



COMMUNE DE SEYTROUX

Mairie-Chef-lieu

74430 SEYTROUX

Tél : 04 50 74 80 80 Fax : 04 50 74 80 58

Conducteur d'opération

Société d'Équipement du Département de la Haute Savoie

105 av de Genève – BP 528

74014 ANNECY Cedex

Tél : 04 50 08 31 47 Fax : 04 50 46 02 49



Rapport phase n°2 : Scénarios

Septembre 2008

Réf. 08-061

FICHE « CONTACT »

Cette étude a été réalisée, au sein d'HYDRETUDES par Christophe MICHALLON et Benoit FOURCADE.

Le Maître d'Ouvrage de l'étude est : Commune de Seytroux.

Les contacts auprès du Maître d'Ouvrage étaient M. JC MORAND, maire de la commune et M. ROSSET.

Le contact auprès du conducteur d'opération est Mme Valérie GRILLOT, de la SED Haute Savoie.

SOMMAIRE

1. RAPPELS	5
1.1 OBJECTIFS DE L'ETUDE	5
1.2 RAPPEL DE LA PHASE 1 (DIAGNOSTIC)	5
1.3 OBJECTIFS DE LA PHASE 2 (SCENARIOS)	6
2. DIAGNOSTIC DES CAPACITES DE CHARRIAGE, ETAT ACTUEL	7
2.1 PRINCIPES GENERAUX DE CALCUL DE BILAN SOLIDE	7
2.2 DELIMITATION DES TRONÇONS	7
2.3 VOLUMES TRANSITANT ANNUELLEMENT	8
2.4 VOLUMES TRANSITANT LORS D'UNE CRUE DECENNALE	10
3. SCENARIOS DE GESTION	12
3.1 METHODOLOGIE	12
3.2 SCENARIO N°1 : CONTINUER LA GESTION ACTUELLE	12
3.3 SCENARIO N°2 : LAISSER FAIRE	14
4. SYNTHESE ET OBJECTIFS : VERS UN SCHEMA DE GESTION ET D'AMENAGEMENT	16

TABLES DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : repérage des points de calcul	8
Figure 2 : débit solide en fonction du débit liquide, point SEY-1	9
Figure 3 : Capacité de transit annuel sur le nant de Seytroux (en m ³ /an)	9
Figure 4 : hydrogramme synthétique et débits solides au point SEY-1, crue décennale	10
Figure 5 : Capacité de transit lors d'une crue décennale sur le nant de Seytroux (en m ³)	10
Figure 6 : Profil en long et largeur, état actuel, état d'équilibre scénario 1	13
Figure 7 : Profil en long et largeur, état actuel, état d'équilibre scénario 2	14

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : points délimitant les tronçons homogènes	8
--	---

1. RAPPELS

1.1 OBJECTIFS DE L'ETUDE

Le Nant de Seytroux est un torrent de montagne. Sa tête de bassin versant, très pentue et fortement instable, est formée de plusieurs torrents qui convergent entre les hameaux de Montriond et des Meuniers. Le torrent est à l'origine de grandes quantités d'écoulements solides qui arrivent avec les épisodes pluvieux extrêmes, tels que lors de l'orage du 4 juillet 2007.

La commune souhaite aujourd'hui mener des travaux de restauration de ses cours d'eau afin de garantir la sécurité des personnes et des biens sur son territoire.
Pour cela elle a engagé un conducteur d'opération, le SED de la Haute-Savoie.

Dans le cadre, la mairie a sollicité l'intervention d'un bureau spécialisé en hydrauliques torrentielle et en aménagement de rivière pour mener à bien les opérations de restauration dans un souci de développement durable.

La mairie a confié à HYDRETUDES cette maîtrise d'œuvre.

Les objectifs de l'étude visent à établir :

- Un diagnostic de l'état des cours d'eau ;
- Une étude hydraulique des torrents ;
- Des propositions de gestion des matériaux, d'aménagements de protections et de confortement.

1.2 RAPPEL DE LA PHASE 1 (DIAGNOSTIC)

La phase 1 s'est attachée à établir un état des lieux sur la base :

- D'un parcours détaillé de terrain avec prise de photographies, mesures topographiques (l'ensemble du profil en long a été levé), mesures granulométriques,
- D'une analyse hydrologique du bassin versant (valeurs des intensités de pluie, délimitation des bassins versants, caractérisation des surfaces de ruissellement)
- D'une analyse du profil en long
- D'une analyse diachronique des photographies aériennes de 1936, 1966 et 2004)

Cette phase de l'étude a montré une diminution de l'apport en matériaux entraînant une modification du style du cours d'eau, un enfoncement du lit et une fossilisation des bancs (en particulier la superficie de la « bande active » du nant de Seytroux (lieu de transport de matériaux, facilement reconnaissable sur les clichés aériens à l'absence de végétation) a été divisée par deux entre 1936 et aujourd'hui.

Néanmoins, les ravines et affluents ainsi que le lit lieu-même du torrent sont encore susceptibles d'alimenter le transport solide. Compte tenu de la limitation de la largeur du lit, celui n'est plus à même de recevoir sans désordres cette importante quantité de matériaux.

1.3 OBJECTIFS DE LA PHASE 2 (SCENARIOS)

L'objectif de la présente phase est la définition et l'analyse des conséquences de deux scénarios de gestion et d'aménagement du nant de Seytroux.

Ces scénarios devront être suffisamment contrastés pour aboutir *in fine* (en phase 3) à un schéma de gestion du transport solide.

Le présent document expose d'abord le diagnostic des capacités de charriage du nant. Les scénarios sont ensuite présentés, puis interprétés. Enfin les enjeux et les possibilités ouvertes pour un schéma de gestion sont discutés.

2. DIAGNOSTIC DES CAPACITES DE CHARRIAGE, ETAT ACTUEL

2.1 PRINCIPES GENERAUX DE CALCUL DE BILAN SOLIDE

Nous avons calculé sur différents tronçons réseau hydrographique les capacités de transport solide. Ces calculs sont réalisés en fonction des paramètres suivants :

- Granulométrie mesurée in situ : les diamètres les plus fins sont transportés plus facilement,
- Pente, mesurée grâce au levé topographique réalisé en juillet 2008
- Largeur
- Hydrologie du tronçon (débits)

Les effets de ces différents paramètres sur les volumes transportés sont reportés dans le ci-dessous.

Paramètre	Variables types (unité)	effet sur le transport solide en cas d'augmentation du paramètre
Granulométrie	Diamètre moyen, D30, D50, D90 (mm)	Diminution
Pente	pente (m/m)	Augmentation
Largeur	largeur (m)	Diminution
Hydrologie	Surface, pente, occupation du sol des bassins versants permettant le calcul des débits (m ³ /s)	Augmentation

La formule utilisée pour ces calculs est celle de Lefort (2007¹) qui est adaptée aux torrents à fortes pentes. Les paramètres de calage de cette formule ont été réglés sur les informations dont nous disposons sur les valeurs des curages effectués dans le nant.

Nous avons évalué les volumes solides pouvant être transportés dans deux cas :

- Volumes solides transportés annuellement
- Volumes solides transportés par une crue décennale

2.2 DELIMITATION DES TRONÇONS

Nous avons délimité les tronçons homogènes de calcul du transport solide. Ces tronçons sont homogènes :

- hydrologiquement (pas d'affluent important dans le tronçon)

¹ Philippe LEFORT, « formule semi-empirique pour le calcul du transport solide des rivières et torrents » in : SHF : « Transports solides et gestion des sédiments en milieux naturels et urbains », Lyon, 28-29 novembre 2007

- au niveau de la granulométrie
- au niveau des pentes
- au niveau des largeurs de cours d'eau
- Les tronçons comportant des ouvrages en travers (seuils) ont une longueur nulle

Ces tronçons sont délimités par les points suivants (Tableau 1 et Figure 1) :

Tableau 1 : points délimitant les tronçons homogènes

Point	PK	Alt. actuelle	Largeur	Description
SEY-1	0	967.24	10	Amont confluence Tré Montray
SEY-2	35	963.49	20	Confluence Tré Montray
SEY-3	121	958.52	20	Seuil 1
SEY-4	121	955.98	12	Aval Seuil 1
SEY-5	349	940.44	15	amont Montriond d'en bas
SEY-6	891	909.02	15	aval Montriond d'en bas
SEY-7	1030	901.01	17	100m amont gué
SEY-8	1122	894.38	24	Gué
SEY-9	1122	891.99	6	aval gué
SEY-10	1693	863.69	13	Confluence Avanchereau (nant des Culées)
SEY-11	1914	853.73	9	
SEY-12	2232	840.7	14	80m amont seuil 2
SEY-13	2319	838.92	22	Seuil 2
SEY-14	2319	836.06	10	aval seuil 2
SEY-15	2528	828.08	11	70m amont pont VC
TM-1	-50	974.42	21	amont Tré Montray
AV-1	1569	877.39	15	amont Avanchereau (nant des Culées)

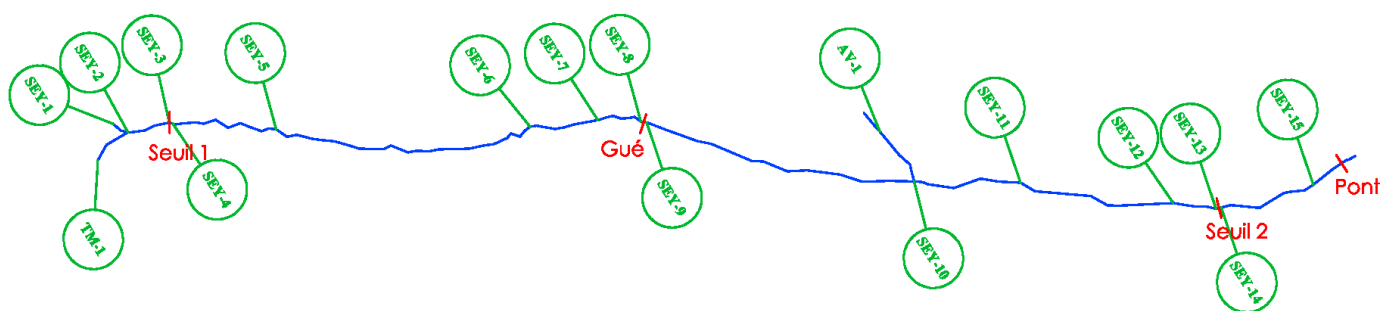


Figure 1 : repérage des points de calcul

2.3 VOLUMES TRANSITANT ANNUELLEMENT

□ Méthodologie

Le débit solide qui transite dans un cours d'eau dépend directement du débit liquide :

- En-dessous du seuil de charriage, ce débit est nul

- Au-dessus du seuil de charriage, il augmente progressivement avec le débit liquide (cf. Figure 2).

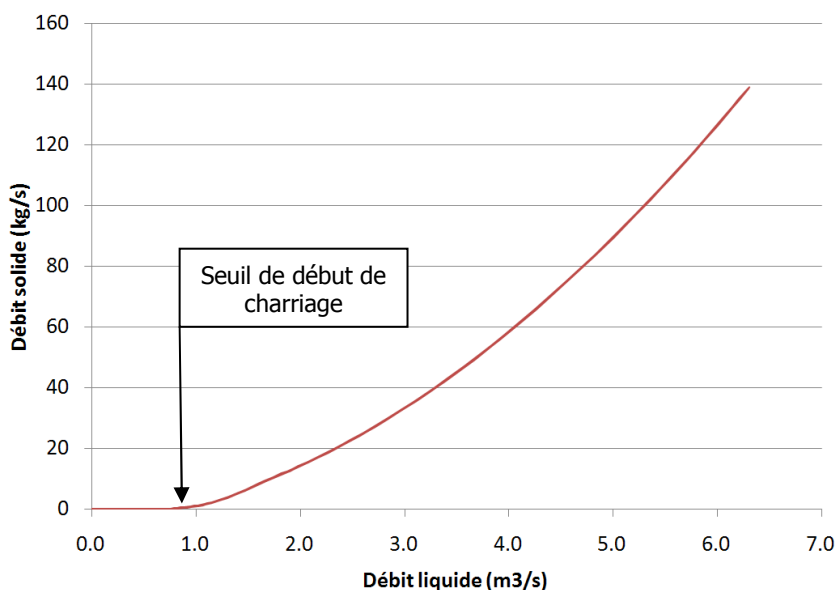


Figure 2 : débit solide en fonction du débit liquide, point SEY-1

Le volume transitant annuellement est la somme des débits solides transités lors de chaque épisode de charriage. C'est pourquoi il est nécessaire de disposer, pour le calculer le la courbe des débits classés, c'est-à-dire la courbe associant à un débit donné la durée pendant laquelle, en moyenne, celui-ci est dépassé chaque année.

Nous avons valorisé les mesures de débit de la Dranse et du Risse pour construire la courbe des débits classés du nant de Seytroux.

□ Résultats

Les résultats des tronçons sont reportés dans la Figure 3 ci-dessous.

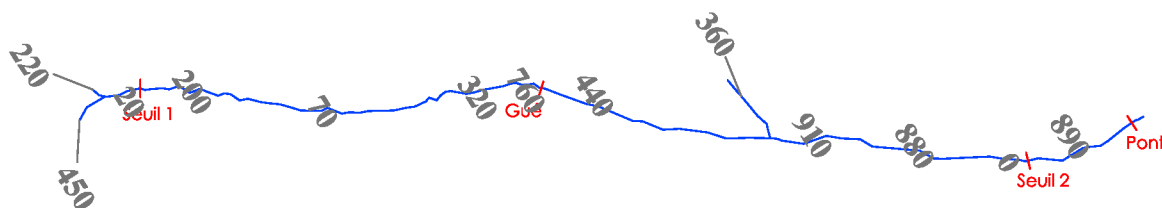


Figure 3 : Capacité de transit annuel sur le nant de Seytroux (en m³/an)

□ Interprétation

- Lorsqu'un tronçon a une capacité inférieure au tronçon qui le précède (amont), il aura tendance à s'engraver et à s'élargir.

- Lorsqu'un tronçon a une capacité supérieure au tronçon qui le précède, il aura tendance à s'inciser et à se rétrécir.
- Aux confluences les remarques précédentes sont valables en sommant les deux contributions amont.

Ainsi, les calculs montrent

- les tronçons qui auront tendance à s'engraver dans les prochaines années :
 - o Amont des seuils (1 et 2)
 - o Aval du gué
- Les tronçons qui auront tendance à s'inciser au cours des prochaines années :
 - o Aval des seuils (1 faiblement, 2 fortement)
 - o Amont du gué : cette tendance viendra compenser le fort engrèvement dû aux dernières crues.

2.4 VOLUMES TRANSITANT LORS D'UNE CRUE DECENNALE

Le volume transitant lors d'une crue décennale a été estimé sur la base d'hydrogrammes synthétiques (cf. calculs de débits de pointe présentés dans le rapport phase 1).

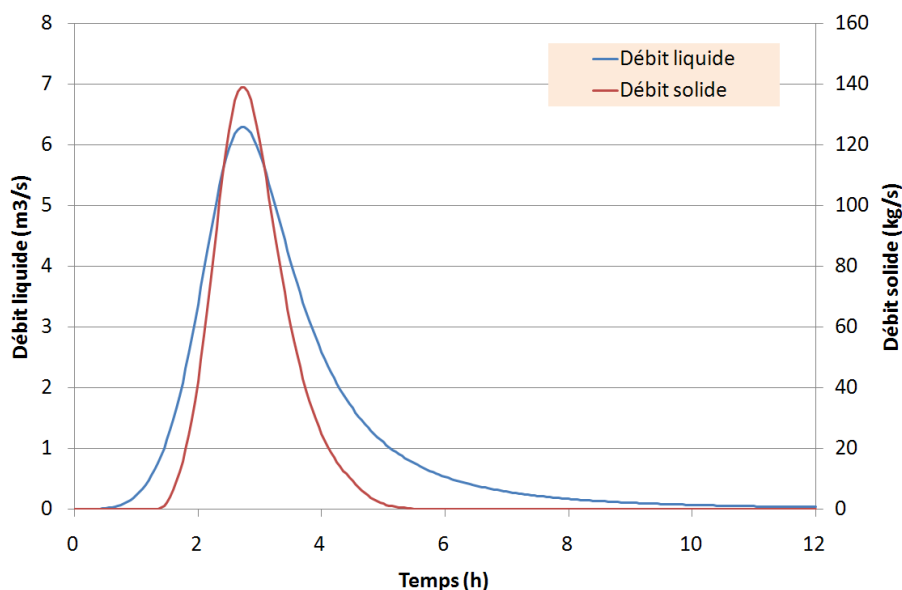


Figure 4 : hydrogramme synthétique et débits solides au point SEY-1, crue décennale

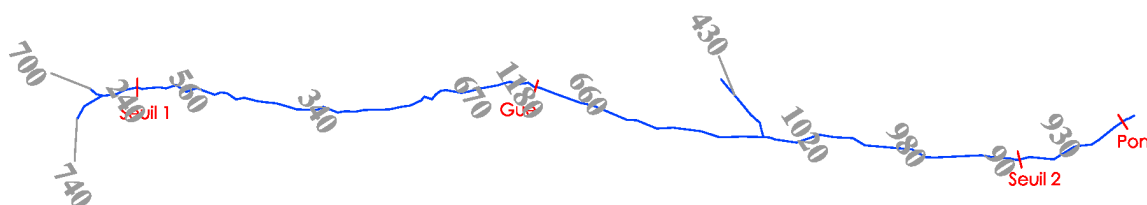


Figure 5 : Capacité de transit lors d'une crue décennale sur le nant de Seytroux (en m³)

Les tendances à l'engravement ou à l'incision sont les mêmes que pour le transport solide annuel, avec des volumes comparables. On note cependant que dans le cas d'une forte crue, les seuils ne bloquent plus la totalité du transport solide.

3. SCENARIOS DE GESTION

3.1 METHODOLOGIE

Nous avons étudié deux scénarios de gestion du nant de Seytroux.

1. Continuer la gestion actuelle :
 - a. reconstruire les seuils détruits
 - b. curer les seuils existants
2. Laisser faire et conforter les aménagements existants au jour le jour sans curer les seuils

Dans les deux cas nous avons évalué les conséquences sur le profil en long à long terme du nant (profil d'équilibre).

Le principe du calcul est le suivant :

1. Nous avons adopté une méthode de calcul des volumes disponibles dans chaque tronçon, en assimilant le profil en travers à un profil trapézoïdal avec une pente sur le côté de 1/1. Lorsqu'un secteur s'incise, sa largeur va diminuer ; lorsqu'il s'exhausse, sa largeur va augmenter, mais toujours en gardant une pente des berges de 1/1.
2. Nous avons pris en compte Les conditions spécifiques à chaque scénario (extractions annuelles, maintien de niveau des seuils)
3. Nous avons recherché à assurer une continuité du transport solide dans l'ensemble du cours d'eau en modifiant les altitudes de certains points. Cette continuité est assurée par :
 - a. A chaque changement de tronçon, le débit solide du tronçon aval est égal au débit solide du tronçon amont
 - b. A chaque confluence, le débit solide du tronçon aval est égal à la somme des débits solides des tronçons amont

Le profil en long d'équilibre est obtenu par optimisation du système (10 équations, 10 inconnues).

3.2 SCENARIO N°1 : CONTINUER LA GESTION ACTUELLE

Nous avons calculé les profils d'équilibre du nant de Seytroux dans le cas où l'on continuait la gestion actuelle, à savoir : curages réguliers des seuils, reconstruction des seuils détruits par la dernière crue.

Les contraintes au calcul du profil d'équilibre sont les suivantes :

1. Les points amont des ouvrages suivants restent fixes :
 - Seuil n°1 (Douva de Mouri)
 - Seuil n°2 (espace détente)
2. Les seuils sont régulièrement curés, de façon à éviter leur engravement à l'amont

3. Le gué est modifié, son niveau est calé sur le profil d'équilibre
4. Les seuils à l'aval du seuil n°2 sont reconstruits et calés

Par optimisation du système obtenu, nous obtenons le profil en long d'équilibre suivant (Figure 6) :

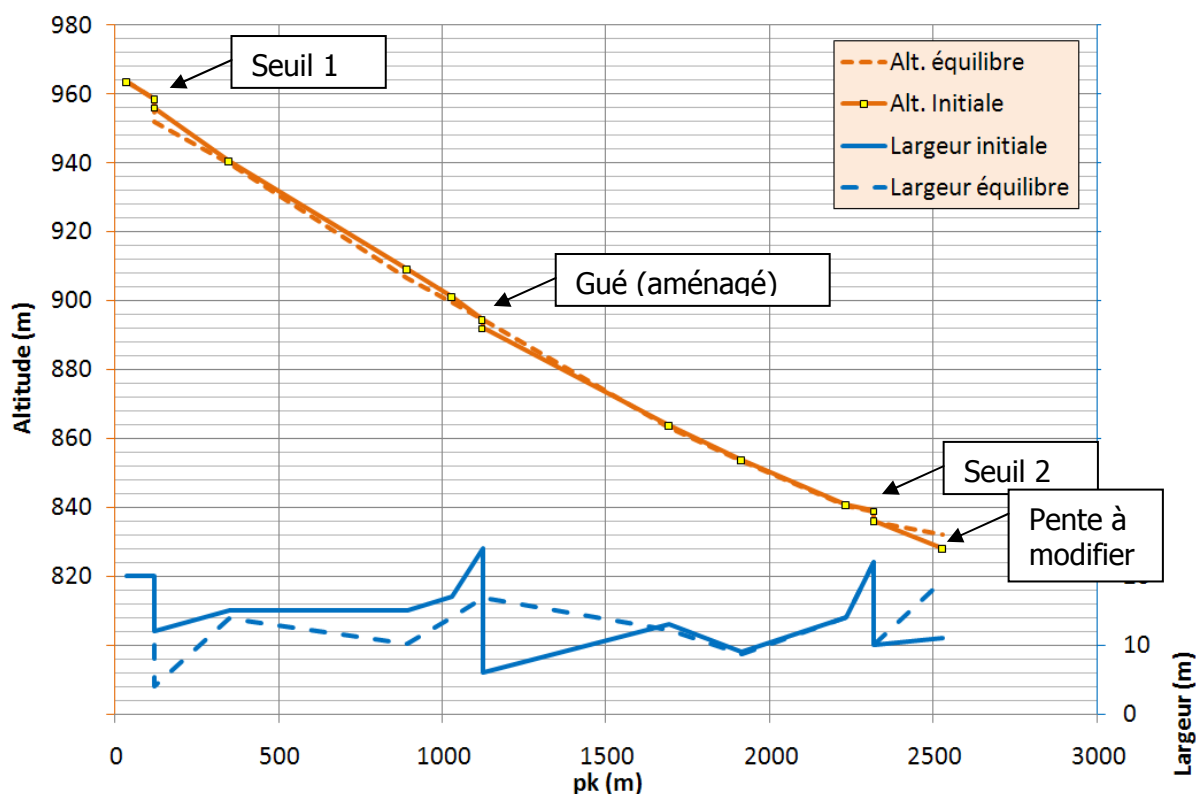


Figure 6 : Profil en long et largeur, état actuel, état d'équilibre scénario 1

Les évolutions prévisibles, avec ce mode de gestion, sont :

- Aval du seuil n°1 : les incisions se poursuivent jusqu'à atteindre 4-m au pied du seuil. Des travaux de restauration seront nécessaires à moyen terme
- Gué : un passage avec une moindre réduction de la section peut être aménagé, en rehaussant le niveau du cours d'eau à l'aval (+2,4m). Le niveau de fond amont (894,4m) est maintenu.
- De la confluence de l'Avanchereau (nant des Culées) au seuil n°2 : variation faible (<0,5m) du profil en long.
- Aval du seuil n°2 : le seuil n°2 coupe le transport solide. Il devient nécessaire de créer des seuils de stabilisation du profil en long entre ce seuil et le pont du foyer de ski de fond. La pente, actuellement de 3,8%, doit être réduite de moitié (1,9%), ce qui correspond à 5 seuils de 1 mètre.
- Les curages sont à réaliser régulièrement. Ils sont, en moyenne interannuelle, de l'ordre de 650 m³/an au seuil n°1 et 850 m³/an au seuil n°2.

3.3 SCENARIO N°2 : LAISSER FAIRE

Nous avons calculé les profils d'équilibre du nant de Seytroux dans le cas où l'on laissait les aménagements en l'état, tout en veillant à éviter leur ruine au jour le jour : confortements, réfection après chaque crue destructrice, mais sans faire de curages.

Les contraintes au calcul du profil d'équilibre sont les suivantes :

Les points amont des ouvrages suivants sont supposés rester fixes :

- Seuil n°1 (Douva de Mouri)
- Passage à gué, point amont
- Seuil n°2 (espace détente)

Par optimisation du système obtenu, nous obtenons le profil en long d'équilibre suivant (Figure 7) :

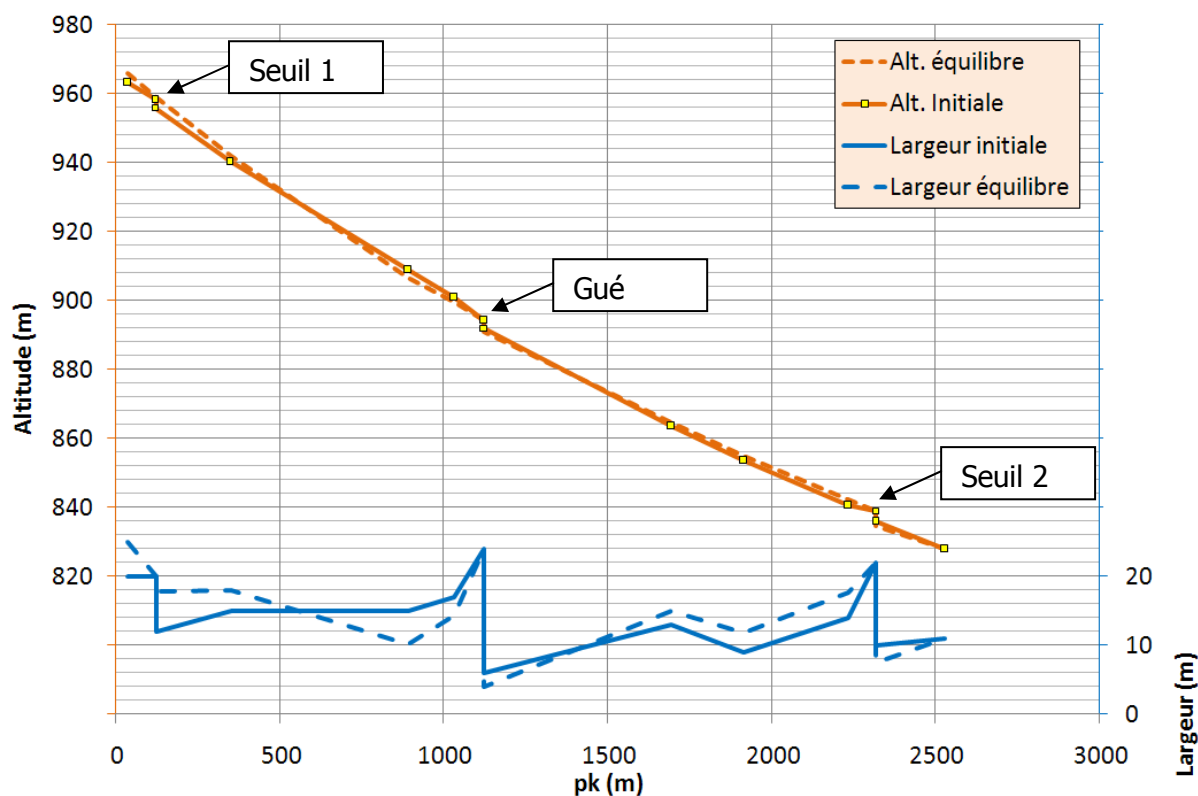


Figure 7 : Profil en long et largeur, état actuel, état d'équilibre scénario 2

Les évolutions prévisibles, si rien n'est fait, sont les suivantes :

- Comblement progressif du seuil n°1 (Douva de Mouri) par les sédiments du nant de Seytroux et du torrent de Tré Montray.
 - Dans un premier temps ce seuil arrête les sédiments et il se produit une incision à l'aval qui pourra déstabiliser le seuil.
 - Dans un deuxième temps les sédiments passent et le seuil est progressivement noyé.
 - L'engravement au niveau de la confluence Seytroux / Tré Montray est de 2,5m au-dessus du niveau actuel.

- Rééquilibrage du profil entre le seuil 1 et le gué, qui se traduit par une incision à l'amont du gué (jusqu'à 2,4m)
- Rééquilibrage du profil entre le gué et le seuil 2, qui se traduit par
 - o Une incision à l'aval du gué (-1m) : la déstabilisation de cet ouvrage se poursuit
 - o Un engravement à l'amont du seuil 2 (+1,8m en amont de la passerelle)
- Une incision à l'aval du seuil 2 (-1.2m) qui peut conduire à sa déstabilisation.

4. SYNTHÈSE ET OBJECTIFS : VERS UN SCHEMA DE GESTION ET D'AMENAGEMENT

Aucun des deux scénarios étudiés n'est entièrement satisfaisant :

- Le premier scénario provoque des incisions massives en aval des seuils qui pourront déstabiliser ces derniers,
- Le deuxième scénario provoque, au contraire, des engravements massifs en amont des ouvrages qui pourront noyer les aménagements à l'amont (en particulier la zone de détente à l'amont du seuil n°2).

Les enjeux identifiés lors de nos visites de terrain et de nos entretiens avec la mairie sont :

1. Maintien des accès aux coupes de bois (gué),
 2. Restauration des zones naturelles fortement incisées, en particulier en aval du gué
 3. Maintien de la zone de détente en amont du seuil n°2
 4. Limitation des incisions à l'aval du seuil n°2
 5. Respect du coût d'objectif des travaux : 100.000 €
- Le maintien du profil actuel à l'amont du seuil n°1 ne peut pas être considéré comme un véritable enjeu : il faut trouver un compromis entre le niveau actuel, trop bas, qui prive l'aval de ses apports nécessaires en matériaux, et le niveau d'équilibre qui peut poser des problèmes récurrents d'accès aux pistes forestières. Par ailleurs, le seuil n°1 contrôle les débits solides envoyés vers l'aval. Les aménagements réalisés aujourd'hui (routes, aire de détente) ne permettent pas un retour à la situation purement naturelle que l'on peut observer sur les photographies aériennes de 1936 (largeur de lit moyenne de 30 à 40m) et ce, jusqu'au pont du chef-lieu.
 - Le gué constitue un obstacle majeur au transit de matériaux, comme le montre le déséquilibre amont / aval de cet ouvrage : forte zone de dépôt à l'amont (pente locale proche de 10%, largeur en fond supérieure à 20m) ; forte incision à l'aval (pente locale proche de 4%, largeur en fond voisine de 6 mètres).
 - L'autre obstacle majeur est le seuil n°2 et les aménagements voisins (chalet, passerelle bois). En l'absence de curage, leur engravement est inévitable.

La recherche d'un plan de gestion durable du transport solide sur le nant de Seytroux passe par la définition de niveaux de fond de lit acceptables pour l'amélioration de la qualité du milieu et la préservation des biens.

Cette définition entraînera un programme d'aménagement et de gestion sur :

- La gestion des seuils existants : niveaux de curage, devenir des matériaux (utilisation raisonnée, dépose à l'aval des seuils),
- La (re)construction de nouveaux seuils de stabilisation,
- La création d'espaces de dépôt par élargissement artificiel du lit actif,

- La définition d'un nouvel ouvrage pour remplacer le gué en grande partie détruit par la crue de juillet 2007.

Le mode de gestion des seuils existants peut inclure un tri granulométrique lors des prélèvements : en déposant à l'aval les plus gros éléments, il est possible de contrôler les incisions sans passer par la construction de seuils.



HYDRETUDES

Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

Siège social

815, route de Champ Farçon
74 370 ARGONAY
Tél : 04.50.27.17.26
Fax : 04.50.27.25.64
contact@hydretudes.com

Agence Hautes Alpes

Bât 2 - Résidence Forest d'Entrais
25, rue du Forest d'Entrais
05 000 GAP
Tél : 04.92.21.97.26.
Fax : 04.92.21.87.83.

vincent.arnaud@hydretudes.com

Agence Réunion

49, chemin Apaya
Bois d'Olives
97 410 SAINT-PIERRE
Tél : 02.62.96.82.45
Fax : 02.62.96.82.46

cyril.bleton@hydretudes.com

Agence Haute Garonne

Immeuble Sud América
20, bd. de Thibaud
31 100 TOULOUSE
Tél : 05.62.14.07.43
Fax : 05.62.14.08.95

gregory.david@hydretudes.com

Agence Drôme

46 avenue Jean Moulin
26 100 ROMANS sur ISERE
Tél : 04.75.45.30.57
Fax : 05.75.45.30.57

Estelle.praderio@hydretudes.com