



DDT DU TERRITOIRE DE BELFORT

Révision - extension du plan de
prévention du risque inondation
de la Savoureuse

Rapport – Etablissement des cartes d'aléas

41090 | octobre 2023 | MZO/ARQ



setec
hydratec





1, Rue de la Course
67000 STRASBOURG
Email : hydratec.strasbourg@hydra.setec.fr
T : 03 88 75 54 36

Directeur d'affaire : M. Trautmann
Responsable d'affaire : Q. Araud
N°affaire : 41090
Fichier : 41090_RAP_TO2.docx

Version	Date	Etabli par	Vérfié par	Nb pages	Observations / Visa
1	07/11/2022	MZO	ARQ	13	1° envoi
2	28/06/2023	MZO	ARQ	13	Mise à jour des hauteurs d'eau de la méthode topographique
3	02/10/2023	MZO		17	Précision sur méthode arrière digue

TABLE DES MATIÈRES

1	OBJET DU PRESENT DOCUMENT	7
2	DETERMINATION DE L'ALEA SUR LES SECTEURS NON MODELISES	8
2.1	Détermination de l'aléa par hydrogéomorphologie	8
2.2	Détermination de l'aléa par la méthode topographique	9
2.3	Conclusion	12
3	DETERMINATION DE L'ALEA PAR MODELISATION HYDRAULIQUE.....	13
4	BANDE ARRIERE DIGUE	14

ANNEXES

Annexe 1 Cartographie des vitesses

Annexe 2 Cartographie des aléas

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Profils en travers utilisés pour la méthode topographiques sur la Savoureuse	10
Figure 2 : enveloppe sur la Savoureuse	11
Figure 3 : définition de la bande arrière-digue	14
Figure 4 : largeur minimale en fonction de la hauteur du système d'endiguement	14
Figure 5 : localisation PL1 et PL2	16
Figure 6 : localisation de PL3amont, PL3aval, PL5 et PL6	17
Tableau 1 : hypothèses de hauteur d'eau constante sur les différents tronçons	9
Tableau 2 : classes d'aléa	13
Tableau 3 : caractéristiques des bandes arrière-digue	17

1 OBJET DU PRESENT DOCUMENT

Le présent rapport traite de la réalisation des cartes d'aléa sur la zone d'étude et de l'analyse de l'hydrogéomorphologie (tranche optionnelle 2).

La détermination de l'aléa sur la zone d'étude (26 communes) est faite selon deux méthodes :

- Sur la partie amont du modèle hydraulique (Auxelles-le-bas, Auxelles-le-haut, Giromagny, LaChapelle-sous-Chaux, Lepuix, Riervescemont, Rougegoutte, Vescemont), une analyse hydrogéomorphologique permettra de déterminer l'étendue maximale de la crue.
- Sur la partie aval (21 communes), la modélisation hydraulique permettra de déterminer les hauteurs et les vitesses atteintes pour la crue de référence et donc d'en déduire l'aléa.

2 DETERMINATION DE L'ALEA SUR LES SECTEURS NON MODELISES

2.1 DETERMINATION DE L'ALEA PAR HYDROGEOMORPHOLOGIE

L'analyse hydrogéomorphologique a fait l'objet d'un rapport complet. Le paragraphe résume les principaux points de ce rapport.

L'étude hydrogéomorphologique concerne les cours d'eau de la Savoureuse, du Rhône et de la Rosemontoise de leur source jusqu'aux stations hydrométriques de Giromagny, LaChapelle-sous-Chaux et Rougegoutte.

Pour rappel, l'analyse hydrogéomorphologique permet de définir le lit d'extension maximale (crue millénaire) et si les données le permettent, le lit majeur des crues de type centennale. Trois critères sont étudiés : morphologie, géologie et occupation des sols.

L'étude de la morphologie permet de déterminer d'une part les **unités actives** :

- Le lit mineur, normalement bien délimité par des berges abruptes ;
- Le lit moyen, avec une topographie irrégulière (bourrelets et chenaux de crue), régulièrement occupé par les hautes eaux (espace inondé par les crues fréquentes, soient annuelles à décennales en général) ;
- Le lit majeur, le plus large, avec des caractéristiques morphologiques plus simples liées uniquement à la sédimentation des matières en suspension ; il est inondable pour les crues rares à exceptionnelles (jusqu'à une période de retour 100 ans) ;
- Le lit majeur exceptionnel, qui correspond au niveau le plus haut si le lit majeur est constitué de plusieurs niveaux alluviaux, moins fréquemment inondable ; lié à une évolution morphodynamique du cours d'eau comprenant des processus de sédimentation et d'incision.

Ces différents niveaux alluviaux sont délimités par des talus.

L'analyse de la morphologie permet aussi de localiser les structures géomorphologiques secondaires, ou **éléments fonctionnels**, qui sont les manifestations de l'hydrodynamisme tels que les chenaux, axes de crue, bras de décharge, cônes de déjection, dépressions dans le lit majeur, érosions de berges, atterrissements...

Ensuite, l'analyse géologique permet de déterminer l'encaissant, le rôle des terrasses alluviales, le rôle des colluvions et les zones éventuelles de ruissellement latéral permettant de confirmer les limites du lit majeur.

La plaine alluviale actuelle est formée des alluvions déposées à partir de l'Holocène (*Fz*). Au sein de la plaine, la nature de ces formations dépend de la compétence du courant et varie suivant le profil transversal de la vallée. Ainsi, le lit majeur sera constitué de particules fines (limons, sables, argiles), alors que le lit moyen, parcouru par des courants plus dynamiques, sera caractérisé par des éléments plus grossiers sablo-graveleux.

Les alluvions *Fy* datant du Würm peuvent ou non, suivant les cas, faire partie de la plaine alluviale.

La nature des roches des versants peut également être ainsi connue, permettant de caractériser l'encaissant, et la présence de colluvions, pouvant masquer la limite entre l'encaissant et la plaine alluviale en pied de versant, peut être détectée.

Enfin, l'occupation du sol permet d'identifier par exemple les habitations situées en général hors eau, les digues, les ponts, les seuils... tous ces éléments peuvent influencer sur les écoulements des eaux en crue.

La carte des aléas est établie sur la base de l'analyse hydrogéomorphologique, de l'interprétation des photos aériennes et du cadastre (identifications d'anciens lits non visibles par photo-interprétation). Ces derniers ont permis de tracer un contour autour du lit mineur des différents cours d'eau, sur lesquels les inondations sont supposées fréquentes et avec des vitesses importantes. Un aléa fort est affecté sur ce lit et ce tracé. Le lit majeur est quant à lui classé en aléa moyen - les hauteurs de submersion et les vitesses d'écoulement restant modérées. Le lit majeur exceptionnel est classé quant à lui en aléa faible.

2.2 DETERMINATION DE L'ALEA PAR LA METHODE TOPOGRAPHIQUE

Afin de compléter la méthode hydrogéomorphologique sur l'amont des cours d'eau concernés, une analyse complémentaire a été réalisée en utilisant la méthode topographique. Cette analyse a fait l'objet d'un rapport distinct. Le présent paragraphe reprend les principales lignes de ce rapport.

La méthode topographique se base sur une hypothèse simplificatrice : on considère qu'en crue centennale, la hauteur d'eau dans le ruisseau est constante. La cartographie est ainsi déterminée en projetant la cote d'eau ainsi obtenue sur le MNT du bassin versant.

La cartographie des zones inondables par la méthode topographique a été réalisée grâce au logiciel Global Mapper.

La cote de fond a été mesurée, grâce au modèle numérique de terrain fourni, au niveau de profils en travers placés de manière à suivre le tracé et la pente de la vallée, tel que sur la Figure 1.

Une interpolation des profils a ensuite été réalisée, via Global Mapper, créant ainsi un plan suivant la pente du bief, translatée d'une hauteur constante. Différentes hypothèses de hauteurs ont été faites pour les différents cours d'eau, fonction de leurs caractéristiques géométriques.

Tableau 1 : hypothèses de hauteur d'eau constante sur les différents tronçons

Cours d'eau	Savoureuse	Rhône	Rosemontoise
Hauteur d'eau à projeter (m)	3	1.25	2.1

Légende
— PT Savoureuse
— Cours d'eau

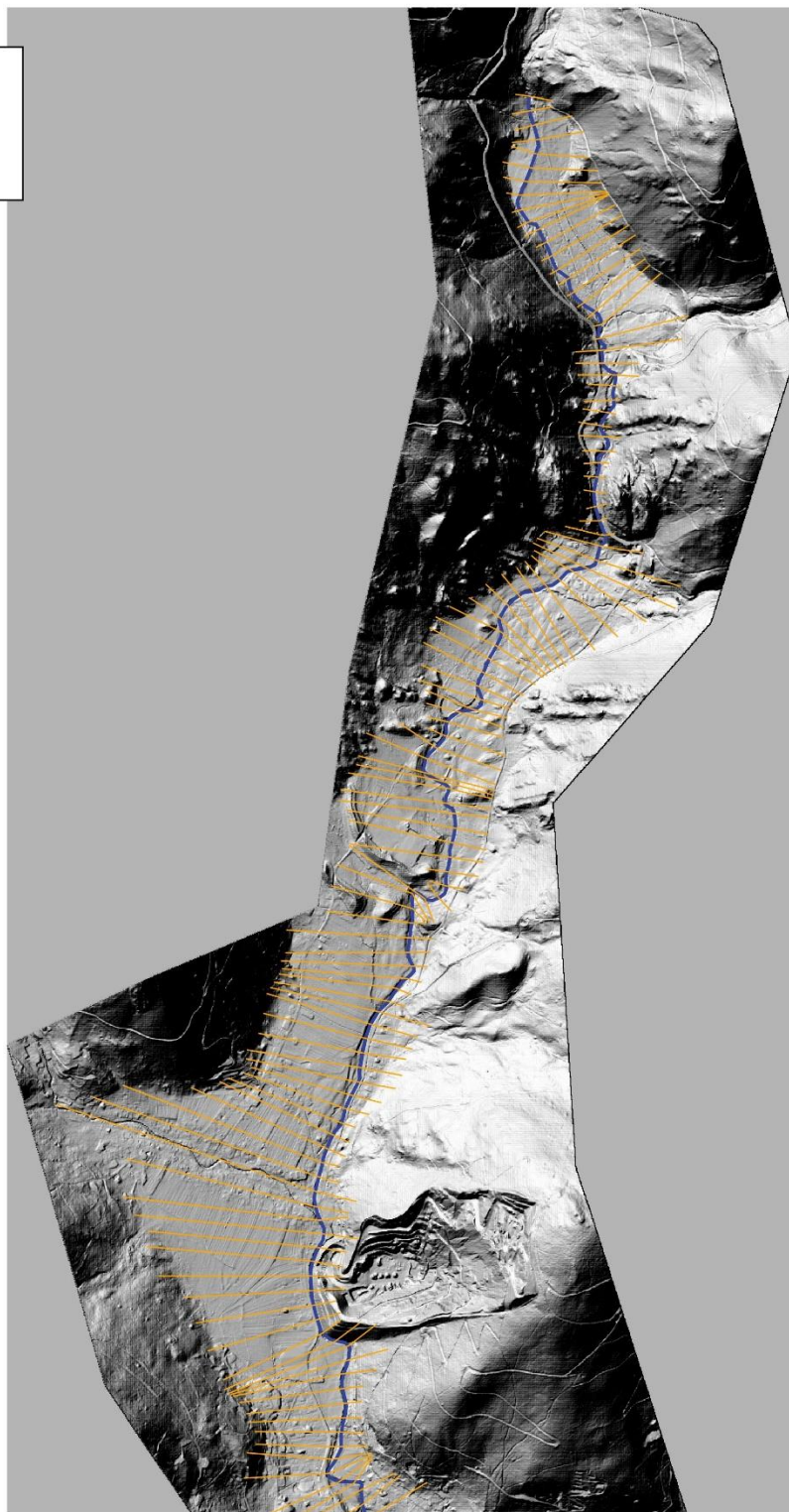


Figure 1 : Profils en travers utilisés pour la méthode topographiques sur la Savoureuse

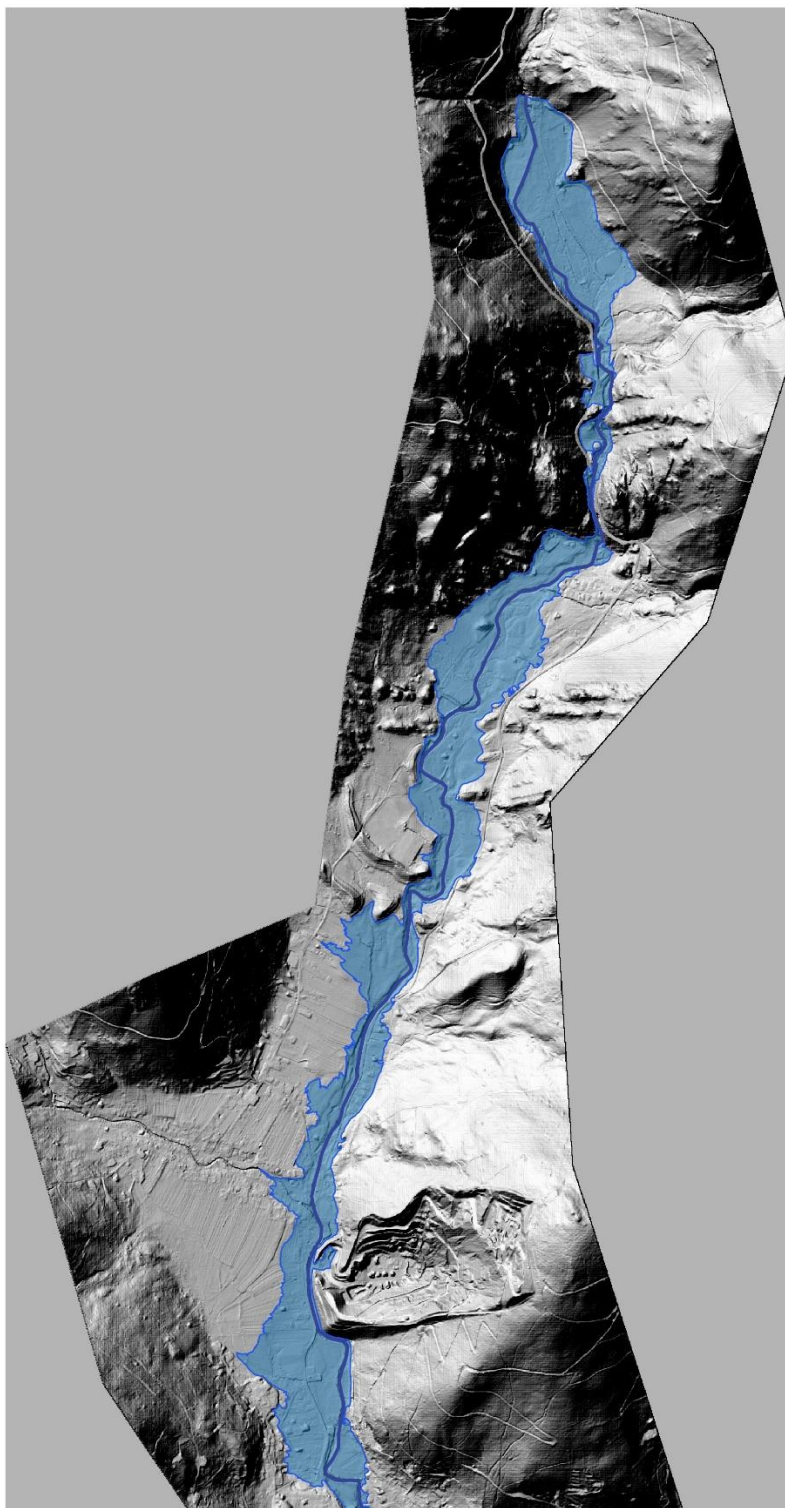
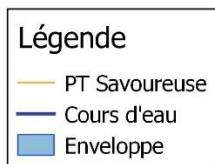


Figure 2 : enveloppe sur la Savoureuse

Les hypothèses ont ensuite été validées afin de confirmer la hauteur d'eau choisie. Cette validation est réalisée à partir d'un calcul rapide de la hauteur d'eau atteinte par une loi Strickler et des caractéristiques géométriques du fond de vallée au droit du profil.

2.3 CONCLUSION

Sur ces secteurs amont non modélisés, l'aléa retenu est donc le suivant :

- Aléa faible : lit majeur exceptionnel défini selon la méthode hydrogéomorphologique et zone inondable définie selon la méthode topographique et située en dehors de la zone inondable hydrogéomorphologique ;
- Aléa moyen : lit majeur défini selon la méthode hydrogéomorphologique ;
- Aléa fort : lit moyen de l'analyse hydrogéomorphologique.

3 DETERMINATION DE L'ALEA PAR MODELISATION HYDRAULIQUE

Sur les 21 communes concernées par le modèle hydraulique, l'aléa est déterminé à partir des hauteurs d'eau et des vitesses estimées pour la crue de référence. Pour rappel, la crue de référence sur le secteur d'étude est le maximum de 3 simulations modélisées :

- Situation S1 : hydrologie de février 1990 sur la Savoureuse car crue centennale sur ce cours d'eau et topographie actuelle avec digues effacées sauf la PL3 à Montbéliard ;
- Situation S2 : crue centennale sur le Rhône et la Rosemontoise avec topographie actuelle et digues effacées sauf la PL3 à Montbéliard ;
- Situation S3 : hydrologie de février 1990 sur la Savoureuse car crue centennale sur ce cours d'eau et topographie actuelle avec digues effacées dont la PL3 à Montbéliard.

Conformément à l'article R.562-11-4 du code de l'environnement, l'aléa de référence est qualifié et représenté de manière cartographique, selon au maximum quatre niveaux : « faible », « moyen », « fort », « très fort » en fonction de la hauteur d'eau ainsi que de la dynamique des crues liée à une combinaison de la vitesse d'écoulement de l'eau et de la vitesse des montées des eaux. Le tableau suivant caractérise ces classes d'aléa.

<i>Hauteurs</i> <i>dynamique</i>	Dynamique lente ($V < 0,2m.s^{-1}$)	Dynamique moyenne ($0,2m.s^{-1} < V < 0,5m.s^{-1}$)	Dynamique rapide ($V > 0,5m.s^{-1}$)
$H < 0,50m$	Faible	Moyen	Fort
$0,50 m < H < 1m$	Moyen	Moyen	Fort
$1 m < H < 2 m$	Fort	Fort	très fort
$H > 2 m$	Très fort	Très fort	Très fort

Tableau 2 : classes d'aléa

Sur les cartes présentées en annexe, les iso-cotes sont également représentées tous les 50cm.

Enfin, il est indiqué pour chaque zone, quel est le facteur (vitesse ou hauteur d'eau) prépondérant qui a déterminé la classe d'aléa.

4 BANDE ARRIERE DIGUE

Plusieurs digues classées sont localisées sur le secteur d'étude, essentiellement sur le territoire du Doubs. Elles sont au nombre de 6. L'aléa déterminé par la modélisation hydraulique a été déterminé en effaçant ces digues.

Toutefois, afin de limiter le risque derrière ces digues, une bande de danger supplémentaire est déterminée. Cette bande est appelée « bande arrière-digue ». Sa largeur est calculée de la manière suivante selon les modalités d'application du décret n°2019-715 du juillet 5 juillet 2019 :

- La largeur de la bande de précaution est fixée à cent fois la différence entre la hauteur d'eau maximale qui serait atteinte à l'amont de l'ouvrage du fait de la survenance de l'aléa de référence et le terrain naturel immédiatement derrière lui, sans pouvoir être inférieure à 50 mètres ;

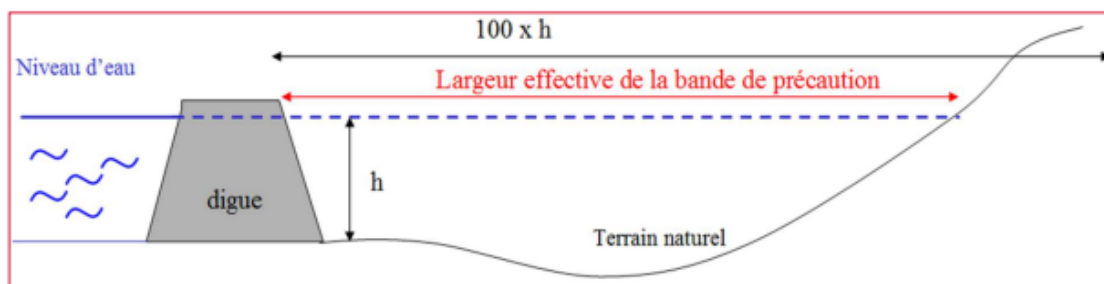


Figure 3 : définition de la bande arrière-digue

- Cette largeur peut être adaptée sur la base d'éléments techniques de l'ouvrage, elle ne peut toutefois être inférieure à une largeur minimale. Les éléments techniques sont par exemple des analyses et des justifications techniques tels qu'une étude de danger. Cette largeur minimale de cinquante mètre peut donc être ramenée à 33 fois la différence entre la hauteur d'eau maximale qui serait atteinte à l'amont de l'ouvrage du fait de la survenance de l'aléa de référence et le terrain naturel immédiatement derrière lui, sans pouvoir être inférieure à 10 mètres.

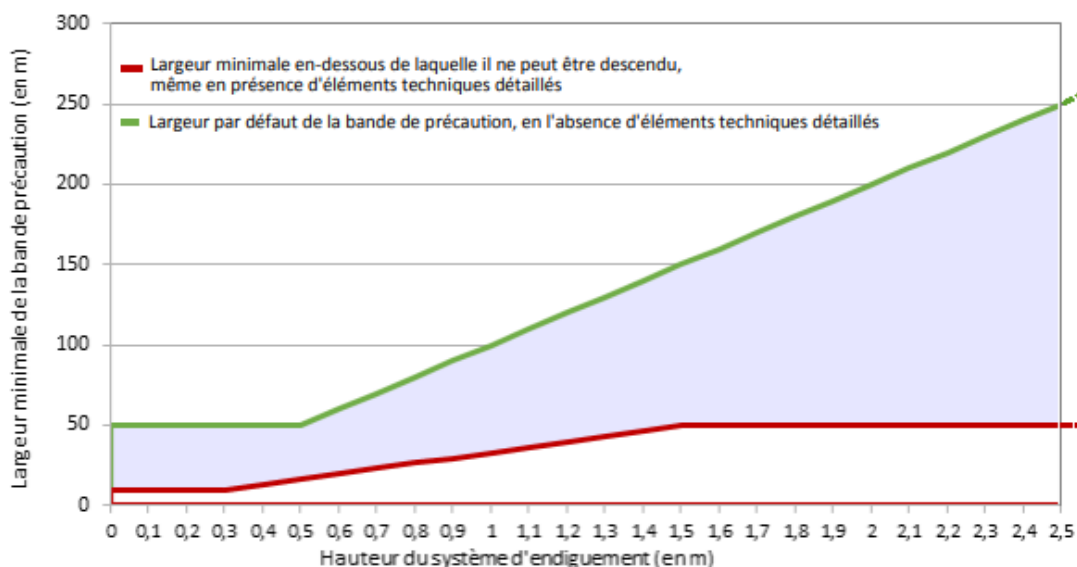


Figure 4 : largeur minimale en fonction de la hauteur du système d'endiguement

La hauteur du système d'endiguement correspond à la différence entre la hauteur d'eau maximale en amont du système d'endiguement et le terrain naturel situé derrière le système d'endiguement. Cette notion sera reprise dans la suite du rapport afin d'être cohérent avec les figures précédentes. La hauteur du système d'endiguement correspond en réalité à la charge sur la digue puisque c'est la différence entre la cote atteinte pour la crue de référence et le terrain naturel derrière la digue. Cette hauteur est donc différente de la hauteur physique du système d'endiguement correspondant à la différence entre la cote de la crête de la digue et le terrain naturel.

La largeur minimale de la bande de précaution, en dessous de laquelle il ne peut être descendu même en présence d'éléments techniques détaillés, est donc fixée à 50 mètres ou à 10 mètres dans quelques cas, sauf dans les cas où le terrain naturel atteint la cote NGF de la hauteur d'eau de l'aléa avant.

Les digues retenues sont donc :

- PL1 en rive droite de la Savoureuse sur la commune de Nommay, en amont de la rue de Dambenois ;
- PL2 en rive gauche de la Savoureuse sur la commune de Nommay, en amont de la rue de Dambenois ;
- PL3 amont en rive droite de la Savoureuse sur la commune de Vieux Charmont, en amont du pont de la rue de Brognart ;
- PL3 aval en rive droite de la Savoureuse sur la commune de Vieux Charmont de la rue de Brognard jusqu'à la confluence avec l'Allan ;
- PL5 en rive gauche de la Savoureuse sur la commune de Vieux Charmont, en amont de la rue de Brognart ;
- PL6 en rive gauche de la Savoureuse sur la commune de Vieux Charmont, en aval de la rue de Brognart.

D'après une note des DDT90 et 25, il a été choisi d'appliquer la méthode adaptée sur les digues PL1, PL2 et PL6 étant donné qu'elles ont une hauteur inférieure à 1.5m. Ce choix a été motivé par la présence d'une EDD sur ces systèmes d'endiguement quel qu'en soit les résultats.

Les figures suivantes permettent de localiser ces digues.

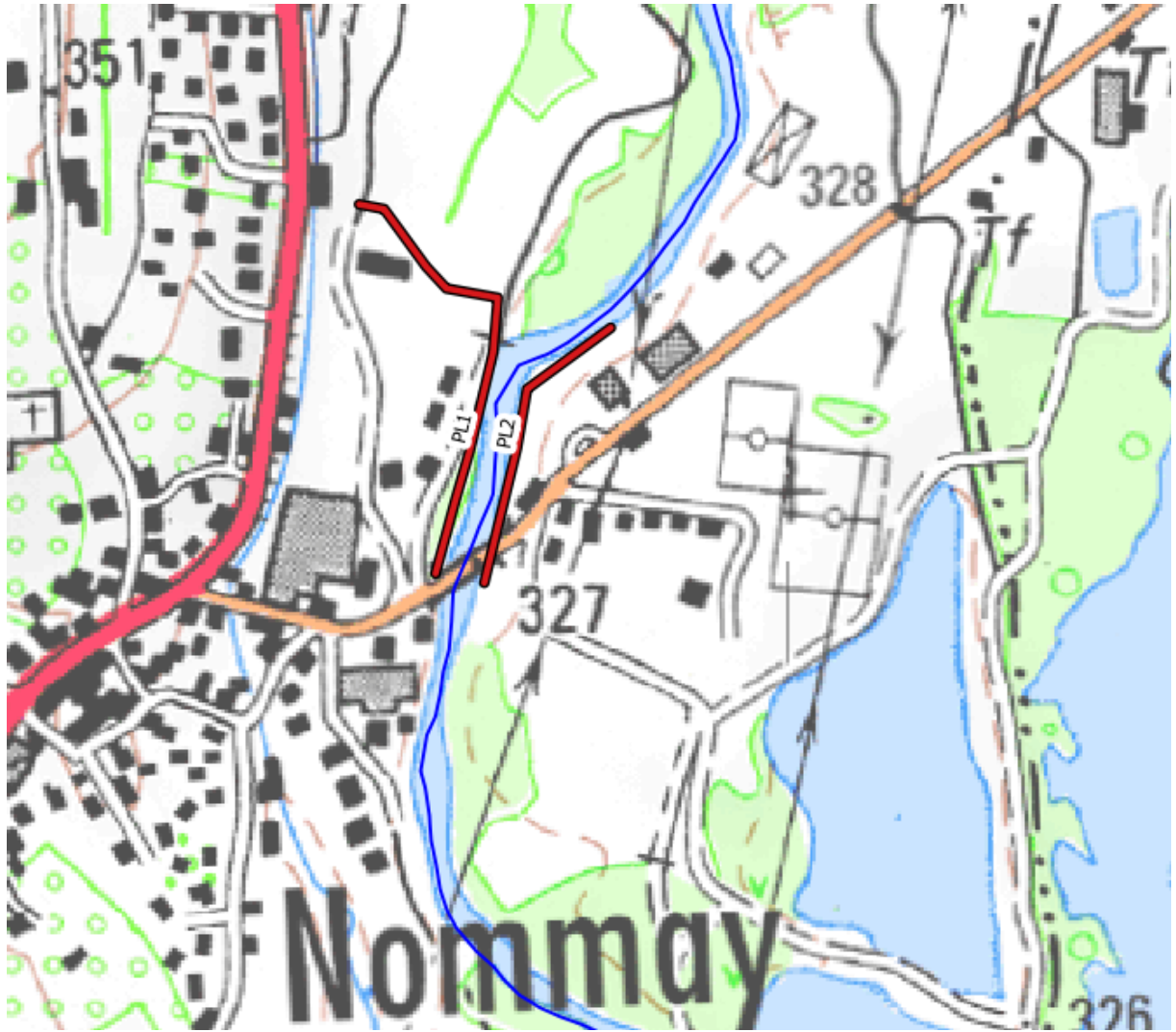


Figure 5 : localisation PL1 et PL2

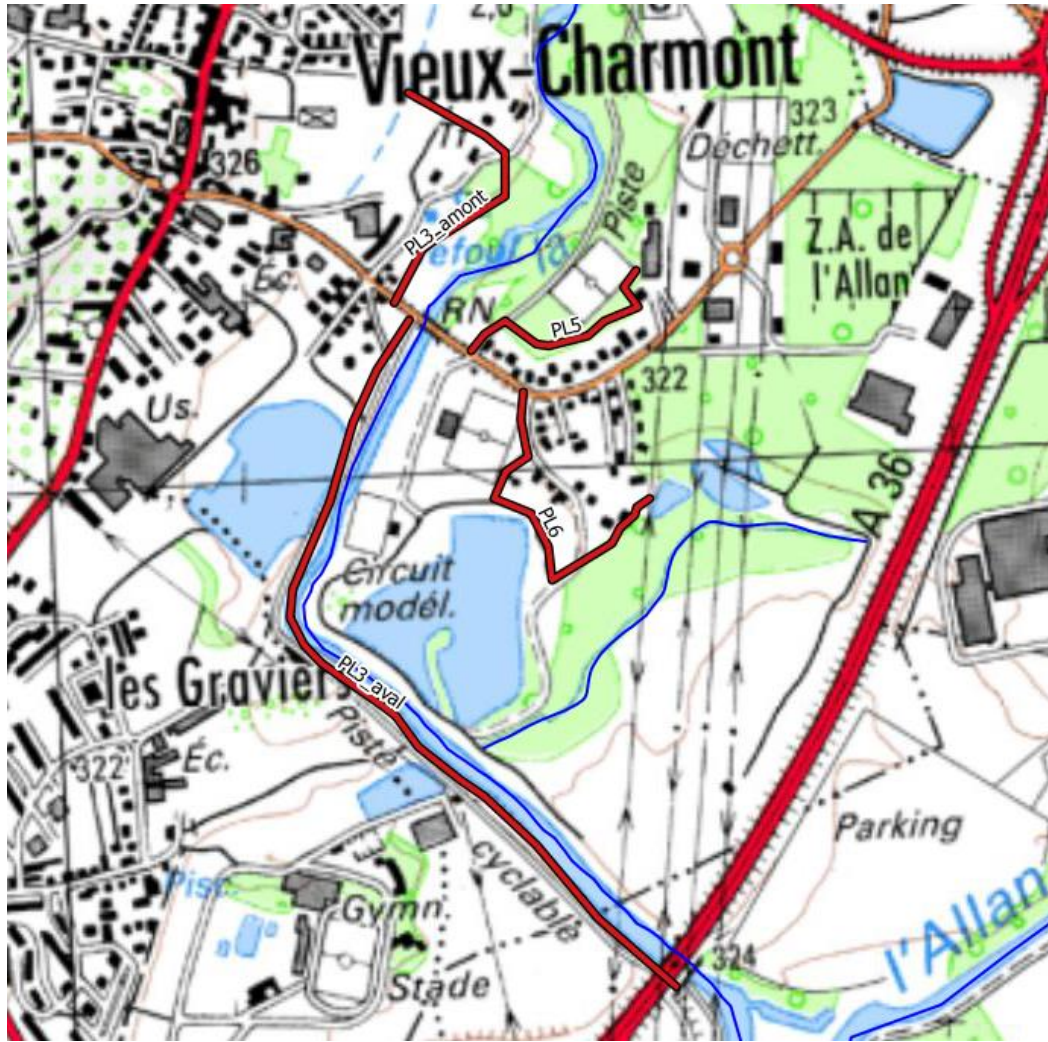


Figure 6 : localisation de PL3amont, PL3aval, PL5 et PL6

Le tableau suivant récapitule les hauteurs du système d'endiguement et de la largeur de la bande arrière-digue retenues pour chaque digue.

Digue	Hauteur du système d'endiguement (m) = charge sur la digue	Largeur maximale (m)	Largeur minimale (m) selon la méthode d'adaptation	Largeur retenue (m)
PL1	1.5	150	49.5	50 (arrondi)
PL2	1	100	33	33
PL3 amont	2	200	Non retenu	200
PL3 aval	2.5	250	Non retenu	250
PL5	2	200	Non retenu	200
PL6	1.5	150	49.5	50 (arrondi)

Tableau 3 : caractéristiques des bandes arrière-digue

Un aléa très fort est appliqué sur ces zones arrière digue.

ANNEXES

ANNEXE 1

CARTOGRAPHIE DES VITESSES

ANNEXE 2

CARTOGRAPHIE DES ALEAS