



VILLE D'ANDENNE

Ville d'Andenne

CAMPAGNE D'ANTON

Zones d'aléa d'inondation – Compléments d'étude

R-2022-018

OCT 2022

VERSION 4.0



TABLE DES MATIERES

1	INTRODUCTION	6
2	VOLET « PERTINENCE DE L'ALÉA »	10
2.1	COMPLÉMENTS D'INFORMATIONS CLIMATIQUES ET INONDATIONS	10
2.1.1	<i>événements d'inondation historiques antérieurs à 1993</i>	10
2.1.2	<i>événements d'inondation 1993 - 2016</i>	11
2.1.3	<i>Données des voies hydrauliques</i>	11
2.1.4	<i>Données climatiques – Ville d'Andenne</i>	13
2.2	RELEVÉ TOPOGRAPHIQUE COMPLÉMENTAIRE	14
2.3	CARTOGRAPHIE DE LA PÉDOLOGIE ET OCCURRENCES D'ARGILES PLASTIQUES	17
2.3.1	<i>La derle – histoire et localisation</i>	17
2.3.2	<i>Pédologie au droit de la Campagne d'Anton</i>	19
2.3.3	<i>Campagne de terrain</i>	21
3	VOLET « AMÉNAGEMENTS POUR UNE MITIGATION DU RUISELLEMENT »	22
3.1	ÉTUDE DU BASSIN VERSANT PRINCIPAL ET DE SES SOUS-BASSINS	23
3.2	VOLUMES D'EAU À MAÎTRISER (SANS AMÉNAGEMENTS)	26
3.3	FAISABILITÉ DES PROPOSITIONS D'AMÉNAGEMENTS	28
3.3.1	<i>Aménagement de la Zone « centrale » (zone marécageuse)</i>	31
3.3.2	<i>Aménagement de la zone « Est » (Fossé de Hombeaux)</i>	34
3.3.3	<i>Aménagement de la zone « Ouest » (Ruisseau Jaune)</i>	40
3.4	PROPOSITION D'INTÉGRATION AU SCHÉMA D'ORIENTATION LOCAL	44
3.4.1	<i>Schéma d'orientation local et Phasages proposés</i>	44
3.4.2	<i>Aménagements – Proposition de répartition spatiale</i>	45
3.4.3	<i>Aménagements – proposition de répartition temporelle</i>	47
4	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	49

FIGURES – TABLEAUX – ANNEXES

FIGURES

Figure 1-1 : Campagne d'Anton – Carte d'aléa d'inondation 2020	6
Figure 1-2 : Campagne d'Anton – Zones et axes méritant d'être justifiés	7
Figure 1-3 : Campagne d'Anton – Aménagements à étudier le long du chemin pédestre (zone d'aléa faible).....	8
Figure 1-4 : Campagne d'Anton – Aménagements à étudier le long des zones boisées et marécageuses (zone d'aléa faible).....	8
Figure 1-5 : Campagne d'Anton – Aménagements à étudier le long de la rue Sous Stud (zone en amont de la zone d'aléa faible).....	9
Figure 2-1 : Campagne d'Anton – Modèle numérique de terrain.....	15
Figure 2-2 : Campagne d'Anton – Modèle numérique de terrain (2013-2014) vs. Données GPS (2022)	15
Figure 2-3 : Campagne d'Anton – Flux de ruissellement estimés vs. axes de ruissellement concentré (aléa SPW)	16
Figure 2-4 : Campagne d'Anton – Localisation des gisements locaux de derle (d'après E. Goemaere, 2012)	18
Figure 2-5 : Campagne d'Anton – Carte pédologique (carte 145W, Andenne, 1963)	19
Figure 2-6 : Campagne d'Anton – Corrélation entre pédologie, topographie et flux principaux d'eau.....	21
Figure 3-1 : Campagne d'Anton – Bassins versants	23
Figure 3-2 : Campagne d'Anton – Occupation du sol.....	25
Figure 3-3 : Campagne d'Anton – Proposition d'aménagements	29
Figure 3-4 : Schéma d'orientation local et phasage projetés (B.E.P., 14/10/2022)	45
Figure 3-5 : Proposition d'implantation des aménagements destinés à la mitigation des flux	46
Figure 3-6 : Proposition d'implantation temporelle des aménagements	48

TABLEAUX

Tableau 2-1 : Evénements d'inondation significatifs (1993 – 2016, BRell)	11
Tableau 2-2 : Hauteurs d'eau maximales annuelles et débits aux stations limnimétriques	12
Tableau 2-3 : Pluviométrie journalières maximales annuelles et période de retour (à titre informatif) - station pluviométrique de Landenne	13
Tableau 3-1 : Superficies des bassins versants (selon occupation des sols)	24
Tableau 3-2 : Volumes d'eau à maîtriser par sous-bassin (sans aménagements)	28

Tableau 3-3 : Volumes d'eau à maîtriser – Fossé de dérivation (rue sous Stud - Amont)	31
Tableau 3-4 : Coefficients de débit K de Manning – Strickler	32
Tableau 3-5 : Dimensionnements pour le fossé de dérivation (rue sous Stud - Amont) et débits de vidange associés	33
Tableau 3-6 : Dimensionnements pour le fossé enherbé (rive gauche du Ruisseau Jaune) et débits de vidange associés	33
Tableau 3-7 : Volumes d'eau à maîtriser – Bassin tampon (zone marécageuse).....	34
Tableau 3-8 : Volumes d'eau à maîtriser – Fossé de dérivation (rue sous Stud - Aval)	35
Tableau 3-9 : Dimensionnements pour le fossé de dérivation (rue sous Stud - Aval) et débits de vidange associés	36
Tableau 3-10 : Volumes d'eau à maîtriser – Fossé de Hombeaux (rue sous Stud - Aval)	37
Tableau 3-11 : Dimensionnements pour le Fossé de Hombeaux et débits de vidange associés (cas d'un fossé enherbé).....	38
Tableau 3-12 : Dimensionnements pour le Fossé de Hombeaux et débits de vidange associés (cas d'un fossé bétonné).....	38
Tableau 3-13 : Volumes d'eau à maîtriser – Bassin tampon (aval Fossé du Hombeaux).....	39
Tableau 3-14 : Dimensionnements pour le bassin tampon en zone « Est » (aval du Fossé de Hombeaux) et volumes de stockage associés.....	40
Tableau 3-15 : Volumes d'eau à maîtriser – Fossé enherbé (chemin pédestre).....	41
Tableau 3-16 : Dimensionnements pour le fossé enherbé (chemin pédestre) et débits de vidange associés	42
Tableau 3-17 : Volumes d'eau à maîtriser – Bassin tampon (chemin pédestre).....	43
Tableau 3-18 : Dimensionnements pour le bassin tampon en zone « Ouest » (chemin pédestre) et volumes de stockage associés	44
Tableau 3-19 : Proposition d'implantation temporelle des aménagements	48

ANNEXES

Annexe A : Evénements d'inondations antérieurs à 1993 (SPW – GTI)	10
Annexe B : Dimensionnement d'un ouvrage de rétention (Méthode « rationnelle », Groupe Transversal Inondations)	26
Annexe C : Statistiques des précipitations extrêmes pour la commune d'Andenne (1991 – 2020)	26

DECHARGE DE RESPONSABILITE – DISCLAIMER

Le présent délivrable / rapport a été préparé par AQUALE – ECOFOX Développement selon les modalités concertées avec le client et en exerçant une démarche et une compétence professionnelles appropriées, sur la base des connaissances disponibles au moment de l'étude, en utilisant un personnel de compétence adéquate et en accordant les plus grands soins et attentions possibles en fonction des ressources humaines et financières allouées au projet.

Le standard du service presté doit être évalué en fonction du moment et des conditions dans lesquels le service a été fourni et ne pourra pas être évalué selon un standard applicable à des périodes successives. Les estimations de coûts, les recommandations et les opinions présentées dans ce délivrable / rapport sont fournies sur la base de notre expérience et de notre compétence professionnelle et ne constituent pas une garantie et/ou une certification. AQUALE – ECOFOX Développement ne fournit aucune autre garantie, explicite ou implicite, en regard de ses services prestés.

Ce délivrable / document est destiné à l'usage exclusif du Client Ville d'Andenne et des tierces parties dûment autorisées par ses soins.

AQUALE – ECOFOX Développement n'assume aucune responsabilité vis-à-vis des plaintes / litiges / usages de tiers à qui viendrait à être consignée, en tout ou en partie, ce délivrable / rapport. Dans le cas particulier où la diffusion à des tiers de ce rapport sera préalablement concertée formellement avec AQUALE – ECOFOX Développement, les tiers dont objet qui utiliseront pour un quelconque motif / objectif les contenus de ce délivrable / rapport le feront à leur risque et péril exclusif.

AQUALE – ECOFOX Développement n'assume aucune responsabilité vis-à-vis des plaintes / litiges / usages issues du Client ou encore de tiers en relation avec un quelconque élément non inclus dans l'objectif / la finalité du travail préalablement concerté avec le Client lui-même.

Sauf stipulation contraire, les travaux effectués en exécution de ce délivrable / rapport seront couverts par une police TRC souscrite par le Client et/ou par l'Entrepreneur qui en sera mandaté, et ce quand bien même la conception, le suivi et la réception technique de ces travaux seront assurés par AQUALE – ECOFOX Développement.

1 INTRODUCTION

A la suite de l'adoption par le Gouvernement wallon, en sa séance du 04/03/2021, de l'Arrêté adoptant les cartographies des risques d'inondation (M.B. du 24/03/2021 et du 30/03/2021), abrogeant les précédents arrêtés¹ et actualisant les cartographies d'aléa d'inondation précédemment établies, la Ville d'Andenne a introduit, en date du 18/05/2021, une requête en annulation auprès du Conseil d'Etat contre la Région Wallonne (également dénommée *la partie adverse*) contre cet acte administratif.

La carte de l'aléa d'inondation est l'outil de référence permettant d'informer sur le risque d'inondation présent en Wallonie et est en principe révisée tous les 6 ans. Deux aléas d'inondation y sont renseignés :

- L'inondation par débordement de cours d'eau (également dénommée zone d'aléa d'inondation) ;
 - L'inondation par ruissellement dans un vallon sec (également dénommée par axe d'aléa d'inondation).

La contestation de la Ville d'Andenne porte sur la mise à jour de la cartographie d'aléa d'inondation, qu'elle juge non pertinente compte tenu des informations dont elle dispose, et en particulier pour le site de la campagne d'Anton.

La **FIGURE 1-1** présente l'aléa d'inondation et les axes de ruissellements concentrés au droit de la Campagne d'Anton pour la cartographie établie en 2020.

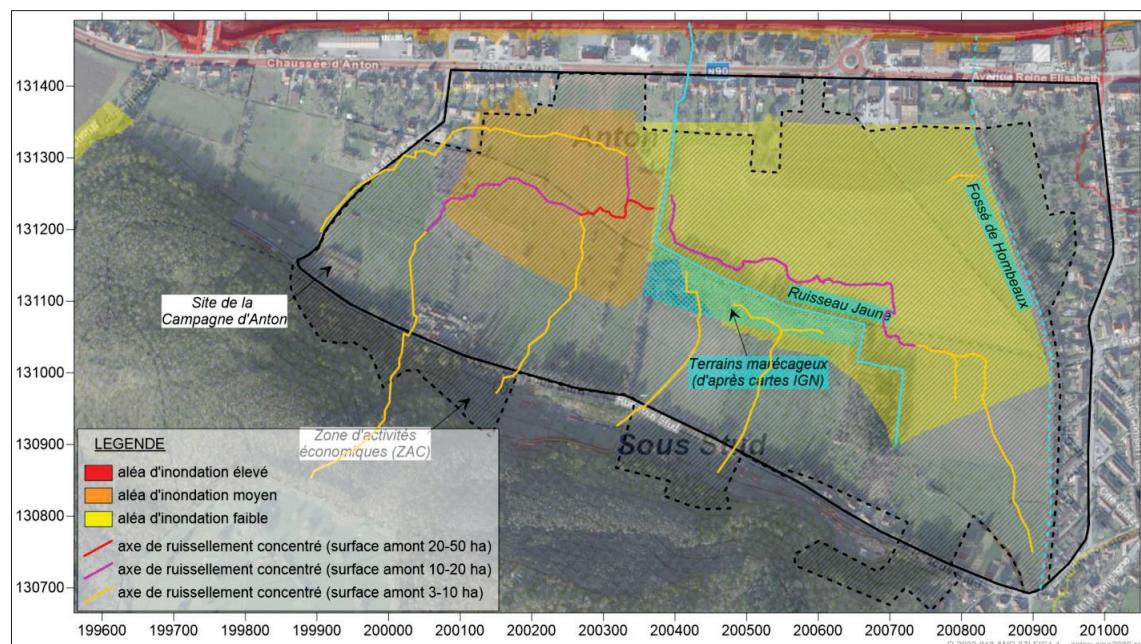


Figure 1-1 : Campagne d'Anton – Carte d'aléa d'inondation 2020

¹ AGW du 19/12/2013 adoptant les cartographies des zones soumises à l'aléa d'inondation et du risque de dommages dus aux inondations et AGW du 10/03/2016 adoptant les plans de gestion des risques d'inondation en ce compris les cartographies des zones soumises à l'aléa d'inondation et du risque de dommages dus aux inondations

Les précédents rapports et notes de référence sont les suivants :

- Rapport **R-2022-005** « Ville d'Andenne. Site des Roseurs et de la Campagne d'Anton. Zones jugées inondables – Recours au Conseil d'Etat. Etat des lieux et diagnostique technique », AQUALE srl, Mars 2022 (version 2.0) ;
- Note **N-2022-008** « Ville d'Andenne. Campagne d'Anton. Zones d'aléa d'inondation – Synthèse des éléments techniques appuyant le recours au Conseil d'Etat », AQUALE srl, Avril 2022 (version 1.0) ;
- Note **N-2022-010** « Ville d'Andenne. Campagne d'Anton. Zones d'aléa d'inondation – Synthèse des éléments techniques contribuant à la mitigation du risque d'inondation », AQUALE srl, Avril 2022 (version 3.0).

Dans un premier temps, AQUALE a procédé à des prestations de terrain (visite de terrain, reportage photographie, levé topographique). Les informations collectées dans le cadre de cette première phase d'étude ont permis :

- d'apprécier le degré de pertinence des zones d'aléa d'inondation et des axes de ruissellement concentré tels que définis dans l'Arrêté adoptant les cartographies des risques d'inondation (M.B. du 24/03/2021 et du 30/03/2021) ;
- de proposer divers aménagements dans le cadre de la gestion des eaux de surface et de ruissellement et qui, s'ils venaient à être pris en compte lors de l'établissement des futures zones d'aléa d'inondation, pourraient par ailleurs entraîner une modification (réduction) importante de ces dernières au droit de la Campagne d'Anton et en particulier au Nord du chemin pédestre ;
- de confirmer l'utilité de compléter les informations historiques disponibles (collecte de témoignages et d'archives photographiques prises lors des précédentes inondations – en particulier 1993, analyse des archives du SETHY/des voies hydrauliques...).

La **FIGURE 1-2** présente les axes de flux principaux déterminés à la suite de ces investigations de terrains de même que les zones d'aléa / axes de ruissellement méritant d'être justifiés.

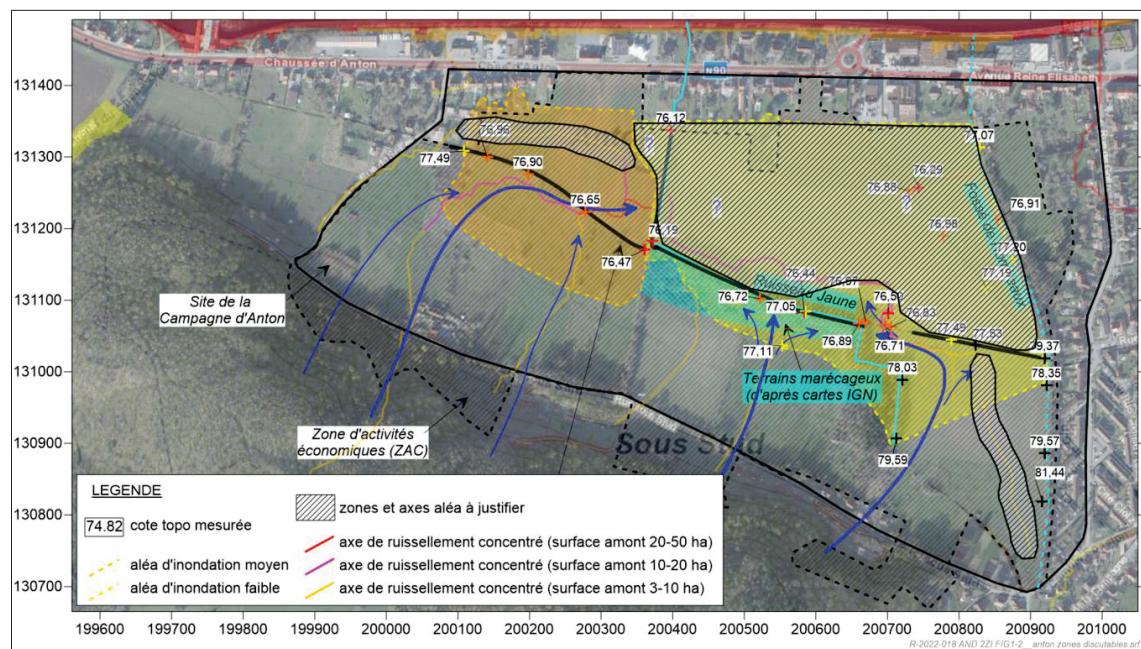


Figure 1-2 : Campagne d'Anton – Zones et axes méritant d'être justifiés

Les **FIGURES 1-3 à 1-5** présentent les aménagements proposés dans la note N-2022-010.

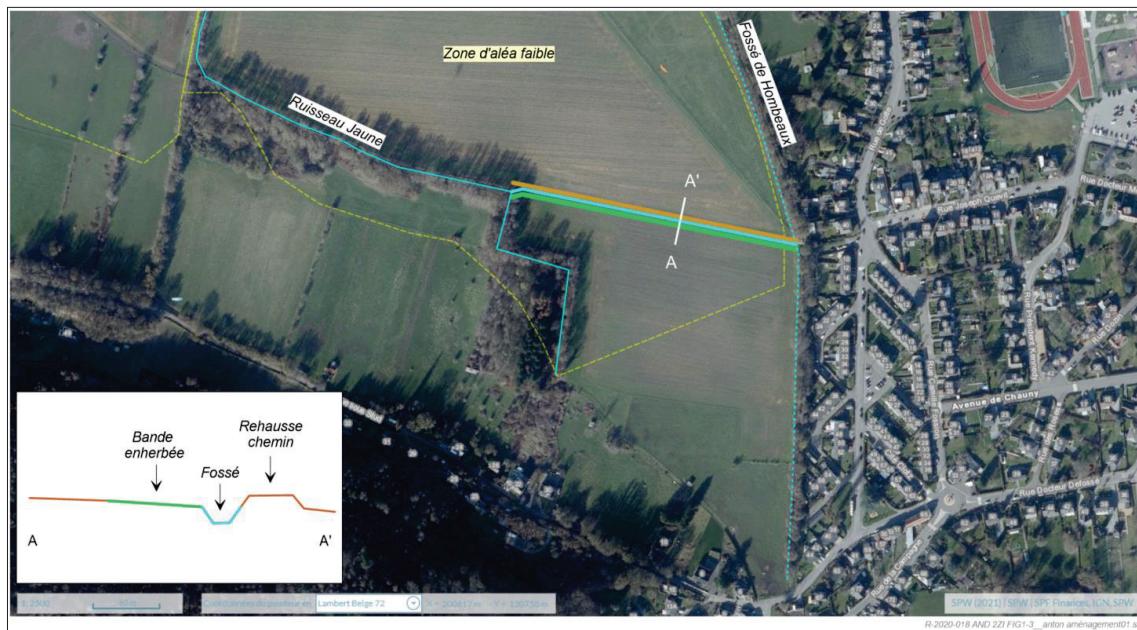


Figure 1-3 : Campagne d'Anton – Aménagements à étudier le long du chemin pédestre (zone d'aléa faible)

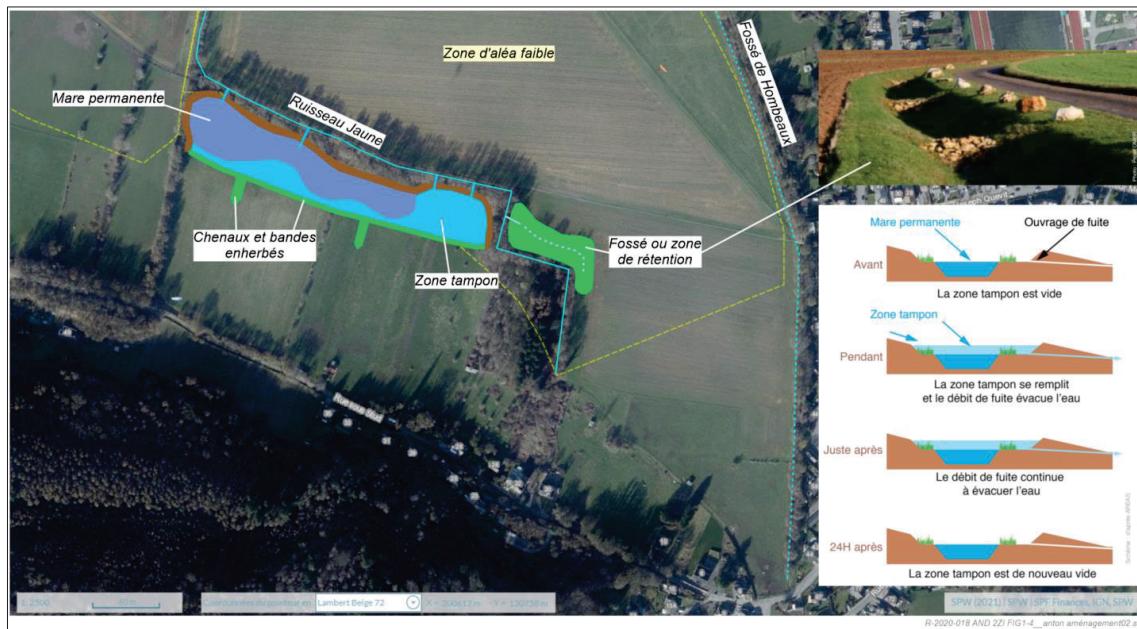


Figure 1-4 : Campagne d'Anton – Aménagements à étudier le long des zones boisées et marécageuses (zone d'aléa faible)



Figure 1-5 : Campagne d'Anton – Aménagements à étudier le long de la rue Sous Stud (zone en amont de la zone d'aléa faible)

Le présent rapport vise à établir une évaluation quantitative plus détaillée de la cartographie d'aléa d'inondation de la campagne d'Anton (pertinence, aménagements).

Ainsi, en compléments des précédents rapports, le présent rapport a pour objectifs :

- pour le volet « pertinence de l'aléa » :
 - de compléter les informations disponibles relatives aux inondations historiques ;
 - de préciser la topographie de la zone et, en corollaire, les axes de ruissellement concentré ;
 - de préciser le caractère argileux ou non de la zone étudiée, et en particulier les zones anciennement considérées par l'extraction historique de la derle ;
- pour le volet « aménagements » :
 - de déterminer le bassin versant (et sous-bassins associés) de la zone étudiée ;
 - de déterminer le bilan hydrogéologique spécifique au bassin et aux sous-bassins pour divers scénarios de retour de pluie ;
 - de préciser le dimensionnement des ouvrages de mitigation tels que proposés dans la note N-2022-010.

2 VOLET « PERTINENCE DE L'ALÉA »

2.1 COMPLÉMENTS D'INFORMATIONS CLIMATIQUES ET INONDATIONS

Dans le cadre de l'Evaluation Préliminaire du Risque d'Inondation² réalisée en 2018 au droit du territoire wallon, la Région wallonne a réalisé un inventaire des inondations significatives passées, compilées au sein de la Base de données des RELevés d'Inondations (BReII). Cette base de données recense des événements relevés depuis l'année 858 jusqu'à l'année 2018 :

- Les crues historiques antérieures à 1993 sont rapportées sous la forme d'un listing comprenant la date de l'événement et une description succincte de celui-ci (mise à part l'inondation de 1925, considérée comme particulièrement exceptionnelle) ;
- Les crues historiques postérieures à 1993 sont davantage détaillées, notamment via une analyse cartographique (basée sur une base de données photographique, les données des assurances, les enquêtes communales, le site de dégâts GISER et les Calamités naturelles publiques (DGO5 et CRC).

Cette base de données est également complétée par un inventaire des crues sur la Meuse³.

2.1.1 ÉVÉNEMENTS D'INONDATION HISTORIQUES ANTÉRIEURS À 1993

L'ANNEXE A reprend le tableau de synthèse des événements antérieurs à 1993, à l'exception de l'événement exceptionnel de 1925, tel que disponible dans la note méthodologique relative à l'Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation². La majorité de événements recensés se rapporte au sous-district hydrographique « Meuse aval ».

Annexe A : Événements d'inondations antérieurs à 1993 (SPW – GTI)

Jusqu'au début du XX^e siècle, la ville principalement documentées est Liège mais également Namur, Dinant et Huy tandis que les cours d'eau principalement documentés sont la Meuse, la Sambre et le Hoyoux. Durant le XX^e siècle, des villes comme Visé, Verviers, Seraing et Chiny sont également citées.

La Ville d'Andenne est citée lors de l'événement du 30/01/1961, qui touche les districts hydrographiques Meuse amont, Meuse aval, Ourthe et Sambre. On note notamment que *la moitié des stations ont relevé des cotes pluviométriques supérieures à 40 mm et que la Meuse a débordé de son lit en divers endroits, comme entre Namur et Andenne où les écluses sont noyées*.

² S.P.W. – Groupe Transversal Inondations (2018), « Directive 2007/60/CE – Cycle 2. Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation

³ S.P.W. (2021), « Projets des Plans de Gestion des Risques d'Inondation pour les 4 districts hydrographiques de Wallonie. Actualisation pour la période 2022 – 2027. Districts hydrographiques internationaux de la Meuse, de l'Escaut, du Rhin et de la Seine.

L'événement exceptionnel de fin 1925 – début 1926, touchant tant le Nord que le Sud du pays, est davantage documenté dans la note méthodologique rédigée par le S.P.W. - G.T.I. Toutefois, la documentation concerne essentiellement la région liégeoise.

2.1.2 ÉVÉNEMENTS D'INONDATION 1993 - 2016

Le **TABLEAU 2-1** recense les événements d'inondation les plus significatifs observées durant la période 1993 – 2016, sur la base de divers critères : nombre de bassins hydrographiques impactés, durée, période de retour, étendue, impact sur la population, l'environnement et/ou le matériel...

ID	DATE(S)	TYPE D'INONDATION	PERIODE DE RETOUR	REMARQUES
1	20/12/1993 – 11/01/1994	Débordement	T ₅₀	Sud du pays (Semois)
2	11/01 – 06/02/1995	Débordement	T ₂₅	Sud du pays (Semois)
3	02-08/07/2000	Ruisseaulement	-	
4	13-27/02/2002	Débordement	T ₅₀	
5	27-29/08/2002	Débordement + Ruisseaulement	> T ₁₀₀	Mehaigne
6	25/12/2002 – 04/01/2003	Débordement	T ₂₀	
7	11-15/11/2010	Débordement	> T ₁₀₀	
8	07-13/01/2011	Débordement	T ₇₅ - T ₁₀₀	
9	28/06-21/07/2011	Ruisseaulement	-	
10	23-27/07/2013	Ruisseaulement	-	
11	27/07-26/08/2014	Ruisseaulement	-	
12	05/05-24/07/2016	Débordement + Ruisseaulement	> T ₁₀₀	

Tableau 2-1 : Événements d'inondation significatifs (1993 – 2016, BRell)

Sur la base de ce recensement et à défaut d'informations historiques plus détaillées, les événements les plus critiques au droit de la ville d'Andenne peuvent être considérées comme étant ceux recensés lors des années 1926, 1961, 2010, 2011 et 2016, dans une moindre mesure 1993 et 2002, et bien entendu les événements de juin – juillet 2021.

2.1.3 DONNÉES DES VOIES HYDRAULIQUES

Les données disponibles sont celles :

- du réseau WACONDAH (Water CONtrol Data system for Hydrology and water management, géré par la Direction de la Gestion Hydrologique du SPW, anciennement Voies Hydrauliques) ;
- du réseau Hydrométrie (hydrometrie.wallonie.be, conjointement géré par la Direction de la Gestion Hydrologique et la Direction des Cours d'Eau non navigables), fusionnant les données hydrométriques issues des deux anciens sites des Voies Hydrauliques (infocrule.wallonie.be) et d'AQUALIM (aqualim.environnement.wallonie.be).

En ce qui concerne les données disponibles au droit de la Meuse et au plus proche de la commune d'Andenne, les stations de mesures à considérer sont :

- la station des Grands-Malades Bief amont (n° 7197), située en aval de Namur et en amont d'Andenne (coordonnées 187408, 128661, Zref +77.00 m depuis 2001 et +77.477 m avant) et mise en service le 01/01/1993 ;
- la station de Huy (n° 7141), située au pont de Huy en aval d'Andenne (coordonnées 211378, 134318, Zref +68.00 m) et mise en service le 27/05/1982.

Le **TABLEAU 2-2** ci-après présente les hauteurs maximales de Meuse mesurées à ces deux stations durant les périodes d'inondations recensées et au maximum de l'année, lors des évènements d'inondation supposés les plus critiques à Andenne, de même que les débits de Meuse disponibles pour ces périodes à la station de Huy.

DATE	GRANDS MALADES (AMONT) Réf : +77.00	HUY (aval) Réf : +68.00	HUY (aval) Débit
1925 – 1926	Données non disponibles	Données non disponibles	Données non disponibles
30/01/1961	Données non disponibles	Données non disponibles	Données non disponibles
20/12/1993 – 11/01/1994	Données non disponibles	Données non disponibles	Données non disponibles
13-27/02/2002	+ 78.40 m (10/02/2002) + 78.56 m (08/05/2002)	+ 70.70 m (13/02/2002)	Données non disponibles
27-29/08/2002	+ 78.55 m (22/08/2002) + 78.56 m (08/05/2002)	+ 69.44 m (28/08/2002) + 70.70 m (13/02/2002)	Données non disponibles)
11-15/11/2010	+ 78.51 m (09/11/2010) + 78.67 m (14/07/2010)	+ 70.24 m (14/11/2010)	Données non disponibles
07-13/01/2011	+ 78.47 m (08/01/2011) + 78.72 m (09/12/2011)	+ 70.81 m (08/01/2011)	Données non disponibles
05/05-24/07/2016	+ 78.70 m (08/05/2016) + 78.73 m (09/10/2016)	+ 69.63 m (31/05/2016) + 69.84 m (10/02/2016)	620 m ³ /s (03/06/2016) 927 m ³ /s (10/02/2016)
Juin – juillet 2021	+ 79.20 m (16/07/2021)	+ 71.51 m (16/07/2021)	1 867 m ³ /s (16/07/2021)

Tableau 2-2 : Hauteurs d'eau maximales annuelles et débits aux stations limnimétriques

En termes d'hauteurs d'eau en Meuse, avec des données assez similaires et volatiles, il n'est pas aisé de déterminer quelles sont les années avec les événements les plus critiques durant la période 2002 – 2016. On peut toutefois constater que, durant les événements d'inondation de juin et juillet 2021, les niveaux d'eau maximum enregistrés en Meuse au droit des stations des Grands Malades et de Huy ont présenté des valeurs plus élevées que celles enregistrées lors des événements 2002 – 2016. La crue de référence par ailleurs observée au droit de la station de Huy est celle du 16/07/2021 (débit de 1 866.67 m³/s).

2.1.4 DONNÉES CLIMATIQUES – VILLE D'ANDENNE

Le SPW gère la station pluviométrique de Landenne (n°7168, données disponibles depuis janvier 2002). Le **TABLEAU 2-3** présente les pluviométries journalières maximales à cette station durant les périodes d'inondations recensées et au maximum de l'année, lors des évènements d'inondation supposés les plus critiques à Andenne.

A titre informatif, le **TABLEAU 2-3** reprend également la période de retour correspondant à la pluviométrie enregistrée durant 24 h pour la région d'Andenne, selon les données IRM. Cette donnée est fournie à titre informatif, dès lors que les précipitations enregistrées au cours des journées reprises au tableau ont probablement été enregistrées durant un laps de temps inférieur à 24 h. Les périodes de retour indiquées sont dès lors des périodes minimales.

DATE	PLUVIOMETRIE LANDENNE	PERIODE DE RETOUR
1925 – 1926	<i>Données non disponibles</i>	-
30/01/1961	<i>Données non disponibles</i>	-
20/12/1993 – 11/01/1994	<i>Données non disponibles</i>	-
13-27/02/2002	27.4 mm (20/02/2002) 60.1 mm (27/08/2002)	T < 2 ans 10 < T < 15 ans
27-29/08/2002	60.1 mm (27/08/2002)	10 < T < 15 ans
11-15/11/2010	36.5 mm (13/11/2010) 41.1 m (15/08/2010)	T < 2 ans 2 < T < 3 ans
07-13/01/2011	24.1 mm (05/01/2011) 28.4 mm (28/06/2011)	T < 2 ans T < 2 ans
05/05-24/07/2016	43.1 mm (30/05/2016)	2 < T < 3 ans
Juin – juillet 2021	78.9 mm (16/07/2021)	50 < T < 75 ans

Tableau 2-3 : Pluviométrie journalières maximales annuelles et période de retour (à titre informatif) - station pluviométrique de Landenne

A nouveau, en termes de pluviométrie enregistrée dans la région d'Andenne depuis 2002, il apparaît que la période juin – juillet 2021 présente des valeurs de pluviométrie bien plus importantes que celles enregistrée lors de la période 2002 – 2020.

En conclusion, à défaut de données limnimétriques et climatiques disponibles pour les années antérieures à 2002, et en particulier pour l'année 1993, il apparaît difficile de pouvoir chercher à corrélérer / comparer cette année 1993, pour laquelle les événements d'inondation de fin d'année ne semblent pas avoir touché la campagne d'Anton (voir rapport AQUALE antérieur R-2022-005), avec les événements plus récents.

On peut toutefois relever que les événements d'inondation de juin et juillet 2021 s'inscrivent comme les plus importants dans la région d'Andenne depuis 1993, tant en ce qui concerne les hauteurs d'eau / débits en Meuse qu'en ce qui concerne la pluviométrie tombée, et qu'aucune inondation de la campagne d'Anton n'a été recensée durant cette période récente.

2.2 RELEVÉ TOPOGRAPHIQUE COMPLÉMENTAIRE

Le modèle numérique de terrain (MNT) de la Wallonie est disponible sur WalOnMap et représente l'altitude du sol en tout point du territoire wallon (excluant tous les éléments situés à la surface du sol), déterminée via un relevé aérien Lidar effectué entre le 12/12/2012 et le 09/03/2014.

La technologie Lidar est une méthode de télédétection et de télémétrie, de principe semblable au radar (transmission et réception d'ondes avec mesure du temps de retour) mais via l'utilisation d'ondes de lumière opérant dans l'infrarouge (à une fréquence comprise entre 3 et 400 THz, contrairement aux ondes radioélectriques – de fréquence inférieure à 300 GHz – utilisées pour la technologie Radar).

Le système de référence spatiale est le Lambert 72 et la précision obtenue est de l'ordre de :

- 1,00 m maximum pour la planimétrie (XY) ;
- 0,12 m pour l'altimétrie (Z).

La méthodologie Lidar n'est toutefois pas adaptée pour certaines parties du territoire, tels les plans d'eau. Au droit de ces zones, une interpolation est réalisée pour assurer la continuité du levé altimétrique.

Les données sont disponibles et fournies en format TIFF. Elles nécessitent dès lors un traitement numérique préalable via un logiciel de conversion adapté afin d'être pleinement exploitées dans un S.I.G.

Le traitement numérique du MNT a été réalisé sur une zone de 3 x 3 km centrée sur la zone d'intérêt (X 200 500, Y 130 500).

La **FIGURE 2-1** présente le levé topographique de détail extrapolé par krigeage à partir du MNT au droit de la Campagne d'Anton.

La **FIGURE 2-2** présente les différences observées entre le modèle numérique de terrain de 2013-2014 et les mesures obtenues par levé GPS en avril 2022.

Dans l'ensemble, les différences de cote demeurent inférieures à la précision absolue du MNT (soit comprises entre -0,12 et +0,12 m). Les différences principales sont observées le long du chemin pédestre situé dans la zone d'aléa moyen (à l'Ouest) ou le long du Fossé de Hombeaux et sont quasi exclusivement positives (mesures du MNT supérieures aux mesures GPS). A l'exception d'un éventuel creusement ou tassement opéré sur le fossé de Hombeaux (dans sa partie amont) ou sur le chemin pédestre ouest, on peut donc estimer que la topographie au droit de la Campagne d'Anton n'a guère évolué depuis 2013. Le levé topographique de détail extrapolé par krigeage à partir du MNT peut dès lors être considéré pour préciser les axes de ruissellement confirmés sur terrain.

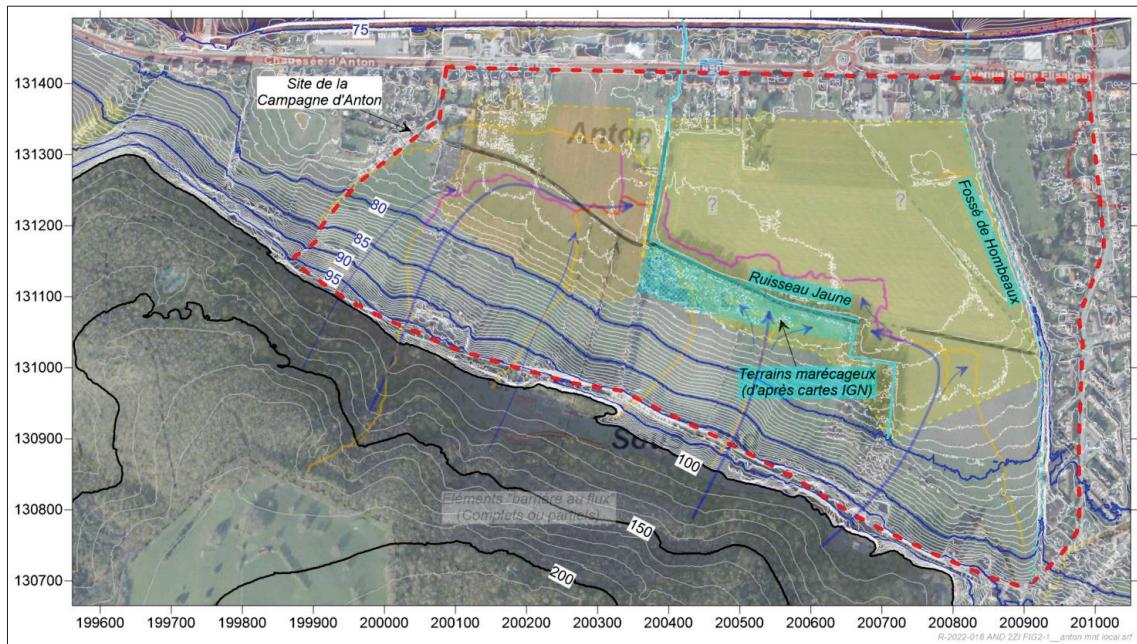


Figure 2-1 : Campagne d'Anton – Modèle numérique de terrain

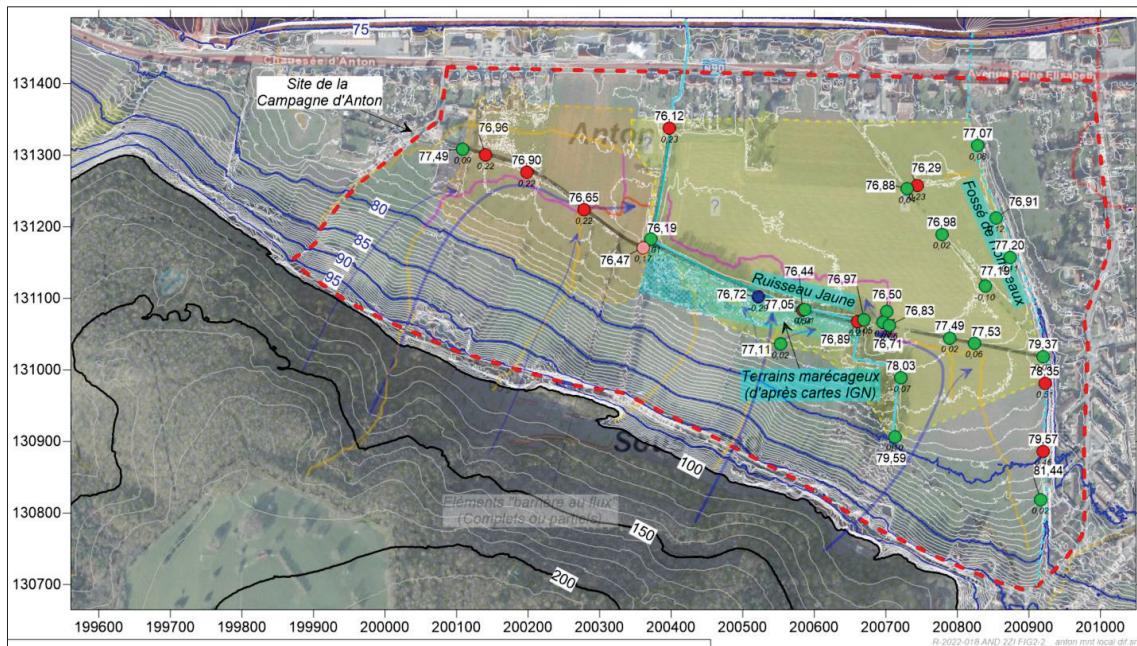


Figure 2-2 : Campagne d'Anton – Modèle numérique de terrain (2013-2014) vs. Données GPS (2022)

La **FIGURE 2-3** présente une interprétation actualisée des flux de ruissellement estimés, sur la base des observations de terrain et avec l'éclairage du levé topographique de terrain et de l'interpolation du MNT.

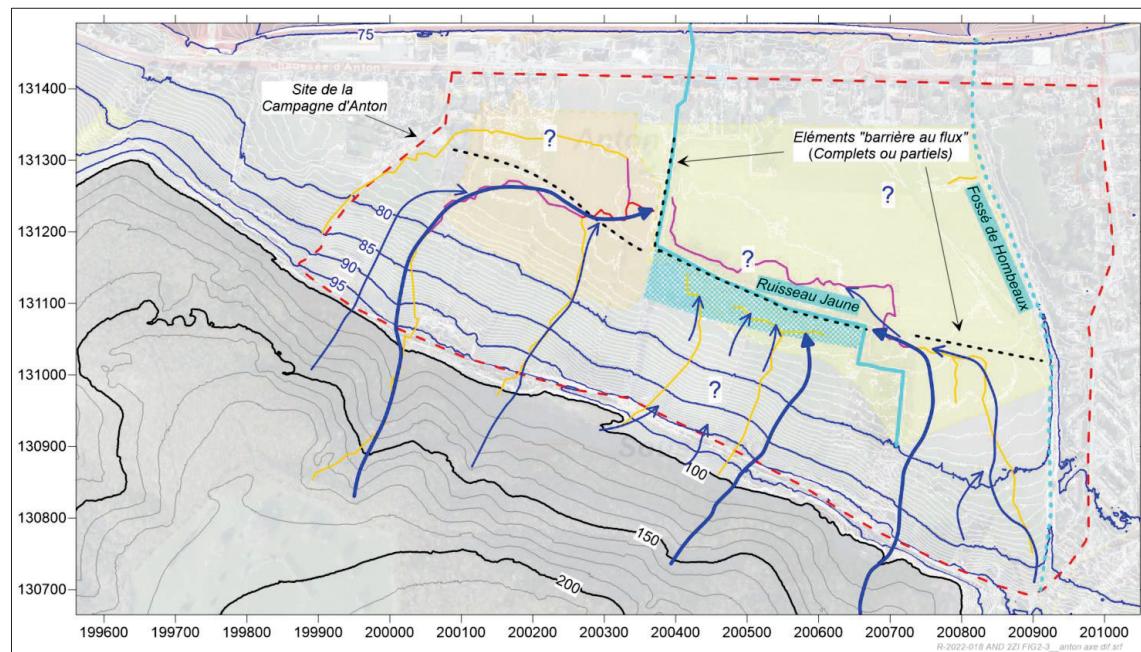


Figure 2-3 : Campagne d'Anton – Flux de ruissellement estimés vs. axes de ruissellement concentré (aléa SPW)

Cette interprétation actualisée diffère peu de l'interprétation précédente (voir rapport R-2022-005, FIGURE 3-6) et confirme globalement les axes de ruissellement concentré tels que posés dans la carte d'aléa. Toutefois, on peut noter les différences suivantes :

- Au Sud du chemin pédestre, les axes de ruissellement concentré sont globalement cohérents et confirmés, à l'exception :
 - de l'axe le plus occidental, dont l'écoulement vers le ruisseau jaune n'apparaît pas évident ;
 - des deux axes centraux, en direction de la zone marécageuse, dont la localisation n'apparaît pas claire non plus, l'axe principal supposé pouvant se situer davantage à l'Est ;
 - de la présence estimée d'un axe supplémentaire en rive droite du ruisseau Jaune ;
- Au Nord du chemin pédestre :
 - La zone d'aléa moyen pourrait ne pas s'étendre aussi loin vers le Nord, la localisation d'un axe de ruissellement concentré n'apparaissant pas évidente ;
 - La zone d'aléa faible pourrait ne pas s'étendre aussi loin vers le Nord, le ruisseau Jaune et le chemin pédestre jouant un rôle de barrière. Toutefois, il persiste une zone de faiblesse, de topographie inférieure, à l'extrémité Est de la zone boisée et marécageuse, permettant toujours à ce jour la possible traversée des eaux de ruissellement au-delà du chemin pédestre en cas de pluies abondantes.

2.3 CARTOGRAPHIE DE LA PÉDOLOGIE ET OCCURRENCES D'ARGILES PLASTIQUES

2.3.1 LA DERLE – HISTOIRE ET LOCALISATION

Dans sa requête en annulation introduite en date du 18/05/2021 auprès du Conseil d'Etat contre l'adoption par le Gouvernement wallon, en sa séance du 04/03/2021 de l'Arrêté adoptant les cartographies des risques d'inondations, la Ville d'Andenne avait fait état de la nécessité de prendre en compte la nature argileuse du sol, terre peu perméable et antérieurement utilisée pour l'extraction de la derle⁴, pouvant justifier la présence ponctuelle d'eau à certains endroits.

Il existe de nombreuses publications relatives à l'extraction de la derle en région andennaise, en particulier dans les archives de Bibliotheca Andana (bibliothèque virtuelle de la Ville d'Andenne) et plus particulièrement dans les collections Bernard Renson et Yves Sorée.

On peut en citer les références suivantes :

- Auteur inconnu, « Extraction de la terra plastique », collection Y. Sorée
- R. Blouard, « Sol – Extraction de la terre plastique », collection Y. Sorée
- M. Cosse (sœur Paule), extrait de sa thèse, 1960, collection L. Noël
- B. de Moreau d'Andoy et al., « Il était une fois à Andoy et à Wierde. La terre plastique », collection B. Renson
- E. Goemaere et al., « Vingt siècles d'exploitation des argiles plastiques d'Andenne (Belgique) : du gisement au musée de la céramique », Ann. Soc. Géol. Du Nord, tome 19, pp 87-97, 2012, collection B. Renson
- H. Materne, « A l'fosse à l'dièle », collection B. Renson
- M. Ronvaux, « La derle, trésor blanc du Condroy », Cahiers de Sambre et Meuse, 2020, collection B. Renson

Mais également, hors Bibliotheca Andana :

- M. Boüesnel, « Sur les terres à pipe d'Andenne », Journal des mines ou Recueil de mémoires sur l'exploitation des mines, et sur les sciences et les arts qui s'y rapportent, vol. 31, 1812, p.389-395
- L. Calembert, « Les gisements de terres plastiques et réfractaires d'Andenne et du Condroy », Vaillant-Carmanne, 1945
- R. Mordant, « La pipe en terre d'Andenne et ses marques », Magermans, 1999
- R. Mordant, « Andenne fille de blanche derle », Magermans, 1999
- « Véloécouverte de la province de Namur », Guide JP Legros, Editions Lannoo, 2003

Les terres plastiques d'Andenne ont fait l'objet d'une exploitation importante depuis le XIII^e siècle, en particulier durant le XIX^e siècle et jusqu'à la fin des années 1940. En fonction de leur teneur en alumine, de leur couleur et de leurs propriétés réfractaires, elles étaient utilisées dans la production de céramiques, faïences, porcelaines, poteries... La *blanche derle*, terre plastique argileuse, réputée pour ses caractéristiques naturelles, sa blancheur, sa finesse de grain et sa plasticité, et après cuisson par des qualité de solidité et de porosité, était exploitée pour la fabrication de pipes.

Ces terres plastiques sont associées à des dépôts mixtes d'âge Néogène constitués de sables, argiles, graviers et parfois lignite et correspondent à deux types de dépôts différents :

⁴ Terre argileuse utilisée dans l'industrie, en particulier pour la fabrication de poteries et de céramiques

- En remplissage de poches karstiques au droit de terrains calcaires disposés en bandes parallèles, principalement situées depuis l'Entre-Sambre-et-Meuse jusqu'à la vallée du Hoyoux, en passant par Andenne. Ces terrains calcaires sont des plis synclinaux à cœur dinantien ou givetien-frasnien, correspondant aux dépressions topographiques typiques du Condroz ;
- En dépôts horizontaux résiduels argilo-sableux, principalement rencontrés dans la partie sud de la Hesbaye et dont la localisation est indépendante de la nature lithologique du substrat.

Les dépôts du second type ne se rencontrent pas sur la commune d'Andenne tandis que les dépôts du premier type sont disposés en chapelets alignés selon deux bandes parallèles espacées d'environ deux kilomètres et situées au droit des calcaires : une bande d'environ 6 km de long, de Mozet à Andenne via Bonneville (comprenant notamment les gisements de Vaudaigle et La Triche (Al Triche)) et une bande d'environ 18 km de long, de Naninne à Coutisse via Wierde et Haltinne.

La largeur de ces gisements peut atteindre 150 à 200 m. En profondeur, si le toit des gisements peut se situer à quelques mètres du niveau du sol, sous les limons et sables de surface, leur base peut atteindre une profondeur de 80 à 100 m. En surface, les signes révélateurs de ces gisements se marquent par la présence d'une faible dépression sous forme de cuvette fermée elliptique, de quelques dizaines à une centaine de mètres de longueur et généralement remplies d'eau.

Les principaux gisements en terre andennaise étaient Vaudaigle et Al Triche. Dans les anciennes communes de Bonneville et Coutisse, on recensait également les gisements de Marche-en-pré, Jeune-Chenois, Joskainhaie ou Champsia (Champseaux).

La **FIGURE 2-4** localise les gisements de derle les plus proches de la Campagne d'Anton. Ainsi, le gisement d'Al Triche se situe à plus de 1 200 m au Sud tandis que le gisement de Vaudaigle se situe à plus de 1 800 m au Sud-Ouest de la Campagne d'Anton.

La Campagne d'Anton, située sur des terrains alluvionnaires surmontant les terrains schisteux du Houiller, n'a pas fait l'objet d'une exploitation de derle. Seuls quelques puits de mine y sont localisés et attestent d'une exploitation historique de charbon.

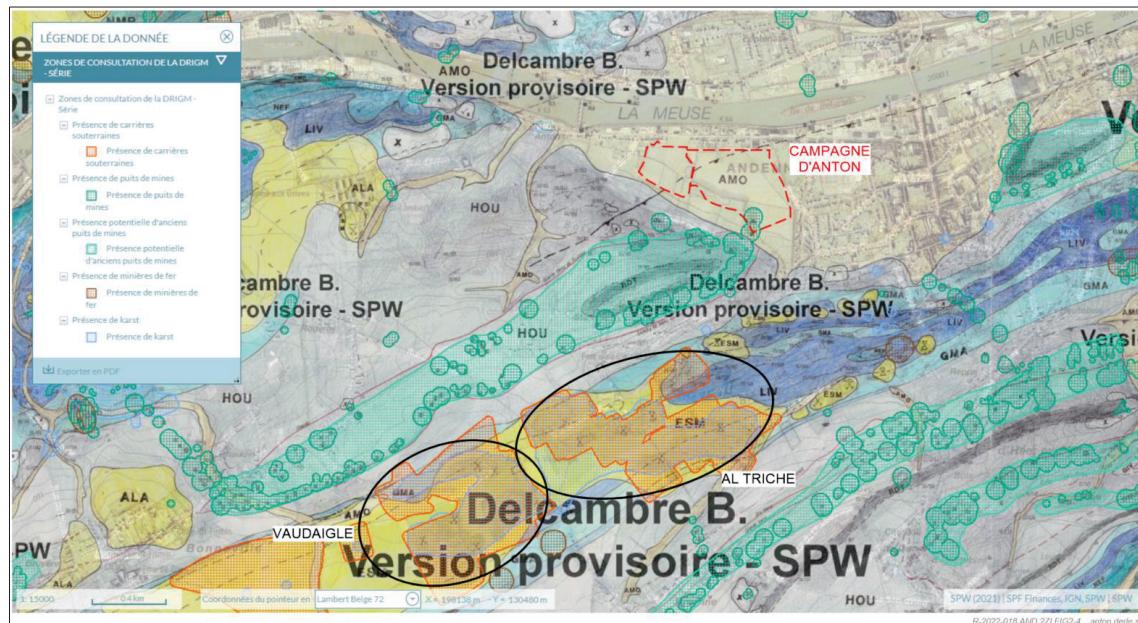


Figure 2-4 : Campagne d'Anton – Localisation des gisements locaux de derle (d'après E. Goemaere, 2012)

2.3.2 PÉDOLOGIE AU DROIT DE LA CAMPAGNE D'ANTON

La campagne d'Anton se situe au droit de terrains alluvionnaires tandis que les terrains situés au Sud-Ouest, et présentant des pentes plus importantes, sont situés sur le Houiller.

La **FIGURE 2-5** présente la carte pédologique au droit de la Campagne d'Anton.

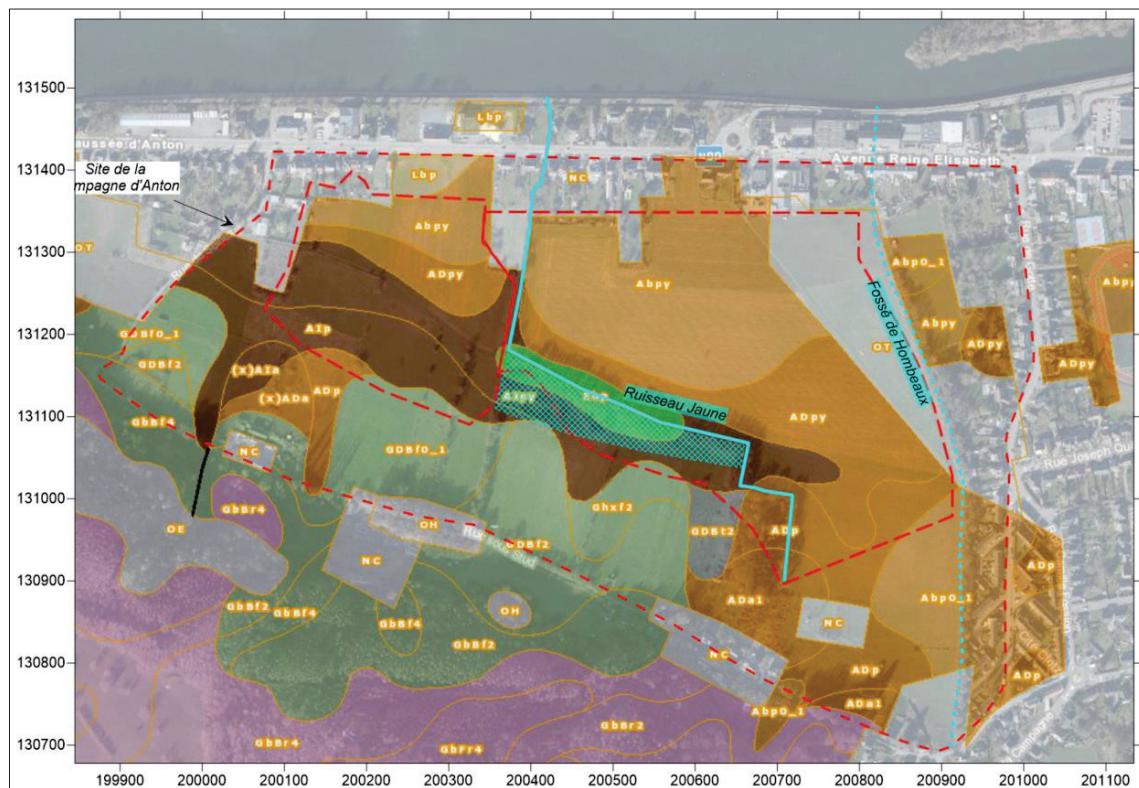


Figure 2-5 : Campagne d'Anton – Carte pédologique (carte 145W, Andenne, 1963)

On distingue cinq ensembles principaux, depuis le Sud-Ouest vers le Nord-Est :

- Des sols limono-caillouteux à charge schisto-gréseuse ou gréseuse et à drainage naturel favorable (de type Gb, couleur mauve), présent sur les terrains houillers de pente moyenne (bois) ;
 - Des sols limono-caillouteux à charge schisteuse et à drainage naturel principalement favorable (de type GD, Gb et Gh, couleur gris vert), présents sur les terrains houillers de pente moyenne (bois) et forte (orée Nord du bois) ;
 - Des sols limoneux à drainage naturel assez pauvre à très pauvre (de type AI, couleur brune), présents au droit des terrains alluvionnaires de pente moyenne (Sud du chemin pédestre) ;
 - Des sols limoneux à drainage naturel modéré ou imparfait (de type AD, couleur ocre foncé), présents au droit des terrains alluvionnaires de pente faible à très faible (Nord du chemin pédestre) ;
 - Des sols limoneux à drainage naturel favorable (de type Ab, couleur ocre clair), présents au droit des terrains alluvionnaires de très faible pente (plaine) ;

Plus localement, on retrouve également :

- Des sols limono-caillouteux à charge de silexite ou de gravier ou de conglomérat et à drainage naturel principalement favorable (de type GD, couleur gris foncé), présents au droit des terrains alluvionnaires de forte pente (Sud-Est de la zone marécageuse) ;
- Des sols argileux à drainage naturel assez pauvre à très pauvre (de type E, couleur verte), présents au droit des terrains alluvionnaires de faible pente (ruisseau et zone marécageuse) ;
- Des sols sablo-limoneux à drainage naturel principalement favorable (de type Lb, couleur beige clair), présents au droit des terrains alluvionnaires de très faible pente (plaine en bordure de l'Avenue Reine Elisabeth).

A l'analyse, on peut remarquer que :

- Les sols limono-caillouteux situés sur les terrains houillers (pente moyenne à forte) présentent une charge davantage schisteuse (Gb, GD et Gh) mais avec un drainage globalement favorable ;
- Plus au Nord, après la rupture de pente et au droit des alluvions (pente moyenne à faible), les sols sont limoneux (Al et AD) et avec un drainage moyen ou imparfait (Nord du chemin pédestre) voire pauvre à très pauvre (Sud du chemin pédestre) ;
- Davantage encore vers le Nord, dans la plaine et toujours au droit des alluvions (pente très faible), les terrains limoneux (Ab) présentent alors un drainage favorable ;
- Au droit de la zone marécageuse, les sols sont argileux et le drainage est très pauvre.

Ainsi, il apparaît cohérent de constater que les terrains les plus défavorables (en termes de capacité de drainage des eaux superficielles) sont les terrains situés au droit et à proximité de la zone marécageuse et du chemin pédestre et en particulier sur une bande d'une centaine de mètres au Sud de ce dernier.

Davantage vers l'Est (sur les premiers 160 m du chemin, en venant de la rue Joseph Quevit) et au Nord, les sols sont davantage drainants, en particulier au droit de la plaine constituant les deux-tiers septentrionaux de la zone d'aléa faible.

On note donc enfin une bonne cohérence entre la pédologie des sols, la topographie observée et les flux principaux de ruissellement estimés, comme illustré à la **FIGURE 2-6**.

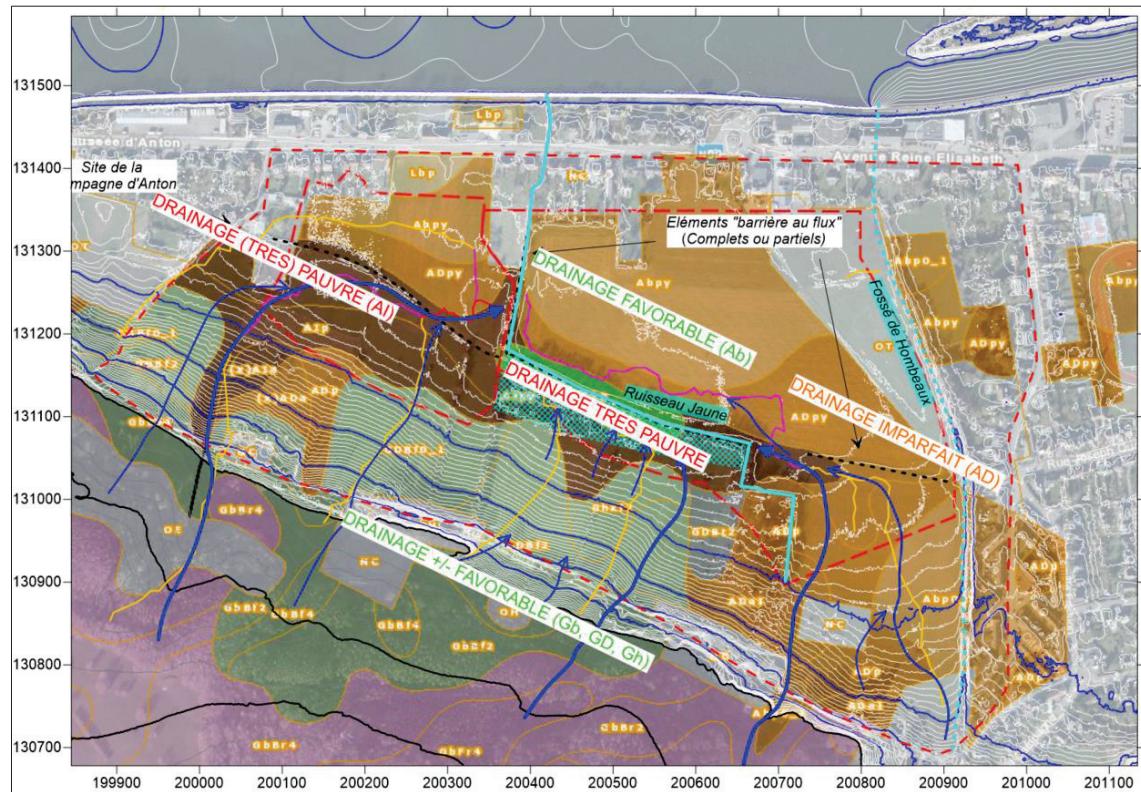


Figure 2-6 : Campagne d'Anton – Corrélation entre pédologie, topographie et flux principaux d'eau

2.3.3 CAMPAGNE DE TERRAIN

Sur la base, d'une part, des informations récoltées relatives à l'exploitation de la derle et, d'autre part, des données pédologiques disponibles, il n'apparaît pas requis de compléter les informations disponibles avec la réalisation d'une campagne de terrain complémentaire.

Dès lors, les prestations relatives à ce poste sont abandonnées au profit de prestations complémentaires pour le volet « Aménagement pour une mitigation du ruissellement » ci-après.

3 VOLET « AMÉNAGEMENTS POUR UNE MITIGATION DU RUISELLEMENT »

Les recommandations avancées dans la note N-2022-010 (avril 2022) faisaient état des propositions suivantes voir également chapitre 1 de ce présent rapport), visant à gérer les eaux de ruissellement et à réduire la géométrie et la sensibilité des zones d'aléa telles que définies dans la cartographie 2020 :

- Aménagement d'un fossé le long du chemin pédestre et rehausse de celui-ci ;
- Curage / développement de la section de drainage du Ruisseau Jaune et du Fossé de Hombeaux ;
- Création d'une zone de temporisation intégrant la zone marécageuse actuelle (mare permanente, prairie inondable, chenaux enherbés et bandes enherbées) ;
- Mise en place complémentaire de fascines/haies denses ;
- Aménagement du réseau d'égouttage/création d'un fossé de dérivation le long de la rue Sous Stud.

Les aménagements proposés visent essentiellement à :

- réduire les vitesses d'écoulements des flux d'eau lors des évènements pluviométriques importants ou exceptionnels ;
- stocker les boues dans des zones pièges à sédiments (bande enherbée, barrage filtrant, zone de sédimentation) ;
- faire converger les flux résiduels vers un bassin tampon temporaire.

Les objectifs de la zone de temporisation sont :

- permettre le maintien du passage des flux d'eaux modérés liés à des évènements pluviométriques de faible ou moyenne importance ;
- créer un volume de rétention d'eaux suffisant que pour permettre l'« absorption » d'un évènement pluviométrique exceptionnel, ou d'une succession (limitée) de ces évènements pluviométriques exceptionnels, n'impactant pas les zones sises à l'aval gradient ;
- évacuer ensuite progressivement ces eaux retenues dans le réseau hydrographique aval ;
- permettre la conservation, via une mare permanente (voir zone marécageuse déjà existante), d'un biotope spécifique.

Le dimensionnement d'un bassin tampon temporaire nécessite :

- d'évaluer la surface du bassin versant ayant pour futur exutoire le bassin tampon, de même que les volumes d'eau associés à ce bassin versant lors des évènements pluviométriques exceptionnels (volumes entrants) ;
- d'évaluer les vitesses de drainage des eaux (retenues par le bassin tampon) vers le réseau hydrographique nécessaires au maintien d'un bassin tampon fonctionnel (c'est-à-dire dont le remplissage progressif ne sature pas in fine le bassin) (volumes sortants).

Ce dimensionnement est réalisé ci-après en considérant la méthodologie⁵ préconisée par le Groupe de Travail « Bassins d'orage » du Groupe Transversal Inondations⁶ (GTI), regroupant diverses structures du Service Public de Wallonie (SPW), des administrations provinciales, d'experts techniques et de scientifiques universitaires.

⁵ « Guide technique pour le dimensionnement des ouvrages de rétention », Groupe Transversal Inondations, juin 2019

⁶ <https://inondations.wallonie.be/home/directive-inondation/groupe-transversal-inondations-gti.html>

3.1 ETUDE DU BASSIN VERSANT PRINCIPAL ET DE SES SOUS-BASSINS

La **FIGURE 2-1** présentait le modèle numérique de terrain centré au droit de la Campagne d'Anton. Pour étudier le bassin versant principal et les sous-bassins associés aux divers aménagements envisagés, il convient d'étendre la zone à étudier vers le Sud afin d'inclure les crêtes topographiques situées sur les hauteurs du Bois de Stud et du Bois de Faulx.

La **FIGURE 3-1** présente le bassin versant principal déterminé sur la base du modèle numérique de terrain et sa répartition en sous-bassins (Rue sous Stud, Ruisseau Jaune, Fossé du Hombeaux et ancien fossé de Hombeaux), compte tenu de l'adaptation des aménagements proposés ci-après.

Le point topographique le plus élevé s'établit au droit du Bois de Stud et culmine à une cote de +224 m. Depuis le versant Nord de ce bois, les eaux s'écoulent vers le Nord et le Nord-Ouest en direction de la rue Sous Stud et de la campagne d'Anton. Depuis le versant Sud, elles s'écoulent vers le Sud-Est en direction du Fossé de Hombeaux, qui est actuellement répertorié comme tel (sur WalonMap) sur une distance approximative de 1 700 m (soit 800 m au droit de la campagne d'Anton et 900 m en remontant dans la vallée, le long de la rue Stud).

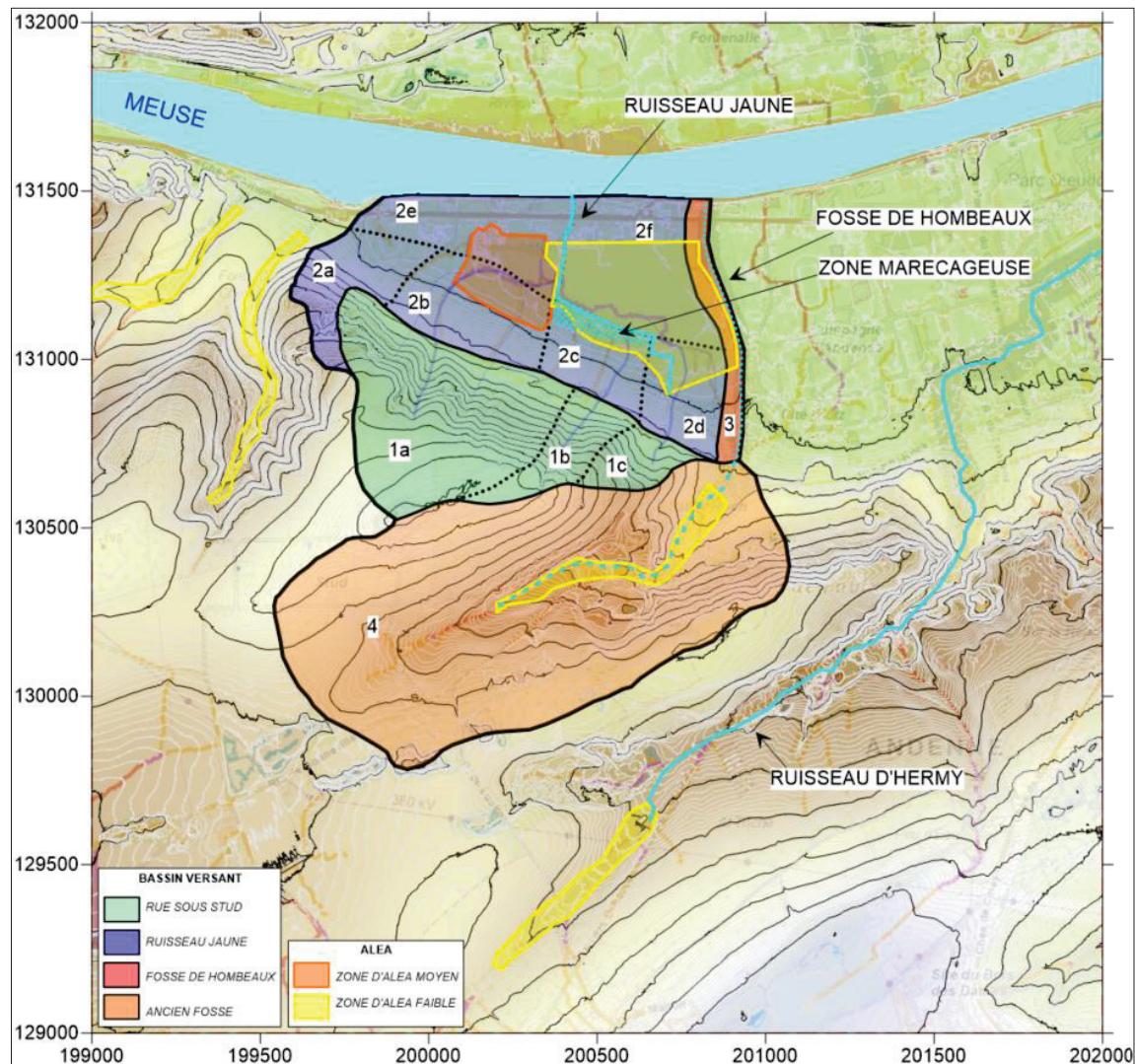


Figure 3-1 : Campagne d'Anton – Bassins versants

La répartition de la superficie en sous-bassins s'établit comme suit (TABLEAU 3-1) :

BASSIN	SUPERFICIE (Ha)								
	Forêts, bois...	Prairies, jardins enherbés, pelouses, parcs...	Champs cultivés, cimetières, dalles pierre...	Dalles gazon	Terres battues, chemins de terre...	Pavé à joints écartés, pavés drainants...	Allées et trottoirs pavés, parkings...	Toitures, routes, plans d' eau...	TOTAL
RUE SOUS STUD									
1a	18.69	1.46	5.52	-	0.21	-	-	0.67	26.55
1b	5.13	0.35	0.17	-	-	-	-	0.36	6.01
1c	3.70	-	0.35	-	0.11	-	-	0.38	4.54
Total	27.52	1.81	6.04	-	0.32	-	-	1.41	37.10
RUISSEAU JAUNE									
2a	3.82	0.22	3.88	-	-	-	-	0.17	8.09
2b	-	-	10.09	-	0.24	-	-	0.48	10.81
2c	1.21	-	5.86	-	-	-	-	0.06	7.13
2d	0.73	2.38	4.01	-	0.31	-	-	0.34	7.77
2e	-	2.67	4.28	-	-	-	0.09	4.57	11.61
2e (hors PASH)	-	2.67	4.28	-	-	-	0.09	0.44	7.48
2f	-	1.66	10.77	-	0.26	-	-	3.22	15.91
2f (hors PASH)	-	1.66	10.77	-	0.26	-	-	0.00	12.69
Total	5.76	6.93	38.89	-	0.81	-	0.09	8.84	61.32
Total (hors PASH)	5.76	6.93	38.89	-	0.81	-	0.09	1.49	53.97
FOSSÉ DE HOMBEAUX									
3	-	0.54	3.09	-	0.08	-	-	0.55	4.26
3 (HORS PASH)	-	0.54	3.09	-	0.08	-	-	0.00	3.71
ANCIEN FOSSÉ									
4	33.56	8.37	35.30	-	0.07	-	0.22	10.29	87.81
4 (HORS PASH)	33.56	8.37	35.30	-	0.07	-	0.22	2.16	79.68
TOTAL	66.84	17.65	83.32	-	1.28	-	0.31	21.09	190.49
TOTAL (HORS PASH)	66.84	17.65	83.32	-	1.28	-	0.31	5.06	174.46

Tableau 3-1 : Superficies des bassins versants (selon occupation des sols)

Le **TABLEAU 3-1** ci-avant reprend les superficies avec occupation « toitures, routes... » :

- d'une part, en considérant l'ensemble de ces zones urbanisées ;
- d'autre part, en se limitant aux seules rues n'étant pas directement situées au droit du réseau PASH existant, dans l'hypothèse où les eaux de ruissellement pourraient être intégralement récoltées par le réseau PASH. Les rues n'étant pas reliées au réseau PASH (selon WalOnMap) sont les suivantes :
 - rue de Seilles (dans sa partie amont, secteur 2B) ;
 - rue sous Stud (secteurs 1A, 1B et 1C) ;
 - rue Stud (secteur 4) ;
 - route de Bonneville (dans sa partie amont, secteur 4).

La **FIGURE 3-2** ci-après présente la répartition des différentes zones qui ont été considérées dans le **TABLEAU 3-1** ci-avant, selon l'occupation des sols et selon les sous-bassins.

Le sous-bassin « Rue sous Stud » a été divisé en trois secteurs tandis que le sous-bassin « Ruisseau Jaune » a été divisé en six secteurs.

L'occupation des sols est estimée à partir des photographies aériennes (vue satellite), de la carte IGN (Cartoweb) et des observations de terrain. Par sécurité, et dès lors qu'il convient d'étudier le ruissellement au droit de ces sous-bassins sur le long terme, la majorité des terrains repris en tant que « prairie permanente » sur la carte IGN ont été reclassés en « champs cultivés » (le coefficient de ruissellement pour ces terrains reclassés passant alors de 0.15 à 0.25).

La superficie totale du bassin versant principal est de l'ordre de 190 ha (174 ha en ne considérant pas les zones urbanisées reprises au PASH). Ce dernier est principalement constitué de champs et terrains de culture (+/- 83 ha) ainsi que de zones boisées (+/- 67 ha).

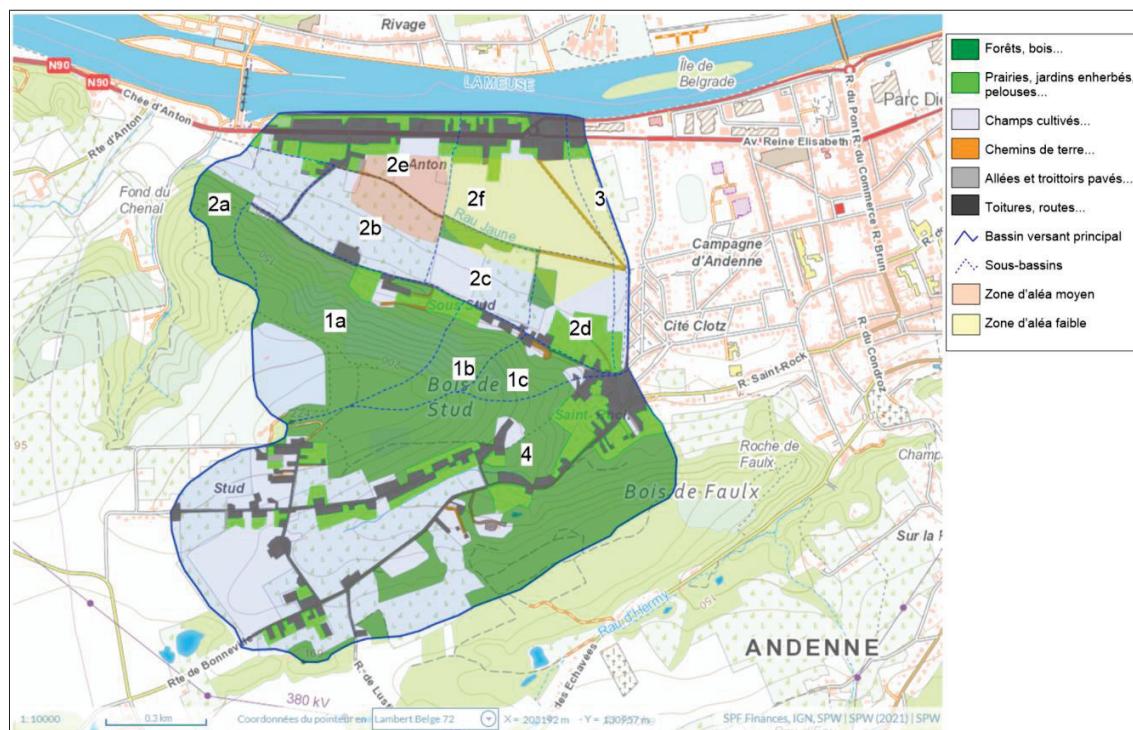


Figure 3-2 : Campagne d'Anton – Occupation du sol

3.2 VOLUMES D'EAU À MAÎTRISER (SANS AMÉNAGEMENTS)

Le volume d'eau à maîtriser est déterminé en considérant la méthodologie préconisée par le Groupe de Travail « Bassins d'orage » du Groupe Transversal Inondations (GTI), regroupant diverses structures du Service Public de Wallonie (SPW), des administrations provinciales, d'experts techniques et de scientifiques universitaires.

Pour la plupart des projets de petite et moyenne dimension, la méthode « rationnelle » est préconisée et l'outil Excel mis à disposition à cet effet par le GTI est utilisé (voir un exemple de fichier de calcul à l'**ANNEXE B**).

Annexe B : Dimensionnement d'un ouvrage de rétention (Méthode « rationnelle », Groupe Transversal Inondations)

Les hypothèses considérées sont les suivantes, pour chacun des quatre sous-bassins et de leurs différents secteurs :

- un débit de fuite admissible est toléré et est considéré à sa valeur habituellement préconisée, soit 5 l/s/ha ;
- les périodes de récurrence de pluie considérées sont de 25 ans (habituellement considérée comme la période de référence) mais également 100 ans et 200 ans (jugées plus sécuritaires) ;
- l'historique de pluie considéré provient des données IRM pour la commune d'Andenne (voir **ANNEXE C**) ;
- les résultats présentés dans le **TABLEAU 3-2** ci-après, pour les occupations de sol telles qu'estimées ci-avant, sont calculés afin d'optimiser (maximiser) le volume d'eau à maîtriser.

Annexe C : Statistiques des précipitations extrêmes pour la commune d'Andenne (1991 – 2020)

BASSIN	PARAMÈTRES							
	Coefficient de ruissellement moyen	Période de retour de pluie (années)	Débit de fuite admissible (l/s/ha)	Intensité de la pluie de référence (l/s/ha)	Durée de la pluie de référence (heure)	Débit entrant dans le bassin (l/s)	Débit de vidange total autorisé (l/s)	Volume d' eau à maîtriser (m³)
RUE SOUS STUD								
1a	0.125	T25	5	163.3	0.5	540.39	132.75	733.7
		T100	5	222.8	0.5	737.06	132.75	1088.0
		T200	5	256.7	0.5	849.18	132.75	1290.0
1b	0.118	T25	5	163.3	0.5	116.21	30.05	155.1
		T100	5	222.8	0.5	158.51	30.05	231.2
		T200	5	256.7	0.5	182.62	30.05	274.6
1c	0.156	T25	5	163.3	0.5	115.56	22.70	167.1
		T100	5	222.8	0.5	157.62	22.7	242.8
		T200	5	145.3	1	102.78	22.7	288.3
TOTAL	0.127	T25	5	163.3	0.5	772.16	185.50	1056.0
		T100	5	222.8	0.5	1053.18	185.50	1562.0
		T200	5	256.7	0.5	1213.39	185.50	1850.0
RUISSEAU JAUNE								
2a	0.169	T25	5	163.3	0.5	222.79	40.45	328.2
		T100	5	126.9	1	173.15	40.45	477.7
		T200	5	145.3	1	198.16	40.45	567.8
2b	0.289	T25	5	94.7	1	295.77	54.05	870.2
		T100	5	73.1	2	228.12	54.05	1253.0
		T200	5	83.2	2	259.77	54.05	1481.0
2c	0.222	T25	5	94.7	1	150.18	35.65	412.3
		T100	5	126.9	1	201.27	35.65	596.2
		T200	5	145.3	1	230.34	35.65	700.9
2d	0.243	T25	5	94.7	1	179.12	38.85	505.0
		T100	5	126.9	1	240.05	38.85	724.3
		T200	5	83.2	2	157.32	38.85	853.0
2e	0.527	T25	5	40.5	3	247.69	58.05	2048.0
		T100	5	53.6	3	328.18	58.05	2917.0
		T200	5	61.1	3	374.09	58.05	3413.0
2e (hors PASH)	0.266	T25	5	94.7	1	188.64	37.40	544.50
		T100	5	73.1	2	145.49	37.40	778.2
		T200	5	83.2	2	165.68	37.40	923.6
2f	0.395	T25	5	55.0	2	346.03	79.55	1919.0
		T100	5	53.6	3	337.29	79.55	2784.0
		T200	5	61.1	3	384.48	79.55	3293.0

2f (hors PASH)	0.242	T25	5	94.7	1	290.94	63.45	819.0
		T100	5	126.9	1	389.91	63.45	1175.0
		T200	5	83.2	2	255.53	63.45	1383.0
TOTAL	0.332	T25	5	55.0	2	1120.68	306.60	5861.0
		T100	5	73.1	2	1488.58	306.60	8510.0
		T200	5	61.1	3	1245.20	306.60	10137.0
TOTAL (hors PASH)	0.241	T25	5	94.7	1	1233.85	269.85	3470.0
		T100	5	126.9	1	1653.58	269.85	4981.0
		T200	5	83.2	2	1083.69	269.85	5860.0
FOSSÉ DE HOMBEAUX								
3 (ET TOTAL)	0.339	T25	5	55.0	2	79.39	21.30	418.3
		T100	5	73.1	2	105.46	21.30	605.9
		T200	5	61.1	3	88.21	21.30	722.7
3 (ET TOTAL) (HORS PASH)	0.241	T25	5	94.7	1	84.63	18.55	237.9
		T100	5	126.9	1	113.42	18.55	341.5
		T200	5	83.2	2	74.33	18.55	401.6
ANCIEN FOSSÉ								
4 (ET TOTAL)	0.254	T25	5	94.7	1	2110.55	439.05	6017.0
		T100	5	126.9	1	2828.51	439.05	8602.0
		T200	5	83.2	2	1853.70	439.05	10186.0
4 (ET TOTAL) (HORS PASH)		T25	5	163.3	0.5	2311.41	398.4	3443.0
		T100	5	126.9	1	1796.45	398.4	5033.0
		T200	5	145.3	1	2055.90	398.4	5967.0

Tableau 3-2 : Volumes d'eau à maîtriser par sous-bassin (sans aménagements)

3.3 FAISABILITÉ DES PROPOSITIONS D'AMÉNAGEMENTS

Les propositions d'aménagements à réaliser sont précisés sur la base des éléments précédemment développés (topographie, axes de flux principaux) mais également des éléments anthropiques présents sur le site (zone boisée, ruisseau, chemins pédestres) et pouvant constituer un effet « barrière ».

Ces aménagements doivent suivre la logique « Amont – Aval » telle que classiquement préconisée⁷ :

- Limiter le volume d'eau qui ruisselle par une occupation du sol raisonnée ;
- Réduire la vitesse des écoulements avec un maillage hydraulique adapté ;
- Stocker autant que possible l'eau en amont, et la conduire vers le cours d'eau (ou le collecteur) en aval.

La **FIGURE 3-3** présente la réflexion actuelle quant aux possibilités d'aménagements proposés.

⁷ Voir « Bonnes pratiques pour la gestion du risque de ruissellement en zone rurale. Recueil de pratiques et techniques d'hydraulique douce, à l'usage des gestionnaires de l'espace public en milieu rural en vue de limiter les risques d'inondations par ruissellement », Cellule GISER, SPW – DGO3 – Direction du Développement rural

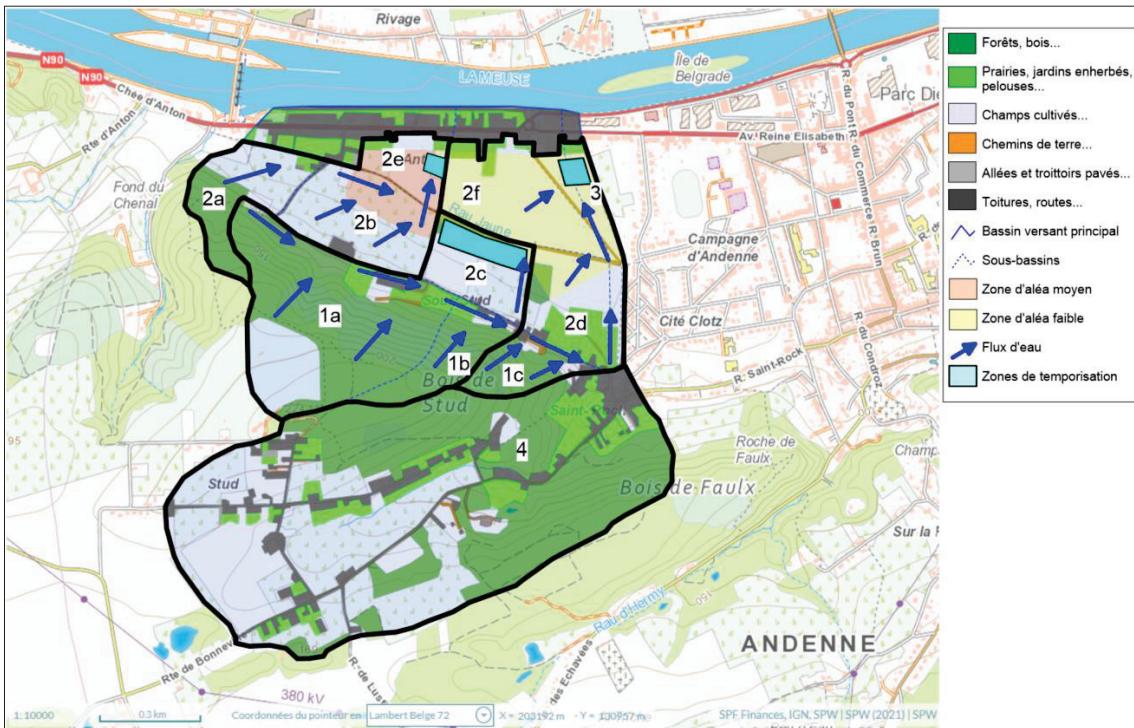


Figure 3-3 : Campagne d'Anton – Proposition d'aménagements

Dans la situation actuelle, il apparaît que la zone de concentration des eaux située au coin Nord-Est de la zone boisée constitue le point de passage privilégié des eaux depuis les terrains situés au Sud (amont) et les pâtures situées au Nord du chemin pédestre. L'inondation progressive de ces terrains vers le Nord du chemin, jusqu'à la limite Sud des habitations de l'Avenue Reine Elisabeth, ne pourrait se faire qu'en cas de non reprise suffisante des eaux par le Ruisseau Jaune et par le Fossé de Hombeaux et moyennant des scénarios extrêmes d'inondation par ruissellement, ce qui apparaît peu probable et semble notamment confirmé par l'absence d'inondation au droit de cette zone lors des fortes inondations observées en 1993.

Toutefois, il apparaît nécessaire de limiter les flux vers cette zone située au coin Nord-Est de la zone boisée et de favoriser les écoulements vers des éléments paysagers déjà existants tels que :

- la zone marécageuse au centre ;
- le Fossé de Hombeaux à l'Est ;
- le cours aval du ruisseau Jaune à l'Ouest.

Ainsi, comme illustré à la **FIGURE 3-3** :

- L'aménagement de la **zone centrale** (secteurs 1A, 1B et 2C) pourrait viser, d'amont en aval, à :
 - Récolter les eaux, en provenance du sous-bassin de la rue sous Stud (secteurs 1A et 1B), via la création d'un **fossé de dérivation** à ciel ouvert, en éléments béton trapézoïdaux ou en U, le long de la rue Sous Stud (bordure Nord) et éventuellement associé à des **éléments préfabriqués en L** visant à contenir le flux au droit de la rue (dans sa partie amont) ;
 - Acheminer ces eaux vers le point bas du secteur 1B puis vers une zone de temporisation « centrale » localisé au droit de la zone marécageuse, via la mise en place d'une **noue** ou d'un **chenal enherbé**, tout en limitant les phénomènes d'érosion et piégeant les sédiments afin de limiter leur apport final dans le ruisseau Jaune ;

- Créer une **zone de temporisation « centrale »** à intégrer avec la zone marécageuse existante et visant d'une part à limiter les flux d'eaux vers les terrains sis plus au Nord et d'autre part à stocker les eaux en cas de ruissellements importants. Cette zone de temporisation pourrait comprendre :
 - la création d'une **mare permanente** au droit de la zone marécageuse actuelle, visant à maintenir un point bas permanent en aval des terrains sis plus au Sud ;
 - une zone de **prairie inondable** (zone tampon), pouvant le cas échéant, compléter le dispositif de stockage d'eau permanent, en permettant de stocker temporairement les eaux excédentaires lors des périodes de ruissellement intensif et de les rediriger vers le Ruisseau Jaune lors des périodes de décrue ;
 - Des **chenaux enherbés et/ou des bandes et/ou fossés enherbées** visant respectivement à canaliser les flux d'eaux provenant de l'amont vers la mare permanente et/ou le Ruisseau Jaune tout en limitant les phénomènes d'érosion et à piéger les sédiments afin de limiter leur apport dans le ruisseau ;
- L'aménagement de la **zone Est** (secteurs 1C, 2D, 2F et 3, éventuellement complétés par le secteur 4) pourrait viser, d'amont en aval, à :
 - Récolter les eaux, en provenance du sous-bassin de la rue sous Stud (secteurs 1C), via la création d'un **fossé de dérivation** à ciel ouvert, en éléments béton trapézoïdaux ou en U, le long de la rue Sous Stud (bordure Nord) et éventuellement associé à des **éléments préfabriqués en L** visant à contenir le flux au droit de la rue (dans sa partie aval) ;
 - Acheminer ces eaux vers le point bas du secteur 1C puis vers une zone de temporisation « Est » localisé dans la zone Nord-Est, via le réaménagement du **Fossé de Hombeaux**, tout en limitant les phénomènes d'érosion et piégeant les sédiments afin de limiter leur apport final en Meuse ;
 - Créer une **zone de temporisation « Est »**, visant d'une part à stocker les eaux en cas de ruissellements importants et d'autre part à limiter les flux d'eaux s'écoulant in fine en Meuse. Cette zone de temporisation serait constituée d'un **bassin tampon** ;
 - Limiter/soulager le débit du Ruisseau Jaune dans son tronçon amont ;
- L'aménagement de la **zone Ouest** (secteurs 2A, 2B et 2E) pourrait viser, d'amont en aval, à :
 - Récolter les eaux, en provenance du sous bassin du Ruisseau Jaune, via la création d'un **fossé à aménager au droit du chemin pédestre**. L'aménagement de cette zone pourrait également être complété par la mise en place, en amont, d'une bande enherbée visant à piéger les sédiments afin de limiter leur apport dans le ruisseau ;
 - Acheminer les eaux vers le point bas du secteur 2E puis vers un **bassin tampon « Ouest »** puis vers la Meuse, en transitant par le Ruisseau Jaune dans son tronçon aval.

Le **Ruisseau Jaune** présente une réduction partielle de sa section mouillée dès lors qu'une sédimentation de fines s'est accumulée au fil du temps. Un curage pourrait être opéré afin de lui rendre une section plus grande, a minima dans son tronçon aval.

De même, le **Fossé de Hombeaux** demeure actuellement de section très limitée (de l'ordre de 20 à 30 cm de large sur une profondeur encore plus faible) et présente en outre des points hauts dans son profil topographique. Sa section mouillée pourrait être reprofilée avec une pente suffisante et aménagée avec des éléments trapézoïdaux de dimensions adaptées permettant d'agrandir sa section mouillée. Ces éléments béton existent également avec ouvertures de drainage dans leurs cunettes afin de maintenir, lors de faible ruissellement, une infiltration vers le sol. Une alternative serait de maintenir ce fossé en matériaux naturels (terres autochtones et ensemencement).

Ces différents aménagements ne sont concernés chacun que par une superficie partielle des sous-bassins versants respectifs au droit desquels ils se trouvent (voir **FIGURE 3-2** pour la définition de ces zones).

3.3.1 AMÉNAGEMENT DE LA ZONE « CENTRALE » (ZONE MARÉCAGEUSE)

L'aménagement de la zone « centrale » nécessite de maîtriser les flux d'eau :

- transitant par le fossé de dérivation à aménager le long de la rue sous Stud (et qui concernent les flux d'eau provenant des secteurs 1A et 1B) ;
- transitant par la noue ou le chenal enherbée à aménager en rive gauche du Ruisseau Jaune (et qui concernent les flux d'eau provenant des secteurs 1A et 1B) ;
- aboutissant in fine dans le bassin tampon à aménager au droit de la zone marécageuse (et qui concernent les flux d'eau provenant des secteurs 1A, 1B et 2C) autorisant un débit de vidange de 5 l/s/ha vers le Ruisseau Jaune.

3.3.1.1 VOLUMES D'EAU À MAÎTRISER – FOSSÉ DE DÉRIVATION (RUE SOUS STUD - AMONT)

Si l'on applique à nouveau la méthodologie préconisée par le Groupe de Travail « Bassins d'orage » du Groupe Transversal Inondations (GTI) à la superficie totale des secteurs 1A + 1B, et en considérant que le fossé de dérivation n'autorise pas de zone tampon (les flux d'eau ne faisant que transiter par ce fossé de dérivation, ce qui signifie que le débit de fuite admissible doit être égal au débit entrant dans le fossé et ne peut donc pas être limité à 5 l/s/ha), alors les paramètres calculés sont les suivants (TABLEAU 3-3) :

BASSIN	PARAMÈTRES							
	Coefficient de ruissellement moyen	Période de retour de pluie (années)	Débit de fuite admissible (l/s/ha)	Intensité de la pluie de référence (l/s/ha)	Durée de la pluie de référence	Débit entrant dans le bassin (l/s)	Débit de vidange total autorisé (l/s)	Volume d' eau à maîtriser (m ³)
RUE SOUS STUD								
1A + 1B	0.123	T25	34.8	281.7	10'	1132.3	1133.1	0
		T100	47.4	383.3	10'	1541.0	1543.3	0
		T200	54.6	441.7	10'	1775.5	1777.8	0

Tableau 3-3 : Volumes d'eau à maîtriser – Fossé de dérivation (rue sous Stud - Amont)

Ainsi, le débit total maximum que devra gérer ce fossé de dérivation sera :

- Pour une période de retour de 25 ans : 1 133 l/s durant une période de 10 minutes ;
- Pour une période de retour de 100 ans : 1 543 l/s durant une période de 10 minutes ;
- Pour une période de retour de 200 ans : 1 779 l/s durant une période de 10 minutes.

La formule de Manning-Strickler permet de déterminer le dimensionnement des sections d'écoulement :

$$V = K \times R_h^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$R_h = \left(\frac{Q_p}{K \times S \times I^{1/2}} \right)^{3/2}$$

Où :

- V : vitesse de l'effluent dans la canalisation (m/s) ;
- Q_p : débit véhiculé par la canalisation (m^3/s) ;
- K : coefficient de débit (m^3/s) ;
- S : surface mouillée (m^2) ;
- R_h : rayon hydraulique (m) = Surface mouillée / périmètre mouillé ;
- I : pente motrice de l'écoulement (m/m) = pente de l'ouvrage en régime permanent et uniforme

Le coefficient de débit K de Manning – Strickler, pour les sections ouvertes, est repris dans le **TABLEAU 3-4** ci-après.

TYPE D'OUVRAGE	COEFFICIENT DE DEBIT K (INDICATIF)
<i>Ouvrages enherbés plats, peu profonds, avec une hauteur d'eau dans l'ouvrage inférieure ou égale à 15 cm</i>	10
<i>Ouvrages enherbés plats, peu profonds, avec une hauteur d'eau dans l'ouvrage inférieure ou égale à 20 cm</i>	15
<i>Fossés enherbés (trapézoïdaux ou triangulaires)</i>	25
<i>Ouvrages superficiels en béton (fossés, cunettes, caniveaux)</i>	70

Tableau 3-4 : Coefficients de débit K de Manning – Strickler

En considérant une longueur de 940 m pour la rue sous Stud pour sa portion limitrophe aux secteurs 1A et 1B, et pour une dénivellation sécuritaire de l'ordre de 3,5 m le long de cette portion (soit une pente moyenne de 0,4 %) et appliquant cette formule pour un fossé béton de forme rectangulaire, il est possible de calculer différents couples « largeur, hauteur » permettant de garantir un débit minimal de vidange de de 1 779 l/s (voir quelques dimensionnements au **TABLEAU 3-5**), correspondant au débit à devoir gérer pour une période de retour de pluie de 200 ans.

LARGEUR	HAUTEUR	DEBIT DE VIDANGE
0,50 m	2,30 m	1 820 l/s
0,75 m	1,30 m	1 829 l/s
1,00 m	0,90 m	1 803 l/s
1,25 m	0,70 m	1 785 l/s

Tableau 3-5 : Dimensionnements pour le fossé de dérivation (rue sous Stud - Amont) et débits de vidange associés

Compte tenu des configurations proposées ci-avant, la faisabilité de la gestion des flux d'eau de ruissellement pour une période de retour de pluie de 200 ans apparaît dès lors acquise.

3.3.1.2 VOLUMES D'EAU À MAÎTRISER – FOSSÉ ENHERBÉ (RIVE GAUCHE RUISSEAU JAUNE)

La même formule de Manning-Strickler permet de déterminer le dimensionnement d'un fossé enherbé de section triangulaire.

En considérant une longueur de 200 m pour ce fossé, le long de la limite des secteurs 2C et 2D aux secteurs 1A et 1B, et pour une dénivellation sécuritaire de l'ordre de 15,5 m le long de cette portion (soit une pente moyenne de 7,7 %) et appliquant cette formule pour un fossé enherbé de forme triangulaire, il est possible de calculer différents couples « largeur, hauteur » permettant de garantir un débit minimal de vidange de 1 779 l/s (voir quelques dimensionnements au **TABLEAU 3-5**), correspondant au débit à devoir gérer pour une période de retour de pluie de 200 ans.

LARGEUR	HAUTEUR	DEBIT DE VIDANGE
1,00 m	1,35 m	1 786 l/s
1,25 m	1,00 m	1 795 l/s
1,50 m	0,82 m	1 817 l/s
1,75 m	0,70 m	1 795 l/s
2,00 m	0,63 m	1 816 l/s

Tableau 3-6 : Dimensionnements pour le fossé enherbé (rive gauche du Ruisseau Jaune) et débits de vidange associés

Compte tenu des configurations proposées ci-avant, la faisabilité de la gestion des flux d'eau de ruissellement pour une période de retour de pluie de 200 ans apparaît dès lors acquise.

3.3.1.3 VOLUMES D'EAU À MAÎTRISER – BASSIN TAMPON (ZONE MARÉCAGEUSE)

Si l'on applique à nouveau la méthodologie préconisée par le Groupe de Travail « Bassins d'orage » du Groupe Transversal Inondations (GTI) à la superficie totale des secteurs 1A + 1B + 2C, et en considérant que le bassin tampon peut admettre un débit de fuite admissible de référence égal à 5 l/s/ha, alors les paramètres calculés sont repris ci-après (**TABLEAU 3-7**) :

BASSIN	PARAMÈTRES							
	Coefficient de ruissellement moyen	Période de retour de pluie (années)	Débit de fuite admissible (l/s/ha)	Intensité de la pluie de référence (l/s/ha)	Durée de la pluie de référence	Débit entrant dans le bassin (l/s)	Débit de vidange total autorisé (l/s)	
BASSIN TAMPON (Zone marécageuse)								
1A + 1B + 2C	0.141	T25	5	163.3	30'	915.6	198.5	1291
		T100	5	222.8	30'	1248.8	198.5	1891
		T200	5	256.7	30'	1438.7	198.5	2233

Tableau 3-7 : Volumes d'eau à maîtriser – Bassin tampon (zone marécageuse)

Ainsi, le volume d'eau maximum que devra gérer ce bassin tampon, pour un débit de vidange de 5 l/s/ha, sera :

- Pour une période de retour de 25 ans : 1 291 m³ durant une période de 30 minutes ;
- Pour une période de retour de 100 ans : 1 891 m³ durant une période de 30 minutes ;
- Pour une période de retour de 200 ans : 2 233 m³ durant une période de 30 minutes.

Compte tenu de la superficie disponible pour l'emplacement pouvant être dédié à ce bassin tampon (280 m x 40 m, soit une surface de l'ordre de 1,14 ha) et de la dénivellation au droit de cet emplacement (de l'ordre de 0,5 m entre l'amont et l'aval), le volume disponible pour un bassin tampon en forme de prisme triangulaire serait de l'ordre de (280 x 40 x 0,5) / 2, soit un volume de 2 800 m³ pour une digue de 0,5 m.

La faisabilité de la gestion des flux d'eau de ruissellement pour une période de retour de pluie de 200 ans apparaît dès lors acquise.

3.3.2 AMÉNAGEMENT DE LA ZONE « EST » (FOSSÉ DE HOMBEAUX)

L'aménagement de la zone « Est » nécessite de maîtriser les flux d'eau :

- transitant par le fossé de dérivation à aménager le long de la rue sous Stud (et qui concernent les flux d'eau provenant du secteur 1C) ;
- transitant par le Fossé de Hombeaux à réaménager en bordure Est du bassin versant général (et qui concernent les flux d'eau provenant des secteurs 1C, 2D, 2F, 3 et éventuellement 4⁸) ;

⁸ Dans la mesure où les flux de ruissellement provenant de ce secteur 4 pourraient ne pas être intégralement repris par le réseau PASH existant au droit de la rue Stud, de la route de Bonneville et permettant d'évacuer ces eaux vers la Campagne d'Andenne et les collecteurs présents en quai de Meuse

- aboutissant in fine dans le bassin tampon à aménager au Nord-Est de la campagne d'Anton (et qui concernent les flux d'eau provenant des secteurs 1C, 2D, 2F, 3 et éventuellement 4) autorisant un débit de vidange de 5 l/s/ha vers la Meuse.

3.3.2.1 VOLUMES D'EAU À MAÎTRISER – FOSSÉ DE DÉRIVATION (RUE SOUS STUD – AVAL)

Si l'on applique à nouveau la méthodologie préconisée par le Groupe de Travail « Bassins d'orage » du Groupe Transversal Inondations (GTI) à la superficie totale du secteur 1C, et en considérant que le fossé de dérivation n'autorise pas de zone tampon (les flux d'eau ne faisant que transiter par ce fossé de dérivation, ce qui signifie que le débit de fuite admissible doit être égal au débit entrant dans le fossé et ne peut donc pas être limité à 5 l/s/ha), alors les paramètres calculés sont les suivants (**TABLEAU 3-8**) :

BASSIN	PARAMÈTRES							
	Coefficient de ruissellement moyen	Période de retour de pluie (années)	Débit de fuite admissible (l/s/ha)	Intensité de la pluie de référence (l/s/ha)	Durée de la pluie de référence	Débit entrant dans le bassin (l/s)	Débit de vidange total autorisé (l/s)	
RUE SOUS STUD								
1C	0.156	T25	44.0	281.7	10'	199.3	199.8	0
		T100	59.8	383.3	10'	271.2	271.5	0
		T200	66.9	441.7	10'	312.5	312.8	0

Tableau 3-8 : Volumes d'eau à maîtriser – Fossé de dérivation (rue sous Stud - Aval)

Ainsi, le débit total maximum que devra gérer ce fossé de dérivation sera :

- Pour une période de retour de 25 ans : 200 l/s durant une période de 10 minutes ;
- Pour une période de retour de 100 ans : 272 l/s durant une période de 10 minutes ;
- Pour une période de retour de 200 ans : 313 l/s durant une période de 10 minutes.

A nouveau, la formule de Manning-Strickler permet de déterminer le dimensionnement des sections d'écoulement.

En considérant une longueur de 310 m pour la rue sous Stud pour sa portion limitrophe au secteur 1C, et pour une dénivellation sécuritaire de l'ordre de 6,0 m le long de cette portion (soit une pente moyenne de 1,9 %) et appliquant cette formule pour un fossé béton de forme rectangulaire, il est possible de calculer différents couples « largeur, hauteur » permettant de garantir un débit minimal de vidange de de 313 l/s (voir quelques dimensionnements au **TABLEAU 3-9**), correspondant au débit à devoir gérer pour une période de retour de pluie de 200 ans.

LARGEUR	HAUTEUR	DEBIT DE VIDANGE
0,30 m	0,50 m	346 l/s
0,35 m	0,40 m	335 l/s
0,40 m	0,35 m	345 l/s
0,45 m	0,30 m	335 l/s

Tableau 3-9 : Dimensionnements pour le fossé de dérivation (rue sous Stud - Aval) et débits de vidange associés

Compte tenu des configurations proposées ci-avant, la faisabilité de la gestion des flux d'eau de ruissellement pour une période de retour de pluie de 200 ans apparaît dès lors acquise.

3.3.2.2 VOLUMES D'EAU À MAÎTRISER – FOSSÉ DE HOMBEAUX

Si l'on applique à nouveau la méthodologie préconisée par le Groupe de Travail « Bassins d'orage » du Groupe Transversal Inondations (GTI) à la superficie totale des secteurs 1C, 2D, 2F, 3 (et éventuellement 4), et en considérant que le Fossé de Hombeaux n'autorise pas de zone tampon (les flux d'eau ne faisant que transiter par ce fossé, ce qui signifie que le débit de fuite admissible doit être égal au débit entrant dans le fossé et ne peut donc pas être limité à 5 l/s/ha), alors les paramètres calculés sont les suivants (**TABLEAU 3-10**), selon que l'on considère ou non le sous-bassin amont n°4 et selon que l'on intègre ou non les surfaces urbanisées desservies par le PASH dans les surfaces à prendre en considération :

BASSIN	PARAMÈTRES						
	Coefficient de ruissellement moyen	Période de retour de pluie (années)	Débit de fuite admissible (l/s/ha)	Intensité de la pluie de référence (l/s/ha)	Durée de la pluie de référence	Débit entrant dans le bassin (l/s)	Volume d' eau à maîtriser (m ³)
FOSSÉ DE HOMBEAUX							
Zones « PASH » intégrées							
1C + 2D + 2F +3	0.318	T25	89.7	281.7	10'	2911	2913 0
		T100	122.0	383.3	10'	3961	3963 0
		T200	140.6	441.7	10'	4564	4567 0
4	0.254	T25	71.5	281.7	10'	6276	6278 0
		T100	97.3	383.3	10'	8541	8544 0
		T200	112.1	441.7	10'	9841	9843 0
1C + 2D + 2F +3 + 4	0.271	T25	76.4	281.7	10'	9187	9190 0
		T100	104.0	383.3	10'	12502	12510 0

		T200	119.8	441.7	10'	14405	14411	0
Zones « PASH » non considérées								
1C + 2D + 2F +3	0.229	T25	64.3	281.7	10'	1849	1849	0
		T100	87.7	383.3	10'	2516	2516	0
		T200	101.0	441.7	10'	2899	2899	0
4	0.178	T25	50.1	281.7	10'	3986	3992	0
		T100	68.1	383.3	10'	5425	5426	0
		T200	78.5	441.7	10'	6250	6255	0
1C + 2D + 2F +3 + 4	0.191	T25	53.9	281.7	10'	5835	5842	0
		T100	73.3	383.3	10'	7941	7945	0
		T200	84.5	441.7	10'	9149	9159	0

Tableau 3-10 : Volumes d'eau à maîtriser – Fossé de Hombeaux (rue sous Stud - Aval)

Ainsi, le débit total maximum que devra gérer le Fossé de Hombeaux dépend de l'intégration ou non des surfaces urbanisées desservies par le PASH et du secteur 4 (amont) et sera, pour une période constante de 10 minutes et du moins conséquent au plus conséquent :

- En considérant que les surfaces urbanisées desservies par le PASH (secteurs 2F et 3) et que le secteur 4 peuvent être gérés indépendamment, via les collecteurs existants :
 - Pour une période de retour de 25 ans : 1 849 l/s ;
 - Pour une période de retour de 100 ans : 2 516 l/s ;
 - Pour une période de retour de 200 ans : 2 899 l/s ;
- En considérant que les surfaces urbanisées desservies par le PASH (secteurs 2F et 3) doivent être gérées par les aménagements à prévoir mais que le secteur 4 peut être géré indépendamment, via les collecteurs existants :
 - Pour une période de retour de 25 ans : 2 913 l/s ;
 - Pour une période de retour de 100 ans : 3 963 l/s ;
 - Pour une période de retour de 200 ans : 4 567 l/s ;
- En considérant que le secteur 4 doit être géré par les aménagements à prévoir mais que les surfaces urbanisées desservies par le PASH (secteurs 2F, 3 et 4) peuvent être gérées indépendamment, via les collecteurs existants :
 - Pour une période de retour de 25 ans : 5 842 l/s ;
 - Pour une période de retour de 100 ans : 7 945 l/s ;
 - Pour une période de retour de 200 ans : 9 159 l/s ;
- En considérant que le secteur 4 doit être géré par les aménagements à prévoir de même que les surfaces urbanisées desservies par le PASH (secteurs 2F, 3 et 4) :
 - Pour une période de retour de 25 ans : 9 190 l/s ;
 - Pour une période de retour de 100 ans : 12 510 l/s ;
 - Pour une période de retour de 200 ans : 14 411 l/s.

A nouveau, la formule de Manning-Strickler permet de déterminer le dimensionnement des sections d'écoulement.

En considérant une longueur de 570 m pour le Fossé de Hombeaux jusqu'à un bassin tampon aval, et pour une dénivellation sécuritaire de l'ordre de 15,5 m le long de cette portion (soit une pente moyenne de 2,7 %) et appliquant cette formule pour un fossé enherbé de forme triangulaire, il est possible de calculer différents couples « largeur, hauteur » permettant de garantir les débits minimum de vidange mentionnés ci-avant,

correspondant au débit à devoir gérer pour une période de retour de pluie de 200 ans (voir quelques dimensionnements au **TABLEAU 3-11**).

LARGEUR	HAUTEUR	DEBIT DE VIDANGE
1,50 m	1,00 m	1 386 l/s
2,00 m	1,00 m	2 061 l/s
2,50 m	1,00 m	2 753 l/s
2,50 m	1,50 m	4 740 l/s
3,00 m	1,50 m	6 077 l/s
3,50 m	1,50 m	7 435 l/s
3,50 m	2,00 m	10 921 l/s
4,00 m	2,00 m	13 088 l/s
4,50 m	2,00 m	15 279 l/s

Tableau 3-11 : Dimensionnements pour le Fossé de Hombeaux et débits de vidange associés (cas d'un fossé enherbé)

Dans le cas où il serait envisagé d'aménager le fossé en éléments U béton, les dimensions pourraient être moindres (voir quelques dimensionnements au **TABLEAU 3-12**)

LARGEUR	HAUTEUR	DEBIT DE VIDANGE
1,00 m	0,50 m	2 290 l/s
1,00 m	1,00 m	5 549 l/s
1,50 m	1,00 m	9 842 l/s
2,00 m	1,00 m	14 544 l/s

Tableau 3-12 : Dimensionnements pour le Fossé de Hombeaux et débits de vidange associés (cas d'un fossé bétonné)

Compte tenu des configurations proposées ci-avant, la faisabilité de la gestion des flux d'eau de ruissellement pour une période de retour de pluie de 200 ans apparaît dès lors possible.

3.3.2.3 BASSIN TAMPON (aval fossé du hombeaux)

Si l'on applique à nouveau la méthodologie préconisée par le Groupe de Travail « Bassins d'orage » du Groupe Transversal Inondations (GTI) à la superficie totale des secteurs 1C, 2D, 2F, 3 (et éventuellement 4), et en considérant que le bassin tampon peut admettre un débit de fuite admissible de référence égal à 5 l/s/ha, alors les paramètres calculés sont repris ci-après (**TABLEAU 3-13**), selon que l'on considère ou non le sous-bassin amont n°4 et selon que l'on intègre ou non les surfaces urbanisées desservies par le PASH dans les surfaces à prendre en considération.

BASSIN	PARAMÈTRES							
	Coefficient de ruissellement moyen	Période de retour de pluie (années)	Débit de fuite admissible (l/s/ha)	Intensité de la pluie de référence (l/s/ha)	Durée de la pluie de référence	Débit entrant dans le bassin (l/s)	Débit de vidange total autorisé (l/s)	Volume d' eau à maîtriser (m ³)
BASSIN TAMPON (aval Fossé du Hombeaux)								
Zones « PASH » intégrées								
1C + 2D + 2F +3	0.318	T25	5	94.7	1 h	978.81	162.40	2939
		T100	5	73.1	2 h	754.92	162.40	4266
		T200	5	61.1	3 h	631.49	162.40	5066
1C + 2D + 2F +3 + 4	0.271	T25	5	94.7	1 h	3089.37	601.45	8957
		T100	5	73.1	2 h	2382.71	601.45	12825
		T200	5	83.2	2 h	2713.39	601.45	15206
Zones « PASH » non considérées								
1C + 2D + 2F +3	0.229	T25	5	94.7	1 h	621.71	143.55	1721
		T100	5	126.9	1 h	833.20	143.55	2483
		T200	5	143.3	1 h	953.53	143.55	2916
1C + 2D + 2F +3 + 4	0.191	T25	5	163.3	30'	3383.45	541.95	5115
		T100	5	126.9	1 h	2629.65	541.95	7516
		T200	5	145.3	1 h	3009.43	541.95	8883

Tableau 3-13 : Volumes d'eau à maîtriser – Bassin tampon (aval Fossé du Hombeaux)

Ainsi, le volume d'eau maximum que devra gérer ce bassin tampon, pour un débit de vidange de 5 l/s/ha, dépend de l'intégration ou non des surfaces urbanisées desservies par le PASH et du secteur 4 (amont) et sera, du moins conséquent au plus conséquent :

- En considérant que les surfaces urbanisées desservies par le PASH (secteurs 2F et 3) et que le secteur 4 peuvent être gérés indépendamment, via les collecteurs existants :
 - Pour une période de retour de 25 ans : 1 721 m³ durant une période de 1 h ;
 - Pour une période de retour de 100 ans : 2 483 m³ durant une période de 2 h ;
 - Pour une période de retour de 200 ans : 2 916 m³ durant une période de 3 h ;
- En considérant que les surfaces urbanisées desservies par le PASH (secteurs 2F et 3) doivent être gérées par les aménagements à prévoir mais que le secteur 4 peut être géré indépendamment, via les collecteurs existants :
 - Pour une période de retour de 25 ans : 2 939 m³ durant une période de 1 h ;
 - Pour une période de retour de 100 ans : 4 266 m³ durant une période de 2 h ;
 - Pour une période de retour de 200 ans : 5 066 m³ durant une période de 3 h ;

- En considérant que le secteur 4 doit être géré par les aménagements à prévoir mais que les surfaces urbanisées desservies par le PASH (secteurs 2F, 3 et 4) peuvent être gérées indépendamment, via les collecteurs existants :
 - Pour une période de retour de 25 ans : 5 115 m³ durant une période de 30 minutes ;
 - Pour une période de retour de 100 ans : 7 516 m³ durant une période de 1 h ;
 - Pour une période de retour de 200 ans : 8 883 m³ durant une période de 1 h ;
- En considérant que le secteur 4 doit être géré par les aménagements à prévoir de même que les surfaces urbanisées desservies par le PASH (secteurs 2F, 3 et 4) :
 - Pour une période de retour de 25 ans : 8 957 m³ durant une période de 1 h ;
 - Pour une période de retour de 100 ans : 12 825 m³ durant une période de 2 h ;
 - Pour une période de retour de 200 ans : 15 206 m³ durant une période de 2 h.

Compte tenu de la superficie disponible estimée pour l'emplacement pouvant être dédié à ce bassin tampon (environ 100 m x 75 m, soit une surface de l'ordre de 0,70 ha) et de la dénivellation quasi nulle au droit de cet emplacement, les volumes disponibles pour un bassin tampon en forme de parallélépipède rectangle (forme indicative) sont repris dans le **TABLEAU 3-14** ci-après pour différentes hauteurs de digue/d'approfondissement.

LONGUEUR (m)	LARGEUR (m)	SURFACE (ha)	HAUTEUR (m)	VOLUME (m ³)
50	50	0.250	1.0	2 500
75	50	0.375	1.0	3 750
50	50	0.250	2.0	5 000
75	75	0.5625	1.0	5 625
75	50	0.375	2.0	7 500
100	50	0.500	2.0	10 000
75	75	0.5625	2.0	11 250
100	75	0.750	2.0	15 000
100	75	0.750	2.5	18 000

Tableau 3-14 : Dimensionnements pour le bassin tampon en zone « Est » (aval du Fossé de Hombeaux) et volumes de stockage associés

Dès lors, compte tenu des volumes de stockage à reprendre et de la surface disponible pour la mise en place d'un bassin tampon aval, la faisabilité de la gestion des flux d'eau de ruissellement pour une période de retour de pluie de 200 ans apparaît dès lors acquise.

3.3.3 AMÉNAGEMENT DE LA ZONE « OUEST » (RUISSEAU JAUNE)

L'aménagement de la zone « Ouest » nécessite de maîtriser les flux d'eau :

- transitant par une noue ou un chenal enherbé à aménager le long du chemin pédestre actuel (et qui concernent les flux d'eau provenant des secteurs 2A, 2B et 2E) ;
- aboutissant in fine dans un bassin tampon à aménager dans la zone Nord-Est du secteur 2E (et qui concernent les flux d'eau provenant des secteurs 1A, 1B et 2C) autorisant un débit de vidange de 5 l/s/ha vers le Ruisseau Jaune.

3.3.3.1 VOLUMES D'EAU À MAÎTRISER – FOSSÉ ENHERBÉ (CHEMIN PÉDESTRE)

Si l'on applique à nouveau la méthodologie préconisée par le Groupe de Travail « Bassins d'orage » du Groupe Transversal Inondations (GTI) à la superficie totale des secteurs 2A, 2B et 2E, et en considérant que le fossé enherbé n'autorise pas de zone tampon (les flux d'eau ne faisant que transiter par ce fossé, ce qui signifie que le débit de fuite admissible doit être égal au débit entrant dans le fossé et ne peut donc pas être limité à 5 l/s/ha), alors les paramètres calculés sont les suivants (**TABLEAU 3-15**), selon que l'on intègre ou non les surfaces urbanisées desservies par le PASH dans les surfaces à prendre en considération :

BASSIN	PARAMÈTRES							
	Coefficient de ruissellement moyen	Période de retour de pluie (années)	Débit de fuite admissible (l/s/ha)	Intensité de la pluie de référence (l/s/ha)	Durée de la pluie de référence	Débit entrant dans le bassin (l/s)	Débit de vidange total autorisé (l/s)	Volume d' eau à maîtriser (m ³)
FOSSÉ ENHERBÉ (chemin pédestre)								
Zones « PASH » intégrées								
2A + 2B + 2E	0.348	T25 T100 T200	98.0 133.3 153.6	281.7 383.3 441.7	10' 10' 10'	2988 4066 4685	2990 4067 4686	0 0 0
Zones « PASH » non considérées								
2A + 2B + 2E	0.246	T25 T100 T200	69.2 94.2 108.5	281.7 383.3 441.7	10' 10' 10'	1825 2483 2861	1826 2485 2862	0 0 0

Tableau 3-15 : Volumes d'eau à maîtriser – Fossé enherbé (chemin pédestre)

Ainsi, le débit total maximum que devra gérer le Fossé de Hombeaux dépend de l'intégration ou non des surfaces urbanisées desservies par le PASH et sera, pour une période constante de 10 minutes et du moins conséquent au plus conséquent :

- En considérant que les surfaces urbanisées desservies par le PASH (secteur 2E) peuvent être gérés indépendamment, via les collecteurs existants :
 - Pour une période de retour de 25 ans : 1 826 l/s ;
 - Pour une période de retour de 100 ans : 2 485 l/s ;
 - Pour une période de retour de 200 ans : 2 862 l/s ;
- En considérant que les surfaces urbanisées desservies par le PASH (secteur 2E) doivent être gérées par les aménagements à prévoir :
 - Pour une période de retour de 25 ans : 2 990 l/s ;
 - Pour une période de retour de 100 ans : 4 067 l/s ;
 - Pour une période de retour de 200 ans : 4 686 l/s.

A nouveau, la formule de Manning-Strickler permet de déterminer le dimensionnement des sections d'écoulement.

En considérant une longueur de 400 m pour ce fossé jusqu'à un bassin tampon aval, et pour une dénivellation sécuritaire de l'ordre de 8 m le long de cette portion (soit une pente moyenne de 2,0 %) et appliquant cette formule pour un fossé enherbé de forme triangulaire, il est possible de calculer différents couples « largeur, hauteur » permettant de garantir les débits minimum de vidange mentionnés ci-dessus, correspondant au débit à déverser pour une période de retour de pluie de 200 ans (voir quelques dimensionnements au **TABLEAU 3-16**).

LARGEUR	HAUTEUR	DEBIT DE VIDANGE
1,50 m	1,00 m	1 386 l/s
2,00 m	1,00 m	2 061 l/s
2,50 m	1,00 m	2 753 l/s
2,50 m	1,50 m	4 740 l/s

Tableau 3-16 : Dimensionnements pour le fossé enherbé (chemin pédestre) et débits de vidange associés

Compte tenu des configurations proposées ci-dessus, la faisabilité de la gestion des flux d'eau de ruissellement pour une période de retour de pluie de 200 ans apparaît dès lors acquise.

3.3.3.2 VOLUMES D'EAU À MAÎTRISER – BASSIN TAMPON (RIVE GAUCHE RUISSEAU JAUNE)

Si l'on applique à nouveau la méthodologie préconisée par le Groupe de Travail « Bassins d'orage » du Groupe Transversal Inondations (GTI) à la superficie totale des secteurs 2A, 2B et 2E, et en considérant que le bassin tampon peut admettre un débit de fuite admissible de référence égal à 5 l/s/ha, alors les paramètres calculés sont repris ci-après (**TABLEAU 3-17**), selon que l'on intègre ou non les surfaces urbanisées desservies par le PASH dans les surfaces à prendre en considération.

BASSIN	PARAMÈTRES							
	Coefficient de ruissellement moyen	Période de retour de pluie (années)	Débit de fuite admissible (l/s/ha)	Intensité de la pluie de référence (l/s/ha)	Durée de la pluie de référence	Débit entrant dans le bassin (l/s)	Débit de vidange total autorisé (l/s)	Volume d' eau à maîtriser (m ³)
BASSIN TAMPON (chemin pédestre)								
Zones « PASH » intégrées								
2A + 2B + 2E	0.348	T25	5	55.0	2 h	588.44	152.55	3102
		T100	5	53.6	3 h	568.71	152.55	4495
		T200	5	61.1	3 h	648.27	152.55	5354
Zones « PASH » non considérées								
2A + 2B + 2E	0.246	T25	5	94.7	1 h	613.61	131.90	1734
		T100	5	126.9	1 h	822.35	131.90	2486
		T200	5	83.2	2 h	538.93	131.90	2931

Tableau 3-17 : Volumes d'eau à maîtriser – Bassin tampon (chemin pédestre)

Ainsi, le volume d'eau maximum que devra gérer ce bassin tampon, pour un débit de vidange de 5 l/s/ha, dépend de l'intégration ou non des surfaces urbanisées desservies par le PASH et sera, du moins conséquent au plus conséquent :

- En considérant que les surfaces urbanisées desservies par le PASH (secteur 2E) peuvent être gérés indépendamment, via les collecteurs existants :
 - Pour une période de retour de 25 ans : 1 734 m³ durant une période de 1 h ;
 - Pour une période de retour de 100 ans : 2 486 m³ durant une période de 1 h ;
 - Pour une période de retour de 200 ans : 2 931 m³ durant une période de 2 h ;
- En considérant que les surfaces urbanisées desservies par le PASH (secteur 2E) doivent être gérées par les aménagements à prévoir :
 - Pour une période de retour de 25 ans : 3 102 m³ durant une période de 2 h ;
 - Pour une période de retour de 100 ans : 4 495 m³ durant une période de 3 h ;
 - Pour une période de retour de 200 ans : 5 354 m³ durant une période de 3 h.

Compte tenu de la superficie disponible estimée pour l'emplacement pouvant être dédié à ce bassin tampon (environ 75 m x 75 m, soit une surface de l'ordre de 0,5625 ha) et de la dénivellation quasi nulle au droit de cet emplacement, les volumes disponibles pour un bassin tampon en forme de parallélépipède rectangle (forme indicative) sont repris dans le **TABLEAU 3-18** ci-après pour différentes hauteurs de digue/d'approfondissement.

LONGUEUR (m)	LARGEUR (m)	SURFACE (ha)	HAUTEUR (m)	VOLUME (m ³)
50	50	0.250	1.0	2 500
75	50	0.375	1.0	3 750
50	50	0.250	2.0	5 000
75	75	0.5625	1.0	5 625

Tableau 3-18 : Dimensionnements pour le bassin tampon en zone « Ouest » (chemin pédestre) et volumes de stockage associés

Dès lors, compte tenu des volumes de stockage à reprendre et de la surface disponible pour la mise en place d'un bassin tampon aval, la faisabilité de la gestion des flux d'eau de ruissellement pour une période de retour de pluie de 200 ans apparaît dès lors acquise.

3.4 PROPOSITION D'INTÉGRATION AU SCHÉMA D'ORIENTATION LOCAL

3.4.1 SCHÉMA D'ORIENTATION LOCAL ET PHASAGES PROPOSÉS

Le chapitre précédent a permis de démontrer la faisabilité de la gestion des eaux de ruissellement via la mise en place d'aménagements d'ouvrages de mitigation.

Dans la mesure du possible, il convient d'essayer d'intégrer ces aménagements dans le schéma d'orientation local tel qu'envisagé par le B.E.P. et en considérant le phasage futur de ces aménagements.

En date du 14/10/2022, ce schéma d'orientation local a été transmis par le B.E.P. et est illustré à la **FIGURE 3-4**.

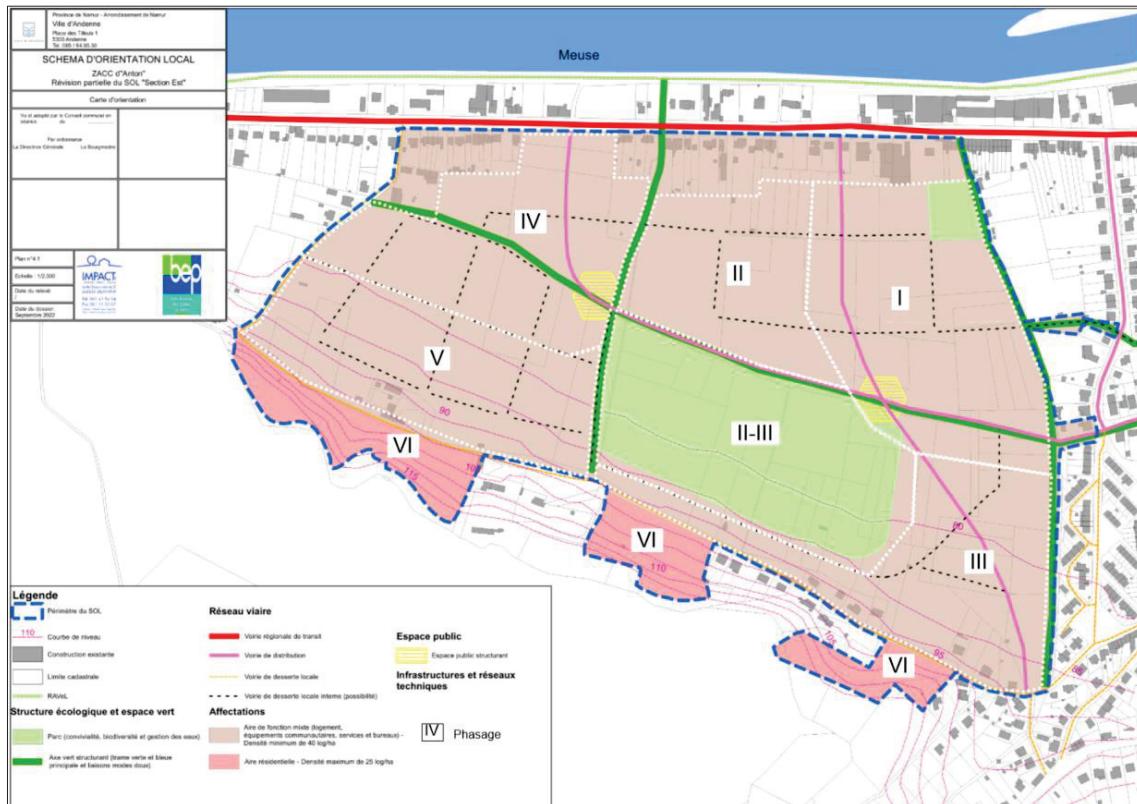


Figure 3-4 : Schéma d'orientation local et phasage projetés (B.E.P., 14/10/2022)

Le projet d'aménagement de la Campagne d'Anton prévoit :

- une affectation des terrains en aires de fonction mixte (logements, équipements, communautaires, services et bureaux – en brun clair sur le plan), en aires résidentielles (en rouge sur le plan) et en espaces verts (en vert sur le plan) ;
 - une desserte de ces différentes aires via des voiries de distribution principales (en violet sur le plan), des voiries de desserte locale (en périphérie, en orange sur le plan, et internes – en noir sur le plan).

En outre, cet aménagement est prévu en débutant par la phase I (au Nord-Ouest du site) et en progressant jusqu'à la phase VI (aires résidentielles au Sud).

3.4.2 AMÉNAGEMENTS – PROPOSITION DE RÉPARTITION SPATIALE

En prenant en considération ce projet d'aménagement urbanistique, il est possible d'y intégrer les aménagements destinés à la gestion des eaux. Ces aménagements sont illustrés à la **FIGURE 3-5** ci-après.

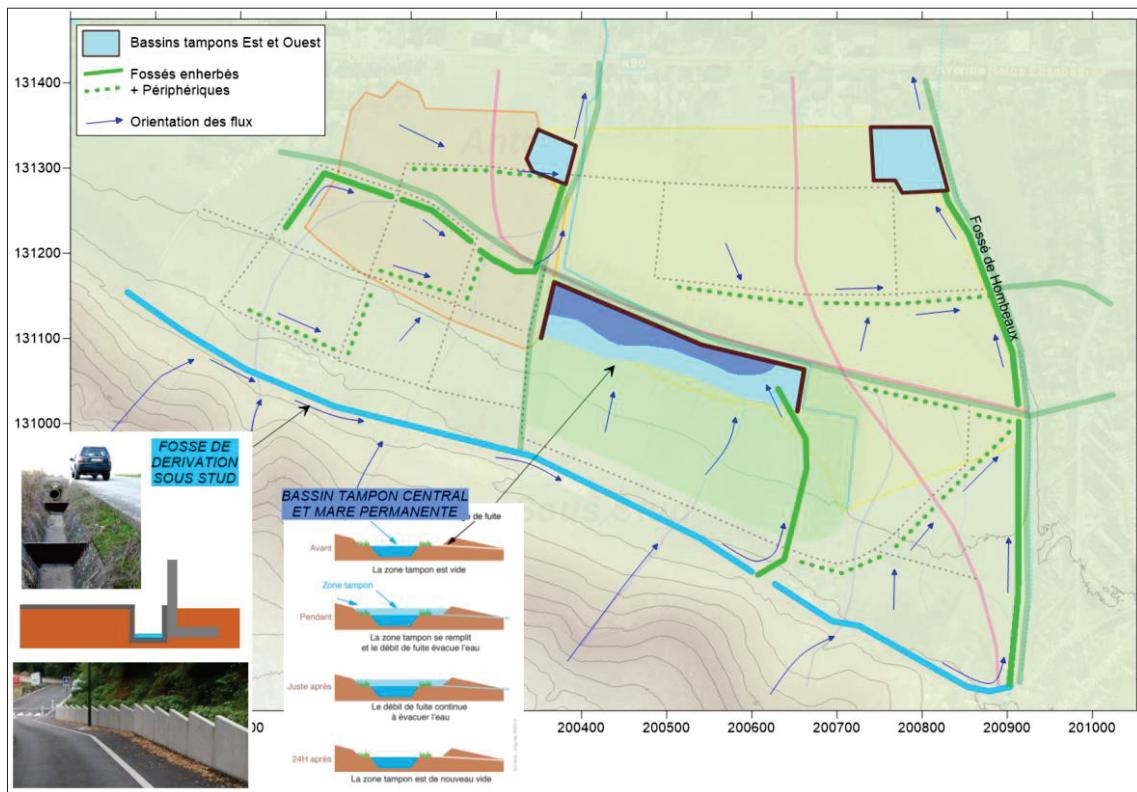


Figure 3-5 : Proposition d'implantation des aménagements destinés à la mitigation des flux

Ces aménagements sont répartis en 3 zones, détaillées chacune de l'amont vers l'aval :

- **ZONE CENTRALE** (secteurs 1A, 1B et 2C) :
 - Création d'un **fossé de dérivation** à ciel ouvert, en éléments béton en U le long de la rue Sous Stud (dans sa partie amont) :
 - Débit à gérer : de 1 133 l/s (T25) à 1 779 l/s (T200), durant une période de 10 minutes
 - Dimensionnement : longueur 940 m, largeur entre 0,50 m et 1,25 m et profondeur entre 0,70 et 2,30 m, selon période de retour de pluie considérée
 - Création d'un **fossé enherbé** en périphérie Est du secteur 2C
 - Débit à gérer : de 1 133 l/s (T25) à 1 779 l/s (T200), durant une période de 10 minutes
 - Dimensionnement : longueur 200 m, largeur entre 1,00 m et 2,00 m et profondeur entre 0,63 et 1,35 m, selon période de retour de pluie considérée
 - Création d'une **zone de temporisation** (bassin tampon central avec digue⁹, mare permanente et prairie inondable) au droit de la zone inondable (en périphérie Nord du secteur 2C)
 - Volume à gérer : de 1 291 m³ (T25) à 2 233 m³ (T200), durant une période de 30 minutes
 - Dimensionnement : longueur 280 m, largeur 40 m et profondeur maximale 0,50 m, selon période de retour de pluie considérée
 - Rejet final dans le Ruisseau Jaune avec un débit de vidange limité à 5 l/s/ha.

⁹ La digue à créer nécessitera un déboisement partiel de la végétation au droit de la future digue et de la zone de travail. Toutefois, le reste du massif boisé pourrait demeurer en place.

- **ZONE EST** (secteurs 1C, 2D, 2F, 3 et 4) :
 - Création d'un **fossé de dérivation** à ciel ouvert, en éléments béton en U le long de la rue Sous Stud (dans sa partie aval)
 - Débit à gérer : de 200 l/s (T25) à 313 l/s (T200), durant une période de 10 minutes
 - Dimensionnement : longueur 310 m, largeur entre 0,30 m et 0,45 m et profondeur entre 0,30 et 0,50 m, selon période de retour de pluie considérée
 - Aménagement du **Fossé de Hombeaux** en fossé enherbé, avec **chenaux enherbés périphériques** visant à drainer les eaux vers le Fossé du Hombeaux
 - Débit à gérer : de 1 849 l/s (T25, hors PASH et hors secteur 4) à 14 411 l/s (T200, PASH et secteur 4 inclus), durant une période de 10 minutes
 - Dimensionnement : longueur 570 m, largeur entre 1,50 m et 4,50 m et profondeur entre 1,00 et 2,00 m, selon période de retour de pluie considérée (si éléments bétons, les dimensions deviennent : largeur entre 1,00 m et 2,00 m et profondeur entre 0,50 et 1,00 m)
 - Création d'une **zone de temporisation** (bassin tampon Est) en périphérie Nord-Est de la zone d'aléa d'inondation faible
 - Volume à gérer : de 1 721 m³ (T25, hors PASH et hors secteur 4) à 8 833 m³ (T200, PASH et secteur 4 inclus), durant une période comprise entre 30 minutes et 2 h, selon période de retour de pluie considérée
 - Dimensionnement : longueur 50 à 100 m, largeur 50 à 75 m et profondeur 1,0 à 2,5 m, selon période de retour de pluie considérée
 - Rejet final en Meuse avec un débit de vidange limité à 5 l/s/ha.
- **ZONE OUEST** (secteurs 2A, 2B et 2E) :
 - Création d'un **fossé enherbé**, avec **chenaux enherbés périphériques** visant à drainer les eaux vers le fossé enherbé
 - Débit à gérer : de 1 826 l/s (T25, hors PASH) à 4 686 l/s (T200, PASH inclus), durant une période de 10 minutes
 - Dimensionnement : longueur 400 m, largeur entre 1,50 m et 2,50 m et profondeur entre 1,00 et 1,50 m, selon période de retour de pluie considérée
 - Création d'une **zone de temporisation** (bassin tampon Ouest) en périphérie Nord-Est du secteur 2E
 - Volume à gérer : de 1 734 m³ (T25, hors PASH) à 5 354 m³ (T200, PASH inclus), durant une période comprise entre 1 h et 3 h, selon période de retour de pluie considérée
 - Dimensionnement : longueur 50 à 75 m, largeur 50 à 75 m et profondeur 1,0 à 2,0 m, selon période de retour de pluie considérée
 - Rejet final dans le Ruisseau Jaune avec un débit de vidange limité à 5 l/s/ha.

3.4.3 AMÉNAGEMENTS – PROPOSITION DE RÉPARTITION TEMPORELLE

Le **TABLEAU 3-19** reprend les éléments d'aménagements présentés au **CHAPITRE 3.4.2.** en les intégrant dans le phasage d'aménagements proposé par le B.E.P. La **FIGURE 3-6** présente également la localisation de ces aménagements phasés sur plan.

PHASE	ZONE	AMENAGEMENT
I	EST	<ul style="list-style-type: none"> Création d'un fossé de dérivation le long de la rue Sous Stud (périphérie Sud du secteur 2D) Aménagement du Fossé de Hombeaux, avec chenaux enherbés périphériques Création d'une zone de temporisation (bassin tampon Est) en périphérie Nord-Est de la zone d'aléa d'inondation faible Rejet final en Meuse
	CENTRALE	<ul style="list-style-type: none"> Création d'une zone de temporisation (bassin tampon central avec digue, mare permanente et prairie inondable) au droit de la zone inondable (périphérie Nord du secteur 2C) Rejet final dans le Ruisseau Jaune
II - III	CENTRALE	<ul style="list-style-type: none"> Création d'un fossé de dérivation le long de la rue Sous Stud (périphérie Sud du secteur 2C et, idéalement, prolongation en périphérie Sud du secteur 2B) Création d'un fossé enherbé en périphérie Est du secteur 2C
IV	CENTRALE	<ul style="list-style-type: none"> Si non réalisé en phases II – III, prolongation du fossé de dérivation le long de la rue Sous Stud en périphérie Sud du secteur 2B
	OUEST	<ul style="list-style-type: none"> Création d'un fossé enherbé avec chenaux enherbés périphériques Création d'une zone de temporisation (bassin tampon Ouest) en périphérie Nord-Est du secteur 2E Rejet final dans le Ruisseau Jaune

Tableau 3-19 : Proposition d'implantation temporelle des aménagements

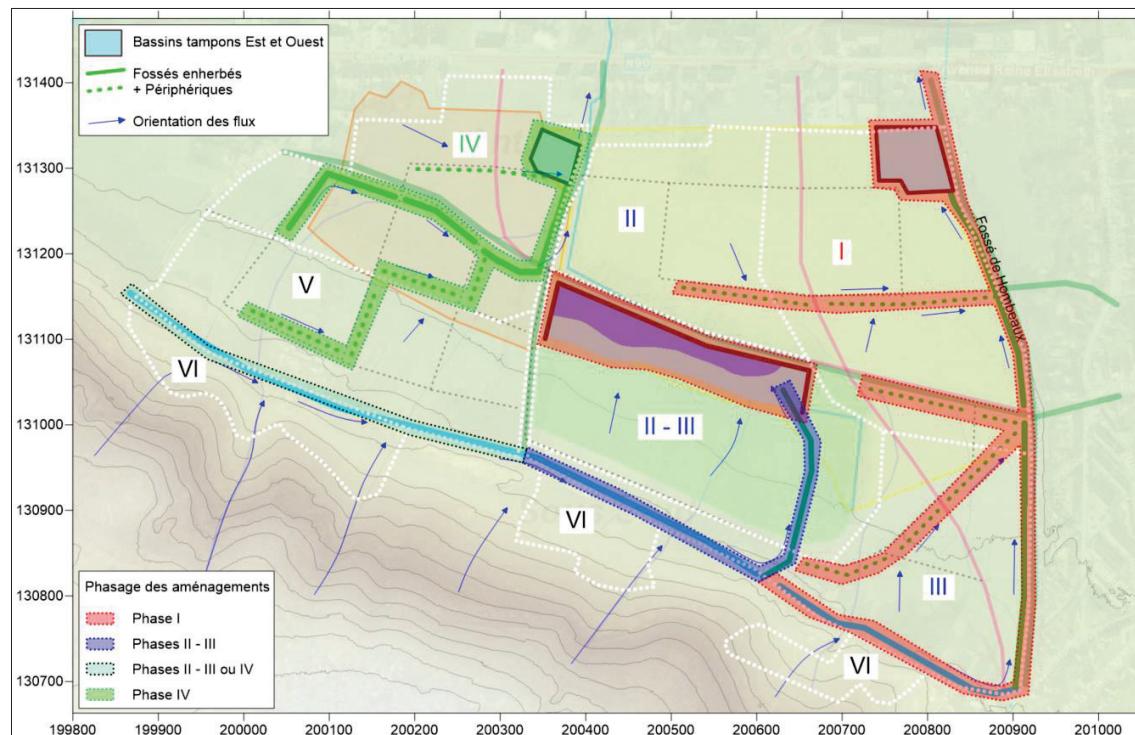


Figure 3-6 : Proposition d'implantation temporelle des aménagements

4 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

A la suite de l'adoption par le Gouvernement wallon, en sa séance du 04/03/2021, de l'Arrêté adoptant les cartographies des risques d'inondation (M.B. du 24/03/2021 et du 30/03/2021), abrogeant les précédents arrêtés¹⁰ et actualisant les cartographies d'aléa d'inondation précédemment établies, la Ville d'Andenne a introduit, en date du 18/05/2021, une requête en annulation auprès du Conseil d'Etat contre la Région Wallonne (également dénommée *la partie adverse*) contre cet acte administratif.

La contestation de la Ville d'Andenne porte sur la mise à jour de la cartographie d'aléa d'inondation, qu'elle juge non pertinente compte tenu des informations dont elle dispose, et en particulier pour le site de la campagne d'Anton.

Le présent rapport avait pour objectifs :

- pour le volet « pertinence de l'aléa » :
 - de compléter les informations disponibles relatives aux inondations historiques ;
 - de préciser la topographie de la zone et, en corollaire, les axes de ruissellement concentré ;
 - de préciser le caractère argileux ou non de la zone étudiée, et en particulier les zones anciennement considérées par l'extraction historique de la derle ;
- pour le volet « aménagements » :
 - de déterminer le bassin versant (et sous-bassins associés) de la zone étudiée ;
 - de déterminer le bilan hydrogéologique spécifique au bassin et aux sous-bassins pour divers scénarios de retour de pluie ;
 - de préciser le dimensionnement des ouvrages de mitigation tels que proposés dans la note N-2022-010.

Il fait suite à divers rapports et notes AQUALE déjà présentés (voir **CHAPITRE 1**).

Le volet « pertinence de l'aléa » (**CHAPITRE 2**) a permis :

- de préciser les informations relatives aux événements d'inondation historiques (recensement des événements) et de les compléter/comparer avec les informations climatiques connues (hauteur d'eau et débit en Meuse, précipitations).

En conclusion, à défaut de données limnimétriques et climatiques disponibles pour les années antérieures à 2002, et en particulier pour l'année 1993, il apparaît difficile de pouvoir chercher à corrélérer / comparer cette année 1993, pour laquelle les événements d'inondation de fin d'année ne semblent pas avoir touché la campagne d'Anton (voir rapport AQUALE antérieur R-2022-005), avec les événements plus récents.

On peut toutefois relever que les événements d'inondation de juin et juillet 2021 s'inscrivent comme les plus importants dans la région d'Andenne depuis 1993, tant en ce qui concerne les hauteurs d'eau / débits en Meuse qu'en ce qui concerne la pluviométrie tombée, et qu'aucune inondation de la campagne d'Anton n'a été recensée durant cette période récente.

- De compléter les informations relatives à la topographie et de préciser les flux de ruissellement au droit de la campagne d'Anton ;
- De compléter les informations disponibles sur la localisation des gisements de derle et sur la pédologie au droit de la campagne d'Anton.

Le volet « Aménagements pour une mitigation du ruissellement » (**CHAPITRE 3**) a permis :

¹⁰ AGW du 19/12/2013 adoptant les cartographies des zones soumises à l'aléa d'inondation et du risque de dommages dus aux inondations et AGW du 10/03/2016 adoptant les plans de gestion des risques d'inondation en ce compris les cartographies des zones soumises à l'aléa d'inondation et du risque de dommages dus aux inondations

- de préciser la localisation et les superficies des bassins et sous-bassins versants au droit et en amont de la campagne d'Anton ;
- de préciser les occupations des sols au droit de ces sous-bassins ;
- de calculer les volumes d'eau à maîtriser pour les différents sous-bassins, pour différentes périodes de récurrence de pluie (la période de référence de 25 ans mais également les périodes plus sécuritaires de 100 ans et 200 ans) ;
- de proposer certains aménagements visant à gérer les eaux de ruissellement au droit de ces sous-bassins, d'en vérifier la faisabilité technique via une étude de dimensionnement ;
- de vérifier l'intégration de ces aménagements vis-à-vis du schéma d'orientation local actuellement projeté par le B.E.P.

Ainsi, une proposition d'aménagements, spatialisée et temporelle, est avancée à la fin du **CHAPITRE 3**.

L'étude de la gestion des eaux au droit de la campagne d'Anton apparaît comme une étape indispensable à la réflexion à mener sur les futurs projets urbanistiques du site.

Cette proposition d'aménagements d'ouvrages de mitigation et d'hydraulique douce apparaît comme une première ébauche réaliste de solutions permettant de démontrer l'existence d'une possibilité réelle de gérer les flux de ruissellement au droit de la Campagne d'Anton et de réduire/supprimer les zones d'aléa d'inondation qui y sont actuellement répertoriées.

La réalisation de ces aménagements de mitigation pourrait être judicieusement phasée dans le temps, en fonction de l'état d'avancement des aménagements urbanistiques prévus (avec un développement a priori prévu d'Est vers Ouest).

Néanmoins, ces aménagements sont proposés à ce stade en considérant l'état actuel d'occupation du sol au droit du bassin versant général alimentant en eaux de ruissellement la Campagne d'Anton et au stade de connaissance actuel de l'avant-projet d'aménagement proposé par le B.E.P.

Il conviendra de préciser/adapter/redimensionner ces aménagements, via la mise en œuvre de missions ultérieures, lorsque le schéma d'orientation local aura été définitivement arrêté et permettra de préciser le projet urbanistique, en particulier par la prise de connaissance de l'affectation précise des terrains et de l'occupation des sols (zones imperméabilisées, surfaces de toitures, zones semi-perméables...). De la même manière, il conviendra d'adapter/redimensionner ces aménagements si les prescriptions en matière de débits de vidange autorisé (par les autorités compétentes) au droit des milieux récepteurs venaient à différer des valeurs prises en considération dans le cadre de ce rapport.

Rapport rédigé à Noville-les-Bois le 22 novembre 2022.

D. GAULE

*Ir. Hydrogéologue
Directeur adjoint
AQUALE s. r.l.*

P-Y. BOLLY

*Ir. Hydrogéologue
Directeur
AQUALE s. r.l.*

FIGURES

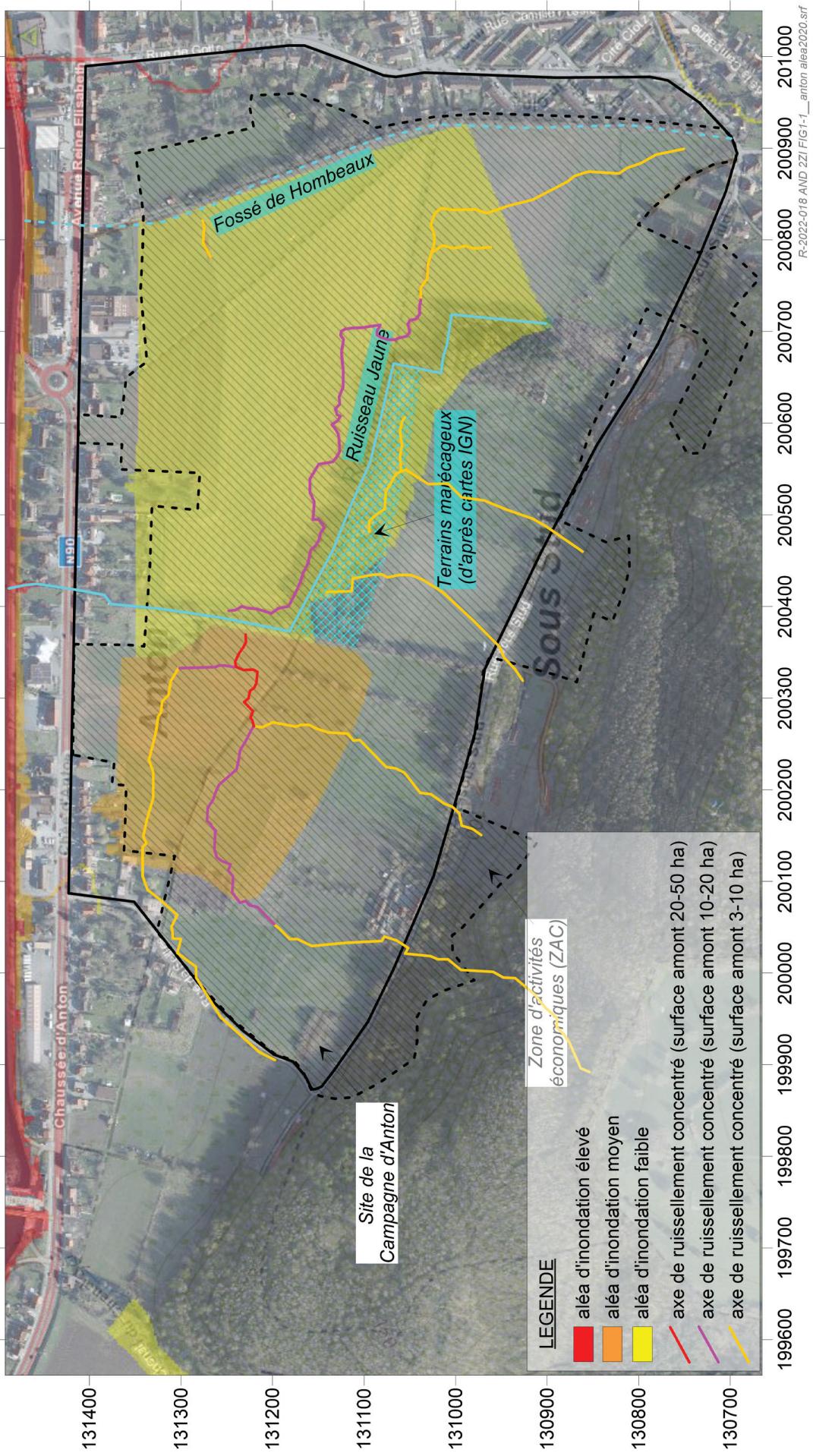


Figure 1-1

 <p>AQUALE EcoFox Développement</p>	VILLE D'ANDENNE	
	Campagne d'Anton Zones d'alea dinondation Complements d'études	R-2022-018 OCT 2022
<p>Campagne d'Anton Carte d'alea dinondation 2020</p> <p>R-2022-018 AND-22-F151 - Anton alle 2020 erf</p>		

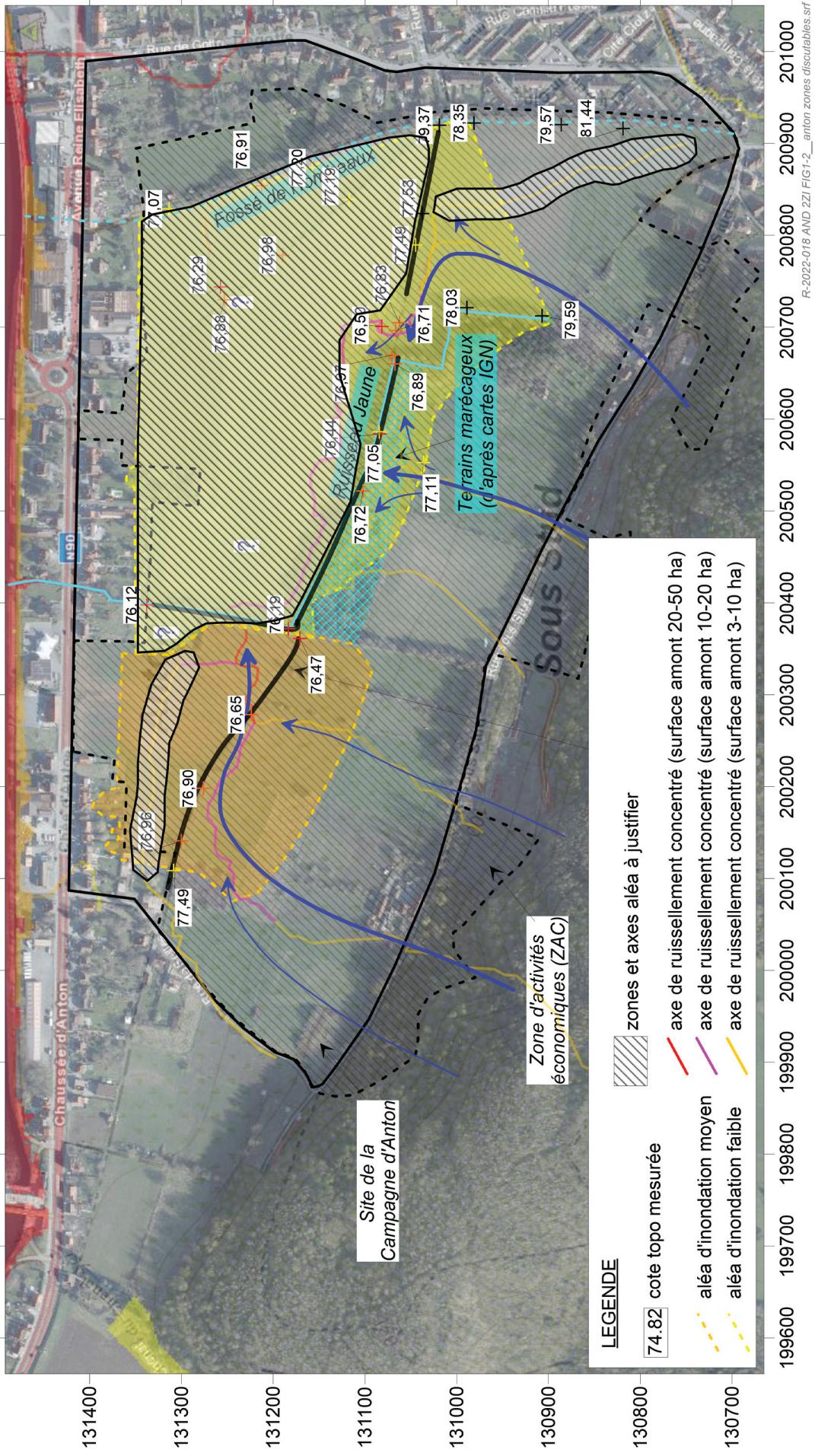


Figure 1-2

Campagne d'Anton Axes de flux et zones d'alea discutables

22-018 AND 221 FIG1-2_anton zones discutables.2rt

AQUALE
Ecofox Développement

VILLE D'ANDENNE

Campagne d'Anton

Zones d'âlea d'inondation
Compléments d'études

R-2022-018 OCT 2022

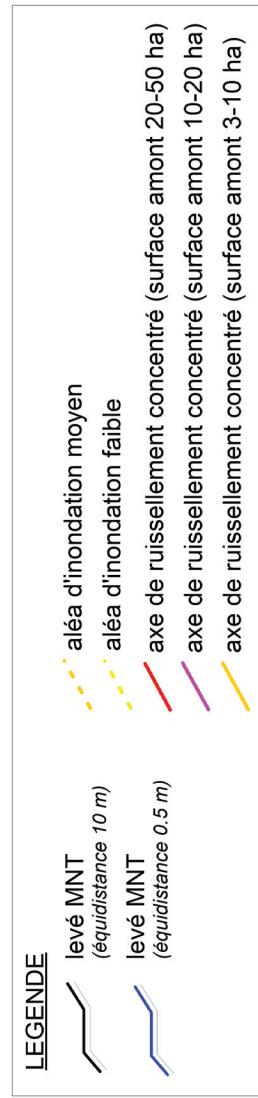
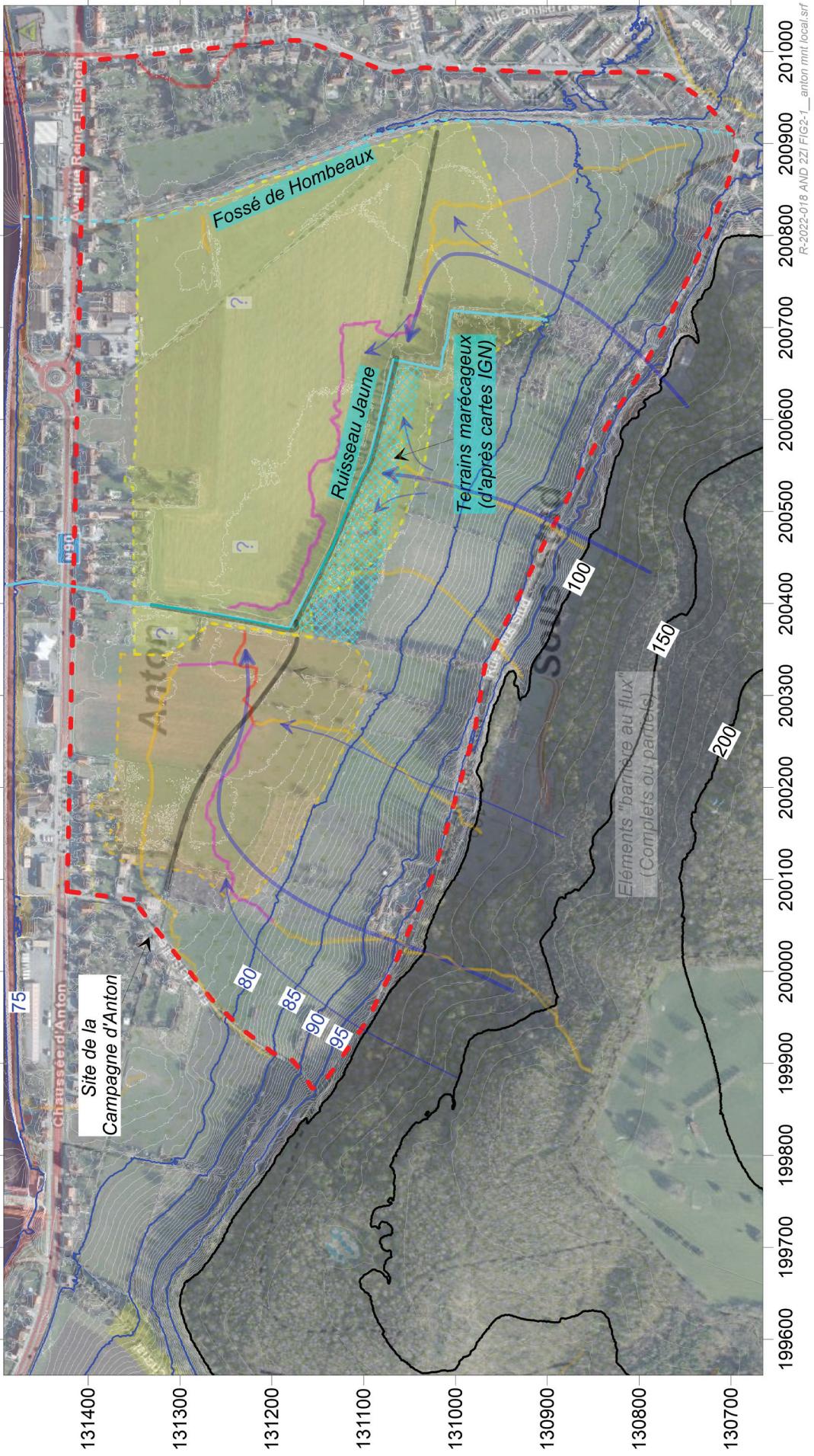




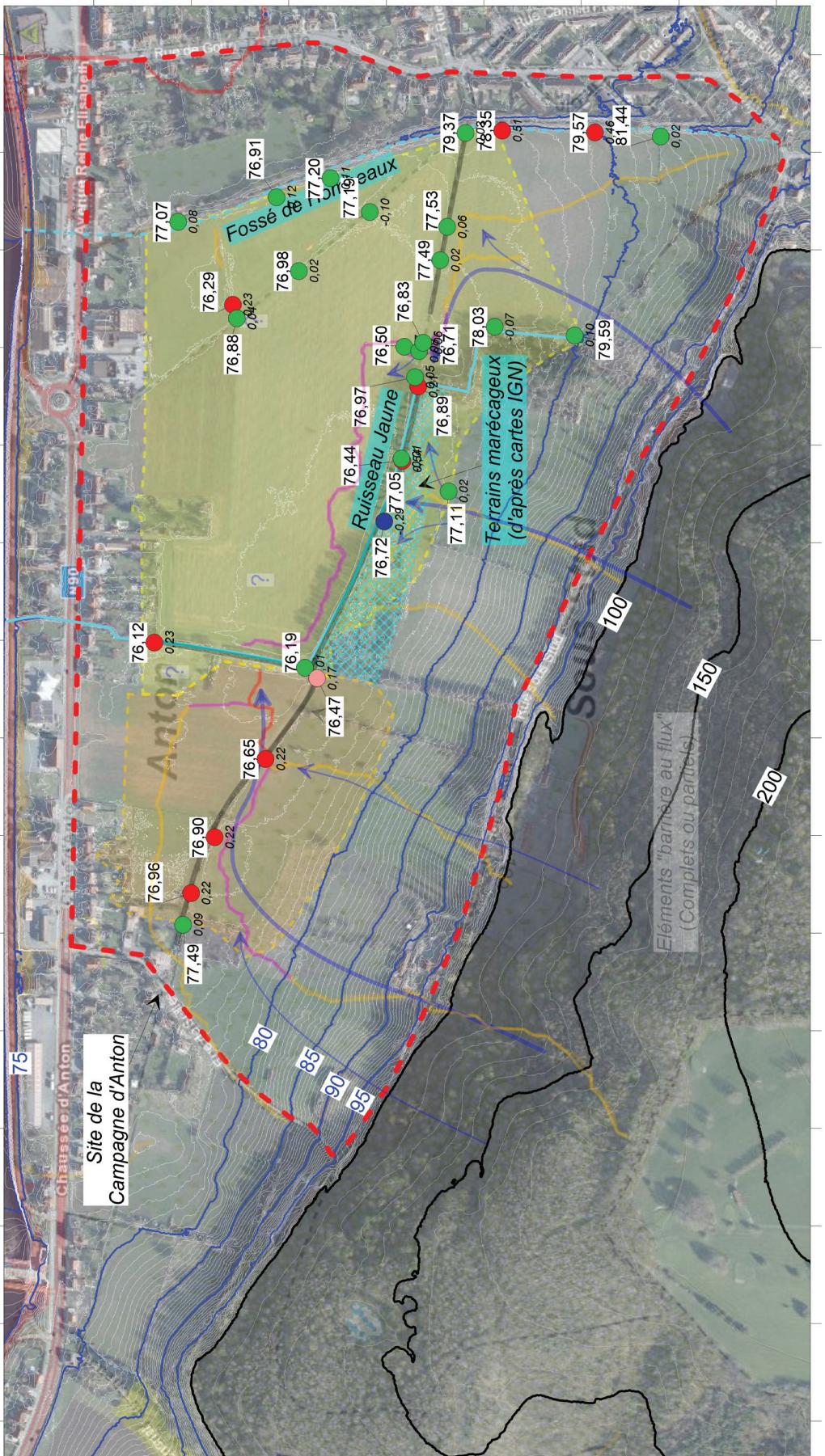


 AQUALE Ecotox Développement	VILLE D'ANDENNE	Figure 1-5
	Campagne d'Anton Zones d'aléa d'inondation Compléments d'études	Campagne d'Anton Propositions d'aménagement Rue Sous Stud
R-2022-018 AND 221 FIG-1-5_anton aménagement03.srf	R-2022-018 AND 221 FIG-1-5_anton aménagement03.srf	R-2022-018 AND 221 FIG-1-5_anton aménagement03.srf





 AQUALE Ecotox Développement	VILLE D'ANDENNE Campagne d'Anton Zones râé d'inondation Compléments d'études	Figure 2-1
		Campagne d'Anton Modèle numérique de terrain R-2022-018 AND 2271 FIG2-1_anton mnt local.srf



131400 131300 131200 131100 131000 130900 130800 130700 199600 199700 199800 199900 200000 200100 200200 200300 200400 200500 200600 200700 200800 200900 201000

LEGENDE

- levé MNT (équidistance 10 m)
- levé MNT (équidistance 0.5 m)

Déférence (MNT - GPS)

- 76.05 Côte GPS
- 0.20 -0.12 0 0.12 0.20 Différence (cm)

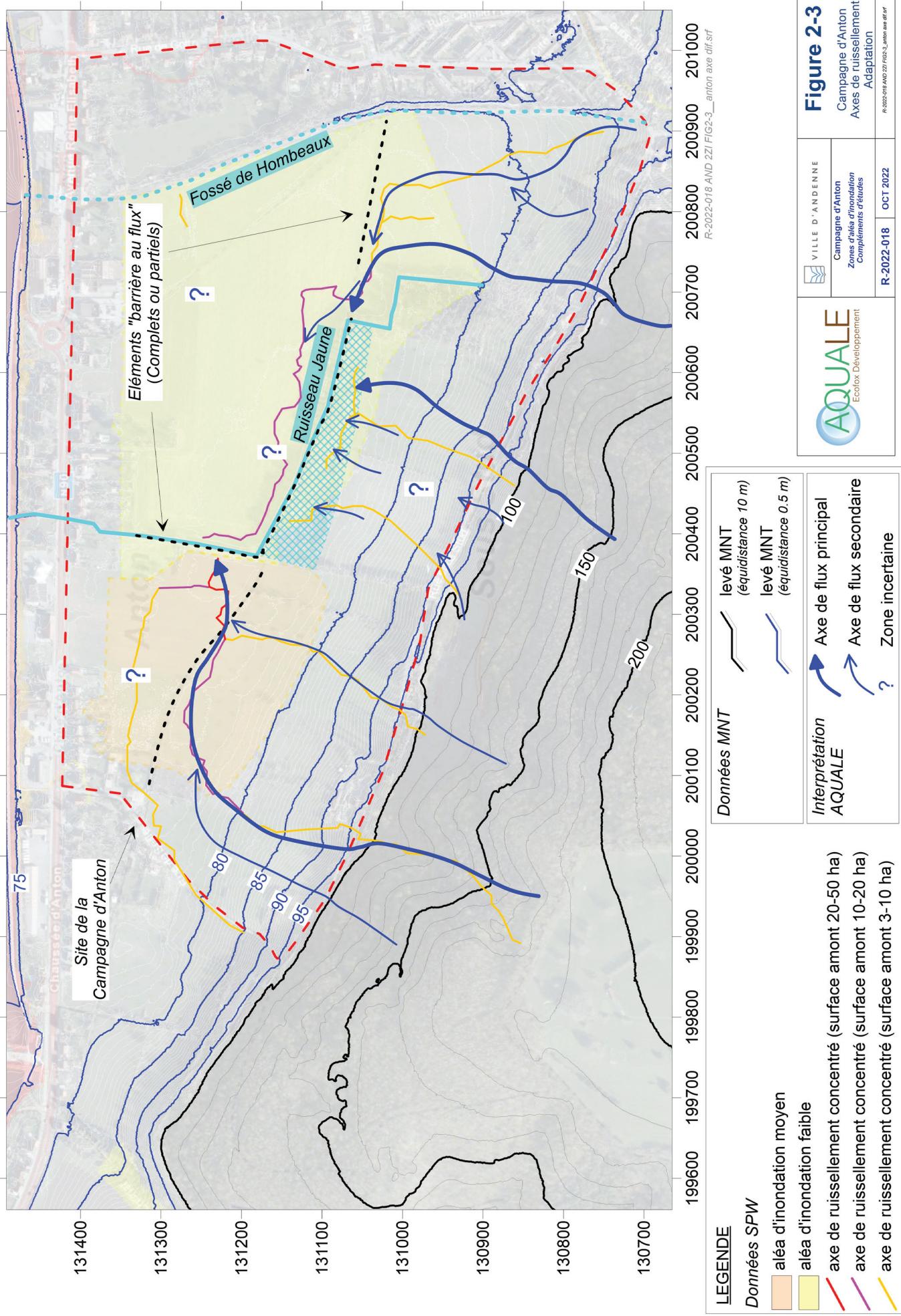
 AQUALE Ecodox Développement	VILLE D'ANDENNE
	Campagne d'Anton Zones d'aléa d'inondation Compléments d'études
R-2022-018 OCT 2022	R-2022-018 OCT 2022

Figure 2-2

Campagne d'Anton
Modèle numérique de terrain
versus mesures GPS

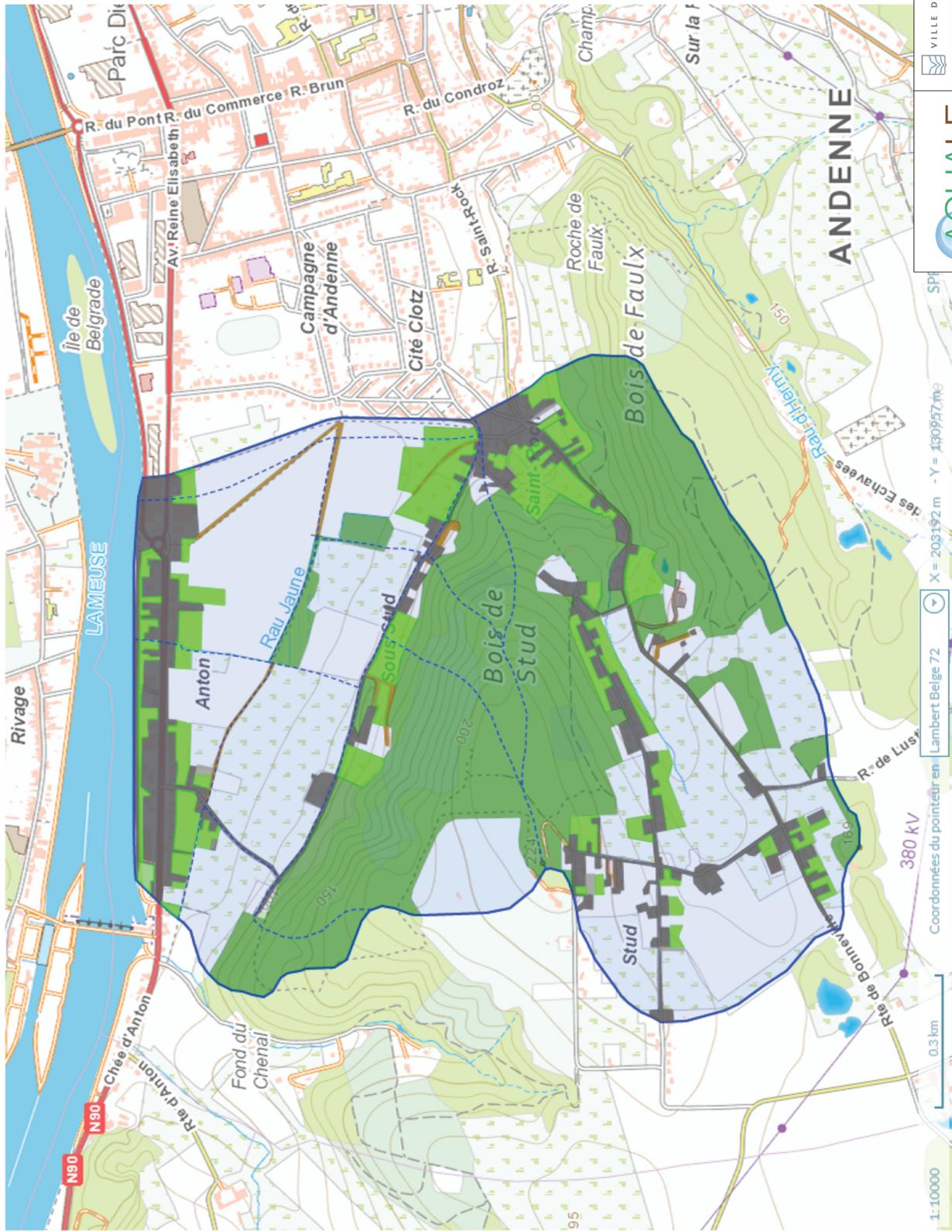
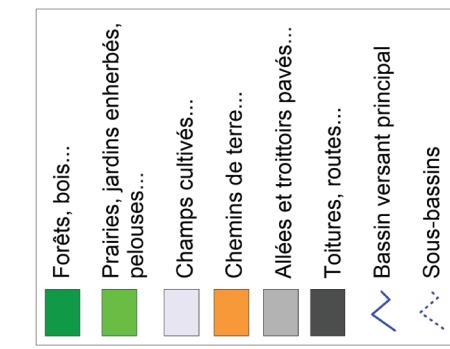
R-2022-018 AND 227 F(G2-2_anton_mnt_local_dif.srf)

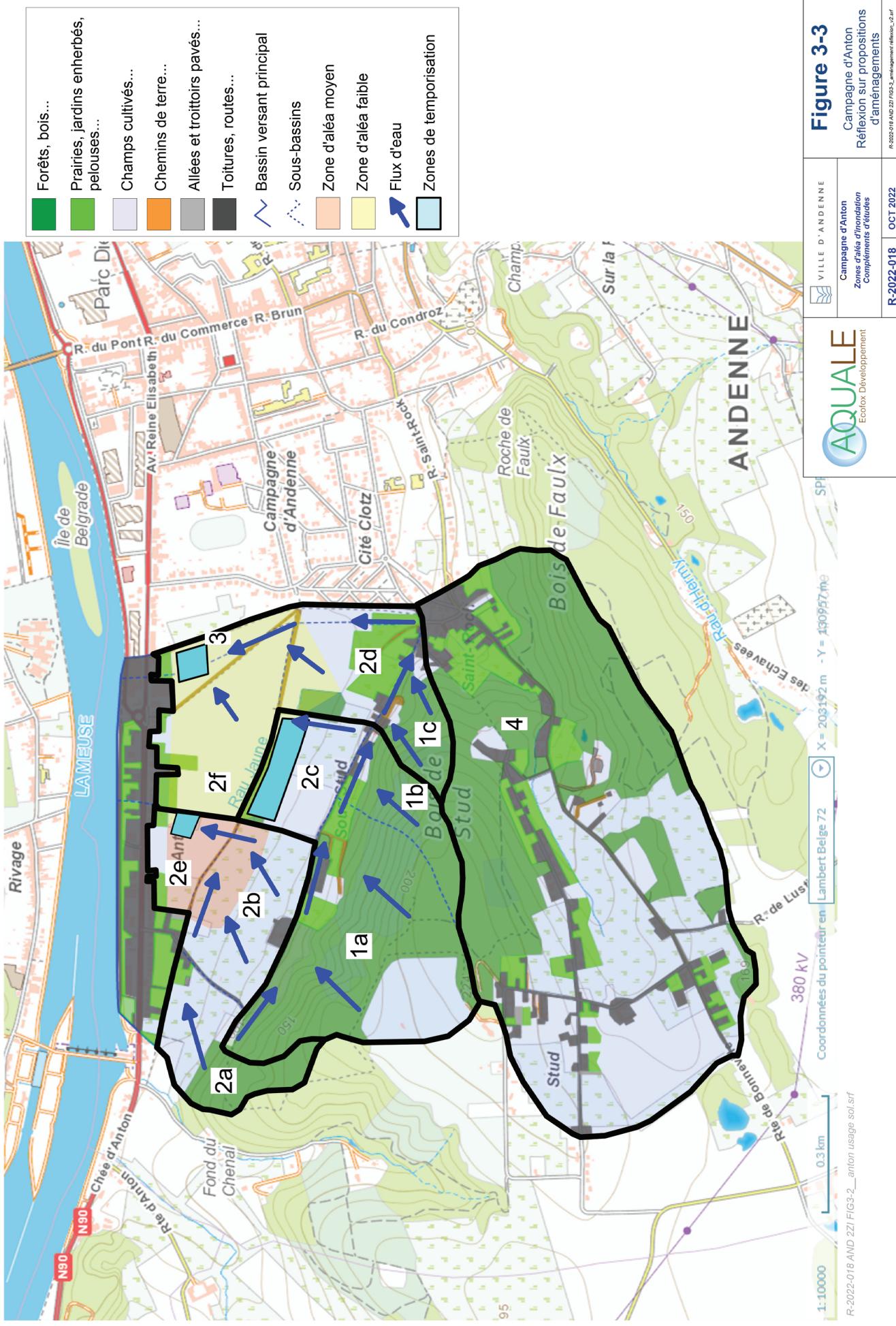
R-2022-018 AND 227 F(G2-2_anton_mnt_local_dif.srf)

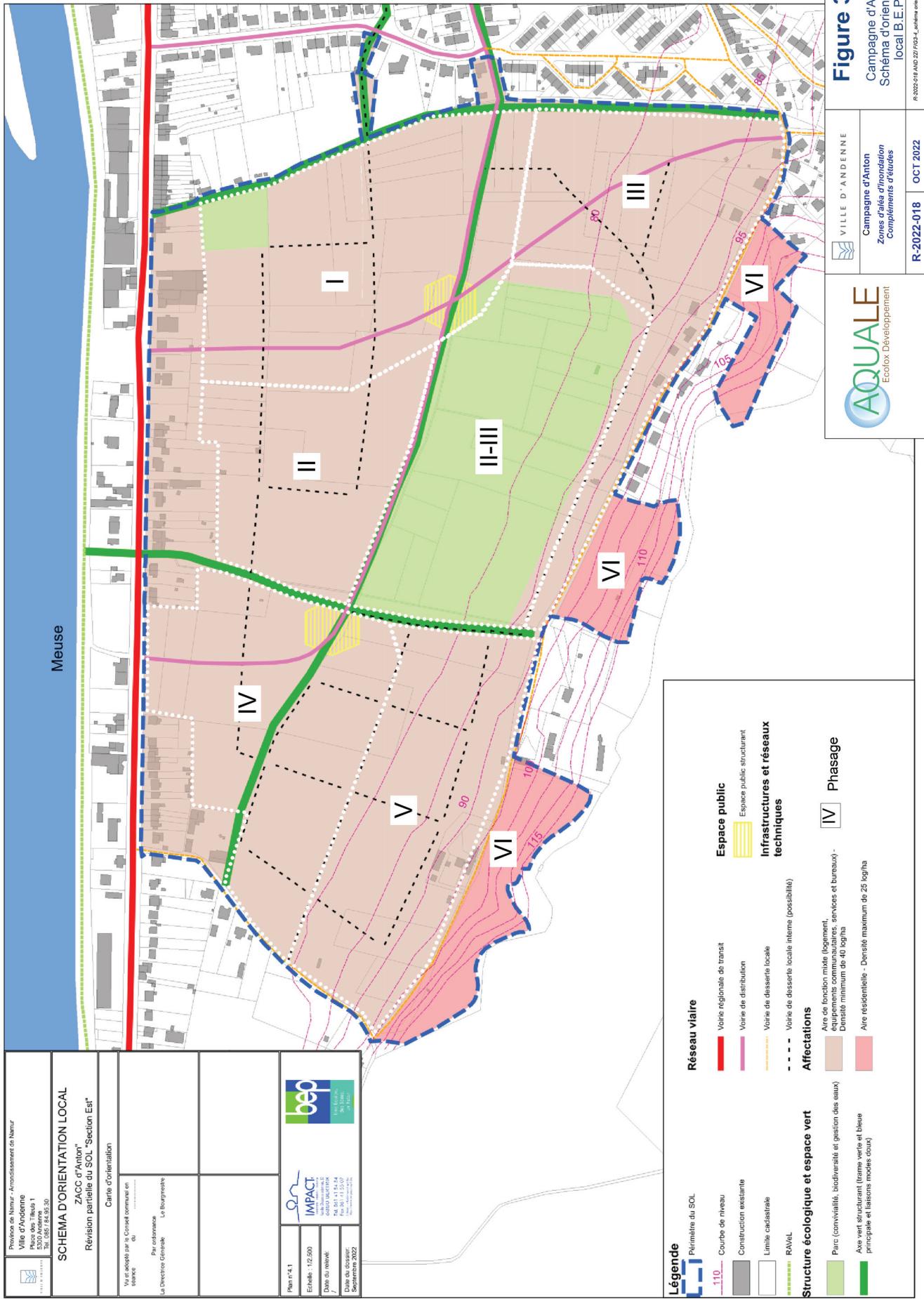


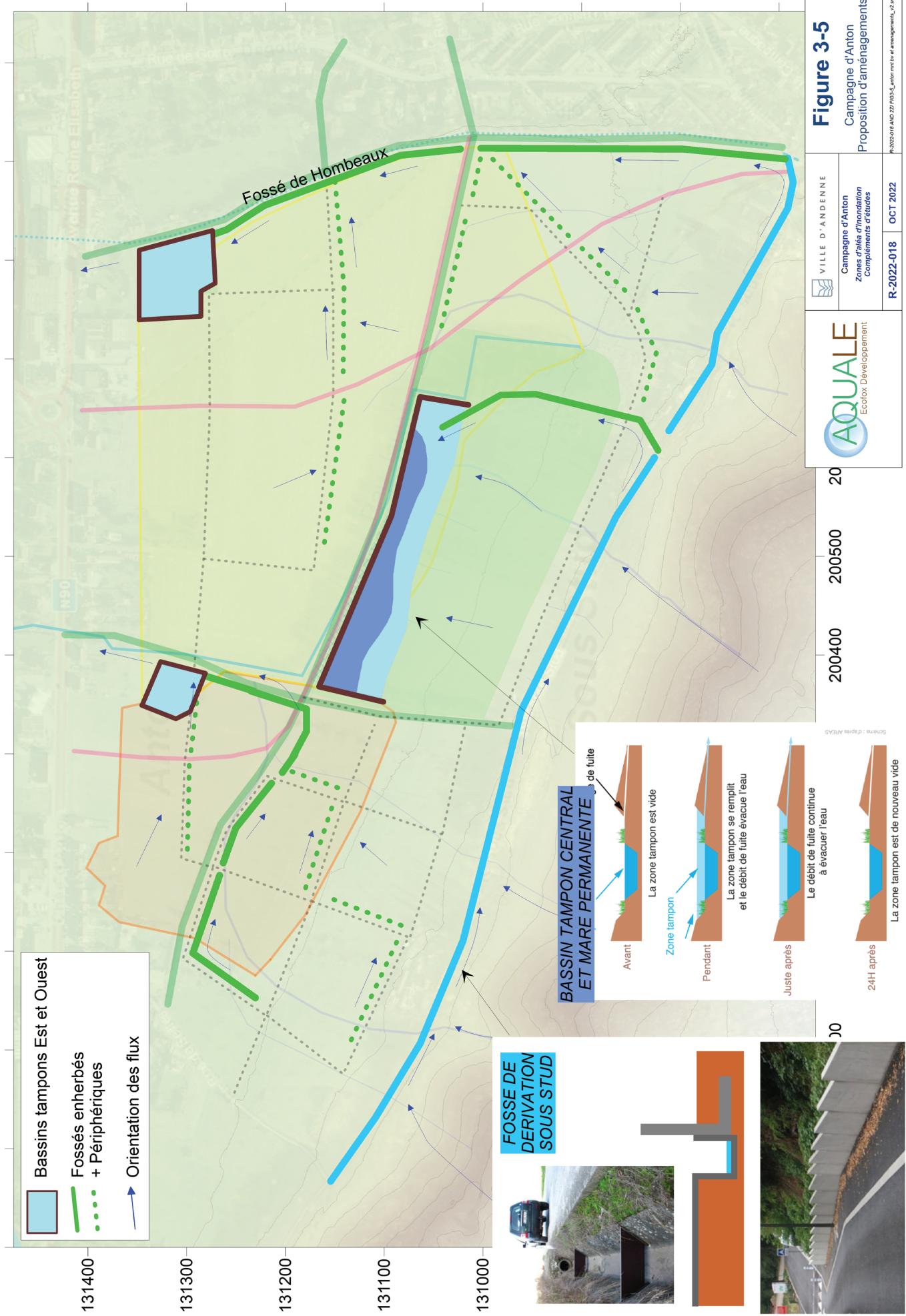












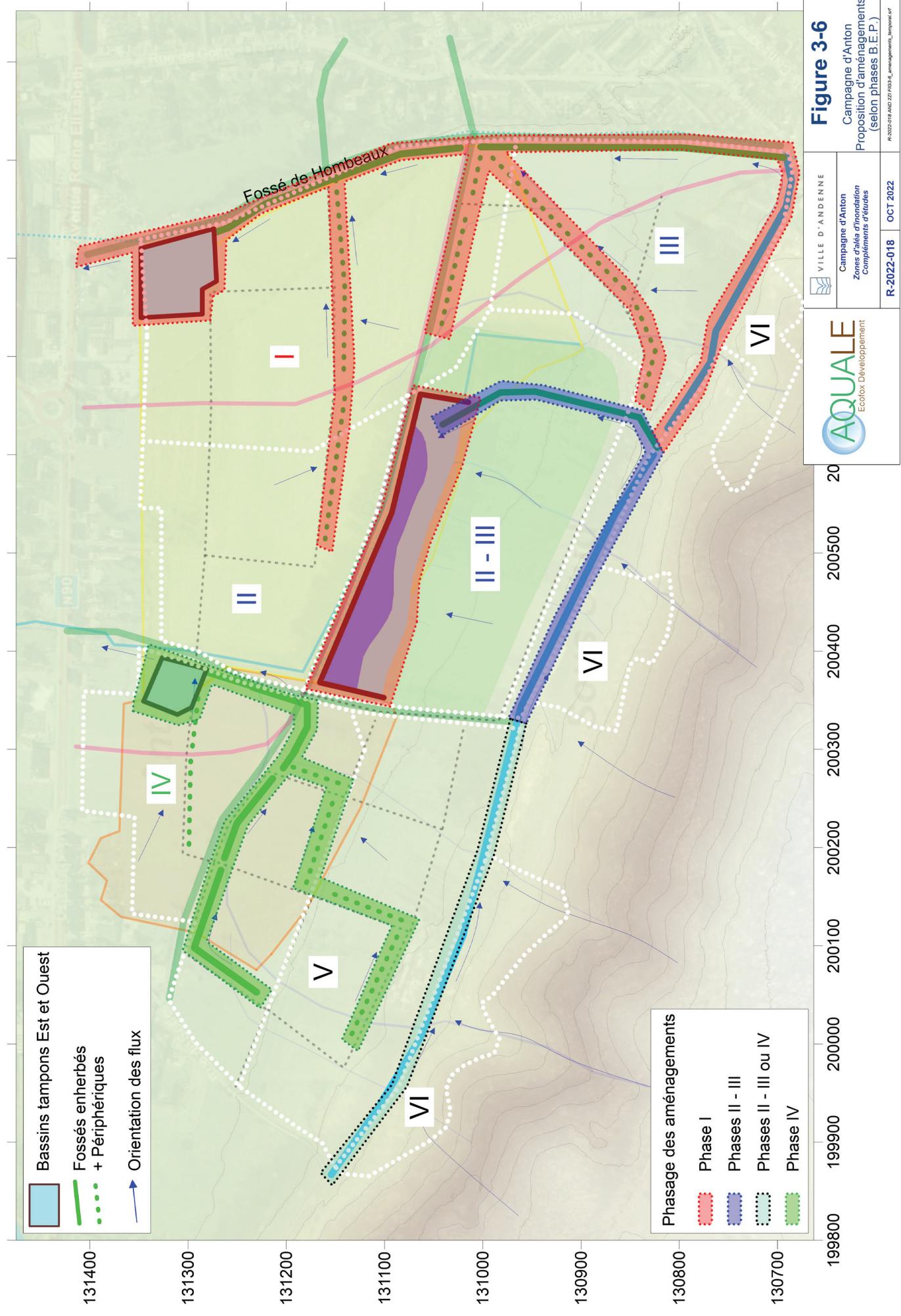


Figure 3-6
Campagne d'Anton
Proposition d'aménagements
(selon phases B.E.P.)

R-2022-018 AND 221-01338 aménagement des aménagements

VILLE D'ANDENNE
Campagne d'Anton
Zones d'îles d'inondation
Compléments réduits

AQUALE
Ecotox Développement

R-2022-018 OCT 2022

ANNEXES

ANNEXE A

*Evénements d'inondation antérieurs à
1993 (SPW – GTI)*

Tableau 1 - Événements historiques d'inondation antérieurs à 1993

Nom/Date Événement	Description de l'événement d'inondation					
	DHI ESCAUT	DHI MEUSE	DHI RHEIN	DHI SEINE	Meuse amont	Meuse aval
 Mai 858	Des pluies torrentielles font de gros dégâts à Liège, emportant maisons et murs de pierre, probablement des suites d'un probable orage sur la Léglise.					
905	Sinistre qui emporte de nombreuses maisons et citoyens liégeois.					
1036	Plusieurs ponts sont emportés à Liège, dont le premier pont des Arches, qui est entièrement détruit.					
Juin 1117	Inondation exceptionnelle des suites d'un orage.					
1175	Le pont de Namur à Liège est jeté bas par une crue subite.					
Avril 1196	Pont d'île emporté à Liège suite à des pluies considérables. À partir du mois d'avril, il ne cesse de pleuvoir jusqu'au mois de juin.					
1237	À Liège, on n'a jamais vu la Meuse aussi forte.					
1238	Inondation de Huy par le Hoyoux (Guillery, 1844).					
10 août 1327	Le Hoyoux déborde à cause de pluies excessives.					
1348	La Meuse et ses affluents s'élèvent à une hauteur prodigieuse, ce qui provoque d'ailleurs des épidémies à Liège.					
1349	Débordement de la Meuse et de la Sambre.					
9 mars 1367	Après 12 jours de fortes pluies, le fleuve quitte son lit à Liège et il faut emprunter des bateaux pour circuler dans la ville.					
Janvier 1374	Le 4 janvier, les eaux atteignent le pied du grand clocher des Dominicains en flèe, les bateaux passent par Saint-Paul. Les 11 et 12 janvier, les eaux atteignent un pied de hauteur au même endroit. La Meuse sort de son lit. L'hiver ayant été très froid, le cours d'eau a gelé et le dégel est catastrophique. La partie basse de la ville de Liège reste sous les eaux pendant cinq jours. Inondation de la ville de Namur.					
Février 1396	De mémoire d'homme à Liège, les eaux n'ont jamais été aussi hautes.					
Janvier 1408	Le pont des Arches de Liège est de nouveau emporté. Suite à plusieurs semaines de froid rigoureux, les eaux de la Meuse sont prises par les glaces, qui, lors de la débâcle, le 28 janvier, emportent les ponts de bois de Sorin, d'Anserval à Liège et de Visé. Une inondation fulminante succède à un automne froid et humide qui a rongé une partie du territoire. L'église Saint-Paul est envahie une fois de plus, son sol sera par la suite exhumé.					
22 février 1409	Crue signalée à Dinant, Namur et Liège, où elle renverse le pont des Arches. La débâcle de la Meuse gelée déborde si furieusement qu'elle emporte plusieurs ponts en bois de Liège.					
8 décembre	Le Hoyoux sort de son cours vers la Meuse, entraînant les ponts de son parcours.					
1420	La Meuse déverse ses eaux sur les deux rives et inonde plus de septante localités en aval de Liège. Trente-quatre villages ou hameaux d'enval sont entièrement submergés et détruits.					
1447	Des pluies excessives grossissent les cours d'eau et causent beaucoup de dégâts en amont et en aval de Liège.					
7 août 1460	Les eaux de la Meuse grossissent tellement à Dinant qu'elles submergent une bonne partie de la ville en causant des pertes considérables.					
Juillet 1463	Inondation qui porte la dévastation à Namur et à Liège. « Les murs regorgeaient si prodigieusement d'eaux boueuses qu'après qu'elles furent retirées, elles laissaient un limon de la hauteur de plus de six pieds ».					
1464	Devant Saint-Paul à Liège, les chevaux ont de l'eau jusqu'à la poitrine.					
10 janvier 1489	Un dégel accompagné de pluies abondantes occasionne un débordement de la Meuse et de ses affluents. De minuit au lever du soleil, le flanc est montré de 14 pieds. Ses eaux atteignent la seconde marche des degrés conduisant au chevalet de la collégiale Saint-Barthélemy à Liège. La crue continue jusqu'au surlendemain.					
Mai à Juillet 1505	Inondation de Namur par les eaux de la Meuse et de la Sambre. Des pluies continues de mai à juillet font déborder toutes les rivières.					

Nom/Date Événement	Description de l'événement d'inondation				
	DHI ESCAUT	DHI MEUSE	DHI RHIN	DHI SEINE	Orte
Janvier 1514	Les glaces brisent les pous de bois d'Avroy, d'Amercœur, les couvens des Ecoliers et des Frères de Jérusalem à Liège. Les eaux se gonfle pas autant qu'en 1489, mais les raviges sont considérables. Le fleuve emporte les pous d'Avroy, d'Amercœur, les couvens des Ecoliers et des Frères de Jérusalem à Liège.				
1534	Le pont d'Amercœur à Liège est renversé par un débordement de l'Ourthe (Lejache, 2006).				
Février 1538	Des chutes de pluies diluviennes font déborder la Meuse jusqu'à devant de l'église Saint-Lambert à Liège.				
1560	Les inondations désoivent la ville et les campagnes du Comté de Namur.				
Février 1571	Inondation précédée d'un froid intense. Le dégel met en mouvement des masses de glaçons. Inondation très étendue de la Meuse, de la Sambre et de l'Ourthe ainsi que de la Vesdre. Le pont en pierre d'Amercœur à Liège est emporté. Le pont de Namur est en partie emporté. Cette crue est l'une des plus importantes à Dinant. Les eaux atteignent une élévation de 5,05 m au pont des Arches de Liège.				
1614	Les pluies sont abondantes pendant tout le cours de l'année. Inondation de Namur par une crue de la Sambre, de Huy et de Liège par le Hoyoux et la Meuse. La crue monte à trois doigts sous la marque de 1571 du pilier de la cathédrale Saint-Paul.				
4 janvier 1634	Inondation de Liège au moment du dégel. Le fleuve déborde dans des proportions à peu près identiques à 1614.				
15 janvier 1642	Débordement plus important que celui de 1571. Débordement de la Meuse et de ses affluents. Plusieurs ponts sont emportés, dont le pont des Arches, où l'élévation est de 5,64 m. Crue exceptionnelle, plus forte que les précédentes, la plus formidable dont l'histoire nous a transmis le souvenir à Liège. Les eaux atteignent 3,0 m dans l'église Saint-Paul, et sur l'autre rive, 0,95 m à l'hôpital de Bavière. Tous les rives sont convertis et l'eau court par endroit assez rapidement pour empêcher d'y passer avec des barques. Quatre pieds dans l'église Saint-Barthélémy, soit un pied et demi au-dessus de la marque de 1571 de Saint-Paul.				
27 février 1658	Les eaux de la Meuse s'élèvent à Liège à un niveau presque aussi haut que celui de 1643.				
Novembre 1658	Débordement de la Meuse, de la Sambre et du Hoyoux.				
1663	Débordement soudain de la Meuse à Namur, qui cause de grands raviges.				
1665	Débordement de la Meuse à la suite de très fortes gelées et de neiges abondantes.				
1693	Le pont des Arches de Liège est encore emporté.				
15 août 1704	Grande inondation soudaine qui cause des dommages dans les vallées de la Sambre et de la Meuse.				
1725	Même type d'inondation qu'en 1658, inondation de Namur.				
13 janvier 1726	Le fleuve enflait l'église Saint-Denis à Liège à une hauteur de 48 centimètres.				
Décembre 1740	L'un des plus rigoureux hivers dont il est fait mention, encore renouvelable par le débordement de toutes les rivieres. Le niveau atteint à Liège est plus élevé que celui de 1571, mais moins que celui de 1643. Les pluies continues de décembre ont fait grossir à fort la Meuse et la Sambre qui une grande partie de la ville de Liège est inondée. L'eau atteignait 5,42 m. Si la crue n'est pas aussi forte que celle de 1643, elle s'en rapproche. A Saint-Paul, le niveau des eaux monte à 1,77 m. à l'hôpital de Bavière, à 0,75 m. à l'église Saint-Barthélémy, la hauteur d'eau est de deux pieds et demi ; rue du Verbois, l'eau atteint 1,4 m. Cette crue compris parmi les plus importantes à Dinant et Namur.				
28 avril 1750	Nouveau débordement nocturne du Hoyoux, gonflé par un orage, qui inonde Huy. Les eaux du Hoyoux combinées à celle de la fonte des neiges font déborder la Meuse.				
17 mars 1751	La fonte rapide des neiges fait tellement grossir la Meuse qu'il se produit à Liège une crue presque aussi importante qu'en 1740.				
1778	Inondation de Namur par les eaux réunies de la Meuse et de la Sambre.				
1781	A la suite de violents orages, la Meuse et ses affluents débordent.				
Février 1784	Débordement de la Meuse à Dinant (+5,87 m), à Namur (+6,01 m), à Huy, à Liège où elle reconvoie la place du Marché et à l'Isé (+6,6 m). L'river est particulièrement froid, le fleuve reste gelé de fin décembre jusqu'en février. Le fleuve regèle ensuite plusieurs fois, entraînant une importante montée des eaux à chaque dégel. Des barrages de glaces provoquent de grands débordements dans les environs de Maastricht. Crue parmi les plus importantes à Namur.				
27 février 1785	Dégel catastrophique du fleuve, qui submerge pendant trois jours les quartiers bas de Liège et de ses faubourgs.				
Décembre 1810	Les eaux pénètrent dans l'église Saint-Paul à Liège, la Vesdre inonde Verviers.				

Nom/Date Événement	Description de l'événement d'inondation				
	DHI ESCAUT	DHI MEUSE	DHI RHIN	DHI SEINE	
Avril 1812	Débordement de la Meuse et de ses affluents.				
1820	Les eaux de la Sambre et de la Meuse s'élèvent à 5,65 m au-dessus de l'échelle du pont de Namur.				
7 mai 1822	Débordement de la Meuse en aval de Huy, suivi d'une crue extraordinaire du Hoyoux.				
Janvier 1841	Hiver très rigoureux, qui fait geler en profondeur le cours de l'Heure. Lors de la débâche, un barrage de glace se forme à Marche-les-Dames puis à Ansart, y provoquant des débordements. Les eaux montent à 4,45 m au-dessus du zéro de l'échelle du pont des Arches.				
27 janvier 1844	Crue causée par des pluies combinées à la fonte rapide des neiges des plateaux ardennais. Débordement généralisé de l'amont de Dinant à Maastricht.				
5 janvier 1850	Une inondation désastreuse ravage le centre-ville de Liège. C'est l'inondation la plus importante du XIX ^e siècle. On retrouve un trait à 1,12 m rue du Verbois et à 0,84 m à la Cathédrale Saint-Paul.				
1er février 1862	Liège est partiellement inondée. Des pluies continues font hauser le niveau du fleuve, qui atteint la naissance des voûtes du pont des Arches. Le mur du quai de l'Ourthe s'écroule sur plusieurs dizaines de mètres.				
Août 1879	Liège est à nouveau partiellement inondé. Il faut trembler à 1850 pour rencontrer un débordement aussi intense.				
22 décembre 1880	L'inondation est désastreuse à Liège, la rive droite souffre tout particulièrement de cette crue mémorable. Son niveau est supérieur de 0,70 m à celui de 1850 en amont de Liège, à cause de remblais et de constructions nantelées qui ont rendu la zone d'inondation plus étroite. Le niveau atteint dans la traversée de la ville est similaire à celui de 1850 grâce aux récents aménagements. Enaval de Liège, il est plus haut de 0,40 m, des suites d'une contribution plus importante de l'Ourthe, qui reste à 6,0 m sous son niveau de 1850. L'élevation au pont de Dinant est de 5,23 m, et de 4,8 m à celui de Namur. A Liège, l'inondation atteint 0,20 m à celle de 1850 grâce à la Déviation, alors que partout ailleurs elle est plus importante. L'inondation est uniquement due aux pluies abondantes tombées pendant plusieurs jours. Elle est en moyenne plus haute de 0,80 m que de 1850 sur tout son parcours entre Namur et Maastricht.				
23 janvier 1893	Crue du 23 janvier 1893				
28 janvier 1910	Inondation très menaçante. Le débit est bien inférieur à 1880, mais les dégâts sont très importants en amont de Liège à cause des affaissements miniers.				
10 juillet 1910	En Ardennne, de graves crues des cours d'eau se produisent au début du mois de juillet, entraînant d'importants dégâts.				
Décembre 1915	Dans l'ensemble du pays, il a beaucoup plu durant tout le mois. Le total mensuel s'élève à 280 mm. Ces pluies extrêmement abondantes conduisent à une crue importante des cours d'eau et, dans le bassin de la Meuse, à des inondations. Le débit est bien inférieur à 1880, mais les dégâts sont très importants en amont de Liège à cause des affaissements miniers. Parmi les très fortes crues à Visé.				
Janvier 1920	Le débit est bien inférieur à 1880, mais les dégâts sont très importants en amont de Liège à cause du débâche. Crue extrêmement importante que celle de 1910 et qui dure une dizaine de jours, bien que les dommages soient peu importants (Lejave, 2006).				
4 novembre 1924	Le débit est bien inférieur à 1880, mais les dégâts sont très importants en amont de Liège à cause du débâche. Crue extrêmement importante que celle de 1910 et qui dure une dizaine de jours, bien que les dommages soient peu importants (Lejave, 2006).				
1928	Parmi les crues les plus importantes au pont de Seraing de 1926 à 1961 (Fraiture, 1961).				
1930	Parmi les crues les plus importantes au pont de Seraing de 1926 à 1961 (Fraiture, 1961).				
17 janvier 1939	Parmi les crues les plus importantes au pont de Seraing de 1926 à 1961 (Fraiture, 1961) et parmi les très fortes crues à Visé (Verestraeten, 1970).				
1944	Parmi les crues les plus importantes au pont de Seraing de 1926 à 1961 (Fraiture, 1961).				
13 février 1945	Parmi les plus fortes crues enregistrées à Visé (Verestraeten, 1970).				
1946	Parmi les crues les plus importantes au pont de Seraing de 1926 à 1961 (Fraiture, 1961).				
10 janvier 1952	Durant la première décade de janvier, les précipitations soutenues conduisent à une crue généralisée des cours d'eau, suivie d'inondations importantes dans de nombreuses régions du pays.	X	X	X	X
8 juillet 1952	Un violent orage frappe la région des Hautes-Fagnes. Près du barrage de la Gileppe (fallay) – où on a relevé 32 mm au pluviomètre en une heure –, six ouvriers perdent la vie au cours d'une crue brutale de la Semois qui les emporte.				
Décembre 1952	Parmi les crues les plus importantes au pont de Seraing de 1926 à 1961 (Fraiture, 1961) et parmi les très fortes crues à Visé (Verestraeten, 1970).				
29 mai 1956	Suite à un violent orage, de graves inondations entraînent la mort de quelques personnes et causent d'importants dégâts dans la région de Verviers, en particulier à Dison.	X	X	X	X
20 février 1957	Suite aux précipitations – parfois orageuses – vers le milieu du mois, de nombreux cours d'eau subissent une crue, suivie d'inondations dans plusieurs régions du pays.	X	X	X	X
30 septembre	La dernière décade de septembre est très arrosée. Cela entraîne une crue généralisée des cours d'eau.	X	X	X	X

Nom/Date Événement	Description de l'événement d'inondation	DHI ESCAUT	DHI MEUSE	DHI RHIN	DHI SEINE
1957					
Automne - Hiver 1960	Série d'inondations localisées dans le centre du pays en septembre, dans le bassin inférieur de l'Escaut en octobre et parmi les plus fortes crues enregistrées à Visé en décembre		X	X	
30 janvier 1961	Il pleut beaucoup en cette fin de mois de janvier. En particulier, le 30 au sud du Sambre-et-Meuse, la moitié des stations relève des cours pluviométriques supérieurs à 40 mm. Dans cette région, les pluies abondantes, accompagnées d'une fusion rapide du sol gelé, conduisent à une brusque crue des cours d'eau, suivie d'inondations généralisées qui prennent des proportions particulièremment graves dans les vallées de la Sambre et de la Meuse. Pendant ce temps, l'hiver particulièrement pluvieux, la Meuse est en régime de crue pratiquement interrompu depuis fin 1960. Une inondation a lieu, qui, sans les travaux du déversoir, aurait pu être catastrophique dans la région liégeoise. La Meuse déborde de son lit en divers endroits, comme entre Namur et Andenne où les écluses sont noyées. La Sambre et l'Ourthe débordent également.			X	X
Février 1962	Les pluies dépassent 40 mm en nombreux endroits : 42 mm à Rochefort, 48 mm à Thimister, 58 mm à Forges (Chimay), 73 mm à Bihain (Nielblom), 82 mm à Robernville (Wameis)... Les pluies abondantes tombées entre le 12 et le 15 février conduisent à des inondations en plusieurs endroits plus particulièrement dans le sud du pays.			X	X
Novembre 1964	Entre le 13 et le 17 novembre, il pleut beaucoup dans le pays. Le 16, on relève jusqu'à 79 mm à Membrie (Tressé-sur-Semois). Les cours d'eau sont en crue dans tout le pays et des inondations se produisent en plusieurs endroits.				X
10 janvier 1965	D'abondantes chutes de pluie à la fin du mois de décembre, associées avec la fonte d'une couche de neige, entraînent une crue générale des cours d'eau et d'assez graves inondations en basse	X	X	X	
9 décembre 1965	Il pleut beaucoup dans le pays au cours du mois. Le 9, une cote de 78 mm est observée à Paliseul. Ces pluies conduisent à d'assez graves inondations dans diverses régions du pays.				X
Novembre- Décembre 1966	Les pluies persistantes qui marquent la seconde moitié du mois entraînent une crue assez généralisée des cours d'eau, suivie d'inondations au début du mois suivant, principalement en basse Belgique en ce début janvier 1965.		X	X	
26 août 1971	De fortes pluies consécutives à un orage violent provoquent un torrent de boue qui enlève une centaine de maisons dans la vallée du Geer. A Visé, le pluviomètre recueille 74 mm d'eau en une journée.			X	
Février 1977	Les pluies abondantes des premières et deuxième décades du mois, associées à la fonte rapide d'une épaisse couche de neige, provoquent dans l'est et le sud du pays la crue des cours d'eau et des inondations dans ces régions.		X	X	X
été 1977	Inondations de la vallée de l'Ourthe du 16/05/1977. A la suite d'un violent orage, on mesure une cote de 75 mm au pluviomètre à Andervaux (Sambreville). Plusieurs stations relèvent des totaux supérieurs à 40 mm, ce qui conduit à des inondations assez graves dans la Basse Sambre ainsi que dans la vallée de l'Ourthe. Inondations des 12-13/07/1977 dans la province de Namur			X	X
21 juillet 1980	L'abondance des précipitations de la fin juillet et des deux premiers jours de juillet avaient déterminé une première crue des rivières de haute Belgique, suivie d'inondations. C'est toutefois le caractère généralisé des cours d'eau de 40 mm les 19 et 20 juillet qui est la cause d'une crue rapide de toutes les rivières du pays du 20 au 21, crue suivie d'inondations catastrophiques et d'une interruption de la navigation sur la Meuse.			X	X
Janvier - Février 1984	De fortes précipitations ont sauvé le sol et gonflé les eaux de la Meuse et de ses affluents. Une tempête porte encore plus haute leur niveau les 6 et 7 février. Sautin (1989), qui décrit cette crue, la classe dans les crues d'intensité scénaristique.			X	X
24 août 1987	Crue de l'Ourthe de 1984. Dans le bassin de la Bièvre, des orages violents provoquent en soirée de catastrophiques inondations dans le centre de Gérimont et dans les villages voisins d'Arcoz et de Bouffignies (Châtelot). L'afflux d'eau très rapide cause des dégâts matériels considérables et, malheureusement, la mort de trois personnes âgées.			X	
1er septembre 1987	Dégâts provoqués par les inondations dues aux trombes d'eau du 01/09/1987 dans plusieurs communes des provinces de Liège et Luxembourg.			X	
Décembre 1991	Crue de l'Ourthe de 1991. Depuis le 16 décembre, il pleut beaucoup dans le pays, surtout en Ardennne. Le 21, de nombreuses crues pluviométriques de plus de 40 mm sont relevées (jusqu'à 94 mm à Eiernborn, sur la commune de Bütgenbach). Elles vont provoquer des inondations qui perturberont le réveillon de Noël en plusieurs endroits.			X	X

ANNEXE B

*Dimensionnement d'un ouvrage de
rétention (Méthode rationnelle, GTI)*

Dimensionnement d'un ouvrage de rétention
Méthode "rationnelle"
version 2019_06_07

J'ai vérifié que la présente fiche de calcul correspond bien à la **dernière version disponible** sur le site internet du Service public de Wallonie.

Je déclare avoir **lu et compris** le guide technique qui accompagne la présente feuille de calcul.



Guide technique

Ville ou Commune : **ANDENNE**

Surfaces en fonction de l'occupation du sol

	coeff. ruiss. [-]	surface [m²]	surface pondér. [m²]	(notes facultatives)
forêts, bois,...	0,05	250300	12515	
prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs,...	0,15	18100	2715	
champs cultivés, landes, broussailles, toitures vertes >10cm, cimetières, dalles empierrement,...	0,25	115500	28875	
dalles gazon	0,4	0		
terres battues, chemins de terre,...	0,5	2100	1050	
pavés à joints écartés, pavés drainants,...	0,7	0		
allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés,...	0,9	0		
toitures, routes, plans d'eau,...	1	10900	10900	
autre (à justifier)				
autre (à justifier)				
autre (à justifier)				
autre (à justifier)				

coeff. ruiss. moyen et surface totale **0,141** **396900**

Je confirme que le tableau ci-dessus reprend bien, en plus des surfaces affectées par le projet dont le coefficient de ruissellement après travaux est supérieur à celui d'une prairie, tous les terrains dont les eaux sont interceptées et passent par l'ouvrage de rétention à dimensionner.

Débit de fuite admissible	5	l/s/ha
Période de récurrence	200 ans	

RESULTATS :

Intensité de la pluie de référence	256,7	l/s/ha
Durée de la pluie de référence	30	min
Débit entrant dans le bassin	1438,75	l/s
Débit de vidange total autorisé	198,45	l/s

Volume d'eau à maîtriser **2233** **m³**

Fait à Noville-les-Bois, le 13 / 07 / 2022

Titre et nom : GAULE David, Ir Hydrogéologue AQUALE srl

Signature :

ANNEXE C

*Statistiques de précipitation extrêmes
pour la commune d'Andenne
(1991 – 2020)*

Statistiques des précipitations extrêmes des communes belges

Andenne (INS 92003)

1. Niveau de retour estimé pour une durée de précipitations de 10 minutes à 30 jours (lignes) et une période de retour de 2 à 200 années (colonnes). Unités : mm.

Durée	Période de retour (années)											
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	75	100	200
10 min	7.6	10.9	13.4	14.9	16.0	16.9	17.7	18.9	19.9	21.7	23.0	26.5
20 min	11.0	15.8	19.3	21.5	23.1	24.4	25.5	27.2	28.6	31.2	33.2	38.1
30 min	13.0	18.9	23.2	25.9	27.9	29.4	30.8	32.9	34.6	37.8	40.1	46.2
1 h	16.1	22.6	27.4	30.3	32.4	34.1	35.5	37.8	39.7	43.2	45.7	52.3
2 h	19.3	26.6	32.0	35.3	37.7	39.6	41.2	43.8	45.8	49.7	52.6	59.9
3 h	21.4	29.4	35.4	39.0	41.6	43.7	45.5	48.3	50.6	54.8	57.9	66.0
6 h	25.8	34.1	40.2	44.0	46.7	48.8	50.6	53.5	55.8	60.1	63.3	71.5
12 h	31.5	41.4	48.7	53.2	56.4	58.9	61.1	64.5	67.2	72.4	76.2	85.8
1 j	38.7	50.2	58.4	63.3	66.8	69.6	71.9	75.7	78.6	84.1	88.0	98.1
2 j	49.2	62.9	72.5	78.2	82.2	85.4	88.0	92.1	95.4	101.5	105.8	116.7
3 j	52.4	67.0	77.1	82.9	87.1	90.4	93.1	97.3	100.7	106.8	111.2	122.1
4 j	56.9	72.5	83.2	89.3	93.7	97.1	99.9	104.3	107.8	114.1	118.6	129.7
5 j	64.6	81.4	92.9	99.5	104.2	107.8	110.7	115.4	119.1	125.7	130.5	142.1
7 j	74.4	92.7	105.0	112.0	116.9	120.7	123.8	128.8	132.6	139.5	144.5	156.4
10 j	88.6	109.2	122.9	130.7	136.1	140.3	143.7	149.1	153.2	160.7	166.1	178.9
15 j	107.3	131.4	147.1	156.0	162.1	166.9	170.7	176.7	181.3	189.7	195.6	209.7
20 j	125.0	153.1	171.3	181.4	188.4	193.8	198.2	205.0	210.2	219.7	226.3	242.0
25 j	133.3	163.2	182.4	193.0	200.4	206.0	210.5	217.6	223.1	232.8	239.7	255.9
30 j	155.8	187.8	208.3	219.6	227.3	233.3	238.1	245.6	251.3	261.5	268.7	285.6

2. Niveau de retour estimé et écart-type de l'estimation pour une durée de précipitations de 10 minutes à 30 jours (lignes) et une période de retour de 2 à 200 années (colonnes). Unités : mm.

Durée	Période de retour (années)											
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	75	100	200
10 min	7.6	10.9	13.4	14.9	16.0	16.9	17.7	18.9	19.9	21.7	23.0	26.5
	0.2	0.3	0.5	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	1.7	1.9	2.7
20 min	11.0	15.8	19.3	21.5	23.1	24.4	25.5	27.2	28.6	31.2	33.2	38.1
	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.4	1.6	1.8	2.3	2.6	3.6
30 min	13.0	18.9	23.2	25.9	27.9	29.4	30.8	32.9	34.6	37.8	40.1	46.2
	0.4	0.6	0.8	1.0	1.1	1.3	1.4	1.6	1.8	2.1	2.4	3.2
1 h	16.1	22.6	27.4	30.3	32.4	34.1	35.5	37.8	39.7	43.2	45.7	52.3
	0.4	0.7	1.0	1.3	1.5	1.7	1.8	2.1	2.4	2.9	3.3	4.5
2 h	19.3	26.6	32.0	35.3	37.7	39.6	41.2	43.8	45.8	49.7	52.6	59.9
	0.5	0.8	1.2	1.4	1.7	1.9	2.1	2.4	2.7	3.3	3.7	5.1
3 h	21.4	29.4	35.4	39.0	41.6	43.7	45.5	48.3	50.6	54.8	57.9	66.0
	0.6	0.9	1.2	1.5	1.7	1.9	2.1	2.4	2.6	3.1	3.6	4.8
6 h	25.8	34.1	40.2	44.0	46.7	48.8	50.6	53.5	55.8	60.1	63.3	71.5
	0.7	1.0	1.3	1.7	2.0	2.2	2.4	2.9	3.2	4.0	4.6	6.3
12 h	31.5	41.4	48.7	53.2	56.4	58.9	61.1	64.5	67.2	72.4	76.2	85.8
	1.0	1.3	1.8	2.3	2.6	3.0	3.3	3.8	4.3	5.2	6.0	8.2
1 j	38.7	50.2	58.4	63.3	66.8	69.6	71.9	75.7	78.6	84.1	88.0	98.1
	1.0	1.3	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	2.9	3.4	3.8	4.9
2 j	49.2	62.9	72.5	78.2	82.2	85.4	88.0	92.1	95.4	101.5	105.8	116.7
	1.5	2.0	2.7	3.2	3.6	3.9	4.2	4.7	5.2	6.0	6.7	8.6
3 j	52.4	67.0	77.1	82.9	87.1	90.4	93.1	97.3	100.7	106.8	111.2	122.1
	1.8	2.4	3.1	3.6	4.0	4.4	4.7	5.2	5.6	6.5	7.1	8.9
4 j	56.9	72.5	83.2	89.3	93.7	97.1	99.9	104.3	107.8	114.1	118.6	129.7
	2.0	2.6	3.2	3.6	3.9	4.2	4.4	4.9	5.2	5.9	6.4	7.9
5 j	64.6	81.4	92.9	99.5	104.2	107.8	110.7	115.4	119.1	125.7	130.5	142.1
	2.3	3.0	3.5	3.9	4.2	4.4	4.7	5.0	5.4	6.0	6.5	7.9
7 j	74.4	92.7	105.0	112.0	116.9	120.7	123.8	128.8	132.6	139.5	144.5	156.4
	2.8	3.4	3.9	4.2	4.5	4.7	4.9	5.2	5.5	6.0	6.4	7.6
10 j	88.6	109.2	122.9	130.7	136.1	140.3	143.7	149.1	153.2	160.7	166.1	178.9
	3.5	4.3	4.9	5.3	5.7	5.9	6.1	6.5	6.8	7.4	7.9	9.1
15 j	107.3	131.4	147.1	156.0	162.1	166.9	170.7	176.7	181.3	189.7	195.6	209.7
	4.2	5.2	5.8	6.2	6.4	6.6	6.8	7.0	7.3	7.7	8.0	8.8
20 j	125.0	153.1	171.3	181.4	188.4	193.8	198.2	205.0	210.2	219.7	226.3	242.0
	5.0	6.2	7.0	7.4	7.8	8.0	8.2	8.6	8.9	9.4	9.8	10.9
25 j	133.3	163.2	182.4	193.0	200.4	206.0	210.5	217.6	223.1	232.8	239.7	255.9
	5.6	7.0	8.1	8.8	9.3	9.7	10.0	10.6	11.1	12.0	12.8	14.6
30 j	155.8	187.8	208.3	219.6	227.3	233.3	238.1	245.6	251.3	261.5	268.7	285.6
	6.2	7.7	9.1	9.9	10.6	11.2	11.6	12.4	13.1	14.3	15.3	17.8

3. Intervalle de confiance à 95% de la période de retour estimée pour une durée de précipitations de 10 minutes à 30 jours (lignes) et une période de retour de 2 à 200 années (colonnes). Unités : mm.

Durée	Période de retour (années)											
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	75	100	200
10 min	7.2	10.3	12.4	13.6	14.5	15.1	15.7	16.5	17.2	18.4	19.2	21.3
	8.0	11.6	14.4	16.3	17.6	18.7	19.7	21.2	22.5	25.0	26.8	31.8
20 min	10.4	14.8	17.9	19.7	20.9	21.9	22.7	24.0	25.0	26.8	28.0	31.1
	11.6	16.8	20.8	23.4	25.3	26.9	28.2	30.4	32.2	35.7	38.3	45.2
30 min	12.2	17.7	21.7	24.0	25.6	26.9	28.0	29.7	31.1	33.6	35.4	39.9
	13.7	20.0	24.8	27.9	30.1	32.0	33.5	36.0	38.0	41.9	44.9	52.5
1 h	15.3	21.2	25.4	27.8	29.5	30.9	31.9	33.7	35.0	37.5	39.2	43.4
	17.0	23.9	29.3	32.8	35.3	37.4	39.1	42.0	44.4	48.8	52.2	61.1
2 h	18.3	25.0	29.7	32.4	34.4	35.9	37.1	39.0	40.5	43.3	45.2	49.9
	20.3	28.2	34.3	38.1	41.0	43.3	45.3	48.5	51.1	56.1	59.9	69.8
3 h	20.2	27.7	33.0	36.1	38.3	40.0	41.4	43.7	45.4	48.6	51.0	56.6
	22.6	31.2	37.8	41.9	45.0	47.4	49.5	52.9	55.7	61.0	64.9	75.3
6 h	24.4	32.2	37.6	40.7	42.8	44.5	45.8	47.9	49.5	52.4	54.4	59.2
	27.2	36.0	42.9	47.2	50.5	53.1	55.4	59.1	62.1	67.9	72.3	83.8
12 h	29.6	38.8	45.2	48.7	51.2	53.1	54.6	57.0	58.8	62.1	64.4	69.7
	33.4	44.0	52.3	57.6	61.5	64.8	67.5	72.0	75.6	82.7	88.0	102.0
1 j	36.8	47.7	55.3	59.7	62.8	65.3	67.3	70.4	72.8	77.3	80.5	88.4
	40.7	52.6	61.5	66.9	70.9	74.0	76.6	80.9	84.3	90.8	95.5	107.7
2 j	46.3	58.9	67.3	72.0	75.2	77.7	79.7	82.9	85.3	89.6	92.7	99.9
	52.0	66.8	77.7	84.4	89.2	93.0	96.2	101.4	105.5	113.3	119.0	133.4
3 j	48.9	62.2	71.0	75.8	79.2	81.8	83.9	87.1	89.6	94.1	97.2	104.7
	55.8	71.7	83.2	90.1	95.1	99.0	102.3	107.5	111.7	119.5	125.2	139.5
4 j	52.9	67.4	76.9	82.3	86.0	88.9	91.2	94.8	97.6	102.5	106.0	114.3
	60.9	77.6	89.4	96.4	101.4	105.3	108.6	113.8	117.9	125.6	131.2	145.1
5 j	60.0	75.7	86.1	91.9	96.0	99.1	101.6	105.5	108.5	113.9	117.7	126.7
	69.2	87.2	99.8	107.1	112.4	116.5	119.9	125.3	129.6	137.5	143.2	157.5
7 j	69.0	86.1	97.4	103.8	108.2	111.6	114.3	118.6	121.9	127.7	131.8	141.6
	79.9	99.3	112.5	120.2	125.6	129.9	133.4	138.9	143.3	151.3	157.1	171.3
10 j	81.8	100.8	113.3	120.2	125.0	128.7	131.7	136.3	139.9	146.2	150.6	161.0
	95.4	117.7	132.6	141.2	147.2	151.9	155.7	161.8	166.6	175.3	181.5	196.8
15 j	99.0	121.2	135.8	143.9	149.5	153.9	157.4	162.9	167.1	174.7	180.0	192.5
	115.6	141.6	158.5	168.1	174.7	179.8	184.0	190.5	195.6	204.7	211.2	226.8
20 j	115.1	140.9	157.6	166.8	173.2	178.1	182.1	188.2	192.9	201.3	207.1	220.7
	134.9	165.3	185.0	196.0	203.6	209.5	214.3	221.8	227.6	238.1	245.5	263.3
25 j	122.3	149.4	166.5	175.8	182.2	187.0	190.9	196.8	201.3	209.2	214.7	227.2
	144.3	176.9	198.2	210.2	218.5	225.0	230.2	238.5	244.9	256.4	264.7	284.5
30 j	143.7	172.6	190.5	200.1	206.6	211.4	215.3	221.2	225.7	233.5	238.8	250.8
	167.9	203.0	226.0	239.0	248.1	255.2	260.9	269.9	276.9	289.6	298.6	320.4

4. Estimation des coefficients de Montana.

Formule de Montana : intensité[mm/h] = $a \cdot \text{durée[min]}^{-b}$ pour une plage de durées

a_1, b_1 : durées < 25 min

a_2, b_2 : durées entre 25 min et 6000 min (= 100 h)

a_3, b_3 : durées > 6000 min (= 100 h)

Période de retour (années)	a_1	b_1	a_2	b_2	a_3	b_3
2	136.1	0.4737	297.9	0.7171	52.2	0.5170
5	194.8	0.4729	461.7	0.7410	78.1	0.5367
10	237.5	0.4700	593.1	0.7544	101.4	0.5513
15	262.9	0.4678	676.5	0.7614	117.2	0.5599
20	281.3	0.4660	739.3	0.7662	129.6	0.5660
25	295.9	0.4646	790.2	0.7698	139.9	0.5708
30	307.9	0.4634	833.4	0.7727	148.9	0.5747
40	327.4	0.4613	904.6	0.7771	164.1	0.5809
50	342.7	0.4597	962.6	0.7805	176.8	0.5857
75	371.5	0.4566	1074.4	0.7866	202.2	0.5946
100	392.5	0.4543	1159.2	0.7908	222.2	0.6009
200	445.5	0.4485	1384.1	0.8008	278.2	0.6163

Références

Van de Vyver, H. (2012). Spatial regression models for extreme precipitation in Belgium, Water Resour. Res., 48, W09549, doi :10.1029/2011WR011707.

Van de Vyver, H. (2013). Practical return level mapping for extreme precipitation in Belgium, RMI scientific and technical publication 062, 30 pages.

Disclaimer

Tous les droits de propriété intellectuelle ayant trait aux données reprises dans les tableaux, textes et graphiques, sont la propriété exclusive de l'IRM.

La mise à disposition publique sur le site internet de l'IRM ne donne pas lieu ou n'a pas pour conséquence un quelconque transfert ou cession de ces droits.

En cas de publication contenant ces données, l'Utilisateur s'engage à mentionner l'IRM comme source.

L'Utilisateur s'engage à ne pas produire ou distribuer de services météorologiques à valeur ajoutée basés sur les données contenues dans les tableaux, textes et graphiques.

L'IRM décline toute responsabilité quant aux conséquences éventuelles de l'utilisation des données par l'Utilisateur.

En cas de litige découlant de l'interprétation ou de l'exécution des présentes conditions particulières, les parties s'engagent à rechercher de bonne foi une solution amiable.

A défaut, les tribunaux de Bruxelles sont compétents.