEC (scénario 1) permet un étalement de la crue dans le temps qui est très intéressant au vu de la problématique rencontrée sur le bassin versant.

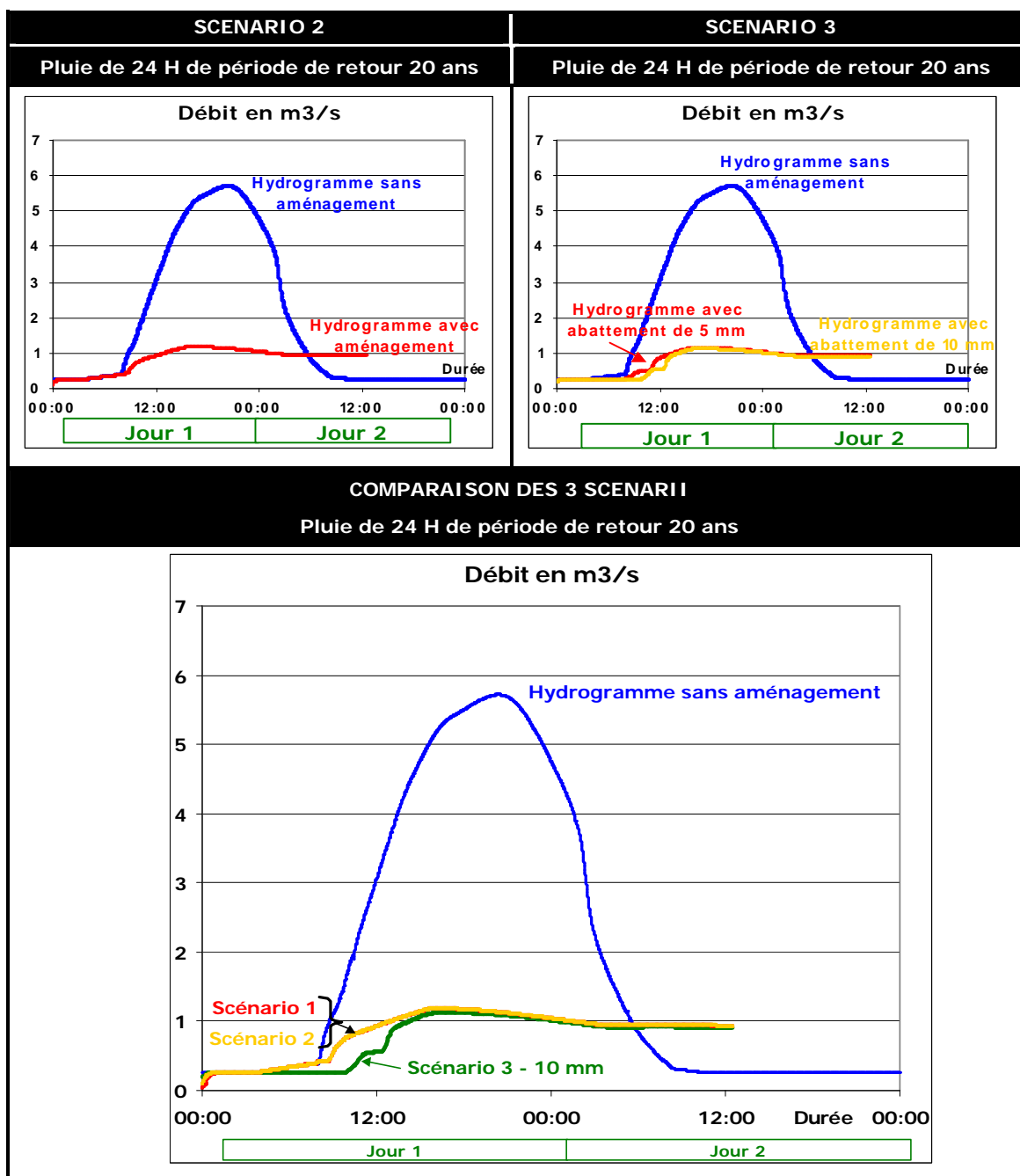


Tableau 19 : Comparaison des débits de pointe de crue des 3 scénarii - Lawe en amont de la confluence le Bajuel

SCENARIO	DEBIT DE POINTE DE LA CRUE (m³/s)
SANS AMENAGEMENT	7,7
SCENARIO 1	1,8
SCENARIO 2	1,7
SCENARIO 3	1,7

Le scénario 2 n'apporte pas de réel gain au niveau du débit de pointe de la crue. Il n'a pas d'incidence dans le cadre de la problématique de gestion globale des écoulements. Par contre, il répond à une problématique locale puisqu'il pallie aux dysfonctionnements observés à Magnicourt-en-Comté.

Sur le long terme, le scénario 3 propose la réalisation d'aménagements relevant de l'hydraulique douce sur l'ensemble du bassin versant. D'après les simulations effectuées, ces aménagements ont une incidence importante sur le début de la crue. Par contre leur influence sur la pointe de la crue de crue est moindre. La mise en place des différents aménagement permettra donc de préserver les têtes de bassin d'importants dysfonctionnements.

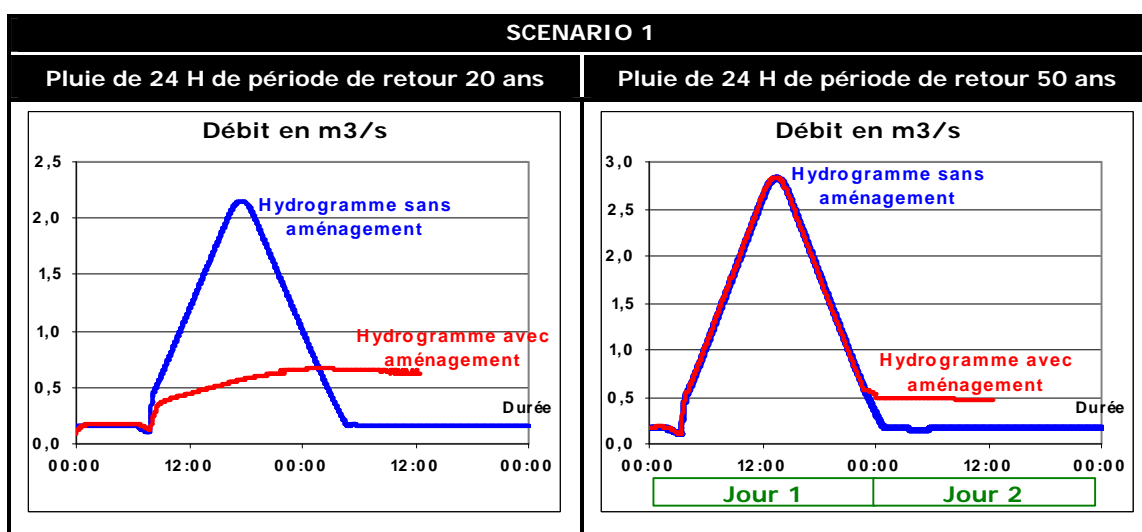
9.3.2 Le Bajuel

Les figures (pages suivantes) illustrent les hydrogrammes du Bajuel obtenus à partir des simulations des scénarii. Les hydrogrammes présentés se situent en aval de la zone d'expansion de crue (ZEC 6) projetée sur le Bajuel sur la commune de La Comté. De la même façon que précédemment, le scénario 1 permet d'écrêter efficacement les volumes et le débit de pointe : environ 2,2 m³/s initialement à 0,7 m³/s soit environ 68%.

Cet hydrogramme ne tient pas compte des aménagements réalisés dans le cadre du remembrement. De nombreux bassins de rétention ont été créés. De faibles capacités, ils participent également à l'écrêtement des volumes ruisselés. L'hydrogramme ainsi présenté est donc sécuritaire.

Cet aménagement est très intéressant puisqu'il permet un étalement considérable des crues dans le temps. Il n'a cependant pas d'influence directe sur les problèmes de débordement du Bajuel dans la traversée de La Comté puisqu'il est situé en aval. Des solutions locales seront mises en place pour pallier à ces désordres.

Tableau 20 : Hydrogrammes des 3 scénarii – Bajuel en amont de la confluence avec la Lawe



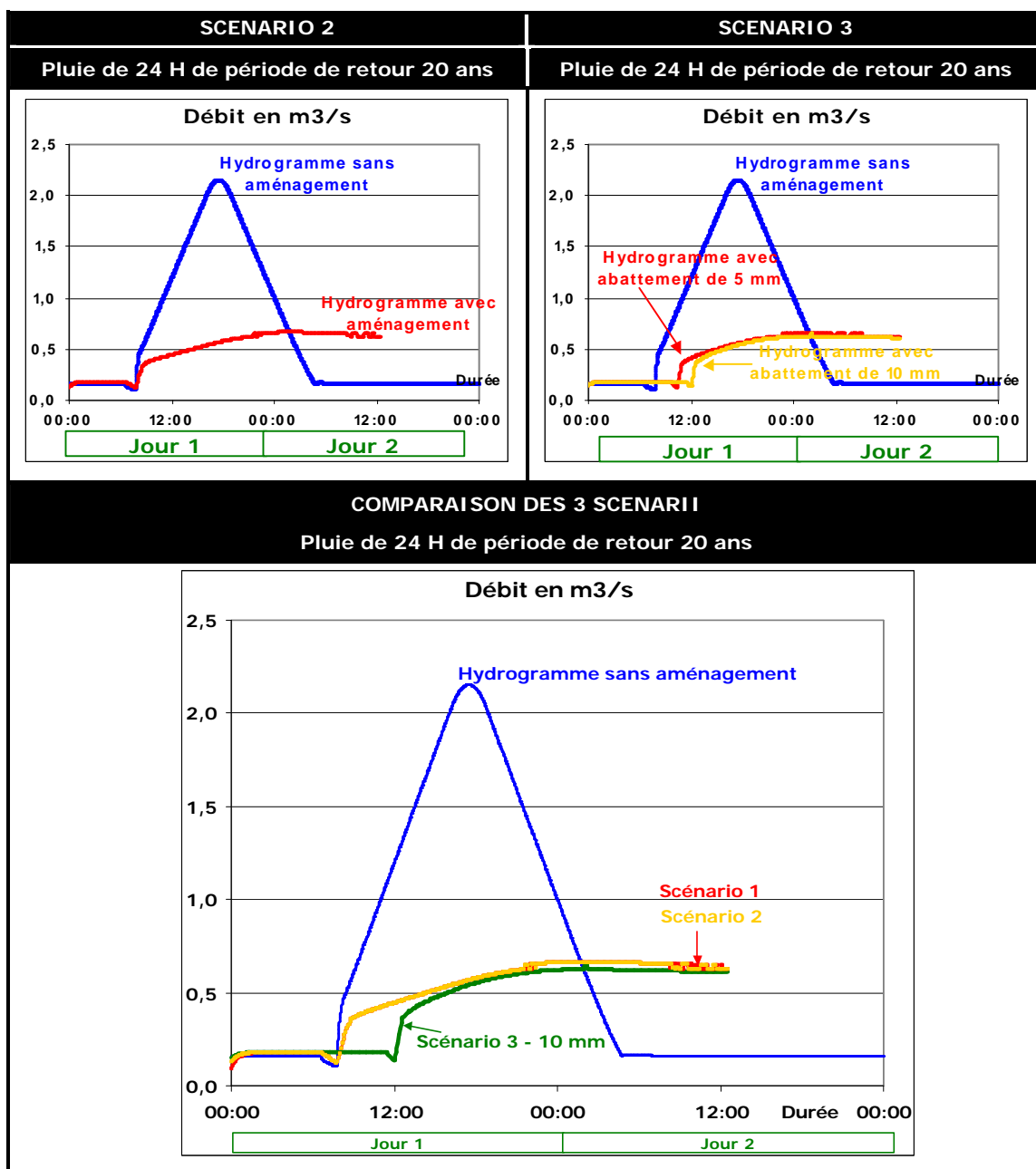


Tableau 21 : Comparaison des débits de pointe de crue des 3 scénarii - Bajuel en amont de la confluence avec la Lawe

SCENARIO	DEBIT DE POINTE DE LA CRUE (m ³ /s)
SANS AMENAGEMENT	2,2
SCENARIO 1	0,7
SCENARIO 2	0,7
SCENARIO 3	0,65

L'aménagement de la ZEC 6, sur la commune de la Comté en amont de la confluence avec la Lawe permet un écrêtement du débit de pointe du Bajuel de 1,5 m³/s.

Le scénario 2 n'a pas d'influence sur le fonctionnement hydraulique du Bajuel, en effet aucun bassin de rétention n'est proposé. Les contraintes topographiques des versants de la vallée du Bajuel sont très importantes et ne permettent pas l'aménagement de dispositifs de rétention de grosse capacité. Toutefois, dans le cadre du scénario 3 des aménagements relevant de l'hydraulique douce, complémentaires à ceux réalisés dans le cadre du remembrement sont proposés. Ces aménagements répondent à la problématique locale de ruissellement.

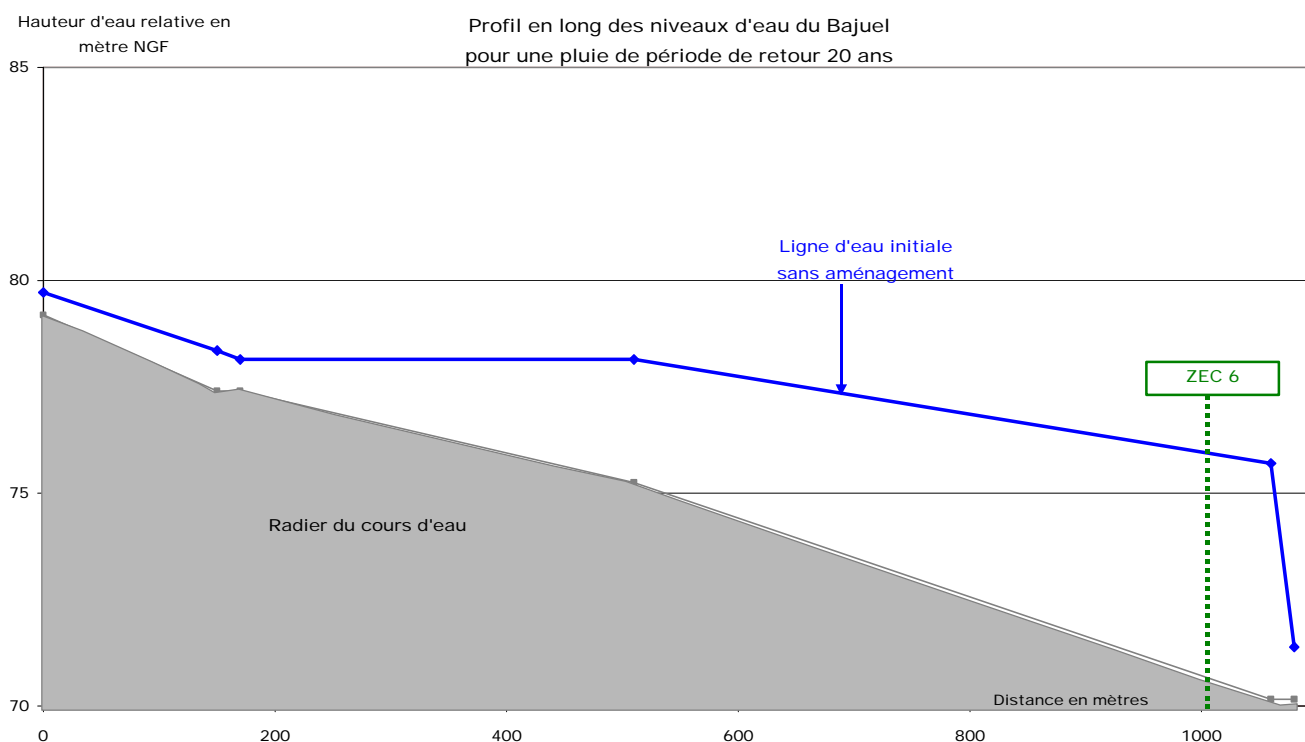


Figure 30 : Scénario 1 – Aménagements des zones d'expansion de crue – Profil en long des niveaux d'eau du Bajuel pour une pluie de période de retour 20 ans

La ZEC 6, étant située en aval du Bajuel, n'implique aucune modification de la ligne d'eau du cours d'eau.

9.3.3 La Lawe en amont de la confluence avec la Brette

Les hydrogrammes suivants illustrent l'incidence des zones d'expansion de crues situées sur les communes de Beugin (ZEC 3 et 4), Houdain (ZEC 5) ainsi que des ZEC localisées en amont.

Les ZEC 3 et 5 sont dimensionnées de manière à ce que la hauteur d'eau utile dans la retenue n'excède pas 1 mètre. Ces conditions s'expliquent par la présence de très nombreux enjeux recensés à proximité de ces ZEC.

Le scénario 1 permet un écrêtement important du débit de pointe de la Lawe évalué à 5,9m³/s soit environ 68%. Cet écrêtement est davantage lié aux ZEC localisées plus amont qu'à la création des ZEC 3 et ZEC 5.

Tableau 22 : Hydrogrammes des 3 scénarii – Lawe en amont de la confluence avec la Brette

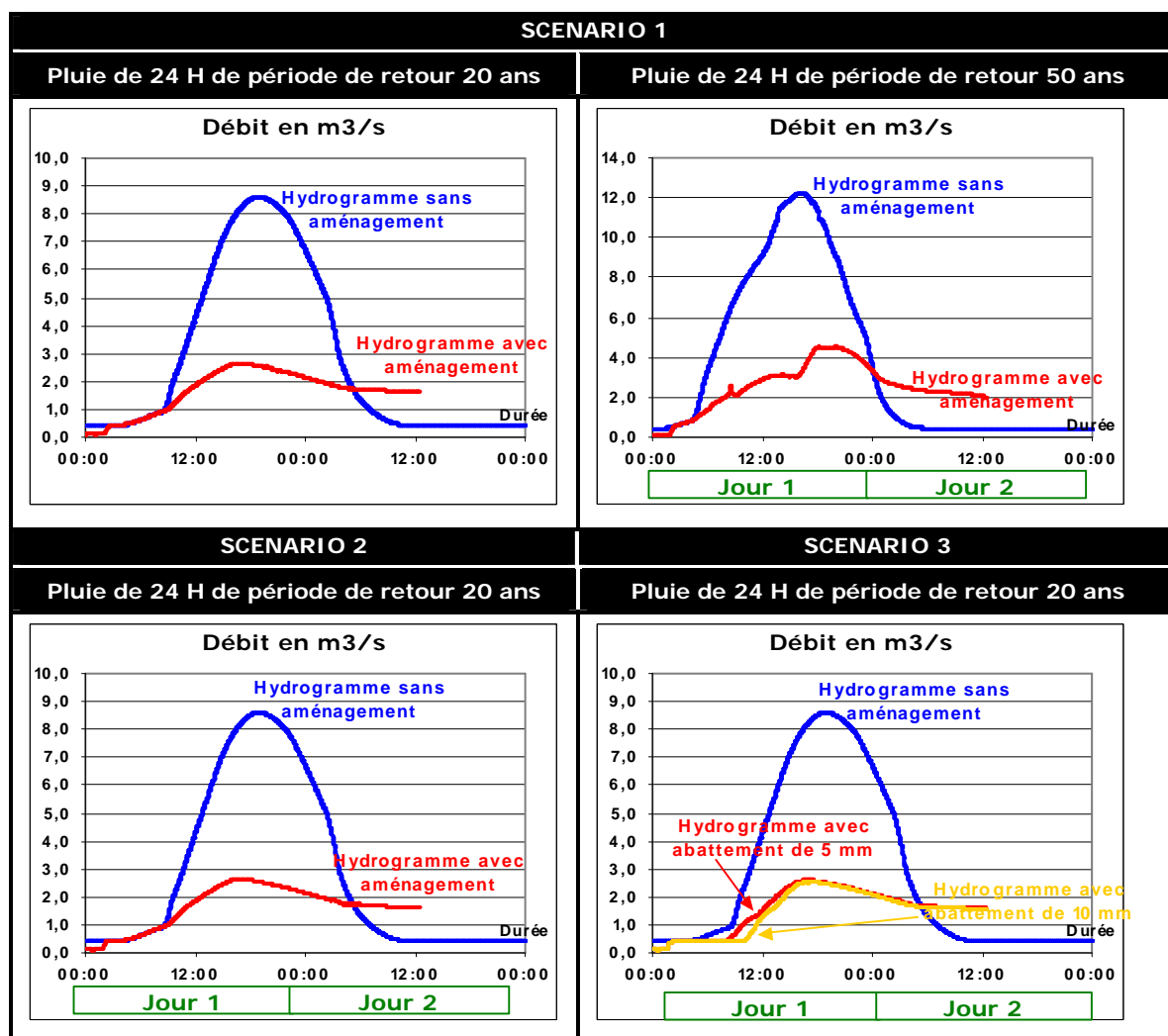
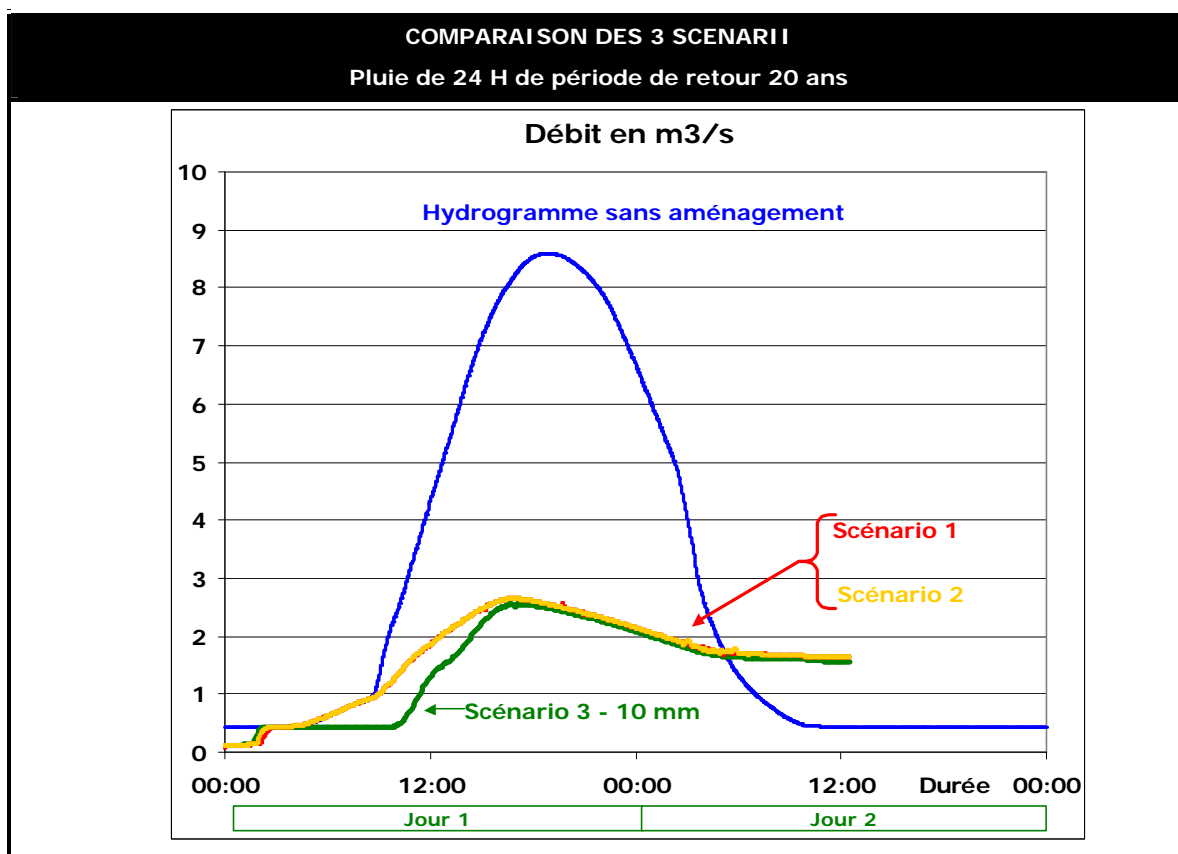


Tableau 23 : Comparaison des débits de pointe de crue des 3 scénarii - Lawe en amont de la confluence avec la Brette

SCENARIO	DEBIT DE POINTE DE LA CRUE (m ³ /s)
SANS AMENAGEMENT	8,6
SCENARIO 1	2,7
SCENARIO 2	2,6
SCENARIO 3	2,5



Conformément à la stratégie globale poursuivie sur le bassin versant, le scénario 2 qui consiste en la création de dispositifs de rétention sur les versants n'a pas d'incidence sur le régime hydraulique de la Lawe.

Le scénario 3 qui projette la réalisation d'aménagement relevant de l'hydraulique douce permet un écrêtement du début de la crue. Les remembrements effectués sur le bassin versant de la Lawe amont étant pour certains anciens, ces aménagements permettront de pallier aux dysfonctionnements locaux constatés sur les têtes de bassin. Toutefois, sur la commune de Beugin, les mesures proposées sont peu nombreuses du fait de la préservation des éléments paysagers jouant un rôle dans l'organisation des écoulements.

La création des 3 zones d'expansion de crues apparaît donc comme la plus efficace. La ZEC 4 (entre Houdain et Beugin) est hydrauliquement très intéressante, en revanche, sa mise en œuvre se révélerait très délicate du fait des enjeux présents dans le lit majeur. Les résultats présentés dans ce rapport n'intègrent donc pas sa mise en place.

L'influence des ZEC 3 et 5 est perceptible à l'échelle globale du bassin versant. Par contre localement, leurs créations (notamment celle de la ZEC 3) permettront de résorber des dysfonctionnements.

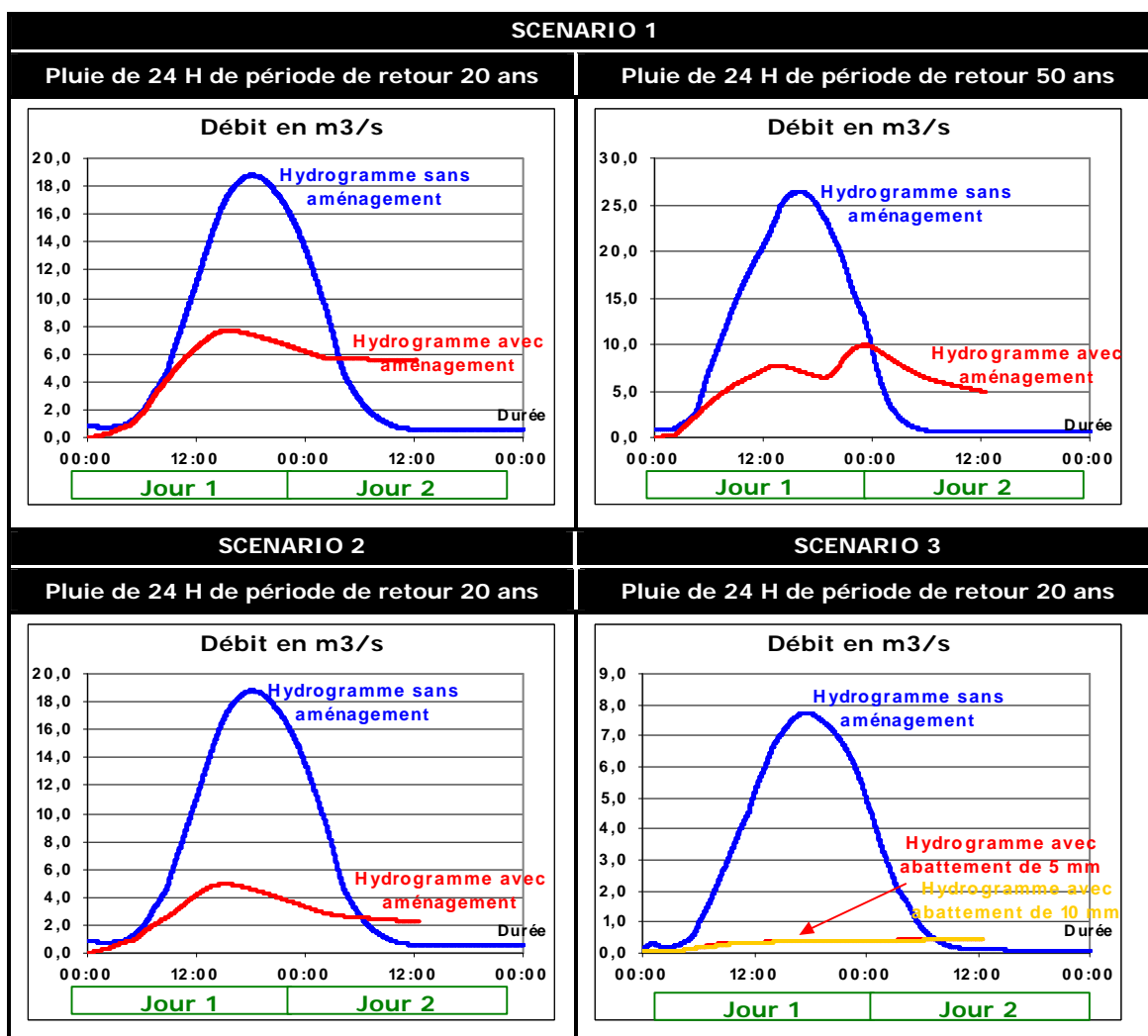
Ces ZEC ne sont donc pas prioritaires par rapport aux objectifs fixés. Cependant, leur mise en place répond à une problématique locale et ne doit donc pas être écartée.

9.3.4 La Lawe en aval de la confluence avec la Brette

Les hydrogrammes présentés ci-dessous, illustrent l'incidence des zones d'expansion de crues localisées sur les communes de Houdain (ZEC 10) et de Divion (ZEC 11) ainsi que des zones plus en amont.

La création de ces ZEC supplémentaires, permet d'écarter le débit de pointe de crue de la Lawe de 12,6 m³/s soit environ 67%. Ces ZEC ont donc une forte incidence sur le fonctionnement hydraulique de la Lawe. Toutefois, l'aménagement de ces zones nécessitera la réalisation d'ouvrages complexes du fait des caractéristiques morphologiques des lits mineur et majeur. De plus, étant localisées dans les zones de protection du captage d'eau potable de Houdain, la définition précise de la faisabilité de ces zones nécessitera un travail étroit avec la MISE du Pas-de-Calais.

Tableau 24 : Hydrogrammes des 3 scénarii – Lawe en aval de la confluence avec la Brette



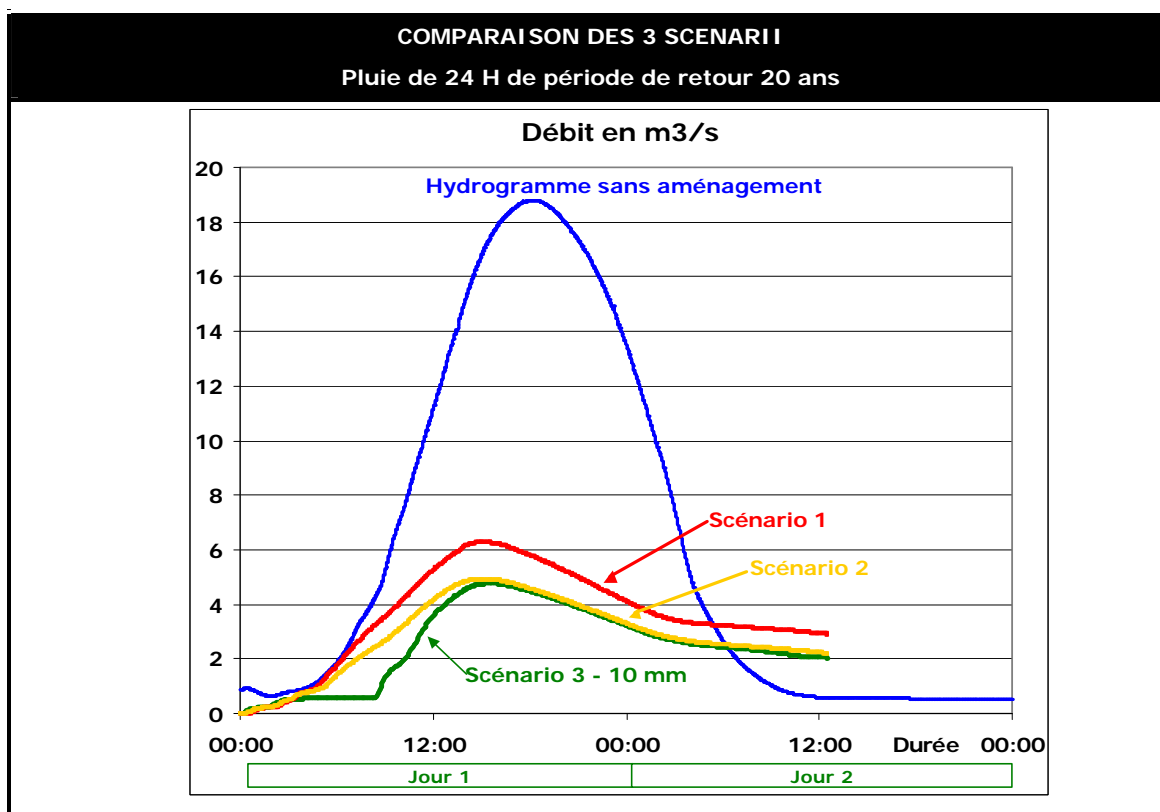


Tableau 25 : Comparaison des débits de pointe de crue des 3 scénarii - Lawe en aval de la confluence avec la Brette

SCENARIO	DEBIT DE POINTE DE LA CRUE (m ³ /s)
SANS AMENAGEMENT	18,8
SCENARIO 1	6,2
SCENARIO 2	4,9
SCENARIO 3	4,8

Le scénario 2 permet un écrêtement des débits de pointe et volume de la Lawe en aval de la confluence avec la Brette. Cette incidence sur le fonctionnement hydraulique de la rivière est essentiellement liée aux ouvrages de rétention proposés sur le bassin versant de la Brette. En effet, sur le bassin versant de la Lawe, aucun aménagement n'est proposé conformément à la stratégie globale de gestion des écoulements et la topographie des versants étant très contraignante.

Sur le long terme, le scénario 3 propose la réalisation de petits aménagements relevant de l'hydraulique douce. Ils permettront d'écrêter le début de la crue et de pallier aux dysfonctionnements observés sur les têtes de bassin (Magnicourt-en-Comté). L'incidence à l'échelle globale du bassin versant de la Lawe est relativement faible.

Les ZEC mises en place sur les bassins amont de la Lawe et de la Brette permettent un gain extrêmement conséquent sur la pointe de la crue. Les ZEC mises en place en aval d'Houdain permettent un ralentissement et un écrêtement de la crue. Leur action est essentielle dans la stratégie d'aménagement du bassin versant.

Le volume stocké dans ces ZEC est d'un peu plus de 100 000 m³, essentiellement retenu dans la ZEC 10.

9.4 La Lawe intermédiaire

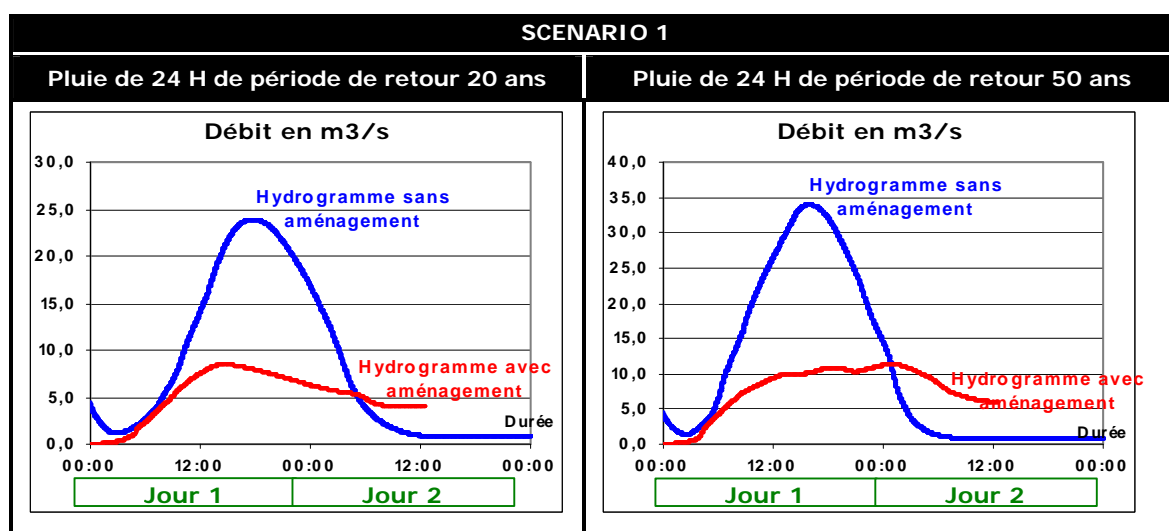
Les hydrogrammes présentés du bassin versant de la Lawe intermédiaire sont ceux :

- de la Lawe à Bruay en aval de la confluence avec la Biette ;
- de la Lawe en aval des ZEC.

9.4.1 La Lawe à Bruay en aval de la confluence avec la Biette

La figure suivante illustre l'hydrogramme de la Lawe en aval de la confluence Biette-Lawe. La variante 2 du premier scénario a un effet optimal sur les crues en entrée du bassin intermédiaire de la Lawe. En effet, la différence entre les variantes 2 et 3 est négligeable (la variante 3 ayant un effet uniquement local). Par contre la mise en place de bassins de rétention sur les versants amont de la Brette permet un gain de 1 m³/s sur le débit de pointe et un abaissement de la ligne d'eau de près de 10 cm dans la traversée de Bruay-la-Buissière. Ce gain se ressent jusqu'en aval du bassin versant puisqu'à l'amont de Gosnay, il est toujours du même ordre de grandeur.

Tableau 26 : Hydrogrammes des 3 scénarii – Lawe en aval de la confluence avec la Biette



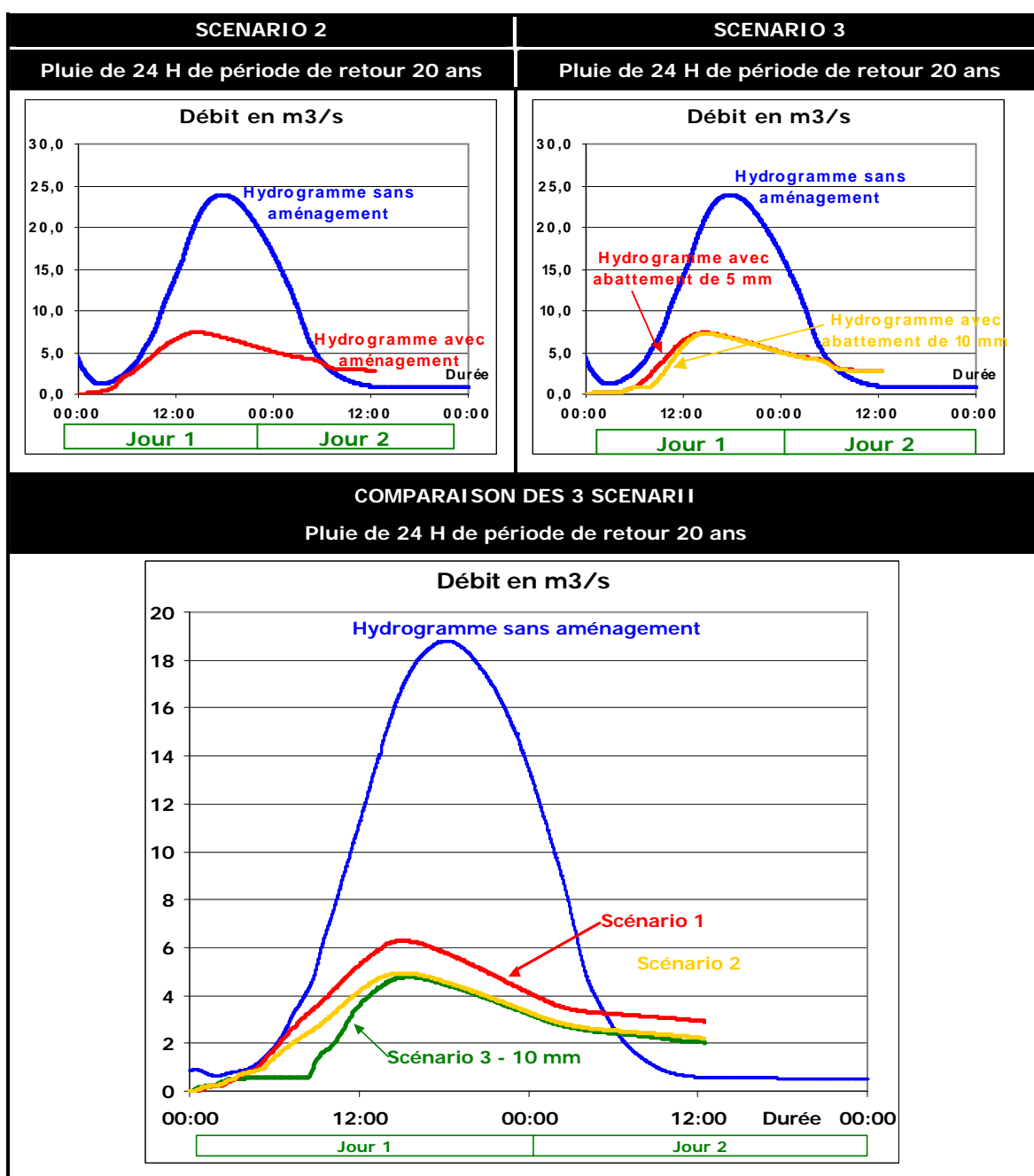


Tableau 27 : Comparaison des débits de pointe de crue des 3 scénarii - Lawe en aval de la confluence avec la Biette

SCENARIO	DEBIT DE POINTE DE LA CRUE (m ³ /s)
SANS AMENAGEMENT	24
SCENARIO 1	8,5
SCENARIO 2	7,5
SCENARIO 3	7,3

Le scénario 1 permet d'écarter le débit de pointe de la Lawe d'environ 10 m³/s : débit initial d'environ 24 m³/s et débit avec aménagement d'environ 14 m³/s. La diminution du débit de la Lawe à Bruay-la-Buissière est donc estimée à environ 40%.

Le scénario 2 permet également une diminution notable du débit de pointe de la Lawe à Bruay-la-Buissière. L'aménagement de bassins de rétention de forte capacité de stockage, proposé sur le bassin versant de la Brette, est donc justifié.

Le scénario 3 permet un écrêtement du début de la crue mais aussi une diminution du débit de pointe de la crue. Même si son incidence reste faible, la mise en place d'aménagements relevant de l'hydraulique douce aura une incidence sur le régime hydraulique des crues de la Lawe. S'inscrivant dans une gestion durable des écoulements, la mise en œuvre de ces mesures préventives est nécessaire.

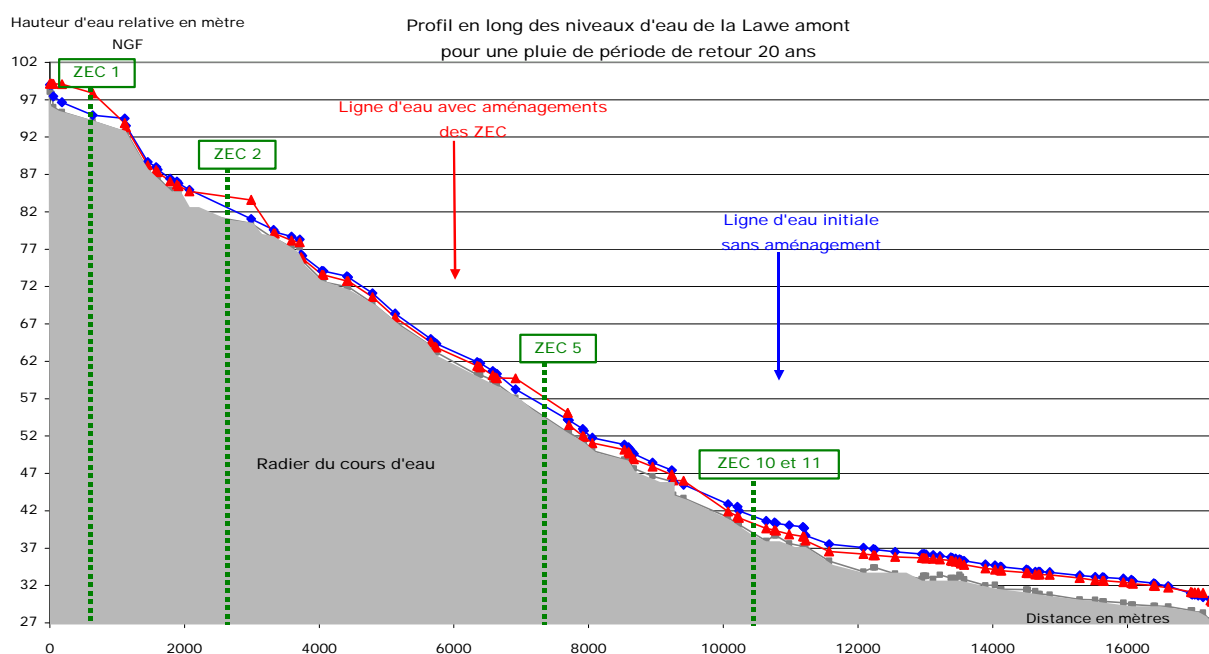


Figure 31 : Scénario 1 – Aménagement des zones d'expansion de crues – profil en long des niveaux d'eau de la Lawe amont pour une pluie de période de retour 20 ans

Sur la Lawe amont, la mise en œuvre des différentes zones d'expansion de crue permet une diminution maximale de la hauteur d'eau de 1,3 mètres.

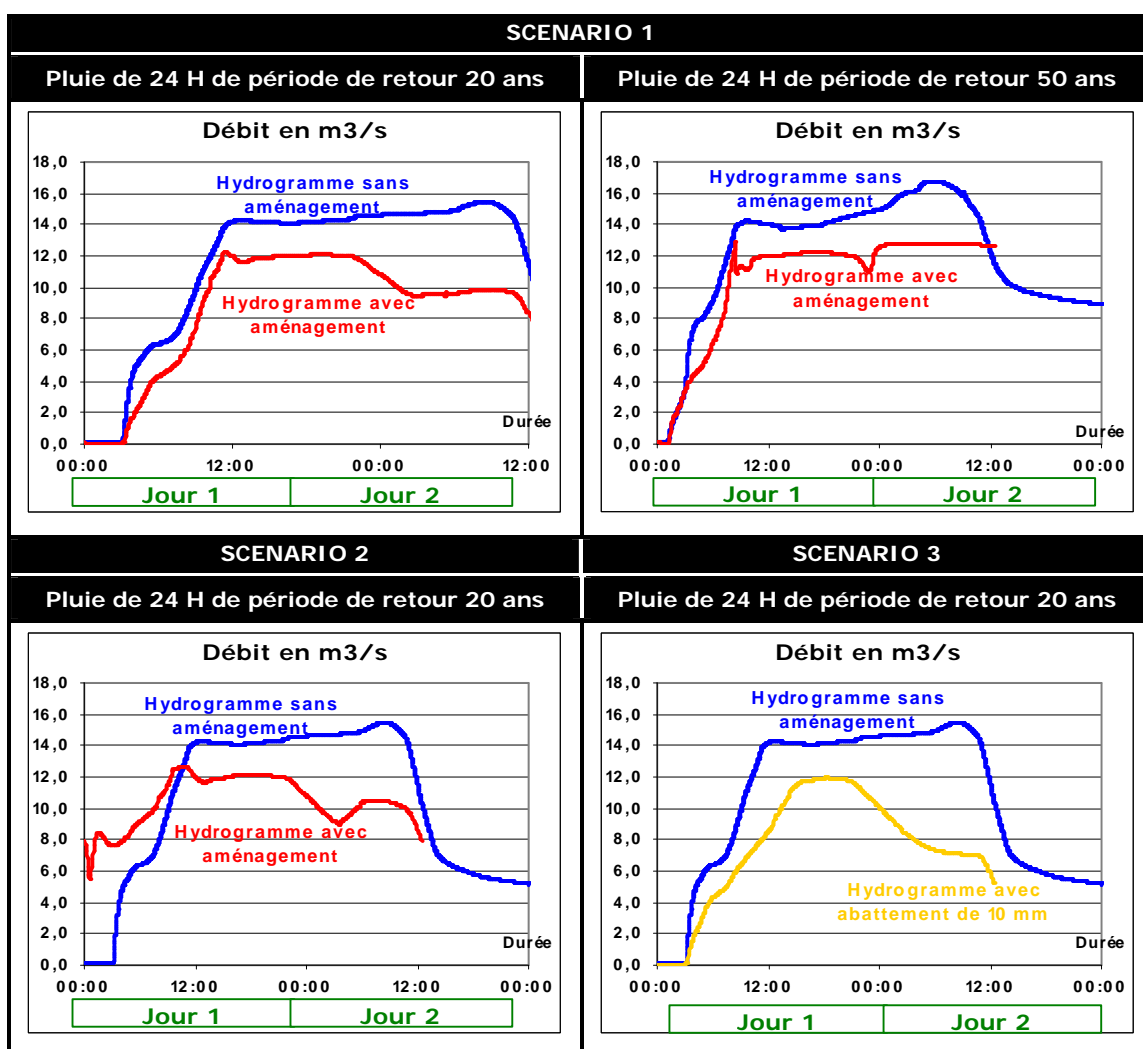
L'aménagement de ZEC sur le bassin amont de la Lawe permet d'abaisser la ligne d'eau de manière très significative, mais pour obtenir un effet optimale, il est nécessaire de mettre en place des bassins de rétention qui répondent à la fois à une problématique locale et globale.

9.4.2 La Lawe en aval des ZEC

Les hydrogrammes suivants illustrent l'incidence de l'ensemble des propositions d'aménagements sur le fonctionnement de la Lawe.

Ces différents hydrogrammes mettent en évidence l'importance de zones d'expansion de crues sur l'aval du bassin versant. Ces zones sont particulièrement intéressantes car elles ont un effet immédiat sur la ligne d'eau. Les gains enregistrés sur l'aval du bassin versant (notamment lors des traversées de Fouquereuil, Fouquières, Annezin et Béthune). L'abaissement de la ligne d'eau constatée permet d'éviter la construction de protections locales lourdes. Cependant, localement, des merlons devront être mis en place pour résoudre les derniers dysfonctionnements observés.

Tableau 28 : Hydrogrammes des 3 scénarii - Lawe en aval des ZEC



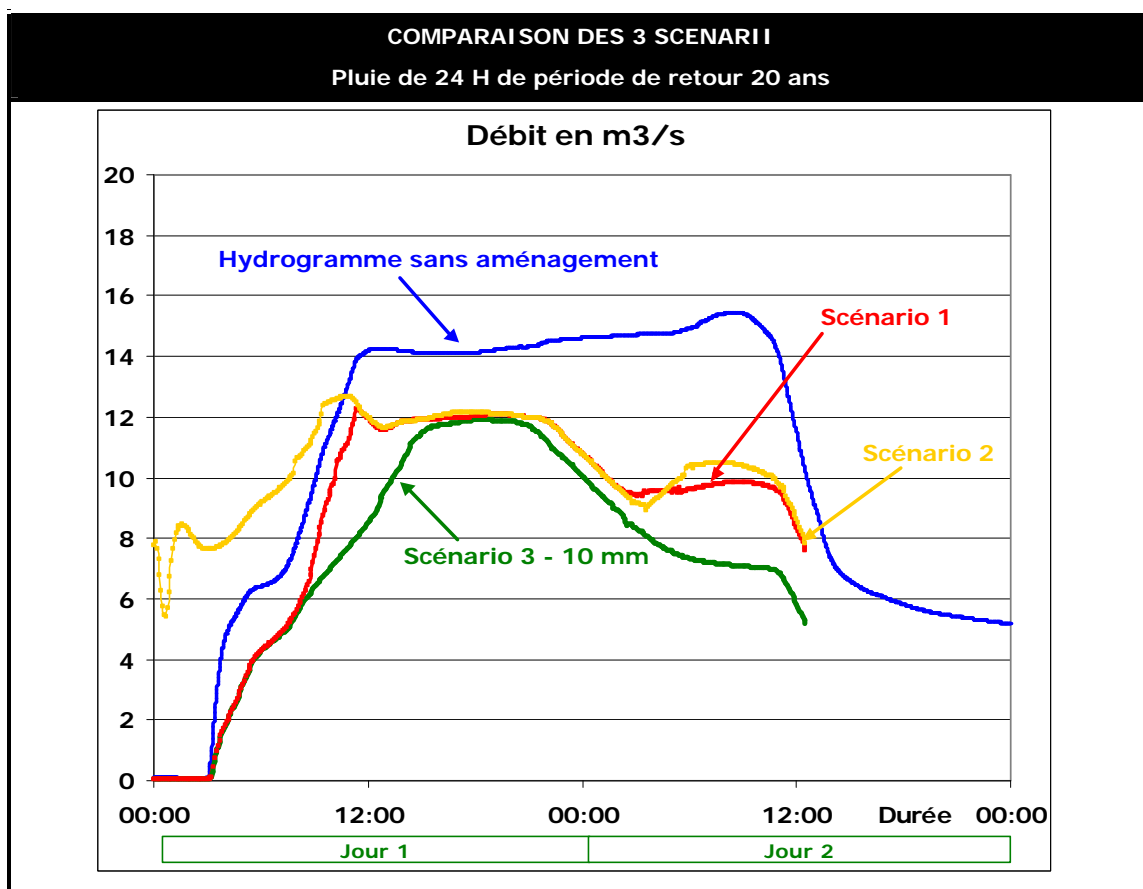


Tableau 29 : Comparaison des débits de pointe de crue des 3 scénarii - Lawe en aval des ZEC

SCENARIO	DEBIT DE POINTE DE LA CRUE (m ³ /s)
SANS AMENAGEMENT	15,4
SCENARIO 1	12,2
SCENARIO 2	12,7
SCENARIO 3	11,9

Le débit de pointe de crue de la Lawe à Béthune est inférieur à celui estimé à Bruay du fait des débordements constatés dans Béthune : ils contribuent à l'écrêtement des crues.

Le scénario 1 consistant en l'aménagement des ZEC permet une diminution du débit de pointe de 15,4 m³/s à 12,2 m³/s soit environ 20%. Cette diminution du débit n'est pas négligeable. L'aménagement des différentes zones d'expansion de crues permet surtout de pallier aux inondations constatées : ce qui ne peut être quantifié par le modèle.

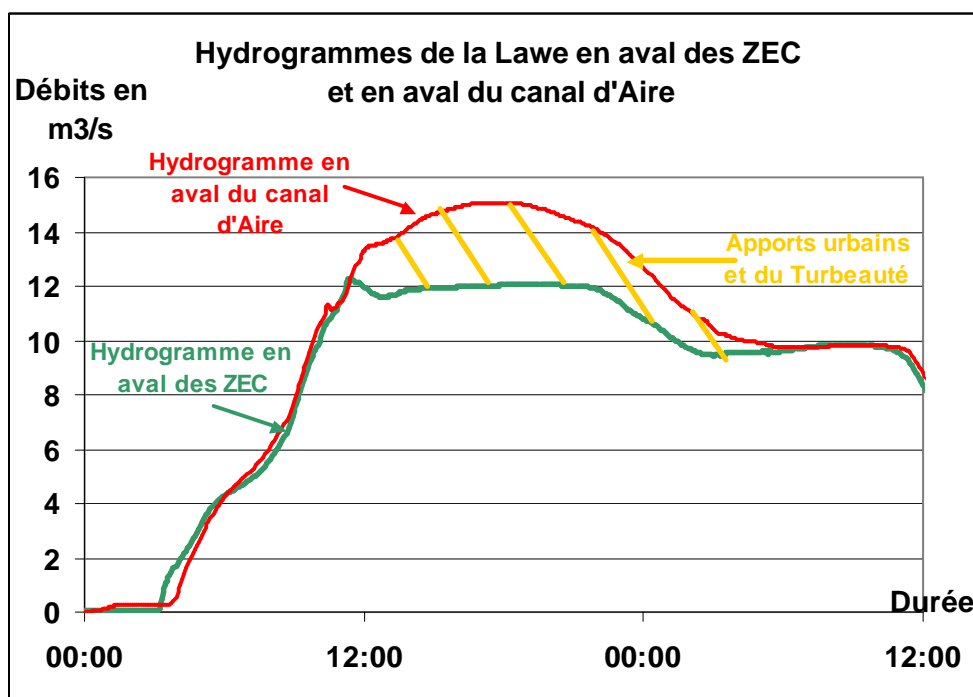


Figure 32 : Hydrogrammes comparatifs des débits de la Lawe en aval des ZEC et en Aval du canal d'Aire

Ces différents hydrogrammes mettent en évidence l'importance des zones d'expansion de crues 14 à 18 localisées sur les communes de Gosnay, Fouquereuil et Fouquières en amont et en aval de l'autoroute A26 et la ZEC 19 (zone du Marais à Fouquereuil). En effet, l'aménagement de ces zones est indispensable pour pallier aux inondations de Béthune et d'Annezin.

9.5 Synthèse comparative

La résolution de l'ensemble des dysfonctionnements, répertoriés sur le bassin versant de la Lawe, impose la mise en place de stockage afin de diminuer les débits de crues transitant dans la rivière. Les vallées de la Lawe et de ses affluents n'offrent pas de grands potentiels de stockage, il sera donc nécessaire de solliciter l'ensemble des zones d'expansion de crue à long terme.

Cependant, la mise en place de ZEC se révèle insuffisante en certains points sensibles et il est particulièrement intéressant d'aménager des bassins de stockage sur les versants qui auront un effet local sur les ruissellements, en plus de l'influence globale soulignée précédemment. Cette solution semble la mieux adaptée car elle permet d'éviter la mise en place de protections locales trop lourdes.

L'influence des techniques d'hydraulique douce (scénario 3) est sous-estimée par la méthode de calcul utilisée. Il est clair que leur efficacité escomptée est supérieure à celle simulée ici. De plus, ces mesures préventives de contrôle des ruissellements s'inscrivent dans le cadre d'une gestion durable des écoulements. Cependant, la

mise en place de ces techniques demande une collaboration étroite avec le monde agricole qui ne pourra être effective que dans le long terme.

Tous ces aménagements ne pourront pas se faire dans le même temps, il est donc nécessaire de souligner ceux qui ont une action immédiate au niveau global et local et dont la réalisation doit se faire à court terme. Le tableau suivant récapitule les ZEC à mettre en place et indique leur degré de priorité.

Tableau 30 : ordre de priorité des différentes ZEC

SITE	SUPERFICIE (ha)	OCCUPATION DU SOL	ENJEUX/ CONTRAINTES	ORDRE DE PRIORITE
N°1 Magnicourt	14	Prairies, marais, bois	Captage d'eau, route et proximité d'habitations	Moyen terme
N°2 La Comté	9	Prairies	Elevage en plein air	Court terme
N°3 Beugin	4	Prairies	Proximité de maisons	Abandonnée
N°4 Beugin/Houdain	11	Prairies	Maisons à protéger dans la zone pente de la vallée	Long terme
N°5 Houdain	5	Prairies	Proximité d'une zone urbaine dense	Moyen terme
N°6 Bajuel	10	Prairies	Aucun	Court terme
N°7 Gauchin	6	Prairies	Proximité d'habitations	Court terme
N°8 Rebreuve	4	Prairies	Aucun	Moyen terme
N°9 Rebreuve	6,5	Prairies	Aucun	Moyen terme
N°10 Houdain	8	Peupleraie, forêt	Une habitation	Court terme
N°11 Houdain	3,5	Peupleraie, forêt	Trois habitations	Long terme
N°12 Ourton	3,5	Prairies	Quelques habitations à proximité	Long terme
N°13 Ourton	3	Prairies	1 à 2 habitations	Moyen terme
N°14 Gosnay	4	Cultures	Aucun	Court terme
N°15 Gosnay	2,5	Cultures	Aucun	Court terme
N°16 Gosnay	21	Cultures	Aucun	Court terme
N°17 Fouquereuil	13	Cultures	Bâtiments (usine)	Court terme
N°18 Fouquières	4,5	Cultures	Aucun	Court terme
N°19 Fouquières	29	Prairies, bois	Aucun	Court terme

Tableau 31 : Synthèse comparative des différents scénarii

	Scénario 1			Scénario 2	Scénario 3	
	Variante 1	Variante 2	Variante 3		5 mm	10 mm
Hauteur d'eau utile simulée sur les ZEC (en m)	1	2	2	2	2	2
ZEC 1 / Lawe à Magnicourt-en-Comté	x	x	x	x	x	x
ZEC 2 / Lawe à La Comté	x	x	x	x	x	x
ZEC 3 / Lawe à Beugin						
ZEC 4 / Lawe à Beugin - Houdain						
ZEC 5 / Lawe à Houdain			x	x	x	x
ZEC 6 / Bajuel à La Comté	x	x	x	x	x	x
ZEC 7 / Brette à Gauchin-Legal	x	x	x	x	x	x
ZEC 8 / Brette à Rebreuve-Ranchicourt	x	x	x	x	x	x
ZEC 9 / Brette à Rebreuve-Ranchicourt	x	x	x	x	x	x
ZEC 10 / Lawe à Houdain	x	x	x	x	x	x
ZEC 11 / Lawe à Houdain	x	x	x	x	x	x
ZEC 12 / Biette à Ourton	x	x	x	x	x	x
ZEC 13 / Biette à Ourton - Divion	x	x	x	x	x	x
ZEC 14 à 18 / Lawe à Gosnay	x	x	x	x	x	x
ZEC 19 / Lawe à Fouquereuil	x	x	x	x	x	x
BRA-01 / Brette : Fond de Caucourt				x	x	x
BRA-02 / Brette : Fond de Caucourt				x	x	x
BRA-03 / Brette : Fond de la Charbonnière				x	x	x
BRA-04 / Brette : Canion du P.Achette				x	x	x
BRA-05 / Brette : Fond de la charbonnière				x	x	x
BRA-06 / Brette : Ruisseau de Gauchin-Legal				x	x	x
BRA-07 / Brette : Ruisseau d'Hermin				x	x	x
BRA-09 / Lawe : Ravin de Garimelle				x	x	x
BRA-10 / Brette : vallée du Riez Pignon				x	x	x
BRA-11 / Brette : vallée de Cuvigny				x	x	x
BRA-12 / Brette : vallée de Cuvigny				x	x	x
BRA-13 / Brette : vallée de Cuvigny				x	x	x
Aménagements relevant de l'hydraulique douce					x	x
Volume total stocké à Bruay (en m ³)	160 000	570 000	577 000	645 000	677 000	707 000
Objectif « Objectif Bruay » atteint	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Gain à Bruay : écrêtement du débit (en m ³ /s)	4	7,2	7,3	8,5	8,5	8,5
Débit après aménagement à Bruay (en m ³ /s)	20	16,8	16,7	15,6	15,6	15,5
Gain à Bruay : hauteur d'eau en m	0,2	1,07	1,07	1,15	1,17	1,17
Stockage supplémentaire nécessaire (en m ³)	400 000	aucun	aucun	aucun	aucun	aucun
Nombre d'ouvrages nécessaires	12	12	13	25	> 25	> 25
Sollicitation de zones à enjeux forts	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Protections locales d'habitations nécessaire	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

x	Aménagement réalisé dans le cadre du scénario proposé
	Aménagement non réalisé dans le cadre du scénario proposé
	Aménagements insuffisants
	Aménagements suffisants

Remarque: Précautions environnementales. Les digues qui équipent les zones d'expansion de crue sont soumises à la loi sur l'eau et doivent donc respecter un certain nombre de contraintes réglementaires. La dynamique solides des rivières doit notamment être respectées, c'est à dire que le débit de plein bord (qui survient en général lors des crues biennales) doit s'écouler sans entrave. Dans le cas contraires, un certain nombre de mesures compensatoires devront être mis en place (chasses des ouvrages, régulation...). Les simulations qui ont été réalisées sollicitent les sites à leur maximum (sur une hauteur égale à 2m), il sera peut-être nécessaire de moins solliciter certains sites pour respecter localement ces contraintes.

PARTIE 4 OUTILS DE GESTION

10

Mise en place des aménagements

La réalisation des aménagements proposés ne peut aboutir sans une participation des différents partenaires : propriétaires et exploitants des terrains concernés, collectivités territoriales (communes, établissement public à coopération intercommunale (EPCI), ...), partenaires financiers (Etat, Conseils régional et général, ...), partenaires assurant un soutien technique (Voies Navigables de France, DDE...), etc.

Les études de faisabilité des ouvrages devront laisser une part importante à la concertation avec les riverains et exploitants agricoles afin de prendre en compte leurs interrogations.

10.1 Mesures d'accompagnement

Clairement toutes les atteintes liées directement ou indirectement à la mise en place d'une aire de ralentissement doivent être identifiées, limitées et compensées. En premier lieu l'agriculture dans le lit majeur des cours d'eau.

- Les usages en lit majeur et au fil de l'eau, parmi lesquels : les captages AEP, la pêche, les étangs (loisirs, pêche...), les ouvrages hydrauliques (vannages de répartition...).
- Les accès aux parcelles.
- Le milieu naturel : il convient notamment de veiller aux zones déjà protégées ou dont la protection est en projet (Znieff, Natura 2000...). Le milieu naturel au voisinage immédiat de l'ouvrage (lit mineur, berges...) doit également être le moins perturbé possible.
- La nappe phréatique.
- Le fonctionnement géomorphologique du cours d'eau.
- Le paysage des vallées.

De plus, ces atteintes doivent être prises en compte à différents moments :

- En phase chantier : il s'agit d'une phase transitoire mais qui peut se révéler particulièrement perturbatrice.

- Lors de la phase de fonctionnement de l'ouvrage (cycle remplissage-vidange) : impacts hydrauliques, répercussions sur les usages...
- Après un cycle de fonctionnement de l'ouvrage : remise en état des terrains, estimation des dégâts éventuels...

La mise en place d'une zone d'expansion de crue s'accompagne automatiquement d'un processus d'indemnisation destiné à dédommager les personnes subissant directement des perturbations liées à l'ouvrage. Les indemnités prévues sont destinées, d'une part à compenser la dépréciation de la valeur des terrains grevés d'une servitude de sur-inondation, d'autre part, à sécuriser les agriculteurs susceptibles de supporter de nouvelles contraintes d'exploitation, voire des dommages lors du fonctionnement occasionnel des ouvrages en cas de forte crues. Doivent être pris en compte : la gestion du bétail pendant la crue, les fourrages perdus, l'évacuation des dépôts, l'arrachage des clôtures, etc....

La réalisation d'une zone d'expansion de crue s'inscrit généralement dans le cadre d'un programme d'aménagement plus vaste, incluant des « mesures compensatoires » et des « travaux connexes ». Les mesures compensatoires sont destinées à mettre en place de petits aménagements qui viennent compenser ou atténuer les effets directs du projet : il peut s'agir par exemple de la mise en place de petits fossés de drainage pour l'amélioration du ressuyage, la création d'une frayère... Les travaux connexes n'ont pas nécessairement de lien direct avec la zone d'expansion de crue. Ils sont inclus au programme pour résorber de petits dysfonctionnements hydrauliques, par exemple, et font donc figure de « contrepartie » pour la ou les communes qui acceptent la réalisation d'une aire de ralentissement sur leur territoire.

D'une manière générale, un organisme devra assurer le financement des différentes étapes du processus :

- Acquisitions foncières, dédommagements pour la dépréciation des parcelles,
- Financement et Maîtrise d'ouvrage des aménagements,
- Financement pour l'Entretien des aménagements,
- Financement des compensations financières suite à la mise en fonctionnement des sites (remise en état, pertes d'exploitations, etc).

Remarques sur les captages AEP : des captages sont situés directement dans le périmètre d'influence des sites d'expansion de crue. Cela ne devrait cependant pas poser de problème particulier, la sur-inondation créée par l'ouvrage ne présente guère de différence avec une inondation totalement naturelle. Le fonctionnement d'une zone d'expansion de crue va même augmenter les transferts d'eau vers la nappe. Il faudra cependant s'assurer que les eaux retenues dans les digues soient d'assez bonne qualité. La seule perturbation qui pourrait éventuellement survenir viendrait de l'accroissement des dépôts de particules limoneuses sur la plaine inondable. Ces particules cependant auront du mal à s'infiltrer, et seraient de toutes façons filtrées par les alluvions avant de parvenir au captage, ce qui n'affecterait pas la qualité de l'eau prélevée.

Les dossiers « Loi sur L'Eau » des sites qui seront retenus en définitive permettront de statuer définitivement sur ce point, même si à l'heure actuelle, aucun facteur rédhibitoire n'a été identifié.

10.2 Le contexte réglementaire

La réalisation des aménagements proposés s'inscrit dans un cadre réglementaire particulier et nécessite la mise en œuvre de procédure réglementaire adaptée. Le contexte réglementaire est , entre autre, lié à :

- la loi Bachelot ;
- la procédure de DIG ;
- la procédure de DUP,
- la procédure d'étude d'impact.

10.2.1 La réglementation

10.2.1.1 La Loi Bachelot

La loi n°2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages, dite « Circulaire Bachelot », introduit plusieurs mesures relatives à l'utilisation du sol et aux aménagements en vue de la gestion des inondations et de l'espace de mobilité des cours d'eau.

➤ NOTION DE SERVITUDE D'UTILITE PUBLIQUE

L'article 48 de la loi développe la notion de servitudes d'utilité publique comme suit :

« Des servitudes d'utilité publique peuvent être instituées à la demande de l'Etat, des collectivités territoriales ou de leurs groupements sur des terrains riverains d'un cours d'eau ou de la dérivation d'un cours d'eau, ou situés dans leur bassin versant, ou dans une zone estuarienne.

Ces servitudes peuvent avoir un ou plusieurs des objets suivants :

« 1° Créer des zones de rétention temporaire des eaux de crues ou de ruissellement, par des aménagements permettant d'accroître artificiellement leur capacité de stockage de ces eaux, afin de réduire les crues ou les ruissellements dans des secteurs situés en aval ;

« 2° Créer ou restaurer des zones de mobilité du lit mineur d'un cours d'eau en amont des zones urbanisées dans des zones dites "zones de mobilité d'un cours d'eau, afin de préserver ou de restaurer ses caractères hydrologiques et géomorphologiques essentiels. »

Ces différentes zones doivent être délimitées par arrêté préfectoral pris après enquête publique menée conformément au code de l'expropriation.

➤ **EXPLOITATION ET ENTRETIEN DES ZONES**

L'article 48 précise également que :

« Dans **les zones de rétention temporaire des eaux de crues ou de ruissellement** mentionnées au 1° du II, **l'arrêté préfectoral peut obliger les propriétaires et les exploitants à s'abstenir de tout acte de nature à nuire au bon fonctionnement, à l'entretien et à la conservation des ouvrages destinés à permettre l'inondation de la zone.** A cet effet, l'arrêté préfectoral peut soumettre à déclaration préalable, auprès des autorités compétentes en matière d'urbanisme, les travaux qui, en raison de leur nature, de leur importance ou de leur localisation, sont susceptibles de faire obstacle au stockage ou à l'écoulement des eaux et n'entrent pas dans le champ d'application des autorisations ou déclarations instituées par le code de l'urbanisme. »

➤ **INDEMNISATION**

La loi introduit également des dispositions relatives à l'indemnisation sur ces zones. Elles sont les suivantes :

« **Les dommages matériels touchant les récoltes, les cultures, le cheptel mort ou vif, les véhicules terrestres à moteur et les bâtiments causés par une surinondation liée à une rétention temporaire des eaux dans les zones grevées de servitudes mentionnées au II ouvrent droit à indemnités pour les occupants.** Toutefois, les personnes physiques ou morales qui auront contribué par leur fait ou par leur négligence à la réalisation des dommages sont exclues du bénéfice de l'indemnisation dans la proportion où lesdits dommages peuvent leur être imputables. **Ces indemnités sont à la charge de la collectivité qui a demandé l'institution de la servitude grevant la zone.**

Les dommages touchant les récoltes, les cultures, les bâtiments et le cheptel mort ou vif affectés aux exploitations agricoles sont évalués dans le cadre de protocoles d'accords locaux. A défaut, ils sont évalués dans les conditions prévues par l'article L. 361-10 du code rural. »

Cette nouvelle loi apporte donc des réponses légales pour la gestion, l'entretien et l'indemnisation liées aux zones d'expansion de crues lorsque des solutions amiables ne peuvent aboutir ou être engagées.

10.2.2 Les procédures

10.2.2.1 La Déclaration d'Intérêt Général (DIG)

La déclaration d'intérêt général est obligatoire lorsqu'un maître d'ouvrage public entreprend des travaux qui ne relèvent normalement pas de sa compétence ou engagent des investissements publics sur des propriétés privées..

➤ COMPOSITION DU DOSSIER

Le dossier soumis à enquête publique doit comporter les pièces suivantes :

- un mémoire justifiant l'intérêt général ou l'urgence de l'opération ;
- un mémoire explicatif présentant de façon détaillée une estimation des investissements par catégorie de travaux, d'ouvrages ou d'installations ainsi que les modalités d'entretien et d'exploitation des ouvrages, des installations ou du milieu qui doivent faire l'objet des travaux ainsi qu'une estimation des dépenses correspondantes ;
- un calendrier prévisionnel de réalisation des travaux et d'entretien des ouvrages, des installations ou du milieu qui doit faire l'objet des travaux ;
- une notice explicative ;
- un plan de situation ;
- un plan général des travaux ;
- les caractéristiques principales des ouvrages les plus importants ;
- l'appréciation sommaire des dépenses.

➤ LE DEROULEMENT DE LA PROCEDURE D'ENQUETE

Une fois le dossier de DIG constitué, celui-ci est transmis à la préfecture pour mise à enquête publique pour une durée de 2 mois. Dans le cas de l'obtention d'un avis favorable du Commissaire enquêteur sur le dossier les travaux, peuvent être engagés.

Un délai total d'au moins 6 mois est requis pour l'obtention de la DIG.

10.2.2.2 La Déclaration d'Utilité Publique (DUP)

La DUP relève de l'article L 11 - 1 du code de l'expropriation : « l'expropriation d'immeubles,... ne peut être prononcée qu'autant qu'elle aura été précédée d'une déclaration d'utilité publique intervenue à la suite d'une enquête et qu'il aura été procédé contradictoirement à la détermination des parcelles à exproprier, ainsi qu'à la recherche des propriétaires, des titulaires de droits réels et des autres intéressés ».

La procédure de DUP est une procédure du droit commun qui ne peut être engagée que pour la réalisation de travaux ou opérations présentant une utilité publique certaine.

La durée de validité de l'arrêté prononçant la déclaration d'utilité publique d'un projet est de cinq ans.

Le maître d'ouvrage peut engager une procédure d'expropriation si l'achat amiable ne peut être conclu. La procédure de DUP n'exclut pas la nécessité de réaliser un dossier de DIG.

➤ **COMPOSITION DU DOSSIER**

Il existe 2 types de dossiers de déclaration d'utilité publique, selon que l'enquête relève :

- **de la procédure de droit commun (article R 11-3 du code de l'expropriation) :** le dossier, établi en trois exemplaires par la collectivité expropriante, est composé des pièces suivantes :
 - la délibération de l'organe délibérant (conseil municipal, général...)
 - la notice explicative, pièce maîtresse du dossier qui présente le projet et justifie le recours à l'expropriation, le site d'opération retenu, son insertion dans l'environnement.
 - le plan de situation.
 - le plan général des travaux, si l'opération porte sur la réalisation de travaux ou le plan périmètre délimitant les immeubles à exproprier, s'il s'agit d'acquisitions d'immeubles. ;
 - une note décrivant les caractéristiques principales des ouvrages les plus importants, présentant l'aspect futur du site et des réalisations ; le public doit pouvoir, à partir du dossier qui sera soumis à enquête, visualiser le projet. ;
 - L'appréciation sommaire des dépenses ou L'estimation sommaire des acquisitions à réaliser (si le projet prévoit l'acquisition d'immeubles).
Cette estimation du coût de l'opération doit permettre de connaître l'ordre de grandeur

de la dépense : basée sur l'estimation du service des domaines pour les acquisitions d'immeubles, (document qu'il convient de joindre au dossier d'enquête), elle doit comprendre : le coût des acquisitions amiables et le coût de celles effectuées par voie d'expropriation, indemnités de réemploi comprises (ex : frais de déménagement, etc.).

- un registre d'enquête, à feuillets non mobiles, qui sera coté et paraphé par le commissaire enquêteur.
- **de la procédure de la loi n° 83 - 630 du 12 juillet 1983 dite BOUCHARDEAU (article R 11 - 14 - 3 du code de l'expropriation) :** Dans ce cas, c'est à dire lorsque que le montant des travaux excède 12 millions de francs (1,8 millions d'euros), le dossier prévu pour l'enquête de déclaration d'utilité publique de droit commun doit être complété par :
- un document mentionnant les textes qui régissent l'enquête et indiquant la façon dont celle-ci s'insère dans la procédure administrative relative à l'opération considérée.
 - une étude d'impact conforme au décret n° 93 - 245 du 25 février 1993, document qui analyse les effets du projet sur l'environnement et les mesures envisagées par le maître d'ouvrage pour y remédier.

➤ **LE DEROULEMENT DE LA PROCEDURE D'ENQUETE**

Le préfet ouvre l'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique par un arrêté qui précise :

- le nom du commissaire enquêteur ;
- l'objet de l'enquête, la date d'ouverture et sa durée ;
- les heures, jours et le lieu où le public pourra : prendre connaissance du dossier et formuler ses observations sur un registre ouvert à cet effet (ce registre à feuillets non mobiles, est coté et paraphé par le commissaire enquêteur) ;

- Un avis au public faisant connaître l'ouverture de l'enquête est, par les soins du préfet : publié dans deux journaux diffusés dans tout le département et affiché pendant toute la durée de l'enquête dans chaque commune où a lieu l'enquête (le maire certifiera cette formalité par un certificat d'affichage) ;

Pendant le délai de l'enquête, le public peut consigner des observations sur l'utilité publique de l'opération sur le registre d'enquête ou les adresser par écrit au commissaire enquêteur qui les annexe au registre. Ces observations sont consultables par le public.

A l'expiration du délai d'enquête, le maire clôt et signe le registre d'enquête et le transmet dans les 24 heures, avec le dossier d'enquête, au commissaire enquêteur (article R 11 - 9). Si l'enquête a lieu dans une seule commune et pour le compte d'une seule commune, c'est le commissaire enquêteur qui clôt et signe le registre (art R11-13 du code de l'expropriation).

Le commissaire enquêteur rédige des conclusions motivées, favorables ou non à l'opération, dresse un procès verbal et transmet son rapport assorti de ses conclusions avec le dossier au préfet dans **un délai de six mois à compter de l'ouverture de l'enquête** (article R11-10 et R11-14-14 modifié).

➤ AUTORITE COMPETENTE

Elle ne dépend plus de la nature de l'avis du commissaire enquêteur, mais relève du Préfet.

L'arrêté déclarant l'utilité publique du projet relève de la compétence du Préfet, à l'exclusion de certains types d'ouvrage dont la liste est fixée par décret en Conseil d'Etat.

- **Si le commissaire enquêteur a émis un avis favorable avec réserves :**
L'assemblée délibérante doit délibérer sur la levée des réserves émises par le commissaire enquêteur, dans un délai de trois mois, faute de quoi elle est considérée comme ayant renoncé au projet.
 - Si l'assemblée délibérante lève les réserves émises : le préfet peut signer l'arrêté déclarant l'utilité publique du projet.
 - Si l'assemblée délibérante passe outre l'avis et les réserves du commissaire enquêteur, l'opportunité de prendre la DUP relève de l'appréciation portée par le Préfet sur le projet.

- **Si le commissaire a émis un avis défavorable** : Le Préfet décide de la suite à donner à la demande de DUP.

Un délai total d'au moins 1 an est requis pour l'obtention de la DUP.

10.2.3 Etude d'impact

Le décret n° 77-1141 du 12 octobre 1977 pris en application de la loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature, fixe le contenu d'une étude d'impact qui doit préciser successivement :

- une analyse de l'état initial du site et de son environnement portant notamment sur les richesses naturelles et les espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs, affectés par les aménagements ;
- une analyse des effets directs et indirects, temporaires ou permanents du projet sur l'environnement et en particulier sur la faune et la flore, les sites et paysages, le sol, l'eau, l'air, le climat, les milieux naturels et les équilibres biologiques, sur la protection des biens et du patrimoine culturel et, le cas échéant, sur la commodité du voisinage (bruits, vibrations, odeurs, émissions lumineuses), ou sur l'hygiène, la sécurité et la salubrité publique ;
- les raisons pour lesquelles la variante a été retenue, notamment du point de vue de l'environnement ;
- les mesures envisagées pour supprimer, réduire et si possible compenser les conséquences dommageables du projet sur l'environnement, ainsi que l'estimation des dépenses correspondantes ;
- une analyse des méthodes utilisées pour évaluer les effets du projet sur l'environnement mentionnant les difficultés éventuelles de nature technique ou scientifique rencontrées.

L'étude d'impact comporte notamment la notice d'incidence hydraulique au titre de la loi sur l'eau. Le chapitre introductif des études d'impact correspond à une présentation générale du projet.

Cette présentation aborde les points suivants :

- | | |
|---|--------------------------------|
| • Objet des travaux | • Volume des travaux, |
| • Localisation exacte | • Montant des travaux |
| • Maître d'ouvrage | • Echancier de réalisation, |
| • Nature et consistance détaillée des travaux | • Entretien et suivi à prévoir |

10.2.3.1 Rappel du cadre législatif

Le dossier d'étude d'impact sera élaboré à partir de tous les éléments décrits auparavant. Sa forme et son contenu seront conformes à la législation en vigueur:

- **Lois du 10 juillet 1976 et du 12 juillet 1983,**
- **Textes réglementaires, décrets et circulaires relatifs aux études d'impacts.**

10.2.3.2 Contenu et forme du dossier

Le contenu du dossier s'organisera conformément à l'article 2 du Décret n°77-1141 du 12 octobre 1977, et comportera donc à ce titre 7 chapitre distincts :

- 1. Une présentation sommaire de l'opération**
- 2. Une analyse détaillée de l'état initial**
- 3. Une analyse détaillée des effets et des impacts**
- 4. Un exposé des raisons du projet retenu**
- 5. La définition des mesures compensatoires et réparatrices**
- 6. L'analyse des méthodes utilisées et des difficultés rencontrées**
- 7. Un volet Santé Publique**

11

Hiérarchisation des aménagements

Les différentes mesures préconisées dans le cadre de la présente étude constituent un optimum vers lequel il serait bon de tendre. Néanmoins le coût des différents aménagements est important et il n'est donc pas possible de mener l'ensemble des actions dans un même temps. Le présent chapitre vise à apporter une aide à la planification des travaux afin de permettre au maître d'ouvrage d'anticiper et de rassembler les financements nécessaires à la conduite d'études de faisabilité des différents ouvrages. Dans un premier temps, nous allons donc détailler l'évaluation financière des différents ouvrages avant de procéder à leur hiérarchisation dans le temps.

11.1 Evaluation financière des ouvrages

L'évaluation financière des ouvrages c'est faite sur la base d'une digue en terre implantée en travers du lit majeur. Un ouvrage est construit dans le lit mineur de la rivière, il est équipé d'une buse qui assure le libre écoulement des eaux. Les digues sont munies de déversoirs de crues qui permettent la submersion de la digue pour des événements d'occurrence supérieure à l'évènement dimensionnant. Des buses sont également implantées aux points bas du terrain naturel afin d'assurer plus rapidement la vidange du site. Il n'a pas été prévu de déblaiements sur le site (autres qu'au niveau de l'ouvrage).

Les caractéristiques techniques des ouvrages sont résumées dans le catalogue des fiches d'aménagement. Ces caractéristiques (notamment la longueur de l'ouvrage) ont été évaluées de manières rudimentaires, notamment sur la base des cartes IGN. Elles sont donc entachées d'une certaine imprécision due au moyen d'évaluation mais surtout à cause de l'implantation très provisoire de l'ouvrage (susceptible de varier lors des études de faisabilité).

Le tableau suivant reprend pour les différentes zones d'expansion de crue, les caractéristiques techniques des ouvrages.

Tableau 32 : Caractéristiques techniques des zones d'expansion de crue

Zone	nombre d'ouvrages	linéaire de digues (m)	surface inondée (ha)	volume stocké (m3)
1	0	2	14	60 000
2	2	4	9	118 000
3	-	-	-	-
4	-	-	-	-
5	1	1	5	14 500
6	1	1	10	62 000
7	2	3	6	149 000
8	1	1	4	60 000
9	1	1	6.5	60 000
10	1	1	8	65 000
11	1	2	3.5	30 000
12	1	2	3.5	6 000
13	1	1	3	20 000
14à18	2	12	45	250 000
19	1	3	29	70 000

Les caractéristiques géophysiques des sols sur les vallées du bassin versant n'étant pas connues pour le moment, l'hypothèse retenue a donc été la plus défavorable. Le chiffrage a été mené pour le cas où la terre présente sur le site ne permettrait pas la construction d'une digue (cela nécessiterait alors d'acheter de la terre et de déblayer le sol jusqu'au niveau de l'ancrage de la digue). Le chiffrage comprend aussi des frais d'installation de chantier et un pourcentage de « divers et imprévus » qui permet de prendre en compte un certain nombre de précautions à ce stade très amont.

Viennent s'ajouter au coût de l'ouvrage à proprement parler des postes annexes qui peuvent générer des coûts non négligeables :

- L'acquisition foncière de la zone : elle concerne soit la zone d'emprise de la digue (cette surface est étendue afin de prendre en compte l'accès aux ouvrages), soit l'ensemble de la ZEC (là aussi étendue) si aucune convention n'est signée avec l'exploitant agricole. Le coût des terrains agricoles est évalué à partir des données de la SAFER en prenant l'hypothèse de parcelles en location.
- Les études spécifiques à réaliser : travaux topographiques, sondages géotechniques, simulations hydrauliques...
- Les dossiers réglementaires (DIG/DUP, études d'impacts, dossiers loi sur l'eau)
- Les coûts de maîtrise d'œuvre (les barèmes appliqués sont ceux de la loi MOP).

L'évaluation financière des ouvrages est résumée dans le tableau ci-dessous :

Tableau 33 : Evaluation financière des zones d'expansion de crue

Zone d'expansion de crue	linéaire de digues	surface inondée (en ha)	acquisition foncière minimale à envisager (emprise de la digue)	acquisition foncière de toute la zone	Prix HT	maîtrise d'œuvre	Dossiers réglementaires	études complémentaires	TVA	Prix TTC
1	150	14	900	146 000	380 000	50 000	12 000	23 000	91 000	702 000
2	350	9	2100	94 000	800 000	88 000	12 000	28 000	182 000	1 204 000
5	60	5	360	52 000	324 000	43 000	12 000	23 000	79 000	533 000
6	110	10	660	104 000	395 000	52 000	12 000	22 000	94 000	679 000
7	270	6	1620	62 000	742 000	74 000	12 000	27 000	168 000	1 085 000
8	80	4	480	42 000	342 000	45 000	12 000	22 000	83 000	546 000
9	120	6.5	720	68 000	362 000	48 000	12 000	22 000	87 000	599 000
10	130	8	780	83 000	368 000	48 000	12 000	22 000	88 000	621 000
11	220	3.5	1320	36 000	426 000	56 000	12 000	23 000	101 000	654 000
12	180	3.5	1080	36 000	409 000	54 000	12 000	23 000	98 000	632 000
13	120	3	720	31 000	370 000	49 000	12 000	22 000	89 000	573 000
14à18	1200	45	8400	468 000	2 383 000	238 000	30 000	100 000	539 000	3 758 000
19	300	29	1800	302 000	565 000	69 000	12 000	28 000	132 000	1 108 000
TOTAL				1 524 000	7 866 000	914 000			1 831 000	12 694 000

Remarques :

- ***Les coûts évalués pour la mise en place de ces ouvrages seront diminués si le maître d'ouvrage décidait de regrouper la mise en place d'ouvrages. En effet, des économies seront réalisées sur les coûts inhérents à la maîtrise d'œuvre de l'ouvrage ainsi qu'aux études réglementaires (les pourcentages appliquées pour la rémunération de la maîtrise d'œuvre d'un ouvrage diminue lorsque le coût des travaux augmentent).***
- ***Ces coûts sont évalués très en amont des études de faisabilité des ouvrages, les incertitudes sont donc très fortes. Les hypothèses prises peuvent paraître prudentes, néanmoins l'objectif de cette évaluation financière est d'anticiper un certains nombres de risques qui empêcheraient la construction de l'ouvrage faute de moyen.***

11.2 Hiérarchisation des travaux dans le temps

La hiérarchisation des sites s'est opérée suivant les critères suivants :

- L'efficacité des zones d'expansion de crue. Elle dépend du volume stockable sur le site considéré, de l'écrêtement du débit de pointe obtenu par l'ouvrage et de sa position par rapport au bassin versant.
- La proximité d'enjeux : une cartographie des désordres hydrauliques a été dressée en phase 3, lors de l'étude hydraulique, les enjeux touchés ont ainsi été identifiés et répertoriés. La priorité a donc été donnée aux ouvrages qui ont un impact direct et fort sur les enjeux les plus touchés.
- Le coûts des ouvrages : la répartition financière des ouvrages doit être globalement homogène pour les différentes tranches de travaux.

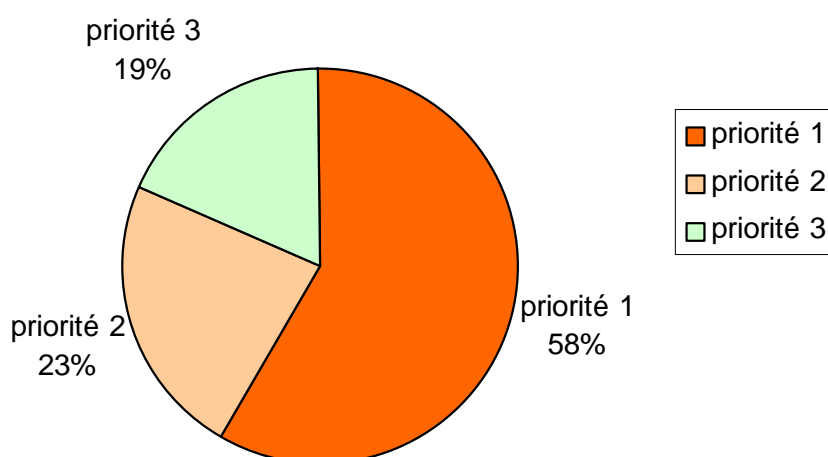
Il en résulte une classification des ouvrages suivant trois ordres de priorité (de la plus forte priorité¹, à la plus faible priorité 3)

Le tableau suivant dresse les ordres de priorité pour chaque zones d'expansion de crue.

Tableau 34 : Ordre de priorité des zones d'expansion de crue

Zone	nombre d'ouvrages	linéaire de digues (m)	surface inondée (ha)	volume stocké (m3)	niveau de priorité	Prix TTC
1	1	150	14	60 000	priorité 2	702 000
2	2	350	9	118 000	priorité 1	1 204 000
3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
5	1	60	5	14 500	priorité 3	533 000
6	1	110	10	62 000	priorité 1	679 000
7	2	270	6	149 000	priorité 1	1 085 000
8	1	80	4	60 000	priorité 2	546 000
9	1	120	6.5	60 000	priorité 3	599 000
10	1	130	8	65 000	priorité 1	621 000
11	1	220	3.5	30 000	priorité 3	654 000
12	1	180	3.5	6 000	priorité 3	632 000
13	1	120	3	20 000	priorité 2	573 000
14à18	2	1200	45	250 000	priorité 1	3 758 000
19	1	300	29	70 000	priorité 2	1 108 000

La figure ci-dessous synthétise la répartition des ouvrages par priorité :


Figure 33 : Répartition du nombre d'ouvrage par priorité

Le nombre d'ouvrages classés en priorité 1 est plus important parce qu'il est nécessaire de réaliser assez rapidement une première tranche qui réduira déjà de manière conséquente les désordres repérés dans les phases précédentes de l'étude.

11.3 Programmation financière

Cette programmation a été réalisée sur une décennie, elle comprend les coûts de construction des ouvrages mais aussi les coûts d'entretien. En effet, il est nécessaire de capitaliser dans le temps afin de pouvoir assurer la gestion quotidienne des

ouvrages (nettoyage, visites après les crues...), mais surtout d'assurer leur pérennité. Des opérations lourdes sur les ouvrages (réfection de digues, de clapets...) sont à prévoir sur le long terme, ces types de travaux doivent être effectués impérativement pour ne pas exposer les populations à des risques de rupture de digue notamment. Il est donc nécessaire de capitaliser **au minimum** entre 2% du coût de l'ouvrage (pour des ouvrages de grosse capacité), jusqu'à 4% (pour des ouvrages plus petits ou régulés). Ces coûts d'entretien sont constatés sur d'autres bassins versants, il faut cependant signaler que jusqu'à présent il y a peu de retour d'expériences, ce type d'aménagement étant récent. Dans cette estimation financière, nous avons appliqué un pourcentage constant de 4% pour tous les ouvrages puisque les aménagements préconisés sont de petites tailles.

Pour réaliser des économies nous avons élaboré un planning qui regroupe les ouvrages de la première tranche sur les deux premières années et ensuite les travaux sont regroupés tous les deux ans. Le tableau ci-dessous intègre le phasage des travaux à réaliser et regroupe le coût annuel de construction et d'entretien des ouvrages.

Tableau 35 : Répartition financière des actions dans le temps

Code de l'aménagement	Bassin versant	Commune	Investissement en € HT	Entretien en € HT	Etudes complémentaires	prix de l'ouvrage (sans acquisition foncière)	acquisition foncière	Niveau de priorité	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Année 6	Année 7	Année 8	Année 9	Année 10	
ZEC 1	Lawe amont	Magnicourt-en-Comté	526 000	21 000	85 000	611 000	146000	2						611 000	21 000	21 000	21 000	21 000	
ZEC 2	Lawe amont	La Comté	894 000	36 000	128 000	1 023 000	94000	1	511 000	511 000	36 000	36 000	36 000	36 000	36 000	36 000	36 000	36 000	
ZEC 3	-	Beugin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ZEC 4	-	Beugin-Houdain	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ZEC 5	Lawe amont	Houdain	376 000	15 000	78 000	454 000	52000	3						0	0	0	0	454 000	
ZEC 6	Bajuel	La Comté	499 000	20 000	86 000	585 000	104000	1			585 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	
ZEC 7	Brette	Gauchin-Legal	804 000	32 000	113 000	917 000	62000	1	459 000	459 000	32 000	32 000	32 000	32 000	32 000	32 000	32 000	32 000	
ZEC 8	Brette	Rebreuve-Ranchicourt	384 000	15 000	79 000	462 000	42000	2			462 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	
ZEC 9	Brette	Rebreuve-Ranchicourt	429 000	17 000	81 000	510 000	68000	3								510 000	17 000	17 000	
ZEC 10	Lawe amont	Houdain	451 000	18 000	82 000	533 000	83000	1	267 000	267 000	18 000	18 000	18 000	18 000	18 000	18 000	18 000	18 000	
ZEC 11	Lawe amont	Houdain	462 000	18 000	91 000	553 000	36000	3								553 000	18 000	18 000	
ZEC 12	Biette	Ourton	445 000	18 000	89 000	534 000	36000	3										527 000	
ZEC 13	Biette	Ourton	401 000	16 000	82 000	483 000	31000	2						483 000	16 000	16 000	16 000	16 000	
ZEC 14	Lawe intermédiaire	Gosnay	2 852 000	114 000	369 000	3 220 000	468000	1	1 610 000	1 610 000	114 000	114 000	114 000	114 000	114 000	114 000	114 000	114 000	
ZEC 15		Fouquereuil																	
ZEC 16		Gosnay																	
ZEC 17		Fouquières, Fouquereuil, Gosnav																	
ZEC 18		Fouquières																	
ZEC 19	Lawe intermédiaire	Fouquereuil, Béthune, Annezin	867 000	35 000	109 000	976 000	302 000	2				976 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	
TOTAL en Euro HT					sans acquisition foncière	9 230 000													
TOTAL en Euro TTC					avec acquisition foncière	10 754 000													
TOTAL en Euro TTC					avec acquisition foncière	12 564 000													

L'investissement est important dans les premières années puisqu'un peu plus de 50% des ouvrages sont classés en priorité 1 (voir Figure 34). La répartition financière est cependant assez homogènes après l'achèvement de cette première tranche.

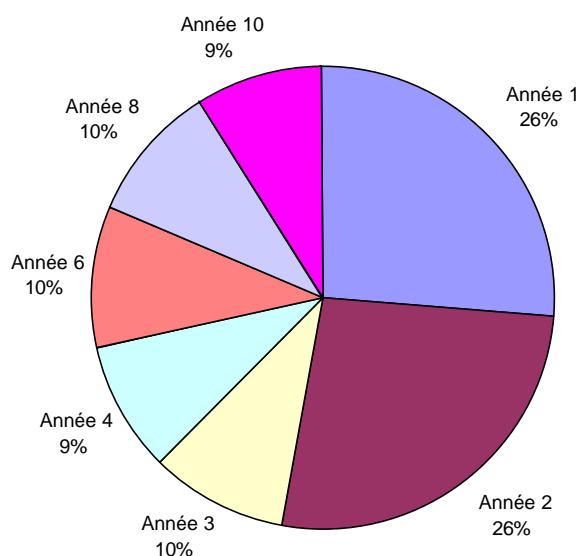


Figure 34 : répartition financière des investissements

Remarque : cas particuliers des bassins de rétention. Des bassins de rétention ont été dimensionnés sur le bassin versant de la Brette. Ils ont été dimensionnés, pour la majorité d'entre eux, afin de donner au maître d'ouvrage des alternatives si la création de certaines ZEC s'avérait impossible. Néanmoins les deux bassins situés sur les fonds de Caucourt et de Béthonsart sont différents car ils permettent de résoudre les dysfonctionnements observés sur Caucourt. Ces aménagements ont été intégrés dans le volet ruissellement et dans le catalogue des propositions par commune.

CONCLUSION

La modélisation hydraulique des écoulements de la Lawe et de ses affluents a mis en évidence l'importance des débordements de la Lawe à Bruay-la-Buissière qui permettent un écrêtement des crues à Béthune, limitant ainsi les dommages. Toutefois, il est nécessaire d'intervenir afin de limiter les inondations recensées sur le bassin versant de la Lawe, amont et aval. Il est donc proposé d'écrêter les crues de la Lawe et de la Brette dans le but d'atteindre un débit de 14 m³/s à Bruay : capacité maximale d'écoulement du lit (en prenant une légère sécurité sur la ligne d'eau). L'objectif est donc de procéder à un ralentissement dynamique des crues en stockant les eaux : aménagement de zone d'expansion de crues (ZEC) et de bassins de rétention. Ces différents aménagements seront dimensionnés pour une pluie d'hiver de période de retour 20 ans : événements les plus préjudiciables sur le bassin versant de la Lawe. Ainsi les volumes à stocker sont évalués à 550 000 m³. Le dimensionnement pour une pluie cinquantennale nécessiterait des aménagements lourds et très onéreux.

Les zones d'expansion de crues sur le bassin versant de la Lawe sont peu nombreuses, et les contraintes liées à la topographie des sites et à la présence de nombreux enjeux en lit majeur sont limitantes. De plus, l'objectif d'écrêter les débits de la Lawe en vue de diminuer leur incidence sur les débits de la Lys, semble difficile à mettre en œuvre.

En outre, l'aménagement de ZEC doit être complété par la création de bassins de rétention répartis sur l'ensemble du bassin versant afin de globaliser la gestion des écoulements. Afin d'orienter les choix sur la nature des actions à mener, trois scénarii ont été étudiés :

1. scénario 1 : stockage des eaux sur les ZEC prioritaires ;
2. scénario 2 : stockage des eaux sur l'ensemble des ZEC et création de bassins de rétention sur les versants) ;
3. scénario 3 : mise en œuvre de techniques d'hydraulique douce sur l'ensemble du bassin versant et stockage des eaux sur l'ensemble des ZEC et bassins de rétention.

Les simulations des effets de chaque scénario permettent de comparer les gains des aménagements potentiels par rapport aux enjeux et au niveau d'aménagement requis. Le scénario retenu et qui fera l'objet de simulation, de dimensionnement et d'une évaluation financière, reste à l'appréciation du maître d'ouvrage, du comité de pilotage et des acteurs du bassin versant de la Lawe.

La prise en charge de la maîtrise d'ouvrage des aménagements proposés mais surtout celle de l'entretien reste en suspend. Lors de l'état des lieux mené en phase 1, le manque d'entretien de la rivière et des bassins de rétention participant à la gestion des eaux de ruissellement a été constaté. Ainsi, il est donc indispensable de définir à qui incombe l'entretien d'un aménagement avant sa création.

Les mesures proposées en matière de ruissellement contribueront également à la réduction des écoulements vers les fonds de vallées sur le long terme. En effet, la réalisation des propositions d'actions est un travail de longue haleine, qui passe par une nécessaire concertation avec les exploitants agricoles mais aussi les différents acteurs du bassin versant compétents en matière de ruissellement. Cette concertation a été amorcée dans le cadre de cette étude et doit donc être pérennisée.