

FRANCE (NORD)

**UNION DES SYNDICATS
D'ASSAINISSEMENT DU NORD**



ÉTUDE HYDRAULIQUE DU BASSIN VERSANT DE L'YSER PHASE 3 : SIMULATIONS D'AMENAGEMENTS

RAPPORT D'ÉTUDE

JANVIER 2011

N°465 0538

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
1. ORIENTATIONS DE FIN DE PHASE 2.....	2
1.1. EVENEMENTS RETENUS	2
1.1.1. <i>BASSIN VERSANT DE L'YSER</i>	2
1.1.2. <i>BASSIN VERSANT DE LA VLETER BECQUE</i>	2
1.1.3. <i>PROBLEMATIQUE DU RUISSELLEMENT</i>	2
1.2. ENJEUX A PROTEGER	2
2. LUTTE CONTRE LE RUISSELLEMENT	7
2.1. RAPPEL.....	7
2.2. TECHNIQUES DE LUTTE CONTRE LE RUISSELLEMENT	8
2.2.1. <i>PREAMBULE</i>	8
2.2.2. <i>GESTION DU RUISSELLEMENT EN MILIEU URBAIN</i>	8
2.2.3. <i>PRATIQUES AGRICOLES</i>	12
2.2.4. <i>AMENAGEMENTS DIFFUS EN MILIEU RURAL</i>	14
2.3. IMPACTS PREVISIBLES DE LA LUTTE CONTRE LE RUISSELLEMENT SUR LES DEUX SOUS-BASSINS VERSANTS	19
2.3.1. <i>CAS DE LA VLETER BECQUE A GODEWAERSVELDE</i>	19
2.3.2. <i>CAS DE L'EY BECQUE A STEENVOORDE</i>	20
3. BASSIN VERSANT DE L'YSER.....	23
3.1. SCENARIO 1	23
3.1.1. <i>DESCRIPTION DE L'ELABORATION DU SCENARIO</i>	23
3.1.2. <i>LOCALISATION DES AMENAGEMENTS</i>	26
3.1.3. <i>DIMENSIONS</i>	31
3.1.4. <i>IMPACTS DU SCENARIO 1</i>	33
3.1.5. <i>IMPACTS INDIVIDUELS DES AMENAGEMENTS</i>	39
3.1.6. <i>IMPACTS RESIDUELS SUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE</i>	39
3.1.7. <i>ESTIMATION FINANCIERE</i>	45
3.2. SCENARIO 2	47
3.2.1. <i>ORIENTATIONS D'AMENAGEMENT</i>	47
3.2.2. <i>LOCALISATION</i>	49
3.2.3. <i>DIMENSIONS</i>	55
3.2.4. <i>IMPACTS DU SCENARIO 2</i>	57
3.2.5. <i>IMPACTS INDIVIDUELS DES AMENAGEMENTS</i>	63

3.2.6.	IMPACTS RESIDUELS SUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE	63
3.2.7.	ESTIMATION FINANCIERE	69
3.3.	SCENARIO 3	71
3.3.1.	ORIENTATIONS D'AMENAGEMENT	71
3.3.2.	LOCALISATION	73
3.3.3.	DIMENSIONS	80
3.3.4.	IMPACTS DU SCENARIO 3	82
3.3.5.	IMPACTS INDIVIDUELS DES AMENAGEMENTS	88
3.3.6.	IMPACTS RESIDUELS SUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE	88
3.3.7.	ESTIMATION FINANCIERE	94
3.4.	SYNTHESE	97
4.	BASSIN VERSANT DE LA VLETER BECQUE	105
4.1.	SCENARIO 1	105
4.2.	SCENARIO 2	108
4.2.1.	ORIENTATIONS D'AMENAGEMENT	108
4.2.2.	LOCALISATION	108
4.2.3.	DIMENSIONS	109
4.2.4.	IMPACTS DU SCENARIO 2	109
4.2.5.	IMPACTS INDIVIDUELS DES AMENAGEMENTS	113
4.2.6.	IMPACTS RESIDUELS SUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE	113
4.2.7.	ESTIMATION FINANCIERE	116
4.3.	SCENARIO 3	116
4.3.1.	ORIENTATIONS D'AMENAGEMENT	116
4.3.2.	LOCALISATION	116
4.3.3.	DIMENSIONS	117
4.3.4.	IMPACTS DU SCENARIO 3	117
4.3.5.	IMPACTS INDIVIDUELS DES AMENAGEMENTS	121
4.3.6.	IMPACTS RESIDUELS SUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE	121
4.3.7.	ESTIMATION FINANCIERE	124
4.4.	SYNTHESE	124
5.	COMPLEMENTS A VENIR – IMPACT ECOLOGIQUE DES AMENAGEMENTS	128
	ANNEXE 1 : IMPACTS INDIVIDUELS DES AMENAGEMENTS – SCENARIO 1	129
	ANNEXE 2 : IMPACTS INDIVIDUELS DES AMENAGEMENTS – SCENARIO 2	135
	ANNEXE 3 : IMPACTS INDIVIDUELS DES AMENAGEMENTS – SCENARIO 3	143
	ANNEXE 4 : IMPACTS INDIVIDUELS DES AMENAGEMENTS DE LA VLETER BECQUE	152

LISTE DES TABLEAUX

TABL. 1 - PERTES INITIALES ET PERTES CONTINUES UNITAIRES (SOURCE : ETUDE PEENE BECQUE – SOGETI)	12
TABL. 2 - PERTES INITIALES ET PERTES CONTINUES DU BASSIN VERSANT DE LA VLETER BECQUE A GODEWAERSVELDE	13
TABL. 3 - PERTES INITIALES ET PERTES CONTINUES DU BASSIN VERSANT DE L'EY BECQUE EN AMONT DE STEENVOORDE	13
TABL. 4 - ESTIMATION FINANCIERE DU SURCREUSEMENT D'ARNEKE	45
TABL. 5 - ESTIMATION FINANCIERE DU SURCREUSEMENT D'ESQUELBECQ	45
TABL. 6 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc1-ZRDC1	45
TABL. 7 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc1-ZRDC2	46
TABL. 8 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc1-ZRDC3	46
TABL. 9 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc1-ZRDC4	46
TABL. 10 - ESTIMATION FINANCIERE DU REMEANDRAGE (SCENARIO 1).....	47
TABL. 11 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc2-ZRDC1	69
TABL. 12 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc2-ZRDC2	69
TABL. 13 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc2-ZRDC3	69
TABL. 14 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc2-ZRDC4	70
TABL. 15 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc2-ZRDC5	70
TABL. 16 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc2-ZRDC6	70
TABL. 17 - ESTIMATION FINANCIERE DU REMEANDRAGE (SCENARIO 2).....	71
TABL. 18 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc3-ZRDC1	94
TABL. 19 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc3-ZRDC2	94
TABL. 20 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc3-ZRDC3	95
TABL. 21 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc3-ZRDC4	95
TABL. 22 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc3-ZRDC5	95
TABL. 23 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc3-ZRDC6	95
TABL. 24 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc3-ZRDC7	96
TABL. 25 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc3-ZRDC8	96
TABL. 26 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc3-ZRDC9	96
TABL. 27 - ESTIMATION FINANCIERE DU REMEANDRAGE (SCENARIO 3).....	97
TABL. 28 - BILAN DES SCENARI I	104
TABL. 29 - PRIX UNITAIRES DES AMENAGEMENTS DIFFUS (SOURCE : PRECEDENTES ETUDES SOGREAH).....	108
TABL. 30 - ESTIMATION FINANCIERE DES AMENAGEMENTS DIFFUS	108
TABL. 31 - ESTIMATION FINANCIERE – ZRDC EN AMONT DE GODEWAERSVELDE.....	124
TABL. 32 - BILAN DES SCENARI II	127

LISTE DES FIGURES

FIG. 1. SOUS-BASSINS VERSANTS ETUDIES POUR LE RUISSELLEMENT	7
FIG. 2. EXEMPLE DE NOUE.....	9
FIG. 3. EXEMPLE DE TRANCHEE DRAINANTE	9
FIG. 4. EXEMPLE DE PUIT D'INFILTRATION.....	10
FIG. 5. EXEMPLE DE CHAUSSEE DRAINANTE	10
FIG. 6. EXEMPLE DE BASSIN SEC.....	11
FIG. 7. EXEMPLE DE BASSIN EN EAU.....	11
FIG. 8. PRINCIPE DE POSITIONNEMENT DES BANDES ENHERBEES	14
FIG. 9. ILLUSTRATION DE L'IMPACT DES BANDES ENHERBEES	15
FIG. 10. ILLUSTRATION DE L'IMPACT DES HAIES	15
FIG. 11. PHOTOGRAPHIE D'UNE MICRO-RETENUE	16
FIG. 12. EXEMPLE D'IMPLANTATION D'AMENAGEMENTS DIFFUS EN AMONT DE STEENVOORDE	17
FIG. 13. EXEMPLE D'IMPLANTATION D'AMENAGEMENTS DIFFUS EN AMONT DE GODEWAERSVELDE	18

FIG. 14.	PROFILS EN LONG DES LIGNES D'EAU EN ETAT INITIAL ET EN ETAT AMENAGE DANS LA TRAVERSEE DE GODEWAERSVELDE	19
FIG. 15.	IMPACT DES MESURES DE LUTTE CONTRE LE RUISSELLEMENT SUR LES HYDROGRAMMES A LA CONFLUENCE VLETERBEEK / WINTERBEEK LORS D'UN ORAGE ESTIVAL (T=20 ANS).....	20
FIG. 16.	IMPACT DES MESURES DE LUTTE CONTRE LE RUISSELLEMENT SUR LES HYDROGRAMMES A STEENVOORDE LORS D'UN ORAGE ESTIVAL (T=20 ANS)	21
FIG. 17.	PROFILS EN LONG DES LIGNES D'EAU DE L'EY BECQUE EN ETAT INITIAL ET EN ETAT AMENAGE JUSQU'EN AVAL DE STEENVOORDE	21
FIG. 18.	PROFILS EN LONG DES LIGNES D'EAU DE LA MOE BECQUE EN ETAT INITIAL ET AVEC LE BASSIN VERSANT DE L'EY BECQUE EN ETAT AMENAGE	22
FIG. 19.	SCHEMA DE PRINCIPE DU SURCREUSEMENT DU LIT MAJEUR.....	24
FIG. 20.	SCHEMA DE PRINCIPE D'UNE ZRDC	25
FIG. 21.	LOCALISATION DES AMENAGEMENTS – SECTEUR D'ARNEKE.....	27
FIG. 22.	LOCALISATION DES AMENAGEMENTS – SECTEUR D'ESQUELBECQ.....	28
FIG. 23.	LOCALISATION DES AMENAGEMENTS – SECTEUR DE WORMHOUT / LEDRINGHEM	29
FIG. 24.	LOCALISATION DES AMENAGEMENTS – SECTEUR DE TERDEGHEM.....	30
FIG. 25.	REMEANDRAGE – SCENARIO 1	31
FIG. 26.	PRINCIPE D'AMENAGEMENT DES SURCREUSEMENTS – SCENARIO 1	31
FIG. 27.	PROFIL EN LONG DE L'YSER – SCENARIO 1	34
FIG. 28.	PROFIL EN LONG DE LA PEENE BECQUE – SCENARIO 1	35
FIG. 29.	PROFIL EN LONG DE LA MOE BECQUE – SCENARIO 1	36
FIG. 30.	PROFIL EN LONG DE L'EY BECQUE – SCENARIO 1	37
FIG. 31.	HYDROGRAMMES A ROESBRUGGE – SCENARIO 1	38
FIG. 32.	PROFIL EN LONG DE L'YSER – SCENARIO 1 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE.....	40
FIG. 33.	PROFIL EN LONG DE LA PEENE BECQUE – SCENARIO 1 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE.....	41
FIG. 34.	PROFIL EN LONG DE LA MOE BECQUE – SCENARIO 1 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE.....	42
FIG. 35.	PROFIL EN LONG DE L'EY BECQUE – SCENARIO 1 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE	43
FIG. 36.	HYDROGRAMMES A ROESBRUGGE – SCENARIO 1 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE	44
FIG. 37.	LOCALISATION DES AMENAGEMENTS – SECTEUR DE ZEGERSCAPPEL	50
FIG. 38.	LOCALISATION DES AMENAGEMENTS – SECTEUR D'ESQUELBECQ.....	51
FIG. 39.	LOCALISATION DES AMENAGEMENTS – SECTEUR D'ARNEKE / LEDRINGHEM	52
FIG. 40.	LOCALISATION DES AMENAGEMENTS – SECTEUR DE WORMHOUT / LEDRINGHEM	53
FIG. 41.	LOCALISATION DES AMENAGEMENTS – SECTEUR DE TERDEGHEM.....	54
FIG. 42.	REMEANDRAGE – SCENARIO 2	55
FIG. 43.	PROFIL EN LONG DE L'YSER – SCENARIO 2.....	58
FIG. 44.	PROFIL EN LONG DE LA PEENE BECQUE – SCENARIO 2	59
FIG. 45.	PROFIL EN LONG DE LA MOE BECQUE – SCENARIO 2	60
FIG. 46.	PROFIL EN LONG DE L'EY BECQUE – SCENARIO 2	61
FIG. 47.	HYDROGRAMMES A ROESBRUGGE – SCENARIO 2	62
FIG. 48.	PROFIL EN LONG DE L'YSER – SCENARIO 2 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE.....	64
FIG. 49.	PROFIL EN LONG DE LA PEENE BECQUE – SCENARIO 2 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE.....	65
FIG. 50.	PROFIL EN LONG DE LA MOE BECQUE – SCENARIO 2 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE.....	66
FIG. 51.	PROFIL EN LONG DE L'EY BECQUE – SCENARIO 2 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE	67
FIG. 52.	HYDROGRAMMES A ROESBRUGGE – SCENARIO 2 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE	68
FIG. 53.	LOCALISATION DES AMENAGEMENTS – SECTEUR DE ZEGERSCAPPEL	74
FIG. 54.	LOCALISATION DES AMENAGEMENTS – SECTEUR D'ESQUELBECQ.....	75
FIG. 55.	LOCALISATION DES AMENAGEMENTS – SECTEUR D'ARNEKE / LEDRINGHEM	76
FIG. 56.	LOCALISATION DES AMENAGEMENTS – SECTEUR DE WORMHOUT / LEDRINGHEM	77
FIG. 57.	LOCALISATION DES AMENAGEMENTS – SECTEUR DE TERDEGHEM.....	78
FIG. 58.	LOCALISATION DES AMENAGEMENTS – SECTEUR D'OCHTEZEELE.....	79
FIG. 59.	REMEANDRAGE – SCENARIO 3	80
FIG. 60.	PROFIL EN LONG DE L'YSER – SCENARIO 3.....	83
FIG. 61.	PROFIL EN LONG DE LA PEENE BECQUE – SCENARIO 3	84
FIG. 62.	PROFIL EN LONG DE LA MOE BECQUE – SCENARIO 3	85
FIG. 63.	PROFIL EN LONG DE L'EY BECQUE – SCENARIO 3	86
FIG. 64.	HYDROGRAMMES A ROESBRUGGE – SCENARIO 3	87

FIG. 65.	PROFIL EN LONG DE L'YSER – SCENARIO 3 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE.....	89
FIG. 66.	PROFIL EN LONG DE LA PEENE BECQUE – SCENARIO 3 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE.....	90
FIG. 67.	PROFIL EN LONG DE LA MOE BECQUE – SCENARIO 3 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE.....	91
FIG. 68.	PROFIL EN LONG DE L'EY BECQUE – SCENARIO 3 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE	92
FIG. 69.	HYDROGRAMMES A ROESBRUGGE – SCENARIO 3 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE	93
FIG. 70.	PROFIL EN LONG DE L'YSER – BILAN DES SCENARII	98
FIG. 71.	PROFIL EN LONG DE LA PEENE BECQUE – BILAN DES SCENARII.....	99
FIG. 72.	PROFIL EN LONG DE LA MOE BECQUE – BILAN DES SCENARII.....	100
FIG. 73.	PROFIL EN LONG DE L'EY BECQUE – BILAN DES SCENARII.....	101
FIG. 74.	HYDROGRAMMES A ROESBRUGGE – BILAN DES SCENARII.....	102
FIG. 75.	PROFIL EN LONG DE LA VLETER BECQUE – SCENARIO 1 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE.....	106
FIG. 76.	HYDROGRAMMES A LA CONFLUENCE VLETERBEEK / WINTERBEEK– SCENARIO 1 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE	107
FIG. 77.	LOCALISATION DES BASSINS CRESETY (VLETER BECQUE)	109
FIG. 78.	PROFIL EN LONG DE LA VLETER BECQUE– SCENARIO 2.....	110
FIG. 79.	PROFIL EN LONG DE LA VLETER BECQUE A GODEWAERSVELDE– SCENARIO 2.....	111
FIG. 80.	HYDROGRAMMES A LA CONFLUENCE VLETERBEEK / WINTERBEEK– SCENARIO 2.....	112
FIG. 81.	PROFIL EN LONG DE LA VLETER BECQUE – SCENARIO 2 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE.....	114
FIG. 82.	HYDROGRAMMES A LA CONFLUENCE VLETERBEEK / WINTERBEEK – SCENARIO 2 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE	115
FIG. 83.	LOCALISATION DE LA ZRDC (VLETER BECQUE)	117
FIG. 84.	PROFIL EN LONG DE LA VLETER BECQUE– SCENARIO 3.....	118
FIG. 85.	PROFIL EN LONG DE LA VLETER BECQUE A GODEWAERSVELDE– SCENARIO 3.....	119
FIG. 86.	HYDROGRAMMES A LA CONFLUENCE VLETERBEEK / WINTERBEEK– SCENARIO 3.....	120
FIG. 87.	PROFIL EN LONG DE LA VLETER BECQUE – SCENARIO 3 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE.....	122
FIG. 88.	HYDROGRAMMES A LA CONFLUENCE VLETERBEEK / WINTERBEEK – SCENARIO 3 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE	123
FIG. 89.	PROFIL EN LONG DE LA VLETER BECQUE – TRAVERSEE DE GODEWAERSVELDE – BILAN DES SCENARII	125

oOo

INTRODUCTION

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

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

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

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

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

Le périmètre de l'étude correspond au périmètre du SAGE de l'Yser. Ce dernier défini par arrêté préfectoral du 8 novembre 2005, comprend 39 communes du département du Nord. Les sous-bassins versants étudiés sont ceux de l'Yser et de ses principaux affluents : l'Ey Becque, la Sale Becque, la Cray Becque, la Vleter Becque, la Zwyne Becque, la Becque d'Houtkerque, la Petite Becque et la Peene Becque.

Le présent rapport de phase 3 correspond aux différentes simulations d'aménagements sur le bassin versant de l'Yser.

oOo

1.

ORIENTATIONS DE FIN DE PHASE 2

Les orientations de phase 2 ont été fournies par la Comité de Pilotage lors de la réunion du 28 septembre 2010, elles ont été confirmées lors de la Commission Locale de l'Eau le 7 octobre 2010.

1.1. EVENEMENTS RETENUS

1.1.1. BASSIN VERSANT DE L'YSER

Pour le bassin versant de l'Yser, l'événement de projet retenu est la pluie hivernale d'occurrence vicennale.

1.1.2. BASSIN VERSANT DE LA VLETER BECQUE

Pour le bassin versant de la Vleter Becque, l'événement de projet retenu est la pluie estivale d'occurrence vicennale.

1.1.3. PROBLEMATIQUE DU RUISSELLEMENT

Concernant les deux sous-bassins versants objets de l'étude spécifique au phénomène de ruissellement, l'événement de projet retenu est la pluie estivale d'occurrence vicennale.

1.2. ENJEUX A PROTEGER

Les principaux enjeux à protéger sur le territoire d'étude sont les communes de :

- Godewaersvelde
- Steenvoorde
- Arnèke
- Wormhout
- Esquelbecq

A cela s'ajoute des enjeux plus localisés, appelés enjeux ponctuels (EP) :

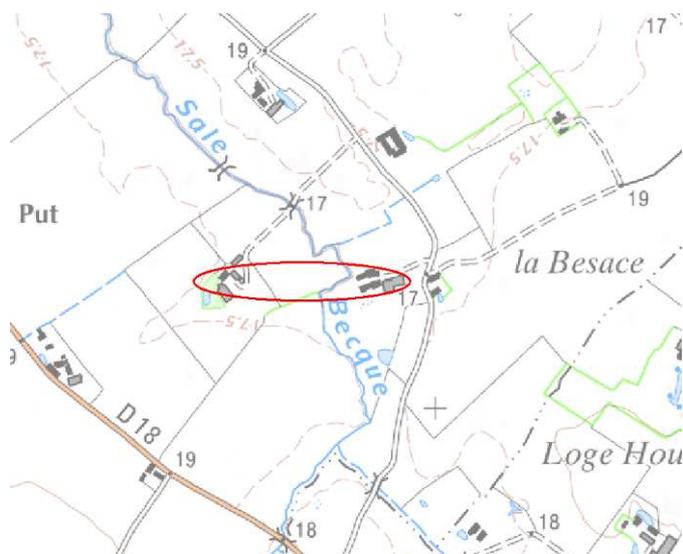
- Une habitation à Zuypteene, au bord de la Peene Becque (EP1)



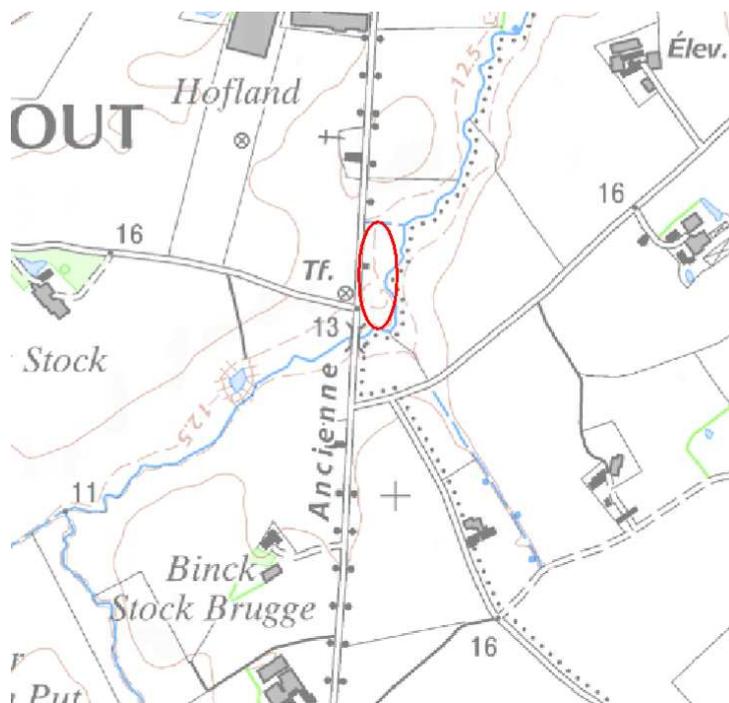
- Une habitation à Wylder, le long de la Cray Becque (EP2)



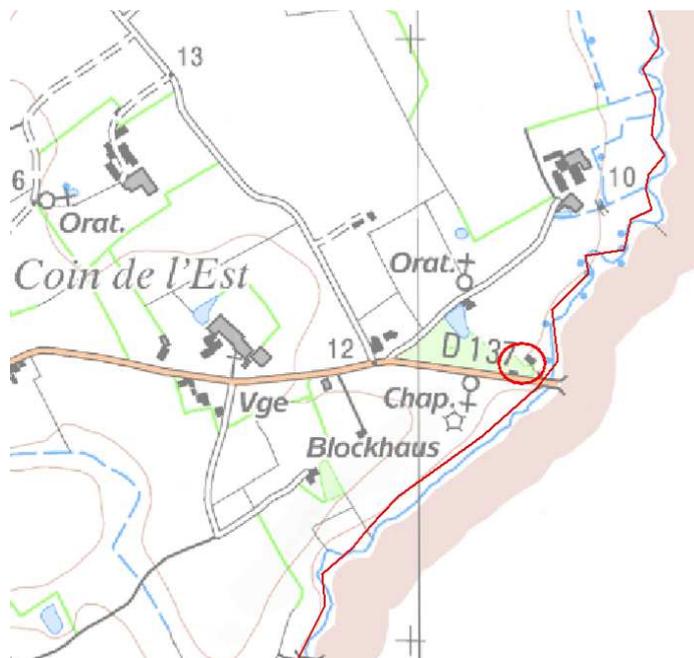
- Un bâtiment à Wormhout, le long de la Sale Becque (EP3)



- Une zone d'activités à Wormhout, le long de la Sale Becque (EP4)



- Deux bâtiments à Winnezele, le long de l'Ey Becque (EP5)



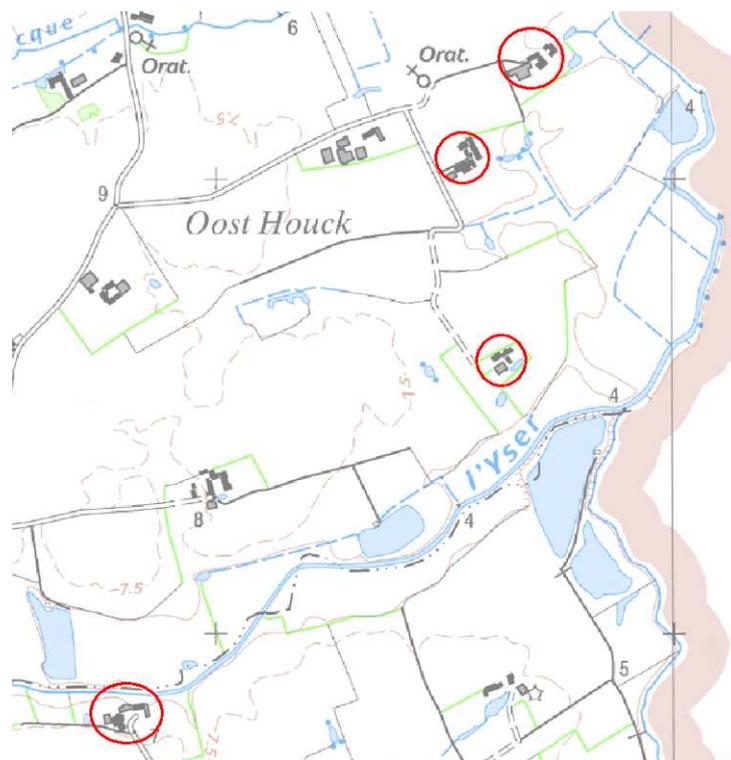
- Une habitation à Broxeele au bord de l'Yser (EP6)



- Le secteur Engelshof à Bambeque, le long de l'Yser (EP7)



- Plusieurs fermes à l'aval de l'Yser (EP8)



oOo

2.

LUTTE CONTRE LE RUISSELLEMENT

2.1. RAPPEL

Lors des précédentes phases de l'étude, deux secteurs ont été mis en évidence pour leur sensibilité aux phénomènes de ruissellement. Il s'agit :

- Du sous-bassin versant de la Vleter Becque à Godewaersvelde.
- Du sous-bassin versant de l'Ey Becque en amont de Steenvoorde.

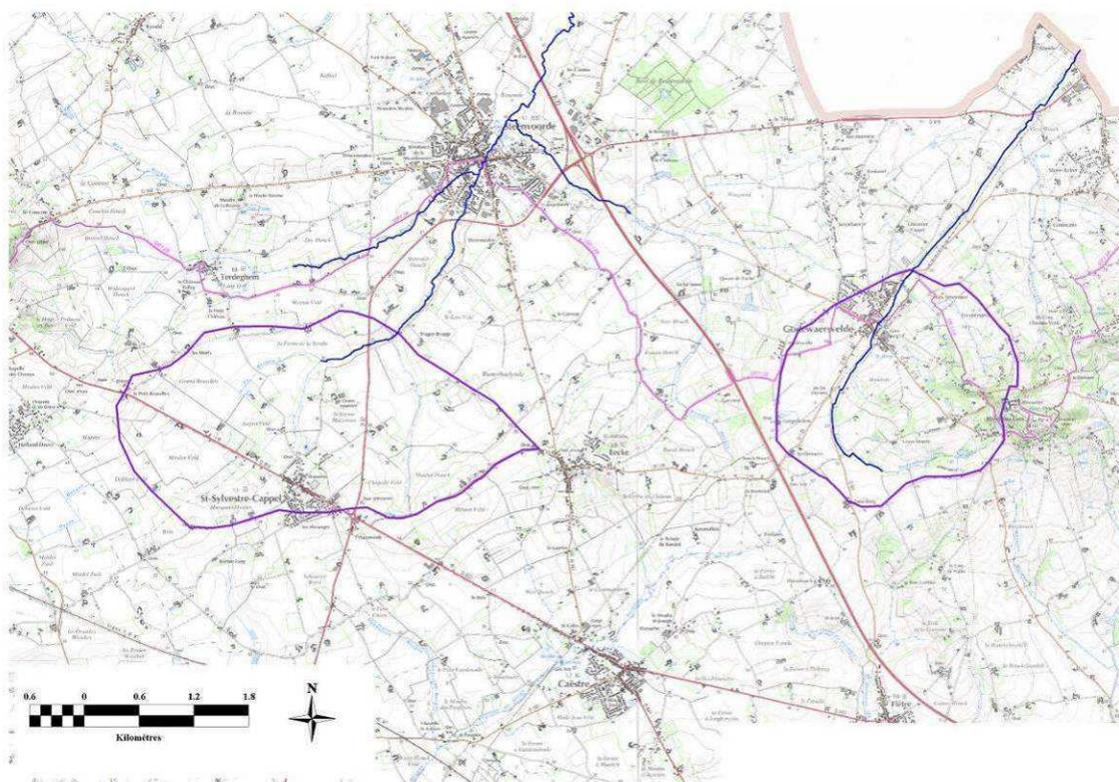


Fig. 1. SOUS-BASSINS VERSANTS ETUDIÉS POUR LE RUISSELLEMENT

Le sous-bassin versant de la Vleter Becque étudié se caractérise par des pentes très fortes, parmi les plus fortes du secteur d'étude (supérieures à 20% au sommet du mont des Cats).

Concernant la sensibilité à la battance des sols (paramètre également important dans la genèse du ruissellement), on observe que si elle est forte à l'ouest de la Vleter Becque, elle l'est relativement moins à l'est. Toutefois, dans ces zones où la sensibilité à la battance est plus modérée, les pentes sont très fortes, et le site peut donc potentiellement générer du ruissellement (ce qui fut observé en juillet 2007).

Concernant l'occupation des sols, là encore on peut distinguer l'est et l'ouest de la Vleter Becque : à l'ouest, on rencontre essentiellement des cultures sur des sols à forte battance. A l'est, l'occupation du sol est plus hétérogène, avec des zones de prairies et de forêt (défavorables à la genèse du ruissellement) ainsi que des zones urbanisées et des cultures (plus favorables au ruissellement).

Sur le sous-bassin versant de l'Ey Becque étudié, on observe la présence de pentes non négligeables, parfois proches de 10%. Les sols de l'ensemble de ce sous-bassin versant sont fortement sensibles à la battance. L'occupation des sols est également favorable à la genèse du ruissellement.

2.2. TECHNIQUES DE LUTTE CONTRE LE RUISSellement

2.2.1. PREAMBULE

L'influence de la maîtrise du ruissellement en milieu rural est actuellement peu connue et rarement prise en compte dans les études de dimensionnement d'ouvrages hydrauliques.

Elle s'avère cependant non négligeable et le gain potentiel en terme de lutte contre les inondations peut être primordial.

Ainsi, il est conseillé de mettre en œuvre :

- Des techniques de lutte contre le ruissellement en milieu urbain.
- Des techniques de lutte contre le ruissellement en milieu rural (pratiques agricoles et aménagements diffus)

2.2.2. GESTION DU RUISSellement EN MILIEU URBAIN

L'artificialisation croissante du sol sur le secteur d'étude conduit à une hausse du ruissellement, et donc du débit à évacuer par le réseau hydrographique dans lequel sont rejetées les eaux pluviales.

Toutefois, des techniques alternatives permettent de lutter contre le ruissellement en milieu urbain. Elles reposent sur deux principes :

- Le stockage temporaire des eaux pour réguler les débits.
- L'infiltration des eaux dans le sol, si possible, pour réduire les volumes s'écoulant vers l'aval.

Les principaux outils de gestion sont les suivants :

- Les noues : fossés ouverts, peu profonds et d'emprise large, servant au recueil, à la rétention et/ou à l'infiltration des eaux pluviales.

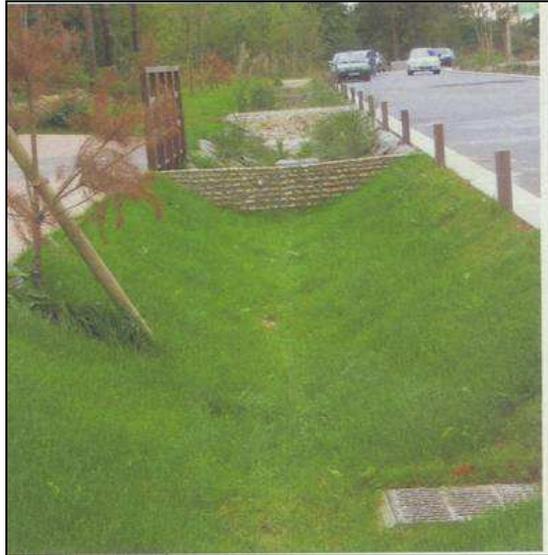


Fig. 2. *EXEMPLE DE NOUE*

Le principal intérêt des noues est leur intégration paysagère en milieu urbain, le coût et la multiplication des fonctions : rétention, régulation, écrêtement des débits.

- Les fossés : ouvrages linéaires à ciel ouvert servant au recueil des eaux pluviales, à leur rétention et à leur évacuation par infiltration ou rejet dans un cours d'eau ou un réseau.
- Les tranchées drainantes : ouvrages situés à l'aval d'un secteur imperméabilisé, recueillant les eaux de ruissellement perpendiculairement à leur axe d'écoulement avec des débits réduits. Le stockage de l'eau s'effectue dans des structures granulaires reconstituées (galets, roches concassées, graviers, matériaux alvéolaires). L'eau est ensuite restituée à débit régulé dans un cours d'eau ou un réseau.

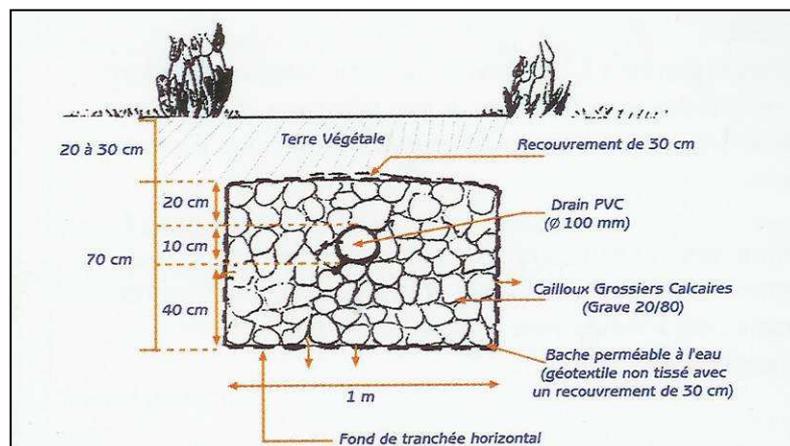


Fig. 3. *EXEMPLE DE TRANCHEE DRAINANTE*

- Les puits d'infiltration : ouvrages de plusieurs mètres de profondeur évacuant les eaux pluviales directement dans le sol. Ils drainent généralement des surfaces de quelques milliers de mètres carrés. ces dispositifs assurent le transit des eaux de ruissellement vers les couches perméables du sol. Ils sont utilisés essentiellement pour recevoir les eaux de toitures. Le puits est précédé d'un regard de décantation pour piéger les éléments indésirables. L'infiltration se fait par le fond du puits ou, éventuellement, par les côtés en perforant les parois.

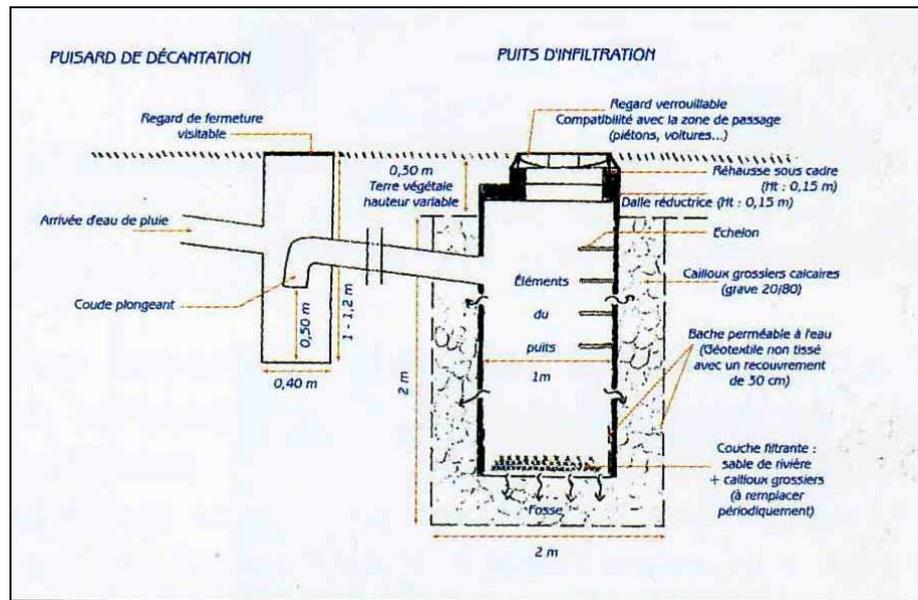


Fig. 4. EXEMPLE DE PUIT D'INFILTRATION

- Les réservoirs souterrains : ouvrages utilisés dans le cas où les problèmes de disponibilité foncière rendent impossible toute autre technique superficielle, notamment les noues, les fossés ou les bassins à ciel ouvert.
- Les chaussées à structure réservoir (CSR) : ces chaussées qui, outre leur fonction première consistant à assurer le trafic léger et lourd des véhicules ou le transit piétonnier, stockent les eaux pluviales dans les couches constitutives du corps de chaussée.



Fig. 5. EXEMPLE DE CHAUSSEE DRAINANTE

- Les bassins secs : ouvrages de stockage des eaux pluviales les restituant soit par infiltration, soit à débit régulé vers un exutoire ou un réseau.



Fig. 6. EXEMPLE DE BASSIN SEC

- Les bassins en eau : ouvrages toujours en eau ayant une capacité de stockage en cas d'épisode pluvieux.



Fig. 7. EXEMPLE DE BASSIN EN EAU

Avant d'établir un choix de technique alternative à utiliser, il est nécessaire d'effectuer un diagnostic approfondi du site, de prendre connaissance de ses contraintes mais aussi de ses opportunités. Cela permet d'élaborer la solution la plus adaptée. En effet, l'ensemble des techniques alternatives constitue une véritable "boîte à outils" offrant de multiples possibilités et permettant de créer des aménagements uniques.

Bien sûr, les collectivités ont un rôle important à jouer dans la gestion des inondations, mais les particuliers peuvent aussi agir. Le contrôle des ruissellements à la source, commence à l'échelle de la parcelle privative. Récupérer l'eau pluviale pour l'arrosage, et favoriser l'infiltration des eaux de pluie sur chaque parcelle concourent à une meilleure gestion des eaux de ruissellement par temps de pluie à l'échelle de la collectivité.

Pour appuyer l'importance de la lutte contre le ruissellement en milieu urbain, et en s'appuyant sur le cas concret de la commune de Steenvoorde étudié ci-après (voir paragraphe 2.3.2) et sur l'hydrogramme fourni (sur lequel la première pointe est engendrée par les apports urbains de Steenvoorde et du sous-bassin versant E03, tandis que la seconde provient du sous-bassin

versant rural E01 situé en amont), on constate qu'à surface équivalente un bassin versant à dominante urbaine (le sous-bassin versant E03 est constitué à environ 50% de surface urbaine dense) engendre des apports 6 fois supérieurs à ceux d'un bassin versant à dominante rural (le sous-bassin versant E01 est constitué à 90% de terres agricoles).

2.2.3. PRATIQUES AGRICOLES

2.2.3.1. DONNEES ISSUES DE L'ÉTUDE HYDRAULIQUE DU BASSIN VERSANT DE LA PEENE BECQUE (SOGETI, 2005)

Dans le cadre de l'étude citée ci-dessus, la DRAF Nord Pas de Calais (Mission Sol) a fourni les pertes initiales et continues unitaires pour différentes occupations du sol sur le bassin versant. Les pertes initiales et continues peuvent être définies de la manière suivante :

- Pertes initiales (Pi) : « pertes au ruissellement supposées s'effectuer au début de l'événement pluvieux. On considère généralement que les pertes initiales doivent être satisfaites pour que l'écoulement puisse commencer. Les pertes initiales s'expriment en lame d'eau (mm) » (source : Régis Bourrier – Les réseaux d'assainissement – 1997).
- Pertes continues (Pc) : « pertes au ruissellement supposées s'effectuer de façon régulière pendant toute la durée de l'événement pluvieux au-delà des pertes initiales. Les pertes continues s'expriment généralement en lame d'eau par unité de temps. Elles peuvent se calculer en valeur absolue (mm/h). » (source : Régis Bourrier – Les réseaux d'assainissement – 1997).

Les valeurs transmises par la DRAF proviennent de multiples mesures sur le terrain. Les mesures ont été effectuées pour les périodes critiques hivernales (octobre, novembre, décembre correspondant aux pluies hivernales) et estivales (avril et mai correspondant aux orages). Les pertes initiales et continues unitaires pouvant être utilisées pour les orages sont les suivantes :

Tabl. 1 - PERTES INITIALES ET PERTES CONTINUES UNITAIRES (SOURCE : ÉTUDE PEENE BECQUE – SOGETI)

	Avril et mai			
	Contexte agronomique défavorable (assolement avec semis de printemps en sol affinés)		Contexte agronomique favorable (assolement avec semis de printemps en sols grossiers)	
	Pi unitaires en mm	Pc unitaires en mm/h	Pi unitaires en mm	Pc unitaires en mm/h
Superficie toujours en herbe	8.80	29.05	8.80	29.05
Blé et escourgeon	23.60	16.36	23.60	16.36
Autres cultures	12.50	1.38	24.47	17.52
Jachère estimée (10% SCOP en 2000)	14.50	17.80	14.50	17.80
Habitat + routes	3.30	1.00	3.30	1.00
Jardin + bois	8.80	29.05	8.80	29.05

2.2.3.2. APPLICATION SUR LES DEUX SOUS-BASSINS VERSANTS

Tabl. 2 - PERTES INITIALES ET PERTES CONTINUES DU BASSIN VERSANT DE LA VLETER BECQUE A GODEWAERSVELDE

	Surfaces en hectares	Proportion	Période estivale								
			Contexte agronomique défavorable				Contexte agronomique favorable				
			Pi	Pc	Pi	Pc	Pi	Pc	Pi	Pc	
			Unitaires		Pondérées		Unitaires		Pondérées		
	2000										
Superficie toujours en herbe	86.15	17.37%	8.80	29.05	1.53	5.04	8.80	29.05	1.53	5.04	
Blé et Escourgeon	105.37	21.24%	23.60	16.36	5.01	3.47	23.60	16.36	5.01	3.47	
Autres cultures	151.16	30.47%	12.50	1.38	3.81	0.42	24.47	17.52	7.46	5.34	
Jachère estimée (10% SCOP en 2000)	28.50	5.75%	14.50	17.80	0.83	1.02	14.50	17.80	0.83	1.02	
Habitat + routes	67.70	13.65%	3.30	1.00	0.45	0.14	3.30	1.00	0.45	0.14	
Jardin + bois	57.25	11.54%	8.80	29.05	1.02	3.35	8.80	29.05	1.02	3.35	
Surface totale du bassin	496.13	100.00%			12.65	13.45			16.29	18.37	

Tabl. 3 - PERTES INITIALES ET PERTES CONTINUES DU BASSIN VERSANT DE L'EY BECQUE EN AMONT DE STEENVOORDE

	Surfaces en hectares	Proportion	Période estivale								
			Contexte agronomique défavorable				Contexte agronomique favorable				
			Pi	Pc	Pi	Pc	Pi	Pc	Pi	Pc	
			Unitaires		Pondérées		Unitaires		Pondérées		
	2000										
Superficie toujours en herbe	131.34	17.71%	8.80	29.05	1.56	5.14	8.80	29.05	1.56	5.14	
Blé et Escourgeon	141.17	19.04%	23.60	16.36	4.49	3.11	23.60	16.36	4.49	3.11	
Autres cultures	354.54	47.81%	12.50	1.38	5.98	0.66	24.47	17.52	11.70	8.38	
Jachère estimée (10% SCOP en 2000)	55.08	7.43%	14.50	17.80	1.08	1.32	14.50	17.80	1.08	1.32	
Habitat + routes	55.40	7.47%	3.30	1.00	0.25	0.07	3.30	1.00	0.25	0.07	
Jardin + bois	4.08	0.55%	8.80	29.05	0.05	0.16	8.80	29.05	0.05	0.16	
Surface totale du bassin	741.60	100.00%			13.40	10.48			19.12	18.19	

Ces données ont été intégrées au modèle Pluie-Débit. On constate que les débits obtenus en appliquant les pertes initiales et continues en contexte agronomique défavorable restent inférieurs aux débits obtenus à l'aide des coefficients de ruissellement calés. La diminution des débits restitués entre la situation agronomique défavorable et la situation agronomique favorable est de 34% pour le sous-bassin versant de l'Ey Becque et de 36% pour le sous-bassin versant de la Vleter Becque (période de retour vicennale). En prenant l'hypothèse d'une situation actuelle correspondant au contexte agronomique défavorable, ce qui reste cohérent avec l'analyse des débits restitués, il est possible de gagner en théorie de l'ordre de 35% sur les hydrogrammes obtenus avec les coefficients de ruissellement calés. Toutefois, pour être plus réaliste, un gain de 20% a été pris en compte.

Pour une période de retour centennale, il est possible de gagner en théorie de l'ordre de 28% sur les hydrogrammes obtenus. Cette valeur théorique est de 38% pour un événement décennal.

2.2.4. AMENAGEMENTS DIFFUS EN MILIEU RURAL

L'influence de la maîtrise du ruissellement en milieu rural est actuellement peu connue et rarement prise en compte dans les études de dimensionnement d'ouvrages hydrauliques.

Elle s'avère cependant non négligeable et le gain potentiel en termes de lutte contre les inondations peut être primordial.

Une solution envisageable pour réduire le ruissellement en milieu agricole est de mettre en place des aménagements diffus (bandes enherbées, haies) afin de limiter la concentration du ruissellement et en maîtriser l'écoulement.

2.2.4.1. EXEMPLES D'AMENAGEMENT DIFFUS

2.2.4.1.1. LES BANDES ENHERBÉES

On peut envisager la réalisation de bandes enherbées à des endroits stratégiques : les dispositifs doivent être placés de façon à intercepter le ruissellement diffus ou concentré émis par les parcelles cultivées.

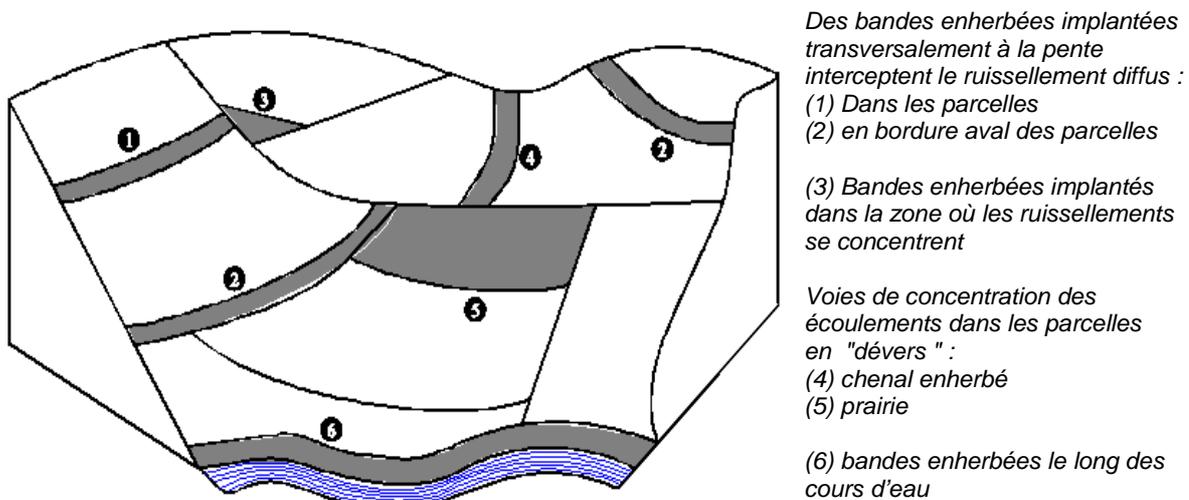


Fig. 8. PRINCIPE DE POSITIONNEMENT DES BANDES ENHERBÉES

La mise en place de bandes enherbées permet la sédimentation et la filtration de l'eau de ruissellement, l'infiltration et la dégradation des résidus organiques et des produits phytosanitaires par l'activité biologique de la bande enherbée.

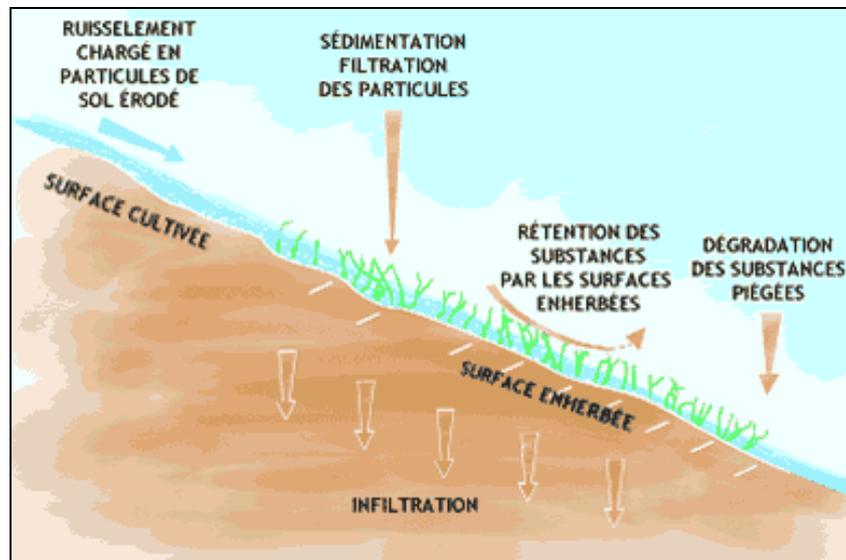


Fig. 9. ILLUSTRATION DE L'IMPACT DES BANDES ENHERBÉES

2.2.4.1.2. LES HAIES

Des haies surélevées (environ 10 cm) peuvent être mises en place perpendiculairement à la pente du bassin versant. Ces haies permettent d'arrêter le ruissellement sur les parcelles et de favoriser l'infiltration au niveau de la végétation. L'eau provenant du ruissellement est stoppée par la diguette, elle s'infiltré alors ou rejoint les bandes enherbées de fond de talweg par l'intermédiaire d'un fossé éventuel.

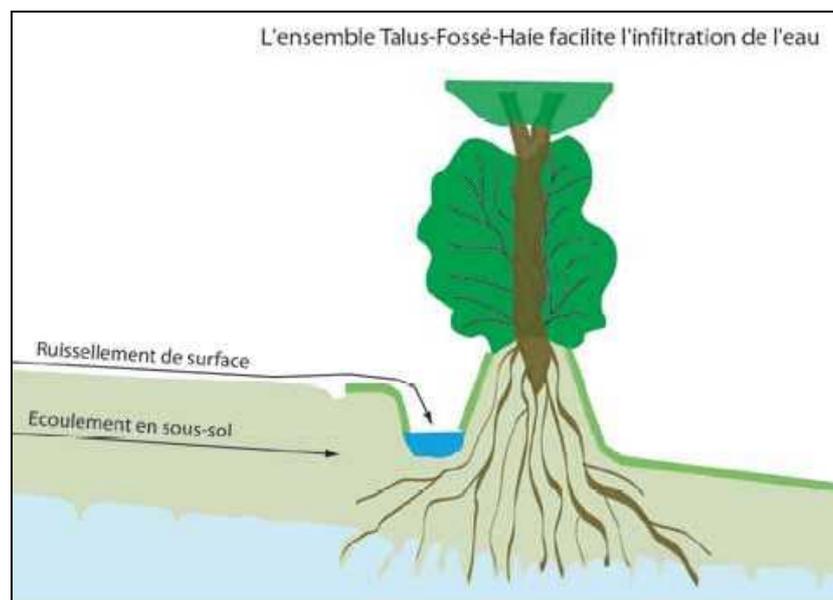


Fig. 10. ILLUSTRATION DE L'IMPACT DES HAIES

2.2.4.1.3. RALENTISSEURS D'ÉCOULEMENT DANS LES FOSSES

Les eaux de ruissellement sont généralement concentrées au niveau des fossés ou de creuses naturelles. Afin de ralentir ces écoulements, il est possible de cloisonner les fossés par la mise en place d'obstacles. Ces obstacles doivent être mis dans des fossés situés à l'amont du bassin versant et en zone agricole (risque de débordement). Les obstacles ainsi créés permettent un ralentissement de l'eau arrivant dans les cours d'eau principaux.

C'est un aménagement plus « lourd » qui nécessite une étude technique approfondie. En effet, il doit pouvoir résister à la pression des volumes d'eau qui peuvent transiter dans le fossé. Ainsi, ces barrages sont souvent constitués de gros blocs de rochers recouverts de béton.

Ces réalisations se présentent sous la forme de barrage ancré dans les deux côtés du fossé et formé de roches cimentées dans lesquels sont placés des ouvrages de vidanges (buses).



Fig. 11. PHOTOGRAPHIE D'UNE MICRO-RETENUE

2.2.4.2. APPLICATION SUR LES DEUX SOUS-BASSINS VERSANTS

Par retour d'expérience, SOGREAH estime que la mise en place d'aménagements diffus sur un bassin versant rural permet de diminuer le ruissellement de 15%. Cette valeur a été retenue pour les secteurs situés en zone A et B (présence de traces d'érosion et de ruissellement) de l'annexe 9 du rapport de phase 1. Pour les secteurs en zone C (pas de traces d'érosion et de ruissellement), une diminution de 8% a été retenue.

Sur les deux sous-bassins versants étudiés, l'implantation des aménagements diffus pourrait être faite de la façon suivante :

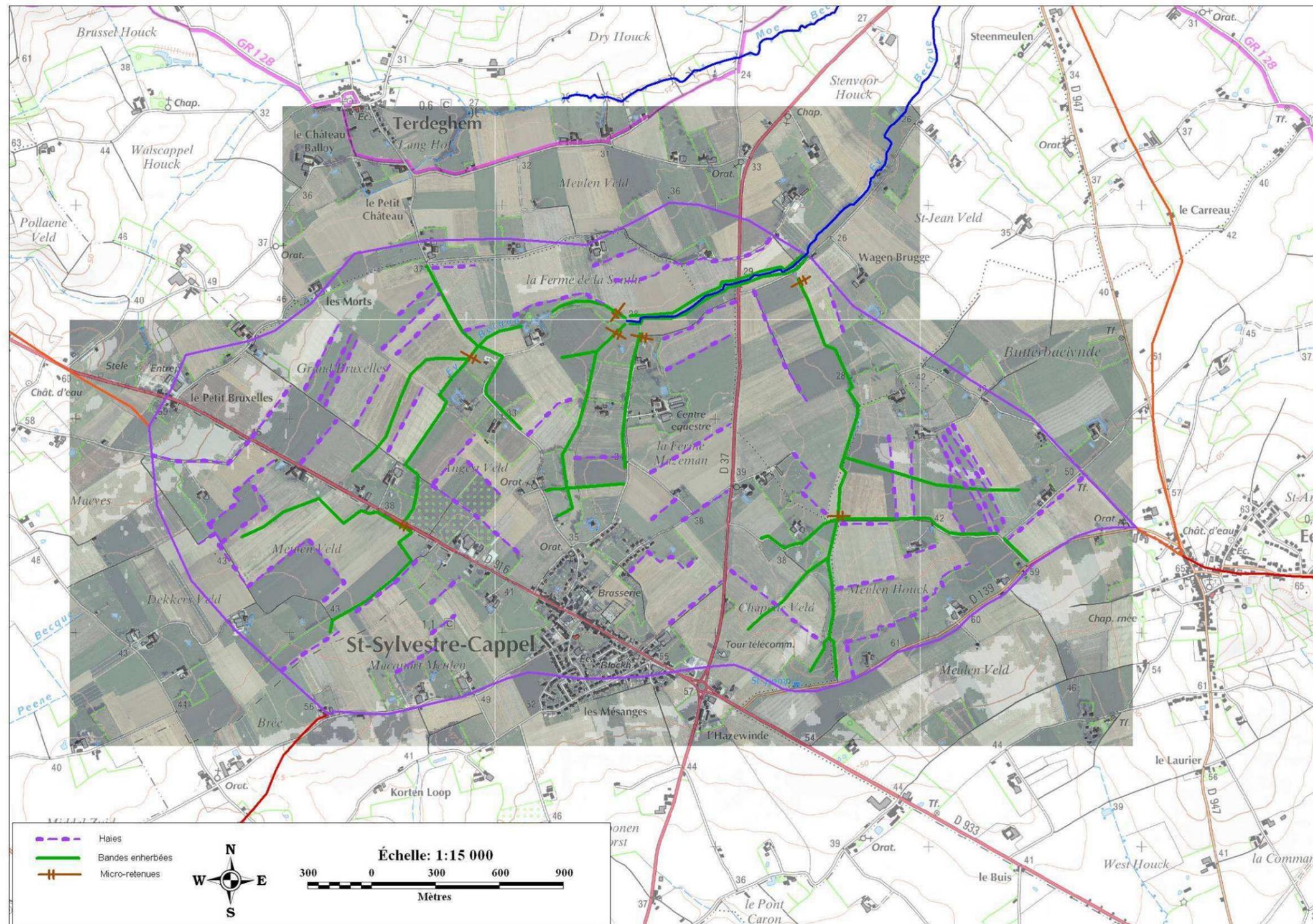


Fig. 12. EXEMPLE D'IMPLANTATION D'AMENAGEMENTS DIFFUS EN AMONT DE STEENVOORDE

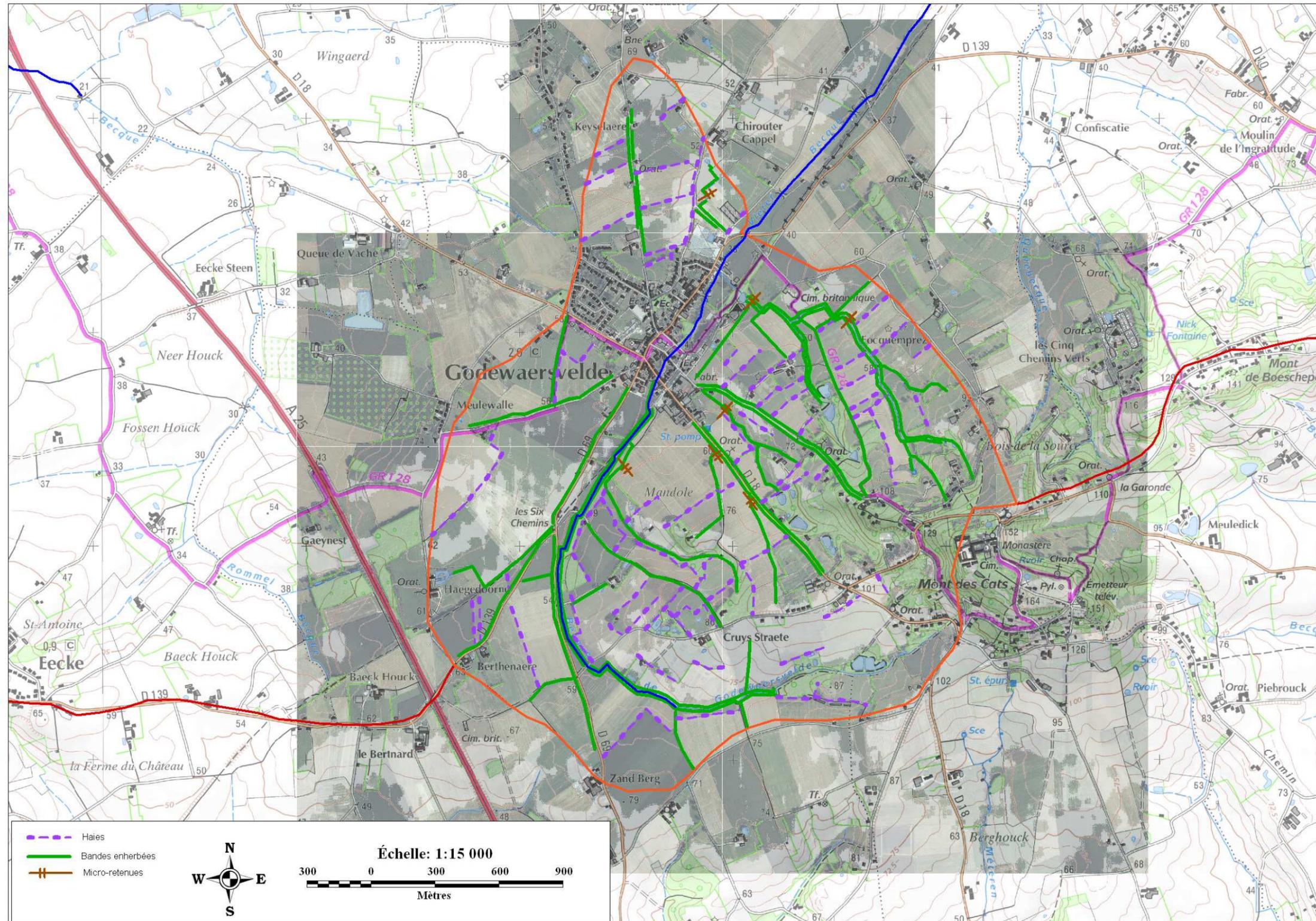


Fig. 13. EXEMPLE D'IMPLANTATION D'AMENAGEMENTS DIFFUS EN AMONT DE GODEWAERSVELDE

2.3. IMPACTS PREVISIBLES DE LA LUTTE CONTRE LE RUISSELLEMENT SUR LES DEUX SOUS-BASSINS VERSANTS

2.3.1. CAS DE LA VLETER BECQUE A GODEWAERSVELDE

L'impact des mesures citées dans les paragraphes précédents (pratiques agricoles et aménagements diffus) permettrait un gain important sur la ligne d'eau modélisée à Godewaersvelde :

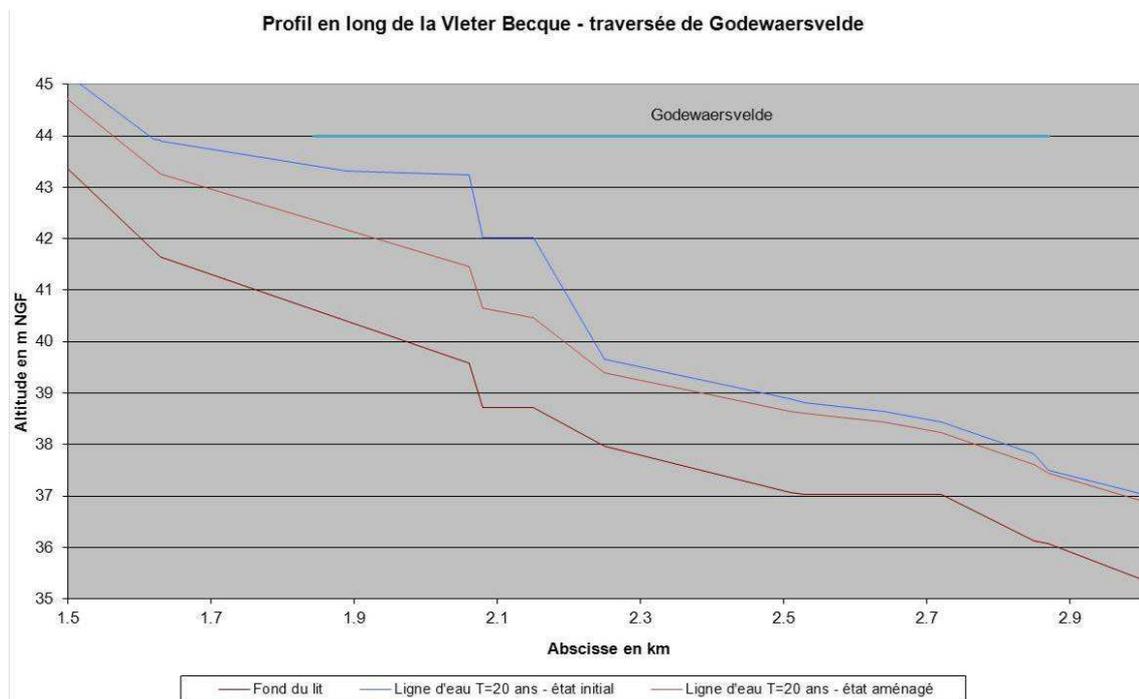


Fig. 14. PROFILS EN LONG DES LIGNES D'EAU EN ETAT INITIAL ET EN ETAT AMENAGE DANS LA TRAVERSEE DE GODEWAERSVELDE

Dans le centre de Godewaersvelde, les ouvrages de franchissement ne se mettent plus en charge et les débordements ne se produisent pas dans les rues. Dans la traversée de Godewaersvelde, la ligne d'eau diminue d'une quinzaine de centimètres (franchissement RD 139) et cette baisse est comprise entre 1,00 mètre et plus d'1,70 mètre dans la zone la plus dense en habitations vulnérables (de la rue du Mont des Cats à la rue du peintre Nicolas Ruysen). Les habitations ne sont alors pas touchées.

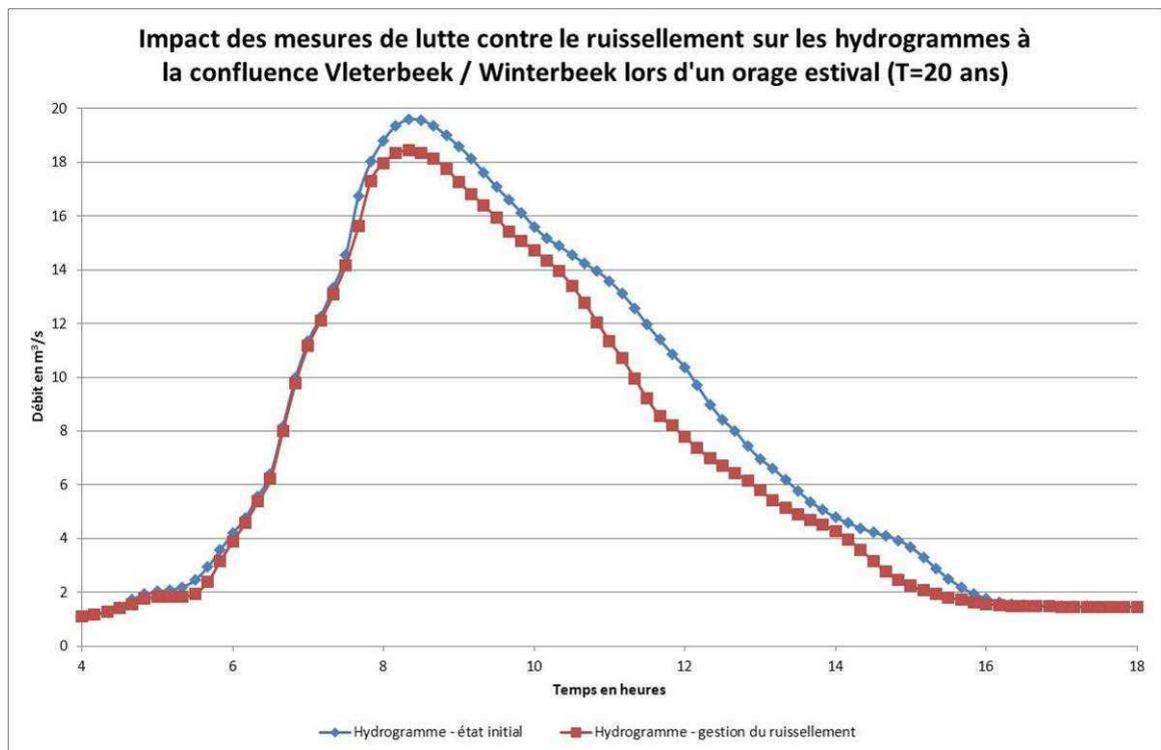


Fig. 15. IMPACT DES MESURES DE LUTTE CONTRE LE RUISSELLEMENT SUR LES HYDROGRAMMES A LA CONFLUENCE VLETERBEEK / WINTERBEEK LORS D'UN ORAGE ESTIVAL (T=20 ANS)

Les mesures prises sur le bassin versant de la Vleter Becque à Godewaersvelde se traduisent, en aval du secteur modélisé, par une diminution du débit de pointe (d'environ 6%), et par conséquent de la ligne d'eau (presque 2 cm).

2.3.2. CAS DE L'EY BECQUE A STEENVOORDE

Comme pour le cas précédent, on constate que l'impact des mesures (pratiques agricoles et aménagements diffus) permettrait un gain important sur les hydrogrammes restitués et sur la ligne d'eau modélisée à Steenvoorde :

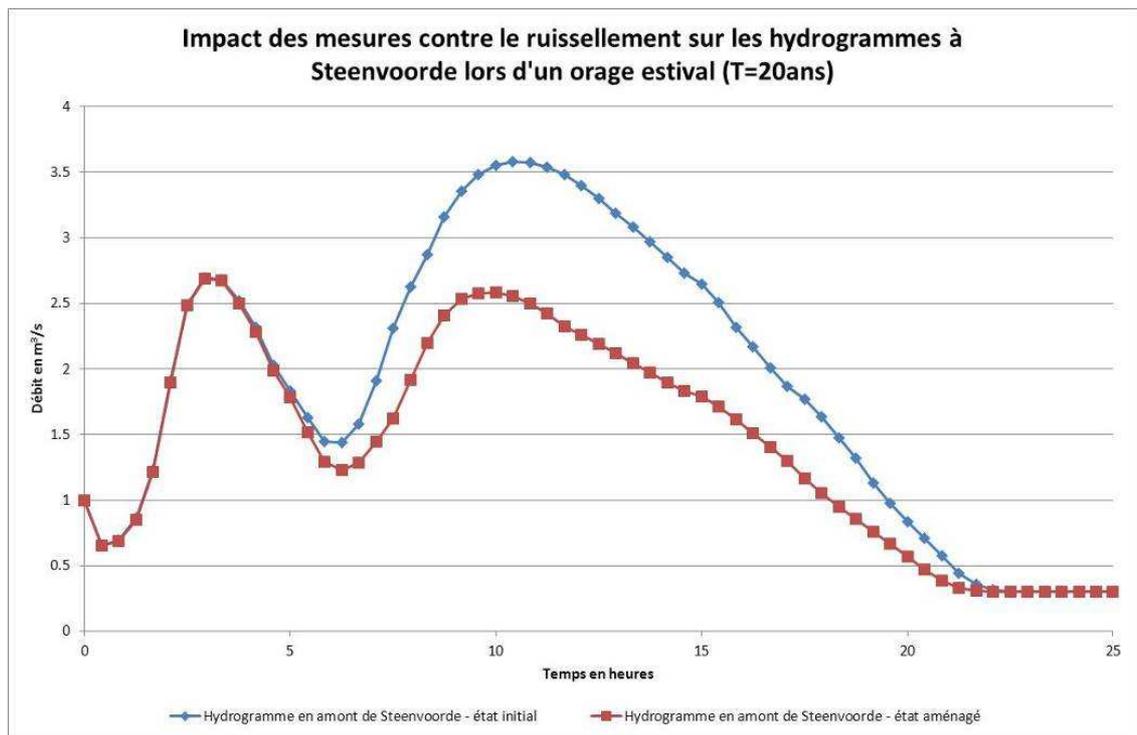


Fig. 16. IMPACT DES MESURES DE LUTTE CONTRE LE RUISSellement SUR LES HYDROGRAMMES A STEENVOORDE LORS D'UN ORAGE ESTIVAL (T=20 ANS)

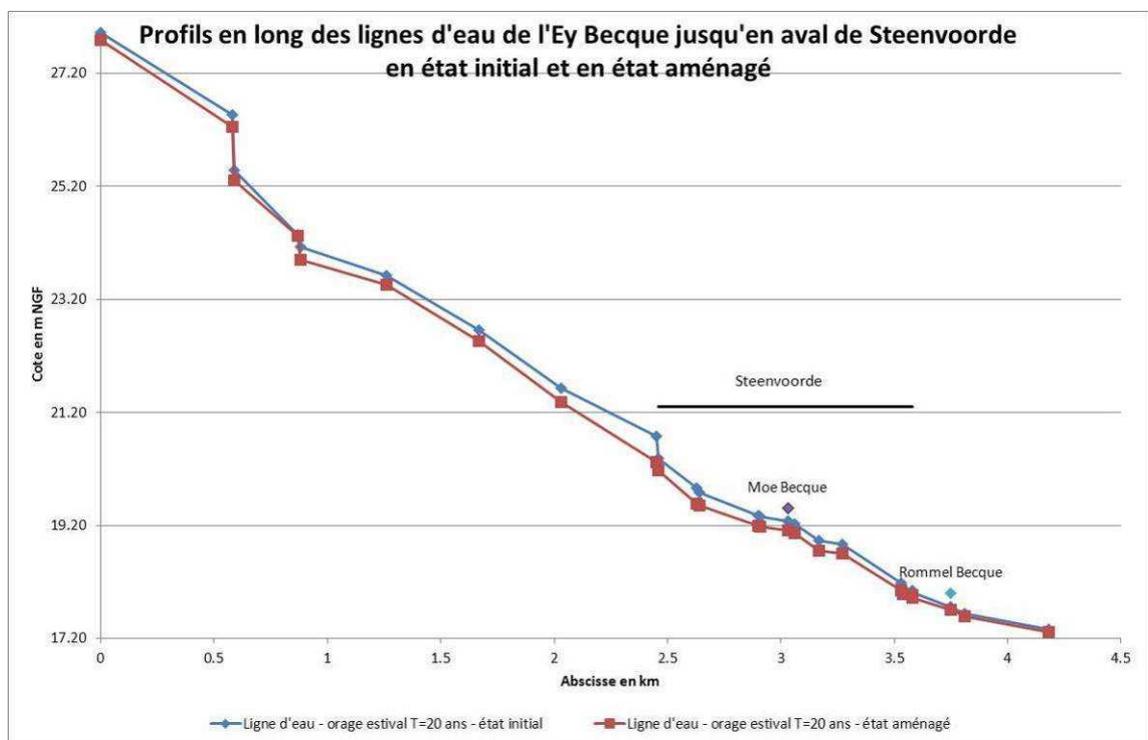


Fig. 17. PROFILS EN LONG DES LIGNES D'EAU DE L'EY BECQUE EN ETAT INITIAL ET EN ETAT AMENAGE JUSQU'EN AVAL DE STEENVOORDE

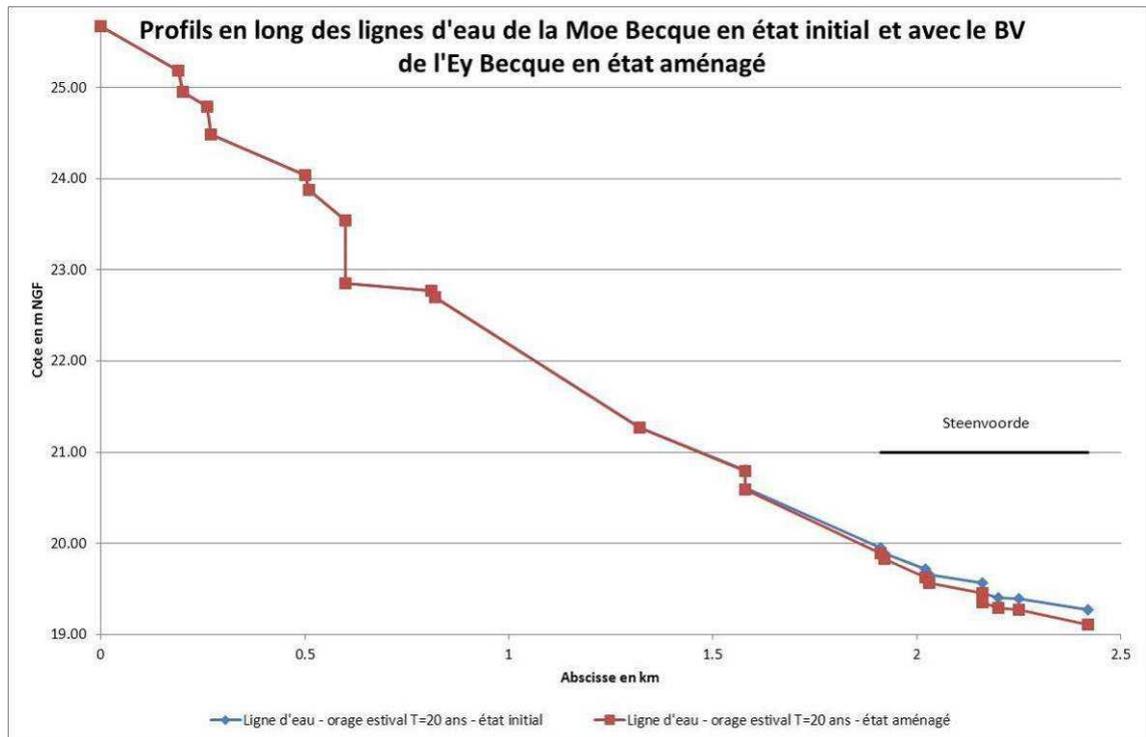


Fig. 18. PROFILS EN LONG DES LIGNES D'EAU DE LA MOE BECQUE EN ETAT INITIAL ET AVEC LE BASSIN VERSANT DE L'EY BECQUE EN ETAT AMENAGE

On constate que l'aménagement du bassin versant de l'Ey Becque en amont de Steenvoorde permet de diminuer la ligne d'eau de 5 à 30 cm à Steenvoorde.

Les zones de débordement problématiques sont localisées autour de la confluence entre l'Ey Becque et la Moe Becque. L'aménagement du bassin versant de l'Ey Becque en amont de Steenvoorde permet de diminuer la ligne d'eau de 16 cm à la confluence, avec une influence qui se fait ressentir sur l'ensemble de l'Ey Becque dans sa traversée de Steenvoorde. Ainsi, la ligne d'eau de la Moe Becque baisse de 11 cm à la rue de Terdeghem, et de 9 cm à l'avenue des Cygnes.

Par ailleurs, si le bassin versant de la Moe Becque faisait dans le même temps l'objet de la mise en place d'aménagements diffus, la ligne d'eau de la Moe Becque diminuerait d'environ 30 cm aux deux mêmes zones.

oOo

3. BASSIN VERSANT DE L'YSER

Trois scénarios d'aménagement du bassin versant de l'Yser sont présentés ci-après. Le scénario 1 a été présenté en Comité de Pilotage le 8 décembre 2010, et les scénarios 2 et 3 ont été élaborés sur la base des remarques faites par le Comité de Pilotage sur le scénario 1.

3.1. SCENARIO 1

3.1.1. DESCRIPTION DE L'ELABORATION DU SCENARIO

3.1.1.1. ACTIONS SUR LES ZONES PRE-LOCALISEES

Lors de l'élaboration du premier scénario d'aménagement, les actions ont été modélisées en priorité sur des zones pré-localisées :

- Un bassin CRESETY projeté par l'USAN à Noordpeene.
- Certaines des zones humides recensées dans le cadre du SAGE de l'Yser

Il s'avère que si ces aménagements permettent d'améliorer localement la situation vis-à-vis des inondations, ils ne sont pas à l'échelle des problèmes rencontrés et de la crue de projet retenue.

3.1.1.2. AMENAGEMENTS PAR SURCREUSEMENT DU LIT MAJEUR

Un aménagement par surcreusement du lit majeur a, dans un premier temps, été privilégié. Le principe est de réaliser des terrassements en déblais dans le lit majeur, de façon à libérer des volumes supplémentaires dans le champ d'expansion des crues :

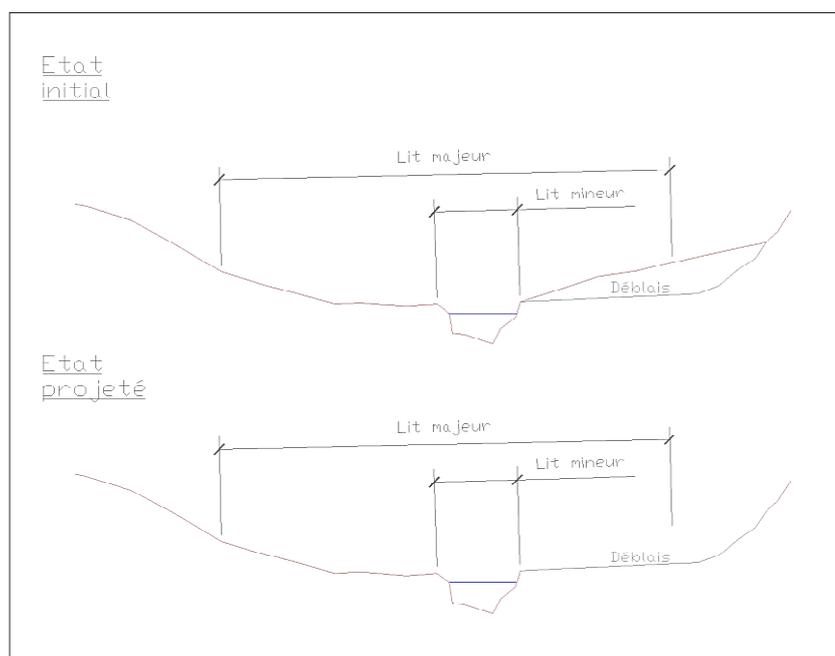


Fig. 19. SCHEMA DE PRINCIPE DU SURCREUSEMENT DU LIT MAJEUR

Ce type d'aménagement permet notamment, en plus d'une amélioration de la situation hydraulique :

- De restaurer ou de créer des zones humides alluviales.
- D'éviter des actions d'entretien qui peuvent être lourdes et coûteuses.
- De peu artificialiser le lit mineur et le paysage rural.

Concernant la localisation de ces surcreusements, ils ont d'abord été placés sur les zones où la topographie était la plus douce. Cependant, les premières modélisations ont montré que ce type d'aménagement n'était pas à l'échelle des problèmes rencontrés pour la pluie de projet retenue.

Pour la vallée de la Peene Becque, l'étude SOGETI réalisée en 2005 a permis de mettre en évidence des zones préférentielles pour les aménagements à réaliser. Ce sont ces secteurs qui ont été retenus en priorité.

La localisation des surcreusements uniquement dans les zones à topographie douce n'ayant pas permis de répondre à la pluie de projet, les surcreusements ont été projetés plus généralement au droit et en amont des principaux enjeux touchés. Ils étaient projetés à une cote correspondant au niveau atteint par une crue engendrée par une pluie biennale, avec une pente douce permettant d'évacuer gravitairement les eaux vers le lit mineur lors de la décrue.

Malgré cela, les surcreusements seuls n'ont pas permis de préserver les enjeux menacés. Il a été nécessaire de retenir un autre type d'aménagement pour pallier aux problèmes prévisibles sur le bassin versant dans le cas d'une pluie hivernale vicennale. Il s'agit des ZRDC (Zones de Rétention Dynamique des Crues).

3.1.1.3. ZONE DE RETENTION DYNAMIQUE DES CRUES

Le principe de ce type d'aménagement est de créer une zone de sur-inondation par une limitation du débit transitant vers l'aval où sont situés les enjeux à protéger. Ainsi, l'inondation est accrue directement en amont de l'ouvrage, et elle est diminuée en aval.

Cette zone de sur-inondation est créée à l'aide d'un ouvrage transversale à la vallée qui permet de bloquer en partie les écoulements. Au niveau du lit mineur, une ouverture est maintenue avec une section dimensionnée pour permettre le passage d'un débit déterminé. Il peut s'agir d'un pertuis équipé d'un système de vannage, ce qui permet de faire varier la section d'écoulement lorsqu'il est nécessaire de produire des effets de chasse. Cette régulation permet de laisser passer un débit qui n'engendrera pas de débordements problématiques (habitations touchées) en aval. Lorsque ce débit est dépassé, l'ouvrage de régulation se met en charge et les apports excédentaires provenant de l'amont sont stockés en amont de l'ouvrage transversal. Lorsque l'événement pluvieux se termine, le volume excédentaire ainsi stocké est relâché de façon différée dans le temps, et les enjeux situés en aval sont préservés.

Ce type d'ouvrage est dimensionné pour une crue donnée. Il est nécessaire qu'il soit équipé d'une surverse de sécurité qui permettra d'évacuer un débit exceptionnel vers l'aval, et ainsi d'éviter que l'ensemble de l'ouvrage soit submergé. Dans un tel cas, les enjeux situés en aval ne sont plus protégés des inondations.

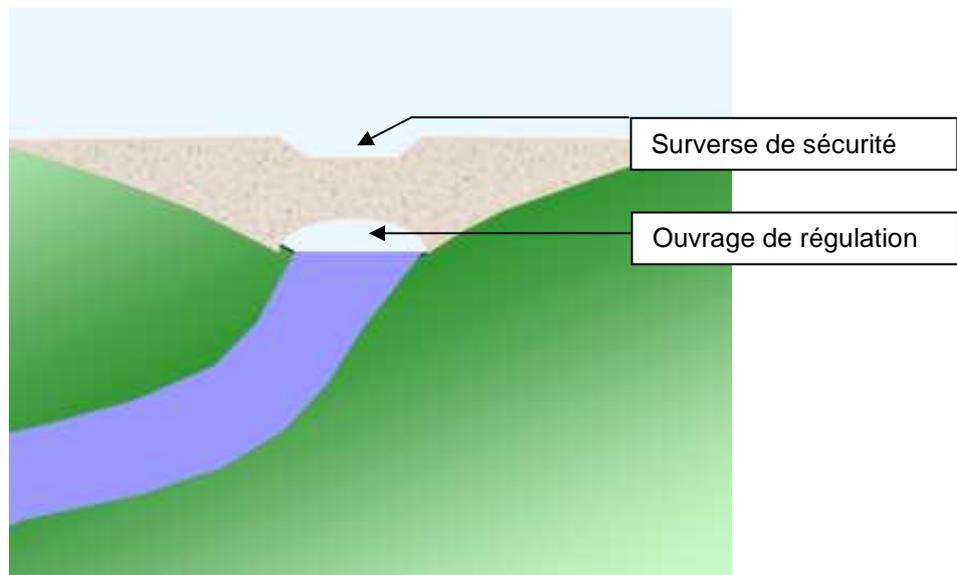


Fig. 20. SCHEMA DE PRINCIPE D'UNE ZRDC

Ainsi, les surcreusements du lit majeur ont été combinés avec la réalisation de ZRDC, excepté au droit d'Arnèke où les surcreusements seuls permettent de préserver les enjeux.

Ces surcreusements du lit majeur semblent toutefois peu adaptés au bassin versant et à la pluie de projet considérée. En effet, leur emprise foncière est très forte, la réalisation de ZRDC reste nécessaire et surtout les volumes de travaux seraient très importants par rapport aux bénéfices hydrauliques prévisibles. Par conséquent, l'idée de privilégier les surcreusements dans le scénario 1 a été abandonnée. Le recours aux aménagements de ZRDC est préconisé.

3.1.1.4. REMEANDRAGE

Lors de la phase 1, l'analyse des cartes d'archives a permis de mettre en évidence un tronçon de l'Yser, allant approximativement de la confluence avec la Peene Becque jusqu'à la frontière

belge, sur lequel une rectification du linéaire a été effectuée pendant les années 60. Cette action a entraîné une perte de 3,32 km de cours d'eau.

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

Un reméandrage sur le tronçon rectifié de l'Yser pourrait donc augmenter le temps de transfert et préserver les secteurs situés à l'aval, et également amener de nouveau à l'inondation de secteurs qui étaient inondables par le passé. Les impacts hydrauliques d'un tel aménagement peuvent paraître contrastés. Toutefois, il permet la restauration d'un fonctionnement plus équilibré de l'hydrosystème, et les gains écologiques et géomorphologiques sont indéniables.

3.1.1.5. DESCRIPTION GLOBALE DU SCENARIO 1

La seule zone faisant l'objet d'un surcreusement du lit majeur seul se situe à Arnèke, en rive droite de la Peene Becque. En effet, il permet de préserver Arnèke des inondations. A Esquelbecq, un surcreusement est également projeté de part et d'autre de l'Yser, mais il est accompagné d'une ZRDC

Quatre ZRDC sont prévues :

- L'aménagement Sc1-ZRDC1 sur l'Yser en amont d'Esquelbecq
- L'aménagement Sc1-ZRDC2 sur la Peene Becque en amont de Wormhout
- L'aménagement Sc1-ZRDC3 sur la Moe Becque en amont de Steenvoorde
- L'aménagement Sc1-ZRDC4 sur l'Ey Becque en amont de Steenvoorde

Ces aménagements permettent de préserver les habitations dans les enjeux majeurs. Toutefois des enjeux isolés sont également concerné par les inondations engendrées par la pluie de projet. Si les aménagements précédemment évoqués permettent d'améliorer la situation sur certains de ces enjeux isolés, ils ne les préservent pas des inondations. Des défenses individuelles amovibles (batardeaux) sont proposées pour ces cas. Elles sont économiquement plus intéressantes pour la protection d'un enjeu très localisé.

Enfin, le reméandrage complet du secteur rectifié a été inclus au scénario 1.

3.1.2. LOCALISATION DES AMENAGEMENTS

Les localisations des aménagements projetés sont indiquées dans les pages qui suivent.

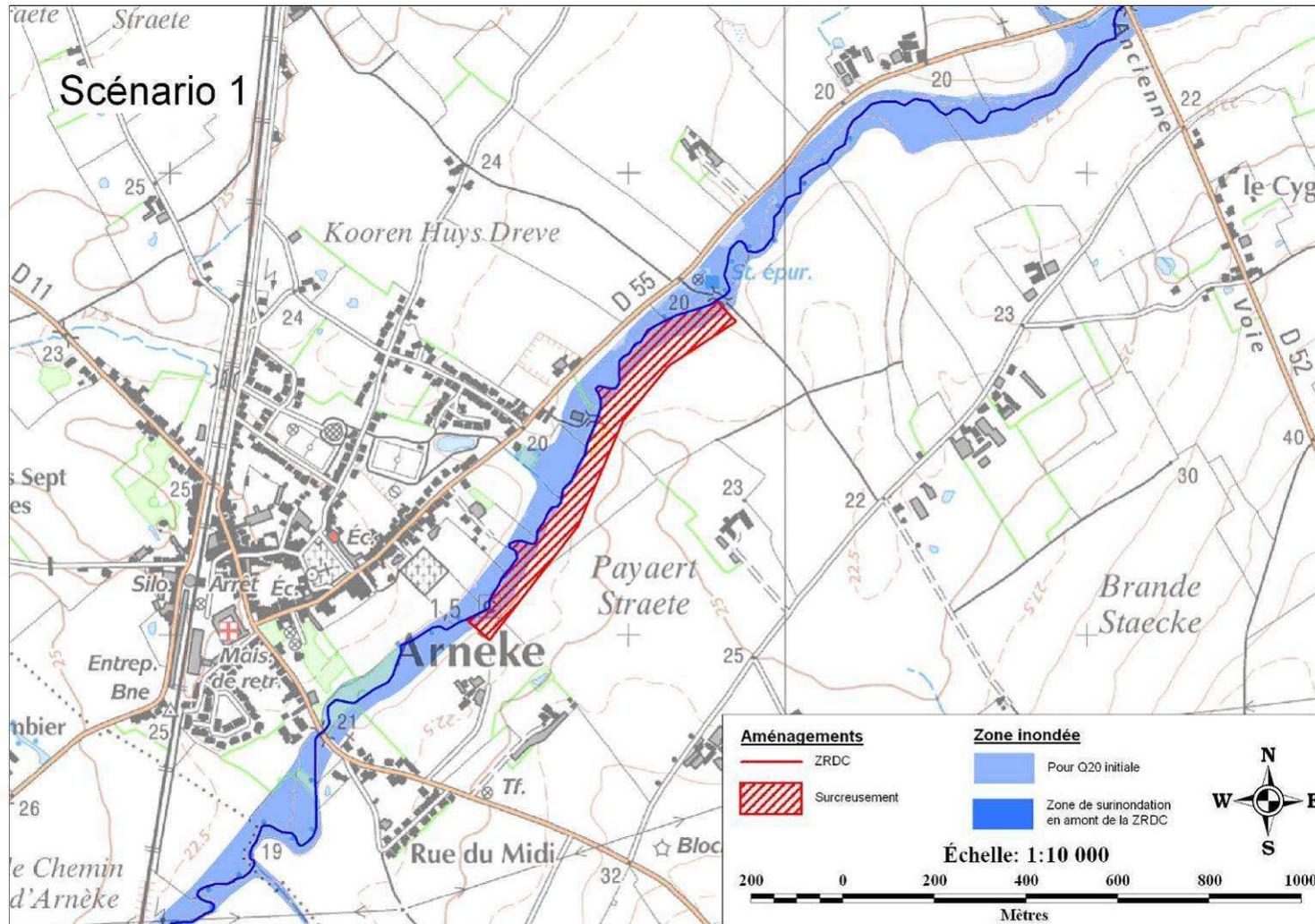


Fig. 21. LOCALISATION DES AMÉNAGEMENTS – SECTEUR D'ARNEKE

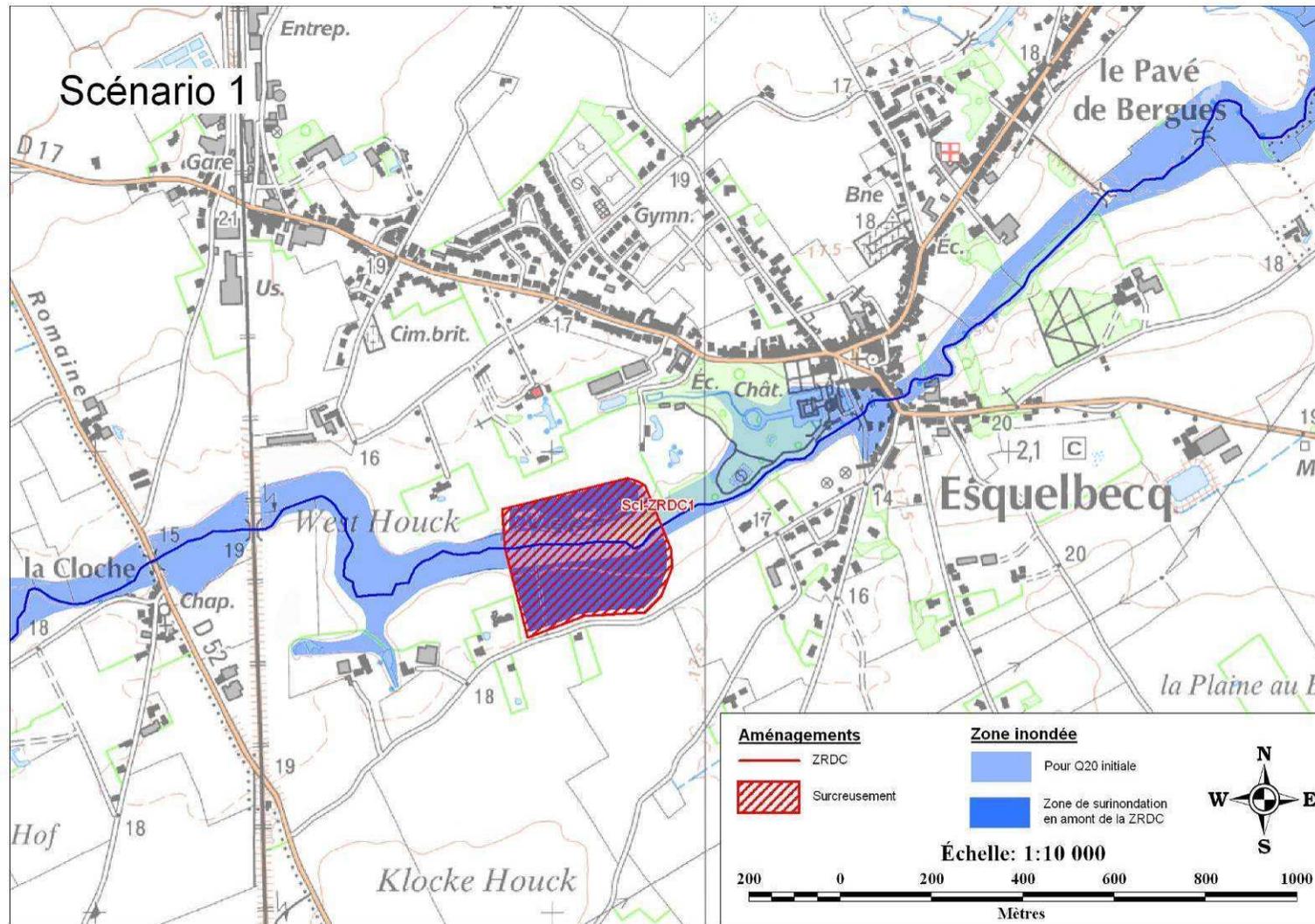


Fig. 22. LOCALISATION DES AMENAGEMENTS – SECTEUR D'ESQUELBECCQ

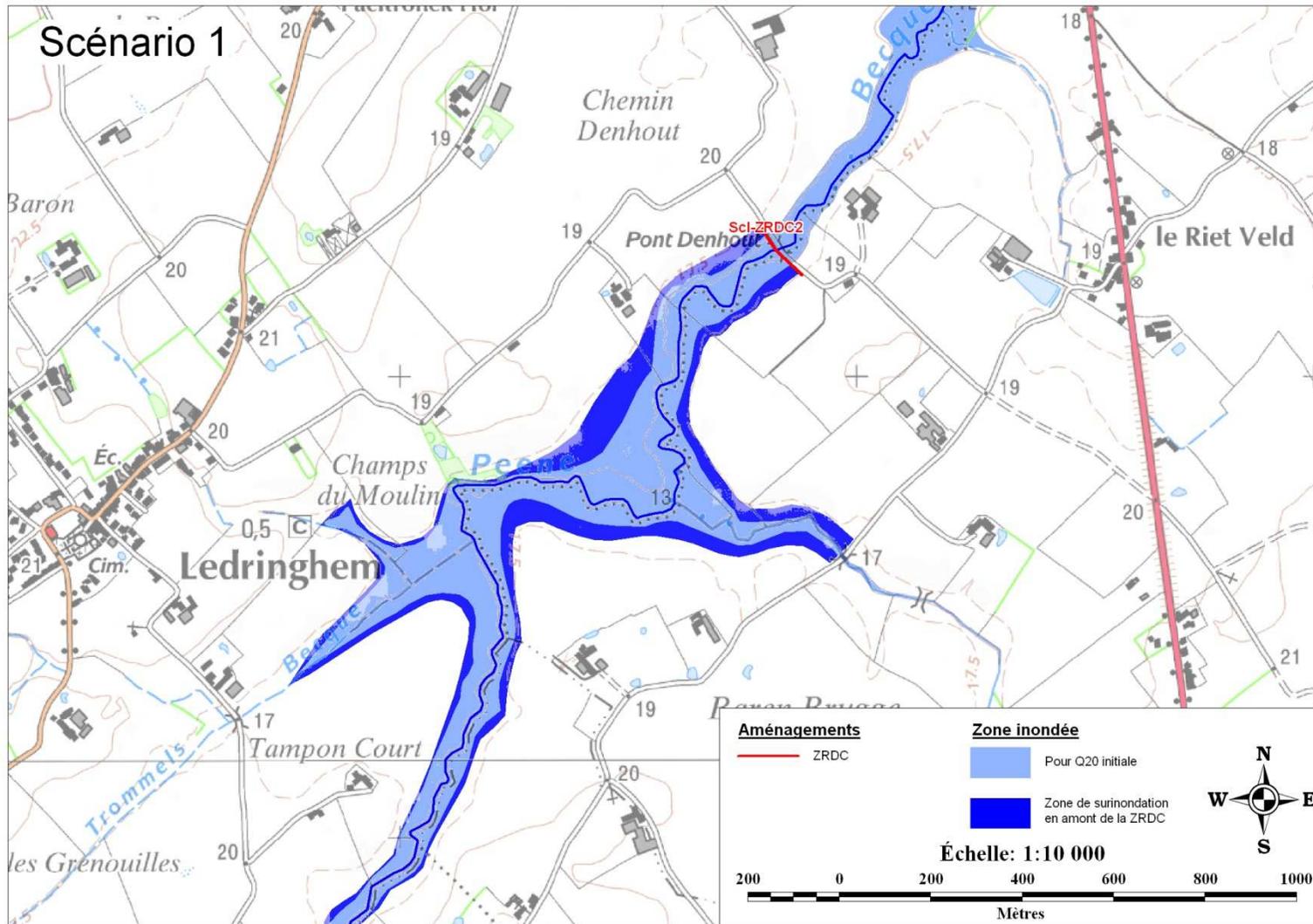


Fig. 23. LOCALISATION DES AMÉNAGEMENTS – SECTEUR DE WORMHOUT / LEDRINGHEM

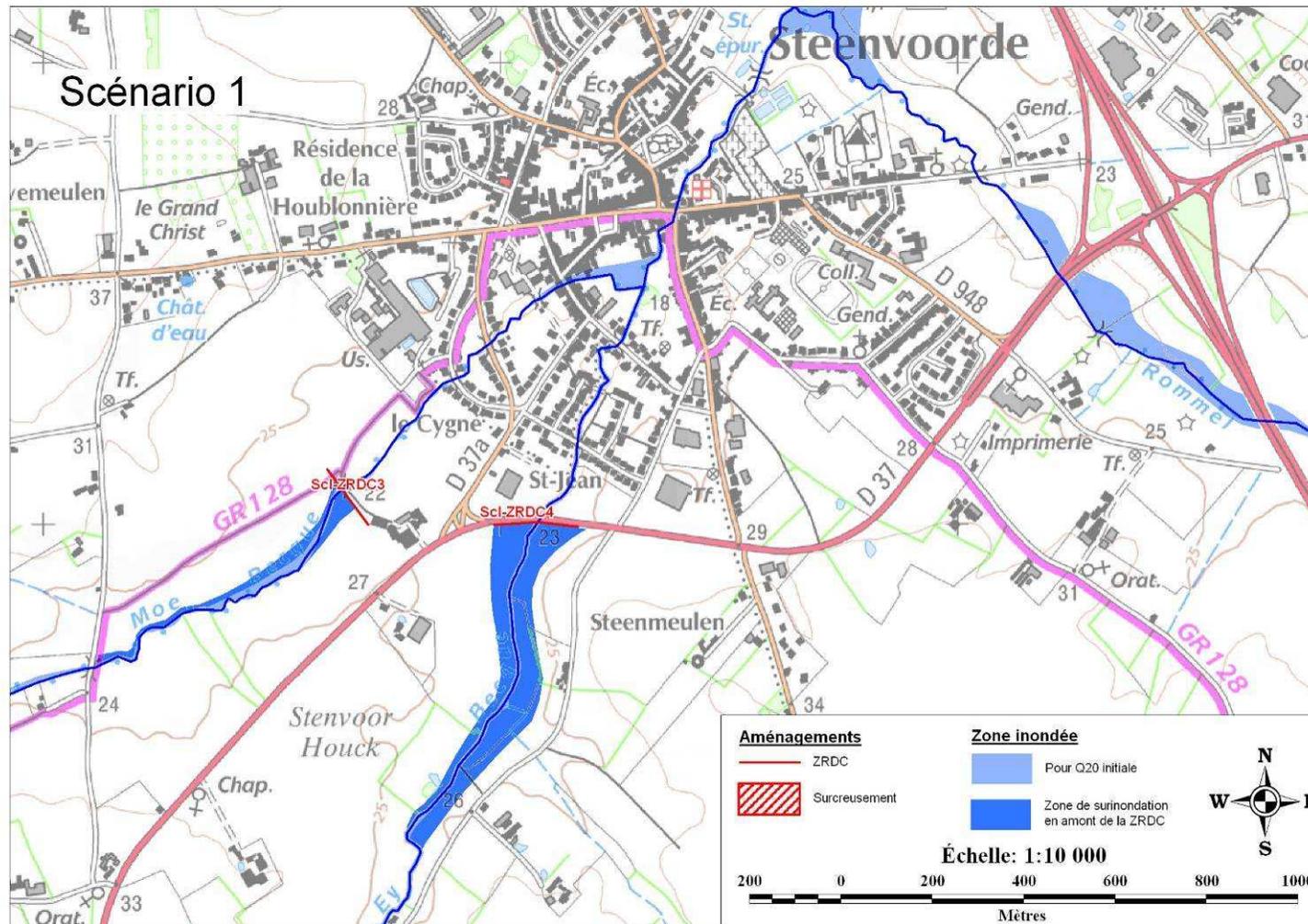


Fig. 24. LOCALISATION DES AMENAGEMENTS – SECTEUR DE TERDEGHEM

3.1.3. DIMENSIONS

3.1.3.1. REMEANDRAGE

Le reméandrage prévu au scénario 1 permettrait de restaurer l'ensemble de l'ancien linéaire de l'Yser, rectifié dans les années 60 :



Fig. 25. REMEANDRAGE – SCENARIO 1

3.1.3.2. SURCREUSEMENT DU LIT MAJEUR

Le principe d'aménagement selon lequel les surcreusements de lit majeur ont été projetés est décrit sur le schéma ci-dessous :

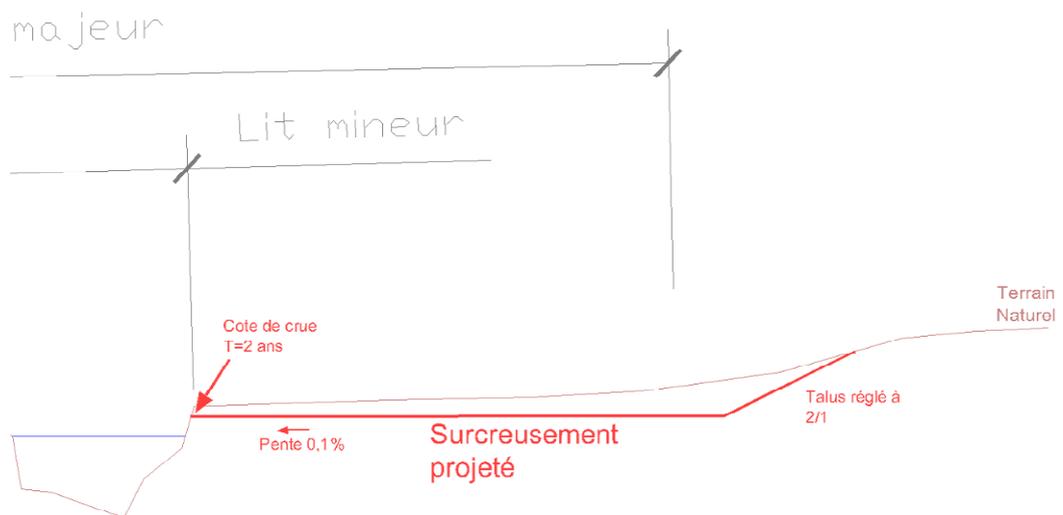


Fig. 26. PRINCIPE D'AMENAGEMENT DES SURCREUSEMENTS – SCENARIO 1

Préalablement aux terrassements en déblais, la terre végétale serait décapée et stockée. Une fois les déblais réalisés, la terre végétale serait remise en place puis engazonnée.

Le surcreusement réalisé à Arnèke serait réalisé sur une largeur de 50 mètres en rive droite de la Peene Becque, entre le lit mineur et le pied de talus. Il s'étendrait sur un linéaire d'un kilomètre de cours d'eau.

Le surcreusement réalisé à Esquelbecq, en amont de Sc1-ZRDC1, se ferait sur une largeur (lit mineur à pied de talus) de 60 mètres en rive gauche de l'Yser et 170 mètres en rive droite. Il s'étendrait sur un linéaire de 370 mètres de cours d'eau.

3.1.3.3. ZRDC

L'aménagement Sc1-ZRDC1 a les caractéristiques suivantes :

- Hauteur de 2,15 mètres entre le lit majeur et la crête de digue.
- Hauteur utile (dimensionnée par rapport à la crue de projet) de 1,65 mètre.
- Largeur de la surverse de sécurité égale à 30 mètres.
- Largeur en crête de digue de 3 mètres.
- Section de l'ouvrage de régulation pour la crue de projet fixée à 7,25 m².

L'aménagement Sc1-ZRDC2 a les caractéristiques suivantes :

- Hauteur de 3,30 mètres entre le lit majeur et la crête de digue.
- Hauteur utile (dimensionnée par rapport à la crue de projet) de 2,80 mètres.
- Largeur de la surverse de sécurité égale à 35 mètres.
- Largeur en crête de digue de 3 mètres.
- Section de l'ouvrage de régulation pour la crue de projet fixée à 5,40 m².

L'aménagement Sc1-ZRDC3 a les caractéristiques suivantes :

- Hauteur de 1,70 mètre entre le lit majeur et la crête de digue.
- Hauteur utile (dimensionnée par rapport à la crue de projet) de 1,20 mètre.
- Largeur de la surverse de sécurité égale à 5 mètres.
- Largeur en crête de digue de 3 mètres.
- Section de l'ouvrage de régulation pour la crue de projet fixée à 0,64 m².

L'aménagement Sc1-ZRDC4 a les caractéristiques suivantes :

- Hauteur de 3,00 mètres entre le lit majeur et la crête de digue.
- Hauteur utile (dimensionnée par rapport à la crue de projet) de 2,50 mètres.
- Largeur de la surverse de sécurité égale à 5 mètres.
- Largeur en crête de digue de 3 mètres.
- Section de l'ouvrage de régulation pour la crue de projet fixée à 0,53 m².

3.1.3.4. PROTECTIONS INDIVIDUELLES DES ENJEUX ISOLES

Concernant les enjeux plus localisés, les cotes retenues pour les protections amovibles sont celles de la ligne d'eau déjà diminuées grâce aux précédents aménagements, augmentées de 20 cm :

- Les aménagements cités précédemment permettent de préserver de la crue de projet les enjeux ponctuels EP8.
- La cote des défenses amovibles pour EP1 est 26,46 m NGF.
- La cote des défenses amovibles pour EP2 est 8,74 m NGF.
- La cote des défenses amovibles pour EP3 est 16,93 m NGF.
- La cote des défenses amovibles pour EP4 est 12,26 m NGF.
- La cote des défenses amovibles pour EP5 est 9,47 m NGF.
- La cote des défenses amovibles pour EP6 est 25,94 m NGF.
- La cote des défenses amovibles pour EP7 est 6,42 m NGF.

3.1.4. IMPACTS DU SCENARIO 1

Les impacts du scénario 1 sur la crue engendrée par la pluie de projet sont illustrés dans les pages qui suivent.

Profil en long de l'Yser - Scénario 1

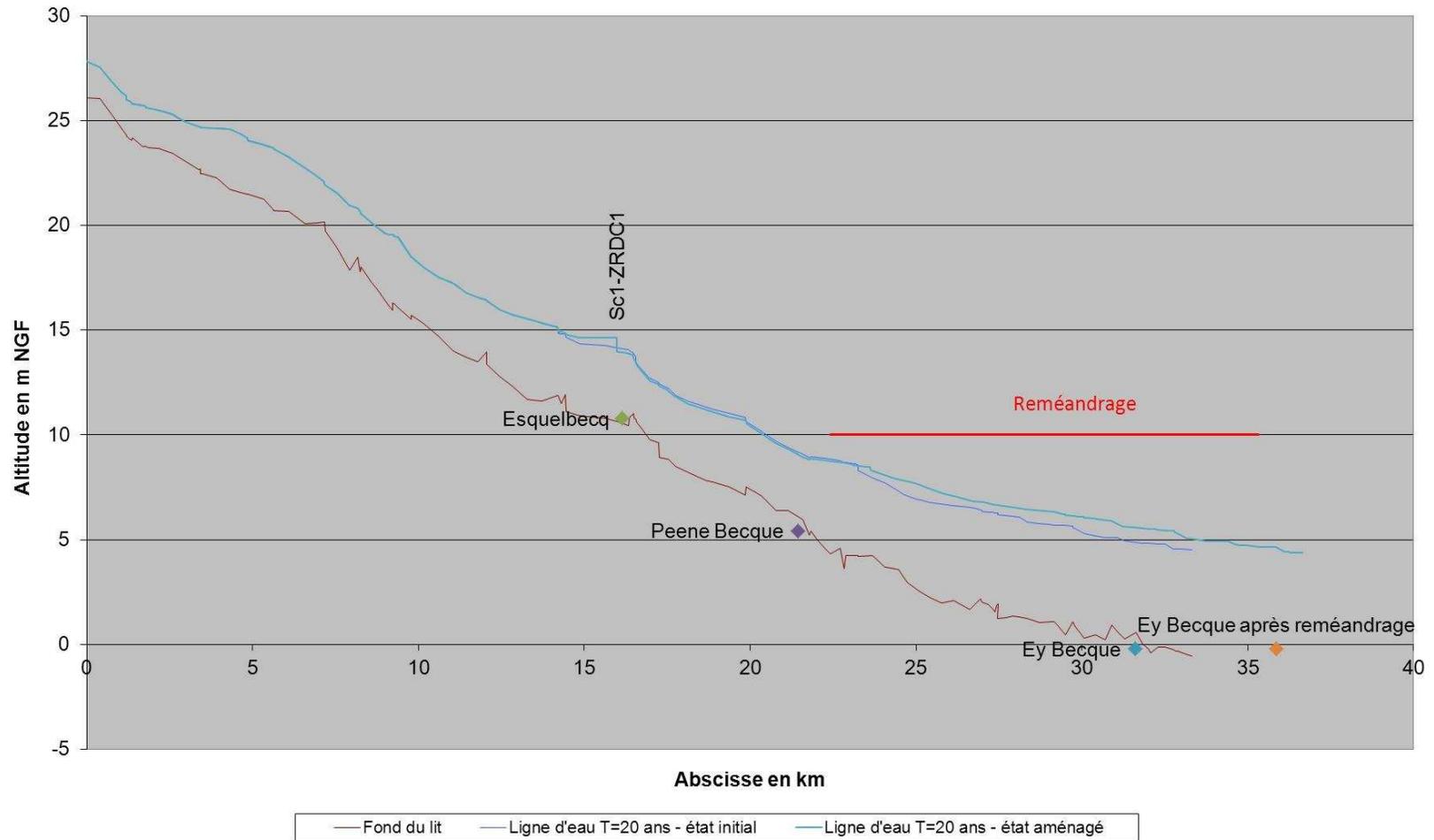


Fig. 27. PROFIL EN LONG DE L'YSER – SCENARIO 1

Profil en long de la Peene Becque - Scénario 1

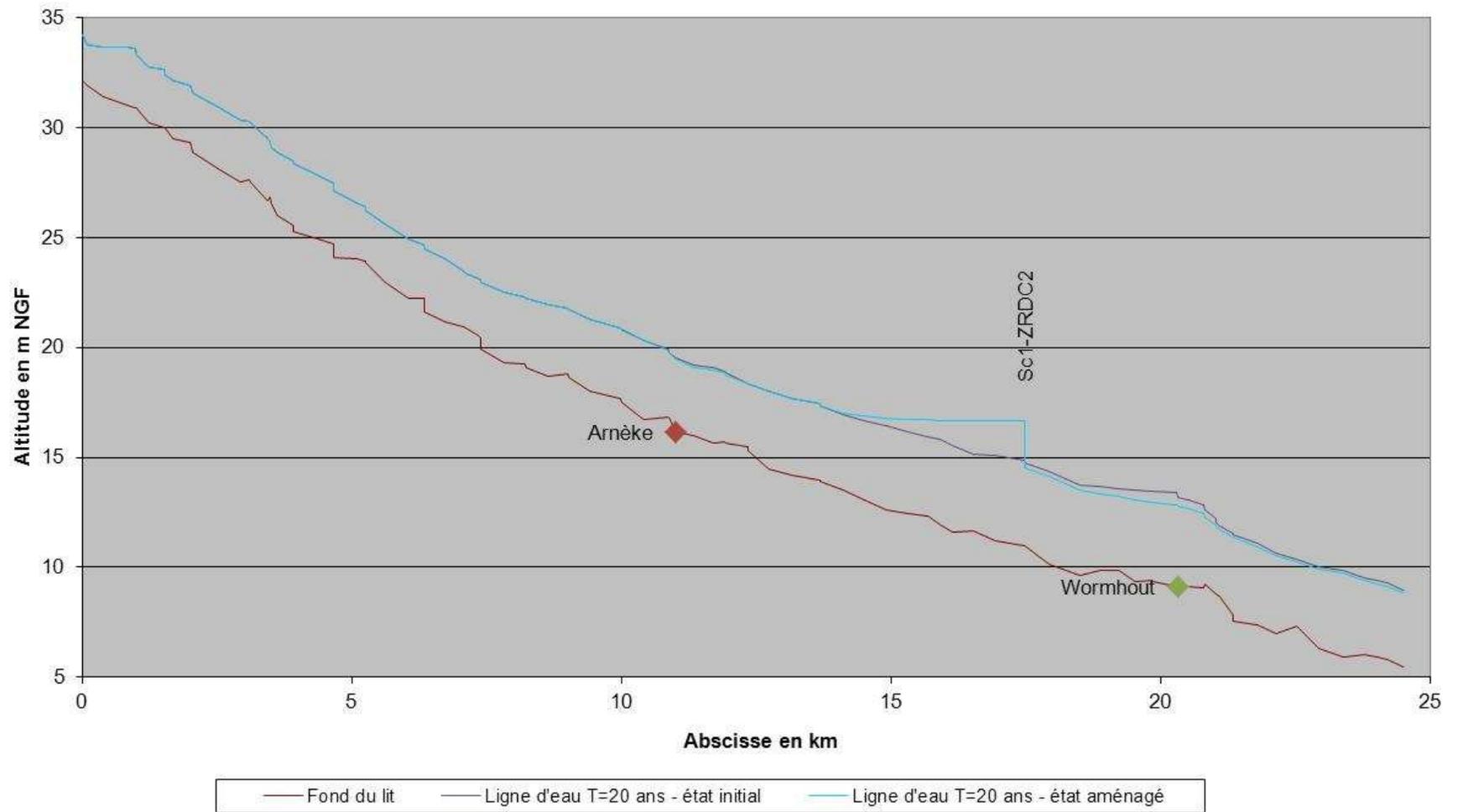


Fig. 28. PROFIL EN LONG DE LA PEENE BECQUE – SCENARIO 1

Profil en long de la Moe Becque - Scénario 1

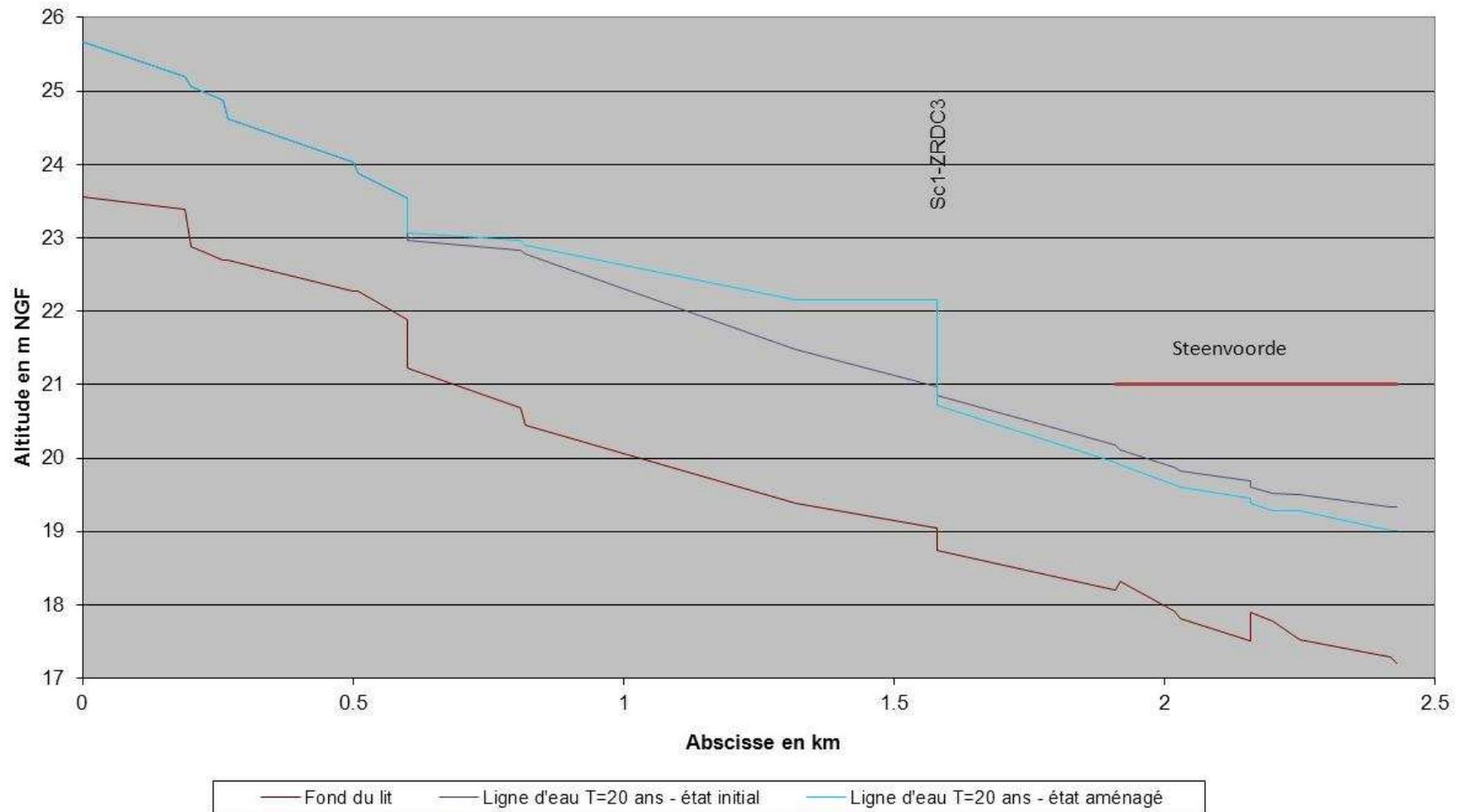


Fig. 29. PROFIL EN LONG DE LA MOE BECQUE - SCENARIO 1

Profil en long de la EY Becque - Scénario 1

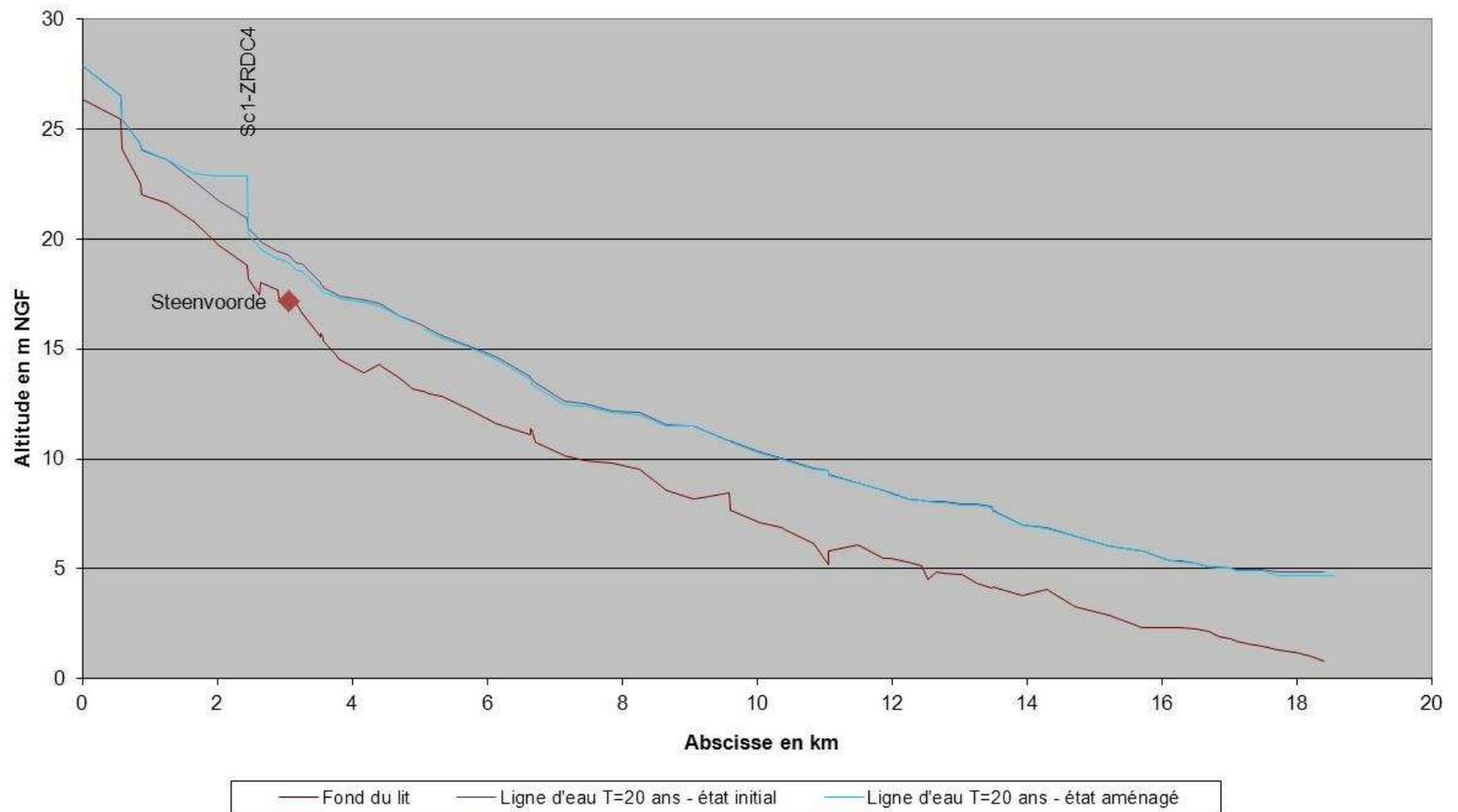


Fig. 30. PROFIL EN LONG DE L'EY BECQUE – SCENARIO 1

Hydrogrammes à la station de Roesbrugge

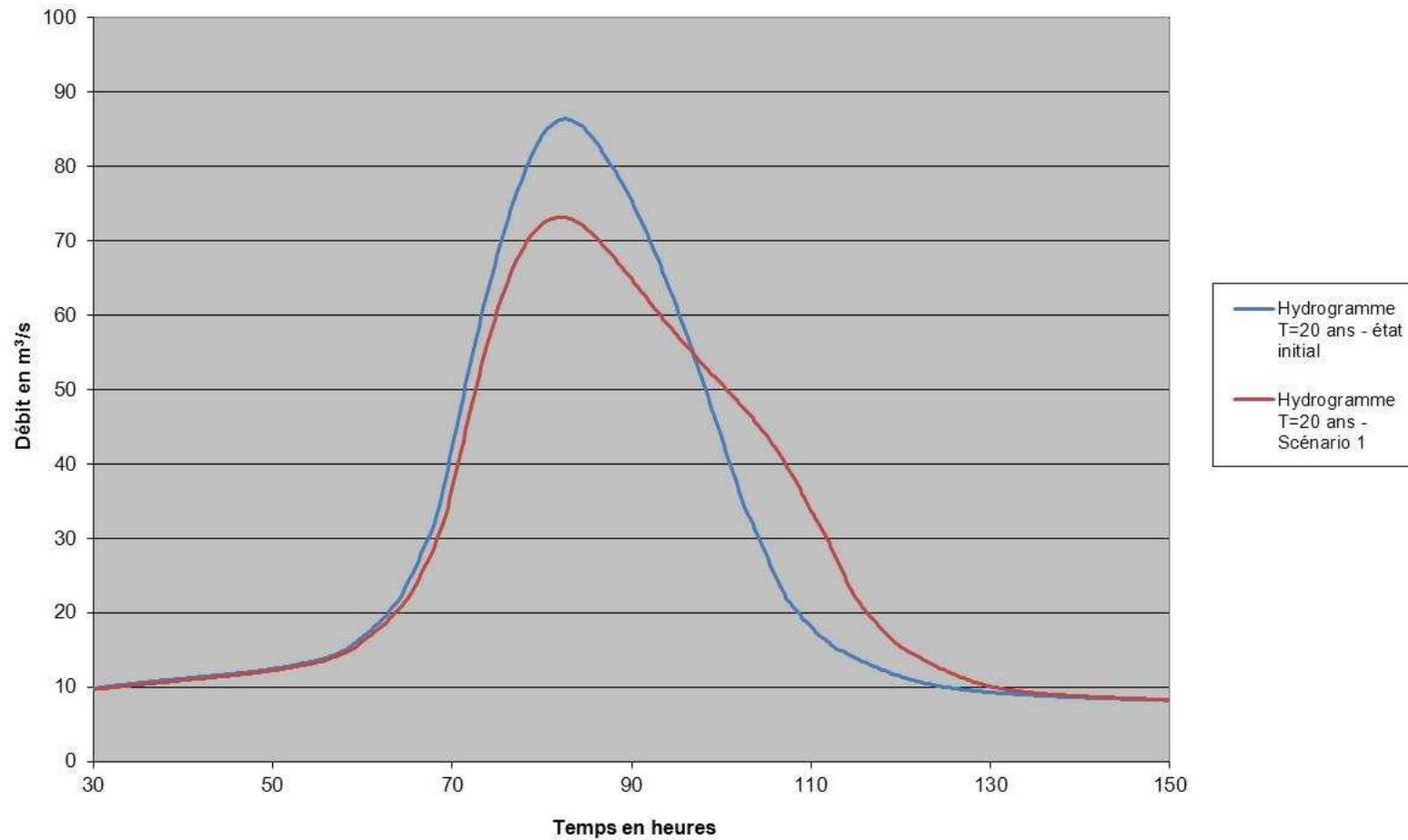


Fig. 31. HYDROGRAMMES A ROESBRUGGE – SCENARIO 1

Le scénario 1 permet une diminution sensible de la ligne d'eau pour l'événement de projet. Dans la traversée d'Esquelbecq, la ligne d'eau de l'Yser baisse de 10 à 25 cm selon les secteurs, ce qui permet de préserver les habitations de l'inondation.

Sur la Peene Becque, le surcreusement d'Arnèke permet, au droit de l'aménagement, une diminution de la hauteur d'eau de 7 cm, ce qui serait suffisant. L'aménagement Sc1-ZRDC2 impacte fortement la ligne d'eau à Wormhout, puisque celle-ci diminue de 30 à 50cm selon les secteurs.

A Steenvoorde, les aménagements réalisés sur la Moe Becque et sur l'Ey Becque apportent une baisse de 20 à 30 cm de la hauteur d'eau dans les zones problématiques ; ainsi, les habitations inondées pour l'événement de projet ne seraient plus atteintes.

Les aménagements du scénario 1 auraient un impact bien au-delà des enjeux qui ont entraîné leur conception : de la confluence entre la Peene Becque et l'Yser jusqu'au passage de la frontière belge, la ligne d'eau de l'Yser baisse de 10 à 25 cm, hormis entre le Pont de Wylder et la confluence avec la Sale Becque où la ligne d'eau reste presque identique à l'état initial. Il s'agit là d'une zone où le reméandrage est important, et l'impact des ZRDC situées en amont est compensé par l'impact du reméandrage.

En Belgique, à l'aval du secteur d'étude, le scénario 1 entraîne une diminution de 15 cm de la ligne d'eau. L'hydrogramme est écrêté par les aménagements, et le débit de pointe est baissé de 15%.

3.1.5. IMPACTS INDIVIDUELS DES AMENAGEMENTS

Des fiches indiquant les impacts individuels des aménagements du scénario 1 sont fournies en annexe 01. A noter que les dimensionnements des orifices de vidange des ZRDC ont été réalisés dans le cadre d'un scénario complet. Si l'ouvrage est réalisé indépendamment des autres aménagements du scénario, alors l'orifice de vidange doit être redimensionné.

3.1.6. IMPACTS RESIDUELS SUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE

Les impacts résiduels du scénario 1 sur une crue exceptionnelle (engendrée par une pluie hivernale centennale) sont illustrés dans les pages qui suivent.

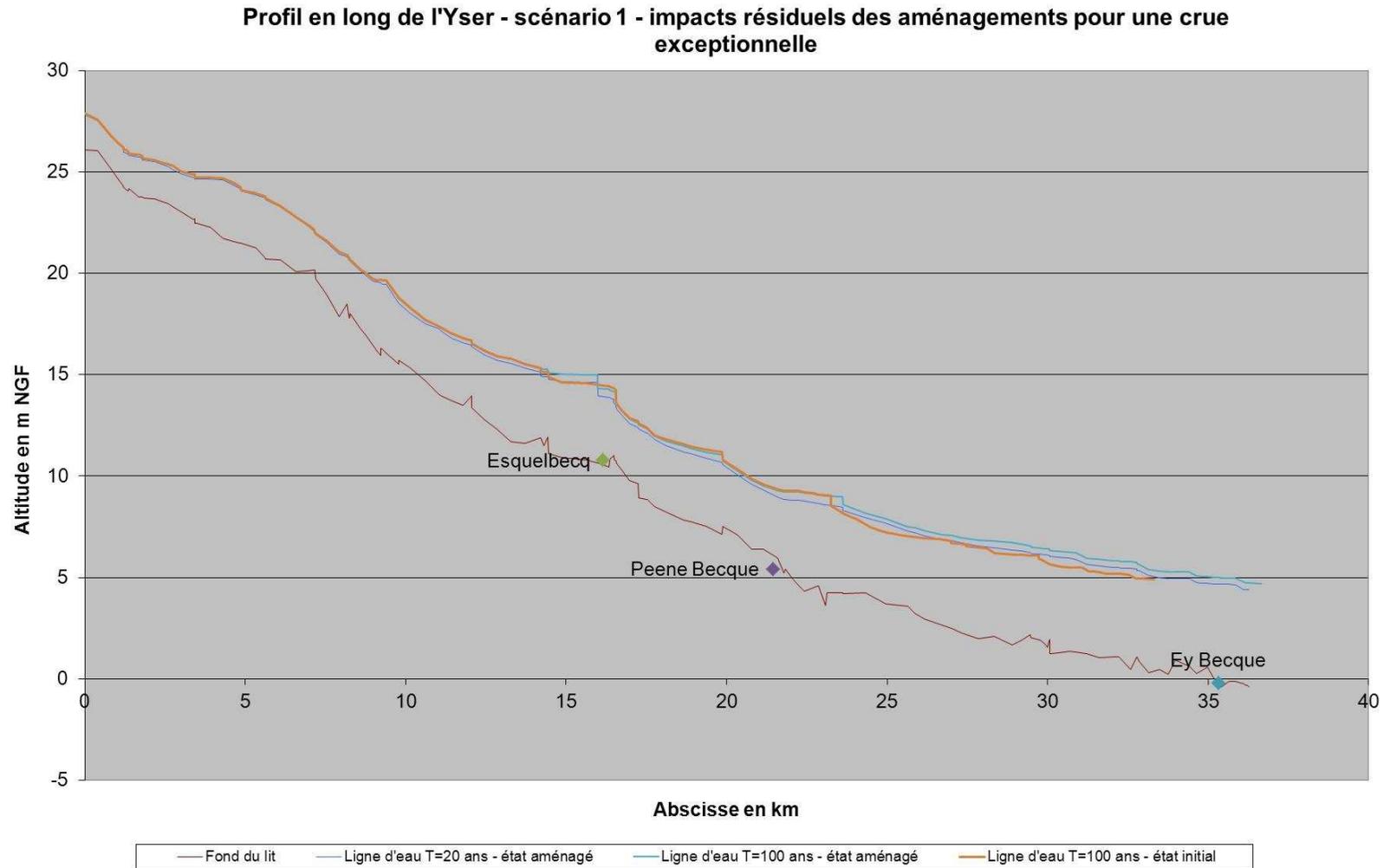


Fig. 32. PROFIL EN LONG DE L'YSER – SCENARIO 1 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE

Profil en long de la Peene Becque - scénario 1 - impacts résiduels des aménagements pour une crue exceptionnelle

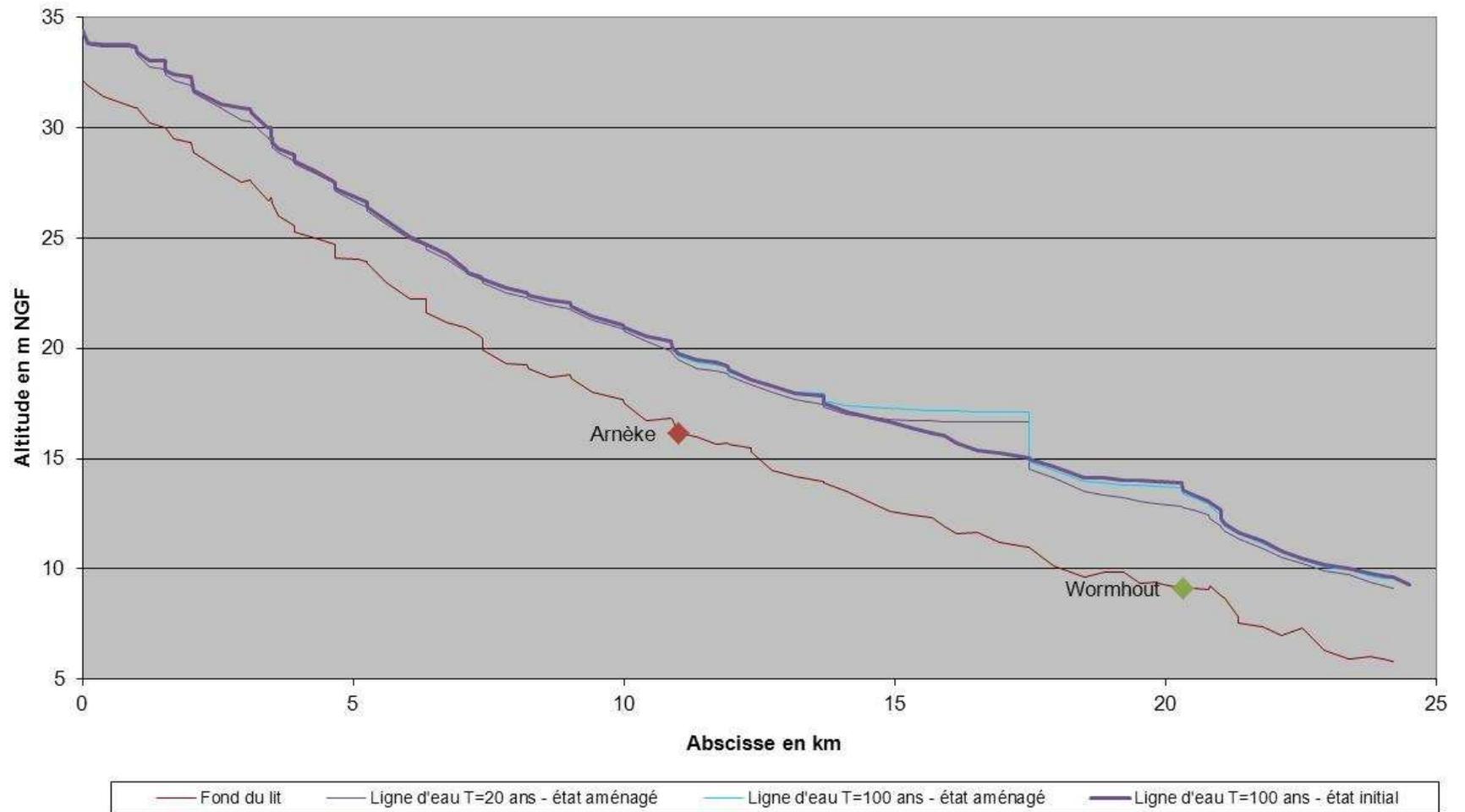


Fig. 33. PROFIL EN LONG DE LA PEENE BECQUE – SCENARIO 1 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE

Profil en long de la Moe Becque - scénario 1 - impacts résiduels des aménagements lors d'une crue exceptionnelle

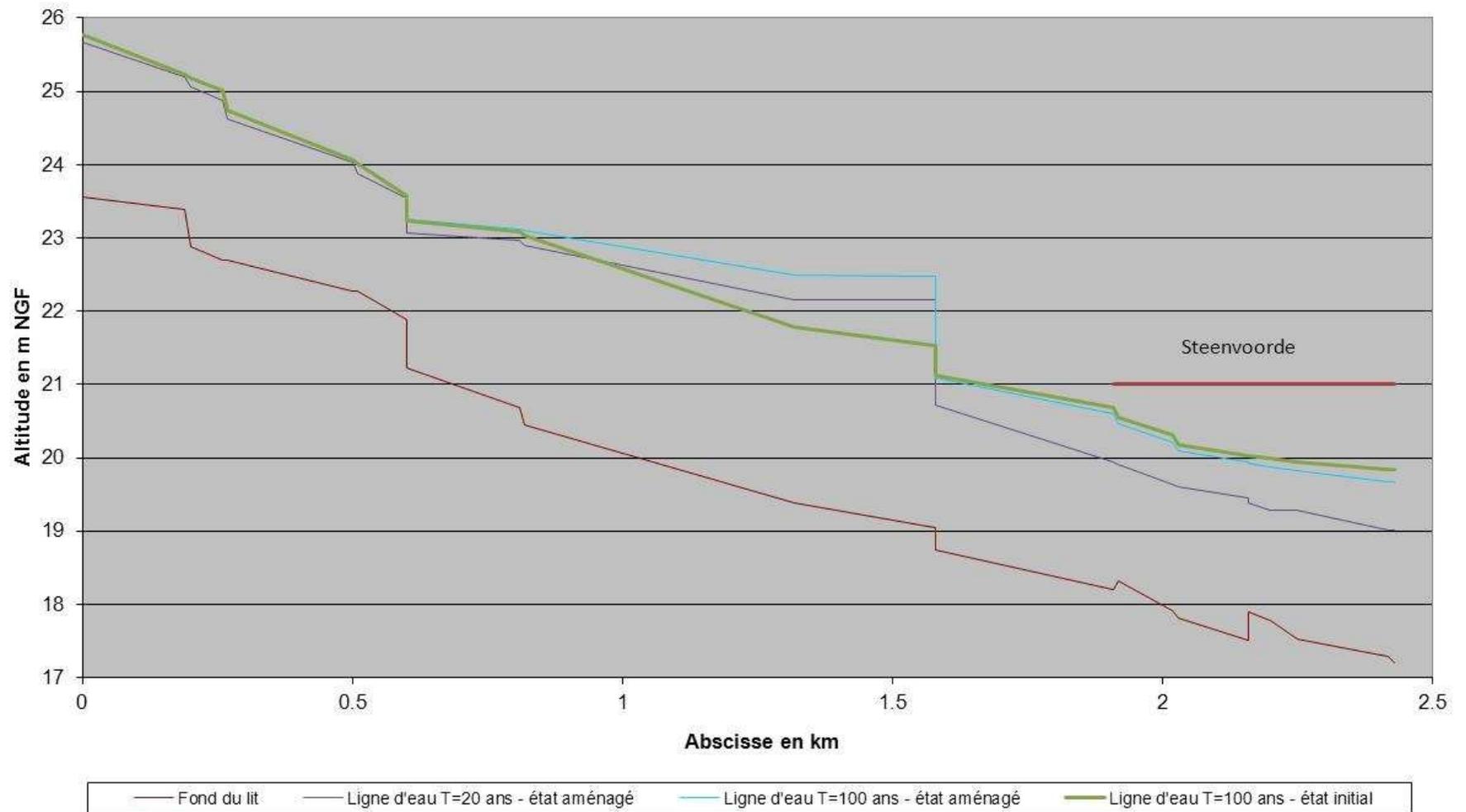


Fig. 34. PROFIL EN LONG DE LA MOE BECQUE – SCENARIO 1 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE

Profil en long de la EY Becque - scénario 1 - impacts résiduels des aménagements lors d'une crue exceptionnelle

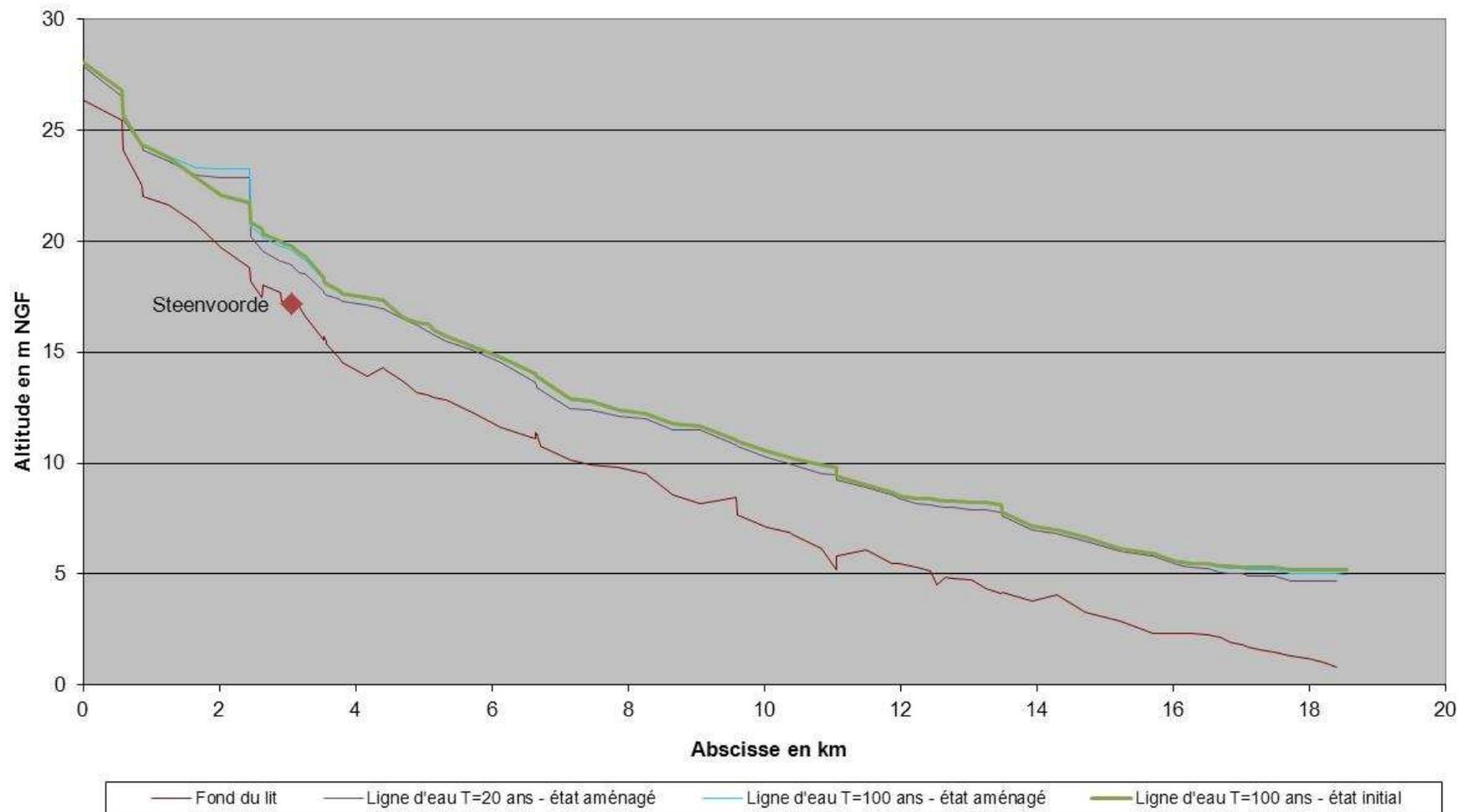


Fig. 35. PROFIL EN LONG DE L'EY BECQUE – SCENARIO 1 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE

Hydrogrammes à la station de Roesbrugge - impact du reméandrage

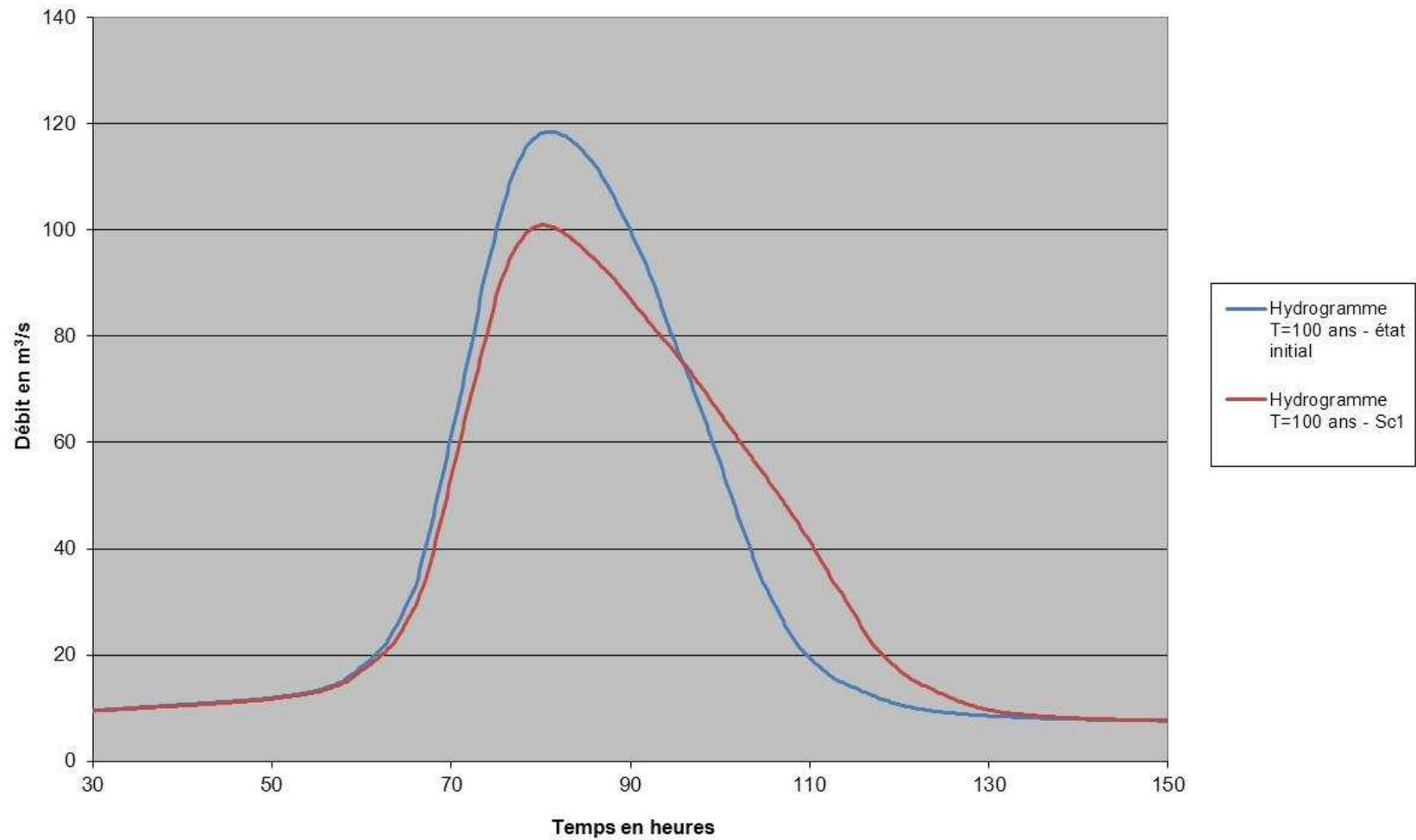


Fig. 36. *HYDROGRAMMES A ROESBRUGGE – SCENARIO 1 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE*

Les aménagements prévus au scénario 1 ne provoqueront pas d'inondation au niveau d'habitations non inondées à ce jour.

3.1.7. ESTIMATION FINANCIERE

3.1.7.1. LES SURCREUSEMENTS

L'estimation financière du surcreusement du lit majeur à Arnèke est la suivante :

Tabl. 4 - ESTIMATION FINANCIERE DU SURCREUSEMENT D'ARNEKE

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire HT	Coût HT
Installation / préparation	F	1	36 500.00	36 500.00
Décapage terre végétale (30cm)	m ³	17 500	2.00	35 000.00
Déblais et évacuation	m ³	73 000	8.00	584 000.00
Mise en œuvre terre végétale	m ³	17 500	3.00	52 500.00
Engazonnement	m ²	58 500	1.00	58 500.00
			TOTAL	766 500.00
			TOTAL +15%	881 475.00

L'estimation financière du surcreusement du lit majeur à Esquelbecq est la suivante :

Tabl. 5 - ESTIMATION FINANCIERE DU SURCREUSEMENT D'ESQUELBECCQ

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire HT	Coût HT
Installation / préparation	F	1	53 675.00	53 675.00
Décapage terre végétale (30cm)	m ³	26 500	2.00	53 000.00
Déblais et évacuation	m ³	106 500	8.00	852 000.00
Mise en œuvre terre végétale	m ³	26 500	3.00	79 500.00
Engazonnement	m ²	89 000	1.00	89 000.00
			TOTAL	1 127 175.00
			TOTAL +15%	1 296 251.25

Le coût total des surcreusements du lit majeur prévus au scénario 1 est d'environ **2 200 000 € HT**.

3.1.7.2. LES ZRDC

L'estimation financière de l'aménagement Sc1-ZRDC1 (Esquelbecq) est la suivante :

Tabl. 6 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc1-ZRDC1

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire HT	Coût HT
Installation / préparation	F	1	13 000.00	13 000.00
Réalisation de la digue (h=2,00m)	ml	140	1 500.00	210 000.00
Ouvrage de régulation	U	1	50 000.00	50 000.00
			TOTAL	273 000.00
			TOTAL +15%	313 950.00

Le volume retenu est de 95 000 m³.

L'estimation financière de l'aménagement Sc1-ZRDC2 (Ledringhem / Wormhout) est la suivante :

Tabl. 7 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc1-ZRDC2

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire HT	Coût HT
Installation / préparation	F	1	20 900.00	20 900.00
Réalisation de la digue (h=3,00m)	ml	160	2 300.00	368 000.00
Ouvrage de régulation	U	1	50 000.00	50 000.00
			TOTAL	438 900.00
			TOTAL +15%	504 735.00

Le volume retenu est de 336 000 m³.

L'estimation financière de l'aménagement Sc1-ZRDC3 (Terdeghem – Moe Becque) est la suivante :

Tabl. 8 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc1-ZRDC3

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire HT	Coût HT
Installation / préparation	F	1	13 000.00	13 000.00
Réalisation de la digue (h=2,00m)	ml	140	1 500.00	210 000.00
Ouvrage de régulation	U	1	50 000.00	50 000.00
			TOTAL	273 000.00
			TOTAL +15%	313 950.00

Le volume retenu est de 22 000 m³.

L'estimation financière de l'aménagement Sc1-ZRDC4 (Terdeghem – Ey Becque) est la suivante :

Tabl. 9 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc1-ZRDC4

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire HT	Coût HT
Installation / préparation	F	1	20 325.00	20 325.00
Réalisation de la digue (h=3,00m)	ml	155	2 300.00	356 500.00
Ouvrage de régulation	U	1	50 000.00	50 000.00
			TOTAL	426 825.00
			TOTAL +15%	490 848.75

Le volume retenu est de 81 500 m³.

Le coût total des ZRDC prévues au scénario 1 est d'environ **1 630 000 € HT**.

3.1.7.3. LE REMEANDRAGE

L'estimation financière du reméandrage retenu dans le scénario 1 est la suivante :

Tabl. 10 - ESTIMATION FINANCIERE DU REMEANDRAGE (SCENARIO 1)

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire HT	Coût HT
Installation / préparation	F	1	110 000.00	110 000.00
Décapage terre végétale (30cm)	m ³	36 850	2.00	73 700.00
Déblais et stockage	m ³	137 400	3.00	412 200.00
Déblais et évacuation	m ³	152 700	8.00	1 221 600.00
Remblais (réutilisation déblais)	m ³	137 400	2.00	274 800.00
Mise en œuvre terre végétale	m ³	36 850	3.00	110 550.00
TOTAL				2 202 850.00
TOTAL +15%				2 533 277.50

Le coût du reméandrage est approximativement de **2 535 000 € HT**.

3.1.7.4. LES PROTECTIONS AMOVIBLES

Le nombre d'habitations touchées par la crue de projet dans le cadre du scénario 1 est de 10. Pour ces enjeux localisés, une protection rapprochée est retenue. Cette protection rapprochée est décomposée en 2 types de mesures :

- Aménagement des habitations : reprise de l'assainissement, des éventuels systèmes de ventilation, réalisation d'aménagements fixes de protection (glissières pour batardeaux,...)
- Fourniture de matériels de protection rapprochée à mettre en œuvre en cas d'évènement : batardeaux, sacs absorbants, barrières étanches,...

Les coûts de des aménagements de protection rapprochée sont dépendants des habitations à protéger. Une première estimation est cependant proposée : 60 000 € HT / habitation, soit pour 10 habitations environ **600 000 € HT**.

Par ailleurs cette protection doit être couplée à la mise en œuvre d'un système d'alerte collectif en cas de crue associé à une astreinte permettant la mise en route des mesures de protection ou évacuation éventuelle.

Il est à noter que ce système d'alerte est nécessaire dans le cadre de la protection rapprochée des habitations mais est également conseillé dans le cadre des aménagements proposés dans les scénarios précédents. Il s'agit d'une orientation primordiale de la gestion future des cours d'eau.

3.1.7.5. BILAN

Le coût global du scénario 1 s'élève approximativement à **6 970 000 € HT**.

3.2. SCENARIO 2

3.2.1. ORIENTATIONS D'AMENAGEMENT

Les remarques recueillies en Comité de Pilotage le 8 décembre 2010 sur le scénario 1 et sur les possibilités avancées ont permis de donner des orientations pour les scénarios 2 et 3.

Si le reméandrage présenté en scénario 1 paraît intéressant, un aménagement du même type mais plus restreint semble plus réaliste.

Par ailleurs, l'ampleur des ZRDC présentées en scénario 1 est trop importante. Si ce type d'aménagement apparaît nécessaire pour pallier aux problèmes d'inondation engendrés par la pluie de projet, les acteurs locaux souhaitent qu'elles soient moins hautes (hauteur totale limitée à 2 mètres) et déplacées pour certaines d'entre elles.

Enfin, les perspectives présentées en matière de maîtrise du ruissellement (et donc de réduction des débits dans les cours d'eau) par les aménagements diffus ont été retenues par le Comité de Pilotage, qui a demandé qu'elles soient prises en compte pour les scénarios 2 et 3.

3.2.1.1. MAITRISE DU RUISSÈLEMENT

Les principes de base des aménagements diffus sont :

- La diminution de la concentration du ruissellement (haies, bandes enherbées perpendiculaires à la pente et le long des cours d'eau,...).
- L'organisation de l'écoulement du ruissellement (bandes enherbées en fond de talweg,...).
- Eventuellement la protection de zones à enjeux (fossés, diguettes,...).

La mise en place d'aménagements diffus a été prise en compte sur :

- Le bassin versant de l'Yser en amont d'Esquelbecq, sur les sous-bassins versants Y01, Y02, Y03 et Y04.
- Le bassin versant de la Peene Becque en amont de Wormhout sur les sous-bassins versants PB01 à PB11.
- Les bassins versant de la Moe Becque, de la Rommel Becque et de l'Ey Becque à Steenvoorde sur les sous-bassins versants E01, E02 et E04.

Par retour d'expérience, SOGREAH estime que la mise en place d'aménagements diffus sur un bassin versant rural permet de diminuer le ruissellement de 15%. Cette valeur a été retenue pour les secteurs situés en zone A et B (présence de traces d'érosion et de ruissellement) de l'annexe 9 du rapport de phase 1. Pour les secteurs en zone C (pas de traces d'érosion et de ruissellement), une diminution de 8% a été retenue.

3.2.1.2. DESCRIPTION GLOBALE DU SCENARIO 2

Les aménagements prévus au scénario 2 consistent donc en un reméandrage plus ciblé, la détermination des méandres à restaurer a été faite en collaboration avec l'USAN, et sur la base d'une expertise réalisée par la Fédération Départementale de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique du Nord en 2003.

Par ailleurs, le bassin CRESETY de Noordpeene reste projeté et les ZRDC prévues ont été limitées dans leurs dimensions, avec des hauteurs maximales de 2 mètres. Ainsi, 6 ZRDC sont prévues :

- Sc2-ZRDC1 sur la l'Yser à Zegerscappel
- Sc2-ZRDC2 sur l'Yser à Esquelbecq
- Sc2-ZRDC3 sur la Peene Becque à Arnèke et Ledringem

- Sc2-ZRDC4 sur la Peene Becque à Wormhout et Ledringhem
- Sc2-ZRDC5 et Sc2-ZRDC6 sur la Moe Becque à Terdeghem

Enfin, l'aménagement d'une partie du bassin versant de l'Yser à l'aide d'aménagements diffus a été pris en compte.

3.2.2. LOCALISATION

Les localisations des aménagements projetés sont indiquées dans les pages qui suivent.

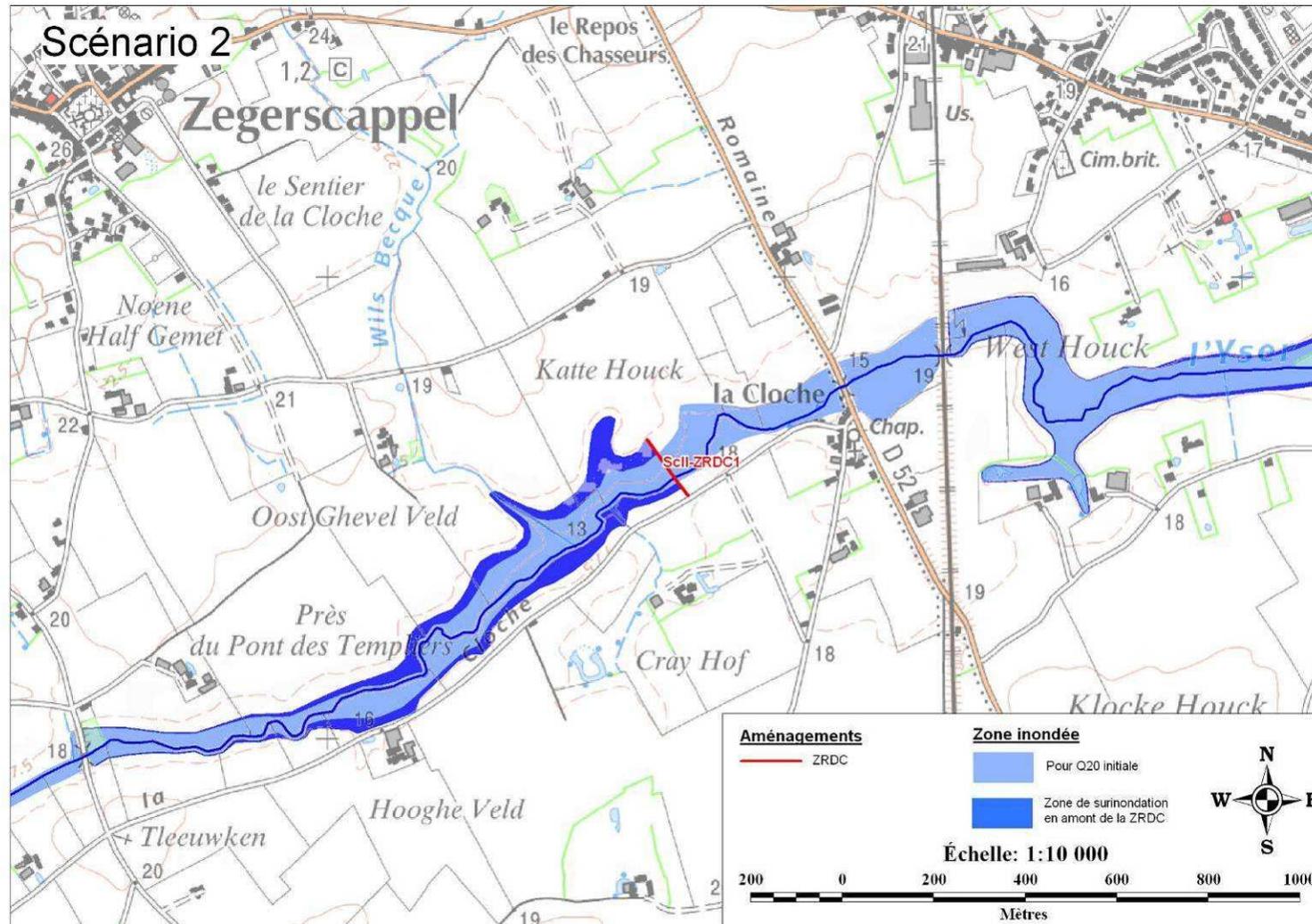


Fig. 37. LOCALISATION DES AMÉNAGEMENTS – SECTEUR DE ZEGERSCAPPEL

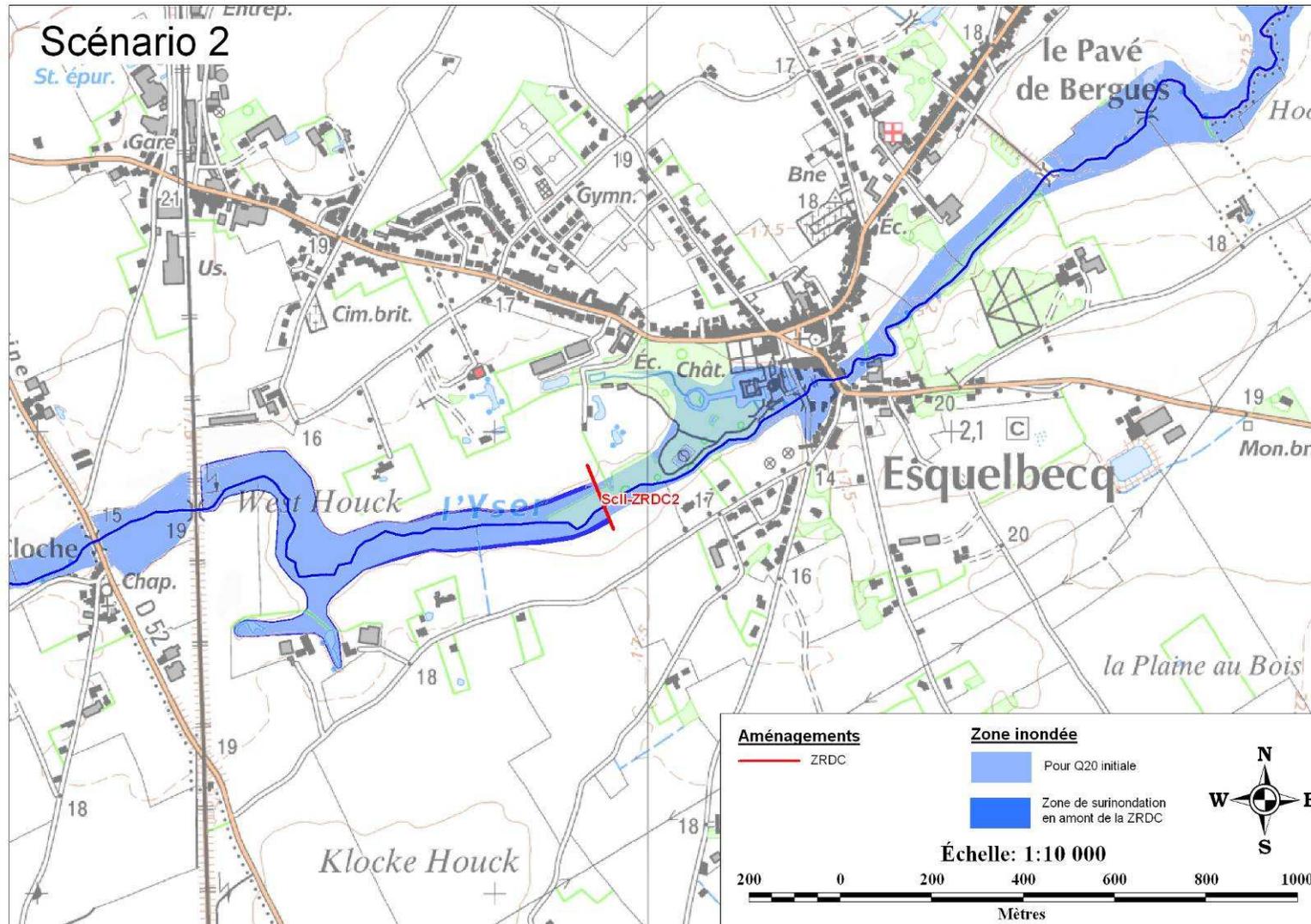


Fig. 38. LOCALISATION DES AMÉNAGEMENTS – SECTEUR D'ESQUELBECCQ

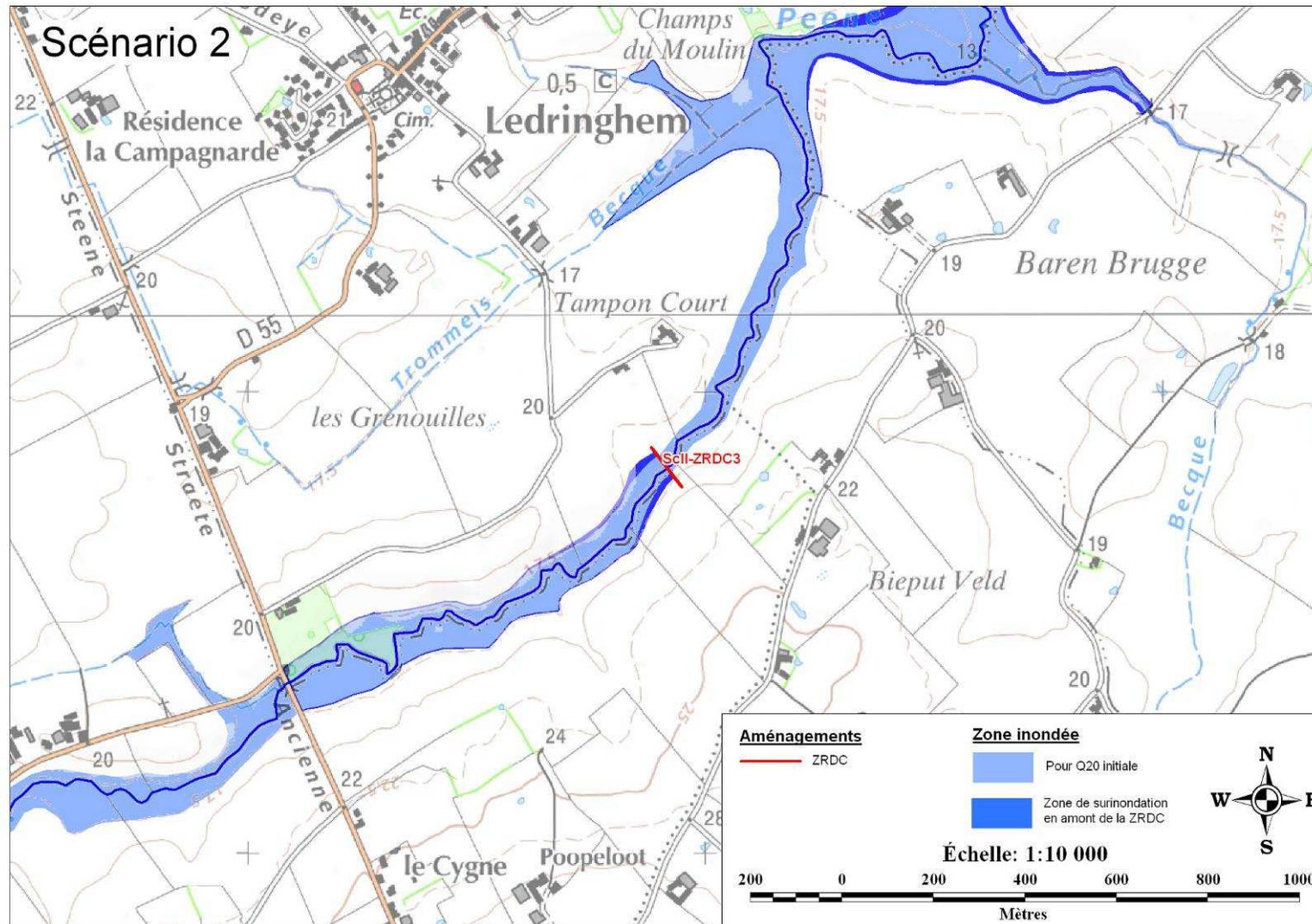


Fig. 39. LOCALISATION DES AMÉNAGEMENTS – SECTEUR D'ARNEKE / LEDRINGHEM

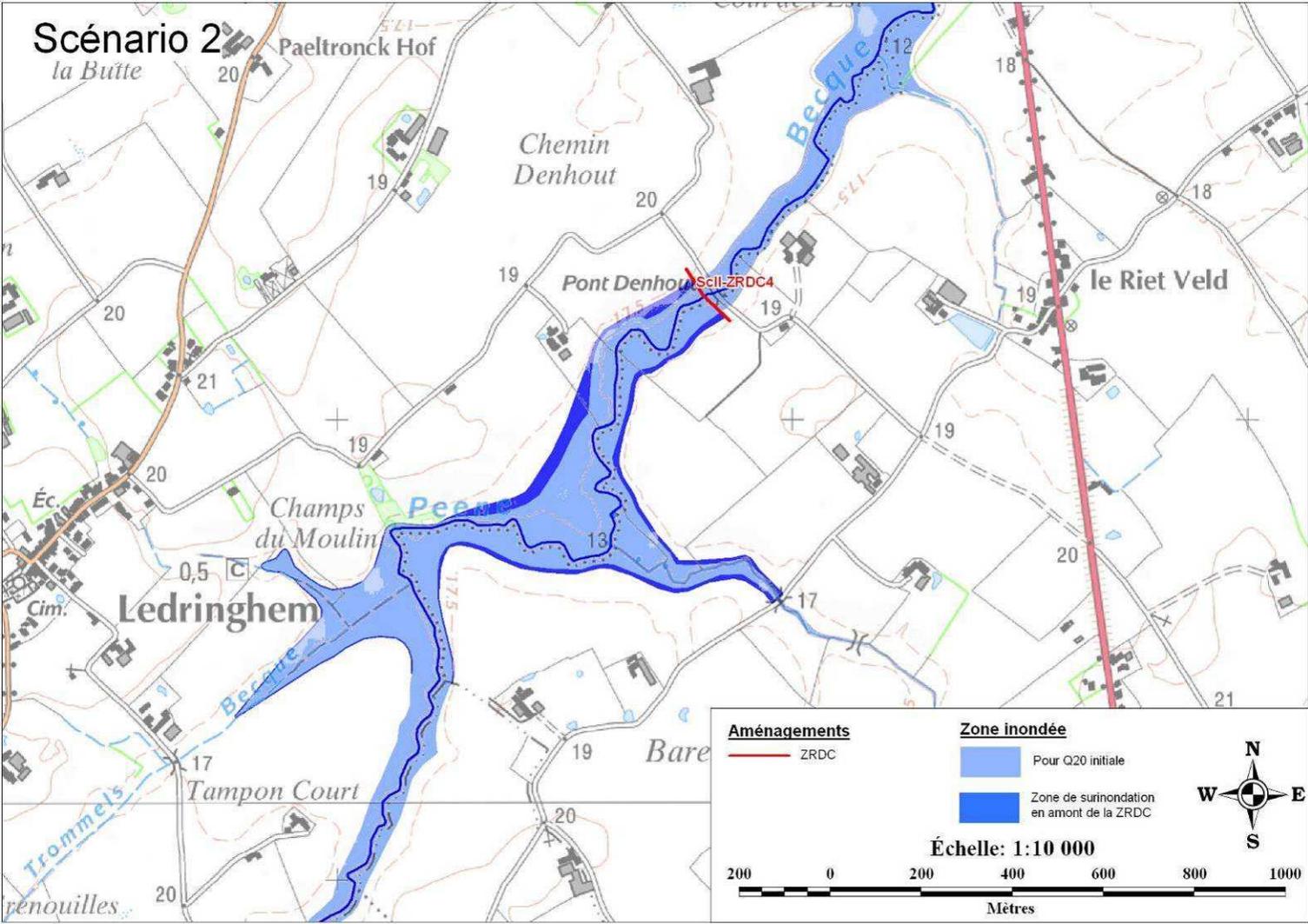


Fig. 40. LOCALISATION DES AMENAGEMENTS – SECTEUR DE WORMHOUT / LEDRINGHEM

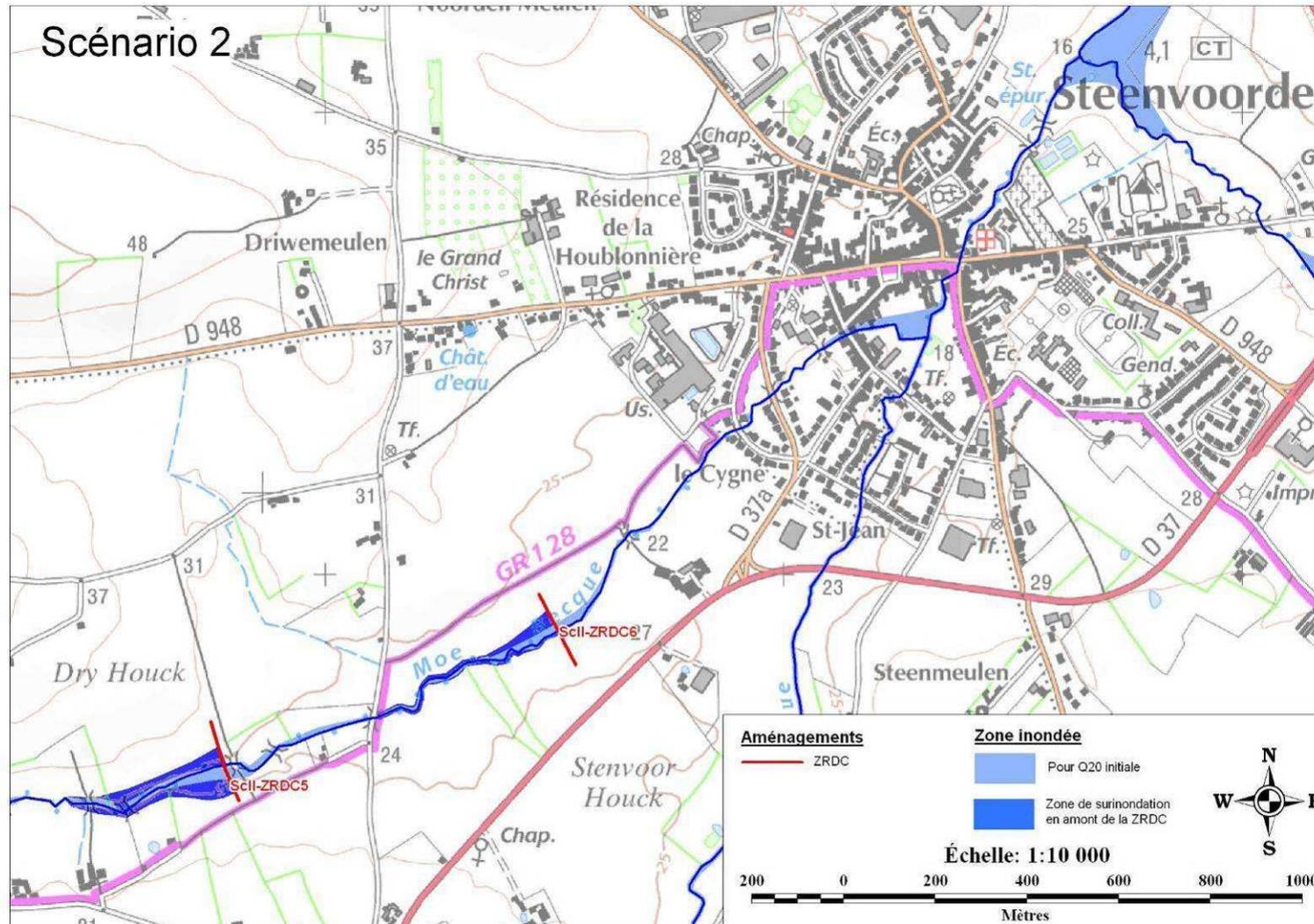


Fig. 41. LOCALISATION DES AMENAGEMENTS – SECTEUR DE TERDEGHEM

3.2.3. DIMENSIONS

3.2.3.1. REMEANDRAGE

Le reméandrage prévu au scénario 2 est le suivant :

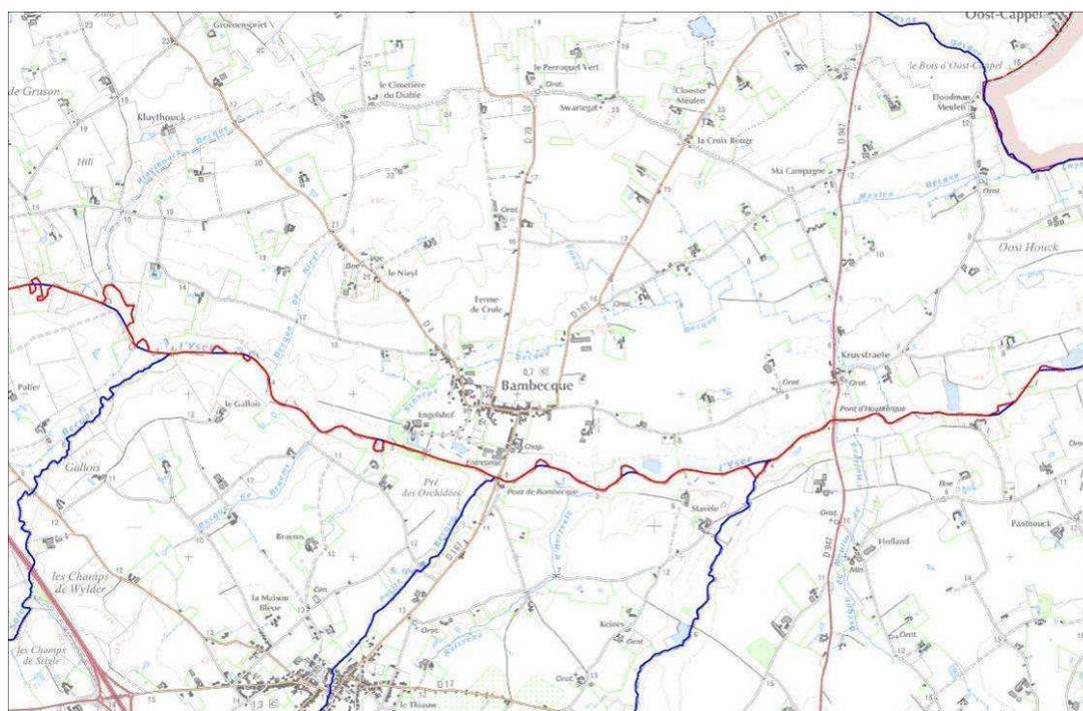


Fig. 42. REMEANDRAGE – SCENARIO 2

3.2.3.2. ZRDC

L'aménagement Sc2-ZRDC1 a les caractéristiques suivantes :

- Hauteur de 2 mètres entre le lit majeur et la crête de digue.
- Hauteur utile (dimensionnée par rapport à la crue de projet) de 1,50 mètre.
- Largeur de la surverse de sécurité égale à 25 mètres.
- Largeur en crête de digue de 3 mètres.
- Section de l'ouvrage de régulation pour la crue de projet fixée à 7,4 m².

L'aménagement Sc2-ZRDC2 a les caractéristiques suivantes :

- Hauteur de 1,90 mètre entre le lit majeur et la crête de digue.
- Hauteur utile (dimensionnée par rapport à la crue de projet) de 1,40 mètre.
- Largeur de la surverse de sécurité égale à 20 mètres.
- Largeur en crête de digue de 3 mètres.

- Section de l'ouvrage de régulation pour la crue de projet fixée à 10,15 m².

L'aménagement Sc2-ZRDC3 a les caractéristiques suivantes :

- Hauteur de 2 mètres entre le lit majeur et la crête de digue.
- Hauteur utile (dimensionnée par rapport à la crue de projet) de 1,50 mètre.
- Largeur de la surverse de sécurité égale à 25 mètres.
- Largeur en crête de digue de 3 mètres.
- Section de l'ouvrage de régulation pour la crue de projet fixée à 7,95 m².

L'aménagement Sc2-ZRDC4 a les caractéristiques suivantes :

- Hauteur de 2 mètres entre le lit majeur et la crête de digue.
- Hauteur utile (dimensionnée par rapport à la crue de projet) de 1,50 mètre.
- Largeur de la surverse de sécurité égale à 35 mètres.
- Largeur en crête de digue de 3 mètres.
- Section de l'ouvrage de régulation pour la crue de projet fixée à 8,03 m².

L'aménagement Sc2-ZRDC5 a les caractéristiques suivantes :

- Hauteur de 2 mètres entre le lit majeur et la crête de digue.
- Hauteur utile (dimensionnée par rapport à la crue de projet) de 1,50 mètre.
- Largeur de la surverse de sécurité égale à 5 mètres.
- Largeur en crête de digue de 3 mètres.
- Section de l'ouvrage de régulation pour la crue de projet fixée à 0,51 m².

L'aménagement Sc2-ZRDC6 a les caractéristiques suivantes :

- Hauteur de 1,60 mètre entre le lit majeur et la crête de digue.
- Hauteur utile (dimensionnée par rapport à la crue de projet) de 1,10 mètre.
- Largeur de la surverse de sécurité égale à 5 mètres.
- Largeur en crête de digue de 3 mètres.
- Section de l'ouvrage de régulation pour la crue de projet fixée à 0,58 m².

3.2.3.3. PROTECTIONS INDIVIDUELLES DES ENJEUX ISOLES

Concernant les enjeux plus localisés, les cotes retenues pour les protections amovibles sont celles de la ligne d'eau déjà diminuées grâce aux précédents aménagements, augmentées de 20 cm :

- Les aménagements cités précédemment permettent de préserver de la crue de projet les enjeux ponctuels EP1 et EP8.

- La cote des défenses amovibles pour EP2 est 8,72 m NGF.
- La cote des défenses amovibles pour EP3 est 16,93 m NGF.
- La cote des défenses amovibles pour EP4 est 12,26 m NGF.
- La cote des défenses amovibles pour EP5 est 9,46 m NGF.
- La cote des défenses amovibles pour EP6 est 25,89 m NGF.
- La cote des défenses amovibles pour EP7 est 6,45 m NGF.

3.2.4. IMPACTS DU SCENARIO 2

Les impacts du scénario 2 sur la crue engendrée par la pluie de projet sont illustrés dans les pages qui suivent.

Profil en long de l'Yser - Scénario 2

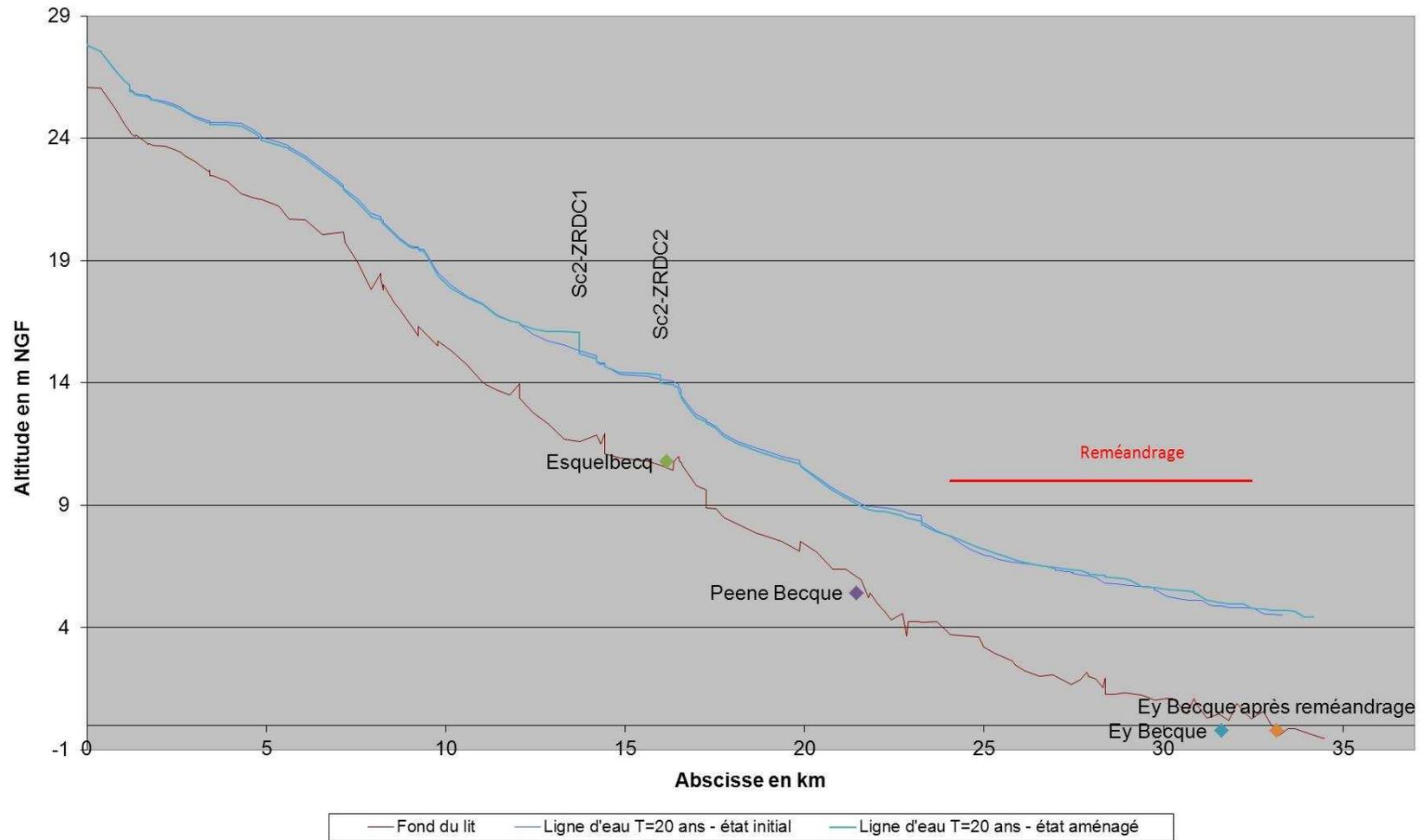


Fig. 43. PROFIL EN LONG DE L'YSER – SCENARIO 2

Profil en long de la Peene Becque - Scénario 2

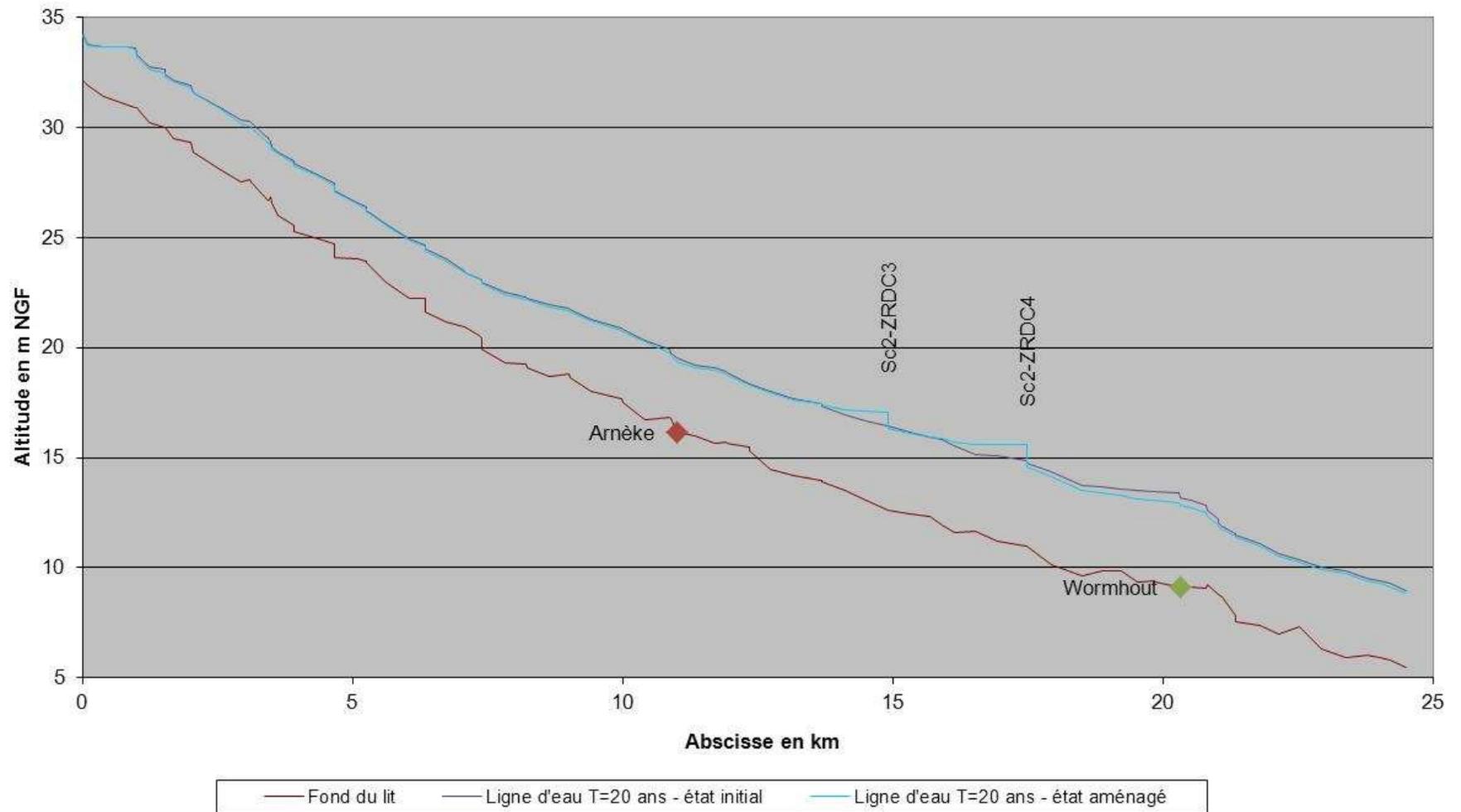


Fig. 44. PROFIL EN LONG DE LA PEENE BECQUE – SCENARIO 2

Profil en long de la Moe Becque - Scénario 2

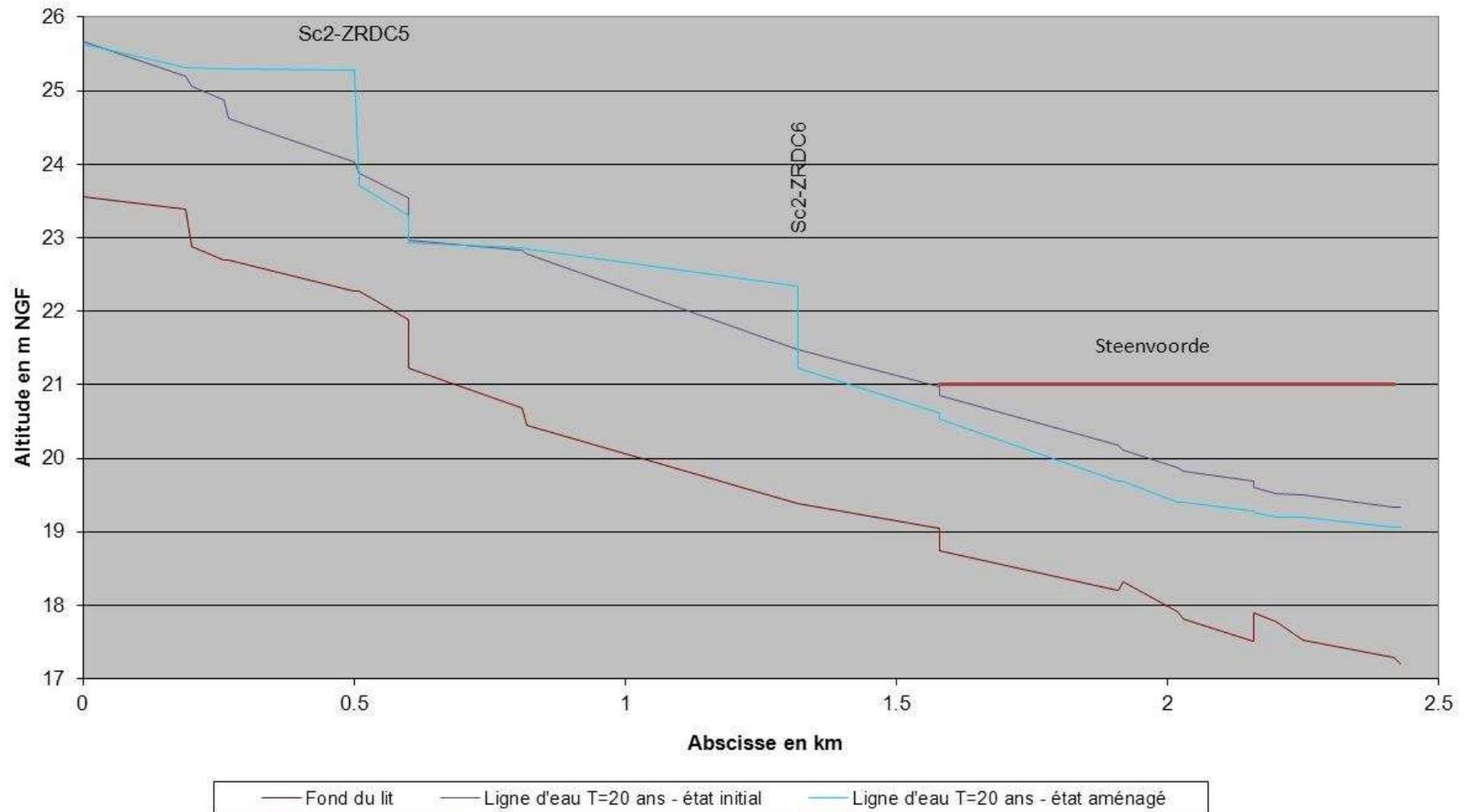


Fig. 45. PROFIL EN LONG DE LA MOE BECQUE – SCENARIO 2

Profil en long de la EY Becque - Scénario 2

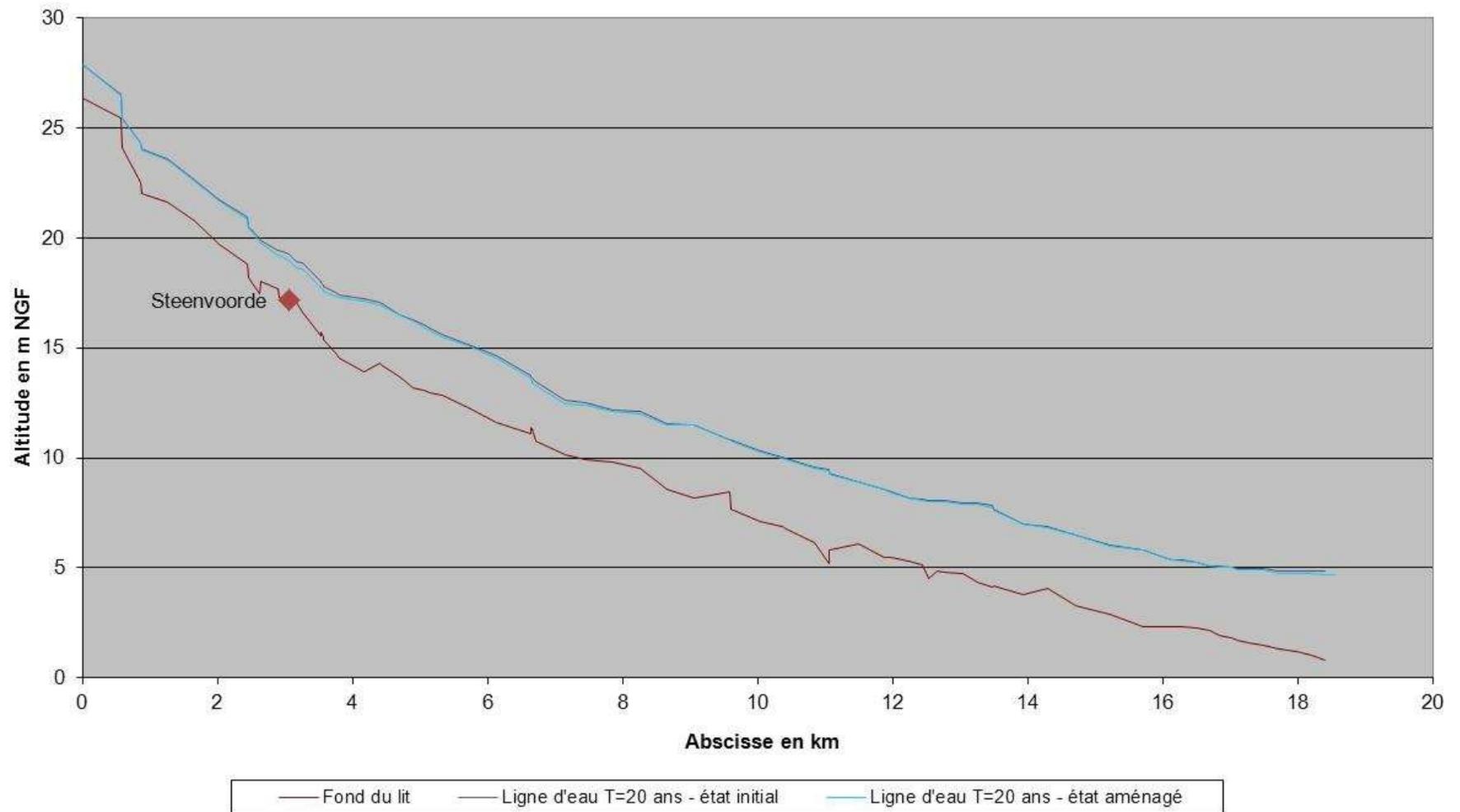


Fig. 46. PROFIL EN LONG DE L'EY BECQUE - SCENARIO 2

Hydrogrammes à la station de Roesbrugge - impact du scénario 2

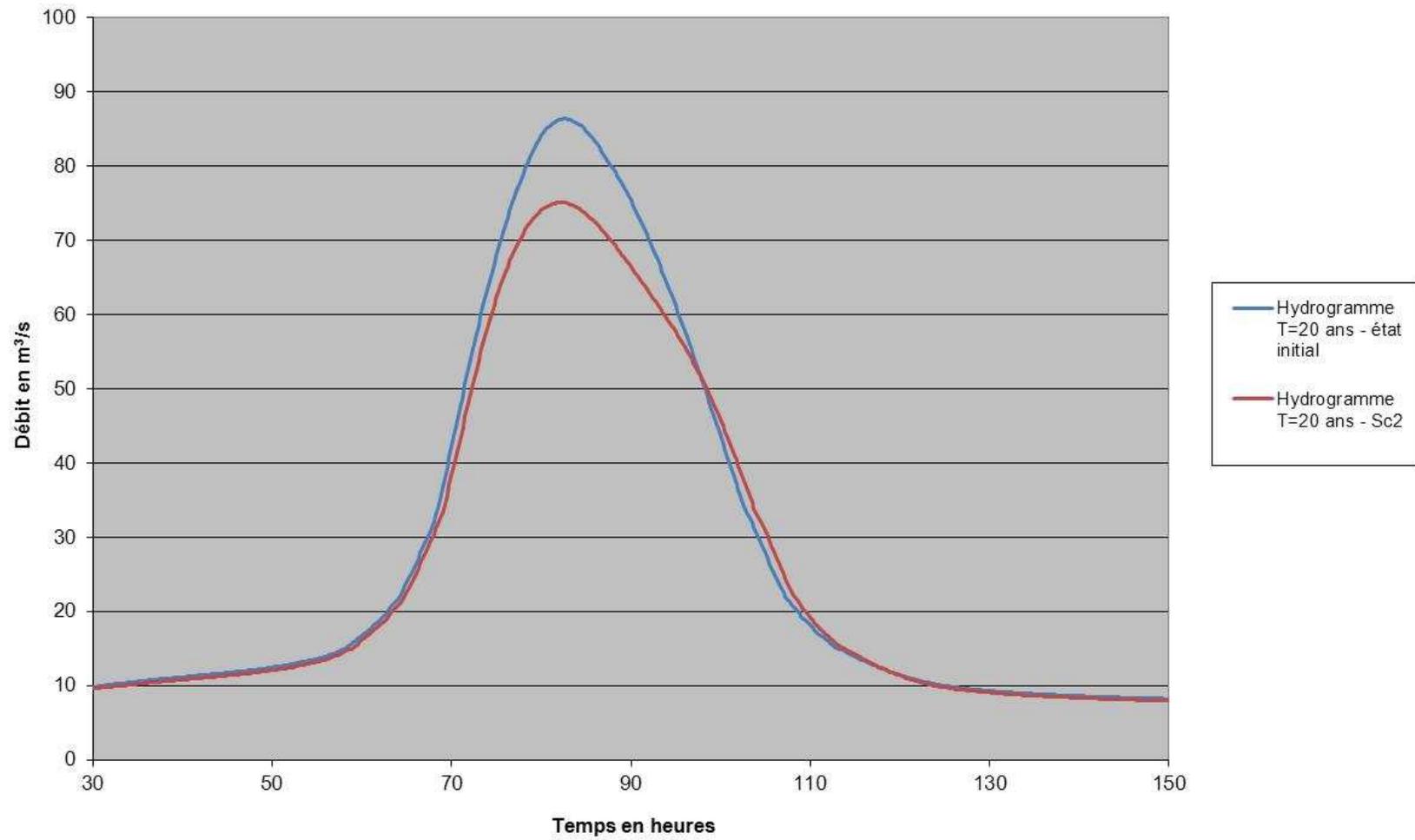


Fig. 47. HYDROGRAMMES A ROESBRUGGE – SCENARIO 2

Le scénario 2 permet une diminution sensible de la ligne d'eau pour l'événement de projet. Dans la traversée d'Esquelbecq, la ligne d'eau de l'Yser baisse de 10 à 25 cm selon les secteurs, ce qui permet de préserver les habitations de l'inondation.

Sur la Peene Becque, la mise en place d'aménagements diffus permet une diminution de la hauteur d'eau d'une dizaine de centimètres à Arnèke, ce qui est suffisant pour préserver les bâtiments de la crue de projet. Les aménagements Sc2-ZRDC3 et Sc2-ZRDC4 impactent fortement la ligne d'eau à Wormhout, puisque celle-ci diminue de 10 à 45 cm selon les secteurs.

A Steenvoorde, les aménagements hydrauliques réalisés sur la Moe Becque et sur le bassin versant en amont de Steenvoorde apportent une baisse d'une trentaine de centimètres de la hauteur d'eau dans les zones problématiques ; ainsi, les habitations inondées pour l'événement de projet ne seraient plus atteintes. A noter que dans le cadre du scénario 2, la prise en compte d'aménagements diffus sur le bassin versant permet d'éviter la réalisation d'aménagements hydrauliques dans la vallée de l'Ey Becque. Seule la Moe Becque serait concernée.

Les aménagements du scénario 2 auraient un impact bien au-delà des enjeux qui ont entraîné leur conception : de la confluence entre la Peene Becque et l'Yser jusqu'au passage de la frontière belge, la ligne d'eau de l'Yser baisse de 10 à 20 cm, hormis dans une zone (plus restreinte que dans le scénario 1) située légèrement en amont de la confluence entre l'Yser et la Sale Becque où la ligne d'eau reste presque identique à l'état initial. Il s'agit là d'une zone où le reméandrage est important, et l'impact des ZRDC situées en amont est compensé par l'impact du reméandrage.

En Belgique, à l'aval du secteur d'étude, le scénario 2 entraîne une diminution supérieure à 10 cm de la ligne d'eau. L'hydrogramme est écrêté par les aménagements, et le débit de pointe est baissé de 13%.

3.2.5. IMPACTS INDIVIDUELS DES AMENAGEMENTS

Des fiches indiquant les impacts individuels des aménagements du scénario 1 sont fournies en annexe 02. A noter que les dimensionnements des orifices de vidange des ZRDC ont été réalisés dans le cadre d'un scénario complet. Si l'ouvrage est réalisé indépendamment des autres aménagements du scénario, alors l'orifice de vidange doit être redimensionné.

3.2.6. IMPACTS RESIDUELS SUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE

Les impacts résiduels du scénario 2 sur une crue exceptionnelle (engendrée par une pluie hivernale centennale) sont illustrés dans les pages qui suivent.

Profil en long de l'Yser - Scénario 2 - impacts résiduels des aménagements pour une crue exceptionnelle

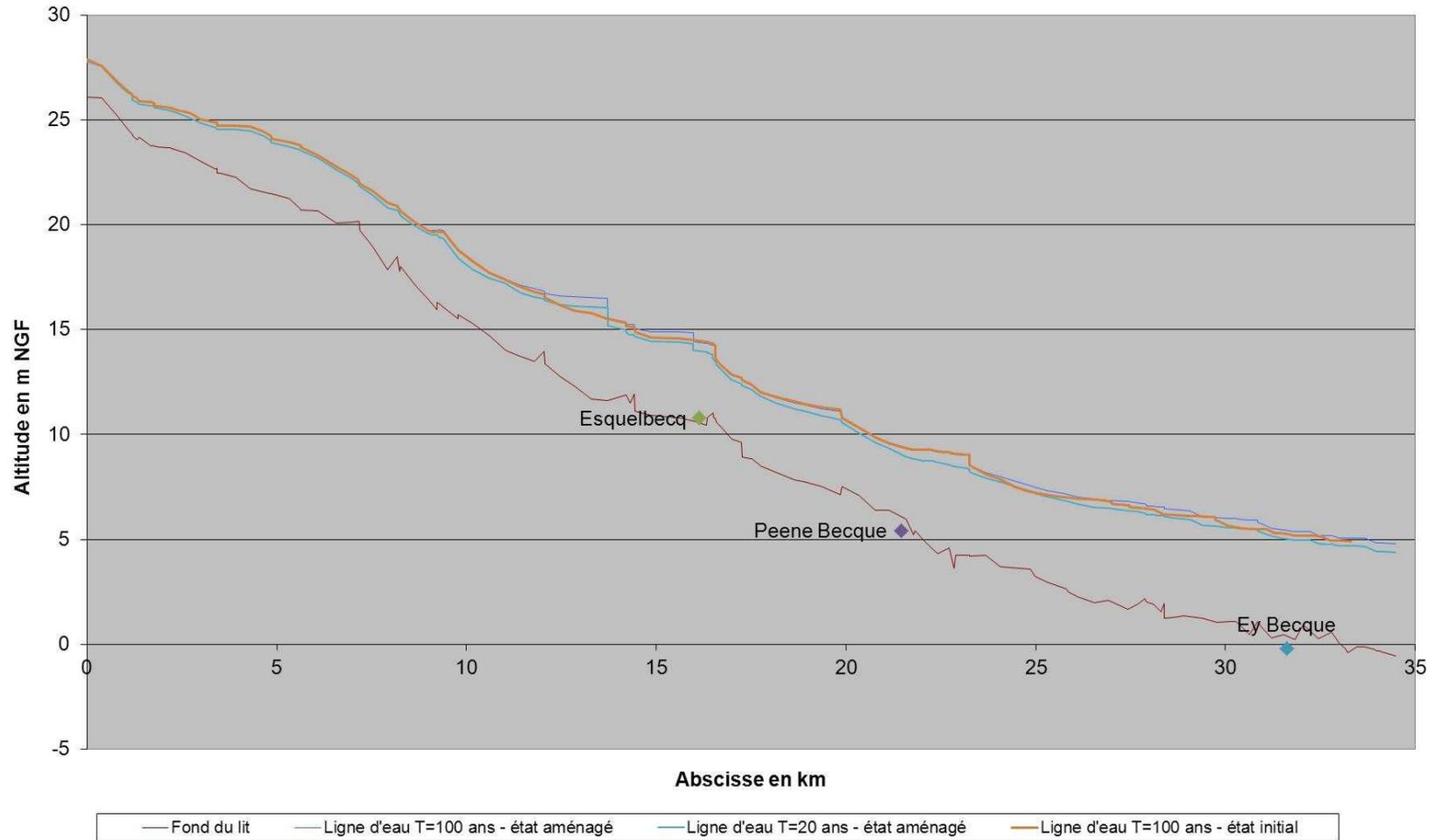


Fig. 48. PROFIL EN LONG DE L'YSER – SCENARIO 2 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE

Profil en long de la Peene Becque - Scénario 2 - impacts résiduels des aménagements pour une crue exceptionnelle

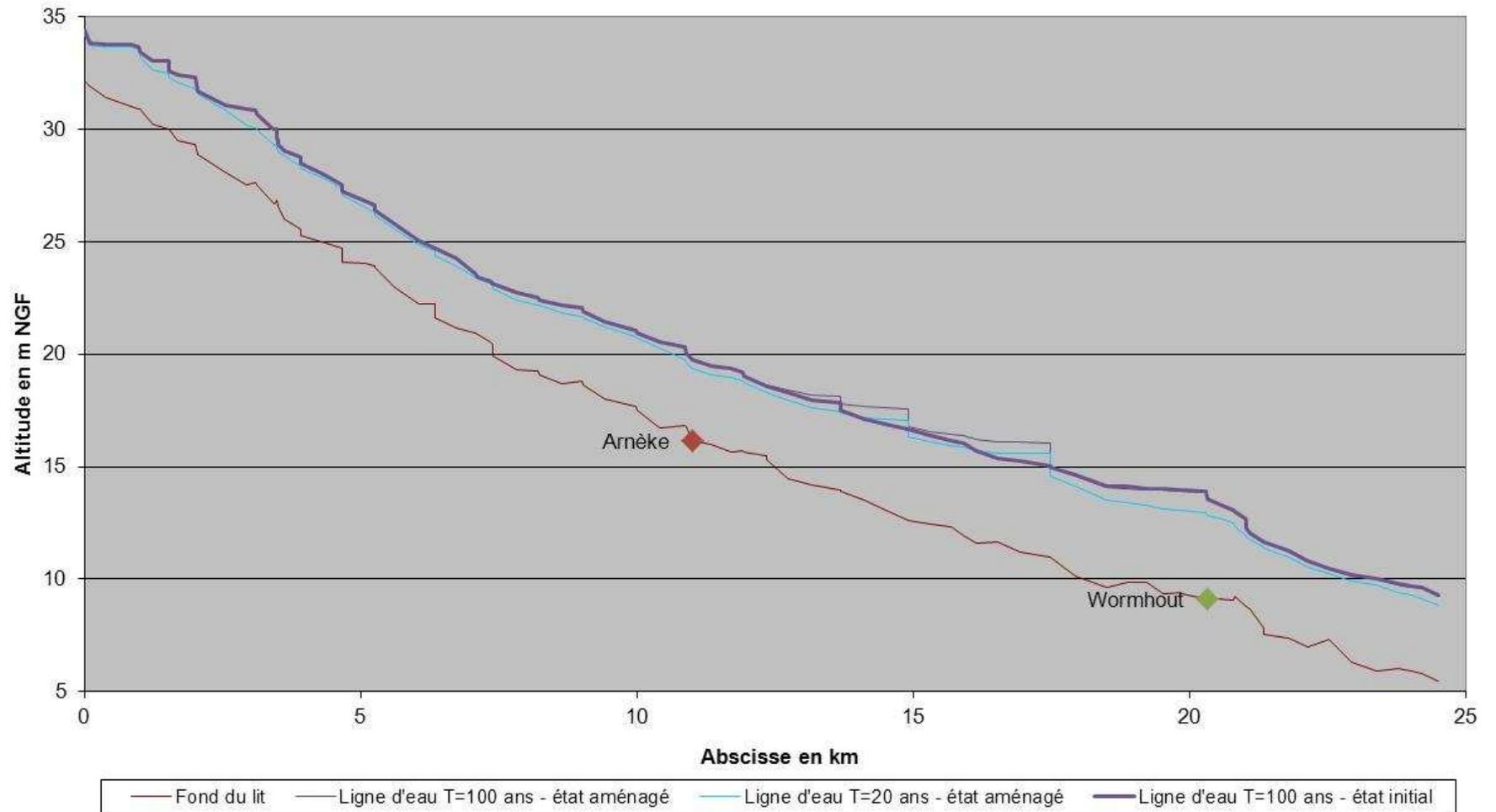


Fig. 49. PROFIL EN LONG DE LA PEENE BECQUE – SCENARIO 2 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE

Profil en long de la Moe Becque - Scénario 2 - impacts résiduels des aménagements pour une crue exceptionnelle

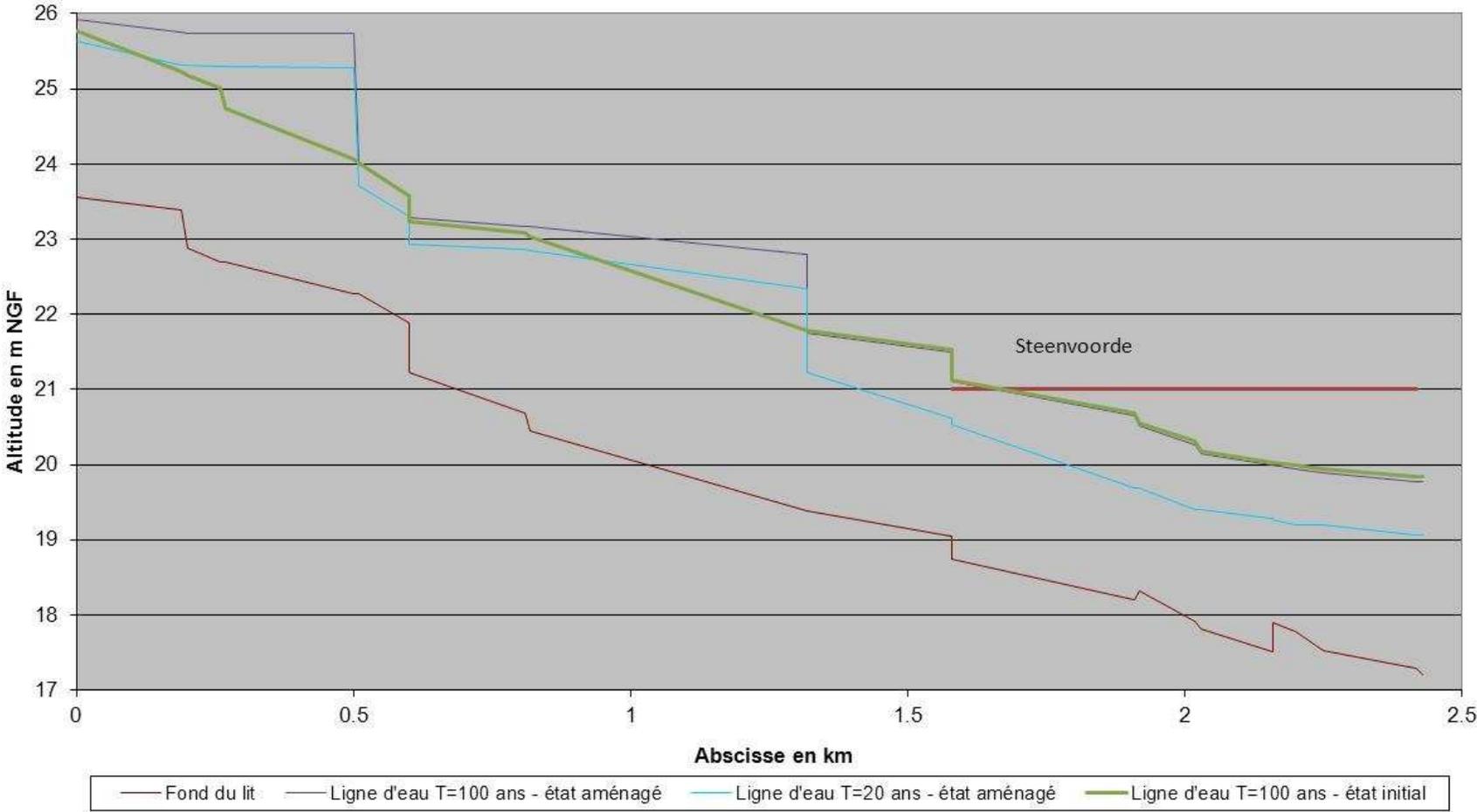


Fig. 50. PROFIL EN LONG DE LA MOE BECQUE – SCENARIO 2 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE

Profil en long de la EY Becque - Scénario 2 - impacts résiduels des aménagements pour une crue exceptionnelle

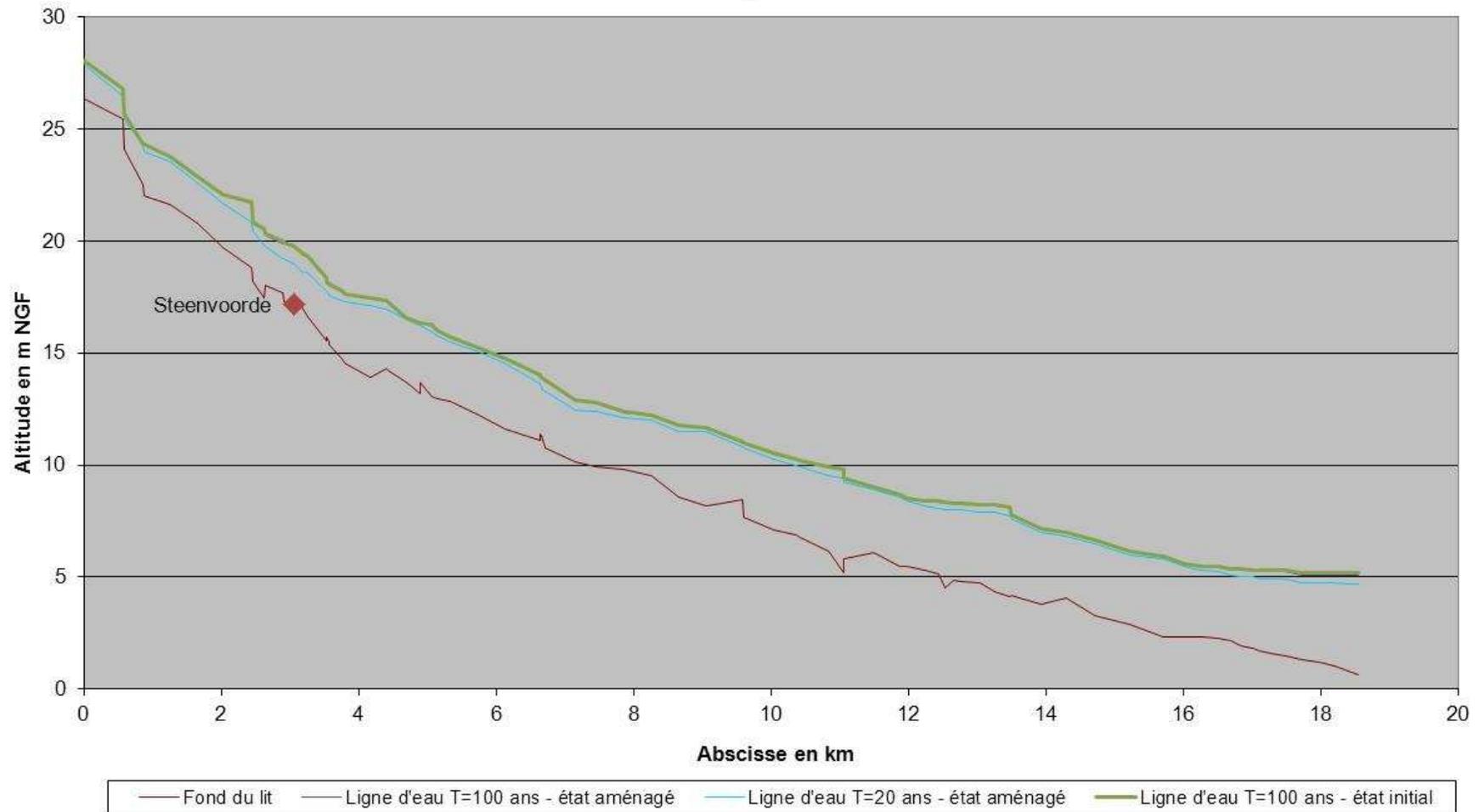


Fig. 51. PROFIL EN LONG DE L'EY BECQUE – SCENARIO 2 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE

Hydrogrammes à la station de Roesbrugge - Scénario 2 - impacts résiduels des aménagements sur
une crue exceptionnelle

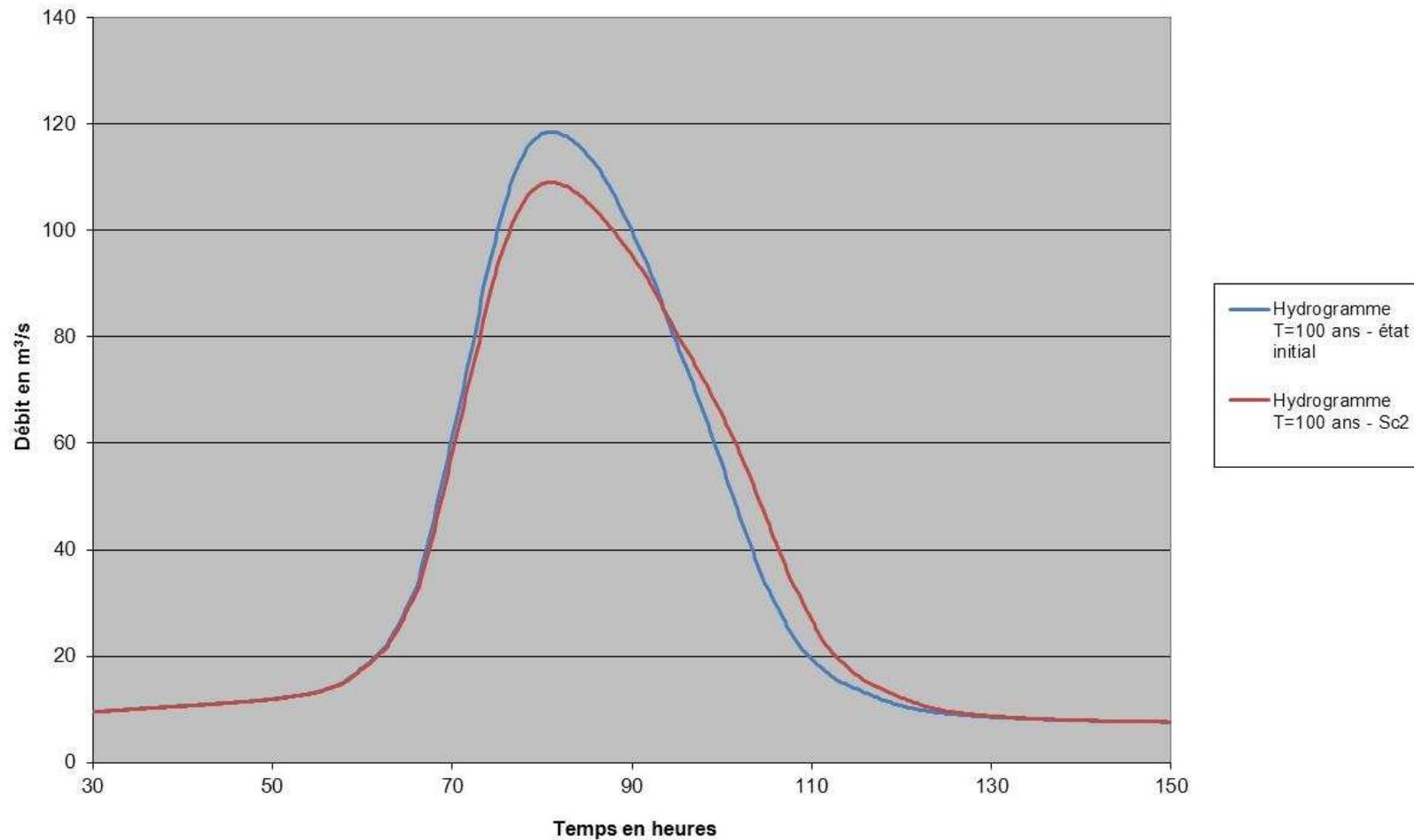


Fig. 52. *HYDROGRAMMES A ROESBRUGGE – SCENARIO 2 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE*

Les aménagements prévus au scénario 2 ne provoqueront pas d'inondation au niveau d'habitations non inondées à ce jour.

3.2.7. ESTIMATION FINANCIERE

3.2.7.1. LES AMENAGEMENTS DIFFUS

Le coût des aménagements diffus a été estimé sur les sous-bassins versants testés dans le cadre de la lutte contre le ruissellement (voir chapitre 4). Le coût moyen à l'hectare est de 155 € HT. Ainsi, le coût des aménagements diffus retenus dans le cadre du scénario 2, sur une superficie de 18 500 hectares, est estimé à **2 867 500 € HT**.

3.2.7.2. LES ZRDC

L'estimation financière de l'aménagement Sc2-ZRDC1 (Zegerscappel) est la suivante :

Tabl. 11 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc2-ZRDC1

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire HT	Coût HT
Installation / préparation	F	1	19 750.00	19 750.00
Réalisation de la digue (h=2,00m)	ml	230	1 500.00	345 000.00
Ouvrage de régulation	U	1	50 000.00	50 000.00
			TOTAL	414 750.00
			TOTAL +15%	476 962.50

Le volume retenu est de 72 000 m³.

L'estimation financière de l'aménagement Sc2-ZRDC2 (Esquelbecq) est la suivante :

Tabl. 12 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc2-ZRDC2

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire HT	Coût HT
Installation / préparation	F	1	11 500.00	11 500.00
Réalisation de la digue (h=2,00m)	ml	120	1 500.00	180 000.00
Ouvrage de régulation	U	1	50 000.00	50 000.00
			TOTAL	241 500.00
			TOTAL +15%	277 725.00

Le volume retenu est de 42 000 m³.

L'estimation financière de l'aménagement Sc2-ZRDC3 (Arnèke / Ledringhem) est la suivante :

Tabl. 13 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc2-ZRDC3

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire HT	Coût HT
Installation / préparation	F	1	8 875.00	8 875.00
Réalisation de la digue (h=2,00m)	ml	85	1 500.00	127 500.00
Ouvrage de régulation	U	1	50 000.00	50 000.00
			TOTAL	186 375.00
			TOTAL +15%	214 331.25

Le volume retenu est de 39 000 m³.

L'estimation financière de l'aménagement Sc2-ZRDC4 (Wormhout / Ledringhem) est la suivante :

Tabl. 14 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc2-ZRDC4

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire HT	Coût HT
Installation / préparation	F	1	11 500.00	11 500.00
Réalisation de la digue (h=2,00m)	ml	120	1 500.00	180 000.00
Ouvrage de régulation	U	1	50 000.00	50 000.00
			TOTAL	241 500.00
			TOTAL +15%	277 725.00

Le volume retenu est de 91 000 m³.

L'estimation financière de l'aménagement Sc2-ZRDC5 (Terdeghem) est la suivante :

Tabl. 15 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc2-ZRDC5

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire HT	Coût HT
Installation / préparation	F	1	11 875.00	11 875.00
Réalisation de la digue (h=2,00m)	ml	125	1 500.00	187 500.00
Ouvrage de régulation	U	1	50 000.00	50 000.00
			TOTAL	249 375.00
			TOTAL +15%	286 781.25

Le volume retenu est de 16 000 m³.

L'estimation financière de l'aménagement Sc2-ZRDC6 (Terdeghem) est la suivante :

Tabl. 16 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc2-ZRDC6

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire HT	Coût HT
Installation / préparation	F	1	7 000.00	7 000.00
Réalisation de la digue (h=1,50m)	ml	85	1 050.00	89 250.00
Ouvrage de régulation	U	1	50 000.00	50 000.00
			TOTAL	146 250.00
			TOTAL +15%	168 187.50

Le volume retenu est de 10 500 m³.

Le coût total des ZRDC prévues au scénario 2 est d'environ **1 705 000 € HT**.

3.2.7.3. REMEANDRAGE

L'estimation financière du reméandrage retenu dans le scénario 2 est la suivante :

Tabl. 17 - ESTIMATION FINANCIERE DU REMEANDRAGE (SCENARIO 2)

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire HT	Coût HT
Installation / préparation	F	1	40 000.00	40 000.00
Décapage terre végétale (30cm)	m ³	11 700	2.00	23 400.00
Déblais et stockage	m ³	40 500	3.00	121 500.00
Déblais et évacuation	m ³	65 800	8.00	526 400.00
Remblais (réutilisation déblais)	m ³	40 500	2.00	81 000.00
Mise en œuvre terre végétale	m ³	11 700	3.00	35 100.00
			TOTAL	827 400.00
			TOTAL +15%	951 510.00

Le coût du reméandrage s'élève approximativement à **955 000 € HT**.

3.2.7.4. LES PROTECTIONS AMOVIBLES

Le nombre d'habitations touchées par la crue de projet dans le cadre du scénario 1 est de 9. Pour ces enjeux localisés, une protection rapprochée est retenue. Cette protection rapprochée est décomposée en 2 types de mesures :

- Aménagement des habitations : reprise de l'assainissement, des éventuels systèmes de ventilation, réalisation d'aménagements fixes de protection (glissières pour batardeaux,...)
- Fourniture de matériels de protection rapprochée à mettre en œuvre en cas d'évènement : batardeaux, sacs absorbants, barrières étanches,...

Les coûts de des aménagements de protection rapprochée sont dépendants des habitations à protéger. Une première estimation est cependant proposée : 60 000 € HT / habitation, soit pour 9 habitations environ **540 000 € HT**.

Par ailleurs cette protection doit être couplée à la mise en œuvre d'un système d'alerte collectif en cas de crue associé à une astreinte permettant la mise en route des mesures de protection ou évacuation éventuelle.

Il est à noter que ce système d'alerte est nécessaire dans le cadre de la protection rapprochée des habitations mais est également conseillé dans le cadre des aménagements proposés dans les scénarios précédents. Il s'agit d'une orientation primordiale de la gestion future des cours d'eau.

3.2.7.5. BILAN

Le coût global du scénario 2 s'élève approximativement à **6 070 000 € HT**.

3.3. SCENARIO 3

3.3.1. ORIENTATIONS D'AMENAGEMENT

Les remarques recueillies en Comité de Pilotage le 8 décembre 2010 sur le scénario 1 et sur les possibilités avancées ont permis de donner des orientations pour les scénarios 2 et 3.

Si le reméandrage présenté en scénario 1 paraît intéressant, un aménagement du même type mais plus restreint semble plus réaliste.

Par ailleurs, l'ampleur des ZRDC présentées en scénario 1 est trop importante. Si ce type d'aménagement apparaît nécessaire pour pallier aux problèmes d'inondation engendrés par la pluie de projet, les acteurs locaux souhaitent qu'elles soient moins hautes (hauteur totale limitée à 2 mètres) et déplacées pour certaines d'entre elles.

Enfin, les perspectives présentées en matière de maîtrise du ruissellement (et donc de réduction des débits dans les cours d'eau) par les aménagements diffus ont été retenues par le Comité de Pilotage, qui a demandé qu'elles soient prises en compte pour les scénarios 2 et 3.

En plus des orientations fournies lors du Comité de Pilotage, l'USAN a indiqué pour le scénario 3 des zones prioritaires d'aménagements qui sont situées :

- En amont de Steenvoorde (Ey Becque).
- Sur le territoire d'Arnèke.
- Sur le territoire d'Ochtezeele.

3.3.1.1. MAITRISE DU RUISSELLEMENT

Les principes de base des aménagements diffus sont :

- La diminution de la concentration du ruissellement (haies, bandes enherbées perpendiculaires à la pente et le long des cours d'eau,...).
- L'organisation de l'écoulement du ruissellement (bandes enherbées en fond de talweg,...).
- Eventuellement la protection de zones à enjeux (fossés, diguettes,...).

La mise en place d'aménagements diffus a été prise en compte sur :

- Le bassin versant de l'Yser en amont d'Esquelbecq, sur les sous-bassins versants Y01, Y02, Y03 et Y04.
- Le bassin versant de la Peene Becque en amont de Wormhout sur les sous-bassins versants PB01 à PB11.
- Les bassins versant de la Moe Becque, de la Rommel Becque et de l'Ey Becque à Steenvoorde sur les sous-bassins versants E01, E02 et E04.

Par retour d'expérience, SOGREAH estime que la mise en place d'aménagements diffus sur un bassin versant rural permet de diminuer le ruissellement de 15%. Cette valeur a été retenue pour les secteurs situés en zone A et B (présence de traces d'érosion et de ruissellement) de l'annexe 9 du rapport de phase 1. Pour les secteurs en zone C (pas de traces d'érosion et de ruissellement), une diminution de 8% a été retenue.

3.3.1.2. DESCRIPTION GLOBALE DU SCENARIO 3

Les aménagements prévus au scénario 3 consistent donc en un reméandrage plus ciblé, les méandres à restaurer sont situés entre le pont de la RD 947 et la frontière belge.

Par ailleurs, le bassin CRESETY de Noordpeene reste projeté et les ZRDC prévues ont été limitées dans leurs dimensions, avec des hauteurs maximales de 2 mètres. Ainsi, 6 ZRDC sont prévues :

- Sc3-ZRDC1 sur la l'Yser à Zegerscappel
- Sc3-ZRDC2 sur l'Yser à Esquelbecq
- Sc3-ZRDC3 sur la Peene Becque à Arnèke et Ledringem
- Sc3-ZRDC4 sur la Peene Becque à Wormhout et Ledringem
- Sc3-ZRDC5 et Sc3-ZRDC6 sur la Moe Becque à Terdeghem
- Sc3-ZRDC7 sur la Peene Becque à Ochteele.
- Sc3-ZRDC8 sur la Peene Becque à Arnèke.
- Sc3-ZRDC9 sur l'Ey Becque à Terdeghem.

Enfin, l'aménagement d'une partie du bassin versant de l'Yser à l'aide d'aménagements diffus a été pris en compte.

3.3.2. LOCALISATION

Les localisations des aménagements projetés sont indiquées dans les pages qui suivent.

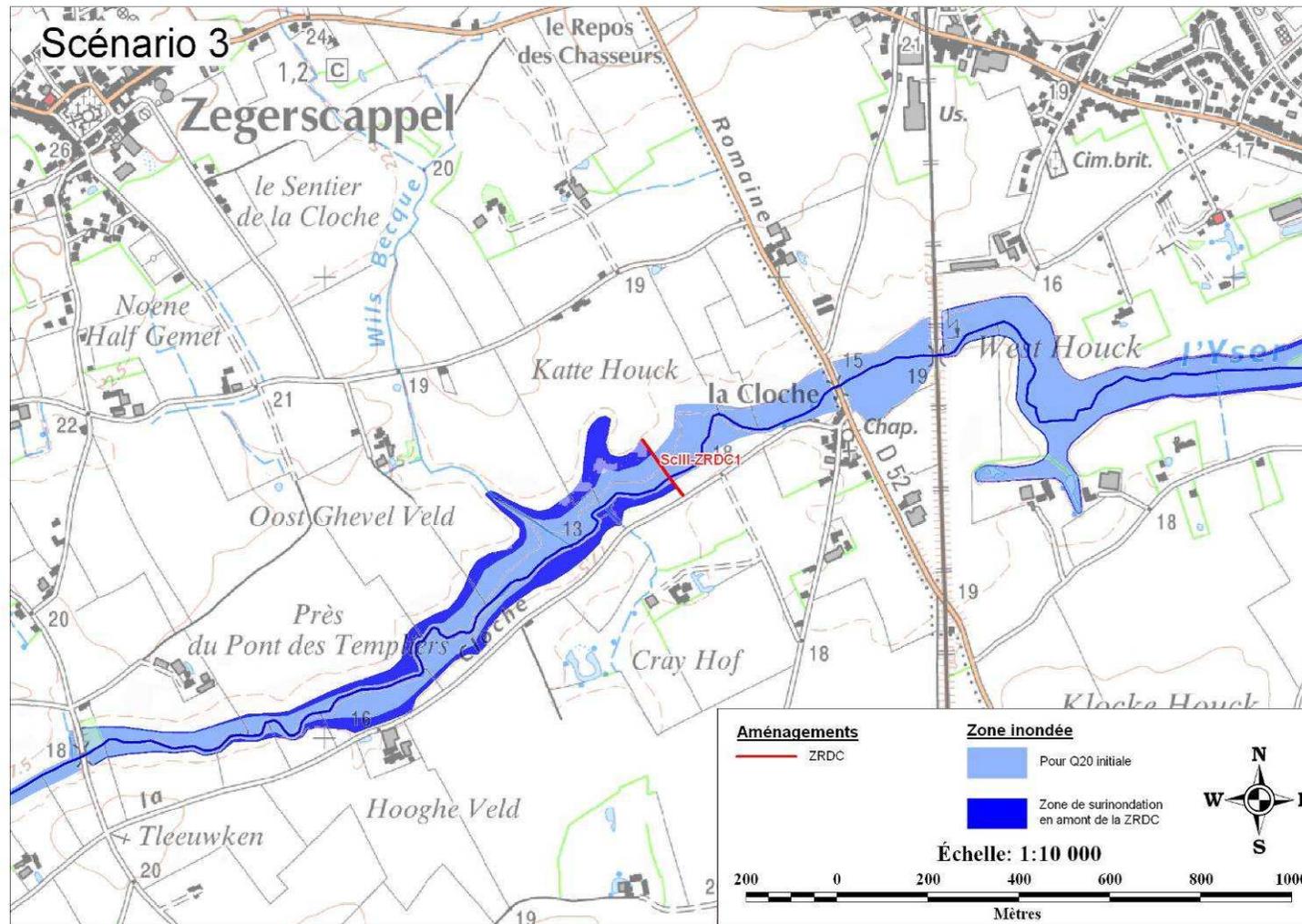


Fig. 53. LOCALISATION DES AMÉNAGEMENTS – SECTEUR DE ZEGERSCAPPEL

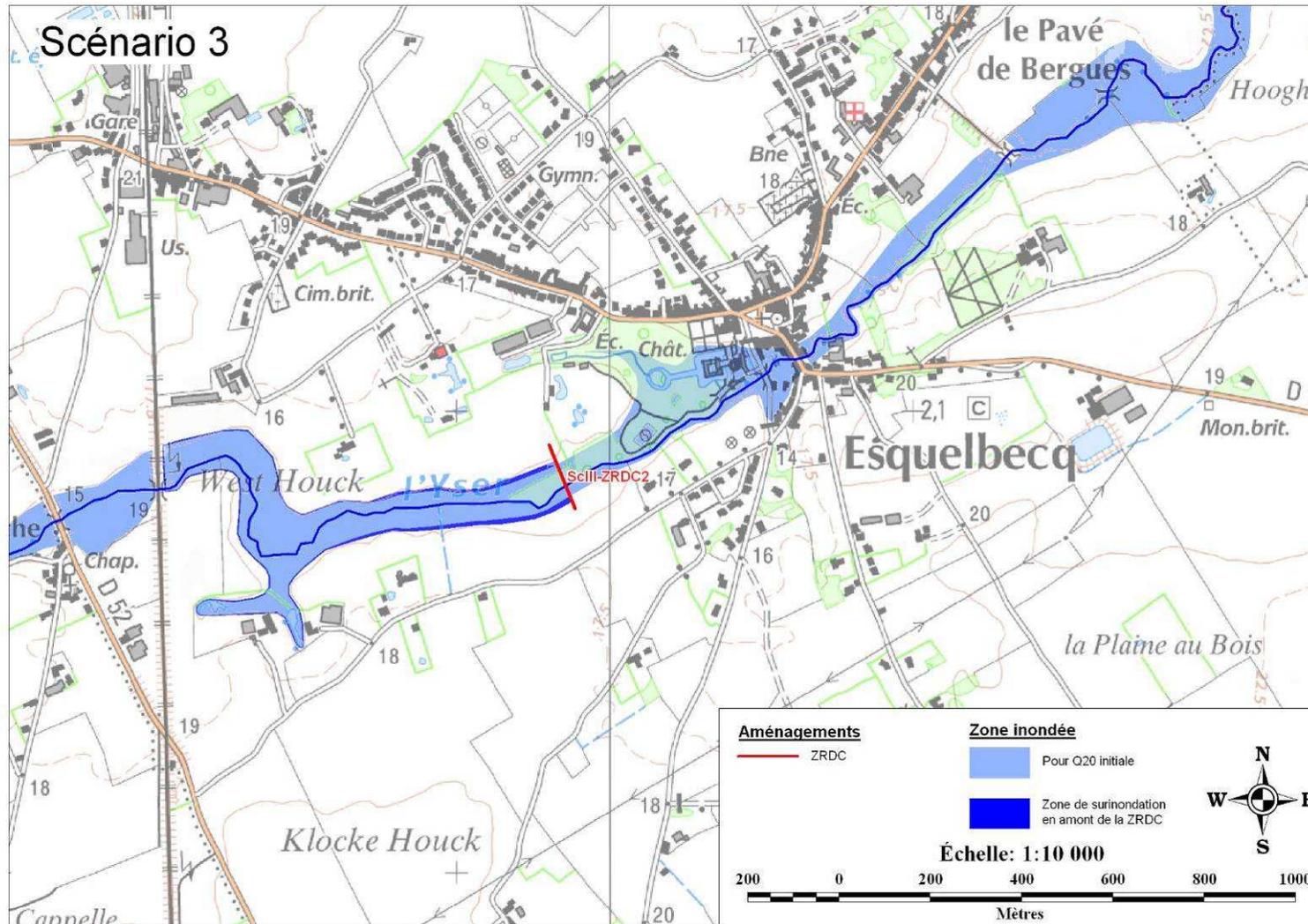


Fig. 54. LOCALISATION DES AMÉNAGEMENTS – SECTEUR D'ESQUELBECCQ

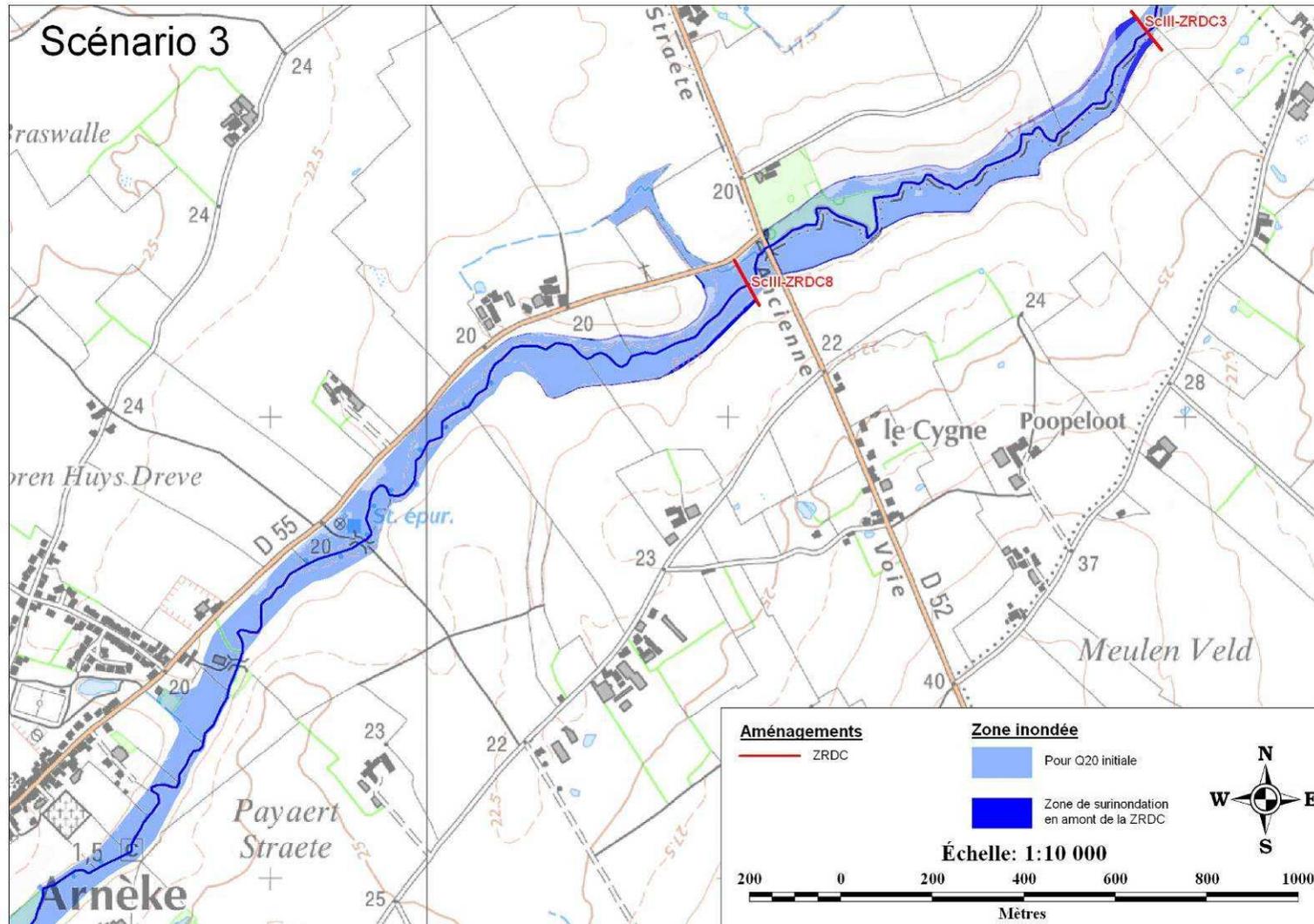


Fig. 55. LOCALISATION DES AMÉNAGEMENTS – SECTEUR D'ARNEKE / LEDRINGHEM

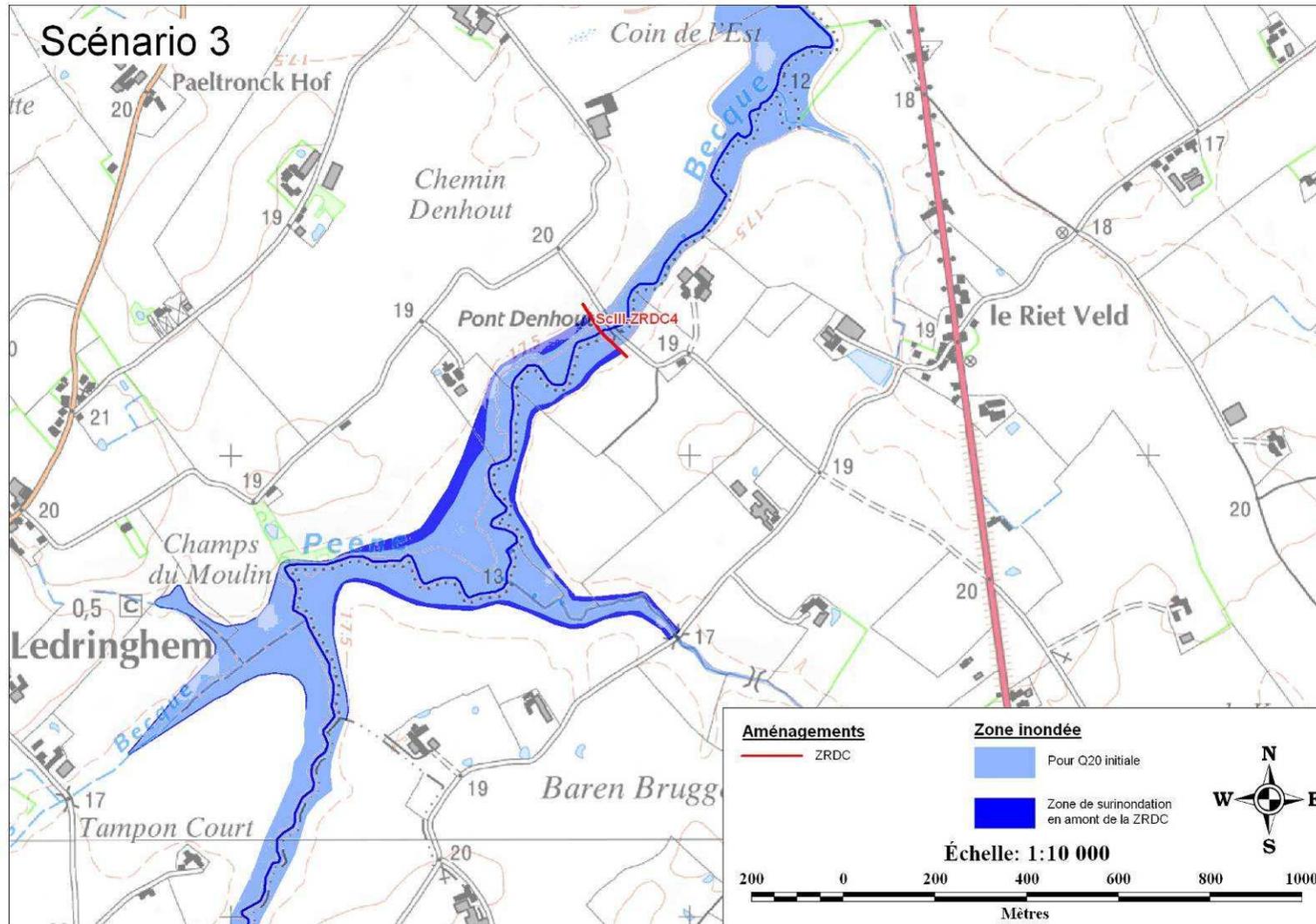


Fig. 56. LOCALISATION DES AMÉNAGEMENTS – SECTEUR DE WORMHOUT / LEDRINGHEM

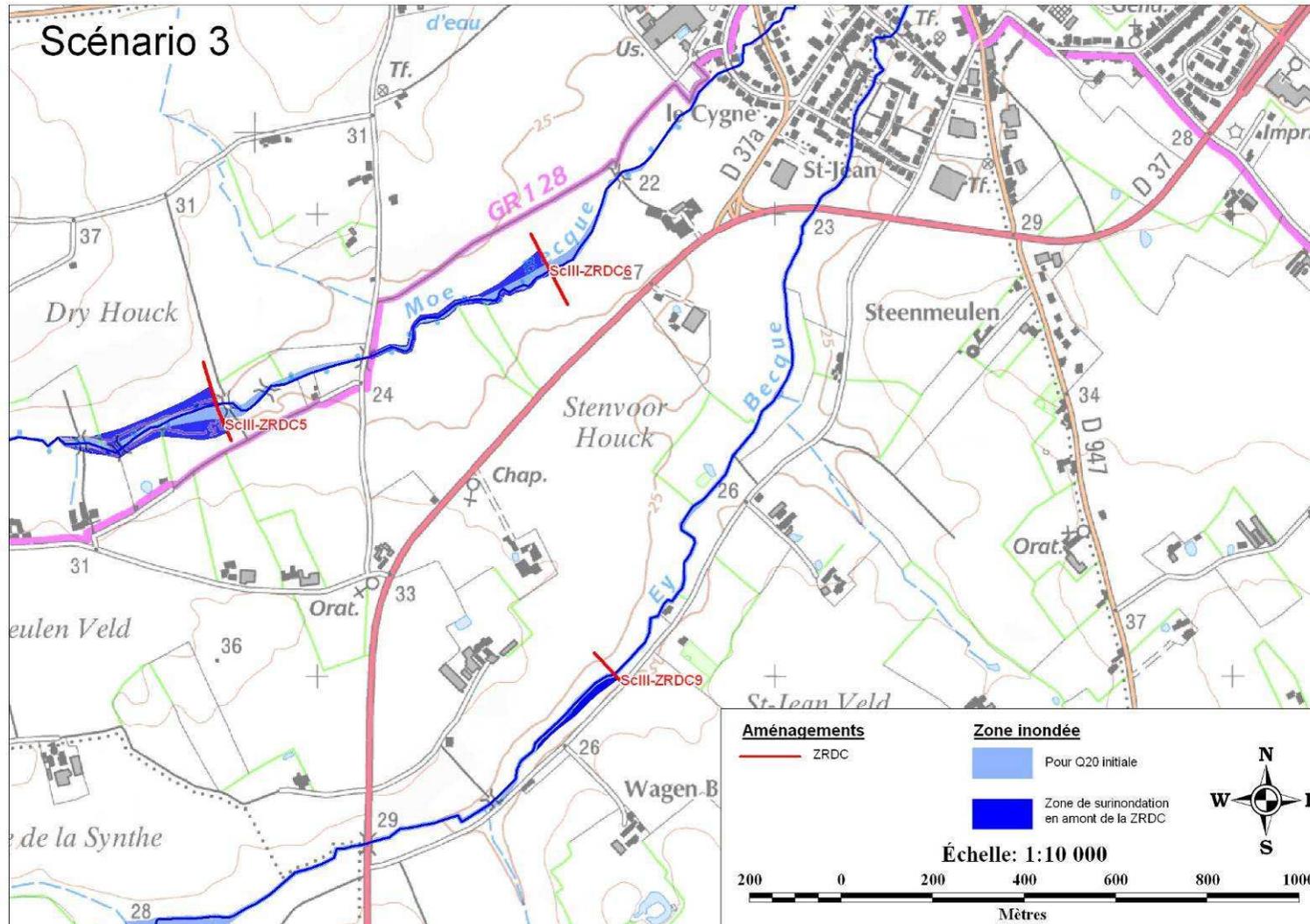


Fig. 57. LOCALISATION DES AMÉNAGEMENTS – SECTEUR DE TERDEGHEM

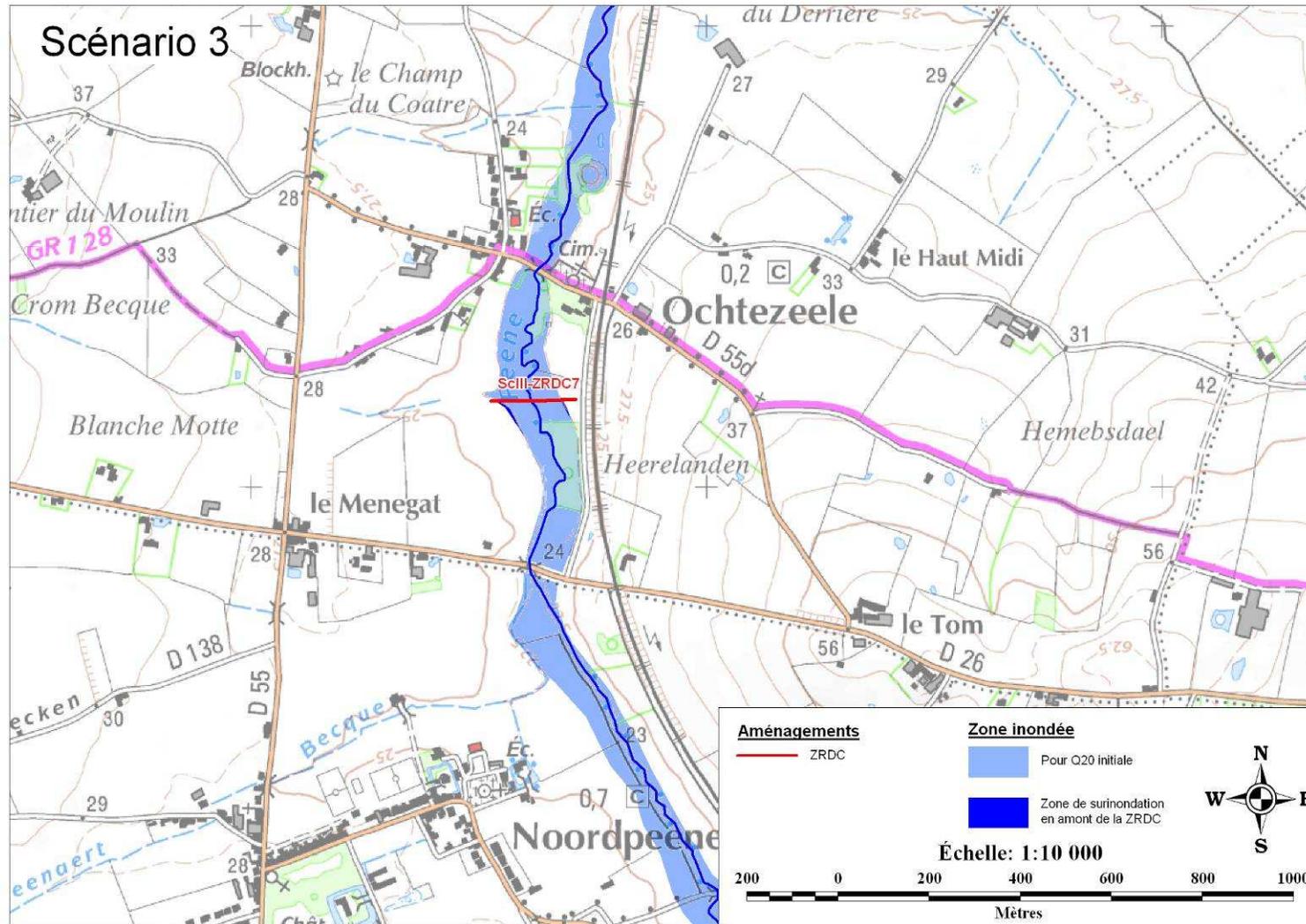


Fig. 58. LOCALISATION DES AMÉNAGEMENTS – SECTEUR D’OCHTEZEELE

3.3.3. DIMENSIONS

3.3.3.1. REMEANDRAGE

Le reméandrage prévu au scénario 3 est le suivant :

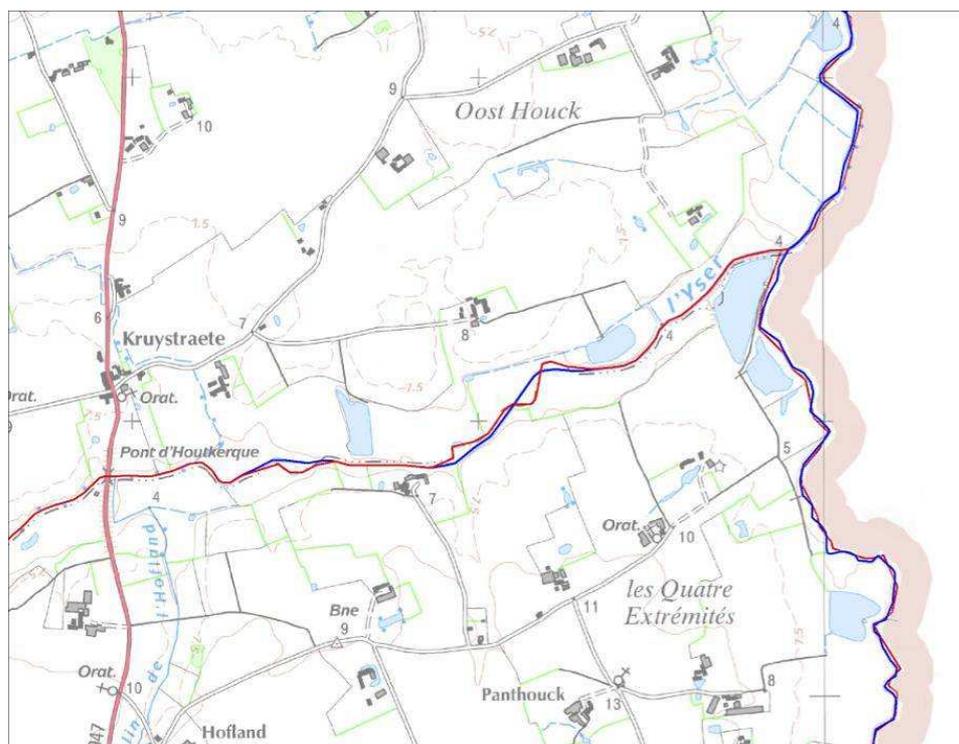


Fig. 59. REMEANDRAGE – SCENARIO 3

3.3.3.2. ZRDC

L'aménagement Sc3-ZRDC1 a les caractéristiques suivantes :

- Hauteur de 2 mètres entre le lit majeur et la crête de digue.
- Hauteur utile (dimensionnée par rapport à la crue de projet) de 1,50 mètre.
- Largeur de la surverse de sécurité égale à 25 mètres.
- Largeur en crête de digue de 3 mètres.
- Section de l'ouvrage de régulation pour la crue de projet fixée à 7,4 m².

L'aménagement Sc3-ZRDC2 a les caractéristiques suivantes :

- Hauteur de 1,90 mètre entre le lit majeur et la crête de digue.
- Hauteur utile (dimensionnée par rapport à la crue de projet) de 1,40 mètre.
- Largeur de la surverse de sécurité égale à 20 mètres.

- Largeur en crête de digue de 3 mètres.
- Section de l'ouvrage de régulation pour la crue de projet fixée à 10,15 m².

L'aménagement Sc3-ZRDC3 a les caractéristiques suivantes :

- Hauteur de 1,50 mètre entre le lit majeur et la crête de digue.
- Hauteur utile (dimensionnée par rapport à la crue de projet) de 1,00 mètre.
- Largeur de la surverse de sécurité égale à 25 mètres.
- Largeur en crête de digue de 3 mètres.
- Section de l'ouvrage de régulation pour la crue de projet fixée à 14,45 m².

L'aménagement Sc3-ZRDC4 a les caractéristiques suivantes :

- Hauteur de 2 mètres entre le lit majeur et la crête de digue.
- Hauteur utile (dimensionnée par rapport à la crue de projet) de 1,50 mètre.
- Largeur de la surverse de sécurité égale à 35 mètres.
- Largeur en crête de digue de 3 mètres.
- Section de l'ouvrage de régulation pour la crue de projet fixée à 8,03 m².

L'aménagement Sc3-ZRDC5 a les caractéristiques suivantes :

- Hauteur de 2 mètres entre le lit majeur et la crête de digue.
- Hauteur utile (dimensionnée par rapport à la crue de projet) de 1,50 mètre.
- Largeur de la surverse de sécurité égale à 5 mètres.
- Largeur en crête de digue de 3 mètres.
- Section de l'ouvrage de régulation pour la crue de projet fixée à 0,51 m².

L'aménagement Sc3-ZRDC6 a les caractéristiques suivantes :

- Hauteur de 1,60 mètre entre le lit majeur et la crête de digue.
- Hauteur utile (dimensionnée par rapport à la crue de projet) de 1,10 mètre.
- Largeur de la surverse de sécurité égale à 5 mètres.
- Largeur en crête de digue de 3 mètres.
- Section de l'ouvrage de régulation pour la crue de projet fixée à 0,58 m².

L'aménagement Sc3-ZRDC7 a les caractéristiques suivantes :

- Hauteur de 1,25 mètre entre le lit majeur et la crête de digue.
- Hauteur utile (dimensionnée par rapport à la crue de projet) de 0,75 mètre.
- Largeur de la surverse de sécurité égale à 25 mètres.

- Largeur en crête de digue de 3 mètres.
- Section de l'ouvrage de régulation pour la crue de projet fixée à 10,40 m².

L'aménagement Sc3-ZRDC8 a les caractéristiques suivantes :

- Hauteur de 1,26 mètre entre le lit majeur et la crête de digue.
- Hauteur utile (dimensionnée par rapport à la crue de projet) de 0,76 mètre.
- Largeur de la surverse de sécurité égale à 30 mètres.
- Largeur en crête de digue de 3 mètres.
- Section de l'ouvrage de régulation pour la crue de projet fixée à 10 m².

L'aménagement Sc3-ZRDC9 a les caractéristiques suivantes :

- Hauteur de 1,00 mètre entre le lit majeur et la crête de digue.
- Hauteur utile (dimensionnée par rapport à la crue de projet) de 0,50 mètre.
- Largeur de la surverse de sécurité égale à 10 mètres.
- Largeur en crête de digue de 3 mètres.
- Section de l'ouvrage de régulation pour la crue de projet fixée à 4,69 m².

3.3.3.3. PROTECTIONS INDIVIDUELLES DES ENJEUX ISOLES

Concernant les enjeux plus localisés, les cotes retenues pour les protections amovibles sont celles de la ligne d'eau déjà diminuées grâce aux précédents aménagements, augmentées de 20 cm :

- Les aménagements cités précédemment permettent de préserver de la crue de projet les enjeux ponctuels EP1 et EP8.
- La cote des défenses amovibles pour EP2 est 8,70 m NGF.
- La cote des défenses amovibles pour EP3 est 16,93 m NGF.
- La cote des défenses amovibles pour EP4 est 12,26 m NGF.
- La cote des défenses amovibles pour EP5 est 9,46 m NGF.
- La cote des défenses amovibles pour EP6 est 25,89 m NGF.
- La cote des défenses amovibles pour EP7 est 6,44 m NGF.

3.3.4. IMPACTS DU SCENARIO 3

Les impacts du scénario 3 sur la crue engendrée par la pluie de projet sont illustrés dans les pages qui suivent.

Profil en long de l'Yser - Scénario 3

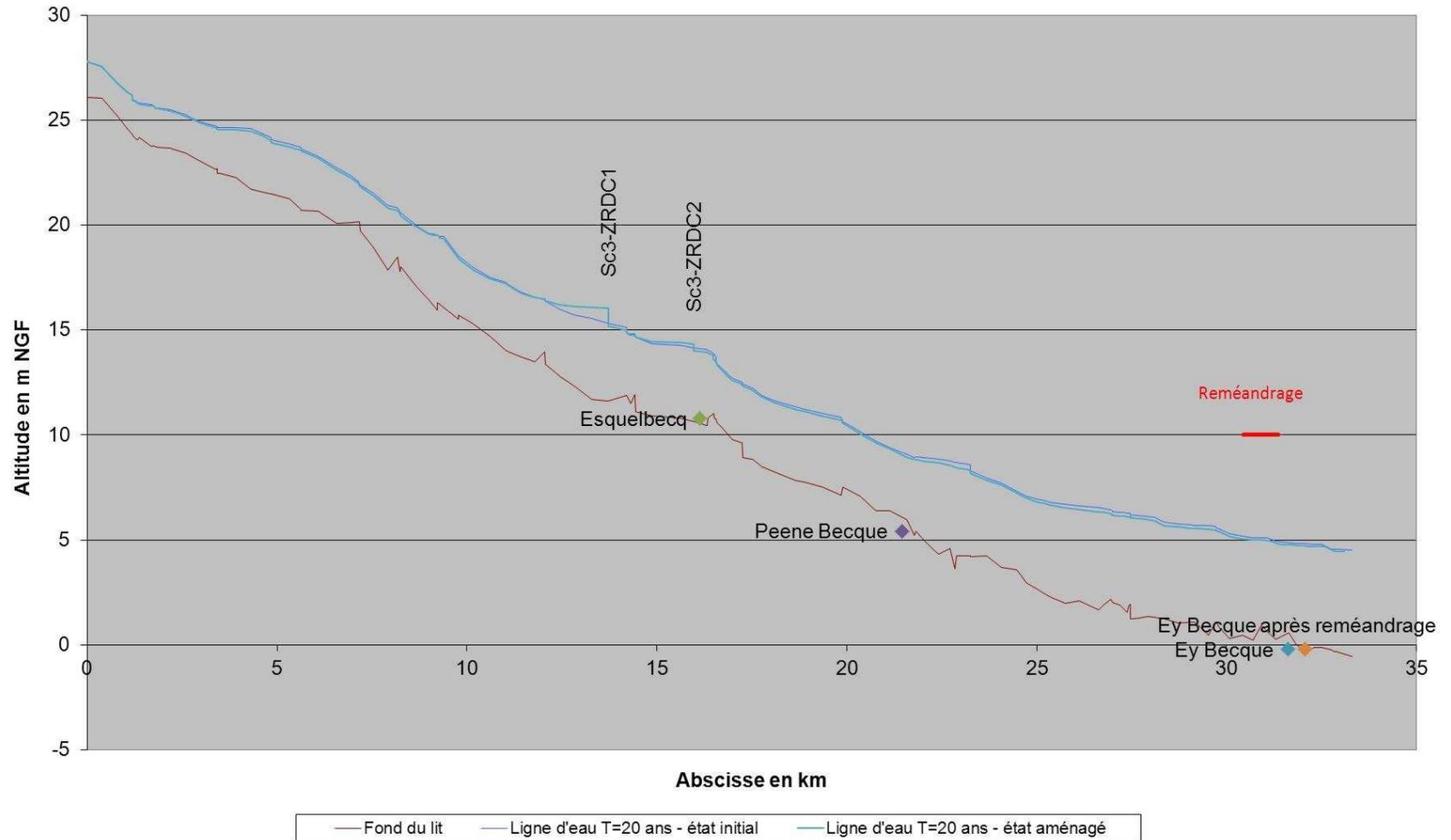


Fig. 60. PROFIL EN LONG DE L'YSER – SCENARIO 3

Profil en long de la Peene Becque - Scénario 3

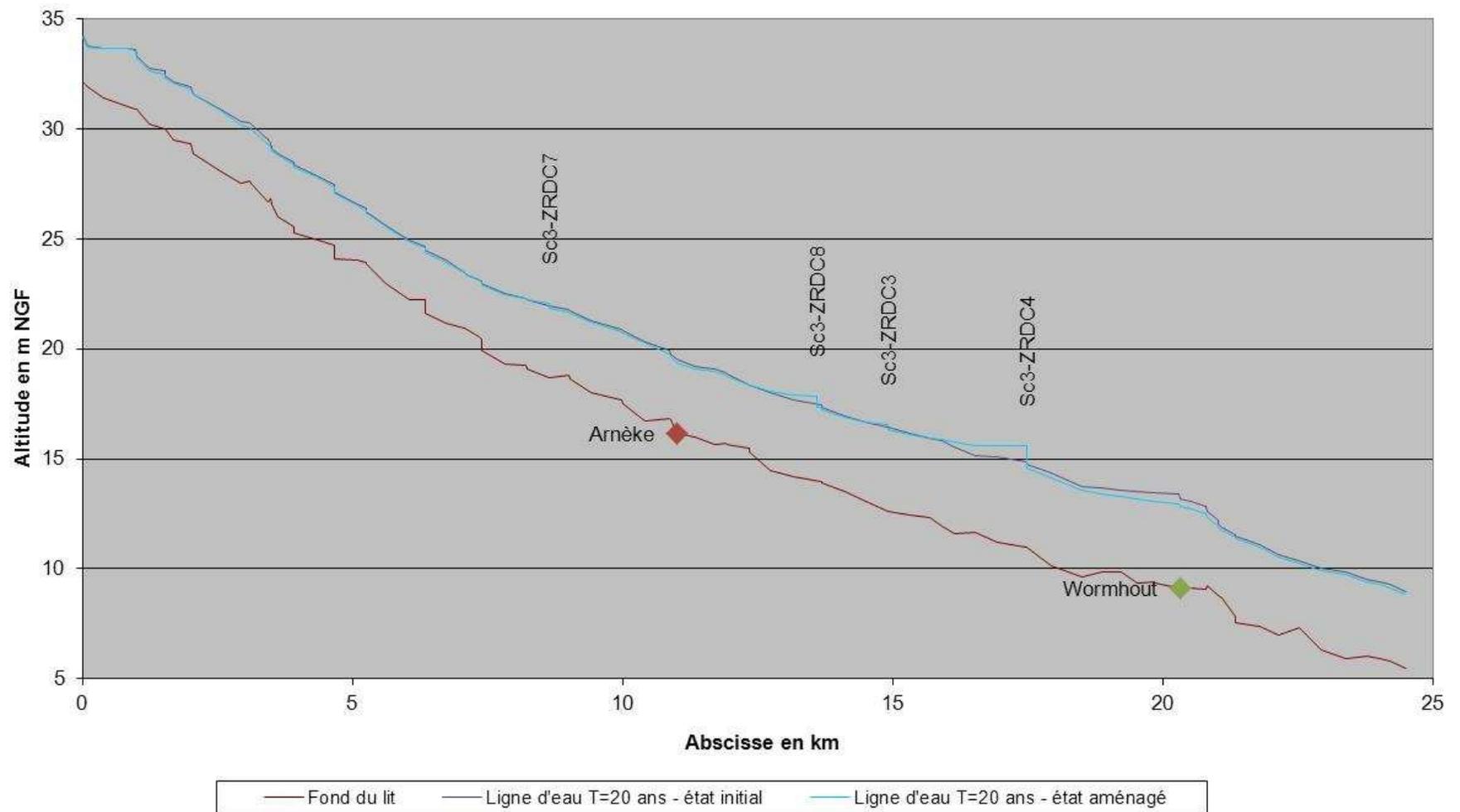


Fig. 61. PROFIL EN LONG DE LA PEENE BECQUE – SCENARIO 3

Profil en long de la Moe Becque - Scénario 3

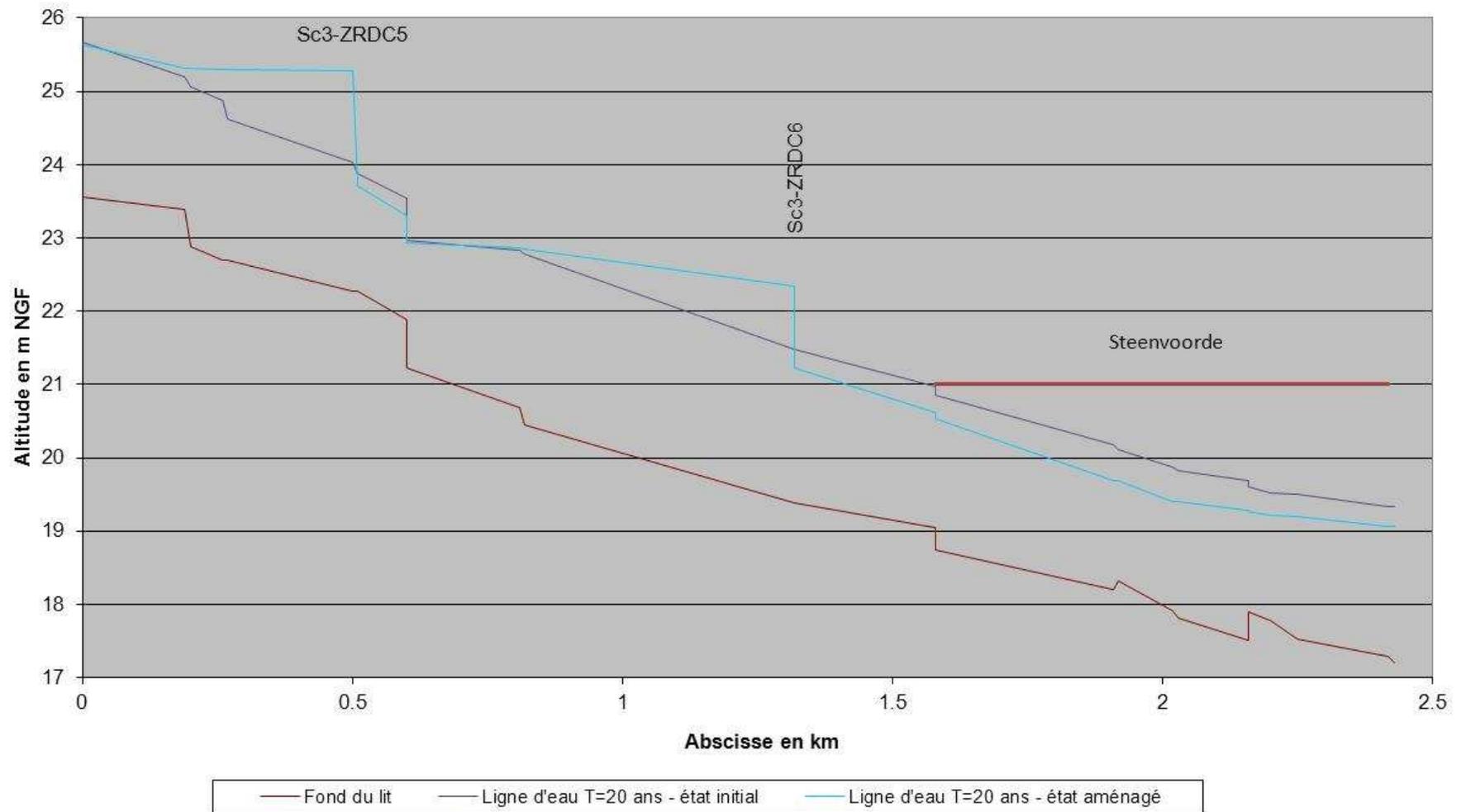


Fig. 62. PROFIL EN LONG DE LA MOE BECQUE – SCENARIO 3

Profil en long de la EY Becque - Scénario 3

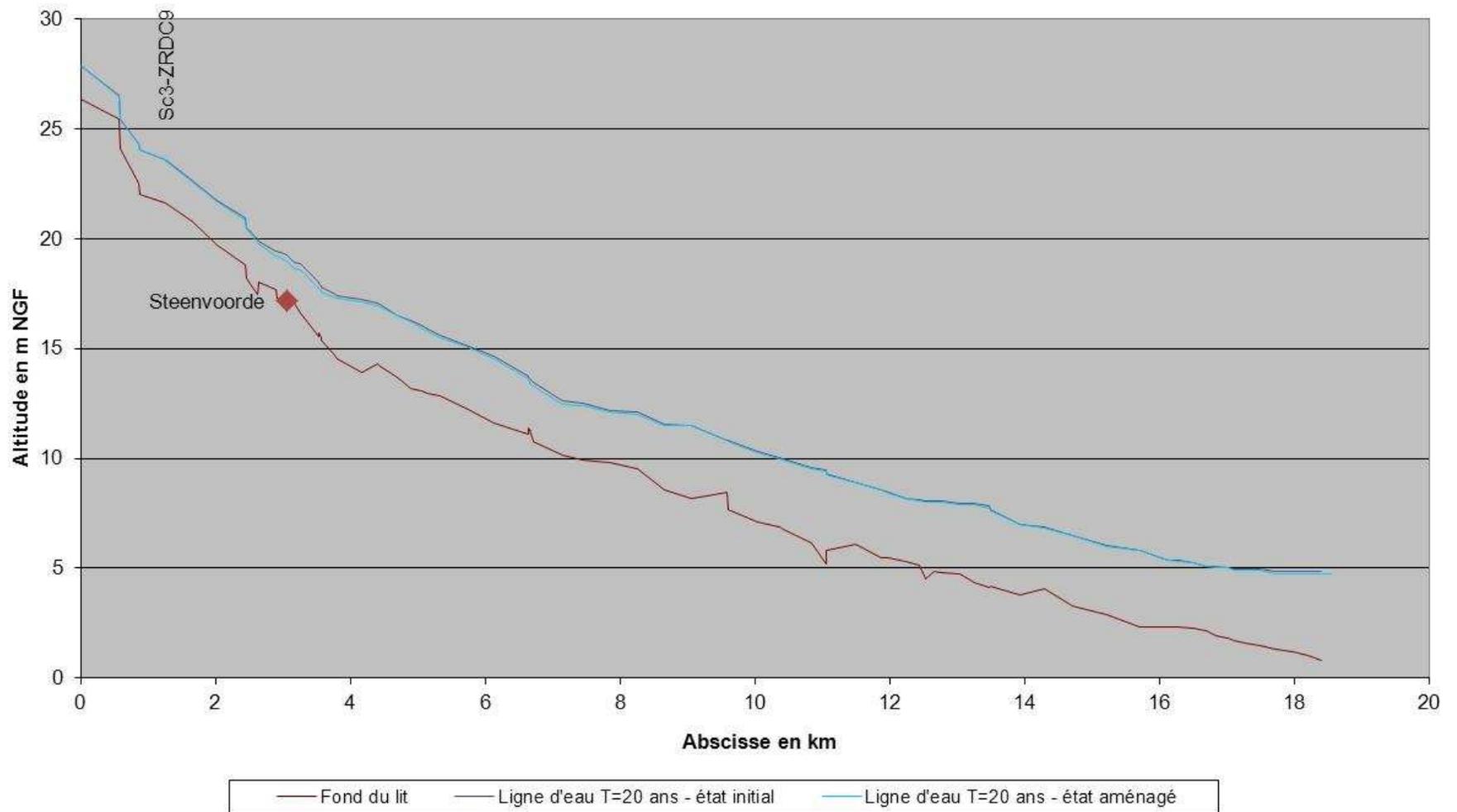


Fig. 63. PROFIL EN LONG DE L'EY BECQUE – SCENARIO 3

Hydrogrammes à la station de Roesbrugge - Scénario 3

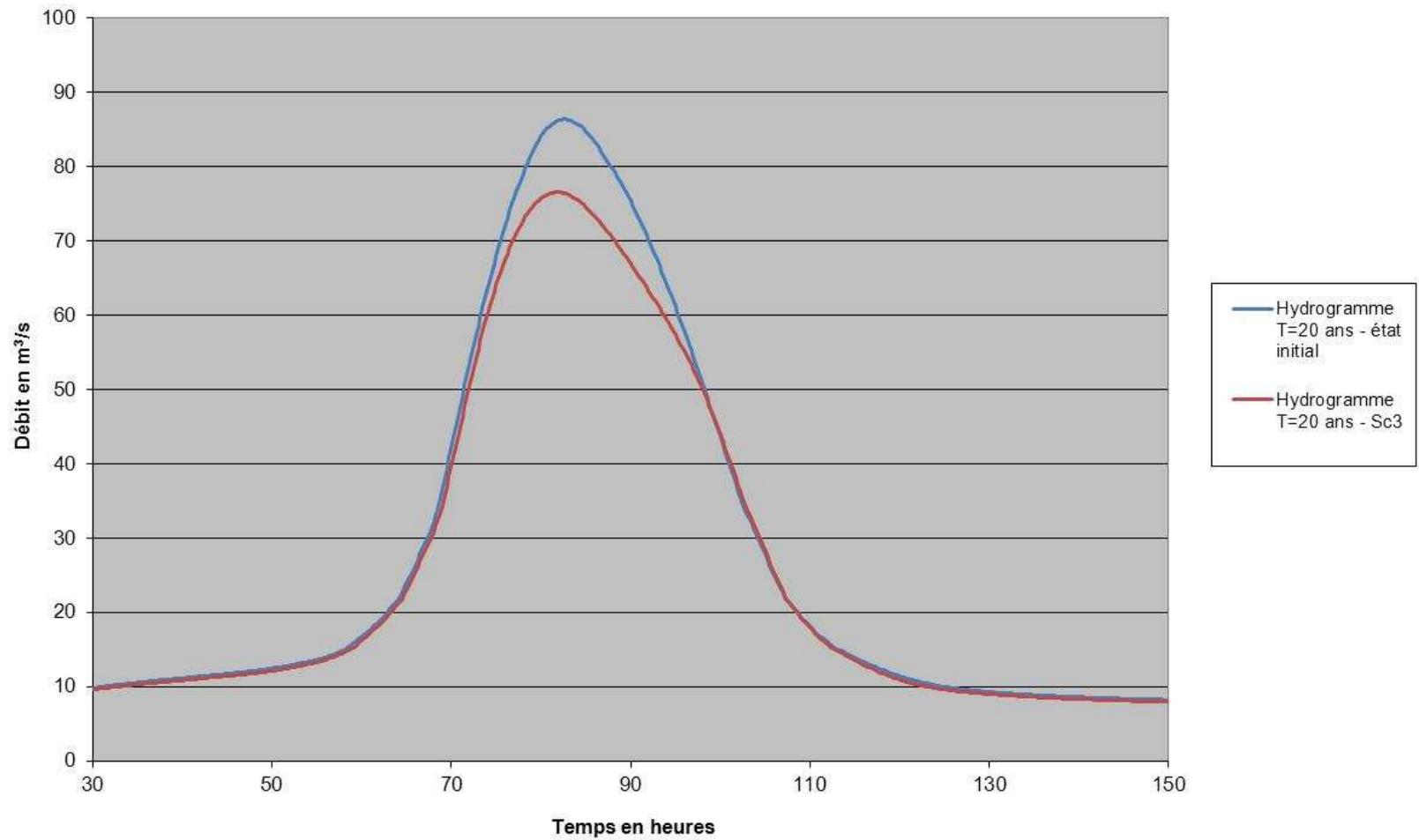


Fig. 64. HYDROGRAMMES A ROESBRUGGE – SCENARIO 3

Le scénario 3 permet une diminution sensible de la ligne d'eau pour l'événement de projet. Dans la traversée d'Esquelbecq, la ligne d'eau de l'Yser baisse de 10 à 25 cm selon les secteurs, ce qui permet de préserver les habitations de l'inondation.

Sur la Peene Becque, la mise en place des aménagements permet une diminution de la hauteur d'eau d'une dizaine de centimètres à Arnèke, ce qui est suffisant pour préserver les bâtiments de la crue de projet. Par ailleurs, la prise en compte des aménagements du scénario 3 impacte fortement la ligne d'eau à Wormhout, puisque celle-ci diminue de 10 à 45 cm selon les secteurs. On remarque ici que la réalisation des aménagements Sc3-ZRDC7 et Sc3-ZRDC8 entraîne une diminution de la taille de l'aménagement Sc3-ZRDC3, qui diminue de 50 centimètres. En revanche, Sc3-ZRDC4 reste identique à Sc2-ZRDC4. Si la prise en compte des aménagements supplémentaires Sc3-ZRDC7 et Sc3-ZRDC8 ne peut apporter de diminution plus importante des aménagements déjà envisagés au scénario 2, c'est parce que l'ampleur de Sc3-ZRDC7 et Sc3-ZRDC8 est contrainte par la présence d'enjeux proches en amont qui ne doivent pas être sur-inondés par la crue de projet.

A Steenvoorde, les aménagements hydrauliques réalisés sur la Moe Becque et sur le bassin versant en amont de Steenvoorde apportent une baisse d'une trentaine de centimètres de la hauteur d'eau dans les zones problématiques ; ainsi, les habitations inondées pour l'événement de projet ne seraient plus atteintes. On remarque que l'intégration de l'aménagement Sc3-ZRDC9 ne permet pas de restreindre l'ampleur des aménagements déjà projetés sur la Moe Becque dans le cadre du scénario 2. En effet, l'ampleur de Sc3-ZRDC9 est contrainte par la présence d'enjeux en amont qui ne doivent pas être sur-inondés par la crue de projet. Les aménagements du scénario 3 auraient un impact bien au-delà des enjeux qui ont entraîné leur conception : de la confluence entre la Peene Becque et l'Yser jusqu'au passage de la frontière belge, la ligne d'eau de l'Yser baisse de 10 à 25 cm.

En Belgique, à l'aval du secteur d'étude, le scénario 3 entraîne une diminution d'environ 10 cm de la ligne d'eau. L'hydrogramme est écrêté par les aménagements, et le débit de pointe est baissé de 11%.

3.3.5. IMPACTS INDIVIDUELS DES AMENAGEMENTS

Des fiches indiquant les impacts individuels des aménagements du scénario 3 sont fournies en [annexe 03](#). A noter que les dimensionnements des orifices de vidange des ZRDC ont été réalisés dans le cadre d'un scénario complet. Si l'ouvrage est réalisé indépendamment des autres aménagements du scénario, alors l'orifice de vidange doit être redimensionné.

3.3.6. IMPACTS RESIDUELS SUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE

Les impacts résiduels du scénario 3 sur une crue exceptionnelle (engendrée par une pluie hivernale centennale) sont illustrés dans les pages qui suivent.

Profil en long de l'Yser - Scénario 3 - impacts résiduels des aménagements pour une crue exceptionnelle

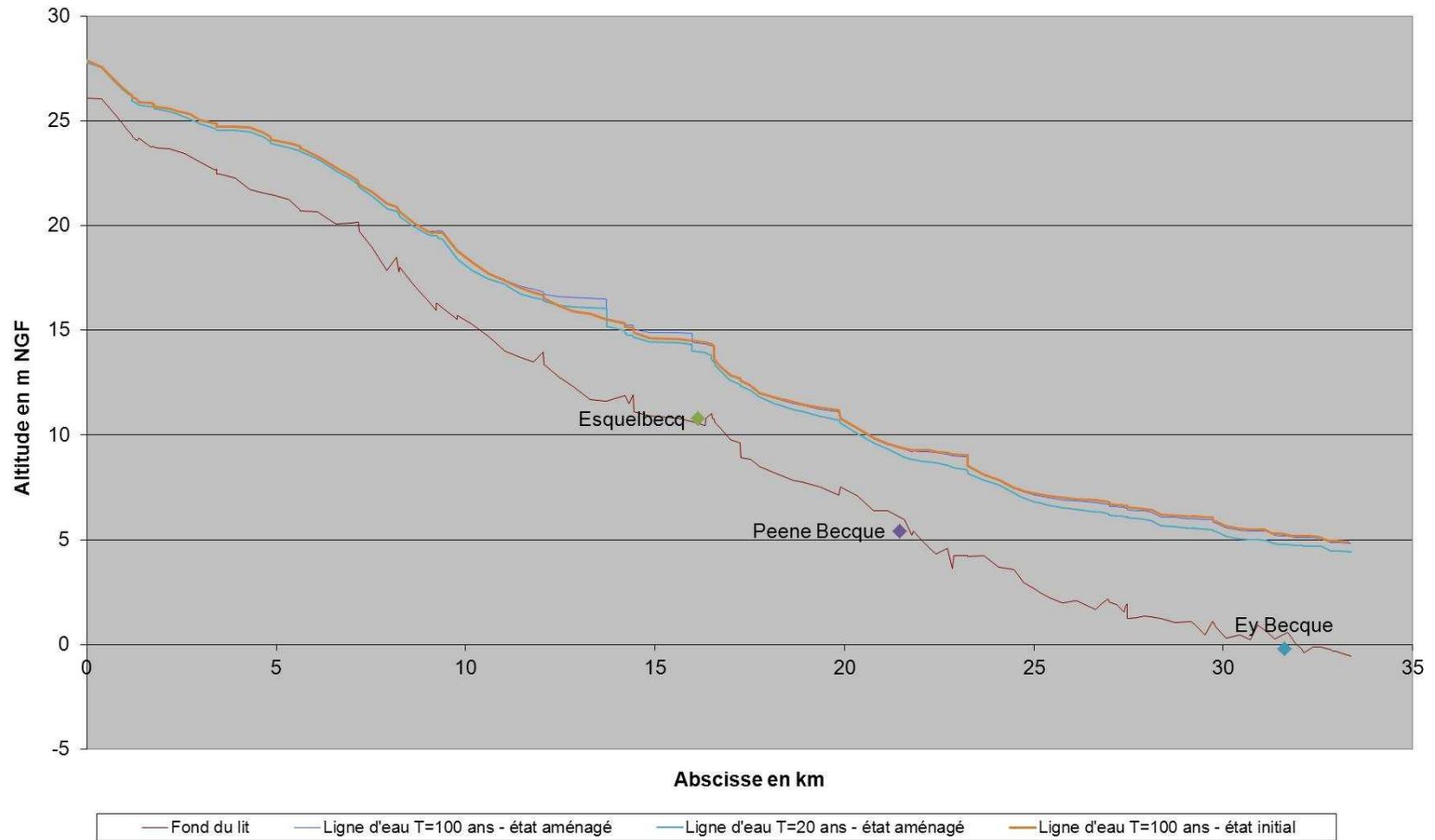


Fig. 65. PROFIL EN LONG DE L'YSER – SCENARIO 3 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE

Profil en long de la Peene Becque - Scénario 3 - impacts résiduels des aménagements pour une crue exceptionnelle

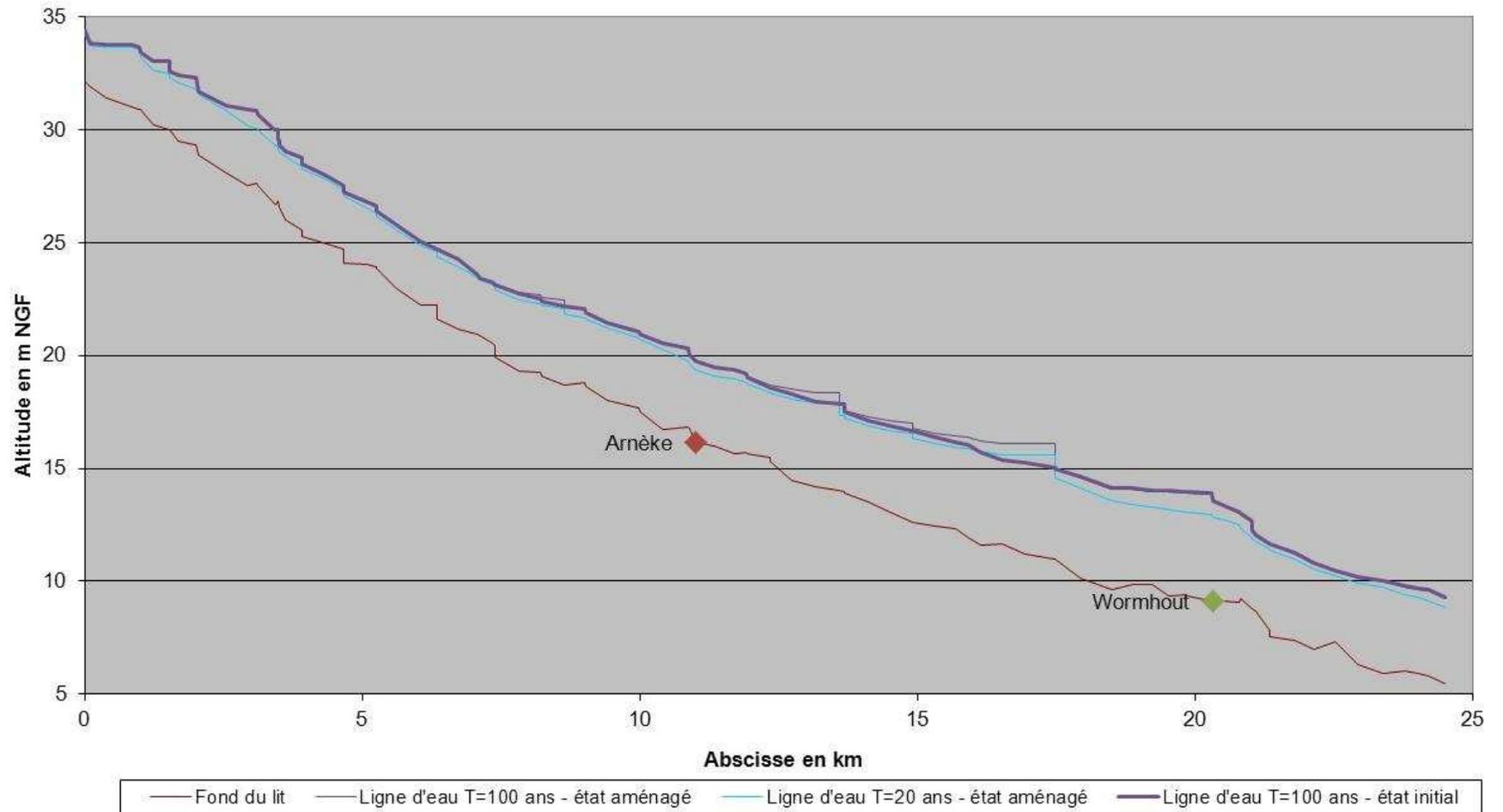


Fig. 66. PROFIL EN LONG DE LA PEENE BECQUE – SCENARIO 3 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE

Profil en long de la Moe Becque - Scénario 3 - impacts résiduels des aménagements pour une crue exceptionnelle

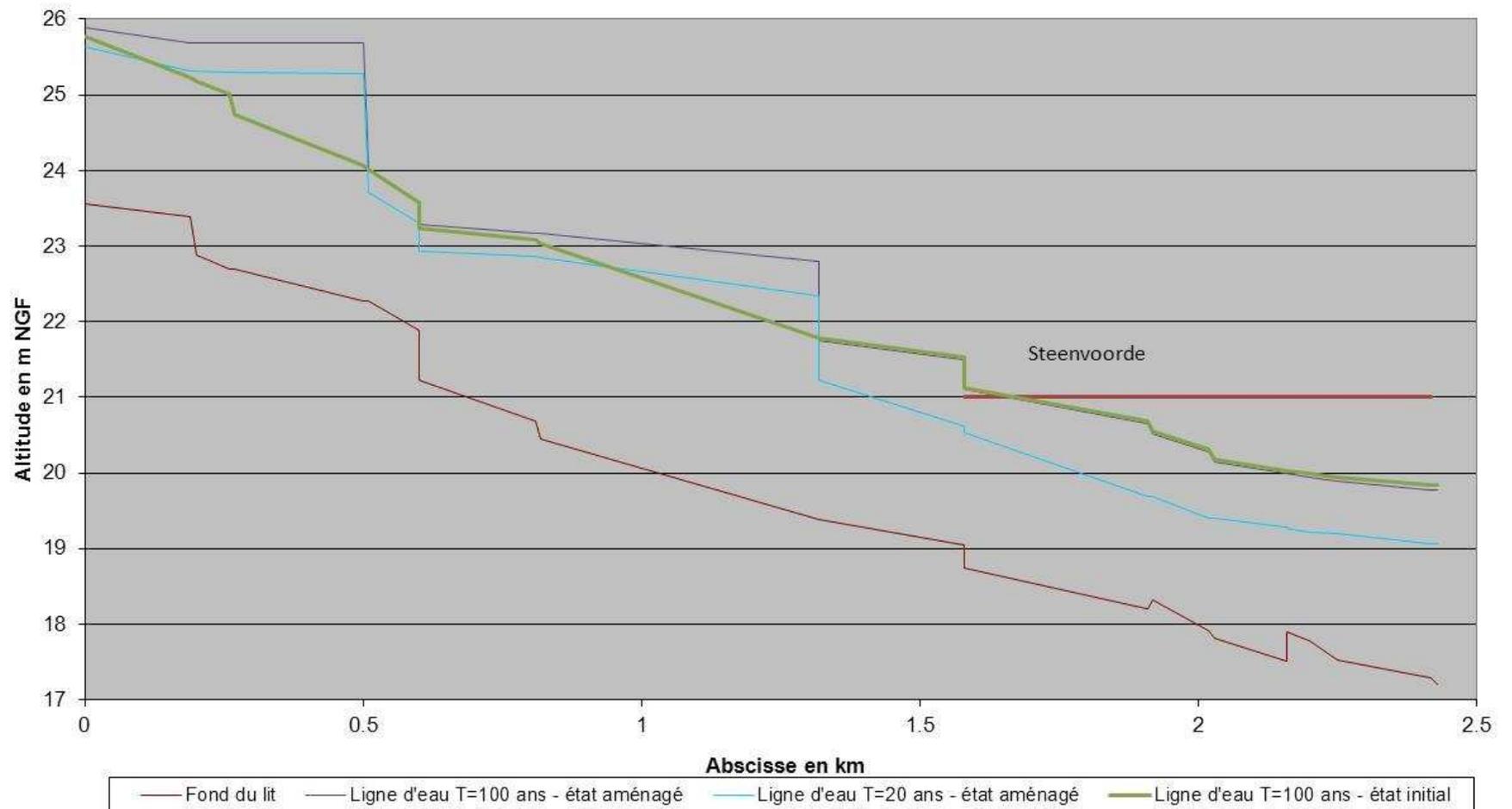


Fig. 67. PROFIL EN LONG DE LA MOE BECQUE – SCENARIO 3 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE

Profil en long de la EY Becque - Scénario 3 - impacts résiduels des aménagements pour une crue exceptionnelle

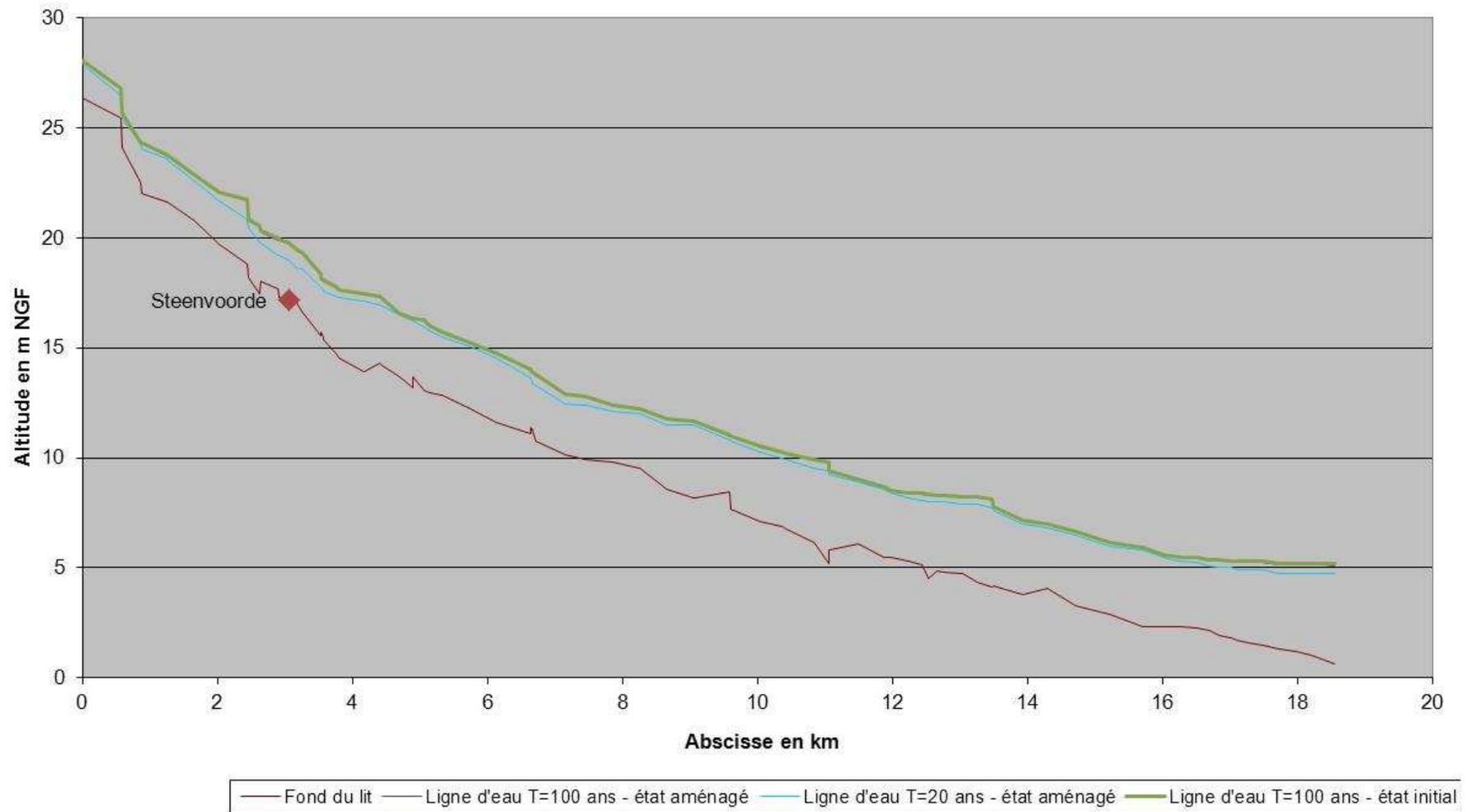


Fig. 68. PROFIL EN LONG DE L'EY BECQUE - SCENARIO 3 - IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE

Hydrogrammes à la station de Roesbrugge - Scénario 3 - impacts résiduels des aménagements sur
une crue exceptionnelle

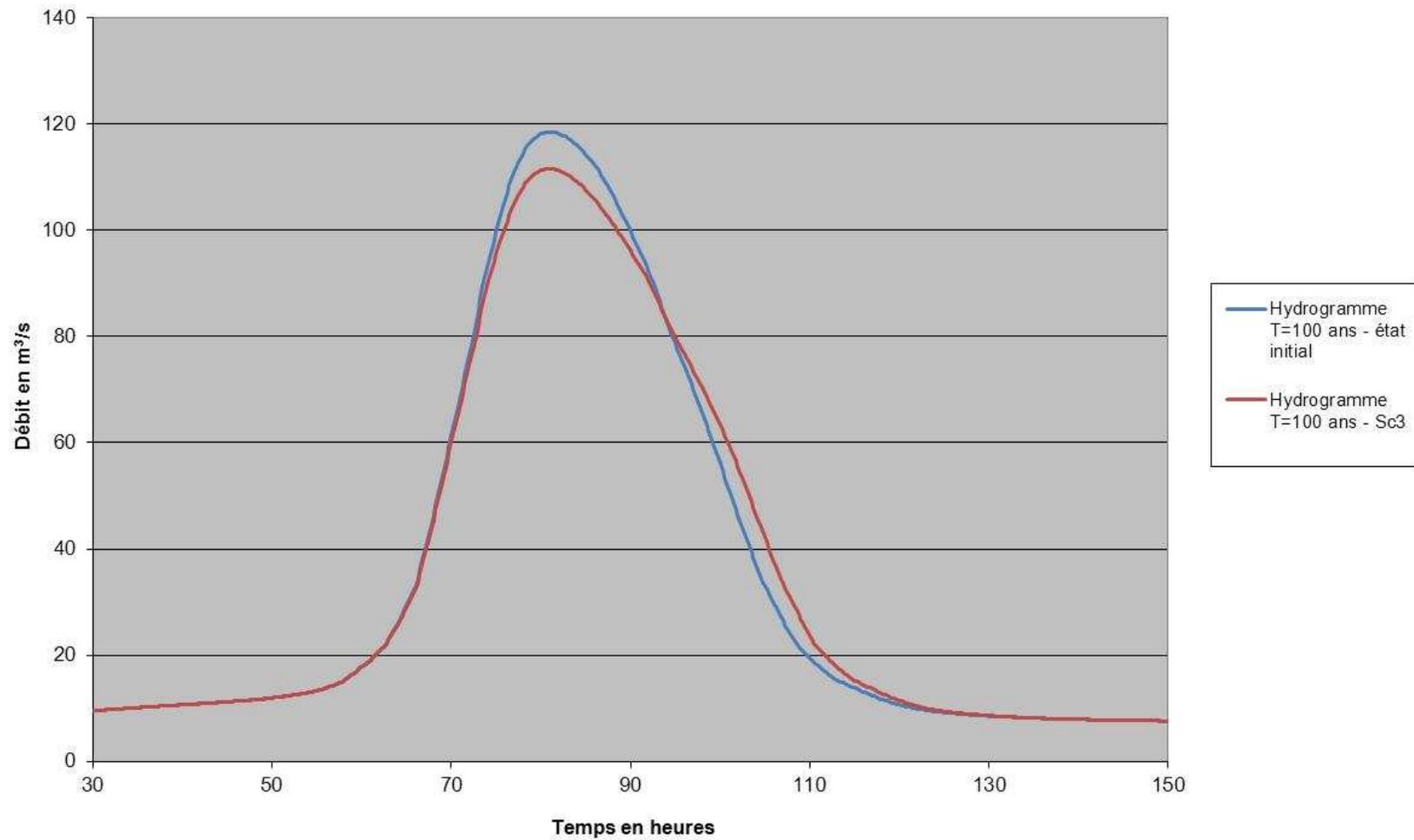


Fig. 69. *HYDROGRAMMES A ROESBRUGGE – SCENARIO 3 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE*

Les aménagements Sc3-ZRDC7, Sc3-ZRDC8 et Sc3-ZRDC9 sont relativement réduits, de par la présence d'enjeux proches en amont qu'il convient de ne pas sur-inonder pour la crue de projet. Toutefois, dans le cas d'une crue exceptionnelle, il est à noter que ces aménagements auraient tendance à sur-inonder certains enjeux. Ainsi :

- Sc3-ZRDC7 induirait en amont une sur-inondation d'environ 5 centimètres au niveau de la station d'épuration de Noordpeene dans le cas d'une crue exceptionnelle.
- Sc3-ZRDC8 induirait en amont une sur-inondation d'environ 2 centimètres au niveau de la station d'épuration d'Arnèke dans le cas d'une crue exceptionnelle.
- Sc3-ZRDC9 induirait en amont une sur-inondation d'environ 3 centimètres au niveau de la route situé en rive droite de l'Ey Becque dans le cas d'une crue exceptionnelle.

3.3.7. ESTIMATION FINANCIERE

3.3.7.1. LES AMENAGEMENTS DIFFUS

Le coût des aménagements diffus a été estimé sur les sous-bassins versants testés dans le cadre de la lutte contre le ruissellement (voir chapitre 4). Le coût moyen à l'hectare est de 155 € HT. Ainsi, le coût des aménagements diffus retenus dans le cadre du scénario 3, sur une superficie de 18 500 hectares, est estimé à **2 867 500 € HT**.

3.3.7.2. LES ZRDC

L'estimation financière de l'aménagement Sc3-ZRDC1 (Zegerscappel) est la suivante :

Tabl. 18 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc3-ZRDC1

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire HT	Coût HT
Installation / préparation	F	1	19 750.00	19 750.00
Réalisation de la digue (h=2,00m)	ml	230	1 500.00	345 000.00
Ouvrage de régulation	U	1	50 000.00	50 000.00
			TOTAL	414 750.00
			TOTAL +15%	476 962.50

Le volume retenu est de 72 000 m³.

L'estimation financière de l'aménagement Sc3-ZRDC2 (Esquelbecq) est la suivante :

Tabl. 19 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc3-ZRDC2

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire HT	Coût HT
Installation / préparation	F	1	11 500.00	11 500.00
Réalisation de la digue (h=2,00m)	ml	120	1 500.00	180 000.00
Ouvrage de régulation	U	1	50 000.00	50 000.00
			TOTAL	241 500.00
			TOTAL +15%	277 725.00

Le volume retenu est de 42 000 m³.

L'estimation financière de l'aménagement Sc3-ZRDC3 (Arnèke / Ledringhem) est la suivante :

Tabl. 20 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc3-ZRDC3

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire HT	Coût HT
Installation / préparation	F	1	6 175.00	6 175.00
Réalisation de la digue (h=1,50m)	ml	70	1 050.00	73 500.00
Ouvrage de régulation	U	1	50 000.00	50 000.00
			TOTAL	129 675.00
			TOTAL +15%	149 126.25

Le volume retenu est de 10 000 m³.

L'estimation financière de l'aménagement Sc3-ZRDC4 (Wormhout / Ledringhem) est la suivante :

Tabl. 21 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc3-ZRDC4

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire HT	Coût HT
Installation / préparation	F	1	11 500.00	11 500.00
Réalisation de la digue (h=2,00m)	ml	120	1 500.00	180 000.00
Ouvrage de régulation	U	1	50 000.00	50 000.00
			TOTAL	241 500.00
			TOTAL +15%	277 725.00

Le volume retenu est de 91 000 m³.

L'estimation financière de l'aménagement Sc3-ZRDC5 (Terdeghem) est la suivante :

Tabl. 22 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc3-ZRDC5

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire HT	Coût HT
Installation / préparation	F	1	11 875.00	11 875.00
Réalisation de la digue (h=2,00m)	ml	125	1 500.00	187 500.00
Ouvrage de régulation	U	1	50 000.00	50 000.00
			TOTAL	249 375.00
			TOTAL +15%	286 781.25

Le volume retenu est de 15 500 m³.

L'estimation financière de l'aménagement Sc3-ZRDC6 (Terdeghem) est la suivante :

Tabl. 23 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc3-ZRDC6

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire HT	Coût HT
Installation / préparation	F	1	7 000.00	7 000.00
Réalisation de la digue (h=1,50m)	ml	85	1 050.00	89 250.00
Ouvrage de régulation	U	1	50 000.00	50 000.00
			TOTAL	146 250.00
			TOTAL +15%	168 187.50

Le volume retenu est de 10 500 m³.

L'estimation financière de l'aménagement Sc3-ZRDC7 (Ochtezeele) est la suivante :

Tabl. 24 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc3-ZRDC7

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire HT	Coût HT
Installation / préparation	F	1	11 700.00	11 700.00
Réalisation de la digue (h=1,50m)	ml	175	1 050.00	183 750.00
Ouvrage de régulation	U	1	50 000.00	50 000.00
			TOTAL	245 450.00
			TOTAL +15%	282 267.50

Le volume retenu est de 22 500 m³.

L'estimation financière de l'aménagement Sc3-ZRDC8 (Arnèche) est la suivante :

Tabl. 25 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc3-ZRDC8

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire HT	Coût HT
Installation / préparation	F	1	9 100.00	9 100.00
Réalisation de la digue (h=1,50m)	ml	125	1 050.00	131 250.00
Ouvrage de régulation	U	1	50 000.00	50 000.00
			TOTAL	190 350.00
			TOTAL +15%	218 902.50

Le volume retenu est de 29 000 m³.

L'estimation financière de l'aménagement Sc3-ZRDC9 (Terdeghem) est la suivante :

Tabl. 26 - ESTIMATION FINANCIERE – Sc3-ZRDC9

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire HT	Coût HT
Installation / préparation	F	1	4 100.00	4 100.00
Réalisation de la digue (h=1,00m)	ml	45	675.00	30 375.00
Ouvrage de régulation	U	1	50 000.00	50 000.00
			TOTAL	84 475.00
			TOTAL +15%	97 146.25

Le volume retenu est de 500 m³.

Le coût total des ZRDC prévues au scénario 3 est d'environ **2 240 000 € HT**.

3.3.7.3. REMEANDRAGE

L'estimation financière du reméandrage retenu dans le scénario 3 est la suivante :

Tabl. 27 - ESTIMATION FINANCIERE DU REMEANDRAGE (SCENARIO 3)

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire HT	Coût HT
Installation / préparation	F	1	10 000.00	10 000.00
Décapage terre végétale (30cm)	m ³	3 750	2.00	7 500.00
Déblais et stockage	m ³	25 650	3.00	76 950.00
Déblais et évacuation	m ³	6 650	8.00	53 200.00
Remblais (réutilisation déblais)	m ³	25 650	2.00	51 300.00
Mise en œuvre terre végétale	m ³	3 750	3.00	11 250.00
			TOTAL	210 200.00
			TOTAL +15%	241 730.00

Le coût du reméandrage s'élève approximativement à **245 000 € HT**.

3.3.7.4. LES PROTECTIONS AMOVIBLES

Le nombre d'habitations touchées par la crue de projet dans le cadre du scénario 1 est de 9. Pour ces enjeux localisés, une protection rapprochée est retenue. Cette protection rapprochée est décomposée en 2 types de mesures :

- Aménagement des habitations : reprise de l'assainissement, des éventuels systèmes de ventilation, réalisation d'aménagements fixes de protection (glissières pour batardeaux,...)
- Fourniture de matériels de protection rapprochée à mettre en œuvre en cas d'évènement : batardeaux, sacs absorbants, barrières étanches,...

Les coûts de des aménagements de protection rapprochée sont dépendants des habitations à protéger. Une première estimation est cependant proposée : 60 000 € HT / habitation, soit pour 9 habitations environ **540 000 € HT**.

Par ailleurs cette protection doit être couplée à la mise en œuvre d'un système d'alerte collectif en cas de crue associé à une astreinte permettant la mise en route des mesures de protection ou évacuation éventuelle.

Il est à noter que ce système d'alerte est nécessaire dans le cadre de la protection rapprochée des habitations mais est également conseillé dans le cadre des aménagements proposés dans les scénarios précédents. Il s'agit d'une orientation primordiale de la gestion future des cours d'eau.

3.3.7.5. BILAN

Le coût global du scénario 3 s'élève approximativement à **5 900 000 € HT**.

3.4. SYNTHÈSE

Les figures suivantes présentent une synthèse et une comparaison des trois scénarios.

Profil en long de l'Yser - Bilan des scenarii

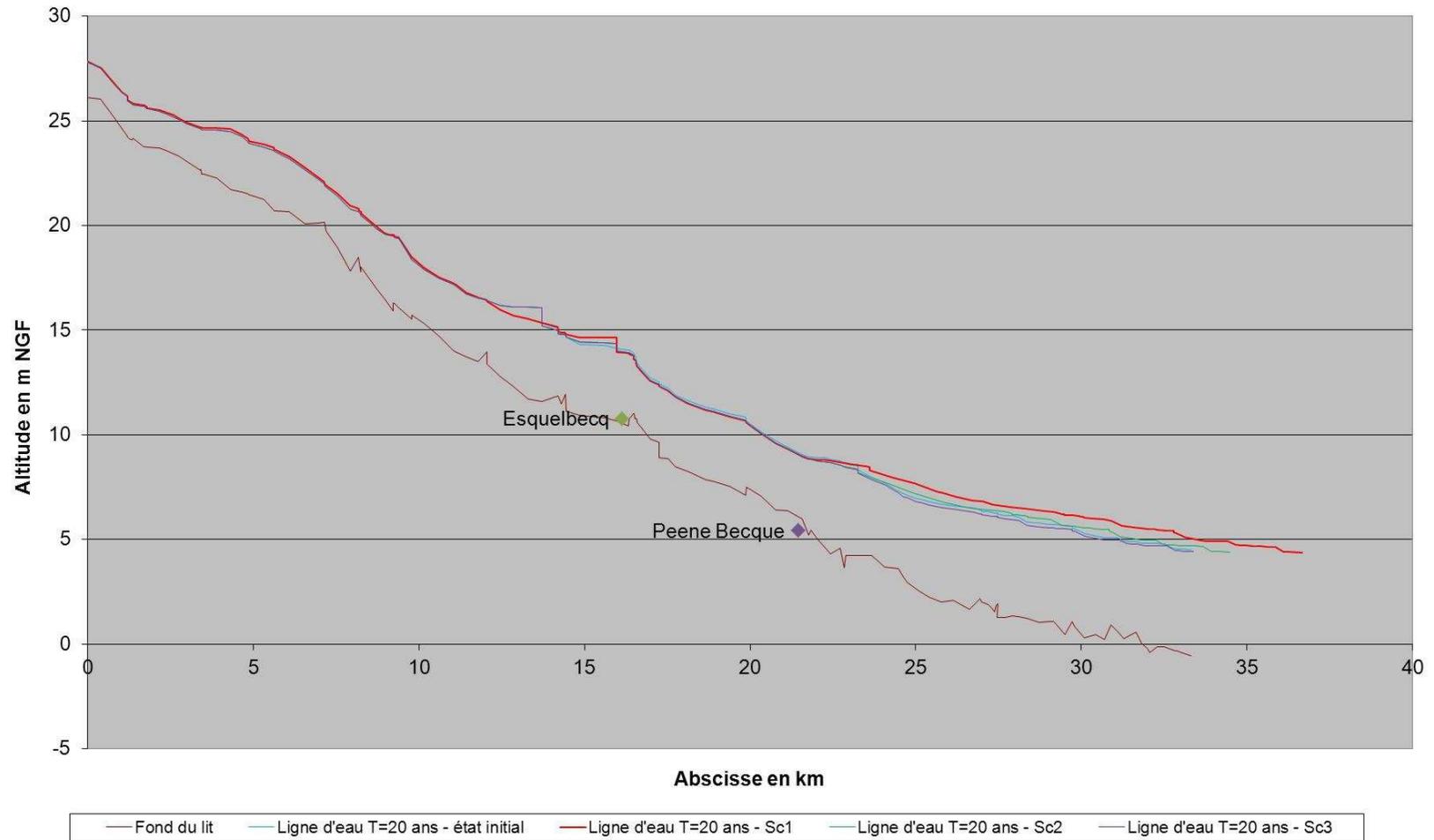


Fig. 70. PROFIL EN LONG DE L'YSER - BILAN DES SCENARI

Profil en long de la Peene Becque - Bilan des scenarii

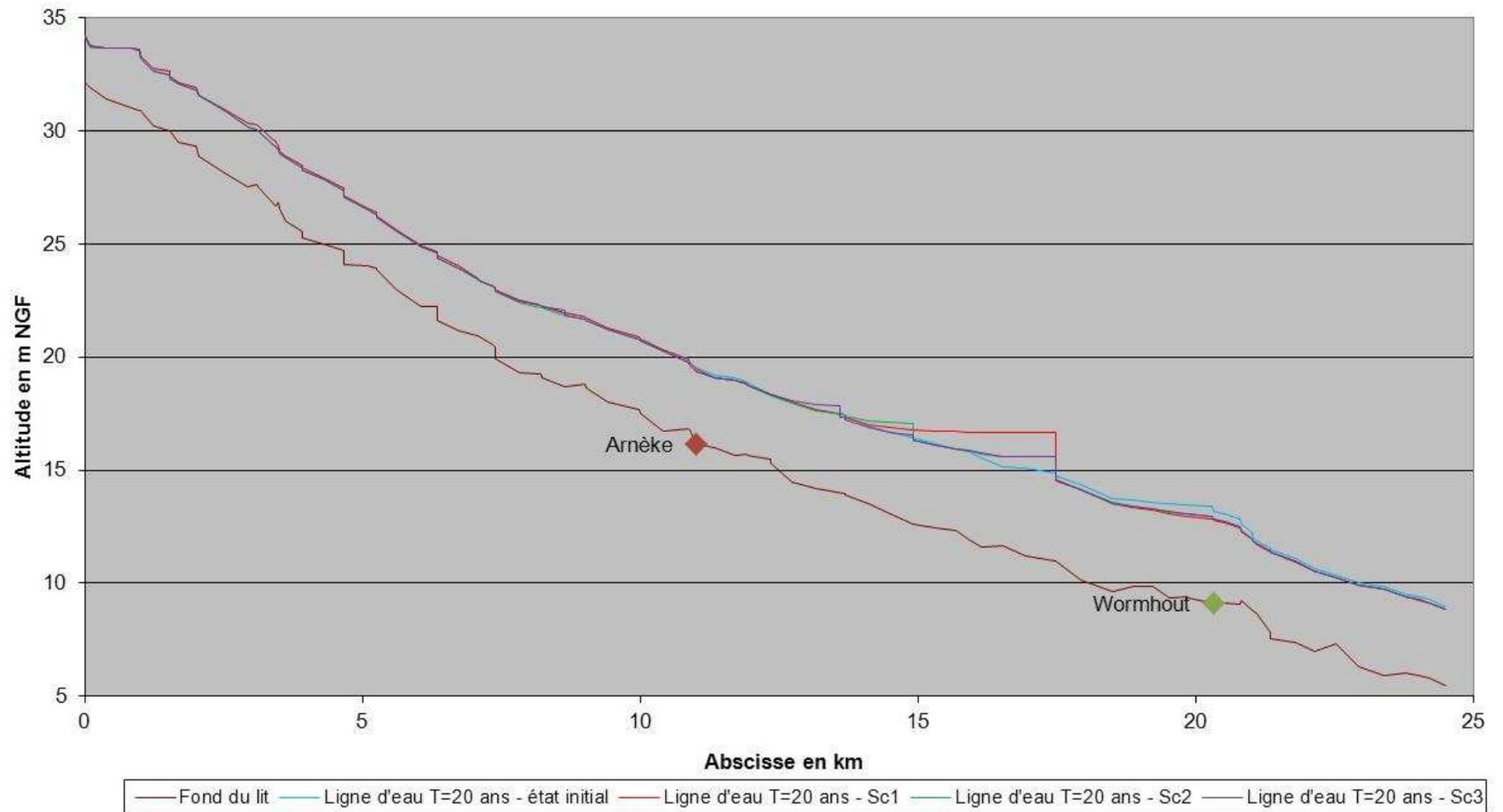


Fig. 71. PROFIL EN LONG DE LA PEENE BECQUE – BILAN DES SCENARII

Profil en long de la Moe Becque - Bilan des scenarii

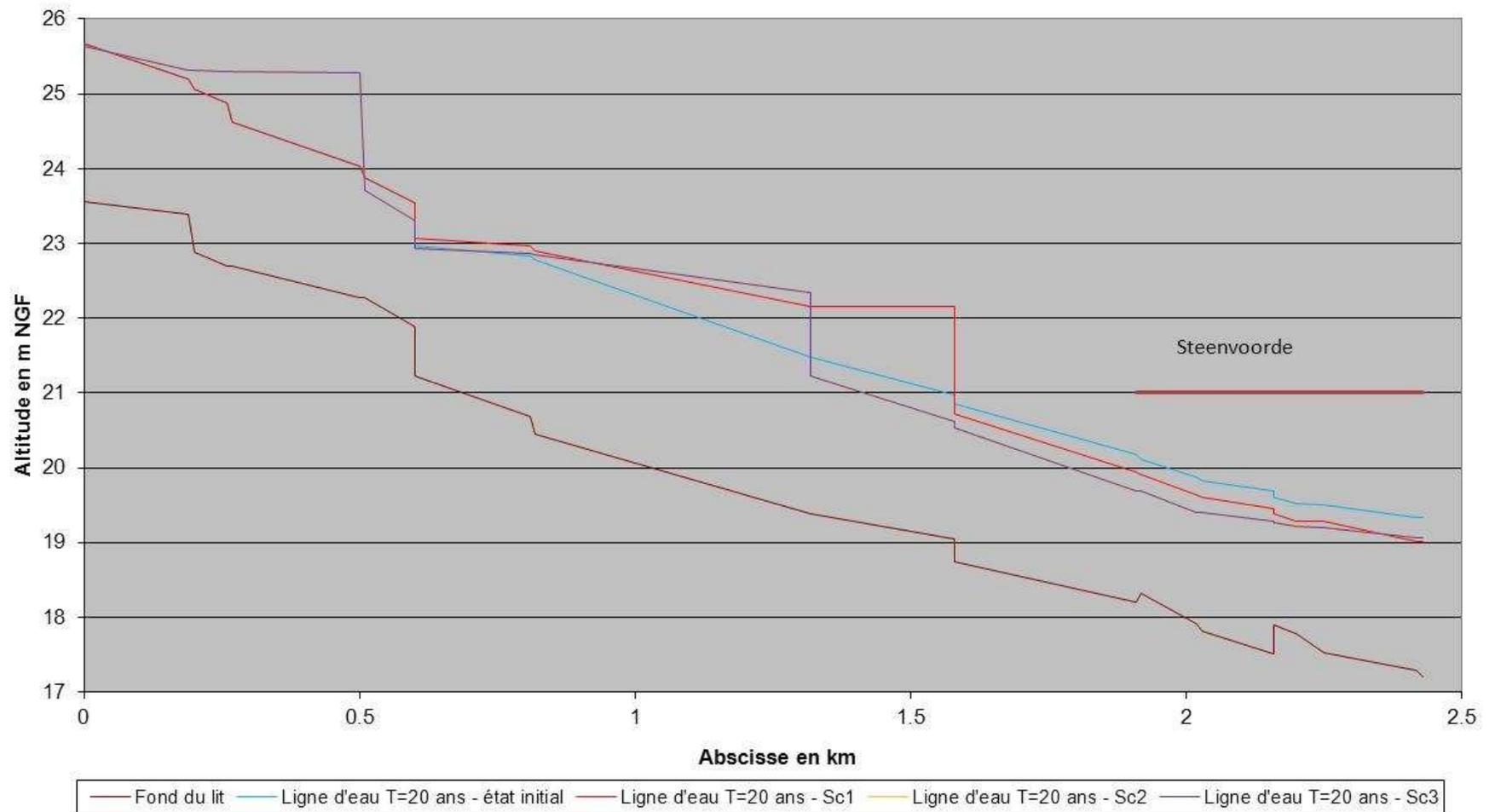


Fig. 72. PROFIL EN LONG DE LA MOE BECQUE – BILAN DES SCENARI

Profil en long de la EY Becque - Bilan des scenarii

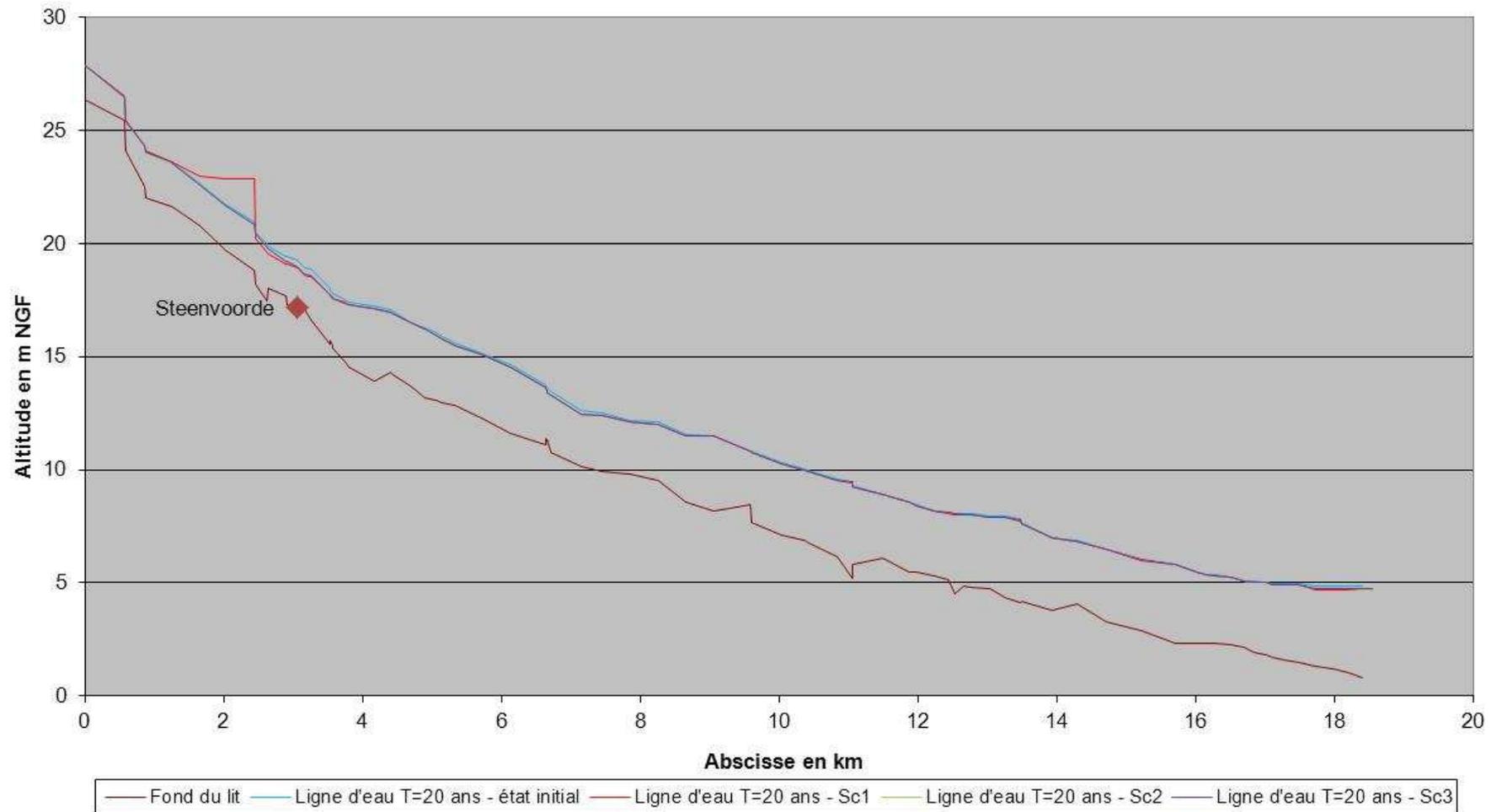


Fig. 73. PROFIL EN LONG DE L'EY BECQUE - BILAN DES SCENARII

Hydrogrammes à la station de Roesbrugge - bilan des scénarii

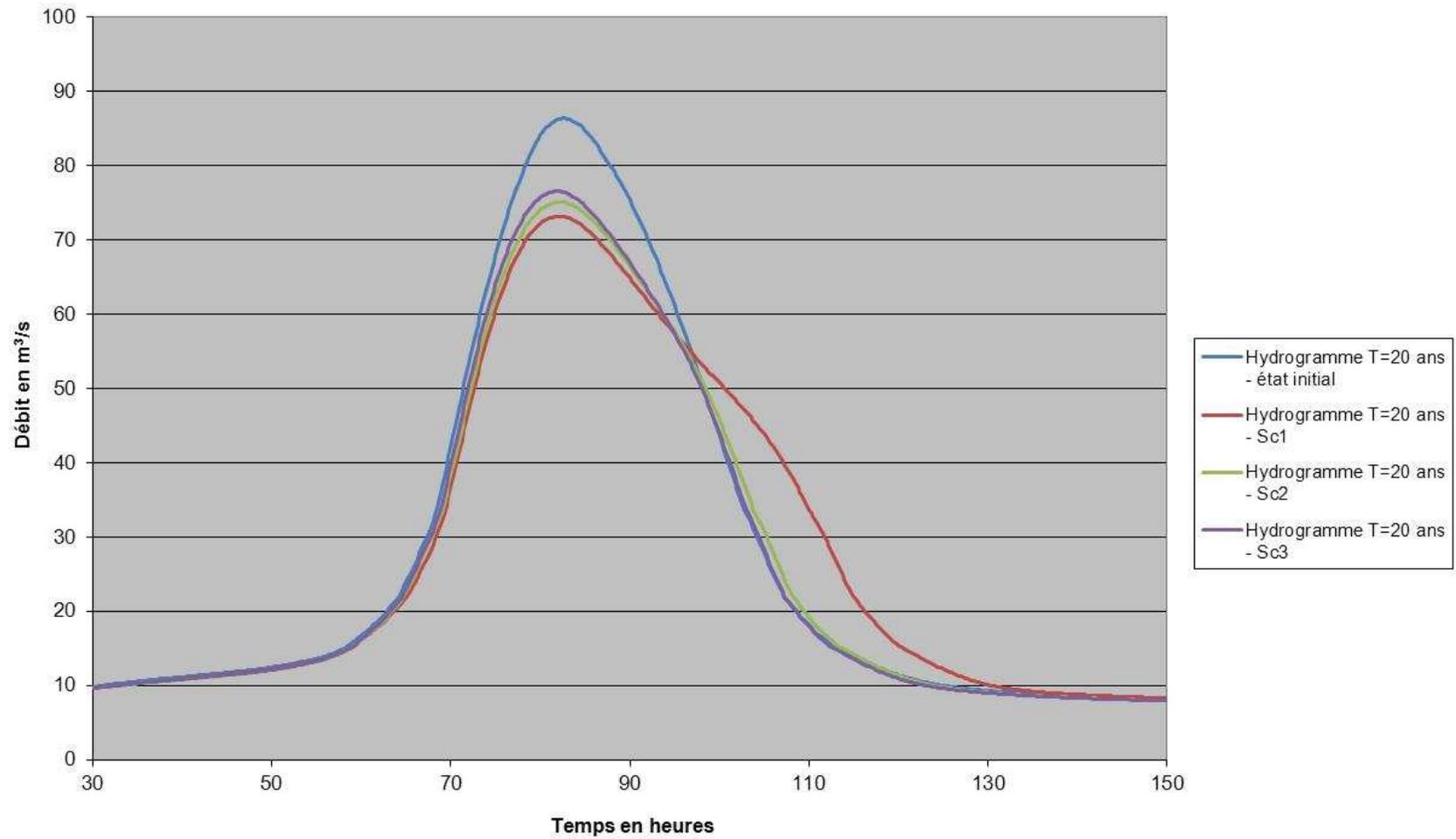


Fig. 74. HYDROGRAMMES A ROESBRUGGE – BILAN DES SCENARII

Le scénario 1 correspond à la réalisation de 4 ZRDC, 2 surcreusements du lit majeur, le reméandrage complet du secteur rectifié et quelques défenses amovibles.

Le scénario 2 correspond à la mise en place d'aménagements diffus à l'amont des principaux enjeux, le reméandrage plus ciblé sur le tronçon rectifié, 6 ZRDC et quelques défenses amovibles.

Le scénario 3 correspond à la mise en place d'aménagements diffus à l'amont des principaux enjeux, un reméandrage réduit du tronçon rectifié, 9 ZRDC et quelques défenses amovibles.

Les trois scénarii permettent de se prémunir de la crue engendrée par la pluie de projet. Les ouvrages retenus pour le scénario 1 sont moins nombreux, mais leurs dimensions (parfois supérieures à 3 mètres de haut) sont plus importantes que dans les scénarii 2 et 3. Par conséquent, si les zones sur-inondées sont moins nombreuses, les sur-inondations en amont des ouvrages du scénario 1 sont plus fortes.

Les scénarii 2 et 3 prévoient la réalisation d'aménagements diffus dans le but de mieux maîtriser le ruissellement sur les versants. Cela permet de diminuer les débits dans les cours d'eau, et donc d'optimiser les dimensions des ouvrages à réaliser dans le lit majeur.

Par ailleurs, les aménagements prévus aux scénarii 2 et 3 sont plus répartis sur le bassin versant.

Concernant les débits de pointe obtenus à l'aval, on constate que le scénario 1 apporte de meilleurs gains que le scénario 2, lui-même plus intéressant que le scénario 3. Cela s'explique notamment par l'ampleur du reméandrage retenu dans les différents scénarii. En effet, le reméandrage complet du tronçon rectifié permet d'écarter l'hydrogramme en Belgique de façon plus satisfaisante. Toutefois, ce reméandrage complet (dont les bénéfices en terme de restauration d'un fonctionnement plus naturel de l'hydrosystème sont indéniables) peut être pénalisant (augmentation de la ligne d'eau) en amont de la confluence entre l'Yser et le ruisseau d'Houtkerque.

Les estimations financières des différents scénarii sont les suivantes :

- Scénario 1 : 6 970 000 € HT.
- Scénario 2 : 6 070 000 € HT.
- Scénario 3 : 5 900 000 € HT.

Il est important de tenir compte du fait que, si à l'aval des aménagements prévus la surface des zones inondées par la crue de projet sera diminuée, ces zones (par ailleurs concernées par le PPR_i) ne devront en aucun cas être urbanisées.

Le tableau fourni en page suivante synthétise les différents éléments.

Tabl. 28 - BILAN DES SCENARII

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Rappel des principaux aménagements	4 ZRDC - 2 surcreusements en lit majeur - reméandrage complet	Aménagements diffus - 6 ZRDC - reméandrage ciblé	Aménagements diffus - 9 ZRDC - reméandrage aval RD947
Estimation financière en € HT	6 970 000	6 070 000	5 900 000
Principaux impacts hydrauliques en France	Esquelbecq : diminution de 10 à 25cm Arnèke : diminution de 7cm Wormhout : diminution de 30 à 50cm Steenvoorde : diminution de 20 à 30cm	Esquelbecq : diminution de 10 à 25cm Arnèke : diminution de 7 à 13cm Wormhout : diminution de 30 à 45cm Steenvoorde : diminution de 30cm	Esquelbecq : diminution de 10 à 25cm Arnèke : diminution de 7 à 13cm Wormhout : diminution de 30 à 45cm Steenvoorde : diminution de 30cm
Principaux impacts hydrauliques en Belgique	Roesbrugge : diminution de la ligne d'eau de 15cm, débit de pointe diminué de 15%	Roesbrugge : diminution de la ligne d'eau légèrement supérieure à 10cm, débit de pointe diminué de 13%	Roesbrugge : diminution de la ligne d'eau d'environ 10cm, débit de pointe diminué de 11%
Impact environnemental et paysager	Réalisation d'ouvrages en lit majeur dont les hauteurs sont comprises entre 1,70m et 3,30m. Le reméandrage complet apporte une importante plus-value environnementale et hydrogéomorphologique	Réalisation d'ouvrages en lit majeur dont les hauteurs sont comprises entre 1,60m et 2,00m. Le reméandrage partiel apporte une plus-value environnementale et hydrogéomorphologique	Réalisation d'ouvrages en lit majeur dont les hauteurs sont comprises entre 1,00m et 2,00m. Le reméandrage réduit apporte une légère plus-value environnementale et hydrogéomorphologique
Impact agricole	Surinondation induite par les ZRDC légèrement supérieure à 25,5 hectares	Surinondation induite par les ZRDC légèrement supérieure à 9,5 hectares	Surinondation induite par les ZRDC légèrement inférieure à 10,3 hectares

oOo

4.

BASSIN VERSANT DE LA VLETER BECQUE

4.1. SCENARIO 1

Lors du Comité de Pilotage du 8 décembre 2010, le scénario présenté dans le cadre de la lutte contre le ruissellement (aménagement diffus et changement des pratiques culturelles) sur le bassin versant de la Vleter Becque en amont de Godewaersvelde a été retenu comme scénario 1.

Les différentes caractéristiques de ce scénario sont fournies au chapitre 2 du présent rapport.

Pour rappel, concernant les impacts, dans le centre de Godewaersvelde, les ouvrages de franchissement ne se mettent plus en charge et les débordements ne se produisent pas dans les rues. Dans la traversée de Godewaersvelde, la ligne d'eau diminue d'une quinzaine de centimètres (franchissement RD 139) et cette baisse est comprise entre 1,00 mètre et plus d'1,70 mètre dans la zone la plus dense en habitations vulnérables (de la rue du Mont des Cats à la rue du peintre Nicolas Ruysen). Les habitations ne sont alors pas touchées.

Les mesures prises sur le bassin versant de la Vleter Becque à Godewaersvelde se traduisent, en aval du secteur modélisé, par une diminution du débit de pointe (d'environ 6%), et par conséquent de la ligne d'eau (presque 2 cm).

Les impacts résiduels du scénario 1 sur une crue exceptionnelle (engendrée par une pluie estivale centennale) sont illustrés dans les pages qui suivent.

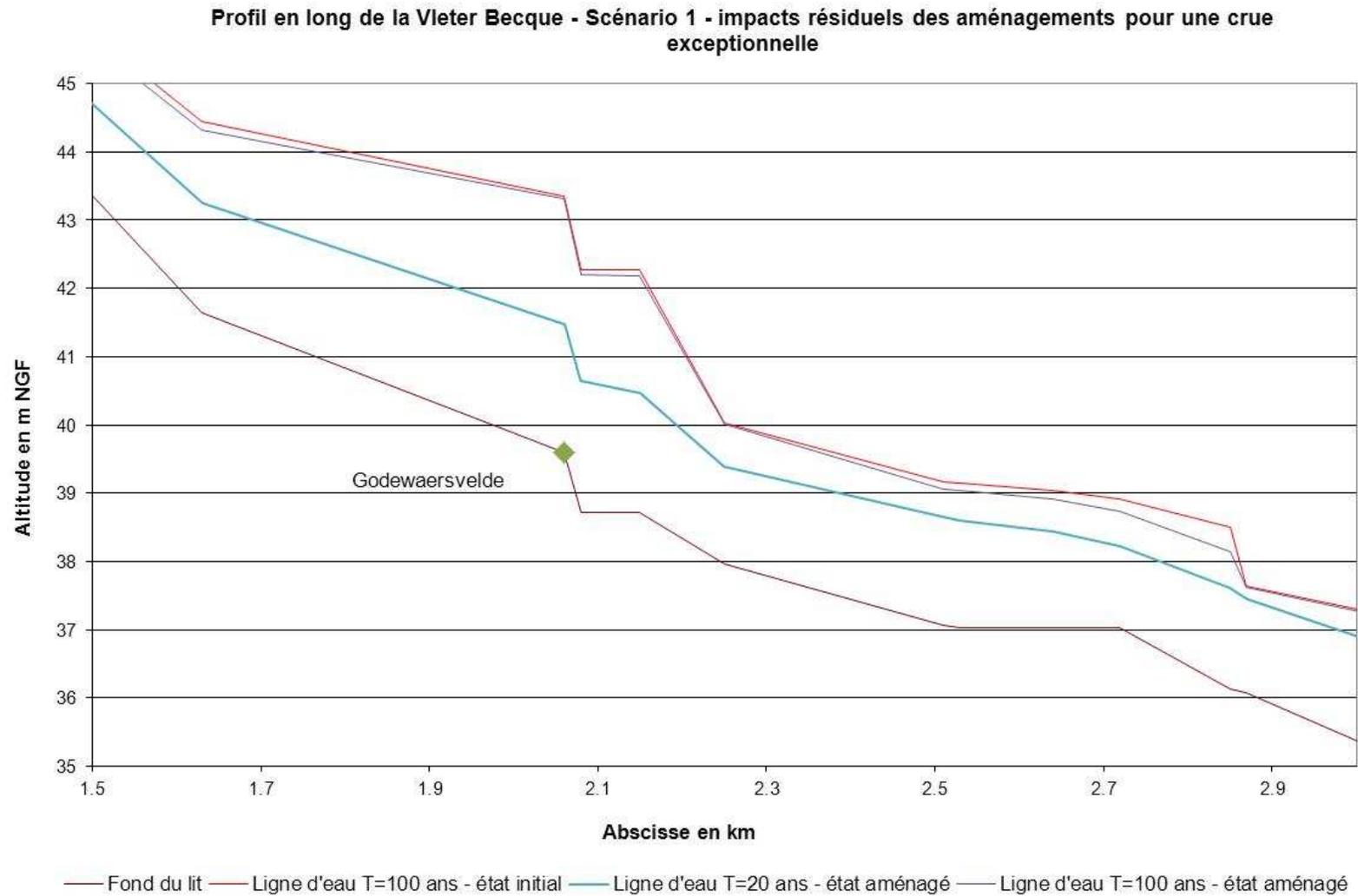


Fig. 75. PROFIL EN LONG DE LA VLETER BECQUE – SCENARIO 1 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE

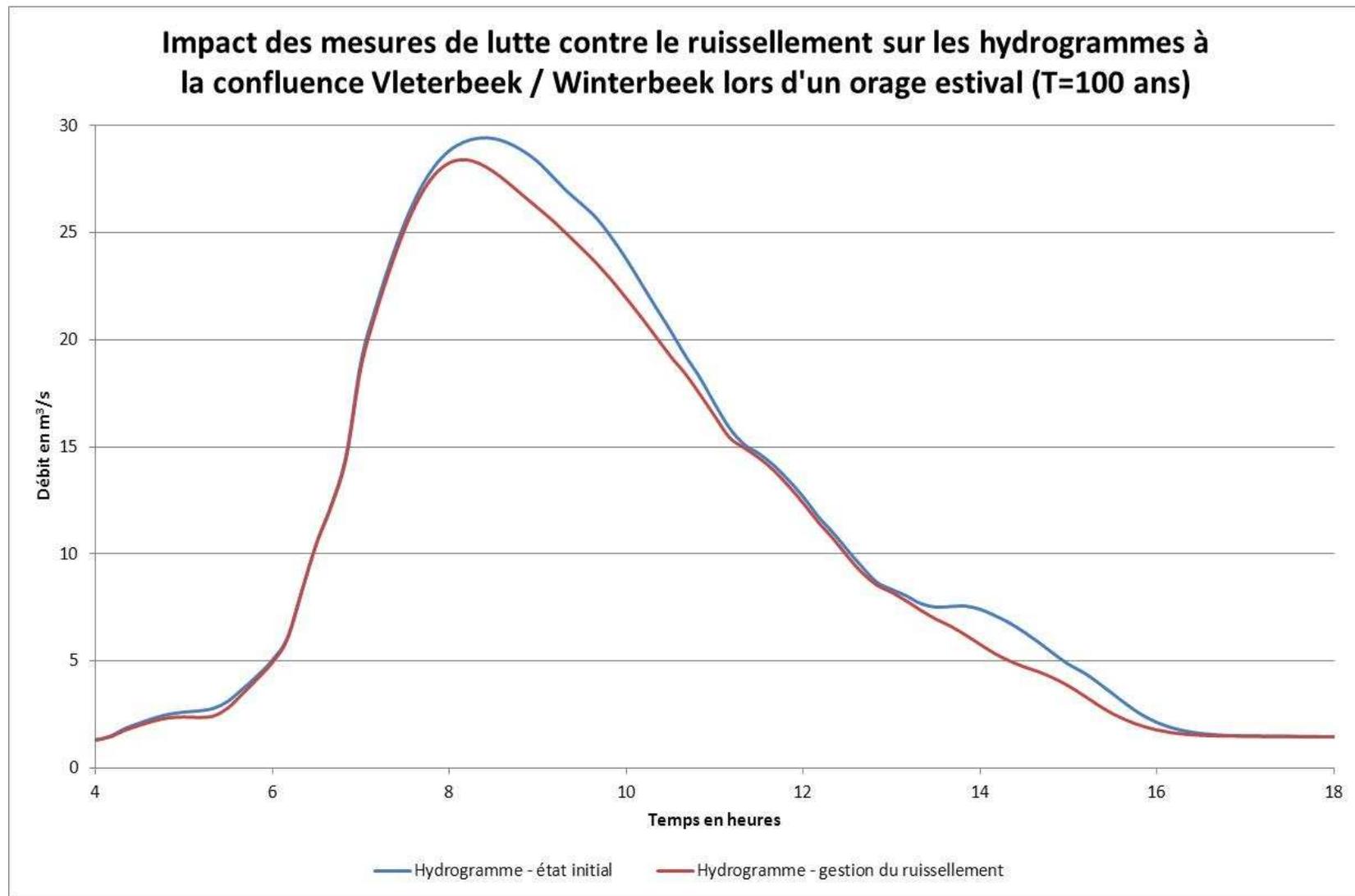


Fig. 76. *HYDROGRAMMES A LA CONFLUENCE VLETERBEEK / WINTERBEEK – SCENARIO 1 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE*

Les coûts retenus pour l'estimation financière de la mise en place des aménagements diffus sont les suivants :

Tabl. 29 - PRIX UNITAIRES DES AMENAGEMENTS DIFFUS (SOURCE : PRECEDENTES ETUDES SOGREAH)

Aménagement	Coût HT
Bandes enherbées	1 500 € / Ha
Haies	3 000 € / km
Micro-retenues	3 000 € / unité

Tabl. 30 - ESTIMATION FINANCIERE DES AMENAGEMENTS DIFFUS

Type d'aménagement	Unité	Quantité	Prix unitaire HT	Coût HT
Bandes enherbées	Ha	7	1 500	10 500
Haies	km	19.5	3 000	58 500
Micro-retenues	U	7	3 000	21 000
			TOTAL	90 000
			TOTAL + 15%	103 500

4.2. SCENARIO 2

4.2.1. ORIENTATIONS D'AMENAGEMENT

Lors du Comité de Pilotage du 8 décembre 2010, la nécessité de lutter contre le ruissellement sur le bassin versant de la Vleter Becque en amont de Godewaersvelde a fait l'unanimité. La mise en place d'aménagements diffus a donc été retenue pour les scénarios 2 et 3.

Par ailleurs, l'USAN projette la réalisation de deux bassins CRESETY sur le bassin versant de la Vleter Becque : l'un à Godewaersvelde en amont du centre-village, l'autre à Boeschepe, peu avant la frontière belge.

Dans le cadre du scénario 2, la mise en place des aménagements diffus et des deux bassins CRESETY est retenue.

4.2.2. LOCALISATION

La localisation des deux bassins CRESETY est indiquée ci-dessous :

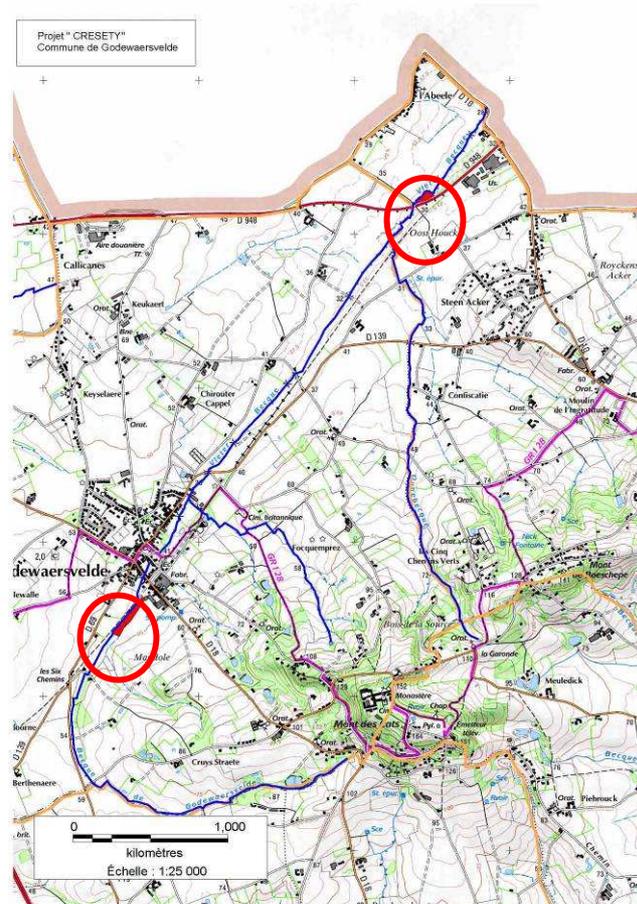


Fig. 77. LOCALISATION DES BASSINS CRESETY (VLETER BECQUE)

4.2.3. DIMENSIONS

La conception des bassins CRESETY a été réalisée par l'USAN, et intégrée au modèle hydraulique dans le cadre de la présente étude.

Le remplissage du bassin situé en amont de Godewaersvelde est assuré par la mise en place d'un gabion dans le lit mineur de la Vleter Becque 20 cm au-dessus du fond. Le bassin est divisé en trois compartiments, et le volume total a été estimé à 6 345 m³. La vidange de l'ouvrage est assurée par une canalisation Ø 200mm en PVC.

Le remplissage du bassin situé en aval de Godewaersvelde est assuré par débordement lorsque le niveau d'eau augmente dans le lit du cours d'eau. Le fonctionnement est comparable au surcreusement. Le volume de stockage a été estimé à 5 000 m³.

4.2.4. IMPACTS DU SCENARIO 2

Les impacts du scénario 2 sur la crue engendrée par la pluie de projet sont illustrés dans les pages qui suivent.

Profil en long de la Vleter Becque - Scénario 2

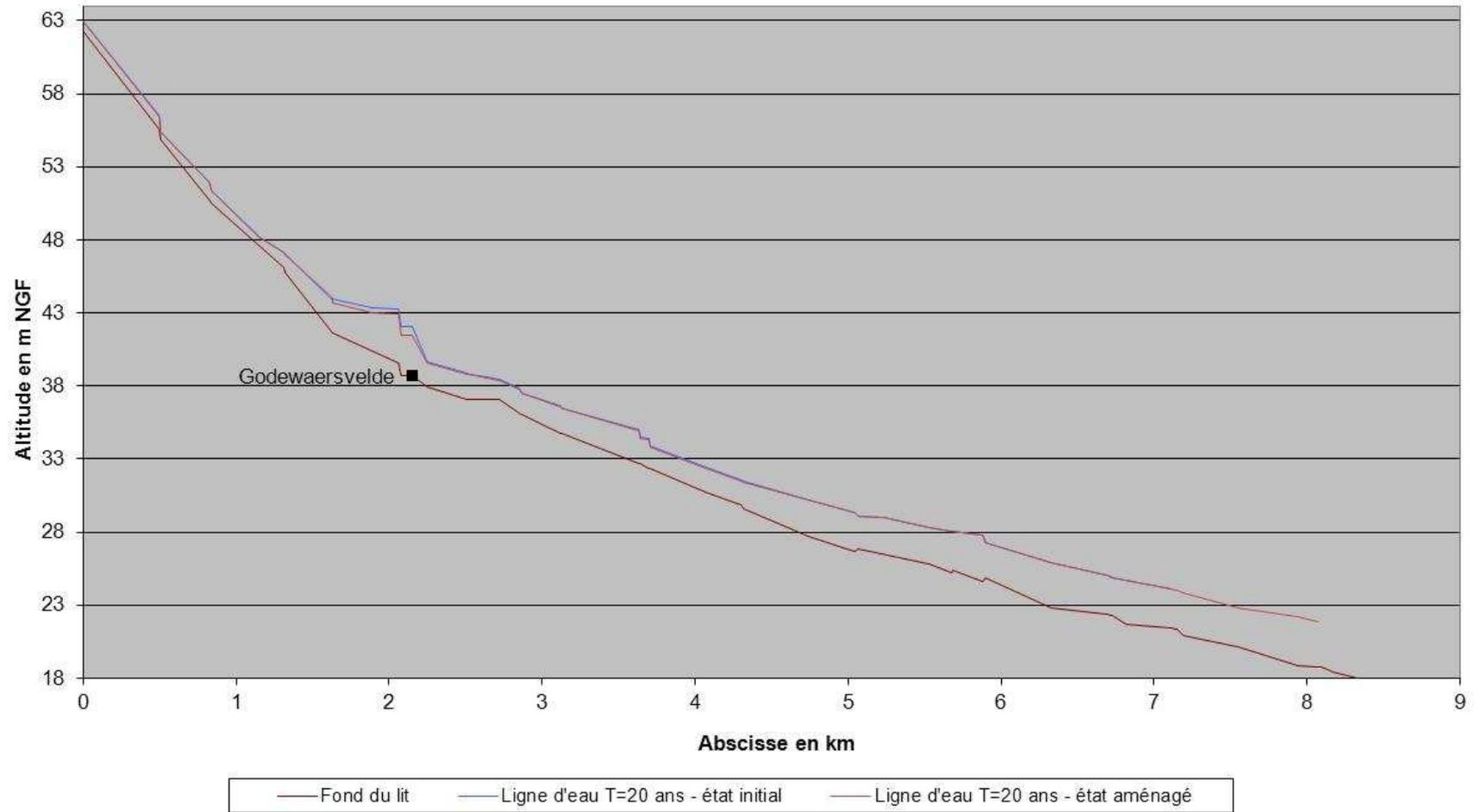


Fig. 78. PROFIL EN LONG DE LA VLETER BECQUE - SCENARIO 2

Profil en long de la Vleter Becque - Scénario 2 - traversée de Godewaersvelde

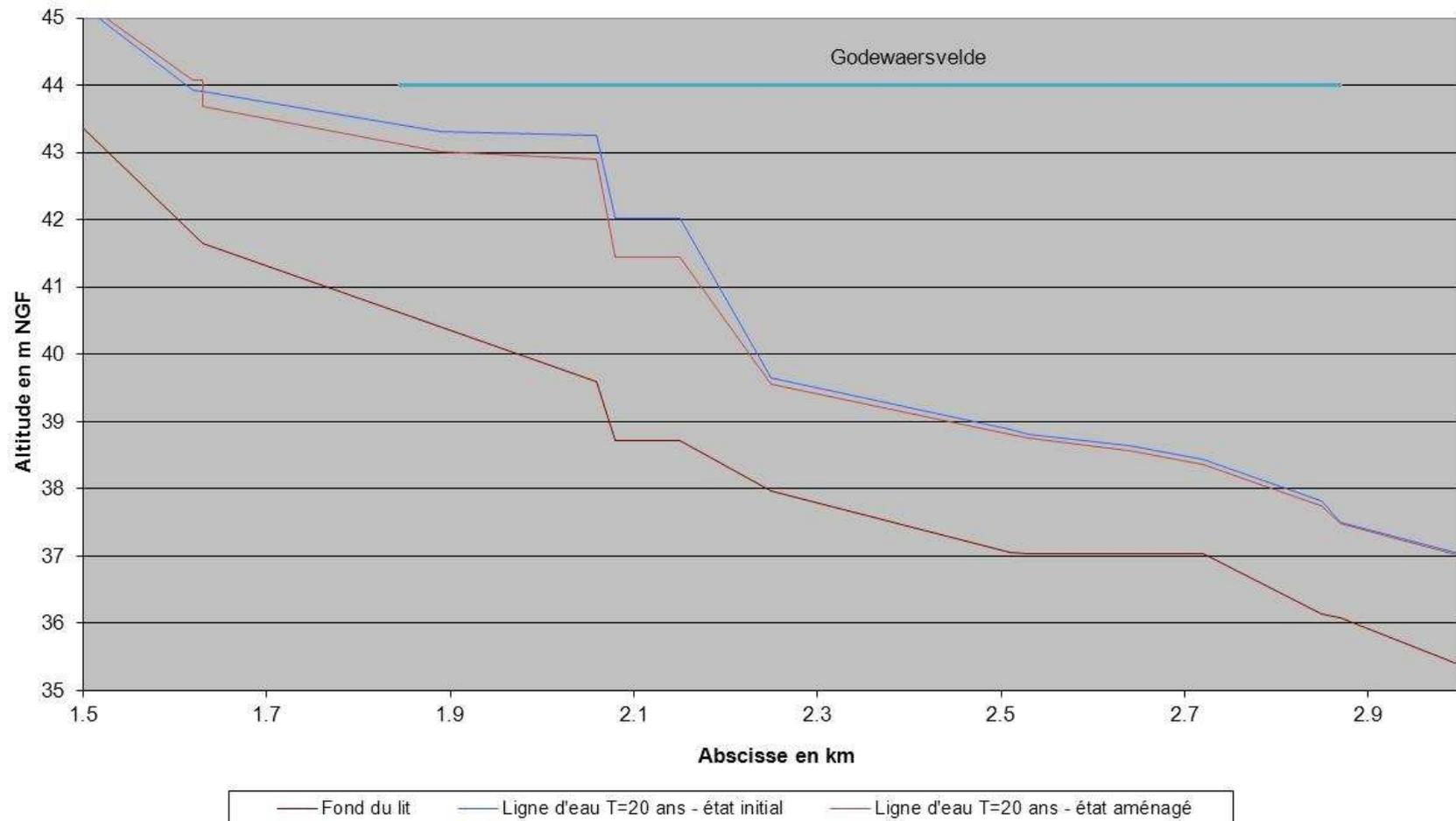


Fig. 79. PROFIL EN LONG DE LA VLETER BECQUE A GODEWAERSVELDE- SCENARIO 2

Hydrogrammes à la confluence entre la Vleterbeek et la Winterbeek - scénario 2

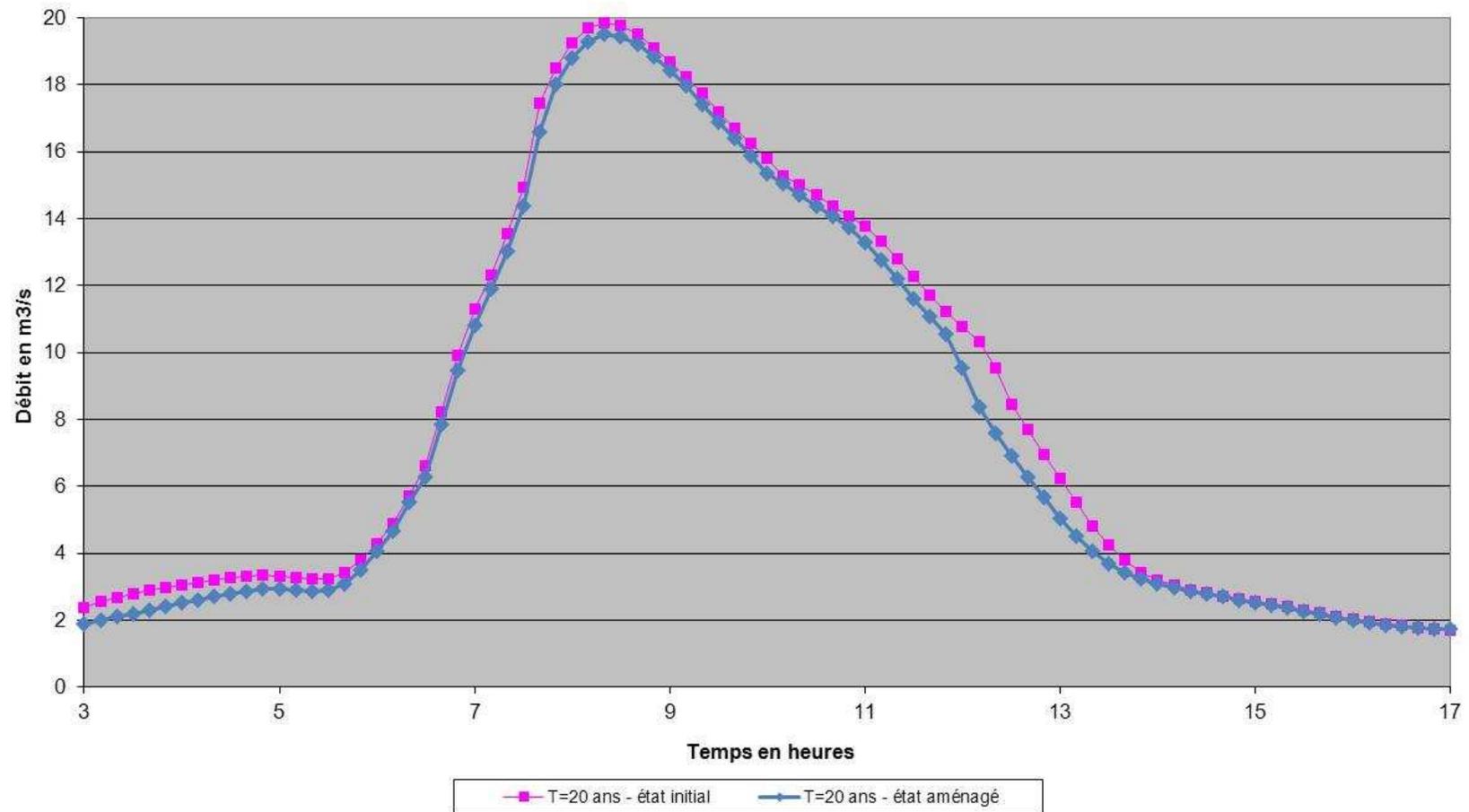


Fig. 80. HYDROGRAMMES A LA CONFLUENCE VLETERBEEK / WINTERBEEK - SCENARIO 2

Le scénario 2 permet une diminution de la ligne d'eau, surtout marquée dans la traversée de Godewaersvelde : entre la rue du Mont des Cats et celle du peintre Nicolas Ruysen, la diminution est de 10 à 55 cm. Toutefois, les ouvrages de franchissement sont toujours en charge, et si l'ampleur de l'événement est diminuée, les habitations restent touchées.

En Belgique, à l'aval du secteur d'étude, le scénario 2 entraîne une diminution négligeable de la ligne d'eau. L'hydrogramme est légèrement écrêté par les aménagements, et le débit de pointe est baissé de presque 2%.

4.2.5. IMPACTS INDIVIDUELS DES AMENAGEMENTS

Des fiches indiquant les impacts individuels des aménagements du scénario 2 sont fournies en annexe 04.

4.2.6. IMPACTS RESIDUELS SUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE

Les impacts résiduels du scénario 2 sur une crue exceptionnelle (engendrée par une pluie estivale centennale) sont illustrés dans les pages qui suivent.

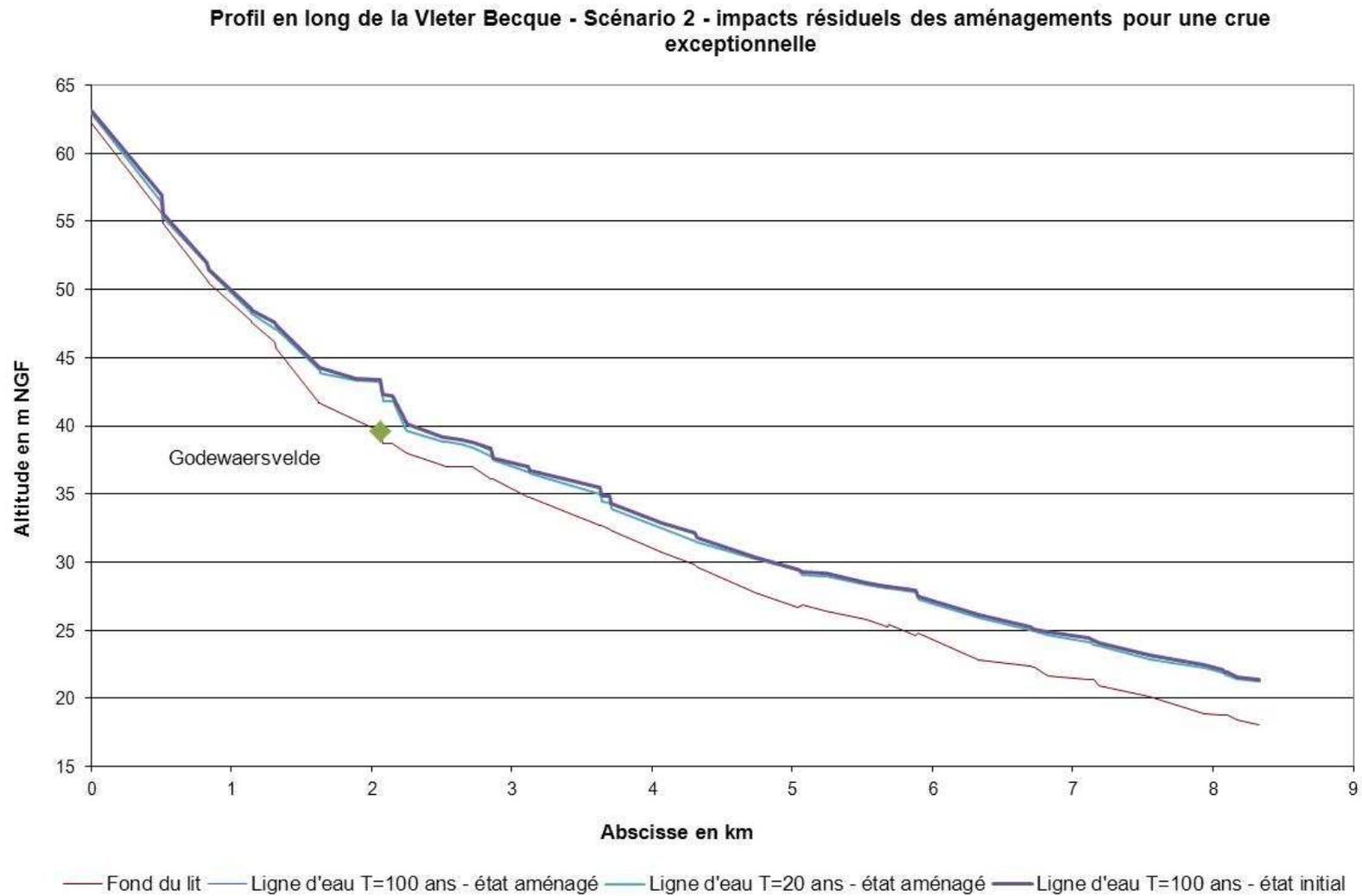


Fig. 81. PROFIL EN LONG DE LA VLETER BECQUE – SCENARIO 2 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE

Hydrogrammes à la confluence Vleterbeek / Winterbeek - Scénario 2 - impacts résiduels des aménagements sur une crue exceptionnelle

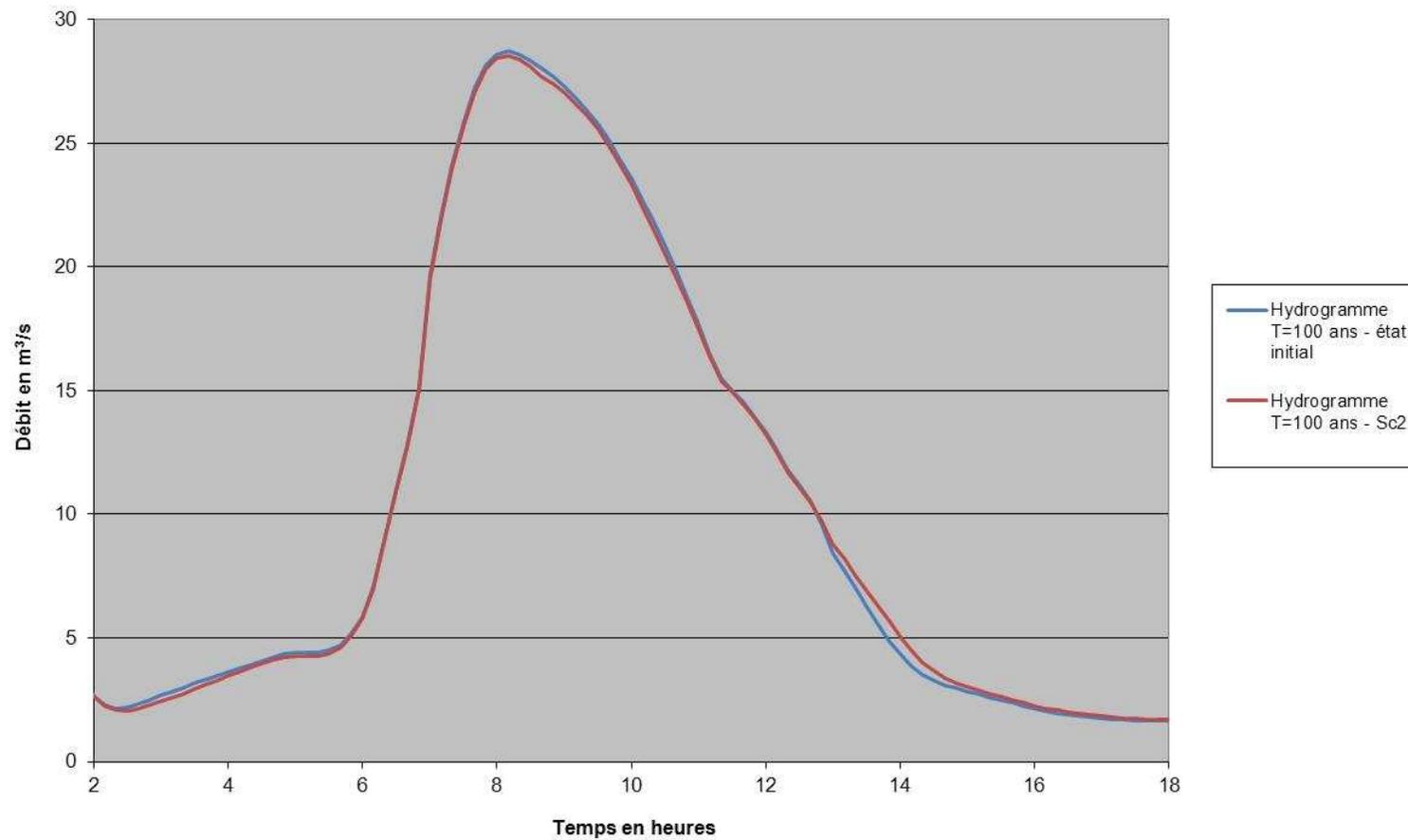


Fig. 82. *HYDROGRAMMES A LA CONFLUENCE VLETERBEEK / WINTERBEEK – SCENARIO 2 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE*

4.2.7. ESTIMATION FINANCIERE

Le coût de réalisation des aménagements diffus est de 103 500 € HT.

A cela vient s'ajouter le coût de réalisation des deux bassins CRESETY, qui sera communiqué ultérieurement par l'USAN (en charge de la conception de ces ouvrages).

4.3. SCENARIO 3

4.3.1. ORIENTATIONS D'AMENAGEMENT

Lors du Comité de Pilotage du 8 décembre 2010, la nécessité de lutter contre le ruissellement sur le bassin versant de la Vleter Becque en amont de Godewaersvelde a fait l'unanimité. La mise en place d'aménagements diffus a donc été retenue pour les scénarios 2 et 3.

Par ailleurs, l'USAN projette la réalisation de deux bassins CRESETY sur le bassin versant de la Vleter Becque : l'un à Godewaersvelde en amont du centre-village, l'autre à Boeschepe, peu avant la frontière belge.

Dans le cadre du scénario 3, la mise en place des aménagements diffus et des deux bassins CRESETY est retenue comme au scénario 2, et à cela vient s'ajouter une ZRDC à implanter en amont de Godewaersvelde, et dont la hauteur ne doit pas excéder 2 mètres.

4.3.2. LOCALISATION

La localisation de la ZRDC est indiquée ci-dessous :

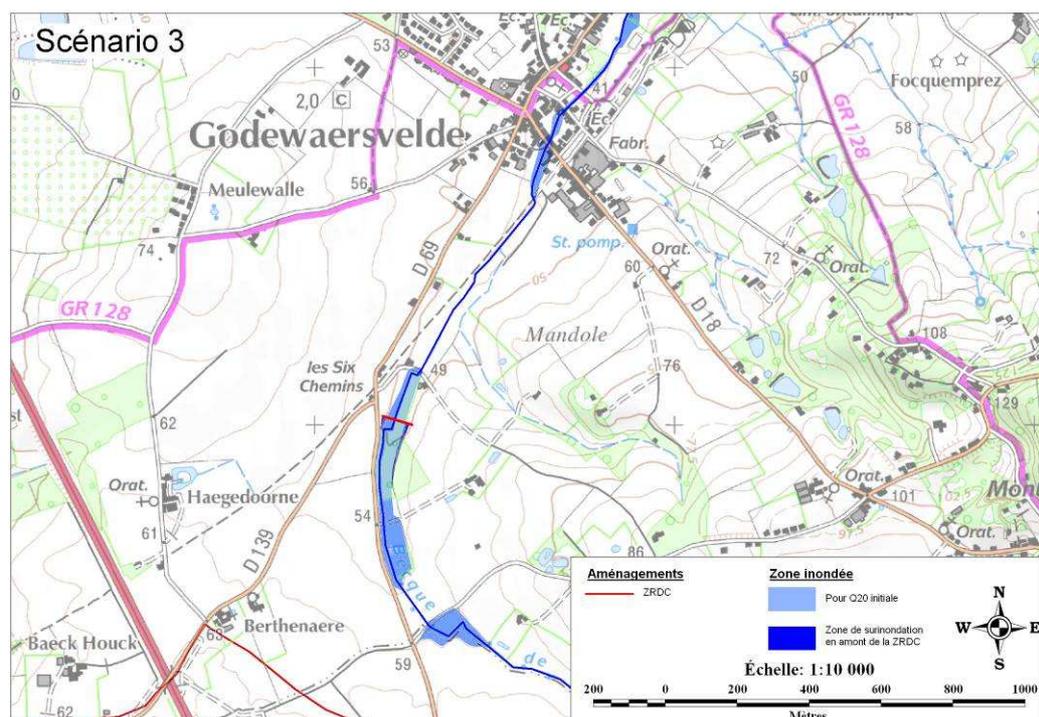


Fig. 83. LOCALISATION DE LA ZRDC (VLETER BECQUE)

4.3.3. DIMENSIONS

La ZRDC retenue en amont de Godewaersvelde a les caractéristiques suivantes :

- Hauteur de 1,90 mètre entre le lit majeur et la crête de digue.
- Hauteur utile (dimensionnée par rapport à la crue de projet) de 1,40 mètre.
- Largeur de la surverse de sécurité égale à 3 mètres.
- Largeur en crête de digue de 3 mètres.
- Section de l'ouvrage de régulation pour la crue de projet fixée à 0,10 m².

4.3.4. IMPACTS DU SCENARIO 3

Les impacts du scénario 3 sur la crue engendrée par la pluie de projet sont illustrés dans les pages qui suivent.

Profil en long de la Vleter Becque - Scénario 3

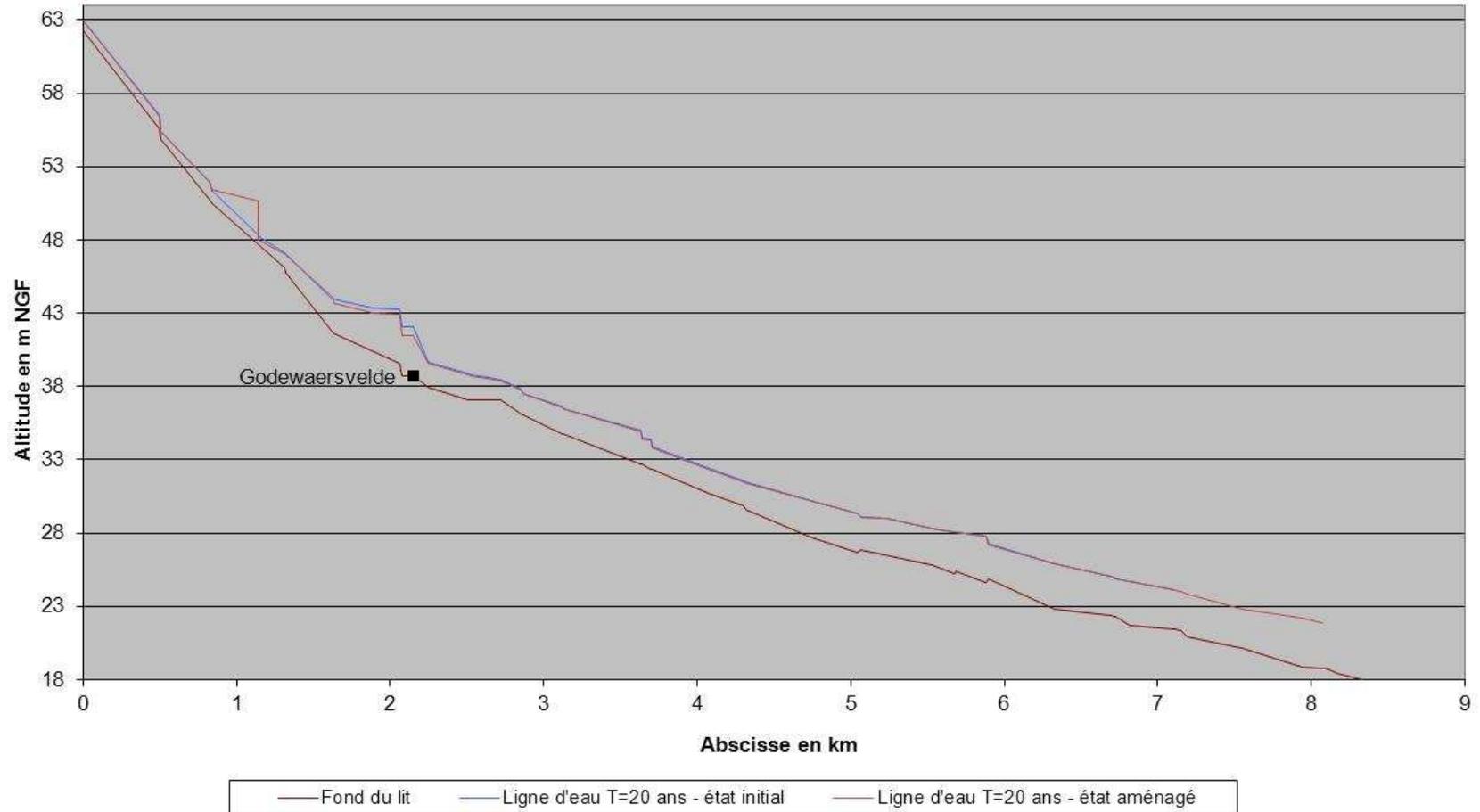


Fig. 84. PROFIL EN LONG DE LA VLETER BECQUE - SCENARIO 3

Profil en long de la Vleter Becque - Scénario 3 - traversée de Godewaersvelde

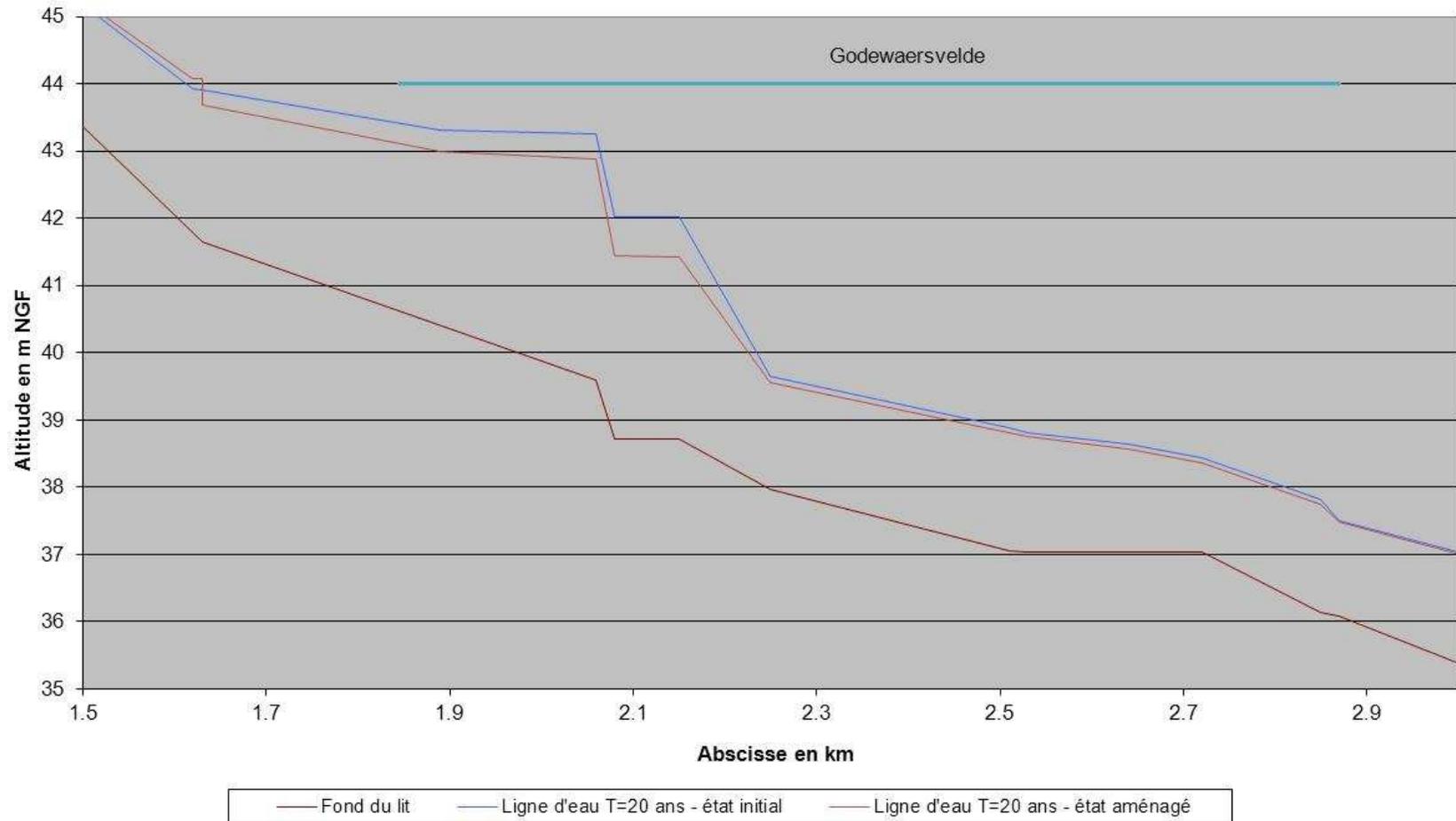


Fig. 85. PROFIL EN LONG DE LA VLETER BECQUE A GODEWAERSVELDE- SCENARIO 3

Hydrogrammes à la confluence entre la Vleterbeek et la Winterbeek - scénario 3

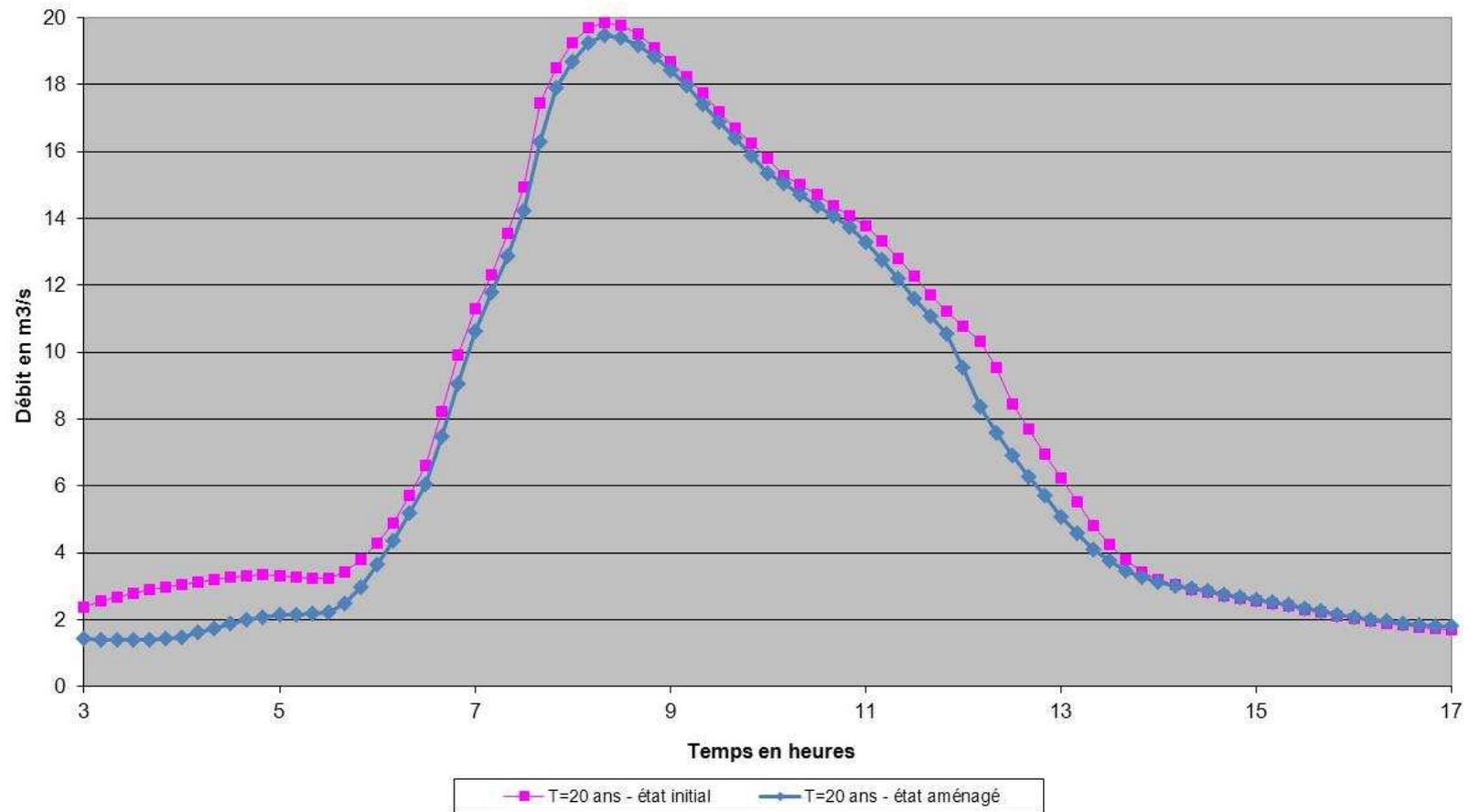


Fig. 86. HYDROGRAMMES A LA CONFLUENCE VLETERBEEK / WINTERBEEK - SCENARIO 3

Le scénario 3 permet une diminution de la ligne d'eau, surtout marquée dans la traversée de Godewaersvelde : entre la rue du Mont des Cats et celle du peintre Nicolas Ruysen, la diminution est de 10 à presque 60 cm. Toutefois, les ouvrages de franchissement sont toujours en charge, et si l'ampleur de l'événement est diminuée, les habitations restent touchées. Par rapport au scénario 2, la prise en compte de la ZRDC permet un gain de 1 à 2 cm sur la ligne d'eau au niveau de la rue du Mont des Cats, puis son impact disparaît.

En Belgique, à l'aval du secteur d'étude, le scénario 3 entraîne une diminution négligeable de la ligne d'eau. L'hydrogramme est légèrement écrêté par les aménagements, et le débit de pointe baisse de 2%.

4.3.5. IMPACTS INDIVIDUELS DES AMENAGEMENTS

Des fiches indiquant les impacts individuels des aménagements du scénario 3 sont fournies en annexe 04. A noter que le dimensionnement de l'orifice de vidange de la ZRDC a été réalisé dans le cadre d'un scénario complet. Si l'ouvrage est réalisé indépendamment des autres aménagements du scénario, alors l'orifice de vidange doit être redimensionné.

4.3.6. IMPACTS RESIDUELS SUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE

Les impacts résiduels du scénario 3 sur une crue exceptionnelle (engendrée par une pluie estivale centennale) sont illustrés dans les pages qui suivent.

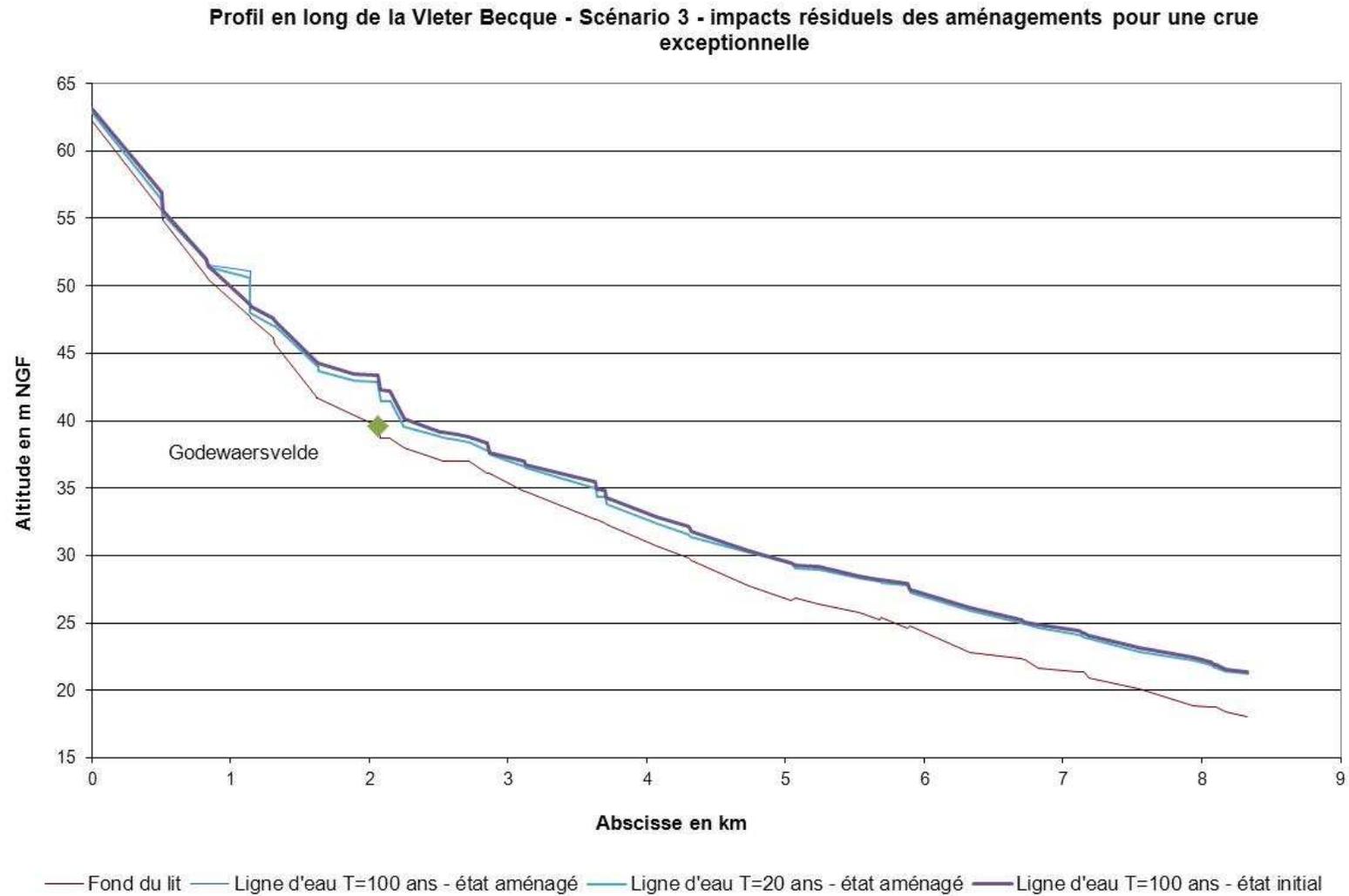


Fig. 87. PROFIL EN LONG DE LA VLETER BECQUE – SCENARIO 3 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE

Hydrogrammes à l'aval - Scénario 3 - impacts résiduels des aménagements sur une crue exceptionnelle

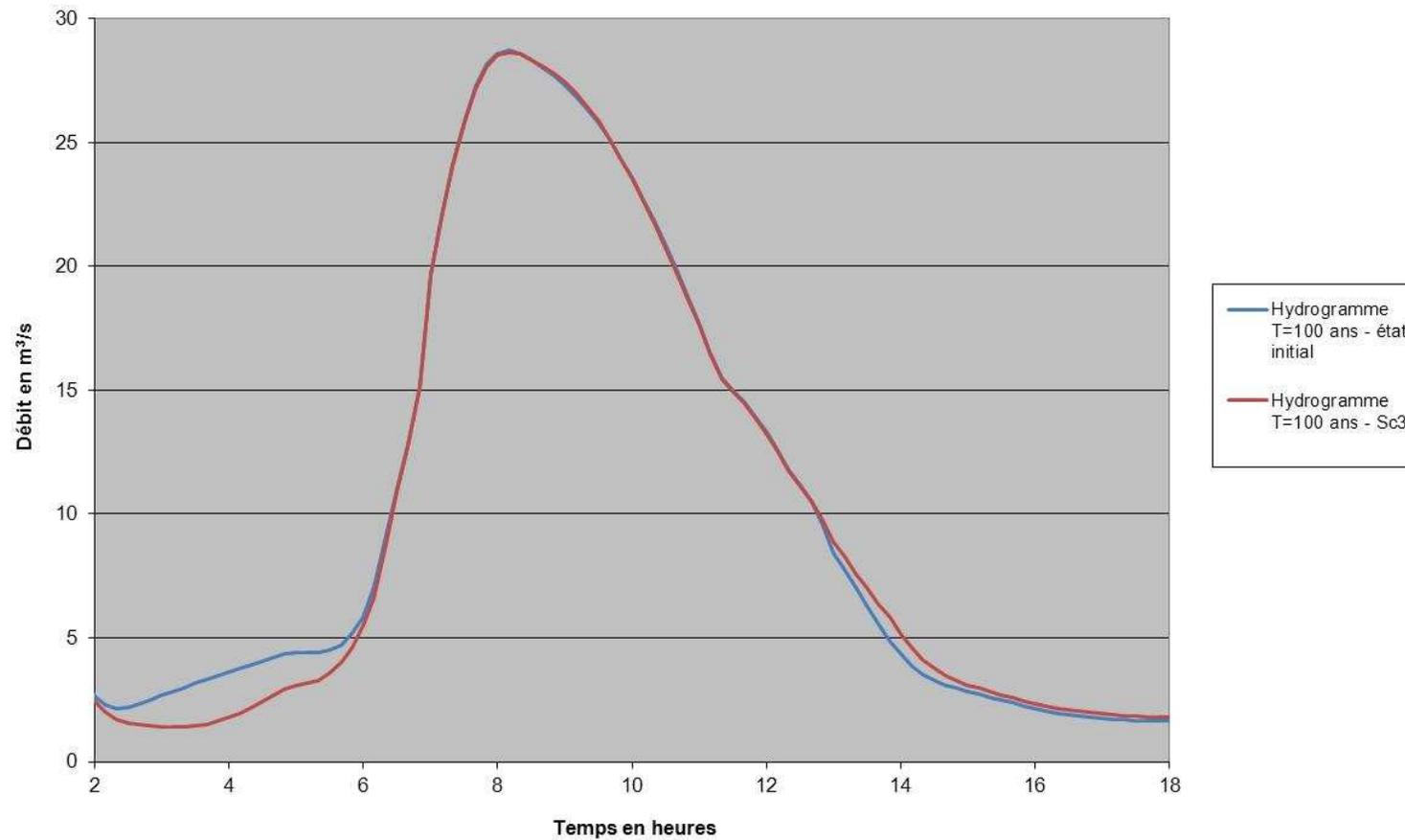


Fig. 88. *HYDROGRAMMES A LA CONFLUENCE VLETERBEEK / WINTERBEEK – SCENARIO 3 – IMPACTS RESIDUELS DES AMENAGEMENTS POUR UNE CRUE EXCEPTIONNELLE*

4.3.7. ESTIMATION FINANCIERE

L'estimation financière de la ZRDC localisée en amont de Godewaersvelde est la suivante :

Tabl. 31 - ESTIMATION FINANCIERE – ZRDC EN AMONT DE GODEWAERSVELDE

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire HT	Coût HT
Installation / préparation	F	1	8 500.00	8 500.00
Réalisation de la digue (h=2,00m)	ml	80	1 500.00	120 000.00
Ouvrage de régulation	U	1	50 000.00	50 000.00
			TOTAL	178 500.00
			TOTAL +15%	205 275.00

Le coût de réalisation des aménagements diffus est de 103 500 € HT.

A cela vient s'ajouter le coût de réalisation des deux bassins CRESETY, qui sera communiqué ultérieurement par l'USAN (en charge de la conception de ces ouvrages).

4.4. SYNTHESE

La figure suivante présente une comparaison de la ligne d'eu obtenue par les trois scénarios à Godewaersvelde.

Profil en long de la Vleter Becque - Bilan des scenarii - traversée de Godewaersvelde

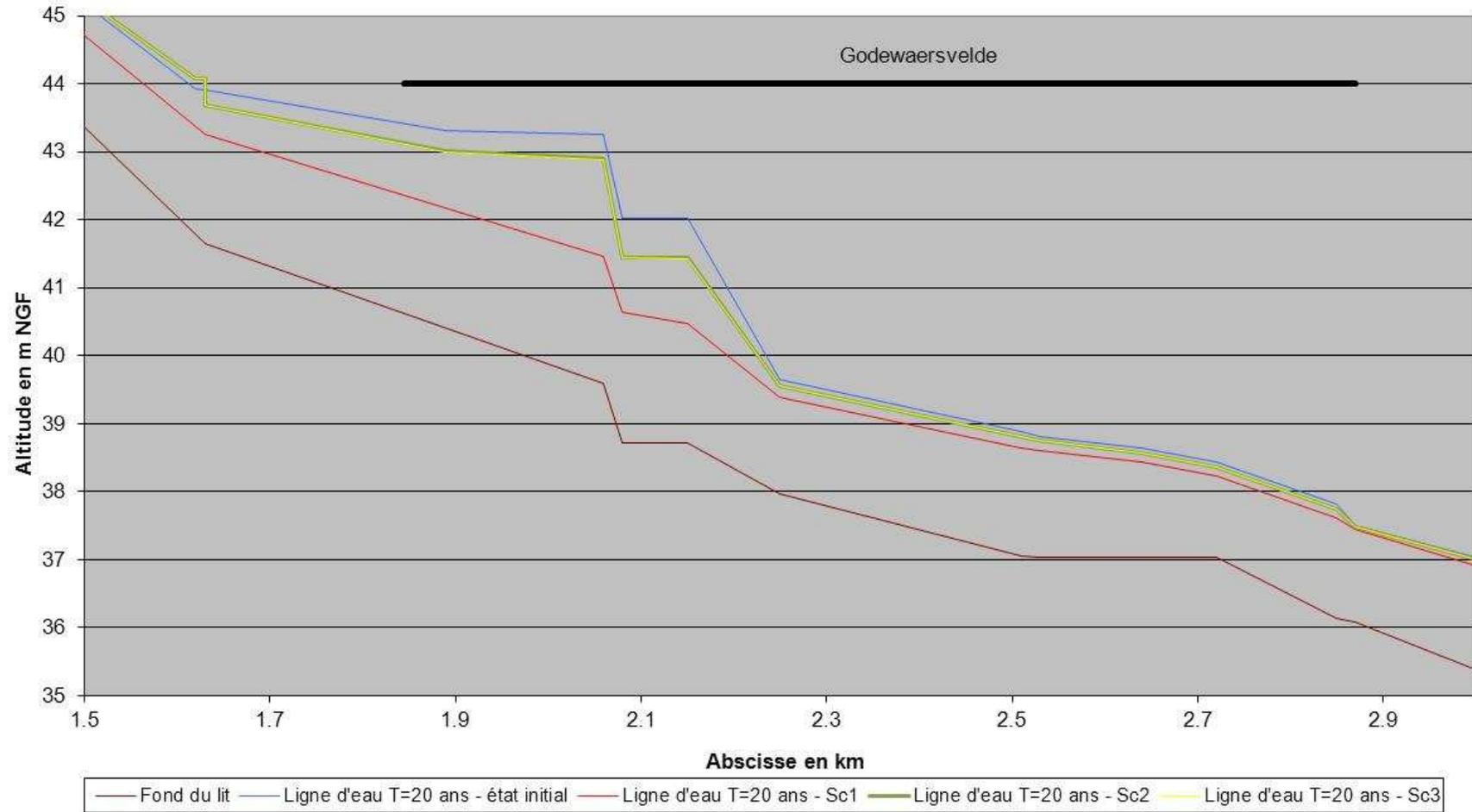


Fig. 89. PROFIL EN LONG DE LA VLETER BECQUE – TRAVERSEE DE GODEWAERSVELDE – BILAN DES SCENARI

Le scénario 1 correspond à la mise en place d'aménagements diffus et à une amélioration des pratiques culturales sur le bassin versant de la Vleter Becque à Godewaersvelde.

Le scénario 2 correspond à la mise en place d'aménagements diffus sur le bassin versant de la Vleter Becque à Godewaersvelde, ainsi qu'à la réalisation des deux bassins CRESETY.

Le scénario 3 correspond au scénario 2, auquel vient s'ajouter la réalisation d'une ZRDC en amont de Godewaersvelde.

Seul le scénario 1 permet de prémunir Godewaersvelde des inondations engendrées par la pluie de projet. En effet, la réalisation d'aménagements hydrauliques dans le lit majeur de la Vleter Becque en amont de Godewaersvelde va dans le bon sens, néanmoins ils ne permettent en aucun cas d'avoir une influence sur les apports engendrés par les talwegs qui débouchent directement dans le centre-village (apports majeurs d'après les témoins des inondations de 2007). De plus, les aménagements (bassins CRESETY et ZRDC) modélisés dans le cadre des scénarii 2 et 3 ont un impact faible sur la crue de projet à Godewaersvelde ou en Belgique.

Le scénario 1, et plus généralement un travail important sur la maîtrise du ruissellement, semble être à privilégier pour atténuer significativement les impacts d'une crue engendrée par la pluie de projet à Godewaersvelde.

Les estimations financières des différents scénarii sont les suivantes :

- Scénario 1 : 103 500 € HT pour la réalisation des aménagements diffus.
- Scénario 2 : 103 500 € HT pour la réalisation des aménagements diffus, auxquels viennent s'ajouter le coût de réalisation des bassins CRESETY.
- Scénario 3 : 309 000 € HT pour la réalisation des aménagements diffus et de la ZRDC, auxquels viennent s'ajouter le coût de réalisation des bassins CRESETY.

Le tableau fourni en page suivante synthétise les différents éléments.

Tabl. 32 - BILAN DES SCENARII

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Rappel des principaux aménagements	Aménagements diffus et changement des pratiques culturales	Aménagements diffus et les 2 bassins CRESETY	Aménagements diffus, 1 ZRDC et les 2 bassins CRESETY
Estimation financière en € HT	103 500	103 500 + coût des 2 bassins CRESETY	309 000 + coût des 2 bassins CRESETY
Principaux impacts hydrauliques en France	Diminution de 1,00 à 1,70m dans le centre village de Godewaersvelde	Esquelbecq : diminution de 10 à 25cm Arnèke : diminution de 7 à 13cm Wormhout : diminution de 30 à 45cm Steenvoorde : diminution de 30cm	Esquelbecq : diminution de 10 à 25cm Arnèke : diminution de 7 à 13cm Wormhout : diminution de 30 à 45cm Steenvoorde : diminution de 30cm
Principaux impacts hydrauliques en Belgique	Confluence Vleterbeek / Winterbeek : diminution de 2cm de la ligne d'eau et de 6% du débit de pointe	Confluence Vleterbeek / Winterbeek : diminution négligeable de la ligne d'eau et de 2% du débit de pointe	Confluence Vleterbeek / Winterbeek : diminution négligeable de la ligne d'eau et de 2% du débit de pointe
Impact environnemental et paysager	La mise en place des aménagements diffus apporte une plus-value environnementale et paysagère	La mise en place des aménagements diffus apporte une plus-value environnementale et paysagère. La réalisation des bassins CRESETY peut permettre la création de milieux humides environnementalement intéressants	La mise en place des aménagements diffus apporte une plus-value environnementale et paysagère. La réalisation des bassins CRESETY peut permettre la création de milieux humides environnementalement intéressants. Hauteur de la ZRDC de 1,90m
Impact agricole	Changement des pratiques culturales, aménagements diffus à mettre en place sur les parcelles	Aménagements diffus à mettre en place sur les parcelles	Aménagements diffus à mettre en place sur les parcelles. Surinondation induite par la ZRDC d'environ 0,15 hectares

oOo

5.
**COMPLEMENTS A VENIR – IMPACT ECOLOGIQUE DES
AMENAGEMENTS**

Dans le cadre de l'étude, le bureau d'étude AXECO réalisera une évaluation environnementale des sites susceptibles d'être l'objet d'aménagements hydrauliques. Ces évaluations environnementales, basées sur des investigations de terrain, ne peuvent être faites en période hivernale (impossibilité de recenser les espèces présentes) et seront donc réalisées au printemps 2011.

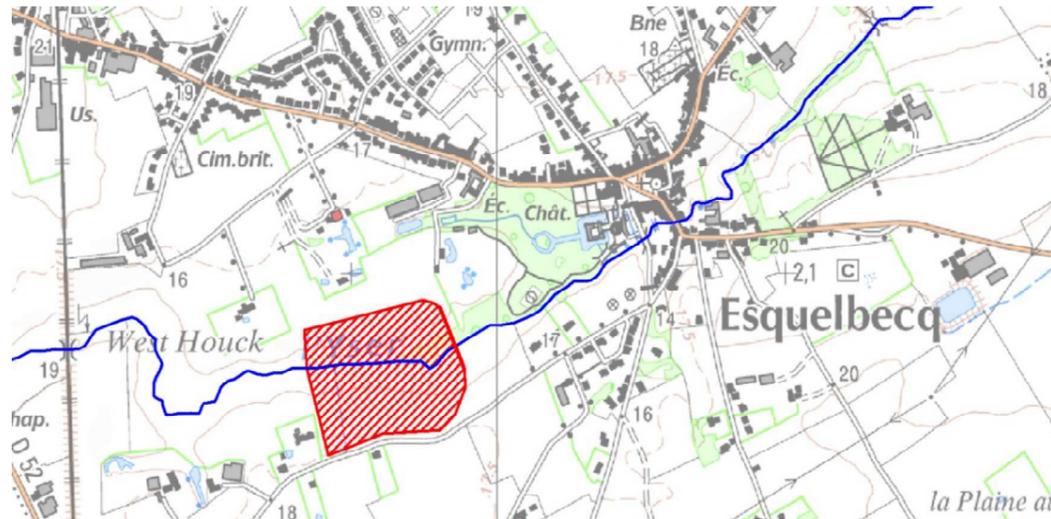
Cette évaluation servira de support à des propositions environnementales sur les secteurs concernés.

oOo

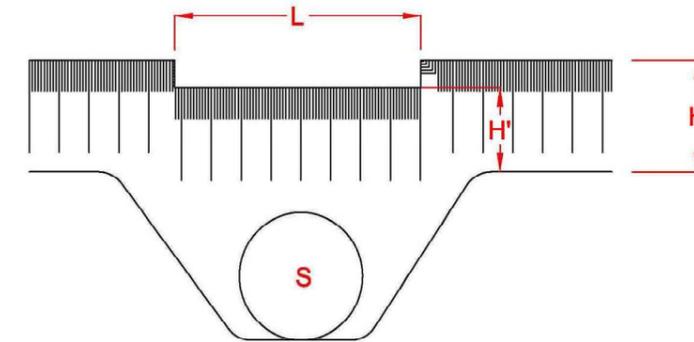
ANNEXE 1 : IMPACTS INDIVIDUELS DES AMENAGEMENTS – SCENARIO 1

Impacts individuels de l'aménagement I-ZRDC1 avec surcreusement situé à l'amont d'Esquelbecq

Localisation

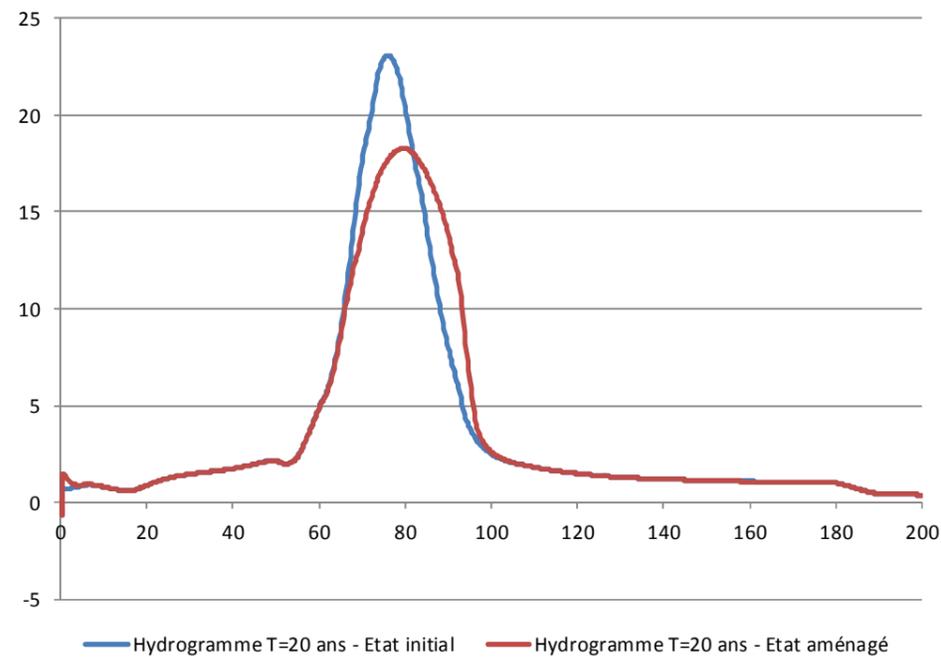


Caractéristiques principales de la ZRDC



L (largeur de survers) en m =	30
H (Hauteur entre le lit majeur et la crête de digue) en m =	2.15
H (Hauteur entre le lit majeur et la surverse) en m =	1.65
(section libre pour l'écoulement dans le lit mineur) en m ² =	7.25

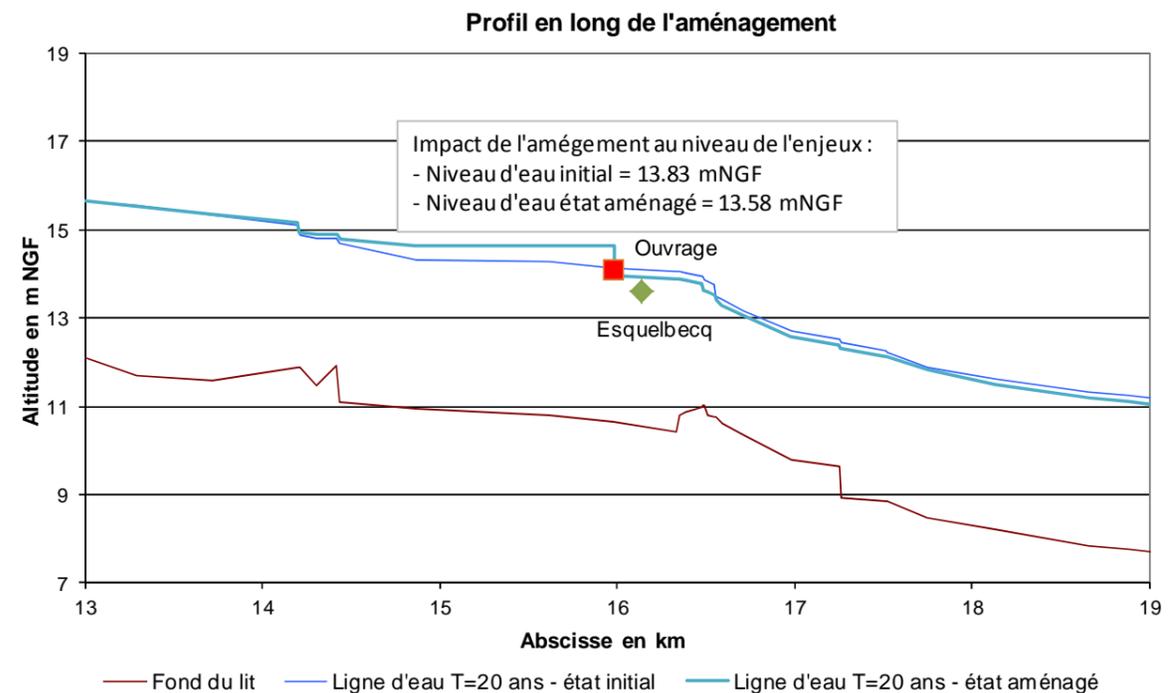
Hydrogramme avant et après aménagement



Etat initial - Qmax=
23.09 m³/s

Etat aménagé - Qmax=
18.28 m³/s

Profil en long au droit de l'aménagement

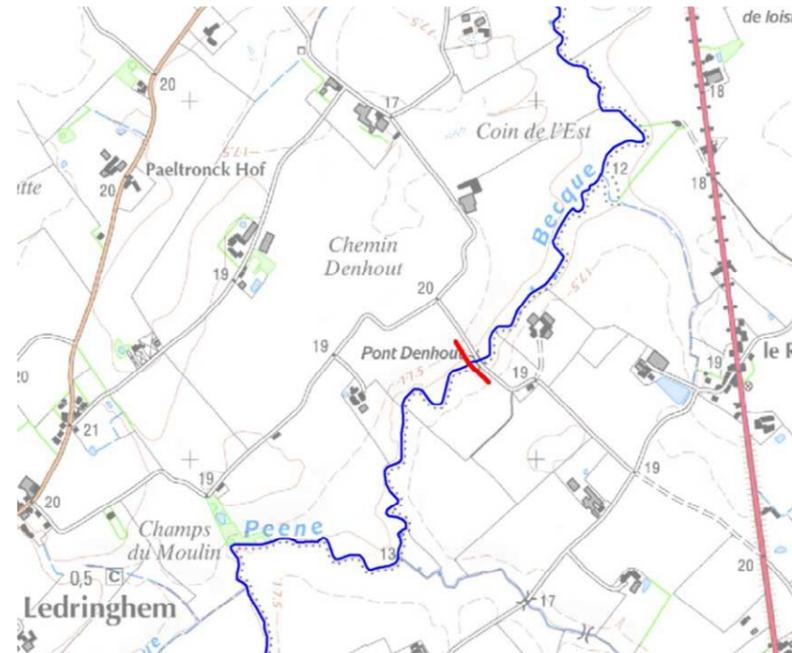




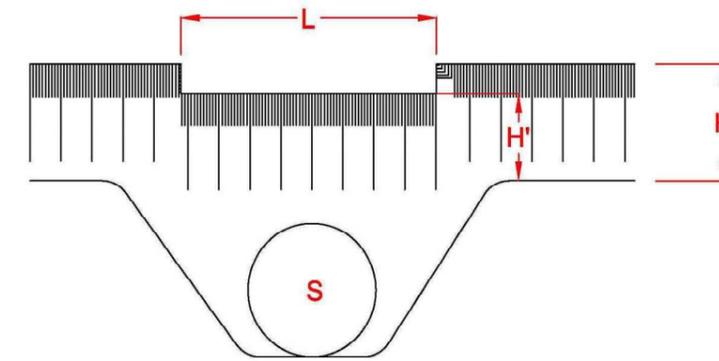
Impacts individuels de l'aménagement I-ZRDC2 situé à l'amont de Wormhout (Pont Denhout - Ledringhem)



Localisation

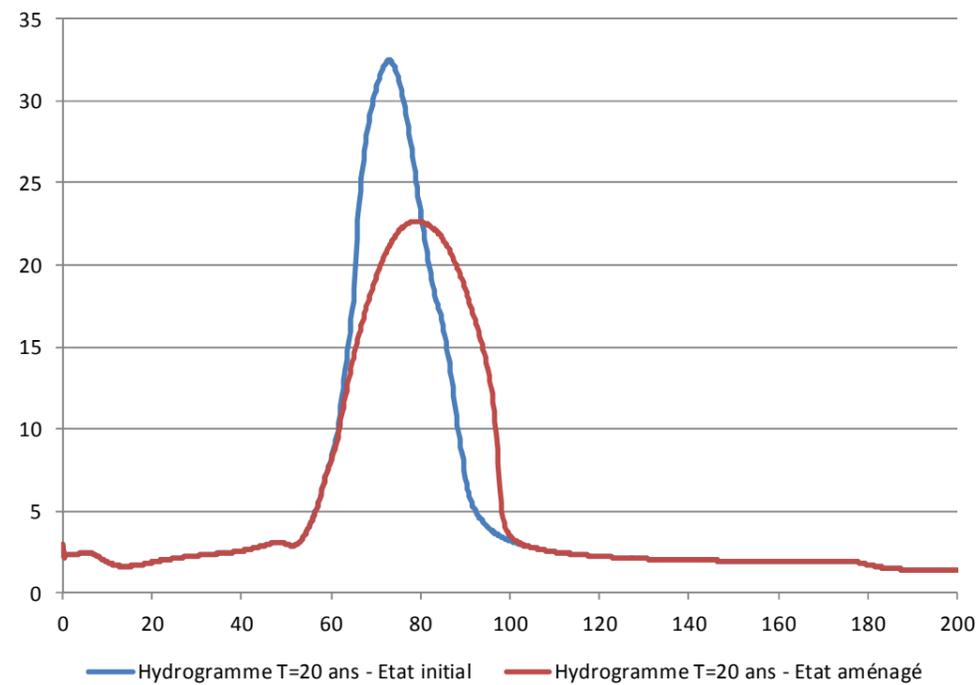


Caractéristiques principales de la ZRDC



L (largeur de survers) en m =	35
H (Hauteur entre le lit majeur et la crête de digue) en m =	3.28
H (Hauteur entre le lit majeur et la surverse) en m =	2.78
(section libre pour l'écoulement dans le lit mineur) en m ² =	5.4

Hydrogramme avant et après aménagement



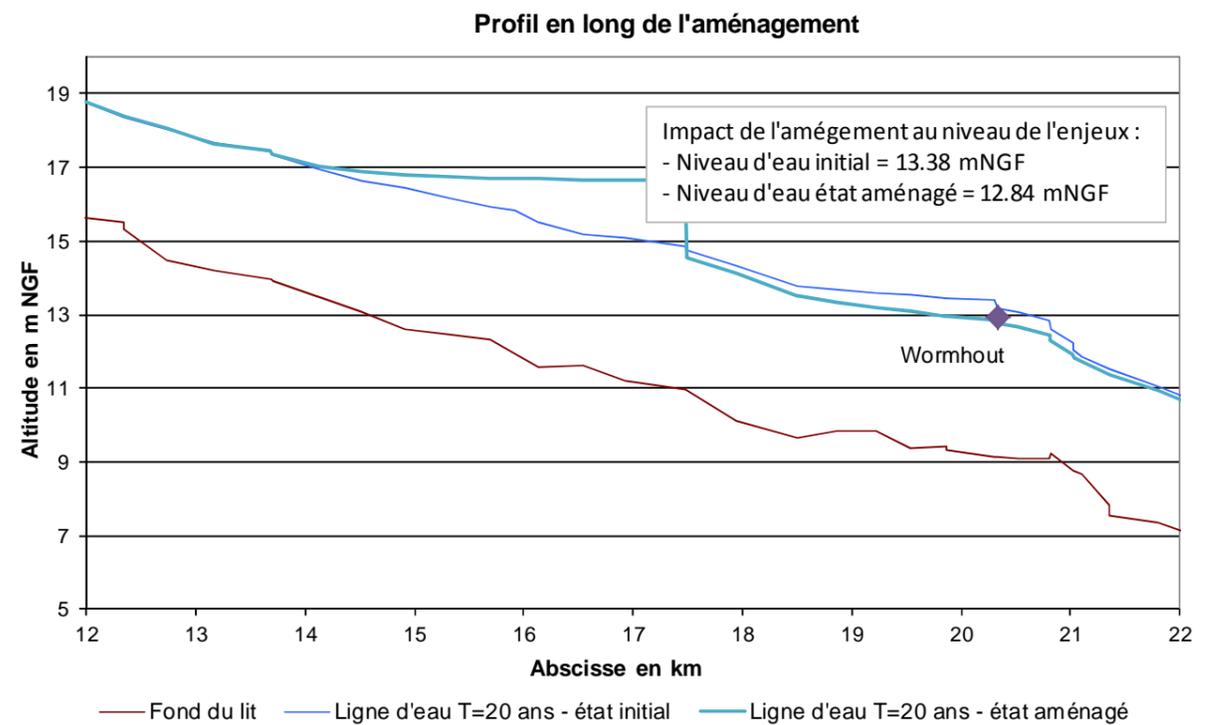
Etat initial - Qmax=

32.48 m³/s

Etat aménagé - Qmax=

22.66 m³/s

Profil en long au droit de l'aménagement

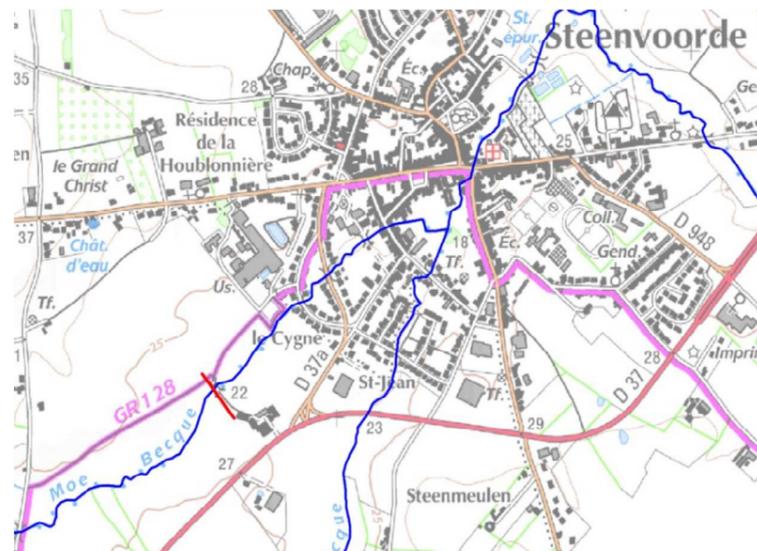




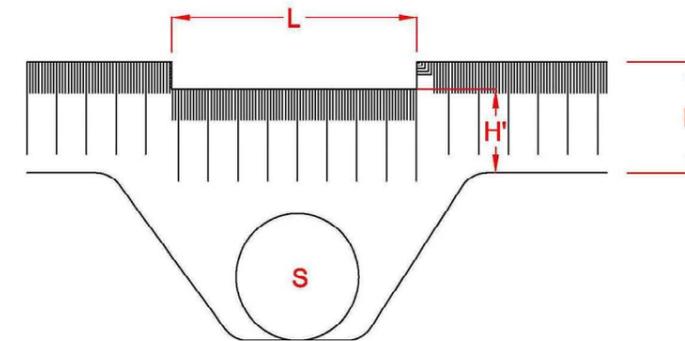
Impacts individuels de l'aménagement I-ZRDC3 situé à l'amont de Steenvoorde (Terdegem)



Localisation

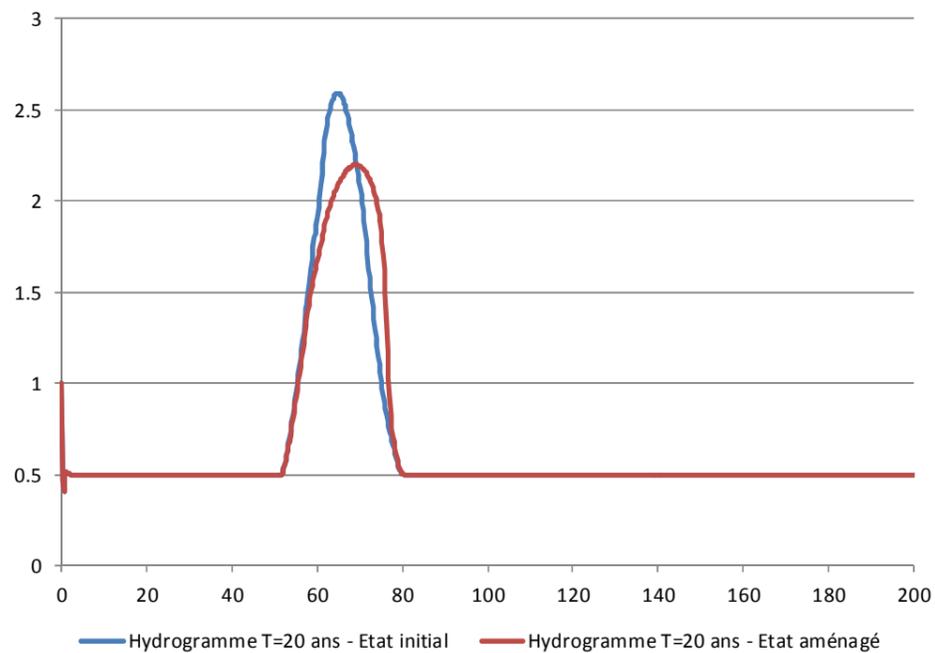


Caractéristiques principales de la ZRDC



L (largeur de survers) en m =	5
H (Hauteur entre le lit majeur et la crête de digue) en m =	1.7
H' (Hauteur entre le lit majeur et la surverse) en m =	1.2
(section libre pour l'écoulement dans le lit mineur) en m ² =	0.64

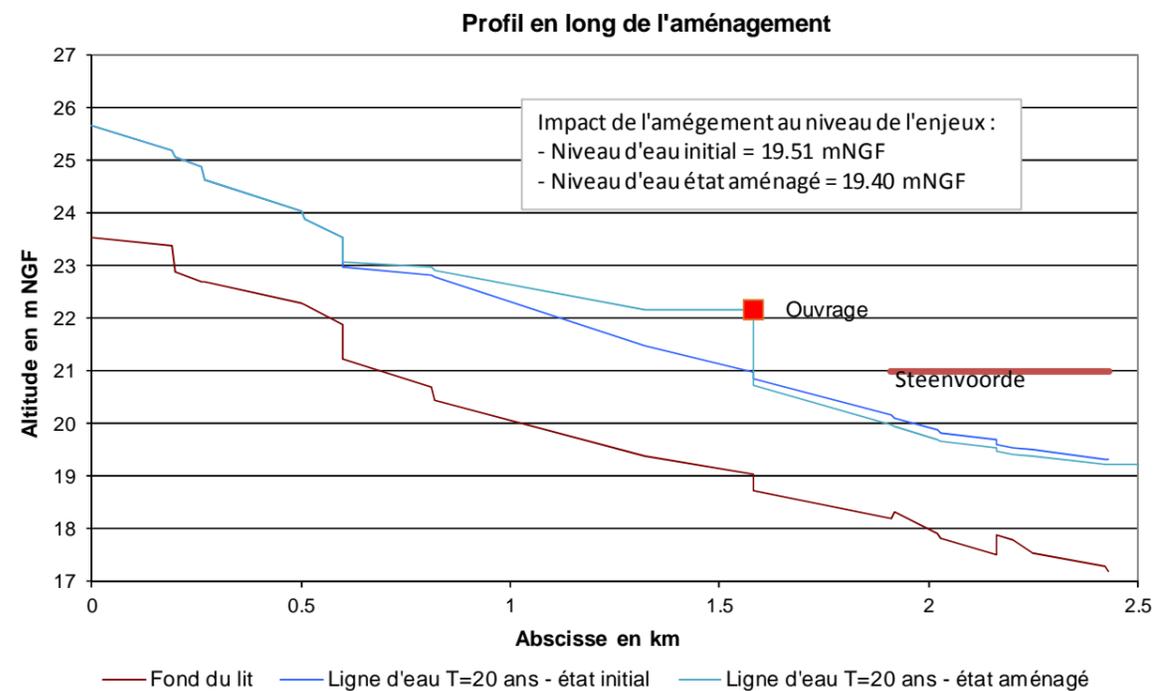
Hydrogramme avant et après aménagement



Etat initial - Qmax=
2.59 m³/s

Etat aménagé - Qmax=
2.20 m³/s

Profil en long au droit de l'aménagement

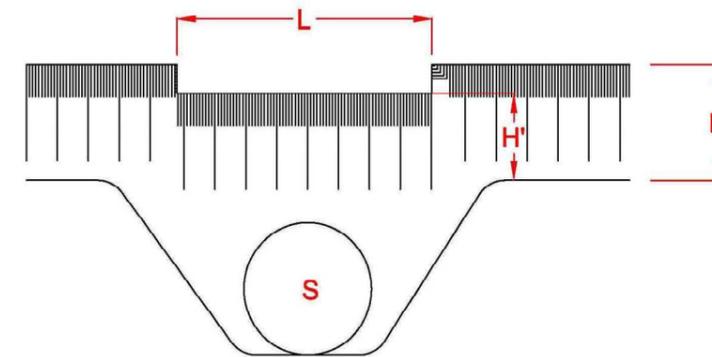


Impacts individuels de l'aménagement I-ZRDC4 situé à l'amont de Steenvoorde

Localisation

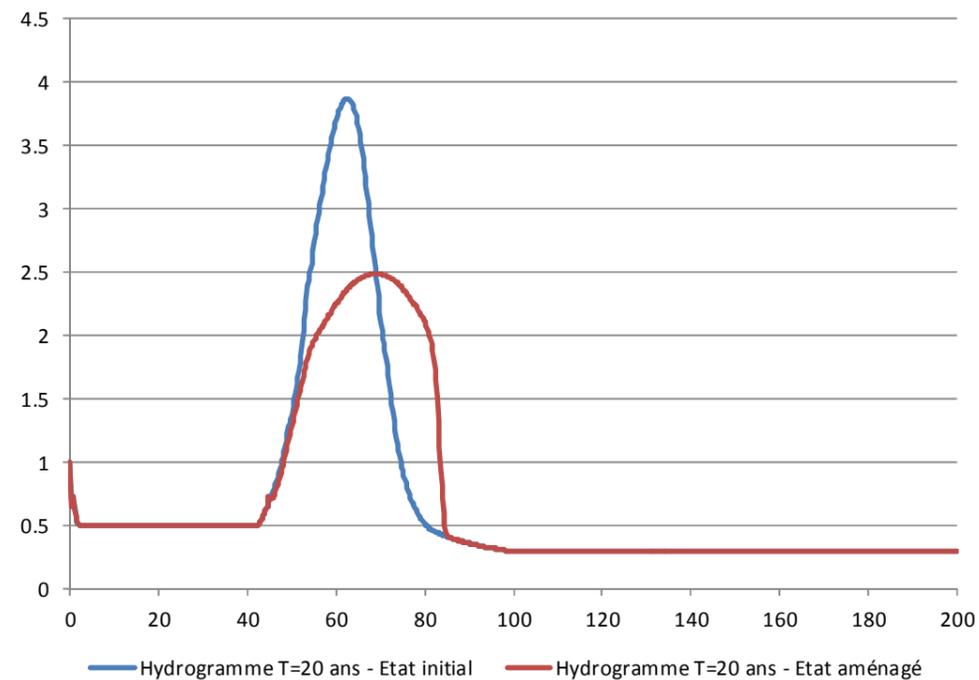


Caractéristiques principales de la ZRDC



L (largeur de survers) en m =	5
H (Hauteur entre le lit majeur et la crête de digue) en m =	2.81
H (Hauteur entre le lit majeur et la surverse) en m =	2.31
(section libre pour l'écoulement dans le lit mineur) en m ² =	0.53

Hydrogramme avant et après aménagement



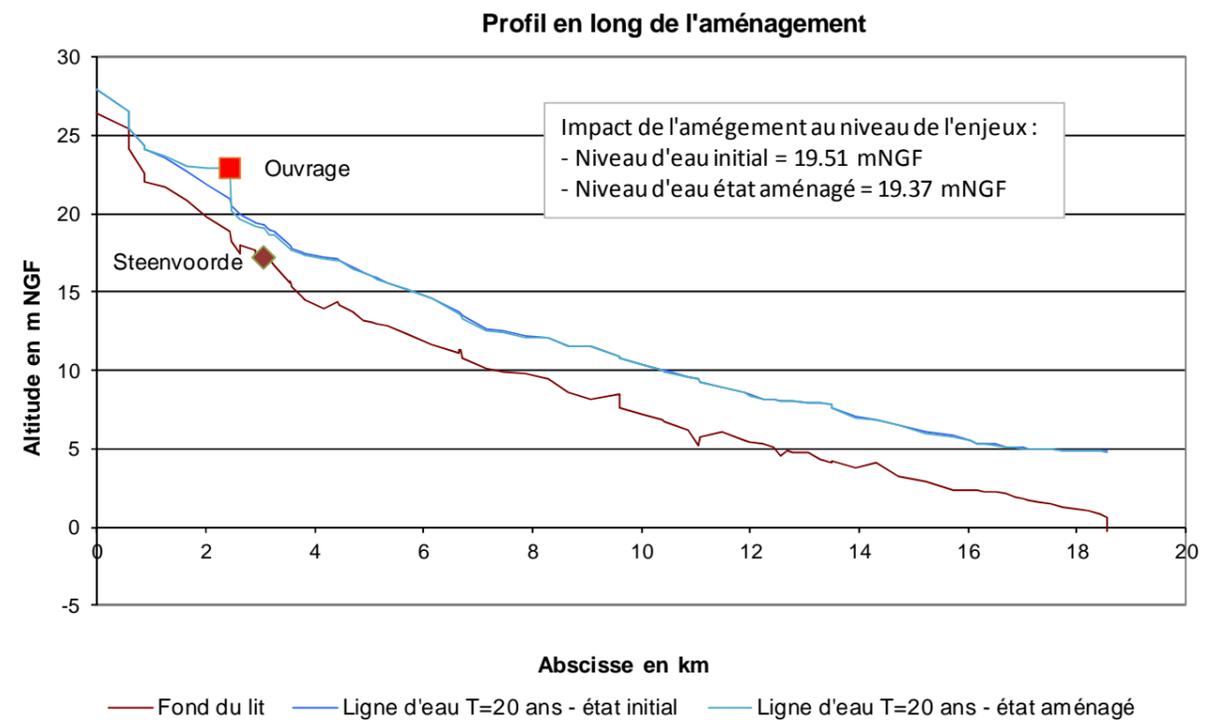
Etat initial - Qmax=

3.87 m³/s

Etat aménagé - Qmax=

2.49 m³/s

Profil en long au droit de l'aménagement





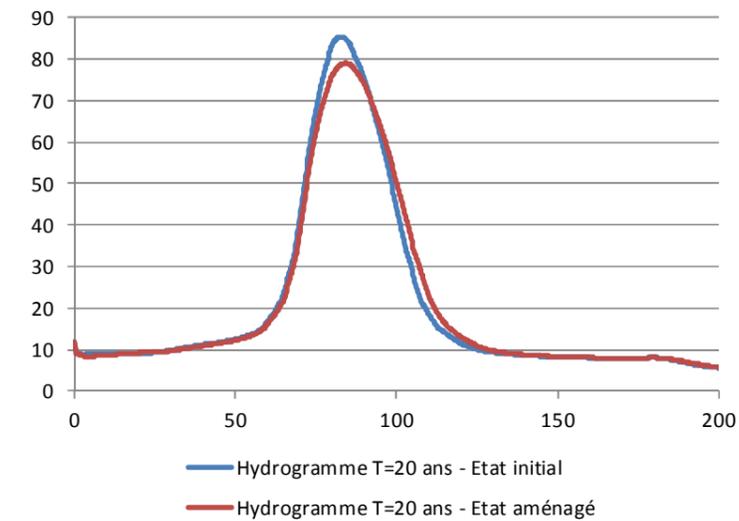
Impacts individuels du reméandrage du Scénario 1 (Complet)



Localisation



Hydrogramme à l'aval de l'Yser avant et après aménagement



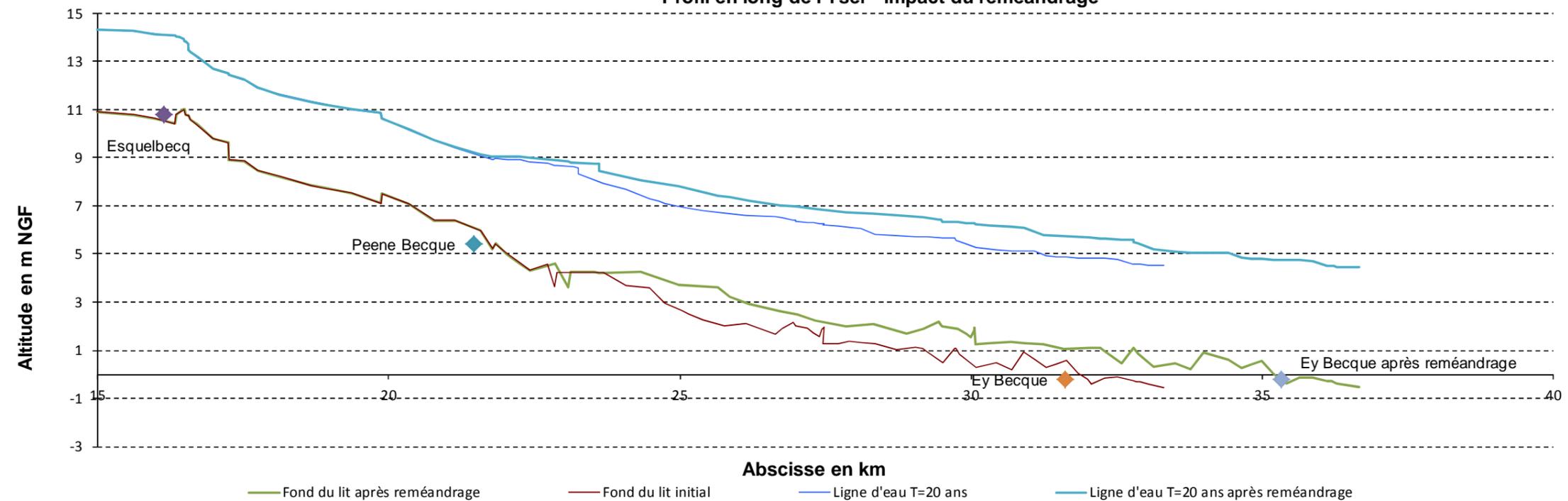
Etat initial - Qmax= 85.48 m³/s Etat aménagé - Qmax= 79.04 m³/s

Influence sur les affluents :

	Δ (m) à la confluence	Long.d'influence (km) vers l'amont
Peene Becque	0.09	1.1
Cray Becque	0.15	0.8
Sale Becque	0.06	0.49
Petite Becque	0.01	0.69
Ruisseau d'Houtkerque	-0.07	0.48
Ey Becque	-0.07	1.86
Zwyne Beque	-0.08	0.91

Profil en long de l'Yser avant et après reméandrage

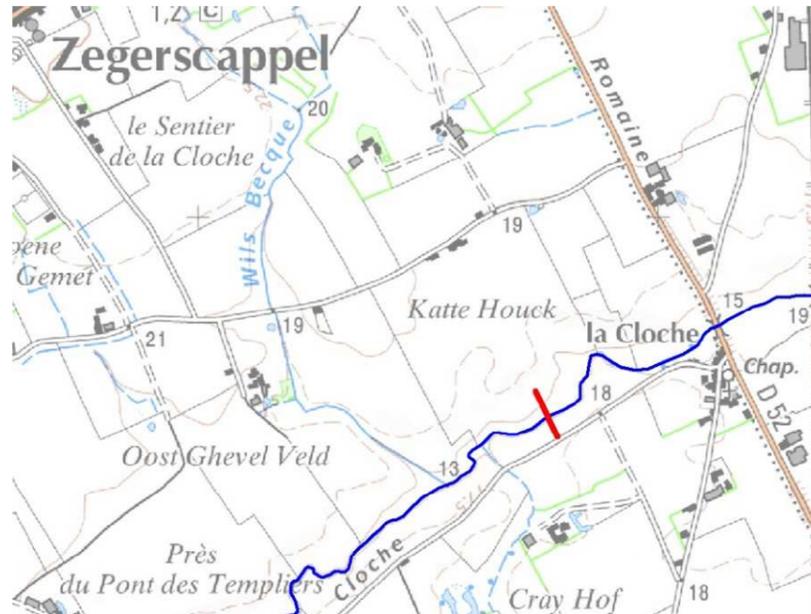
Profil en long de l'Yser - impact du reméandrage



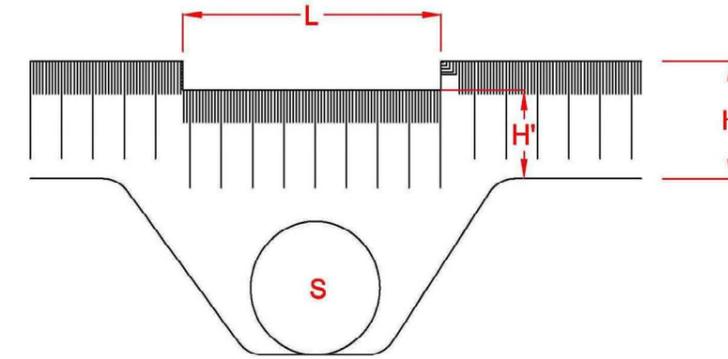
ANNEXE 2 : IMPACTS INDIVIDUELS DES AMENAGEMENTS – SCENARIO 2

Impacts individuels de l'aménagement II & III-ZRDC1 situé à l'amont de la Voie Romaine sur l'Yser

Localisation

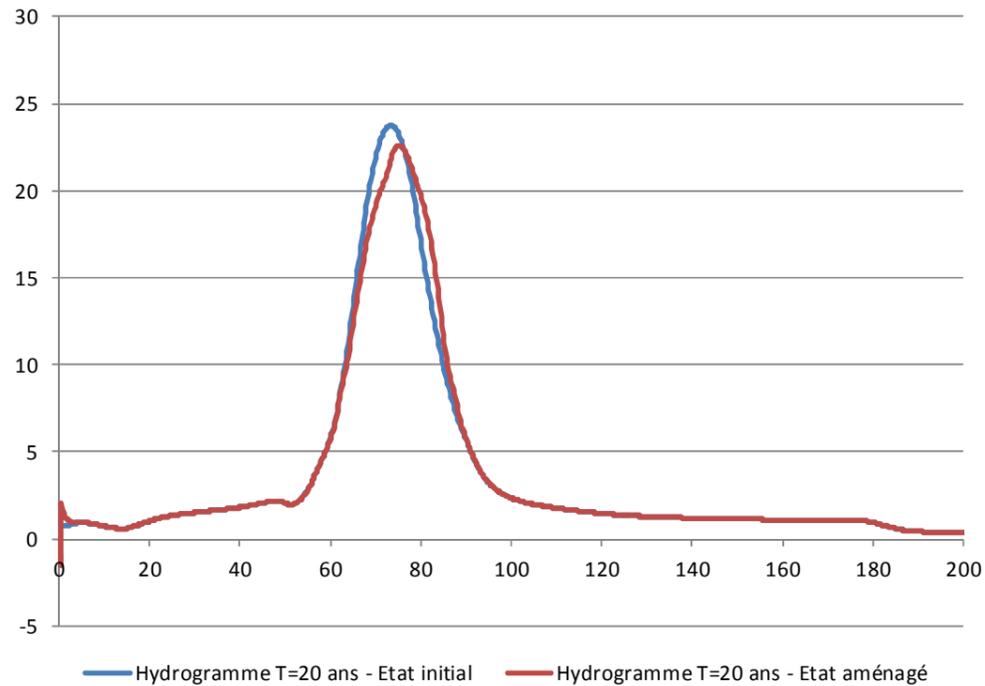


Caractéristiques principales de la ZRDC



L (largeur de survers) en m =	25
H (Hauteur entre le lit majeur et la crête de digue) en m =	2
H (Hauteur entre le lit majeur et la surverse) en m =	1.5
(section libre pour l'écoulement dans le lit mineur) en m ² =	7.4

Hydrogramme avant et après aménagement



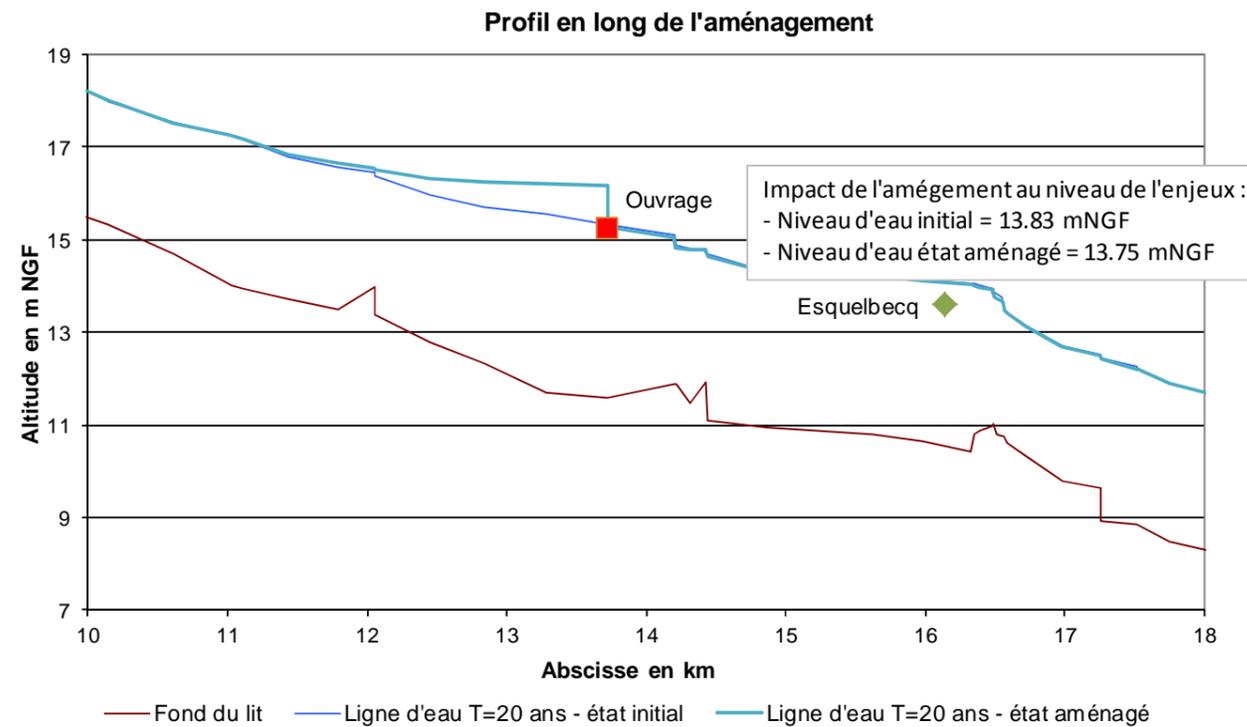
Etat initial - Qmax=

23.76 m³/s

Etat aménagé - Qmax=

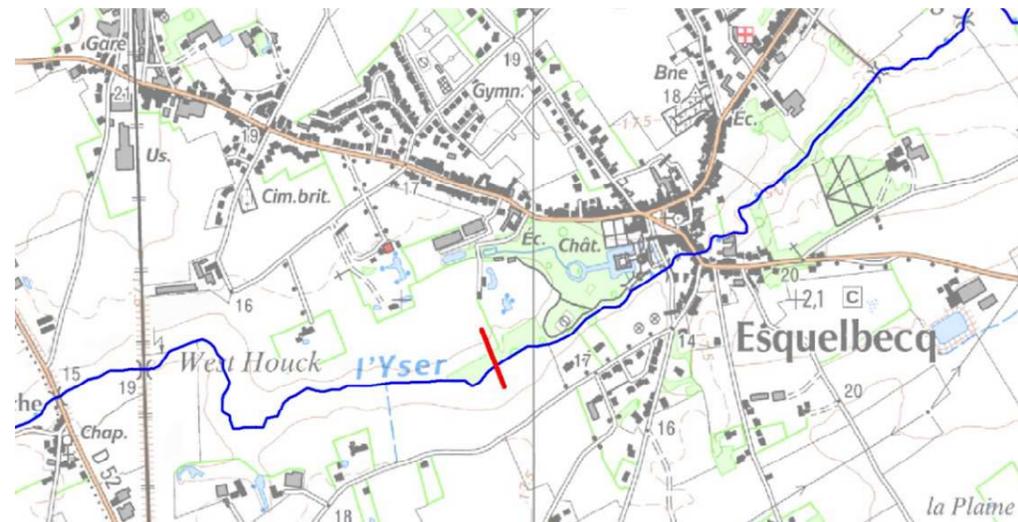
22.57 m³/s

Profil en long au droit de l'aménagement

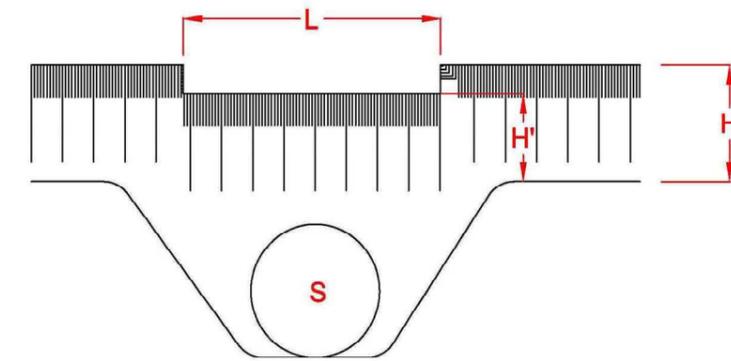


Impacts individuels de l'aménagement II & III-ZRDC2 situé à l'amont d'Esquelbecq

Localisation

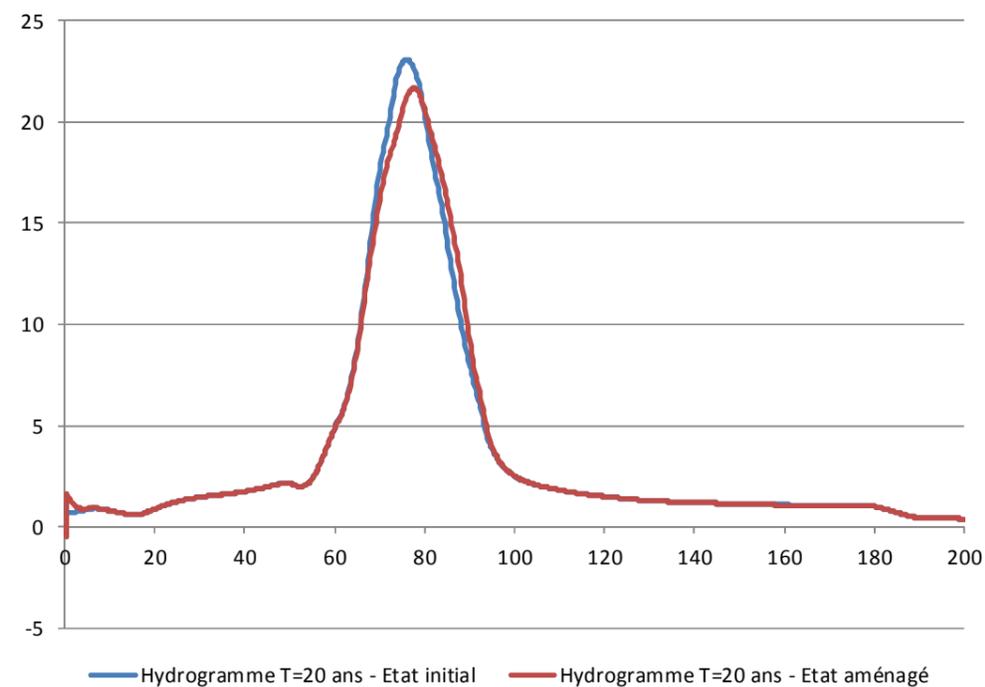


Caractéristiques principales de la ZRDC



L (largeur de survers) en m =	20
H (Hauteur entre le lit majeur et la crête de digue) en m =	1.9
H (Hauteur entre le lit majeur et la surverse) en m =	1.4
(section libre pour l'écoulement dans le lit mineur) en m ² =	10.15

Hydrogramme avant et après aménagement



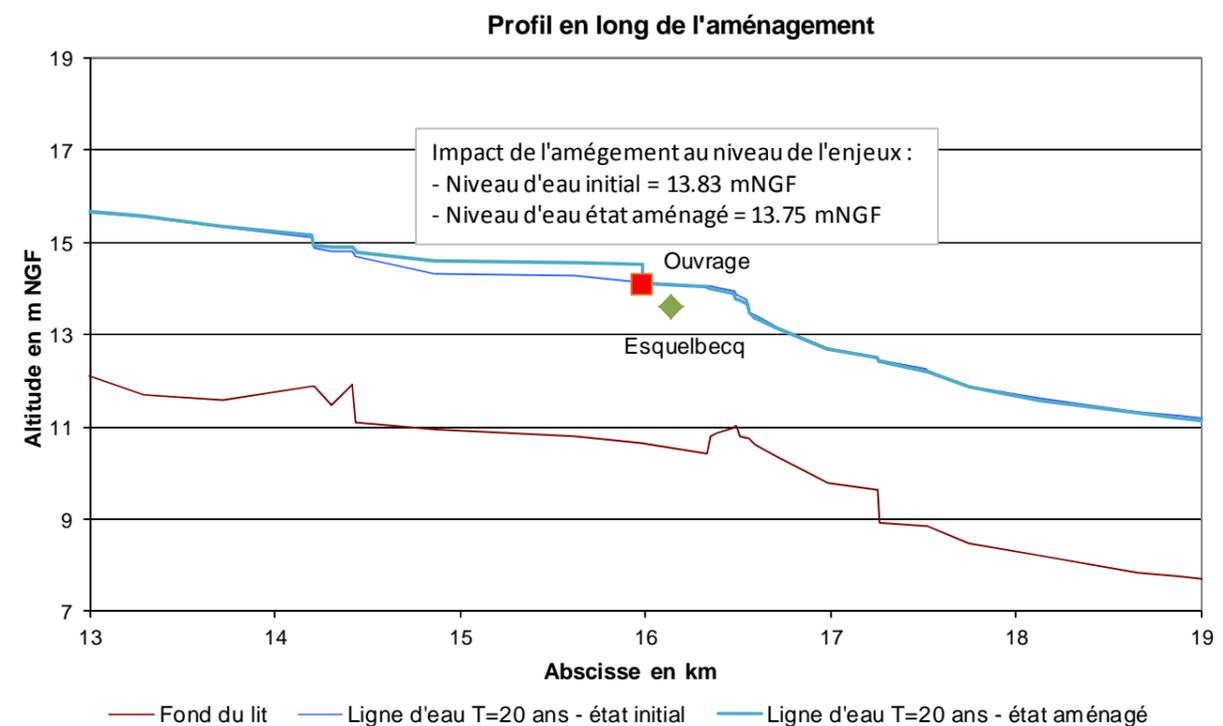
Etat initial - Qmax=

23.09 m³/s

Etat aménagé - Qmax=

21.66 m³/s

Profil en long au droit de l'aménagement

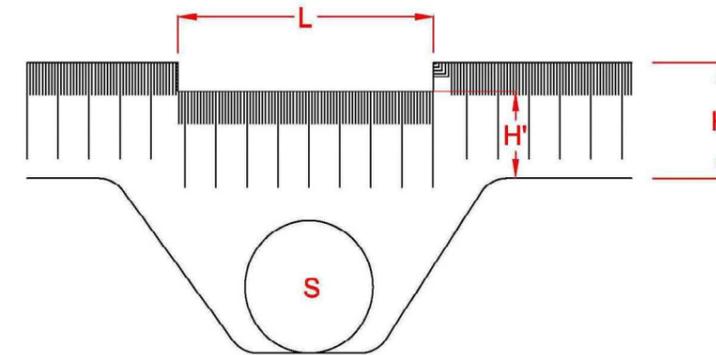


Impacts individuels de l'aménagement II-ZRDC3 situé à l'amont de Wormhout (Tampon Court - Ledringhem)

Localisation

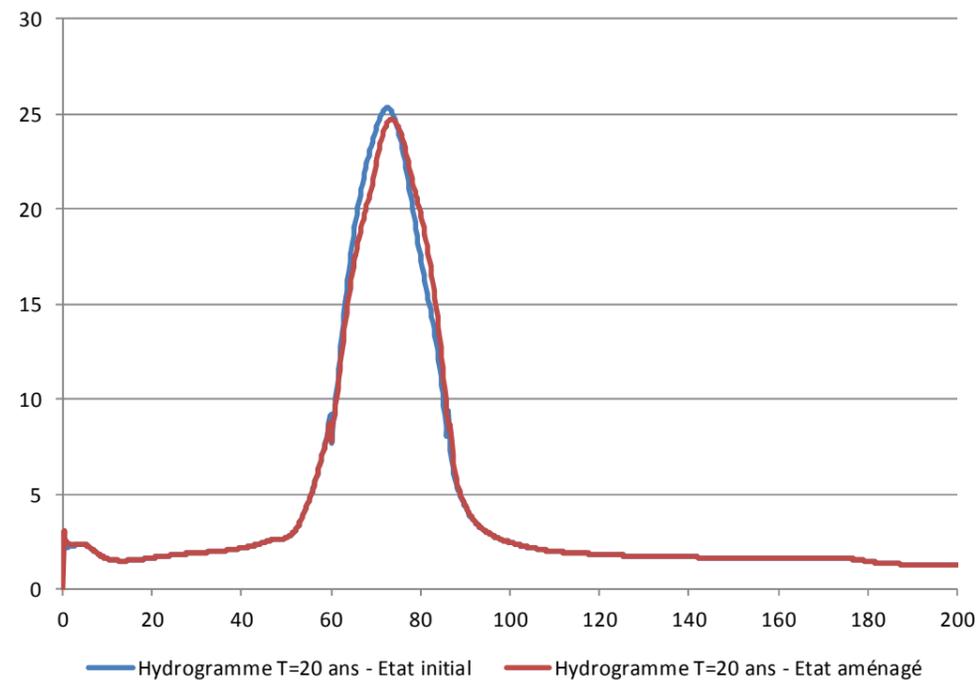


Caractéristiques principales de la ZRDC



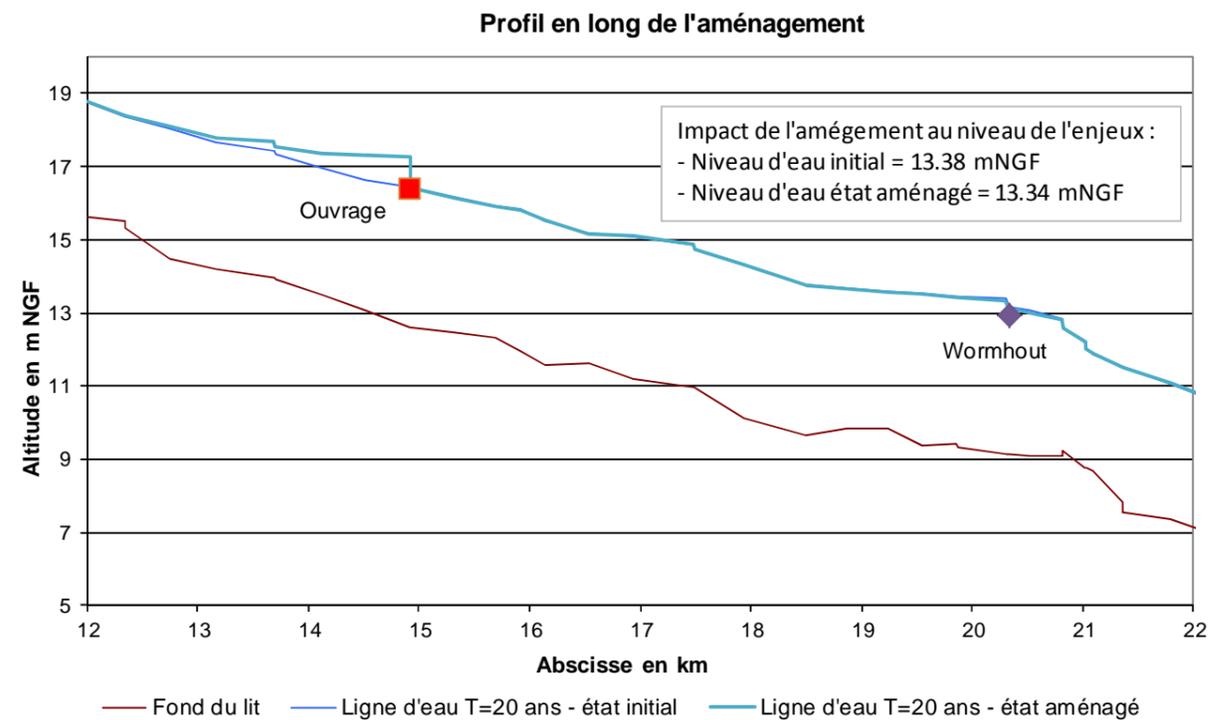
L (largeur de survers) en m =	25
H (Hauteur entre le lit majeur et la crête de digue) en m =	2
H (Hauteur entre le lit majeur et la surverse) en m =	1.5
(section libre pour l'écoulement dans le lit mineur) en m² =	7.95

Hydrogramme avant et après aménagement



Etat initial - Qmax= 25.32 m³/s
 Etat aménagé - Qmax= 24.73 m³/s

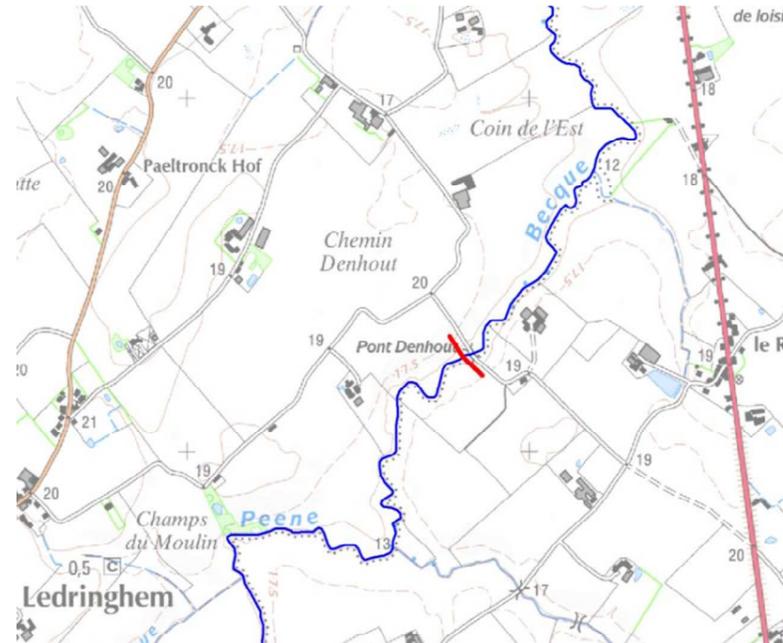
Profil en long au droit de l'aménagement



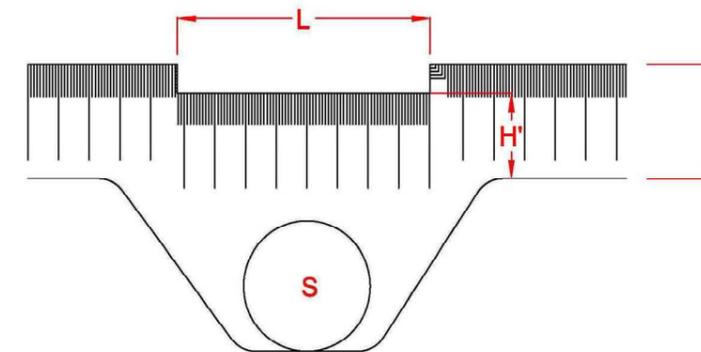
Impact de l'aménagement au niveau de l'enjeux :
 - Niveau d'eau initial = 13.38 mNGF
 - Niveau d'eau état aménagé = 13.34 mNGF

Impacts individuels de l'aménagement II & III-ZRDC4 situé à l'amont de Wormhout (Pont Denhout - Ledringhem)

Localisation

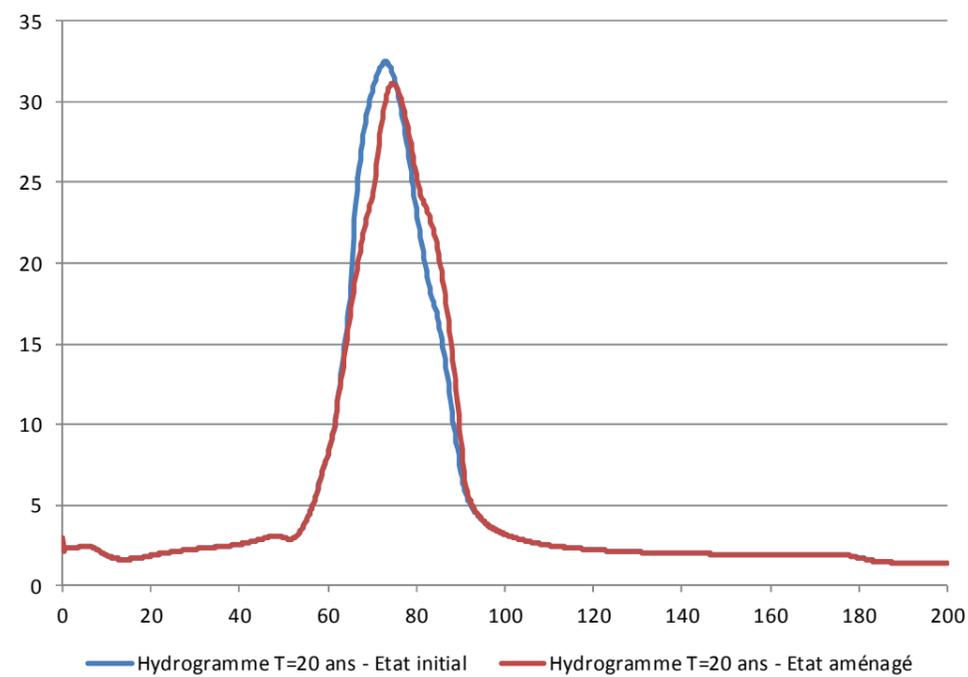


Caractéristiques principales de la ZRDC



L (largeur de survers) en m =	35
H (Hauteur entre le lit majeur et la crête de digue) en m =	2
H (Hauteur entre le lit majeur et la surverse) en m =	1.5
(section libre pour l'écoulement dans le lit mineur) en m ² =	8.03

Hydrogramme avant et après aménagement



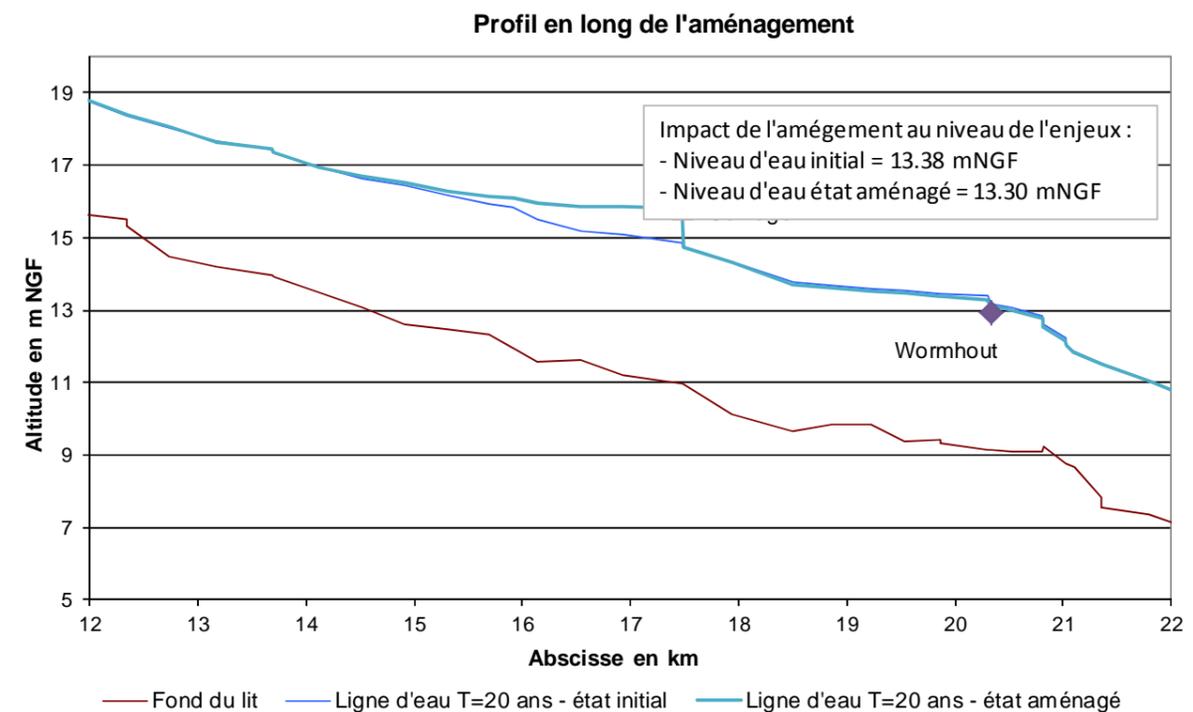
Etat initial - Qmax=

32.48 m³/s

Etat aménagé - Qmax=

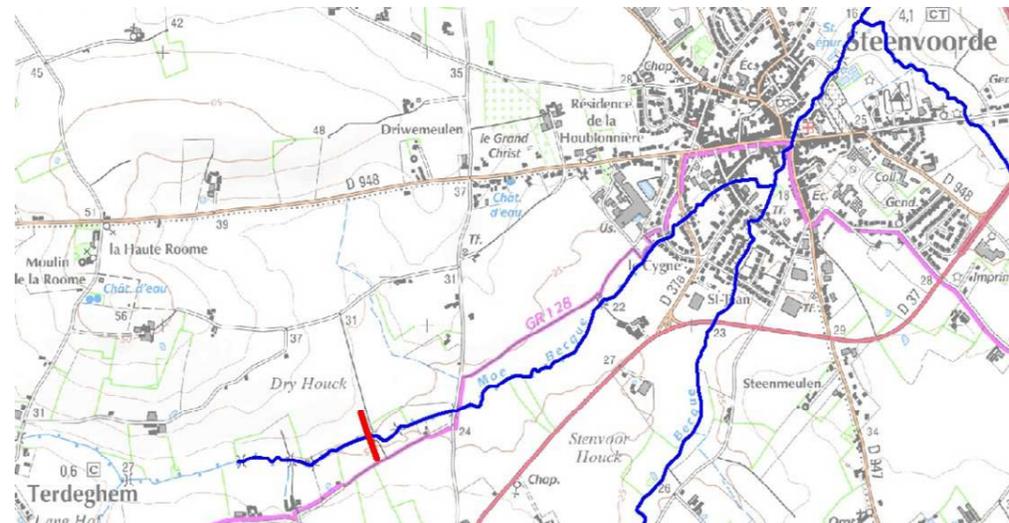
31.10 m³/s

Profil en long au droit de l'aménagement

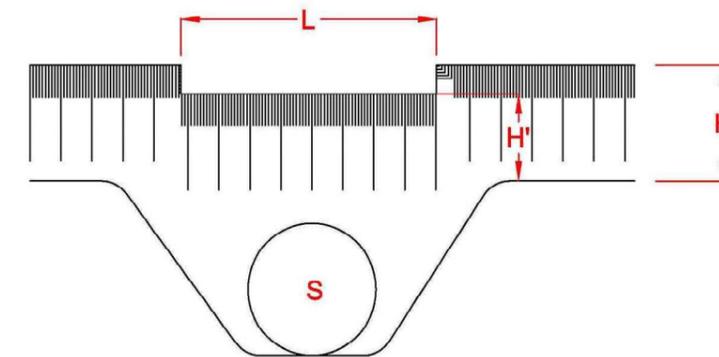


Impacts individuels de l'aménagement III-ZRDC5 situé à l'amont de Steenvoorde (Dry Houck - Terdeghem)

Localisation

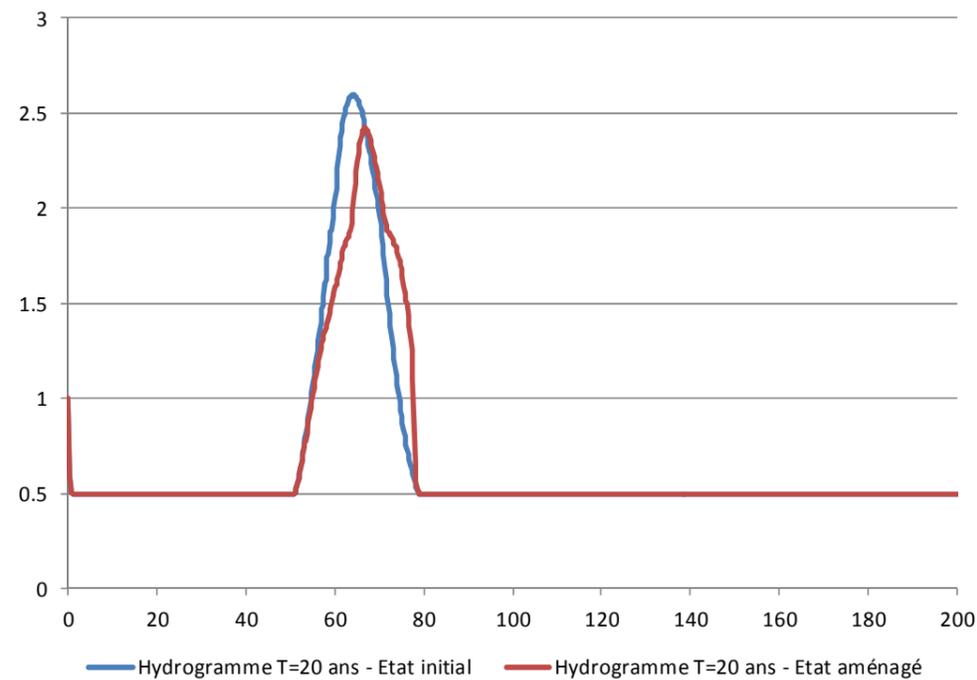


Caractéristiques principales de la ZRDC



L (largeur de survers) en m =	5
H (Hauteur entre le lit majeur et la crête de digue) en m =	2
H (Hauteur entre le lit majeur et la surverse) en m =	1.5
(section libre pour l'écoulement dans le lit mineur) en m ² =	0.51

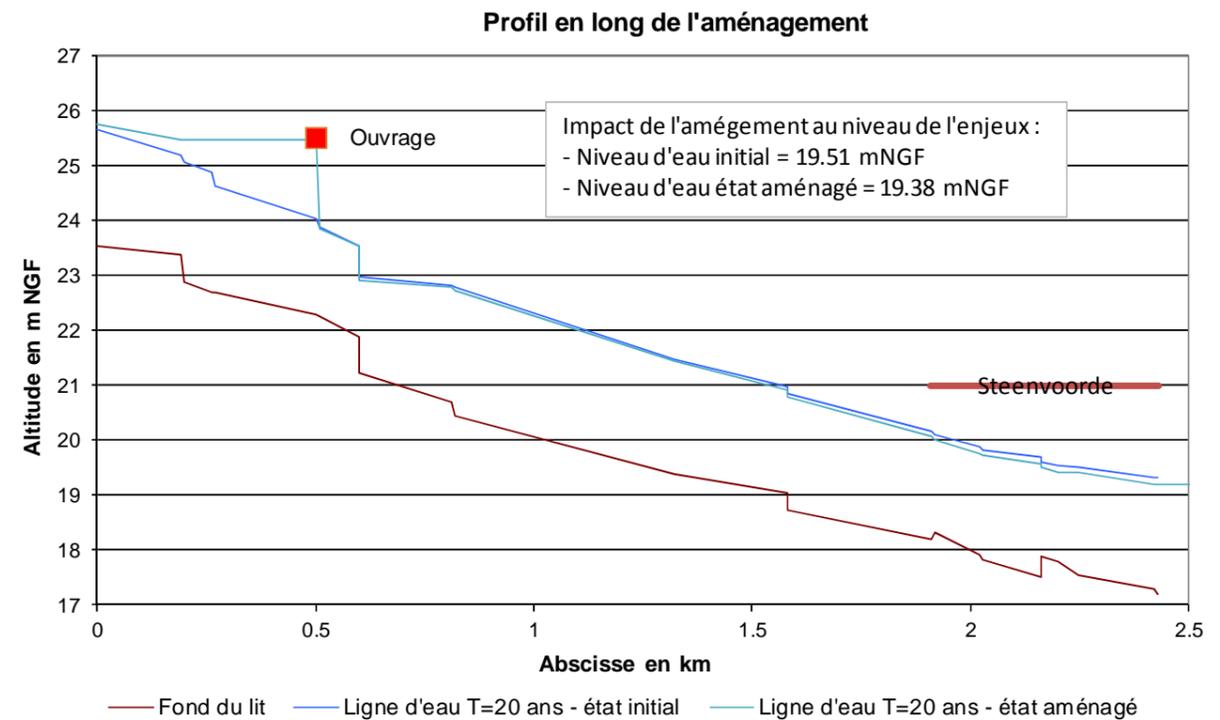
Hydrogramme avant et après aménagement



Etat initial - Qmax=
2.60 m³/s

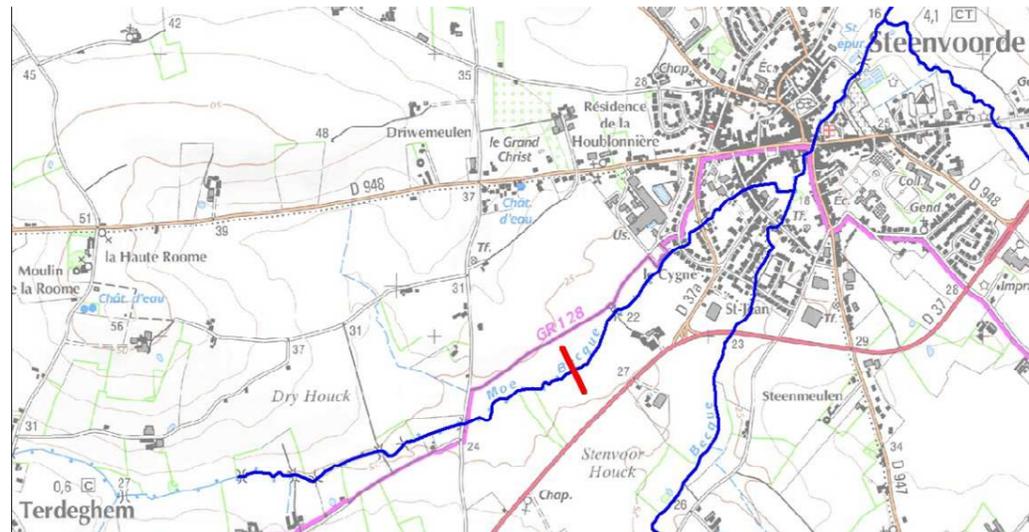
Etat aménagé - Qmax=
2.42 m³/s

Profil en long au droit de l'aménagement

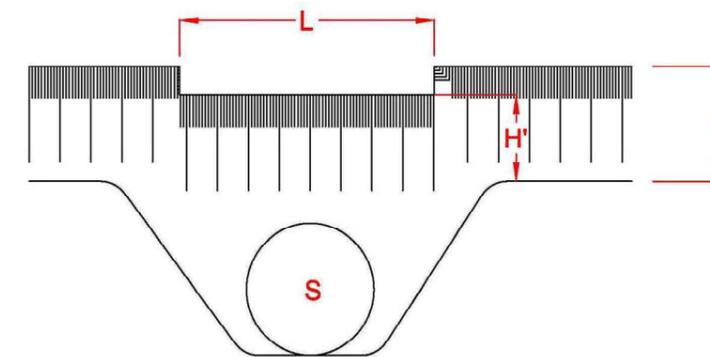


Impacts individuels de l'aménagement II-ZRDC6 situé à l'amont de Steenvoorde (Terdeghem)

Localisation

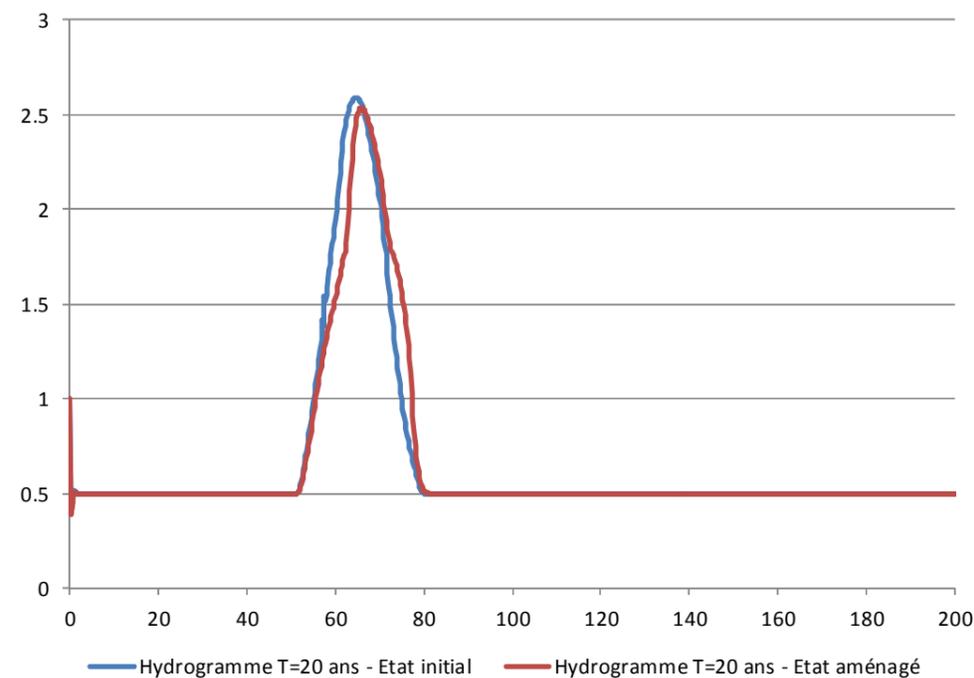


Caractéristiques principales de la ZRDC



L (largeur de survers) en m =	5
H (Hauteur entre le lit majeur et la crête de digue) en m =	1.6
H (Hauteur entre le lit majeur et la surverse) en m =	1.1
(section libre pour l'écoulement dans le lit mineur) en m ² =	0.58

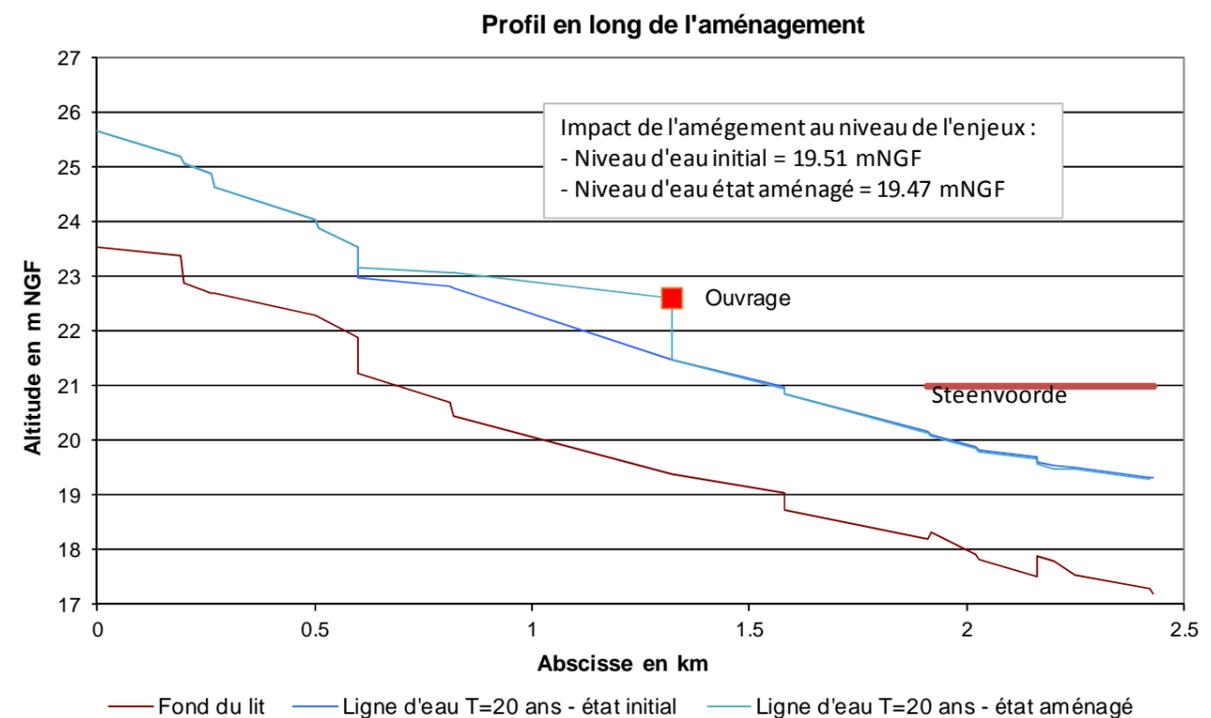
Hydrogramme avant et après aménagement



Etat initial - Qmax=
2.59 m³/s

Etat aménagé - Qmax=
2.54 m³/s

Profil en long au droit de l'aménagement





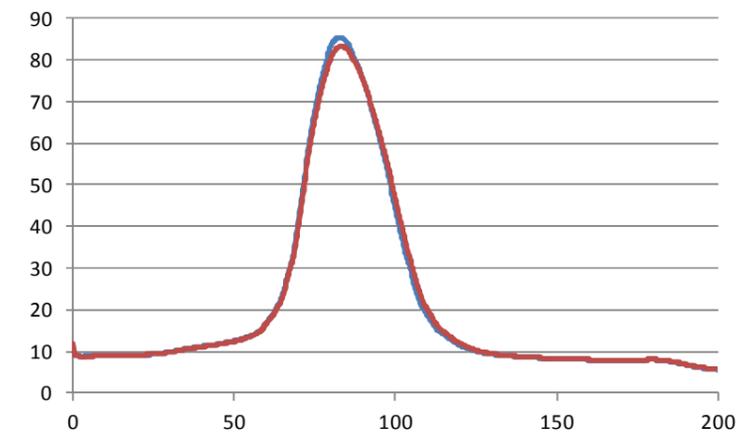
Impacts individuels du reméandrage du Scénario 2



Localisation



Hydrogramme à l'aval de l'Yser avant et après aménagement



Influence sur les affluents :

	Δ (m) à la confluence	Long.d'influence (km) vers l'amont
Peene Becque	0.01	0
Cray Becque	0.03	0.41
Sale Becque	0.02	0.49
Petite Becque	0.02	0.15
Ruisseau d'Houtkerque	-0.02	0.48
Ey Becque	-0.03	1.7
Zwyne Beque	-0.03	0.91

Etat initial - Qmax=

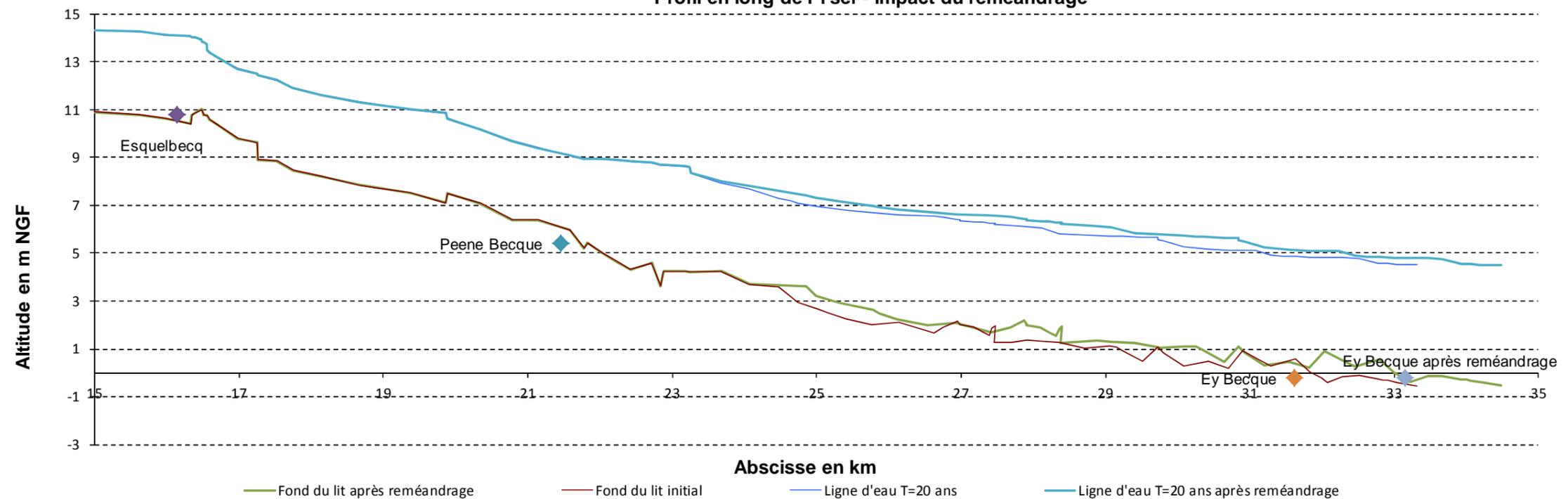
85.48 m³/s

Etat aménagé - Qmax=

83.29 m³/s

Profil en long de l'Yser avant et après reméandrage

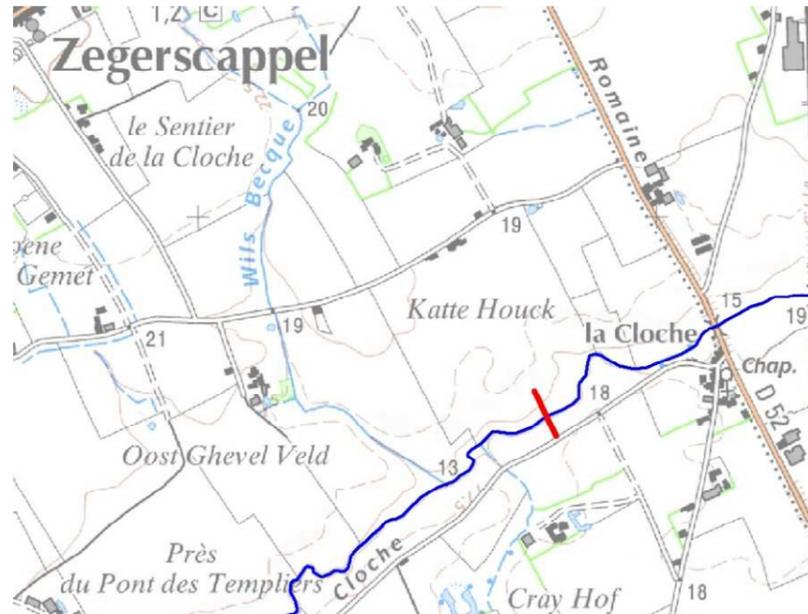
Profil en long de l'Yser - impact du reméandrage



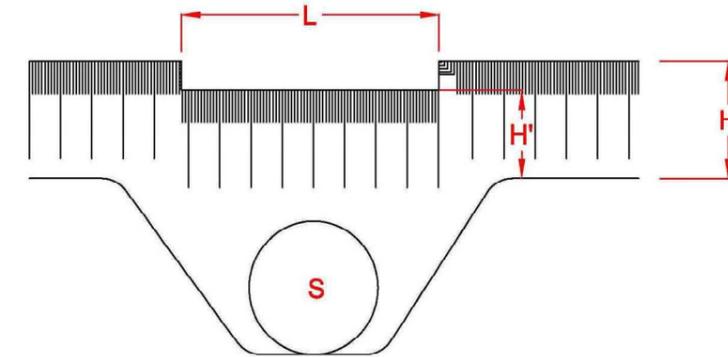
ANNEXE 3 : IMPACTS INDIVIDUELS DES AMENAGEMENTS – SCENARIO 3

Impacts individuels de l'aménagement II & III-ZRDC1 situé à l'amont de la Voie Romaine sur l'Yser

Localisation

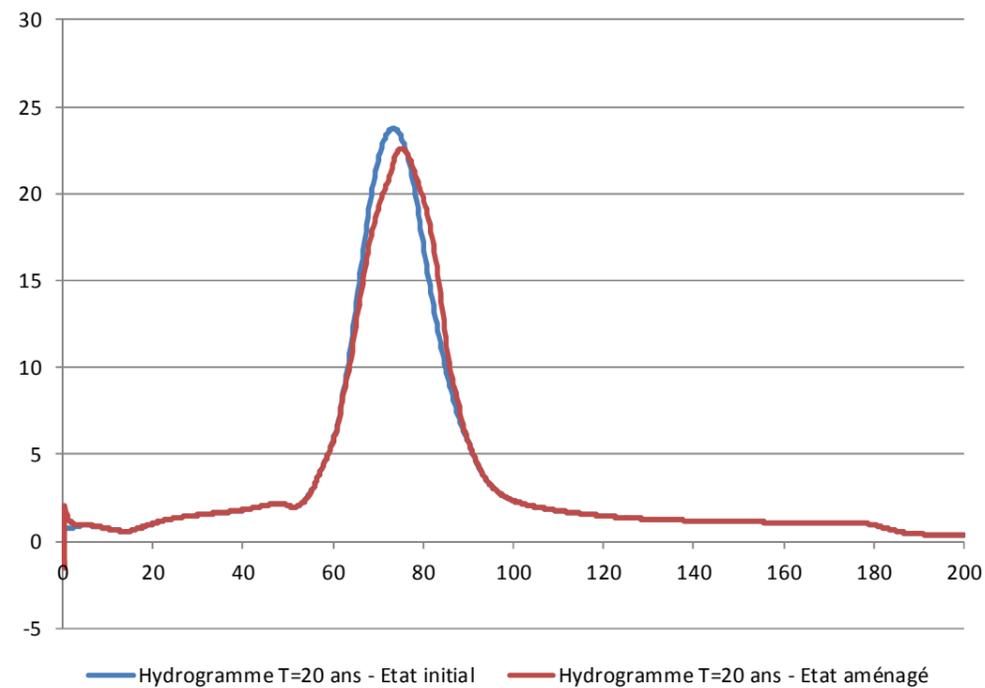


Caractéristiques principales de la ZRDC



L (largeur de survers) en m =	25
H (Hauteur entre le lit majeur et la crête de digue) en m =	2
H (Hauteur entre le lit majeur et la surverse) en m =	1.5
(section libre pour l'écoulement dans le lit mineur) en m ² =	7.4

Hydrogramme avant et après aménagement



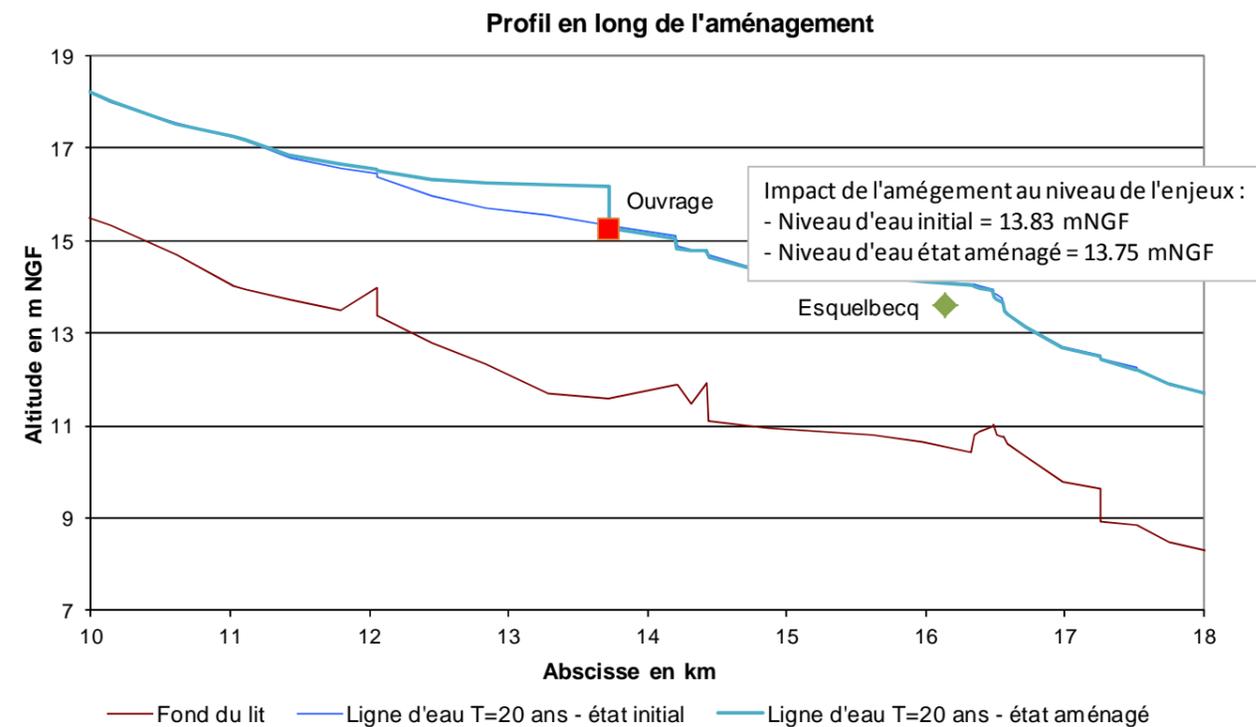
Etat initial - Qmax=

23.76 m³/s

Etat aménagé - Qmax=

22.57 m³/s

Profil en long au droit de l'aménagement





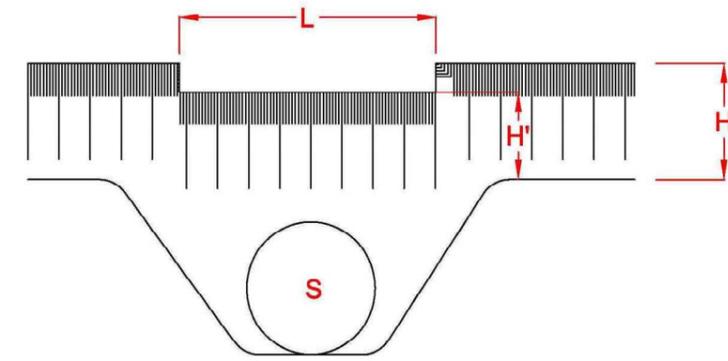
Impacts individuels de l'aménagement III-ZRDC3 situé à l'amont de Wormhout (Tampon Court - Ledringhem)



Localisation

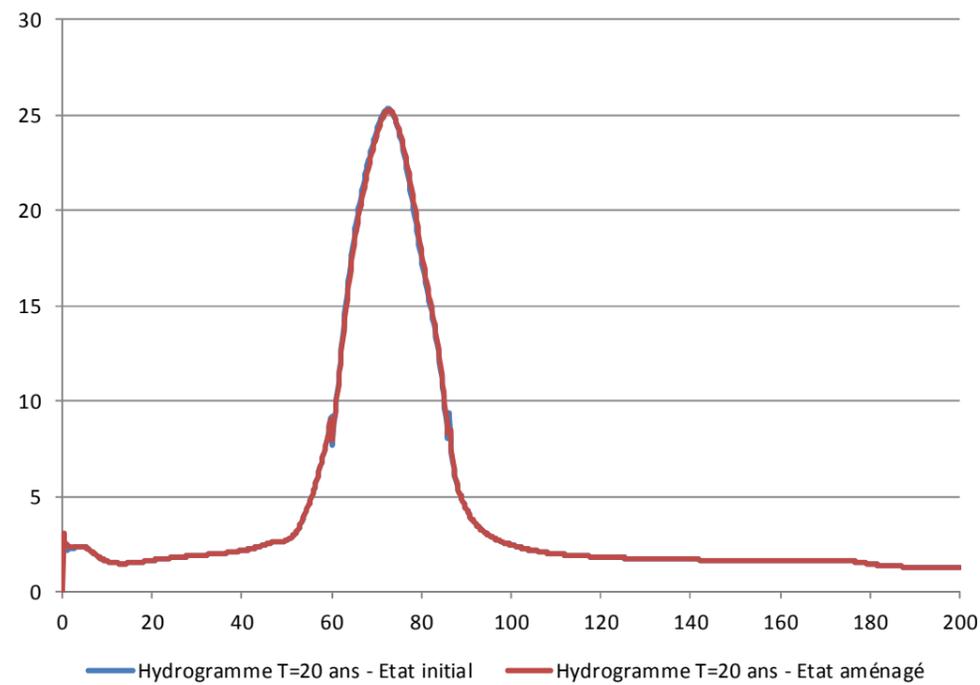


Caractéristiques principales de la ZRDC



L (largeur de survers) en m =	25
H (Hauteur entre le lit majeur et la crête de digue) en m =	1.48
H' (Hauteur entre le lit majeur et la surverse) en m =	0.98
(section libre pour l'écoulement dans le lit mineur) en m ² =	14.45

Hydrogramme avant et après aménagement



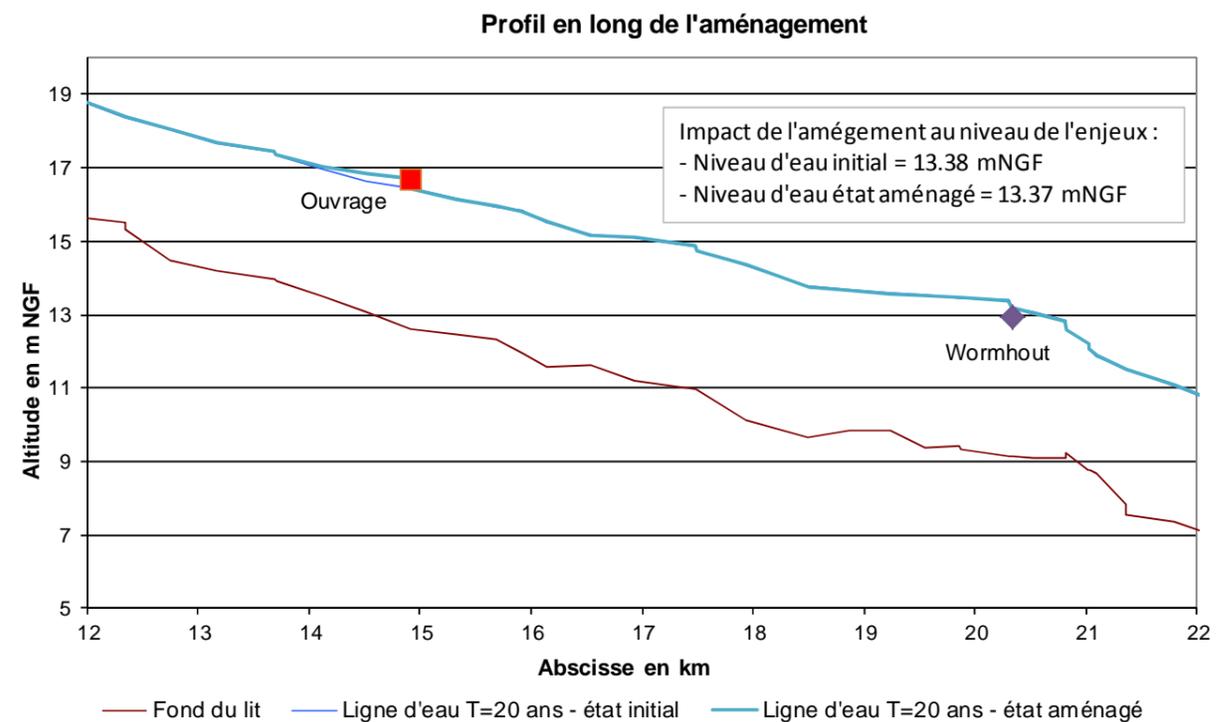
Etat initial - Qmax=

25.32 m³/s

Etat aménagé - Qmax=

25.25 m³/s

Profil en long au droit de l'aménagement

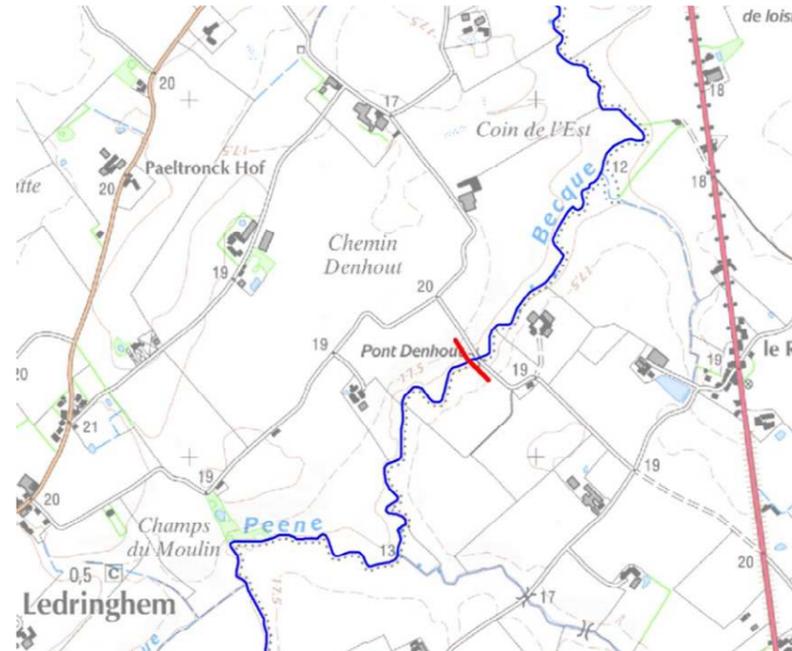




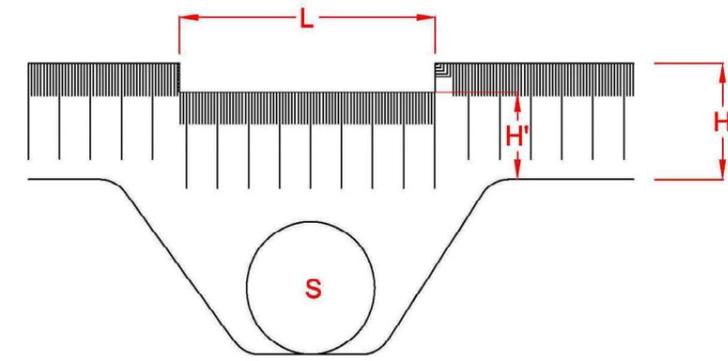
Impacts individuels de l'aménagement II & III-ZRDC4 situé à l'amont de Wormhout (Pont Denhout - Ledringhem)



Localisation

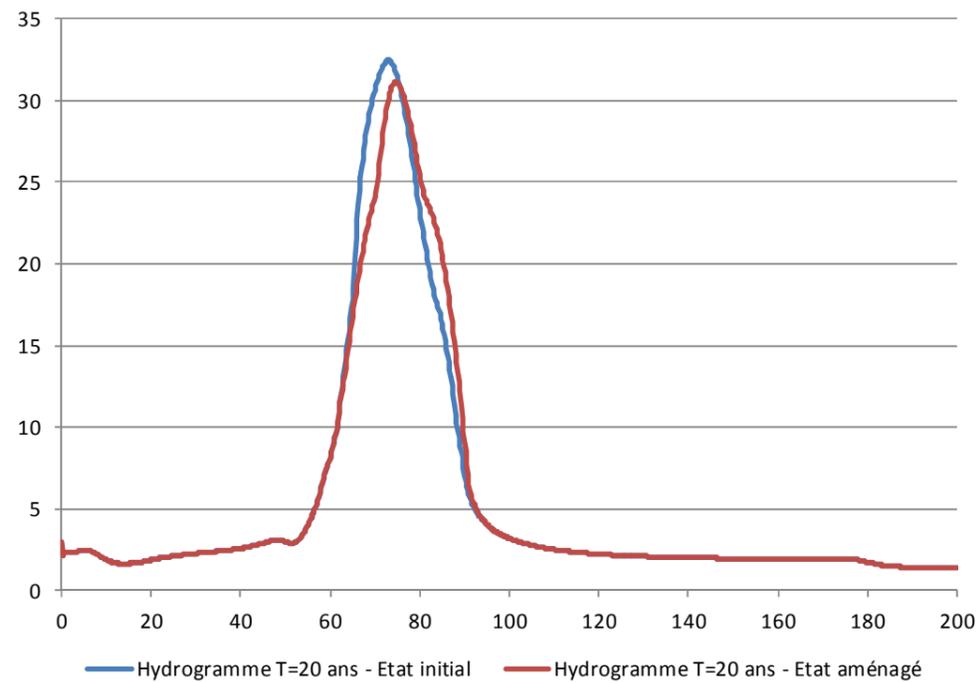


Caractéristiques principales de la ZRDC



L (largeur de survers) en m =	35
H (Hauteur entre le lit majeur et la crête de digue) en m =	2
H' (Hauteur entre le lit majeur et la surverse) en m =	1.5
(section libre pour l'écoulement dans le lit mineur) en m ² =	8.03

Hydrogramme avant et après aménagement



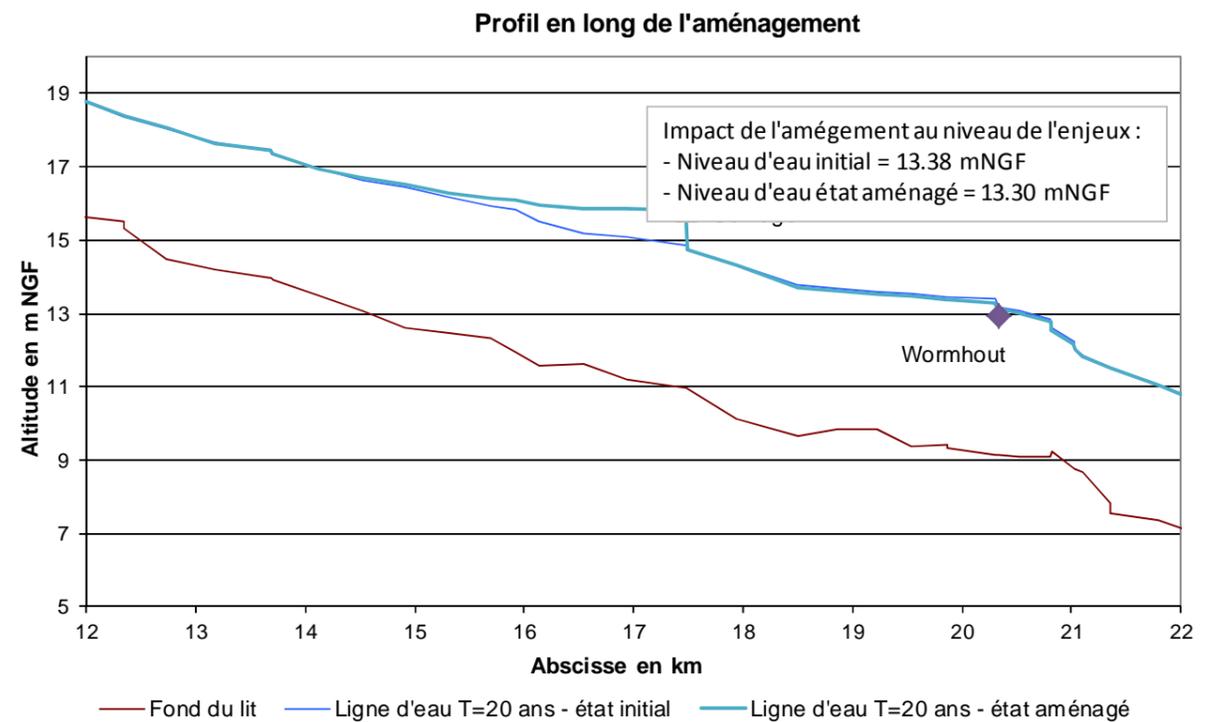
Etat initial - Qmax=

32.48 m³/s

Etat aménagé - Qmax=

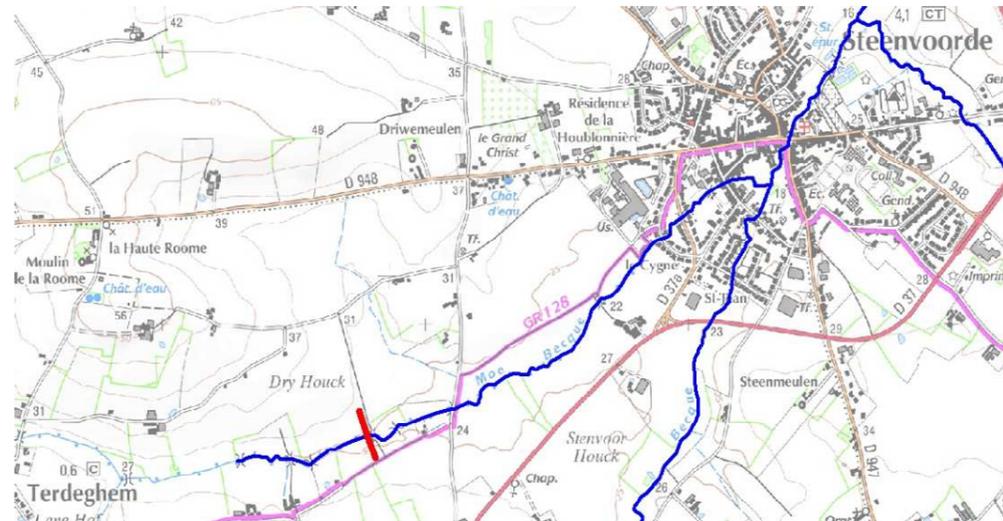
31.10 m³/s

Profil en long au droit de l'aménagement

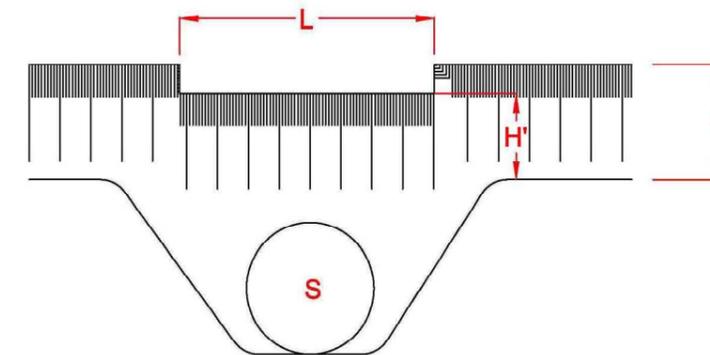


Impacts individuels de l'aménagement III-ZRDC5 situé à l'amont de Steenvoorde (Dry Houck - Terdeghem)

Localisation

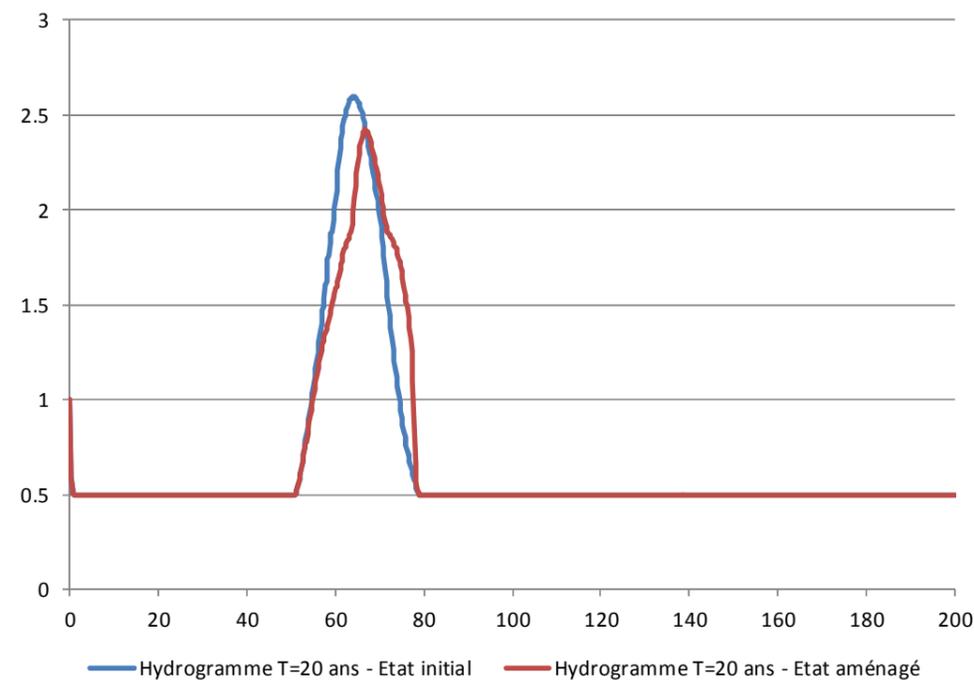


Caractéristiques principales de la ZRDC



L (largeur de survers) en m =	5
H (Hauteur entre le lit majeur et la crête de digue) en m =	2
H (Hauteur entre le lit majeur et la surverse) en m =	1.5
(section libre pour l'écoulement dans le lit mineur) en m ² =	0.51

Hydrogramme avant et après aménagement



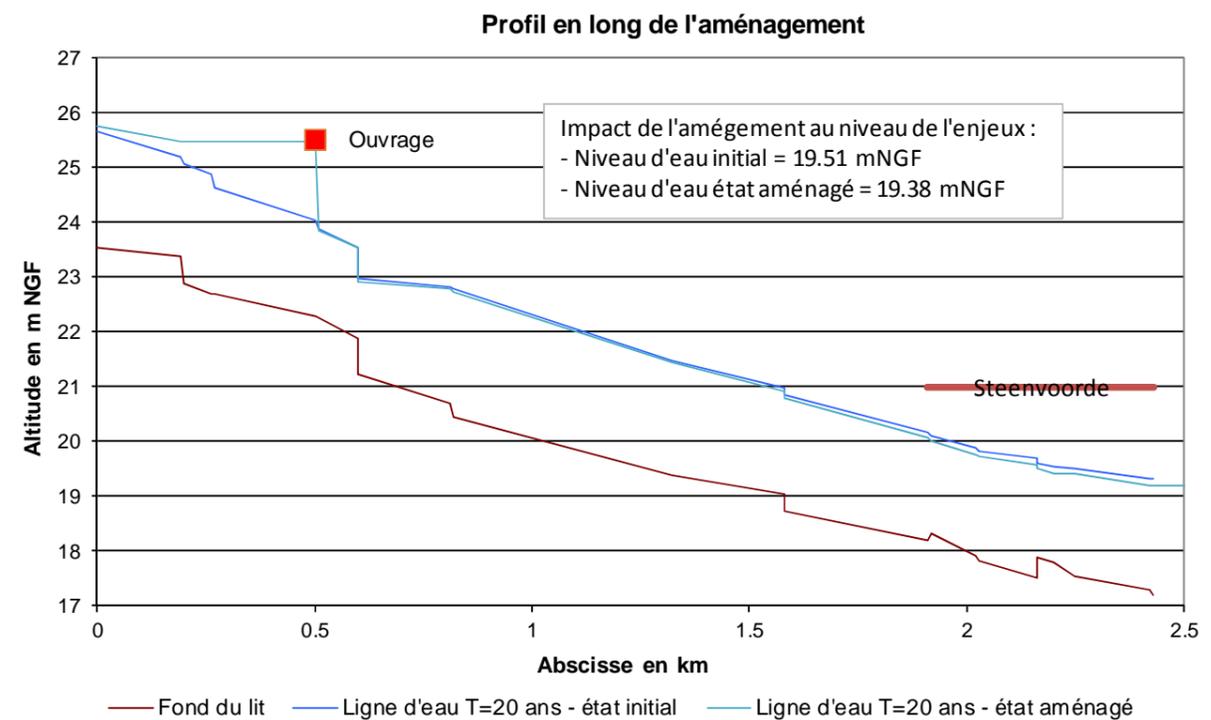
Etat initial - Qmax=

2.60 m³/s

Etat aménagé - Qmax=

2.42 m³/s

Profil en long au droit de l'aménagement

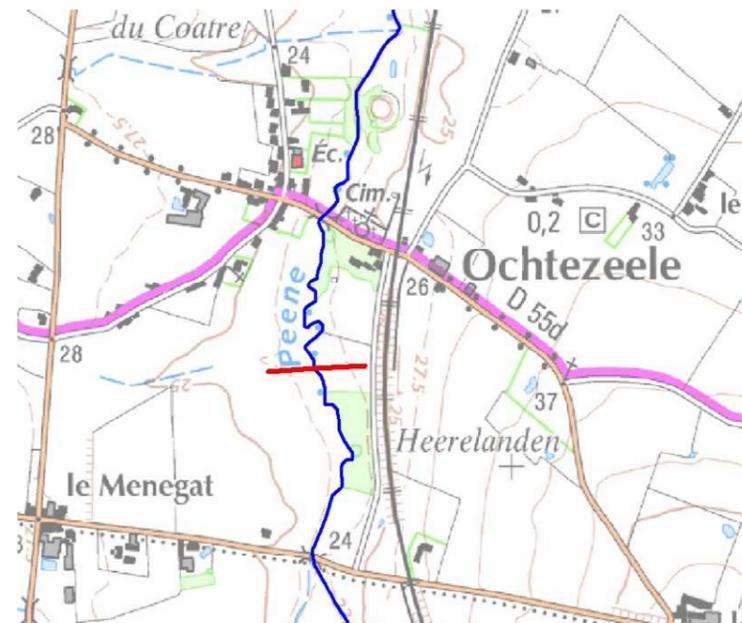




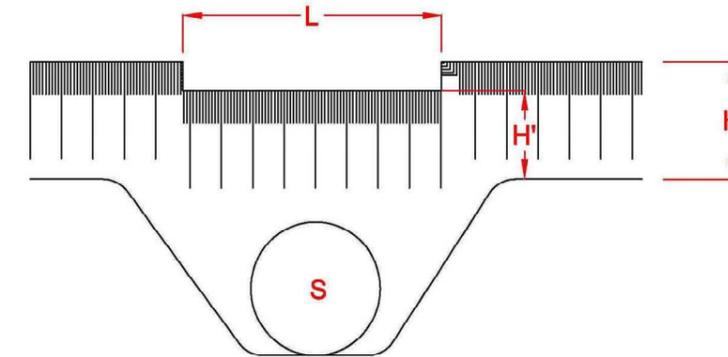
Impacts individuels de l'aménagement III-ZRDC7 situé à l'amont d'Ochtezeele



Localisation

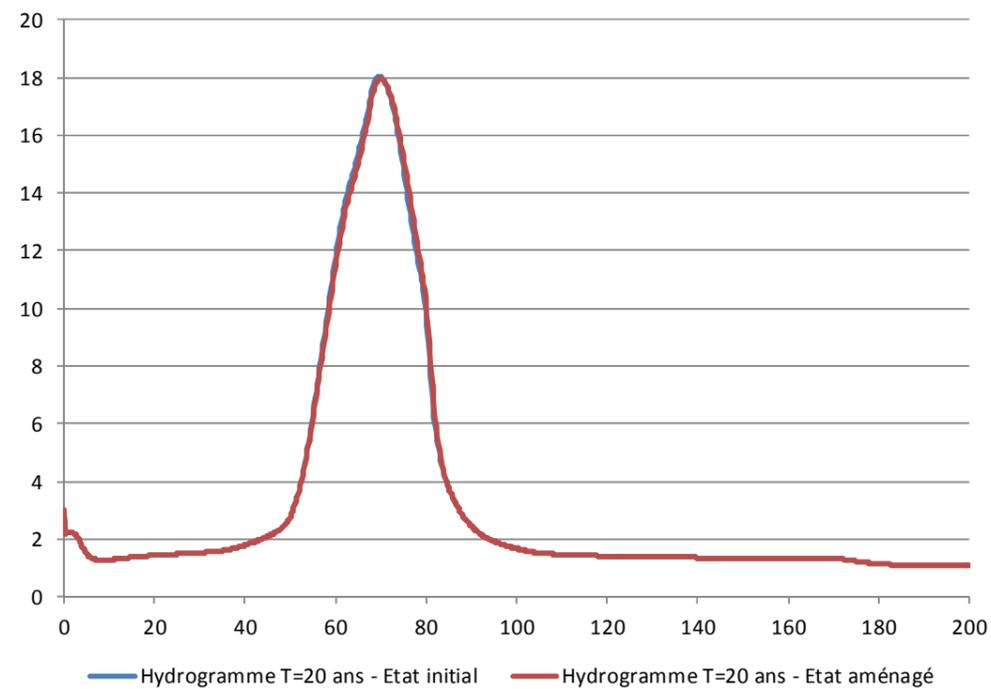


Caractéristiques principales de la ZRDC



L (largeur de survers) en m =	25
H (Hauteur entre le lit majeur et la crête de digue) en m =	1.25
H' (Hauteur entre le lit majeur et la surverse) en m =	0.75
(section libre pour l'écoulement dans le lit mineur) en m ² =	10.4

Hydrogramme avant et après aménagement



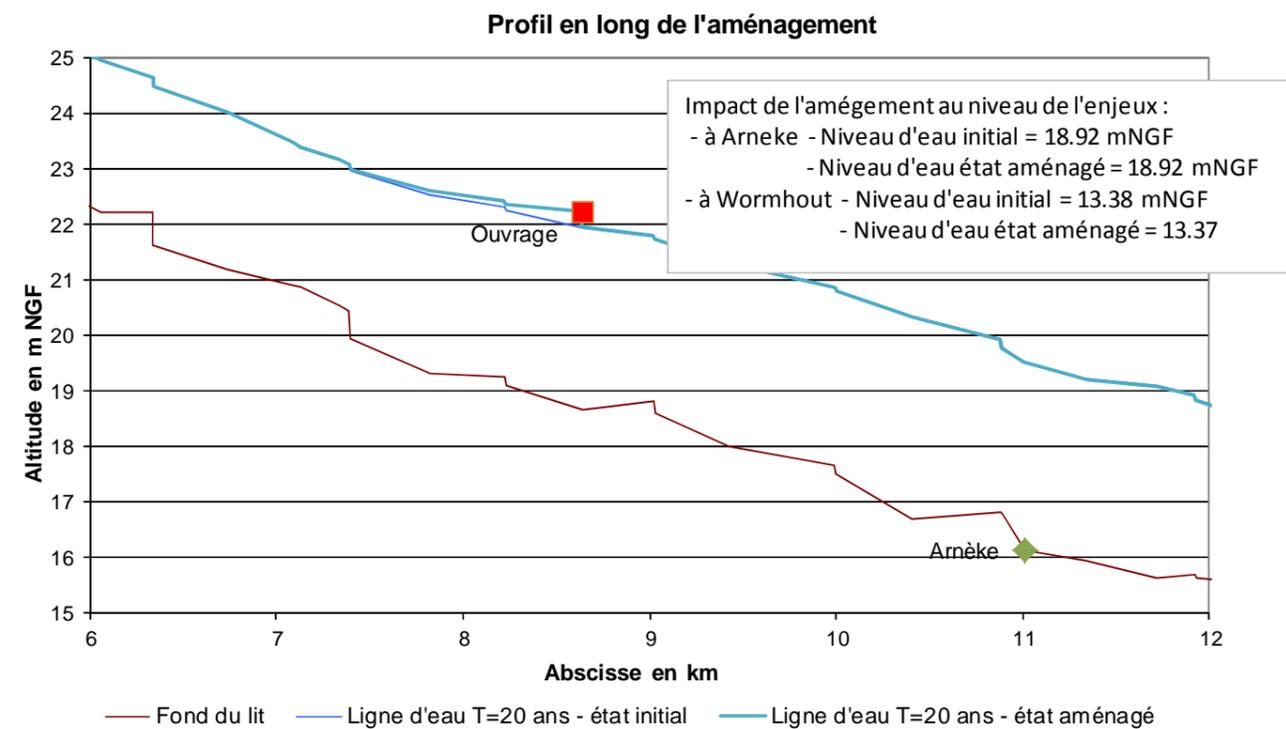
Etat initial - Qmax=

18.03 m³/s

Etat aménagé - Qmax=

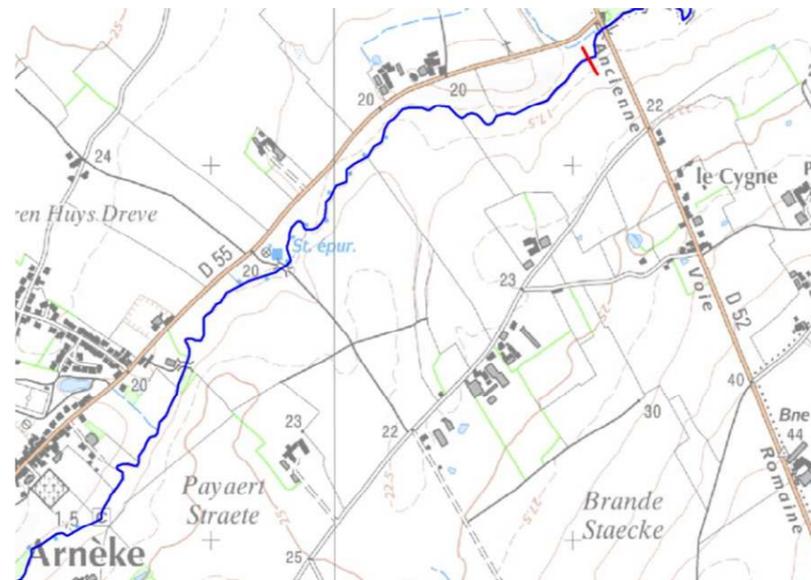
17.96 m³/s

Profil en long au droit de l'aménagement

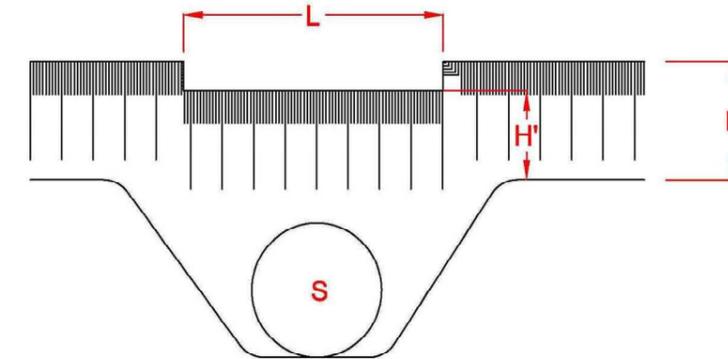


Impacts individuels de l'aménagement III-ZRDC8 situé à l'amont de l'Ancienne Voie Romaine (Arneke)

Localisation

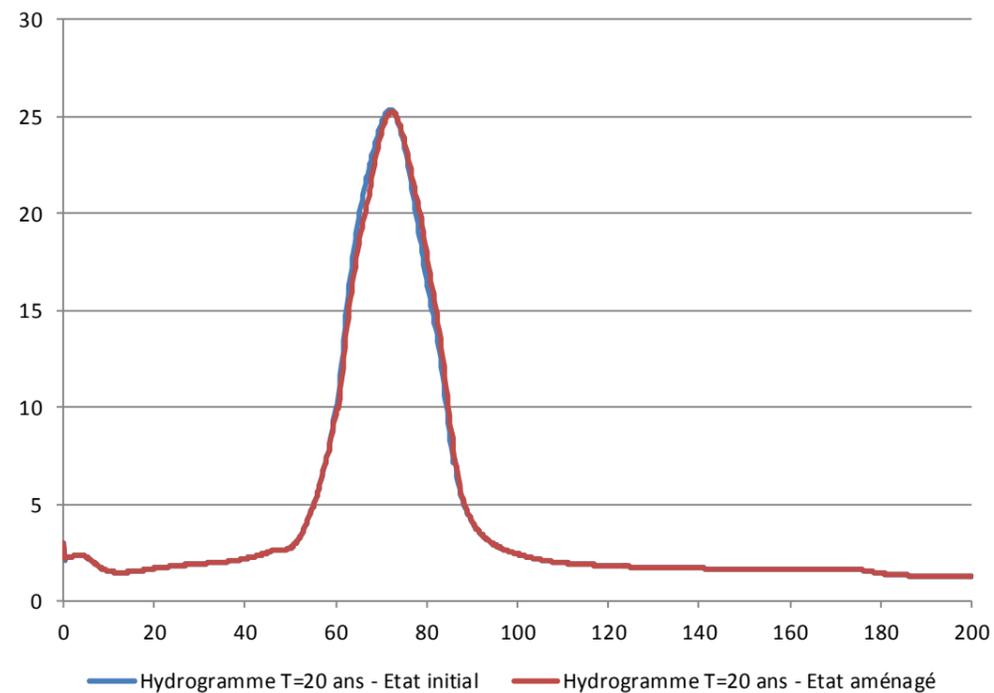


Caractéristiques principales de la ZRDC



L (largeur de survers) en m =	30
H (Hauteur entre le lit majeur et la crête de digue) en m =	1.26
H' (Hauteur entre le lit majeur et la surverse) en m =	0.76
(section libre pour l'écoulement dans le lit mineur) en m ² =	10

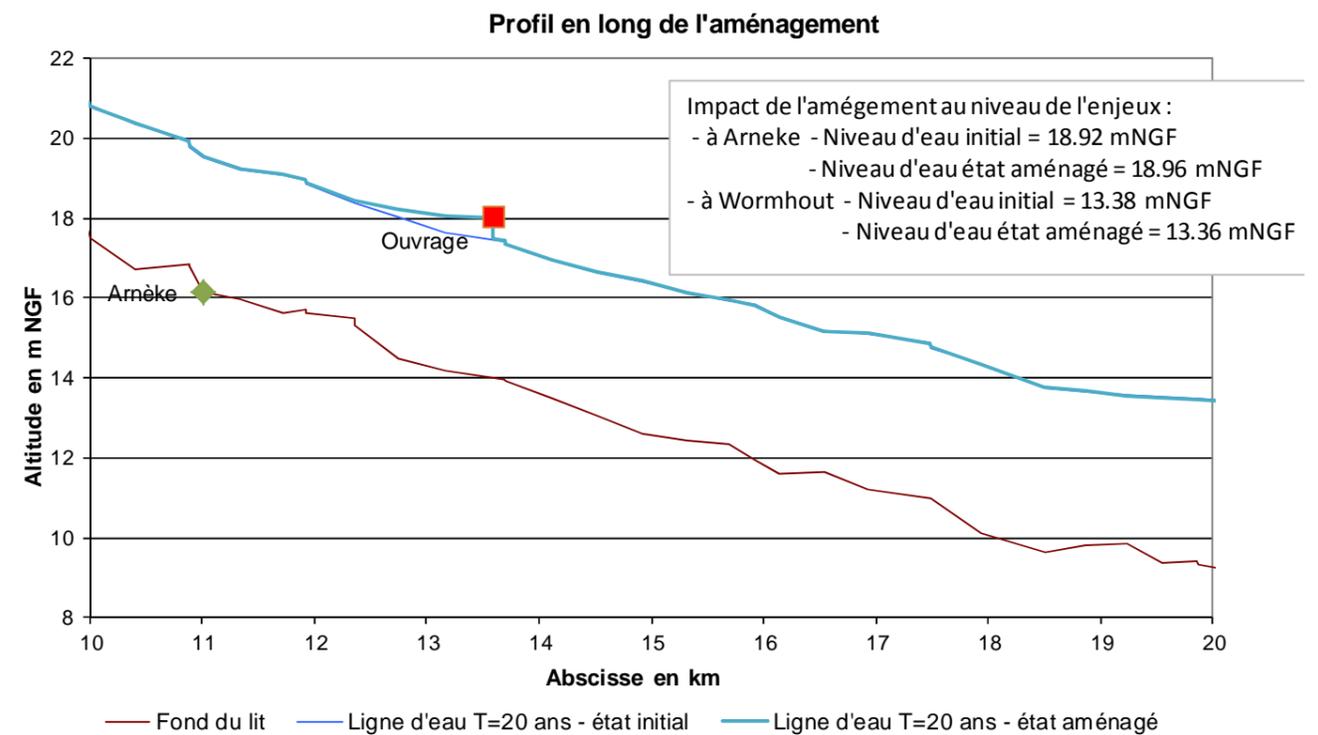
Hydrogramme avant et après aménagement



Etat initial - Q_{max}=
25.37 m³/s

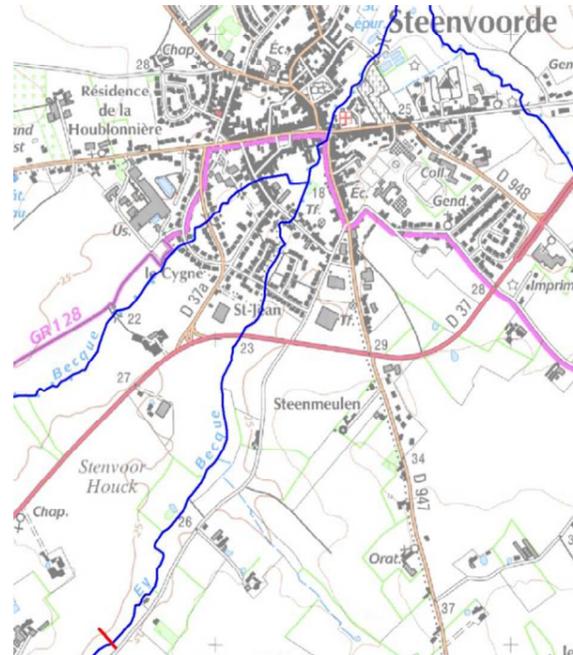
Etat aménagé - Q_{max}=
25.23 m³/s

Profil en long au droit de l'aménagement

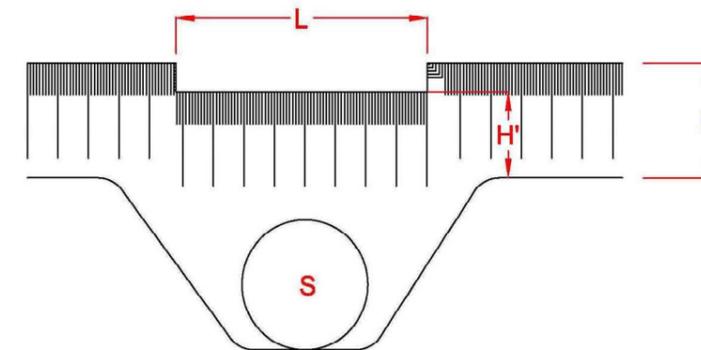


Impacts individuels de l'aménagement III-ZRDC9 situé à l'amont de Steenvoorde

Localisation

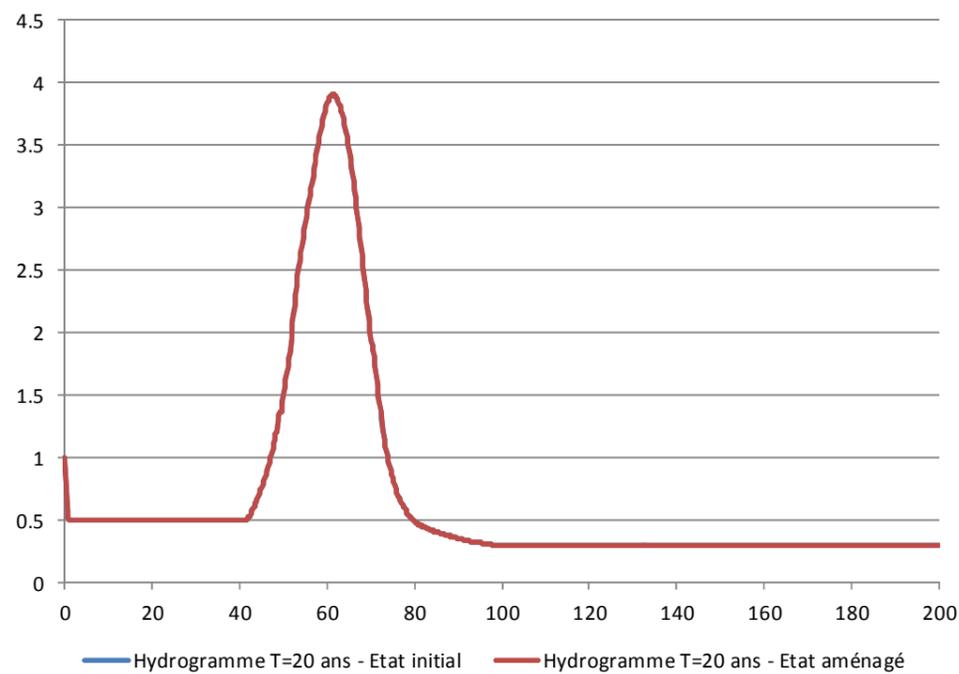


Caractéristiques principales de la ZRDC



L (largeur de survers) en m =	10
H (Hauteur entre le lit majeur et la crête de digue) en m =	1
H (Hauteur entre le lit majeur et la surverse) en m =	0.5
(section libre pour l'écoulement dans le lit mineur) en m ² =	4.69

Hydrogramme avant et après aménagement



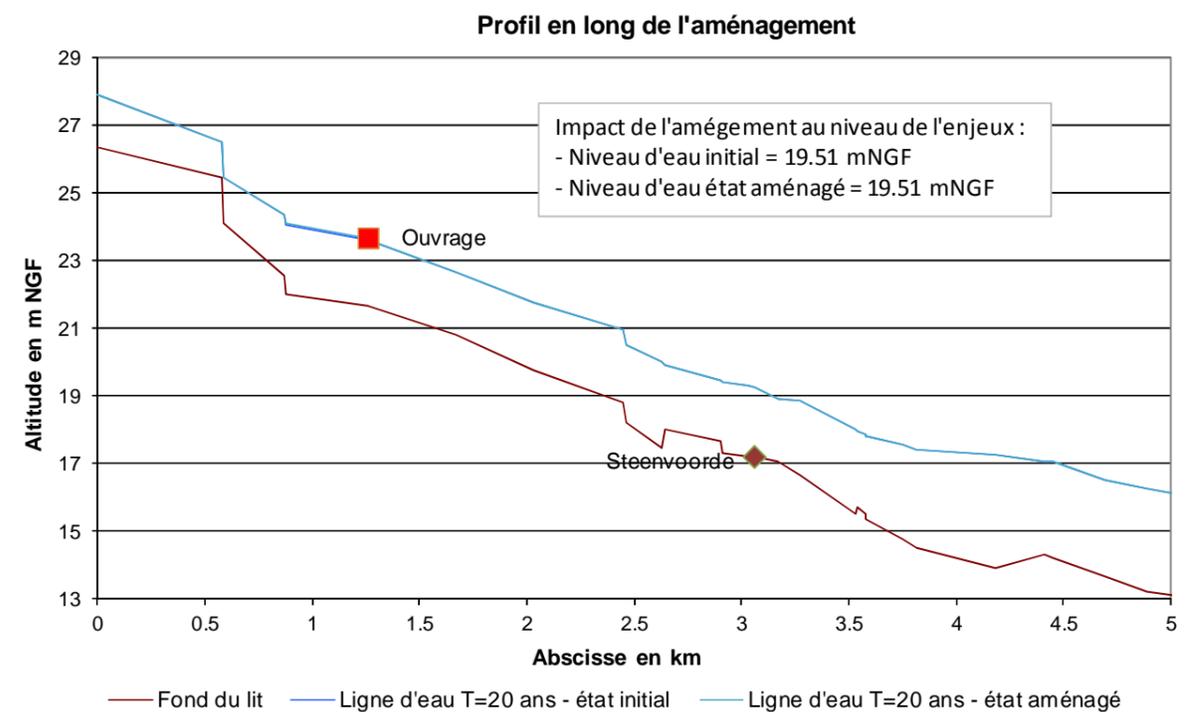
Etat initial - Qmax=

3.90 m³/s

Etat aménagé - Qmax=

3.90 m³/s

Profil en long au droit de l'aménagement





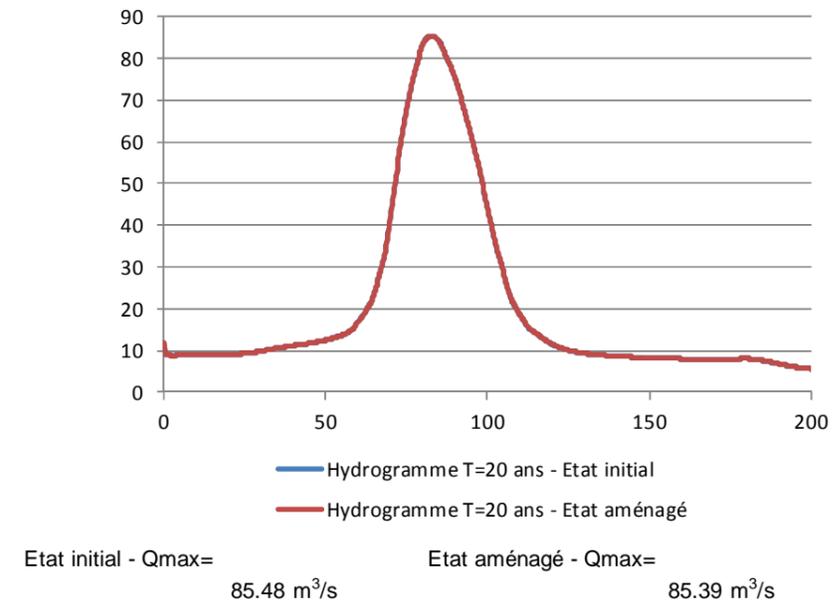
Impacts individuels du reméandrage du Scénario 3



Localisation



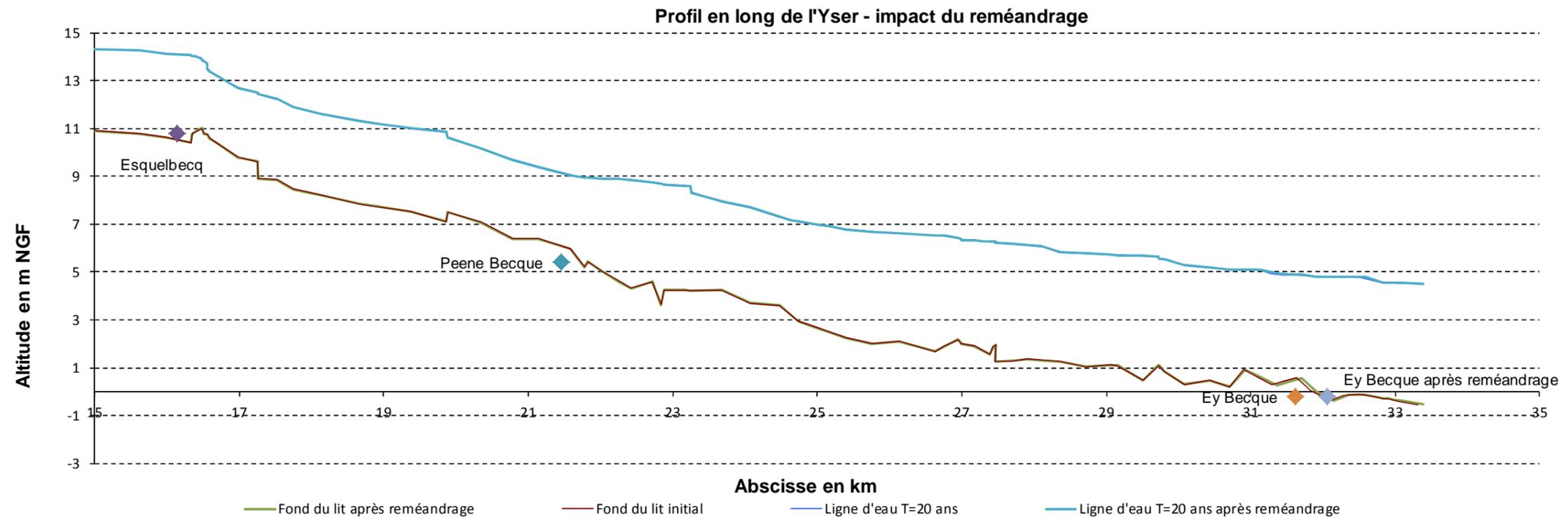
Hydrogramme à l'aval de l'Yser avant et après aménagement



Influence sur les affluents :

	Δ (m) à la confluence	Long. d'influence (km) vers l'amont
Peene Becque	0	0
Cray Becque	0	0
Sale Becque	0	0
Petite Becque	0	0
Ruisseau d'Houtkerque	0	0
Ey Becque	0	0
Zwyne Beque	-0.01	0

Profil en long de l'Yser avant et après reméandrage



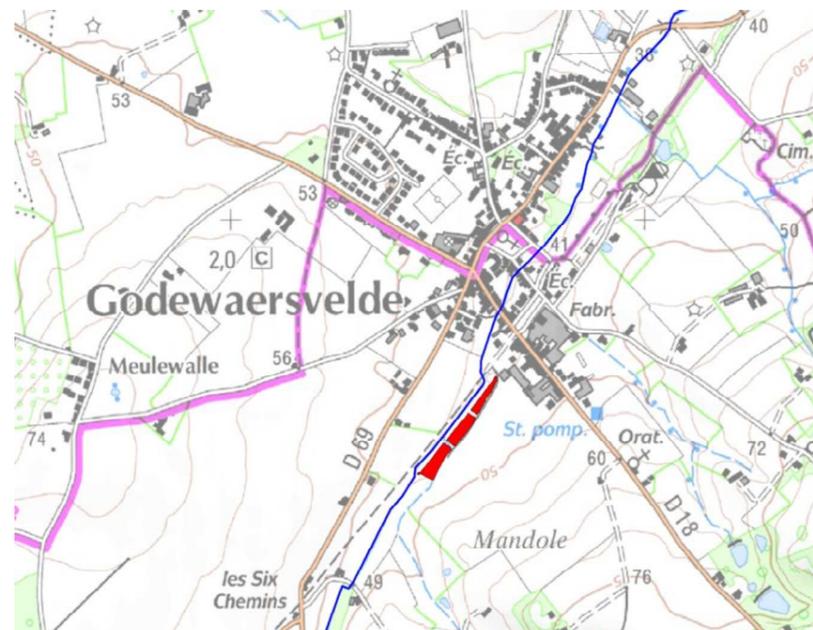
**ANNEXE 4 : IMPACTS INDIVIDUELS DES AMENAGEMENTS DE LA VLETER
BECQUE**



Impacts individuels de l'aménagement II & III-CRESEY1 situé à l'amont de Godewaersvelde



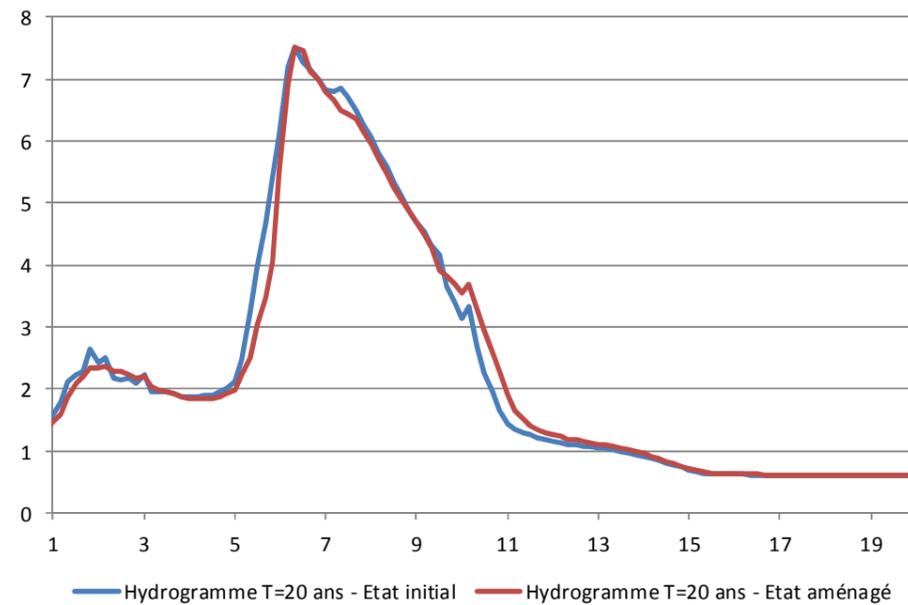
Localisation



Caractéristiques principales de l'aménagement

Création de trois bassins fonctionnant en cascade. Mise en fonction des bassins par mise en charge du cours d'eau à l'amont par création d'un gabion mis en travers du lit mineur.
 Capacité totale de stockage = 6345 m³

Hydrogramme avant et après aménagement



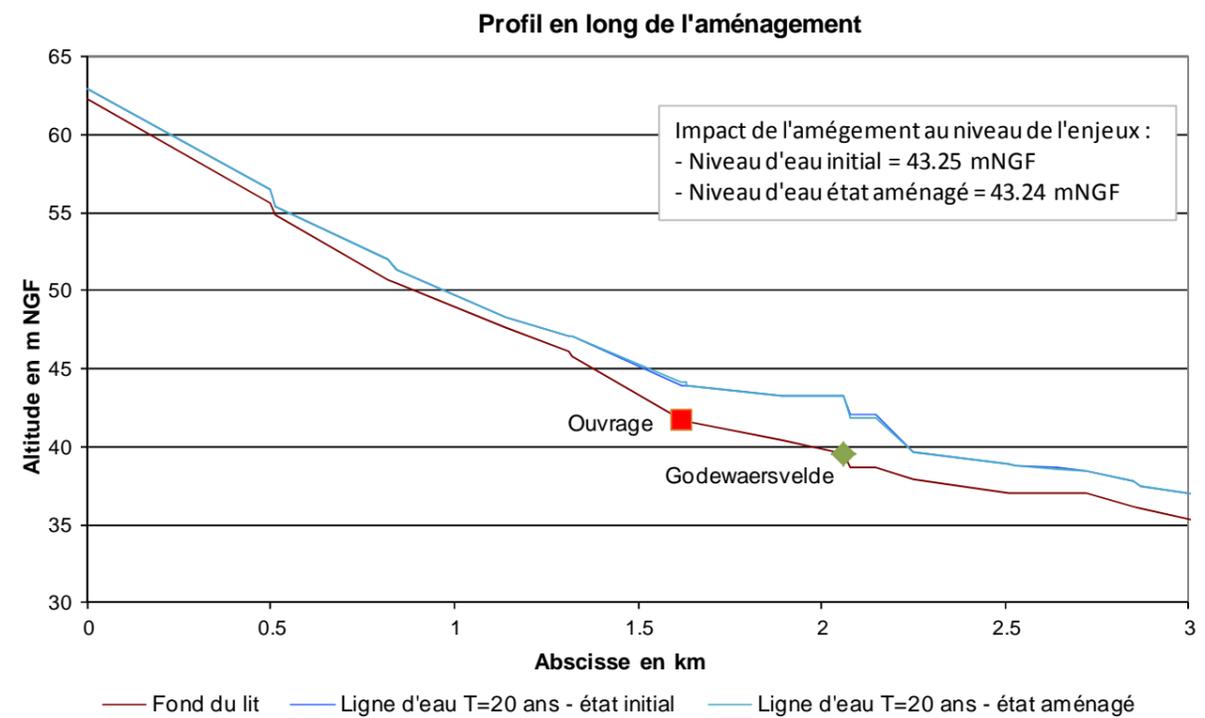
Etat initial - Q_{max}=

7.52 m³/s

Etat aménagé - Q_{max}=

7.51 m³/s

Profil en long au droit de l'aménagement

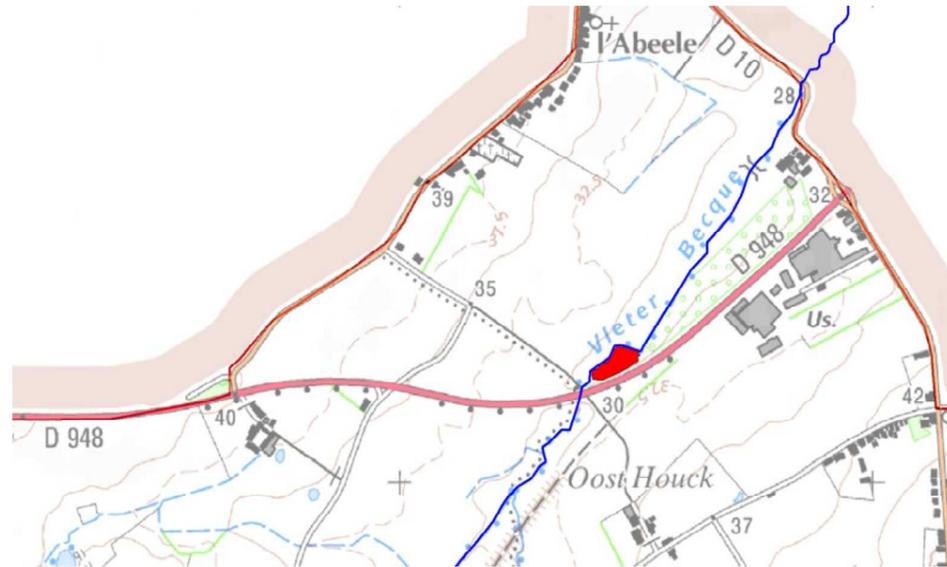




Impacts individuels de l'aménagement II & III-CRESEY2 situé à l'aval de la D948



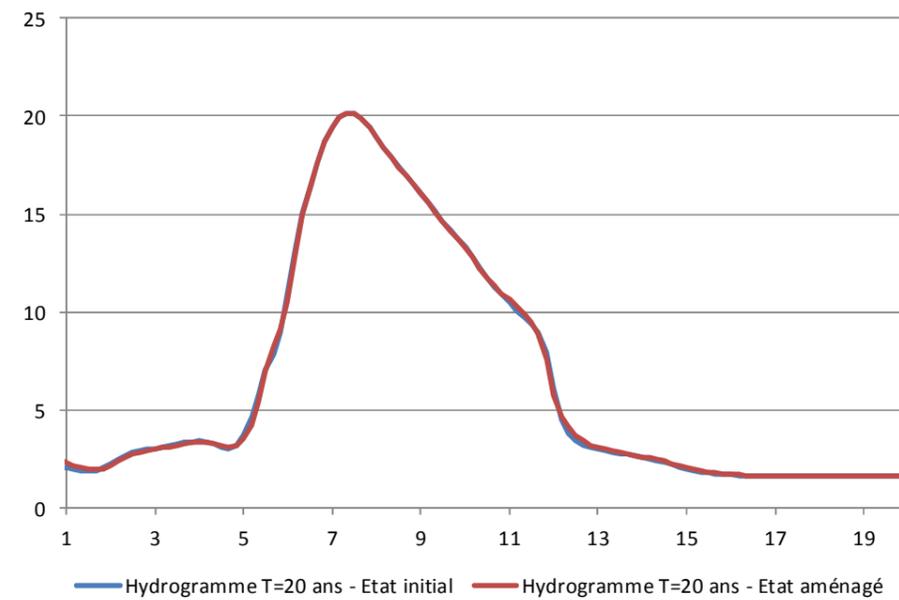
Localisation



Caractéristiques principales de l'aménagement

Création d'un bassin par surcreusement
 Capacité totale de stockage = 5000 m³

Hydrogramme avant et après aménagement



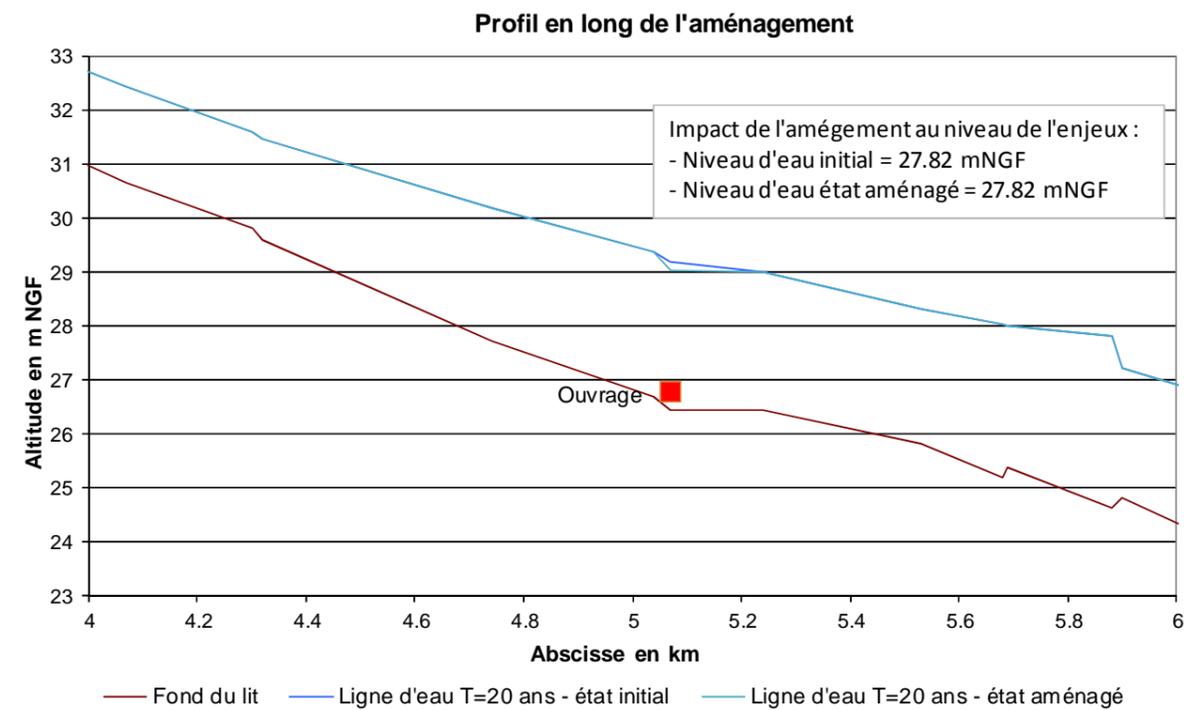
Etat initial - Q_{max}=

20.14 m³/s

Etat aménagé - Q_{max}=

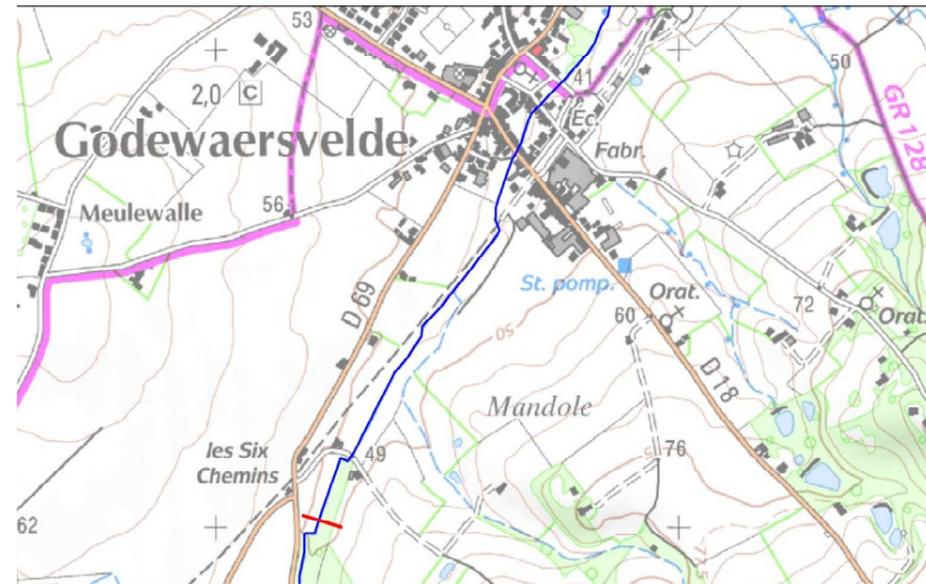
20.14 m³/s

Profil en long au droit de l'aménagement

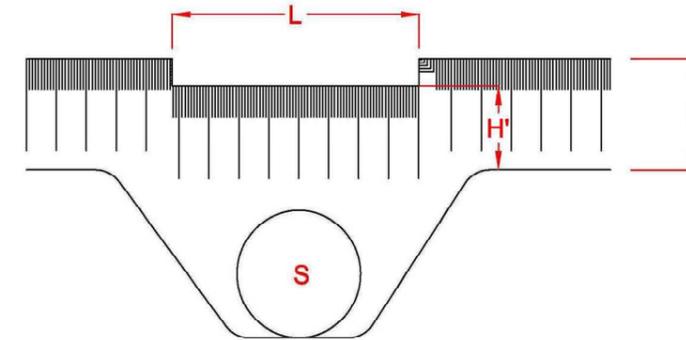


Impacts individuels de l'aménagement III-ZRDC situé à l'amont de Godewaersvelde

Localisation

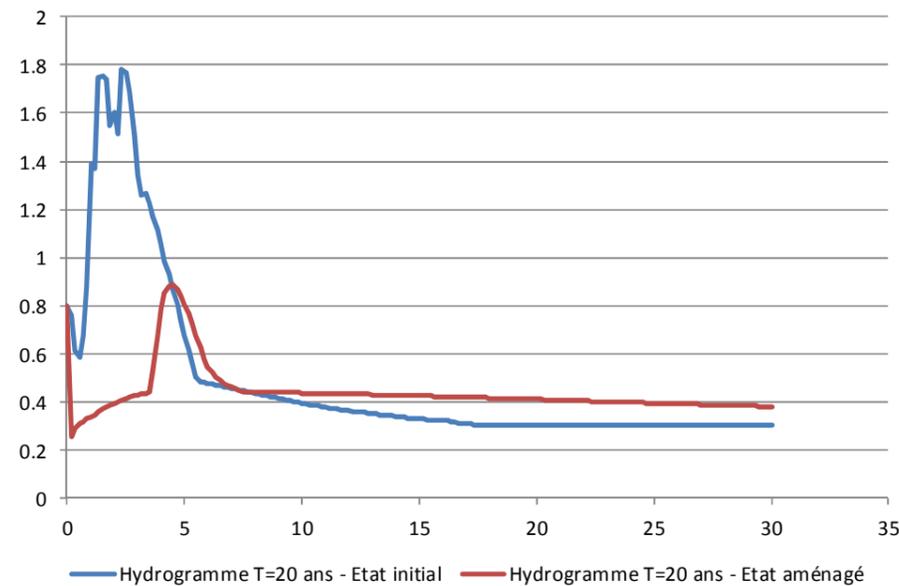


Caractéristiques principales de la ZRDC



L (largeur de survers) en m =	3
H (Hauteur entre le lit majeur et la crête de digue) en m =	1.9
H (Hauteur entre le lit majeur et la surverse) en m =	1.4
(section libre pour l'écoulement dans le lit mineur) en m ² =	0.1

Hydrogramme avant et après aménagement



Etat initial - Qmax=
1.78 m³/s

Etat aménagé - Qmax=
0.89 m³/s

Profil en long au droit de l'aménagement

