

Évaluation des incidences hydrauliques du projet de construction du magasin LIDL de Morez (Hauts-de-Bienne, 39)

Étude hydraulique



V₂, 23 mai 2024

Sommaire

Section 1 : Diagnostic de l'état initial	3
1. Hydrologie	5
1.1. Présentation du bassin	5
1.2. Données de la station de mesure de la Bienne à Morez	6
1.2.1. Hydrologie de crue	7
1.2.2. Hydrologie de basses et moyennes eaux	7
1.3. Transfert des débits à l'Évalude	7
2. Configuration du secteur - morphologie	9
3. Étude hydraulique, état initial	13
3.1. Base topographique	13
3.2. Montage du modèle	13
3.3. Présentation du modèle état initial	13
3.4. Calage du modèle	14
3.5. Résultats	14
3.5.1. Les enjeux	14
3.5.2. Les résultats	15
Synthèse du diagnostic en état initial	19
Section 2 : Projets d'aménagement et incidences hydrauliques	21
4. Projet LIDL – Version APS-1D	23
4.1. Présentation du projet et prise en compte dans le modèle état projet	23
4.2. Questions posées	25
4.3. Résultats de modélisation	25
4.3.1. Le pont	25
4.3.2. Le mur	26
4.3.3. Le déblai	27
4.4. Rôle des seuils	28
4.5. Incidences sur le milieu / Séquence ERC	28
Synthèse sur les incidences Hydrauliques du projet, version APS-1D	29
5. Projet LIDL – Version APS-1G	31

5.1. Présentation des modifications au projet initial	31
5.2. Définition de la cote minimale	31
5.3. Incidences hydrauliques	33
Synthèse sur les incidences Hydrauliques du projet.....	35

SECTION 1 : DIAGNOSTIC DE L'ÉTAT INITIAL

Cette section comprend trois chapitres constituant le diagnostic du site d'étude à l'état initial.

- *Hydrologie : définition des débits entrants de l'Évalude sur le secteur d'étude*
- *Morphologie : description du secteur étudié, les formes de la rivière et leur origine*
- *Hydraulique : définition des variables à prendre en compte, hauteur d'eau, vitesses, contraintes tractrices*

1. Hydrologie

1.1. Présentation du bassin

L'Évalude prend sa source sur la commune de Bellefontaine et se jette dans la Bienne à Morez. Il est marqué par la géologie calcaire du massif du Jura et ses circulations d'eau souterraines, dans le karst : on ne trouve pas ou peu d'eau superficielle sur le plateau. Elle ressurgit dans les vallées et gorges, au fond des reculées.

Il n'est pas connu phénomène karstique particulier (résurgence importante, pertes) sur le bassin versant topographique de l'Évalude, aussi on assimilera le bassin versant réel de l'Évalude à ce dernier. Sa superficie est de 16 km²



Figure 1 - Bassin versant de l'Évalude, partie aval, échelle 1/25 000ème

1.2. Données de la station de mesure de la Bienne à Morez

Il n'existe aucune station de mesure des débits sur l'Évalude.

Le secteur qui nous intéresse se situe à l'amont immédiat du confluent avec la Bienne. À l'aval immédiat de ce confluent se trouve une station de mesure sur la Bienne, gérée par la DREAL Auvergne Rhône-Alpes. La superficie drainée est à cette station de 85 km².

Cette station a été installée en 1998 et enregistre sans interruption depuis. Elle dispose donc aujourd'hui d'une vingtaine d'année de données. Ces données sont jugées par le producteur (la DREAL Auvergne-Rhône-Alpes) bonnes en basses eaux, bonnes en moyennes eaux et bonnes en hautes eaux.

Nous avons cherché à valoriser ces données pour l'estimation des débits caractéristiques de l'Évalude.

1.2.1. Hydrologie de crue

L'hydrologie de crue la Bienne a été étudiée en 2017 par le bureau Antea¹.

Concernant Morez au droit de la station, les valeurs de débits suivantes sont avancées :

Valeurs en m ³ /s	Q ₂		Q ₅		Q ₁₀		Q ₂₀		Q ₃₀		Q ₅₀		Q ₁₀₀	
Débit retenu	43		48		52		60		65		79		91	
I.C. 95% ²	41	45	46	53	46	61	49	66	51	71	54	105	57	120

Tableau 1 - débits de crue de la Bienne à Morez (85 km²)

Les débits caractéristiques de crue ont été vérifiés sur l'Hydroportail, en 2024, avec quelques années supplémentaires de données. La taille de l'échantillon est aujourd'hui de 25. Il n'y a pas de changement conséquent de ces valeurs.

Le calcul n'a pas été refait pour les crues plus rares. On notera la largeur, à partir de la crue de période de retour de 20 ans, de l'intervalle de confiance. Pour les crues les plus rares (Q₅₀, Q₁₀₀), l'intervalle de confiance va du simple au double, voire plus.

1.2.2. Hydrologie de basses et moyennes eaux

Nous avons repris les données source de la station DREAL. On trouve les valeurs suivantes :

Les débits d'étiage de référence sont les débits moyens du mois le plus sec de l'année (Q_{MNA}), de fréquence quinquennale (arrivant dans une année sur 5, Q_{MNA5}) et biennale (arrivant donc une année sur 2, Q_{MNA2})

$$Q_{MNA5} = 0.256 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{MNA2} = 0.449 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le débit moyen de la Bienne à Morez est de 2.90 m³/s. Il correspond à une lame d'eau écoulée de 1076 mm/an.

3 années sur 5, ce débit moyen est compris entre 2.54 et 3.25 m³/s

Une année sur 5, il est inférieur à 2.54 m³/s, et une année sur cinq supérieur à 3.25 m³/s.

1.3. Transfert des débits à l'Évalude

Au droit du projet, l'Évalude draine un bassin versant de 16 km², contre 85 km² pour la Bienne à la station de mesure.

Aucune circulation karstique connue n'indique de transfert d'eau d'un bassin versant à l'autre. Aussi on prendra pour hypothèse que le débit délivré est proportionnel à la superficie du bassin versant.

Les débits retenus pour la suite sont ainsi :

¹ Mission d'études préalables pour le projet de renaturation et de réaménagement des berges de la Bienne au faubourg Marcel à Saint-Claude - Etude hydrologique de la Bienne, Antea Group pour Parc Naturel Régional du Haut-Jura, septembre 2017.

² I.C. 95% = intervalle de confiance à 95%. C'est l'intervalle à l'intérieur duquel la probabilité de se trouver est de 95%

Lieu	Bienne Aval Évalude (Stat. DREAL, mesures)	Évalude aval (estimations)
Surface de BV (km ²)	85	16
Débit moyen (module, en m ³ /s)	2.90	0.55
Débits d'étiage (en m³/s)		
Q _{MNA2}	0.529	0.85
Q _{MNA5}	0.332	0.048
Débits de crue (en m³/s)		
Q ₂	43	8.1
Q ₅	48	9.0
Q ₁₀	52	9.8
Q ₂₀	60	11.3
Q ₃₀	65	12.2
Q ₅₀	79	14.9
Q ₁₀₀	91	17.1

2. Configuration du secteur - morphologie

*AVERTISSEMENT : Dans tout ce qui suit, nous avons adopté une graduation de l'Évalude partant de l'aval du secteur d'étude et remontant vers l'amont. Tout ce qui suit dans le présent rapport est repéré par son « point métrique », noté **pm**. La figure ci-après () indique la graduation adoptée.*



Figure 2 - Graduation de référence (en mètres), échelle 1/2000^{ème}

Dans le secteur au droit du projet LIDL, l'Évalude est rectiligne, entre la N5 puis la route de Saint Claude en rive gauche, et le bâtiment industriel existant en rive droite.

La configuration du secteur est le résultat de nombreux travaux de terrassement passés, tant en rive droite qu'en rive gauche et dans le lit de l'Évalude : déblais, remblai, talutage des berges, construction de seuils pour réduire l'énergie du courant en crue. Le torrent actuel et ses berges (rectiligne, section trapézoïdale, berges nues) n'a plus grand-chose à voir à ce qu'il était à l'origine

(fond de vallon boisé, torrent structuré par de gros blocs, avec une succession de petites chutes et de mouilles).

La pente moyenne est de 4%, mais le profil en long a un aspect en escalier, avec 5 seuils de 1 à 2 mètres séparés par des tronçons inclinés à 2.4%.



Figure 3 - vue par drone de l'Évalude dans le secteur, à l'aplomb du seuil aval.
Noter la rectitude et la succession de seuils. ----- : Contour du modèle hydraulique (cf. §3.2)

En rive *gauche*, la route de Saint-Claude se situe 6 à 8 mètres au-dessus du fond de l'Évalude

En rive *droite*, la plateforme se situe 2 à 5 mètres au-dessus du fond de l'Évalude

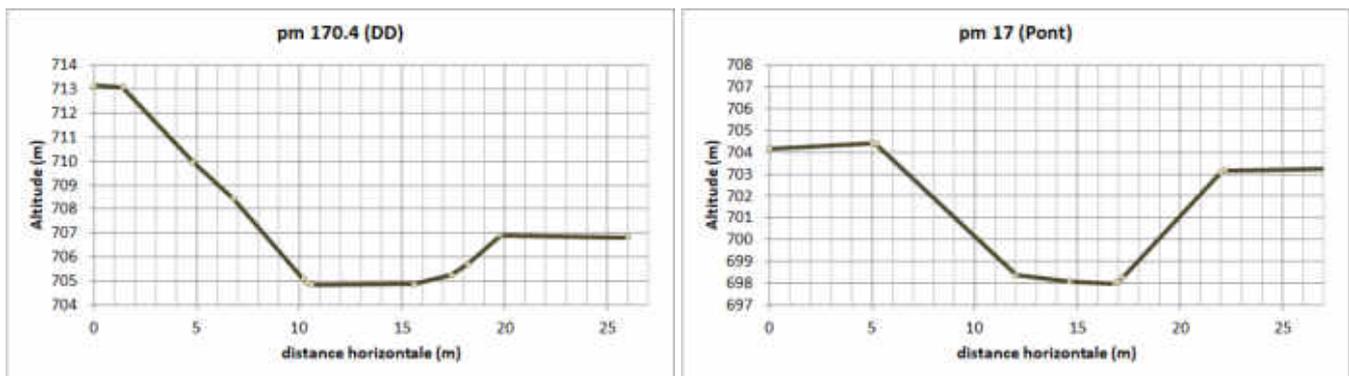


Figure 4 - 2 profils en travers type. En amont, pm 179 (g), et en aval, pm 9 (d)

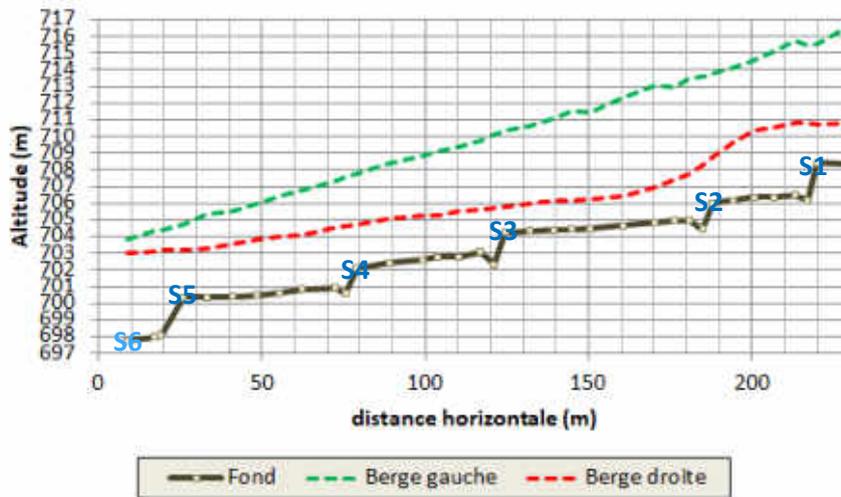


Figure 5 - Profil en long

On note deux érosions aux limites du secteur, toutes deux en rive gauche.

- La première est ancienne et se situe au droit du seuil S1 (cf. Figure 3), pm 220. Elle a été traitée pour le soutènement de la route de Saint-Claude par une protection de berge en enrochement bétonné.
- La deuxième est plus récente et se situe à l'aval du seuil S6 (Figure 6), pm 0. Elle n'a pas été traitée et a provoqué le glissement de la berge sur plusieurs mètres.

Ces érosions illustrent la puissance que peut prendre l'écoulement en crue, et les points de fragilité – donc de vigilance que constituent les pieds de seuil.



Figure 6 - érosion à l'aval du seuil S6 - vue drone

3. Étude hydraulique, état initial

3.1. Base topographique

Un plan topographique terrestre nous a été fourni par le géomètre Nicolas Lamy. Le levé a été fait le 18 novembre 2021. Ce jour-là la Bienne était en basses eaux, avec un débit de 480 l/s. Au prorata de la surface drainée, l'Évalude avait un débit de 90 l/s. La lame d'eau était de l'ordre de 15 à 20 cm.

3.2. Montage du modèle

Le montage a été réalisé sous le logiciel HEC-RAS, logiciel de calcul hydraulique 1D filaire. Contrairement à un logiciel de modélisation 2D, la modélisation 1D filaire suppose que l'on prédéfinisse la direction de l'écoulement, et que les lignes de courant suivent toutes cette même direction, perpendiculaire aux profils en travers que l'on entre dans le modèle. Si cette hypothèse peut être mise en défaut sur des rivières larges et peu profondes qui comptent des diffluences, sur l'Évalude, rivière canalisée, cette hypothèse est largement justifiée.

Le logiciel et le modèle tel qu'il est monté permet de calculer les caractéristiques de l'écoulement lorsque celui-ci varie fortement, notamment au niveau des seuils.

Il permet également d'évaluer l'incidence d'une modification du profil en long et du profil en travers du cours d'eau, sur les caractéristiques de l'écoulement (hauteur, vitesse, contrainte tractrice)

3.3. Présentation du modèle état initial

Le modèle état initial (instance INI) comprend 36 profils en travers, sur une longueur de 221 mètres, soit en moyenne un profil tous les 6.3 mètres.

Les seuils ont été pris en compte, avec un profil en crête (sommet), un en fond (fosse de dissipation) et un en aval reprise de l'écoulement à faible profondeur).

On notera que le profil en long est la vue permettant d'avoir une approche globale des niveaux d'eau atteints. C'est donc la représentation que nous utiliserons de préférence par la suite.



Figure 7 - représentation en plan du modèle, échelle 1/2000^{ème}
— Axe cours d'eau ; — profil en travers ; — profil en travers en haut de seuil

3.4. Calage du modèle

Le calage permet, lorsqu'on dispose d'observations, de faire coïncider le modèle avec les observations, en faisant varier (en « calant ») les paramètres de rugosité de fond. En l'absence totale de mesures en crue, le modèle n'a pas pu être calé sur des lignes d'eau observées.

La rugosité de fond a été prise uniformément égale à $K_s = 30$.

À noter que les nombreux seuils sont autant de points de contrôle de la ligne d'eau, au sommet desquels la rugosité n'a aucune incidence, et où le calcul de la cote d'eau souffre de très peu d'incertitude. La rugosité ne joue que sur la pente de la ligne d'eau entre les seuils

3.5. Résultats

3.5.1. Les enjeux

Au vu de la configuration de l'Évalude (forte pente, lit profond), il n'est pas étonnant qu'elle reste dans son lit, même en situation de crue centennale.

En revanche on portera notre attention sur les vitesses d'écoulement et la contrainte tractrice. Cette dernière, représente les forces d'arrachement sur le fond soumis à l'écoulement. Elle s'exprime en N/m^2 .

3.5.2. Les résultats

En synthèse retenons que :

- Le profil en long est la représentation la plus synthétique des résultats. Nous avons représenté celui des cotes d'eau (les lignes d'eau - Figure 9), celui des vitesses et celui des forces de cisaillement (Figure 10)
- On trouve que le secteur où la ligne d'eau s'approche le plus de la berge rive droite (côté Lidl donc) est au pm ~ 131.8 , en amont du seuil n°3 (Figure 10). La ligne d'eau reste cependant, en crue centennale, à plus de 50 cm (58 cm) sous la cote de haut de berge gauche.
- Le tronçon de cours d'eau est une succession de biefs entre seuils, avec :
 - Une accélération progressive à l'approche du seuil,
 - Une accélération brutale dans le coursier,
 - Une pointe de vitesse, et aussi de contrainte tractrice, en pied de seuil,
 - L'énergie de l'écoulement est dissipée en grande partie dans la fosse, à l'aval des seuils, sous forme d'un ressaut hydraulique (rouleau).

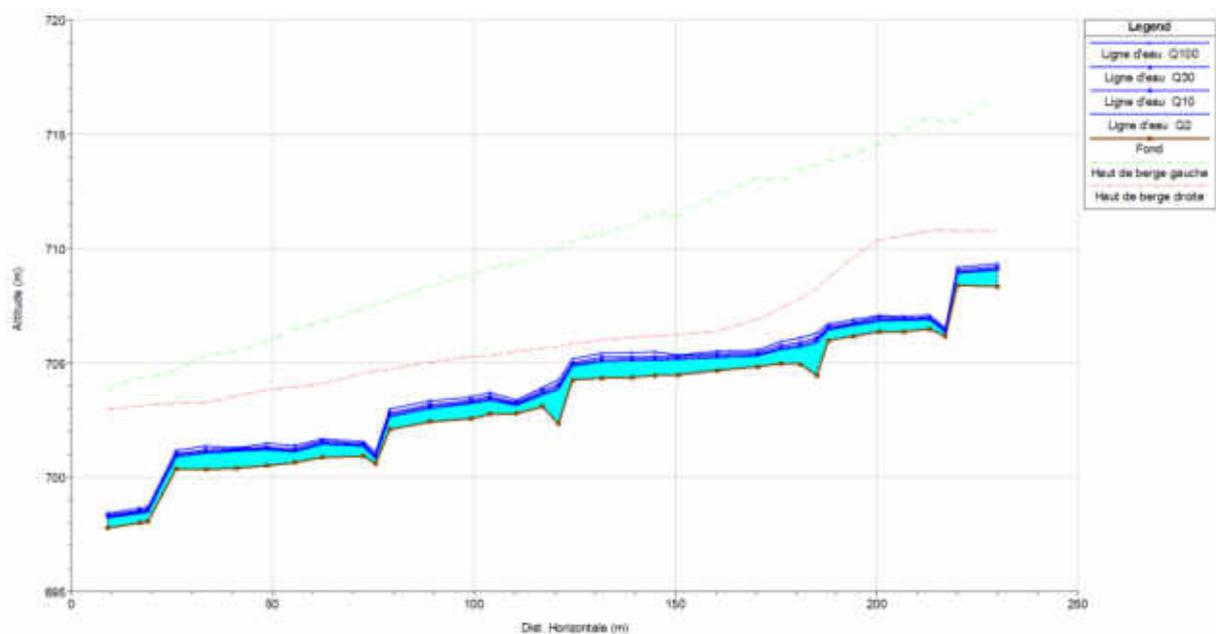


Figure 8 - Profil en long

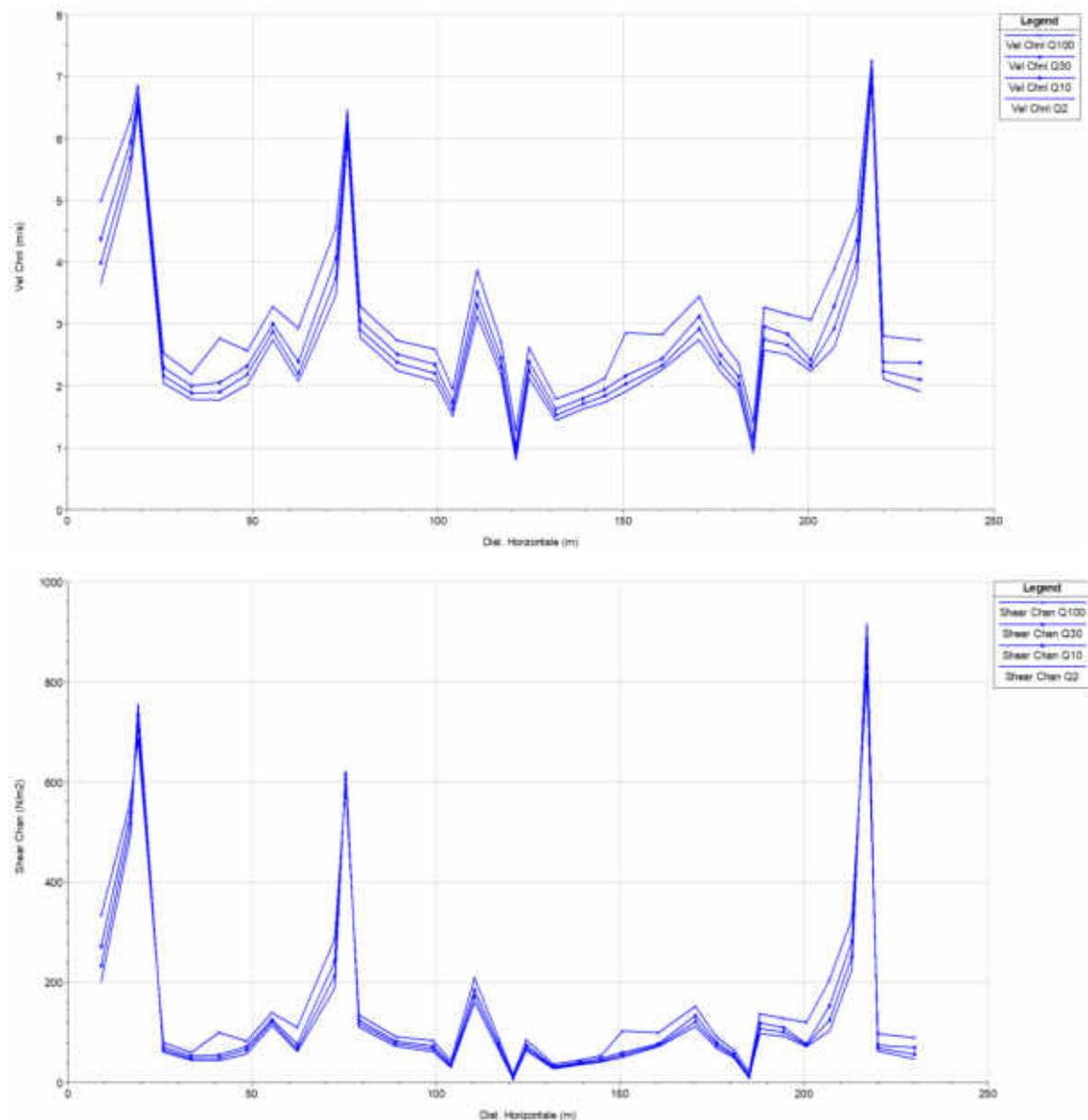


Figure 9 - Profil en long des vitesses (en haut) et des contraintes tractrices (en bas)

- La notion de contrainte tractrice est moins « parlante » que la vitesse ou la hauteur d'eau. Une contrainte tractrice de $x \text{ N/m}^2$ correspond à une force d'arrachement correspondant à un poids de $x/10 \text{ kg}$, appliquée à chaque m^2 du fond de la rivière. La contrainte tractrice est donc la mesure permettant de dimensionner des ouvrages de protection de berges. À titre indicatif, les valeurs calculées de contrainte tractrice peuvent être comparées aux valeurs guides du Tableau 2, montrant que les pieds de berge *a minima* doivent systématiquement être protégés par des protections « lourdes » type enrochement s'il y a déstructuration de la berge. Entre les seuils, ces enrochements peuvent être végétalisés.

Technique	Contrainte Tractrice (N/m ²)		
	À la réalisation	1 à 2 ans après	3 ou 4 ans après
Enherbement	4-20	25-30	30-100
Boutures	10	60-150	60-165
Boudin d'hélophytes	10-30	20-30	50-60
Fascines de saules	20-60	50-60	80-250
Lits de plants et plançons	20	120	140
Enrochements végétalisés	100-200	100-300	300-350
Enrochements nus	250	250	250

Tableau 2 - Techniques de protection de berges et valeurs types de la contrainte tractrice à la rupture³

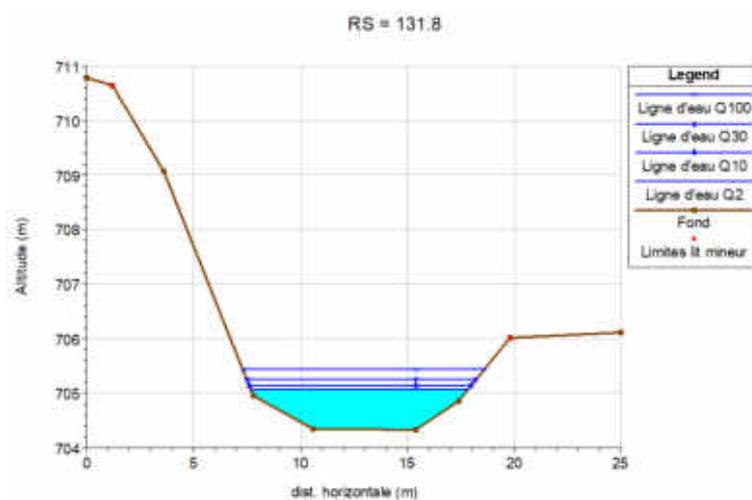


Figure 10 - Profils en travers avec cotes d'eau aux plus forts débits, pm 131,8

³ D'après l'ouvrage *Génie végétal en rivière de montagne, Connaissances et recueil d'expériences sur l'utilisation d'espèces et de techniques végétales : végétalisation des berges et ouvrages bois* - Programme Interreg, 2013.

Synthèse du diagnostic en état initial

L'Évalude est un torrent fortement aménagé, entièrement artificialisé dans le secteur d'étude – le long du projet LIDL.

Le diagnostic couvre la modélisation hydraulique mais aussi l'analyse morphologique de la situation. Il montre

- *Que les berges de l'Évalude ne sont pas inondables en état actuel*
- *Que le risque principal lié à la présence du torrent n'est pas l'inondation mais l'érosion. Cette dernière s'est par ailleurs manifestée à proximité du secteur étudié par le passé et se manifeste aujourd'hui encore, en rive gauche à l'aval.*

La conception du projet devra donc :

- *Veiller à ne pas rendre inondable ce qui ne l'est pas aujourd'hui – en déblayant immodérément en berge*
- *Prendre en compte le risque d'érosion*
 - *Dans la consolidation des aménagements en berge coté Lidl (rive droite)*
 - *En veillant à ne pas augmenter, par les aménagements, la pression érosive sur la berge opposée (rive gauche)*

SECTION 2 : PROJETS D'AMÉNAGEMENT ET INCIDENCES HYDRAULIQUES

Cette section comprend deux chapitres, suivant l'évolution dans la conception du projet pour prendre en compte les risques liés au torrent.

- *Version initiale : APS-1D*
- *Version amendée suite aux remarques du BE hydraulique Dynamique Hydro : APS-1G*

4. Projet LIDL – Version APS-1D

4.1. Présentation du projet et prise en compte dans le modèle état projet

Le projet d'installation d'un supermarché Lidl en rive droite de l'Évalude comprend des aménagements sur l'Évalude :

- Construction d'un pont au pm17 (Figure 12)
- Extension du parking, dans la berge droite de l'Évalude, avec mur en berge entre les pm 9 et 160 (soit 151 m - Figure 13)
- Extension des voies d'accès, par déblai dans berge droite de l'Évalude, entre les pm 180 et 225 (soit 45 m - Figure 14)

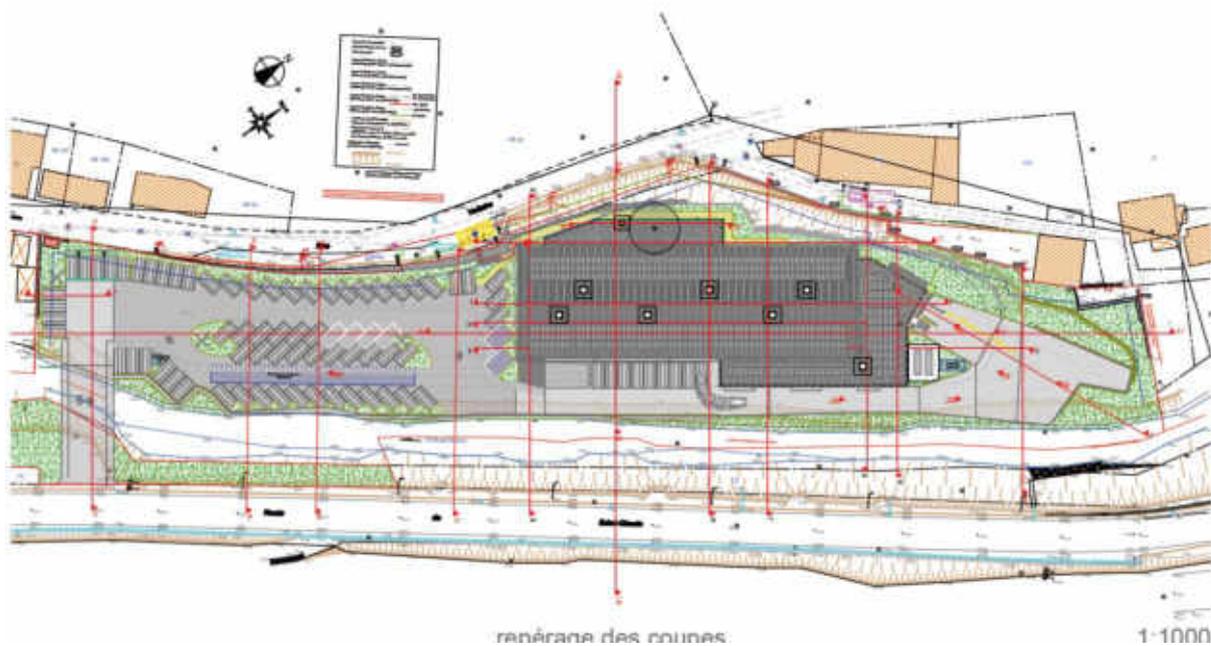


Figure 11- projet Lidl, vue en plan, repérage des coupes

NB : les coupes suivantes sont vues de l'aval. La rive droite est à gauche de la coupe.



Figure 12 - Coupe OO, pm 17, vue de l'aval : Pont

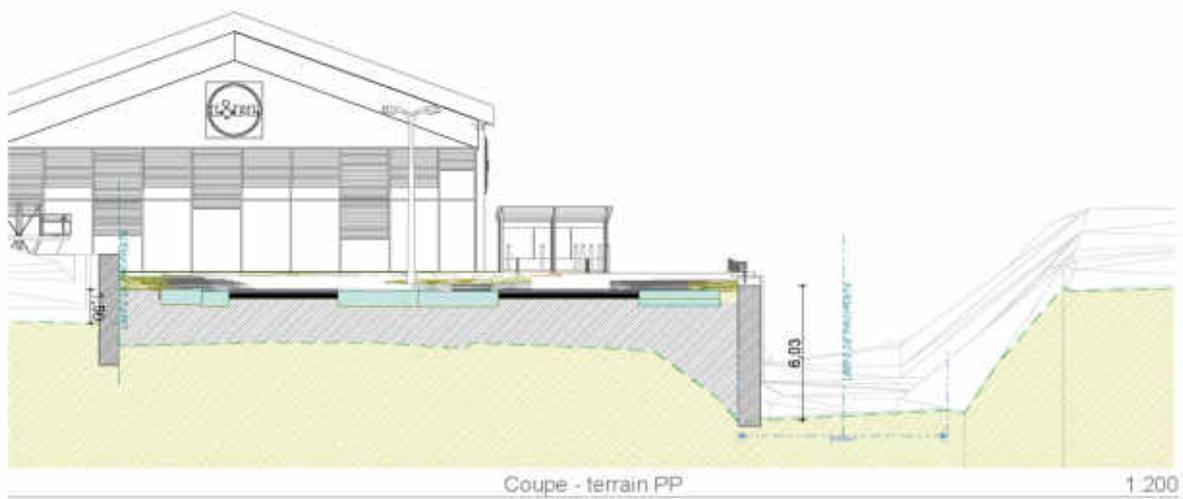


Figure 13 - Coupe PP, pm62.4, vue de l'aval : Mur de soutènement du parking dans la berge droite de l'Évalude

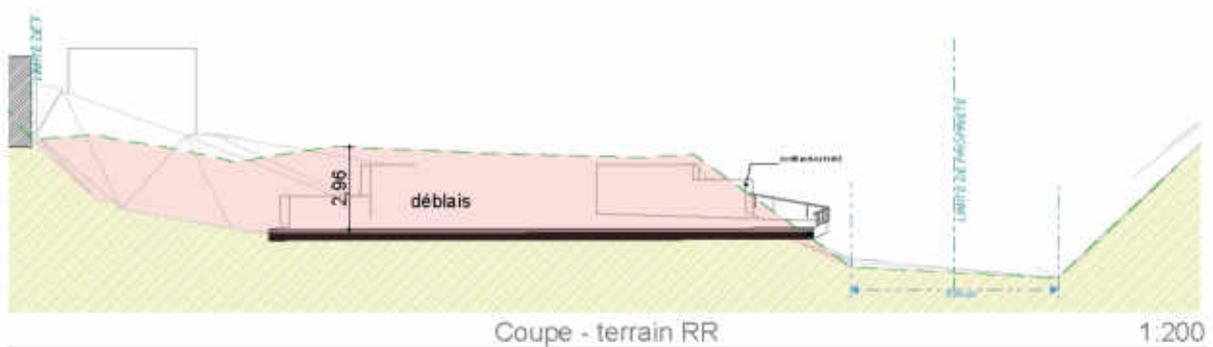


Figure 14 - Coupe RR, pm 200.6, vue de l'aval : Déblai en rive droite de l'Évalude

Ces aménagements ont été intégrés dans une nouvelle instance du modèle (instance PRO1), sur la base du modèle état initial (instance INI). Chaque profil en travers a été modifié selon les

prédimensionnements qui nous ont été communiqués. La rugosité en berge a été modifiée le long de mur de soutènement, avec la valeur $K_S = 50$.

À noter : Les seuils dont l'importance dans le fonctionnement hydraulique de l'Évalude à l'état actuel a été explicitée au paragraphe précédent, ont été conservés en l'état.

4.2. Questions posées

Les questions qui se posent sont :

- Pont aval (Figure 12) : y a-t-il risque d'accroche du tablier du pont par la ligne d'eau, ou par des embâcles ?
- Mur en berge (Figure 13) : ce mur change-t-il l'écoulement ?
- Déblai dans la berge (Figure 14) : les terrains déblayés sont-ils soumis à un risque d'inondation ?

4.3. Résultats de modélisation

Le profil en long ci-après (Figure 15) montre le peu de différence de hauteur d'eau, en crue extrême (centennale), entre l'état actuel et l'état aménagé. Cette différence est de l'ordre de « l'épaisseur du trait » et a donc une très faible incidence sur les lignes d'eau.

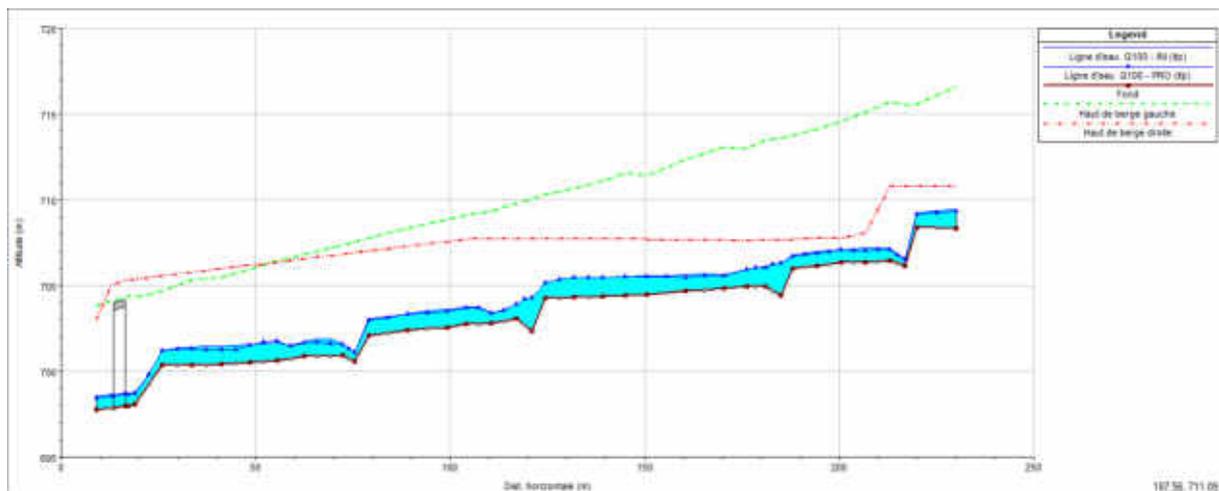


Figure 15 - Profil en long

4.3.1. Le pont

Même en situation de crue extrême (Q_{100} , Figure 16 ci-après), la ligne d'eau reste bien en-dessous du tablier du pont⁴. Celui-ci n'a donc pas d'impact sur l'écoulement de l'Évalude. La différence est de plus de 4 mètres.

⁴ Le pont n'ayant pas été dimensionné, l'épaisseur de son tablier a été prise ici égale à 1.5 m

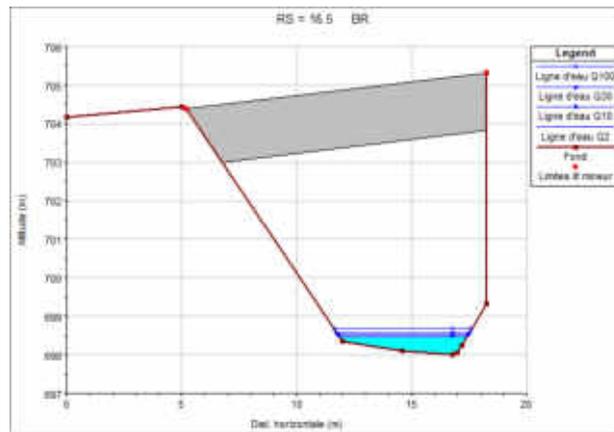


Figure 16 - Coupe au niveau du pont

4.3.2. Le mur

En termes hydrauliques, le mur a peu d'impact sur l'écoulement de l'Évalude. En effet, il ne vient occulter qu'une partie de la surface mouillée, et ce uniquement dans les secteurs où le mur descend jusqu'en pied de berge.

Ci-après les exemples deux exemples.

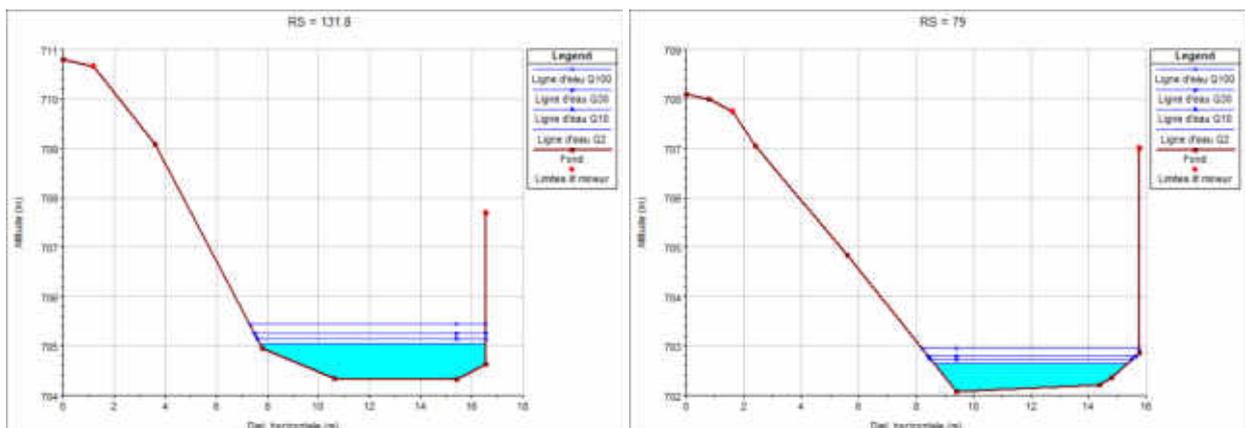


Figure 17 - coupes le long du mur aux pm 131.8 (g) et 79 (d)

Il y a deux effets contraires :

- Le premier est la réduction de la surface mouillée du fait de la présence du mur, qui a tendance par compensation à relever la cote d'eau
- Le deuxième est l'accélération des écoulements du fait d'une berge plus lisse et plus rectiligne. Cette accélération a tendance à abaisser la ligne d'eau

Au total, *selon les résultats du modèle*, la tendance est plutôt à l'abaissement de la ligne d'eau / accélération, mais il convient quand même de signaler que le logiciel atteint là ses limites de calcul.

Nous avons refait le calcul en régime uniforme sur un seul profil en travers (pm 131.8). On obtient que, pour un débit donné :

- Une diminution forte de la largeur (-15% à Q_{100})
- Une diminution plus légère de la surface mouillée (-5% à Q_{100})
- Une augmentation légère de la vitesse (+5% à Q_{100})
- Une augmentation plus forte de la contrainte tractrice (+9% à Q_{100})

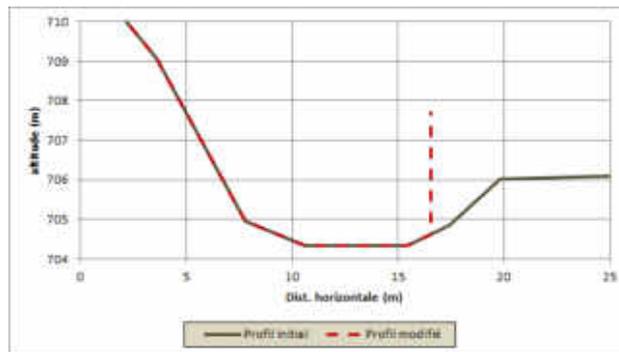


Figure 18 - profil en travers (coupe) au pm 131.8

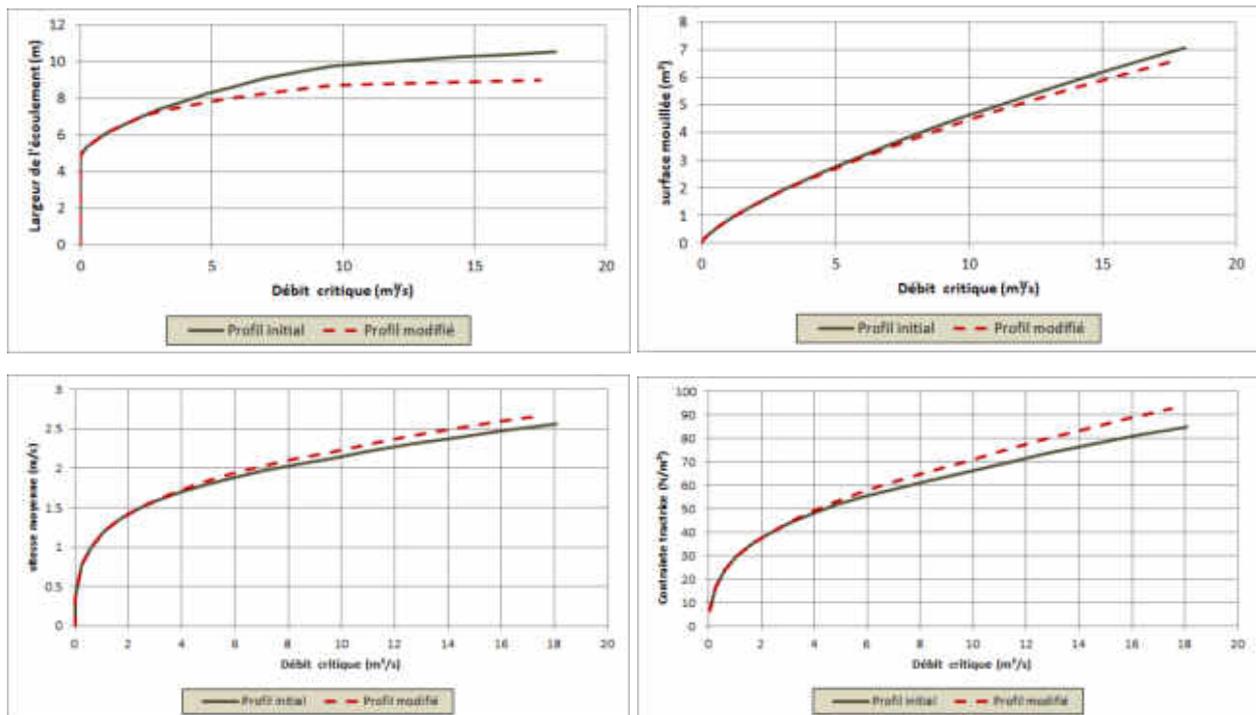


Figure 19 - résultats de calcul au pm 131.8. Évolutions, en fonction du débit, de la largeur de l'écoulement (hg), de la surface mouillée (hd), de la vitesse (bg), de la contrainte tractrice (bd)

Il y a donc bien une accélération des écoulements, et une augmentation des contraintes tractrices, donc des forces érosives. Cependant cette augmentation reste modérée.

Elle devrait se traduire, *en théorie*, par un ajustement de la pente de fond (diminution du même ordre que l'augmentation de la contrainte tractrice, soit -9% par rapport à ce qu'elle est aujourd'hui, soit abaissement de la pente de 0.2% → perte *théorique* de 10 cm sur tronçon amont seuil d'une longueur de ~50 m.

Dans un contexte où la rivière est cernée de part et d'autre par des aménagements sur lesquels pèse le risque d'érosion, ce surcreusement, même modéré, est problématique.

4.3.3. Le déblai

Le modèle montre que le déblai en rive droite, tel qu'il est défini à ce jour, n'est pas inondable. Le point le plus délicat se trouve au pm 200.6, et il y reste un tirant d'air⁵ en crue centennale de 70 cm

⁵ Différence entre un niveau d'eau et un niveau de débordement

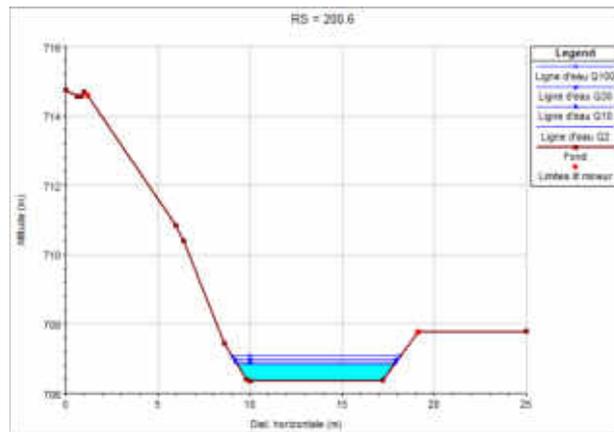


Figure 20 - profil et lignes d'eau état projet, au pm 200.6

4.4. Rôle des seuils

Si le principe de construction d'un mur vertical en pied de berge droite est acté, il faut également réfléchir aux seuils. Leur rôle est de dissiper l'énergie de l'écoulement dans un ressaut hydraulique (rouleau) en pied, d'où la présence typique en pied de seuil d'une fosse de dissipation, où le lit est plus large et plus profond.

La construction du mur en rive droite a pour effet de diminuer la section d'écoulement et de lisser la berge droite ; Sans surprise, la ligne d'eau est plus haute, l'écoulement plus rapide, d'où des contraintes tractrices plus fortes des deux côtés, donc y compris en rive gauche (talus de la route de Saint-Claude), cependant l'augmentation reste modérée.

La construction du mur a aussi pour effet de réduire les capacités de dissipation de l'énergie en pied de seuil rive droite. La dissipation se fera quand même, avec report des pressions sur la rive gauche : **Ces reports et les érosions à prévoir, en pied de seuil, en rive gauche, dans le talus de la route de Saint-Claude, sont les principales incidences hydrauliques de l'aménagement, qu'il convient d'éviter ou de réduire.**

- L'évitement passe par une modification du projet : soutènement ne dépassant pas la cote de crue de projet (crue centennale). Cette solution doit être a minima étudiée, selon le principe de la séquence « Éviter / Réduire / Compenser » (cf. §4.5)
- La réduction passe par un renforcement de la berge rive gauche : élargissement et renforcement du pied de berge par protection « dure » : blocs d'enrochements libres ou liés au béton. Ce principe conduit nécessairement à une augmentation de l'artificialisation des berges. **Il conduit donc à des incidences sur le milieu aquatique qu'il faudra compenser.**

4.5. Incidences sur le milieu / Séquence ERC⁶

Hors les incidences hydrauliques, le projet a de toute évidence des incidences fortes sur le milieu aquatique.

⁶ ERC : « Eviter / Réduire / Compenser »

Face à toute incidence négative d'un projet sur l'environnement, la doctrine nous dicte d'étudier les possibilités de (dans l'ordre) :

1. Éviter (faire autrement, sans incidence)
2. Réduire (faire au mieux, pour limiter les incidences)
3. Compenser (l'incidence négative du projet par un projet ailleurs, ayant pour but unique de la « rattraper »)

Synthèse sur les incidences Hydrauliques du projet, version APS-1D

Le projet version APS-1D comprend un pont, un déblai en berge et un mur de soutènement descendant localement jusqu'en pied de berge.

L'analyse hydraulique montre :

- *Que le pont n'a aucune incidence sur les écoulements.*
- *Que le déblai en berge n'expose pas les zones déblayées au risque inondation*
- *Que le mur de soutènement*
 - *a des incidences : augmentation des contraintes tractrices de l'ordre de 9%.*
 - *Ces incidences sont limitées ; cependant elles concernent un tronçon de cours d'eau qui connaît avec des enjeux forts en haut de berge opposée : la route de Saint-Claude, déjà affectée par des érosions de berges.*
 - *Ces incidences **doivent être évitées, réduites ou compensées.***

5. Projet LIDL – Version APS-1G

5.1. Présentation des modifications au projet initial

Face aux incidences négatives, tant en termes hydraulique que sur le milieu aquatique, le plan initial a été revu.

Après discussion avec le Maître d’Ouvrage, les principes d’aménagement suivants ont été définis :

- Les emprises au sol des voiries et parkings sont conservés
- Le projet n’aura **plus aucune emprise sur le lit en eau**
- Les soutènements en pied de berge sont remplacés par un principe de soutènement à une *cote minimale*, complétés par un porte-à-faux au-dessus de la rivière (Figure 21).
- **La cote minimale est la ligne d’énergie de la crue centennale**
 - o Cette cote a été définie par Dynamique Hydro, par calcul au moyen du modèle hydraulique
 - o Elle est égale à la ligne d’eau de la crue centennale, augmenté du terme d’énergie cinétique de l’écoulement $v^2/2g$. Elle est donc proche de la ligne d’eau dans les secteurs les plus lents (entre les seuils) et largement au-dessus là où la vitesse est la plus forte, en pied de seuil
 - o Physiquement, elle correspond à la hauteur qu’atteindraient les éclaboussures si quelqu’un mettait sa main dans le courant, ou si une pièce flottante venait temporairement le ralentir.

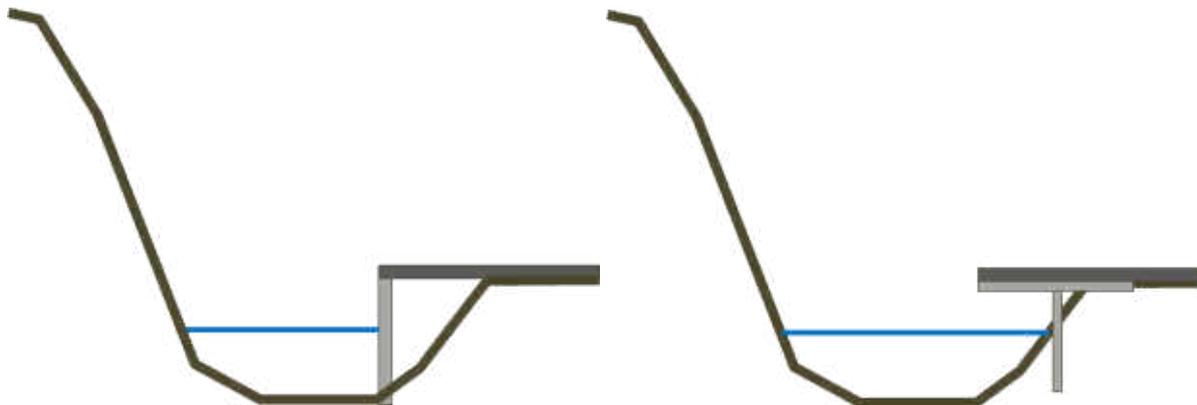


Figure 21 - Principe d’aménagement du mur de soutènement
Solution initiale (APS-1D, à gauche) / solution modifiée (APS-1G, à droite)

5.2. Définition de la cote minimale

La cote minimale a été transmise sous forme de ligne géoréférencée, à l’architecte qui l’a intégrée dans ses plans et calculs.

Cette ligne est la suivante :

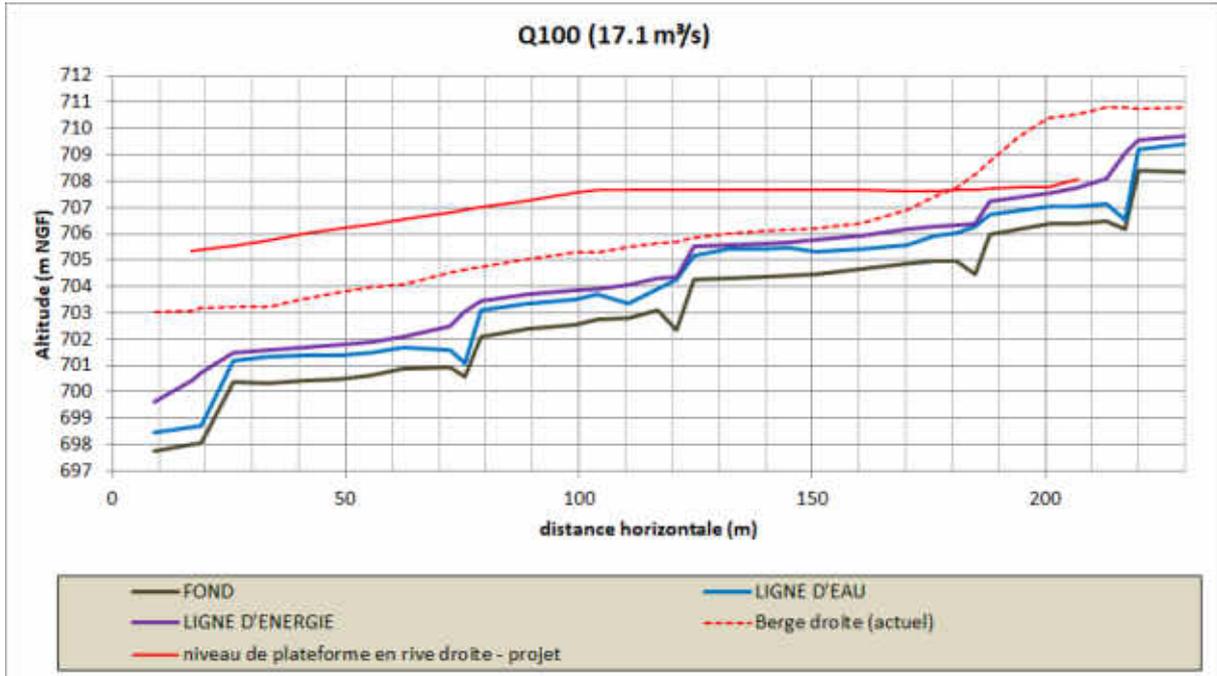


Figure 22 - profil en long, résultat en simulation de crue centennale



Figure 23 - vue en plan, coupes du dossier architecte, ligne d'énergie et fond (même code couleur que la figure précédente) - échelle 1/2000^{ème}

5.3. Incidences hydrauliques

- Dans la mesure où les travaux ne déstructurent pas les berges de l'Évalude en-dessous de la ligne d'énergie de crue centennale, ce type de solution est sans incidence sur les écoulements de l'Évalude, et notamment sur les risques liés aux crues et aux érosions sur la rive gauche comme de la rive droite. Ces risques ne sont ni augmentés ni réduits.

- Cependant ces risques, s'ils ne sont pas augmentés, perdurent.
 - En rive gauche l'aménagement ne détériore ni n'améliore la situation
 - En rive droite en revanche, il y a augmentation de la quantité de biens et de personnes exposés au risque. L'aménagement doit être conçu de manière à éviter tout risque lié à l'érosion (profondeur des fondations, épaisseur des murs) de la rive droite

Synthèse sur les incidences Hydrauliques du projet

Le projet initialement proposé (APS-1D) a été amendé (APS-1G) de manière à réduire les risques de nature hydraulique liés à la présence de l'Évalude.

Le projet initial avait des incidences sur les écoulements de l'Évalude, avec un risque accru sur la berge opposée, supportant notamment la route de Saint-Claude.

Le projet modifié est sans incidence sur les écoulements de l'Évalude, et notamment sur les risques liés aux crues et aux érosions sur la rive gauche comme de la rive droite. Ces risques ne sont ni augmentés ni réduits.

Cependant ces risques, s'ils ne sont pas augmentés, perdurent.

- *En rive gauche l'aménagement ne détériore ni n'améliore la situation vis-à-vis des cotes de ligne d'eau en crue.*
- *En rive droite, il y a augmentation de la quantité de biens et de personnes exposés au risque. L'aménagement doit être conçu de manière à éviter tout risque lié à l'érosion (profondeur des fondations, épaisseur des murs) de la rive droite*



www.dynamiquehydro.fr

Lyon

(siège social)
4 rue Chinard
69009 Lyon
04 78 83 68 89

Annecy

La Tuilerie - 541 route des Marais
74410 Saint-Jorioz
07 60 69 74 74

