

2. DIAGNOSTIC ETAT INITIAL

Nous avons parcouru l'ensemble du linéaire à pied (22/05/2013) afin d'établir un état des lieux du cours d'eau.

2.1. DIAGNOSTIC GÉOMORPHOLOGIQUE

- **Présence d'atterrissements**

La visite de terrain confirme bien la tendance générale à l'exhaussement sur le secteur d'étude. On note la présence de nombreux atterrissements entre le pont d'Ombre et l'ancien seuil. Les atterrissements les plus importants sont aujourd'hui perchés et végétalisés.

Certains atterrissements s'élèvent à plus de 1m au dessus du fil d'eau et sont végétalisés par une strate arborescente. La reprise des matériaux sur ces atterrissements est ainsi très limitée. Les petits bancs sont eux, encore peu végétalisés et reste actifs pour des crues de moindre intensité.

La Chaise possédant un régime d'écoulement « en tresse », les berges sont localement érodées (mobilité vertical forte).

- **Zone d'apport**

Sur le secteur étudié, les zones d'apports sont limitées aux bancs encore actifs et aux érosions de berges. Un faible linéaire en rive droite présente de l'érosion. Certains atterrissements connaissent également des érosions latérales permettant une remobilisation des matériaux.

Des analyses granulométriques ont été réalisées sur l'ensemble du tronçon (voir 4.1).

Reportage photographique



Photo 1 : Banc actif



Photo 2: Atterrissement actifs



Photo 3 : Reprise des matériaux sur un banc



Photo 4 : Banc en cours de formation



Photo 5 : Banc en cours de végétalisation

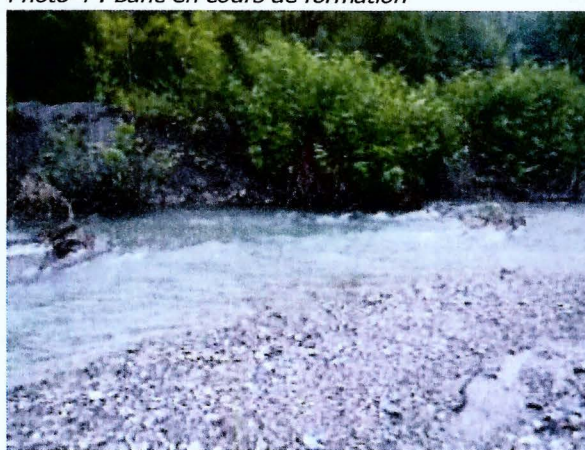


Photo 6: Erosion de berge

Synthèse



Figure 5: Synthèse des observations terrain (partie amont)



2.2. DESCRIPTION DE LA VÉGÉTATION RIVULAIRE

Actuellement, un linéaire important est envahi par la Renouée du japon. On note cependant, la présence d'un cordon boisé diversifié (peuplement et diversité d'essence) en aval du pont de l'Ombre et en aval du passage à gué. Certains atterrissements sont également végétalisés par une strate arbustive avec une diversité en termes d'espèce et d'âge de peuplement.

En résumé sur le secteur d'étude, la ripisylve est dans un bon état général et n'impact pas la stabilité des berges (les zones d'érosions observées sont principalement dues à la verticalité de certaines berges).

La présence de la Renouée du Japon sur le site est prépondérante et inquiétante. Tous travaux à proximité de zones infestées doit faire l'objet d'une attention particulière pour éviter la contamination.



Photos 7: Présence de la Renouée du japon



Figure 7: Etat de la ripisylve (secteur amont)



Figure 8 : Etat de la ripisylve (secteur aval)

3. HYDROLOGIE

3.1. DÉBIT CARACTÉRISTIQUE

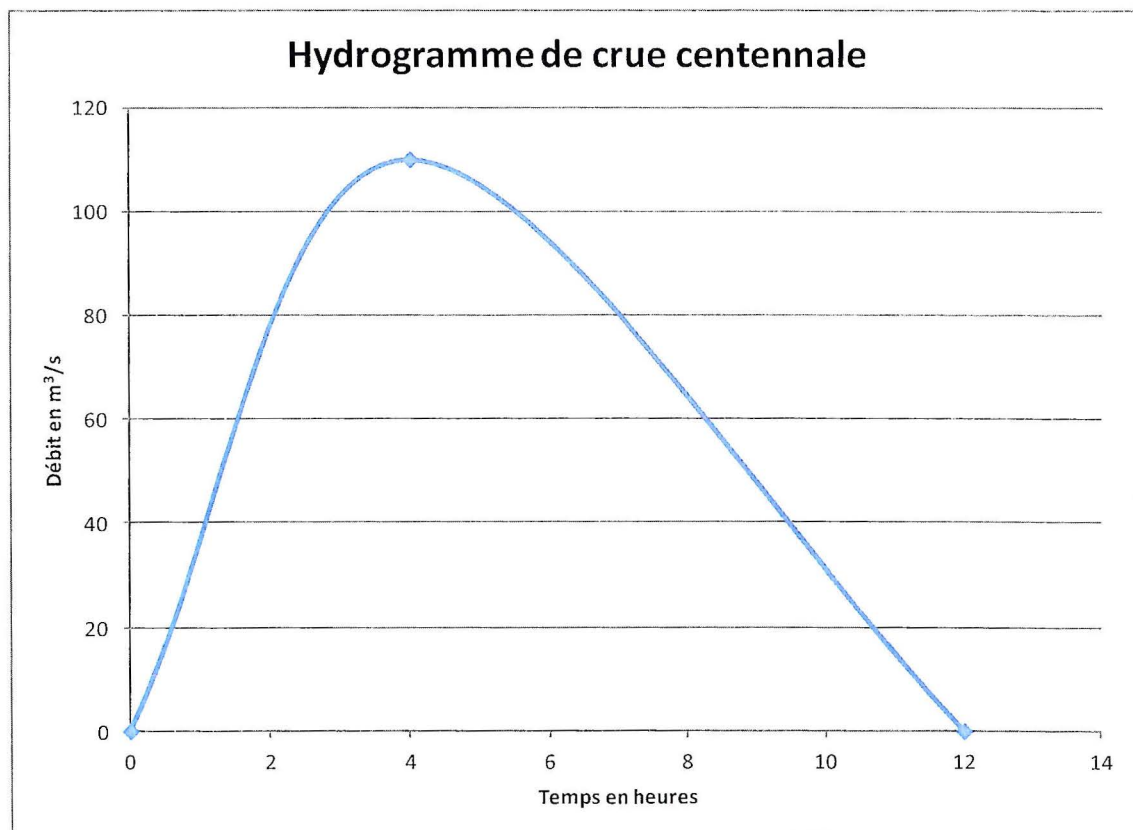
Les débits caractéristiques présentés ci-dessous sont calculés à partir de la station hydrométrique sur la Chaise au niveau du pont du Soney à Ugine (W0425010). Les débits caractéristiques au niveau du site d'étude sont estimés par simple transfert de bassin versant (pondération des débits sur le site jaugé de référence par la surface du bassin versant du site non jaugé).

	Pont du Soney (Ugine)	Passage à gué (Marlens)
Surface bassin versant en km ²	79	66
Q _{MNA5} en m ³ /s	0.44	0.37
Module en m ³ /s	1.95	1.63
Q ₁₀ en m ³ /s	80	67
Q ₁₀₀ en m ³ /s	130	110

Tableau 1 : Débit caractéristique

3.2. HYDROGRAMME DE CRUE

Le temps de concentration TC est estimé à 4 h. Pour reconstituer un hydrogramme, nous avons pris l'hypothèse d'un hydrogramme 1/3TC – 2/3TC.



3.3. COURBE DES DÉBITS CLASSES

A partir des chroniques de débits journaliers issues de la banque Hydro (2002-2012), nous avons reconstitué la courbe des débits classés au Pont du Soney, puis par transfert de bassin versant, au niveau du passage à gué.

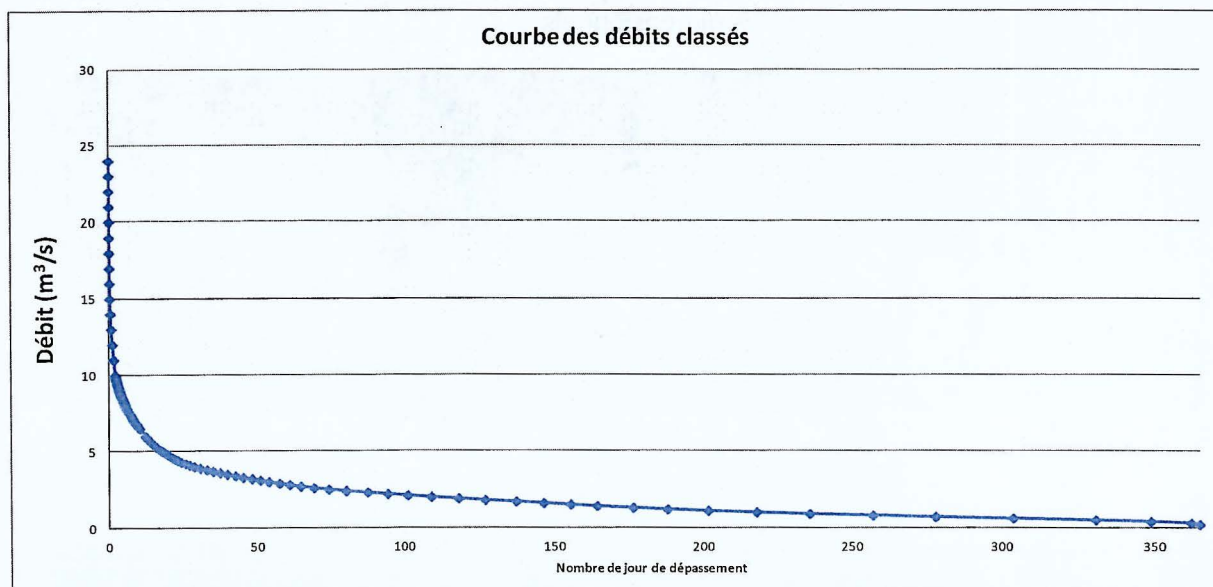


Figure 9 : Courbe des débits classés au niveau de la zone d'étude

4. ETUDE TRANSPORT SOLIDE

4.1. ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

Nous avons réalisé le 22 Mai 2013, des analyses granulométriques de la charge solide, sur la base de prélèvements granulométriques dimensionnels.

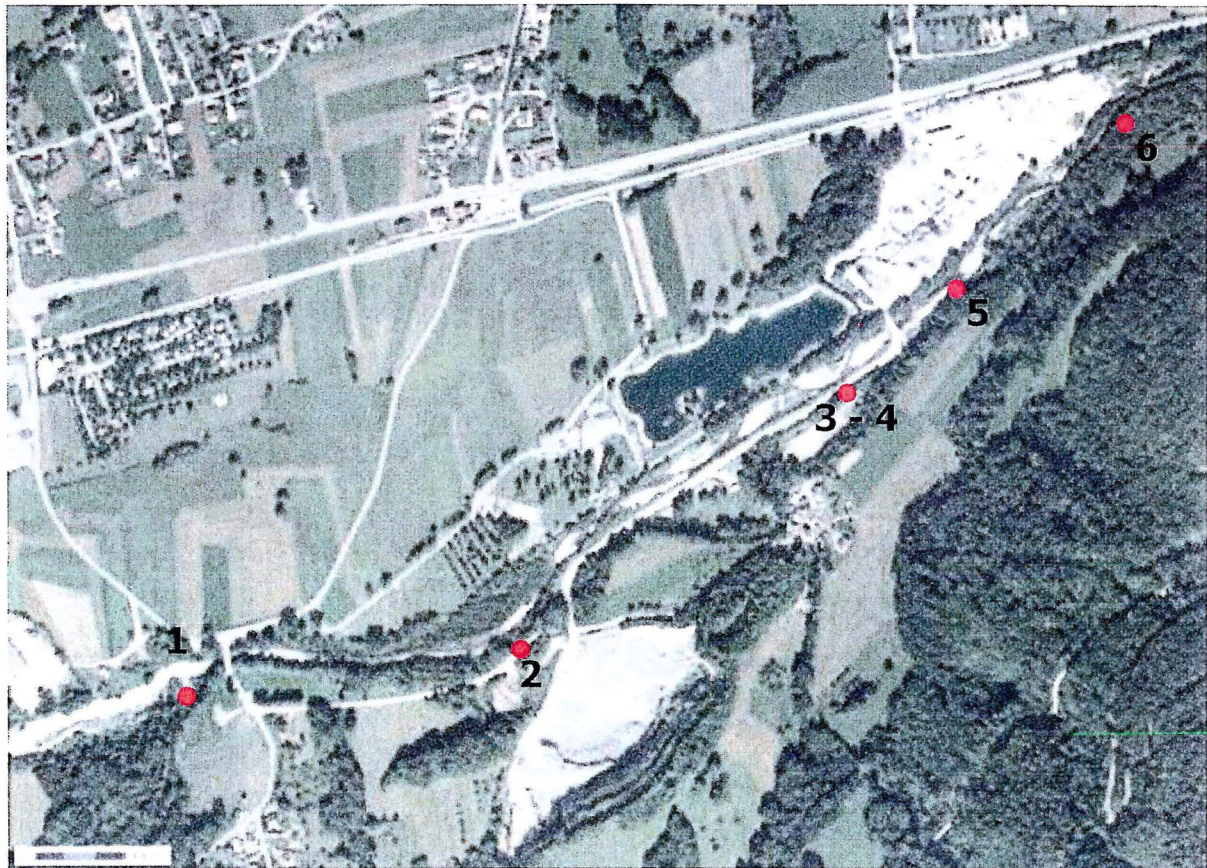


Figure 10 : Localisation des sites d'analyse granulométrique

N°	1	2	3	4	5	6	Moyenne
10%	14	20	10	11	16	14	14
30%	20	31	29	17	24	20	23
50%	33	38	46	26	34	33	35
70%	53	53	70	39	51	40	51
90%	90	84	110	90	88	78	90
Dm en mm	45	47	54	39	44	41	45

Tableau 2 : Définition des diamètres caractéristiques

On observe une homogénéité des matériaux constituant le fond du lit. Le lit est constitué de matériaux plutôt grossiers avec un fuseau granulométrique relativement court.

4.2. PRINCIPALES FORMULES DE TRANSPORT SOLIDE

Les principales formules de transport solide utilisées en ingénierie permettent de déterminer, entre autres, les capacités de transport solide d'un cours d'eau en fonction de ses caractéristiques physiques (pente, largeur, granulométrie) et hydrologique (débit de crue).

Les formules ont des domaines de validités différents.

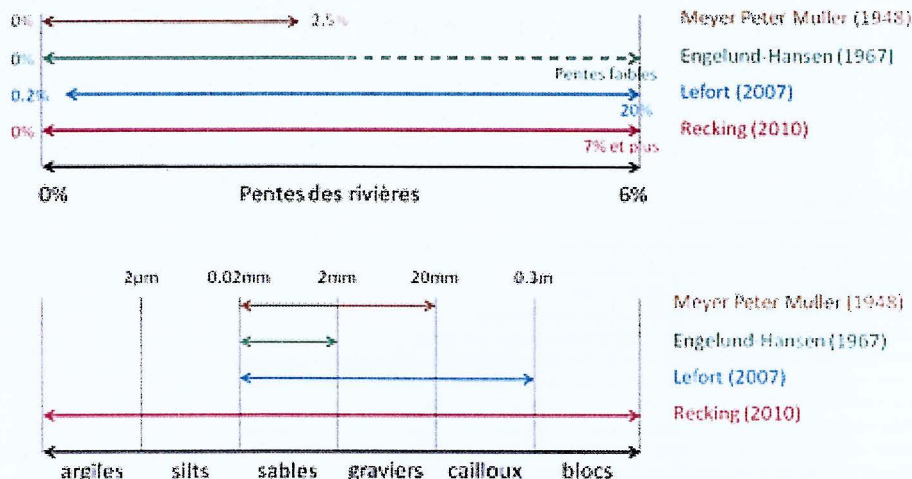


Figure 11 : gammes de pente et de granulométrie gérées par les formules du logiciel

Dans le cas de la Chaise, nous avons :

- Des pentes inférieures à 2%,
- Un diamètre médian D_{50} de 45 mm.

Par conséquent, nous proposons de retenir la formule de Lefort 2007.

4.3. ESTIMATION DU VOLUME CHARRIÉ MOYEN ANNUEL

La figure suivante indique, année par année, les volumes de matériaux transportés par la Chaise au niveau du passage à gué. Le volume moyen interannuel transité est de 650 m^3 . Le débit de début d'entraînement est estimé à $8 \text{ m}^3/\text{s}$. Selon la courbe des débits classés, ce débit est susceptible d'être dépassé 5 jours par an.

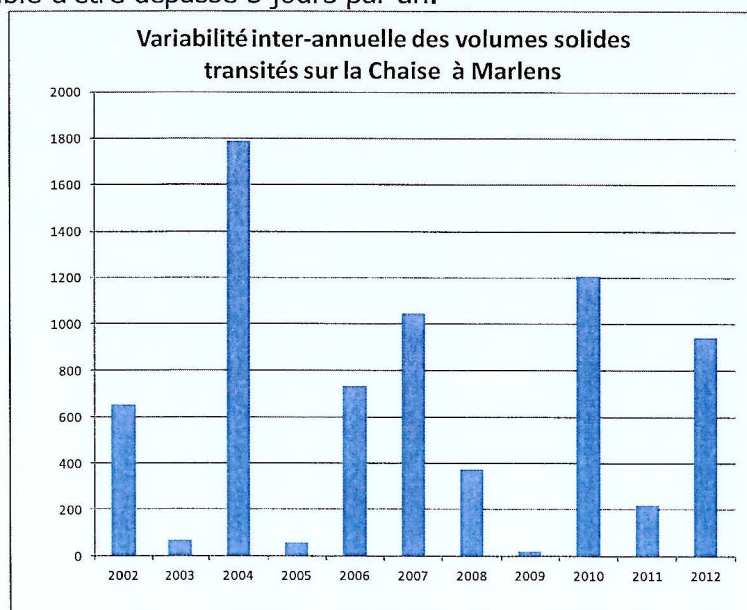


Figure 12 : Variabilité interannuelle des volumes solides transités sur la Chaise à Marlen

4.4. ESTIMATION DU DÉBIT DOMINANT

A partir de la courbe des débits classés et de la capacité de transport solide associée à chaque débit, nous pouvons déterminer le débit dominant. Le débit dominant (ou débit morphogène) est le débit qui, en moyenne annuel, déplace le plus gros volume de matériaux.

Selon le graphique ci-dessous, le débit morphogène du tronçon étudié est de **12 m³/s**.

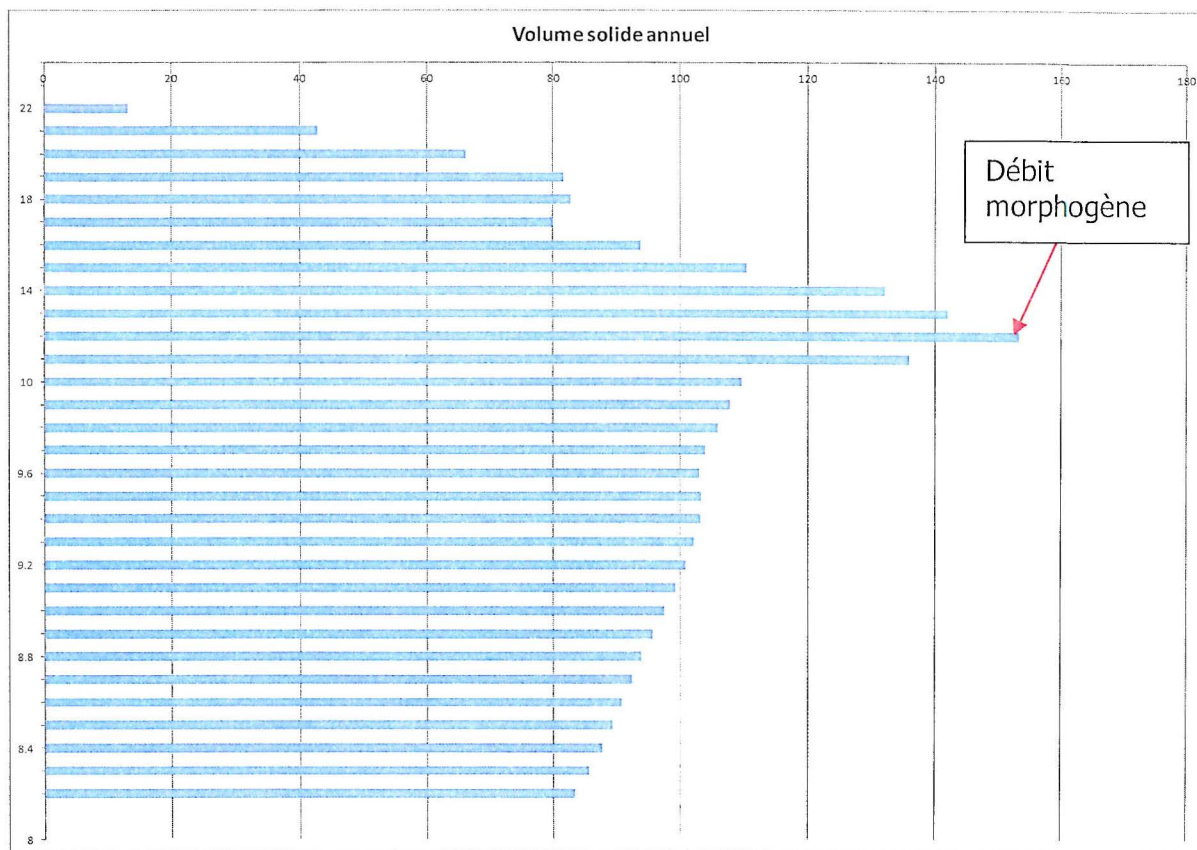


Figure 13 : Volume solide annuel en fonction du débit

4.5. QUANTIFICATION DES RISQUES DE DÉPÔT EN AMONT DU PASSAGE À GUÉ

Cette étude sommaire de transport solide ne permet pas de caractériser et de déterminer de façon précise le fonctionnement sédimentaire de La Chaise à l'échelle du bassin versant. Il s'agit simplement de déterminer localement un ordre de grandeur d'engravement possible sur la zone d'étude dans le but de prendre en compte l'activité sédimentaire dans les modélisations hydrauliques.

Pour estimer les engravements possibles, nous avons déterminé les volumes transportés pendant les crues à partir de la formule de Lefort (2007), de l'hydrogramme de crue théorique défini précédemment et des caractéristiques géométriques du cours d'eau en amont et en aval du passage à gué. L'engravement potentiel de la zone est déterminé en réalisant la différence de capacité de charriage du tronçon en amont par rapport à la capacité de transport du tronçon aval.

L'impact de l'ouvrage sur le charriage des matériaux en crue n'est pas mesurable dans cette analyse, il s'agit ici, de mesurer l'engravement naturel du tronçon amont.

Tableau 3 : Définition des capacités de transport amont / aval

	Amont	Aval	Volume déposé total
Pente moyenne (m/m)	0.016	0.012	
Ks	25	25	
Largeur lit moyen (m)	25	25	
Volume charrié Q_{10} (m ³)	1800 m ³ – 3000 m ³	1000 m ³ – 1800 m ³	800 – 1200 m ³
Volume charrié Q_{100} (m ³)	3800 m ³ – 5900 m ³	2200 m ³ – 3500 m ³	1400 – 2400 m ³

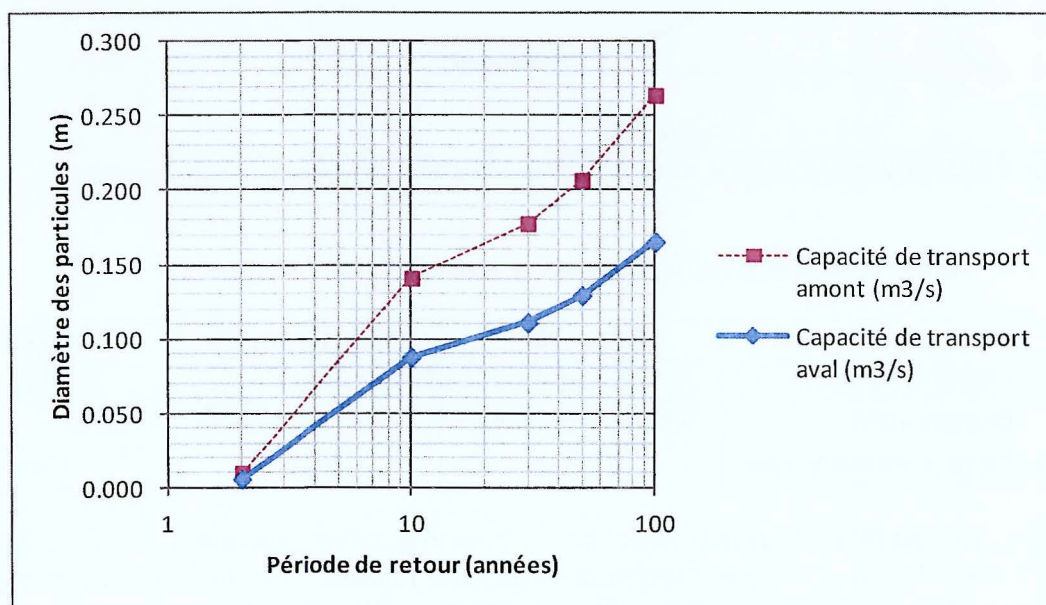


Figure 14 : Capacité de transport amont / aval

L'extrapolation des résultats pour une crue centennale donne un engravement possible de 2400 m³. Notons que les dépôts maximaux s'ils ont lieu, ne correspondent pas au maximum de la crue mais se produisent en décrue, avec des débits plus faibles. La figure ci-dessous représente l'engravement possible en fonction du temps pour une crue centennale.

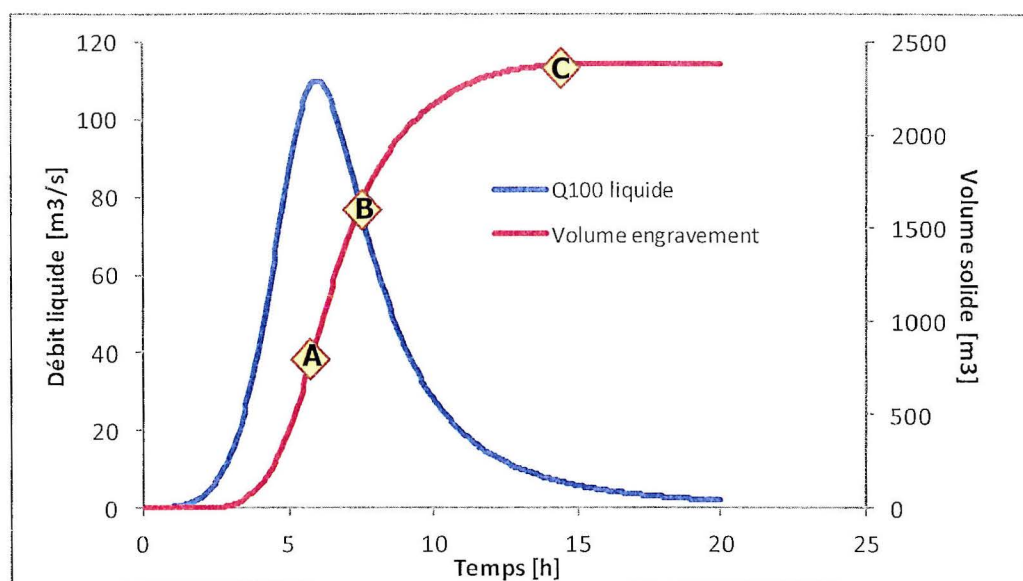


Figure 15 : Engrèvement possible en fonction du moment de la crue pour une crue centennale

Tableau 4 : Définition des engrèvements possibles pour une crue centennale

Q100	Q en m ³ /s Engrèvement Hauteur d'engrèvement moyen	Pic de crue	Phase de décrue	Décrue
		110	80	15
		50% de la rehausse	75% de la rehausse	100% de la rehausse
		15 cm	20 cm	30 cm

On choisira le cas du débit de pointe avec une hauteur moyenne de surélévation de la ligne d'eau de 15 cm. Notons que cette surélévation est une hauteur moyenne de surélévation, c'est-à-dire que l'on considère que le dépôt de matériaux s'effectue de manière homogène sur l'ensemble du lit.

5. DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE

5.1. CONSTRUCTION DU MODÈLE

Pour la modélisation des écoulements de crue, nous utiliserons l'outil de simulation numérique suivant : **Infoworks RS** et son moteur de calcul ISIS Flow de Wallingford Software. Il comporte une interface graphique permettant d'éditer, modifier et visualiser les données d'entrée, de même qu'observer les résultats obtenus. Cet outil permet de simuler les écoulements permanents et non permanents, la conception d'ouvrages hydrauliques. Il intègre également un module de calcul bidimensionnel pour les écoulements en lit majeur (basé sur la résolution des équations de Barré-Saint-Venant).

Les calculs de lignes d'eau d'écoulements graduellement variés sont basés sur l'équation de Bernoulli. Les pertes de charge sont évaluées par l'équation de Manning-Strickler pour le terme de frottement et par des coefficients de contraction-expansion. La résolution de ces équations nécessite la connaissance de la géométrie du cours d'eau, de ses caractéristiques de rugosité et du débit d'écoulement.

Nous avons utilisé 38 profils types sur l'ensemble du linéaire avec une distance partiel maximum de 30 mL. **Les profils en travers sont issus du relevé LIDAR fournies par la Communauté de Communes du Pays de Faverges.**

5.2. LIMITE DE LA MODÉLISATION

Le linéaire de modélisation est de 1.1 km entre le pont d'ombre et le passage à gué.

Attention, la modélisation des écoulements en crue ne prend pas en compte les débordements probables en amont du pont d'Ombre, autrement dit :

- Le débit de crue de La Chaise peut être plus faible : écrêtement de la crue lié aux débordements possibles en lit majeur en amont,
- La zone inondable en lit majeur peut être plus importante : les écoulements débordant en amont du pont d'Ombre peuvent se propager en aval et aggraver l'inondation en lit majeur au niveau de la zone de projet (notamment au niveau du plan d'eau).

Cette modélisation hydraulique ne permet pas de déterminer le risque d'inondabilité de la zone (qui peut être retranscrit en carte d'aléa inondation) mais permet de réaliser « un zoom » sur les écoulements en crue de la Chaise au niveau du passage à gué. Ainsi, la comparaison entre l'état actuel et l'état dit « projet » permettra de mesurer l'impact de l'ouvrage « projet » par rapport à l'état initial.

ATTENTION : les surverses sur les digues existantes peuvent occasionner des brèches engendrant la rupture progressive de la digue. Dans ce cas, les débits et les débordements seront nettement supérieurs. Les impacts en lit majeur peuvent donc être plus importants que les impacts présentés ci-dessous. Les ruptures de digues peuvent également se créer par effet de renard hydraulique (infiltration d'eau dans le corps de la digue). Dans ce cas, la localisation des débordements ne sont pas forcément situées au niveau des zones de surverses. Seule une étude hydraulique et géotechnique spécifique pourra mesurer les risques d'effacement et/ou de rupture de digue en fonction de son état structurel (étude géotechnique et hydraulique sur l'ensemble du secteur endigué).

5.3. ETAT INITIAL – CRUE CENTENNALE

Fonctionnement de l'ouvrage existant :

Concernant le fonctionnement hydraulique du passage à gué actuel, le débit maximum transité dans les buses est de $8 \text{ m}^3/\text{s}$. Au-delà de ce débit, on observe des surverses « contrôlées » sur le passage à gué jusqu'à un débit de crue de $20 \text{ m}^3/\text{s}$. Les modélisations ont pris en compte une obstruction de 20 % des buses liés à l'engrèvement potentiel des ouvrages. En cas de crue à fort charriage, une obstruction totale des buses peut avoir lieu. Au niveau du passage à gué, le rétrécissement de la section et l'ouvrage génère une perte de charge conséquente se traduisant par une remontée de la ligne d'eau.

On observe :

- La zone d'influence amont de l'ouvrage est de 150 m environ,
- Un effet de seuil au niveau de l'ouvrage lié à la piste en rive droite du passage à gué. Cet effet de seuil, risque en réalité, d'être moins conséquent car la submersion du remblai entrainera probablement son effacement progressif,
- A partir d'un débit de crue de $30 \text{ m}^3/\text{s}$, les débordements au niveau du passage à gué se propagent sur la piste rive droite,
- A partir d'un débit de crue de $40 \text{ m}^3/\text{s}$, les débordements au niveau du passage à gué se développent sur la rive gauche.

Profil en long de ligne d'eau - Crue centennale état initial

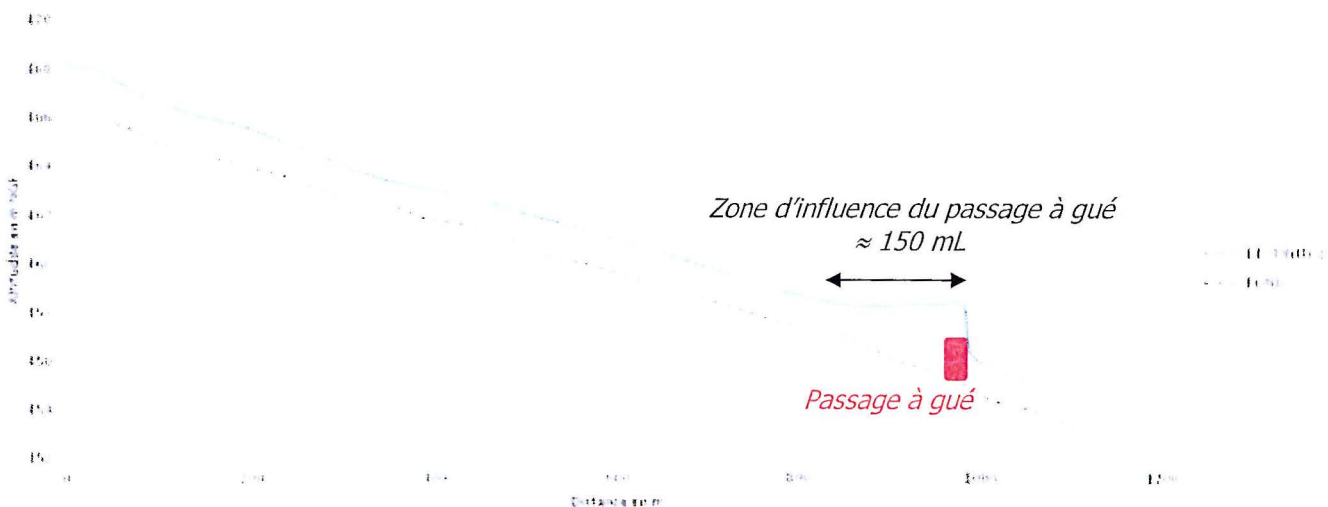


Figure 16 : Ligne d'eau pour une crue centennale - état initial

Débordement en lit majeur :

A l'état initial, les débordements débutent à partir d'un débit de crue de $45 \text{ m}^3/\text{s}$, soixante mètres en amont du passage à gué en rive gauche. La piste rive droite est également inondée à partir d'un débit proche de $50 \text{ m}^3/\text{s}$.

Les débordements en lit majeur se concentrent dans un premier temps dans le plan d'eau de Marlenis et peuvent se propager en aval dans la zone boisée. Les données topographiques (relevé LIDAR) sont insuffisantes pour connaître la propagation des eaux au niveau de la route départementale.

Notons, que la surverse sur une digue peut provoquer des brèches dans la digue occasionnant sa rupture. Dans ce cas, les débordements seront aggravés (propagation d'une onde de rupture de digue).

Par conséquent, les résultats présentés ci-dessous sont des résultats théoriques qui peuvent être optimistes. Ces valeurs doivent être uniquement utilisées pour comparer et déterminer l'amélioration de la situation « après projet » :

- Au total, le débit de pointe de débordement est estimé à $16.5 \text{ m}^3/\text{s}$
- Le volume de débordement est estimé à $10\,000 \text{ m}^3$.

