



**l'oxygène
à la source**

Maître d'Ouvrage

SILA Syndicat Mixte du Lac d'Annecy

Marché 2019-003 Etude pour l'élaboration du plan de gestion sédimentaire des cours d'eau du bassin versant du Fier et du Lac d'Annecy et définition des espaces de bon fonctionnement complémentaires Ruisseau d'Entrevernes



**Phase Etat des
lieux - EPCI**

N° d'Affaire : ARI 18-076

Version **3**

Février 2021



SUIVI ET VISA DU DOCUMENT

Maitre d'ouvrage : SILA Syndicat Mixte du Lac d'Annecy
7 rue des Terrasses
74962 CRAN GEVRIER

0450667777
sila@sil.fr

Affaire : Marché 2019-003 Etude pour l'élaboration du plan de gestion sédimentaire des cours d'eau du bassin versant du Fier et du Lac d'Annecy et définition des espaces de bon fonctionnement complémentaires Ruisseau d'Entrevernes
ARI 18-076
Lionel GUITARD
Phase Etat des lieux - EPCI

Emetteur : HYDRETUDES - Centre technique principal
815, route de Champ Farçon
74370 ARGONAY
04.50.27.17.26
contact@hydretudes.com



Document : Rapport état des lieux
Février 2021

Indice	Date	Mise à jour	Rédigé par	Vérifié par
1	29/06/2020		YB	LG
2	06/11/2020		YB	LG
3	10/02/2021		YB	LG
4				
5				

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION.....	5
2. ENJEUX	6
2.1. Occupation du sol	6
2.2. Activités et usages de l'eau	6
2.3. Enjeux « risque inondation ».....	6
2.4. Enjeux écologiques.....	7
3. HYDROLOGIE	9
4. HYDRAULIQUE.....	9
4.1. Crue biennale	10
4.2. Crue décennale	11
4.3. Crue centennale	12
5. ANALYSE DIACHRONIQUE.....	14
5.1. Diachronie latérale : la bande active.....	14
5.1. Diachronie verticale : le profil en long	14
5.2. Constats et bilan	14
6. FONCTIONNEMENT DYNAMIQUE ACTUEL	15
6.1. Profil en long	15
6.2. Fonctionnement récent	15
6.3. La fourniture sédimentaire.....	17
6.3.1. Les apports solides externes	17
6.3.2. Les apports solides internes	17
6.4. Le bilan sédimentaire semi-quantitatif.....	18
7. BIBLIOGRAPHIE	19

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Présentation du secteur d'étude.....	5
Figure 2: Aléas inondations identifiés sur la commune de Duingt (carte des aléas naturels 14/03/2007)	7
Figure 3: Expertise de la qualité des habitats aquatiques – ruisseau d'Entrevernes.....	8
Figure 4: Facteurs limitants et bénéfiques des habitats aquatiques – ruisseau d'Entrevernes.....	8
Figure 5: Représentation des hauteurs d'eau des débordements - Crue biennale – Ruisseau d'Entrevernes.....	11
Figure 6: Représentation des hauteurs d'eau des débordements - Crue décennale – Ruisseau d'Entrevernes.....	12



Figure 7: Représentation des hauteurs d'eau des débordements - Crue centennale – Ruisseau d'Entrevernes.....	13
Figure 8: Tracé actuel du ruisseau d'Entrevernes (UH EN1d) sur une photo historique (1950-1965)...	15
Figure 9: Profil en long et pente du ruisseau d'Entrevernes (données IGN, Burgeap 2014)	16
Figure 10: Etat des lieux morphologiques du ruisseau d'Entrevernes, Burgeap, 2014	17
Figure 11: Analyse des levés bathymétriques de 1990 et 2020.....	19

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Synthèse des enjeux hydrauliques sur le ruisseau d'Entrevernes, Burgeap, 2014.....	7
Tableau 2 : Débits caractéristiques de crue par unités homogènes pour le ruisseau d'Entrevernes	9
Tableau 3: Données utilisées pour les calculs de transport solide	18
Tableau 4: Capacités de charriage du ruisseau d'Entrevernes pour des crues d'occurrences Q2 à Q100	18

1. Introduction

Le ruisseau d'Entrevernes présente un linéaire d'environ 7 km, s'écoulant sur les communes d'Entrevernes et de Duingt, drainant un bassin versant d'environ 6.6 km². Il draine le versant Est de la montagne du Taillefer et les versants Ouest de la montagne d'Entrevernes et du roc des bœufs, il conflue au lac d'Annecy après la traversée de Duingt.

L'étude du plan de gestion sédimentaire concerne l'unité EN1d.

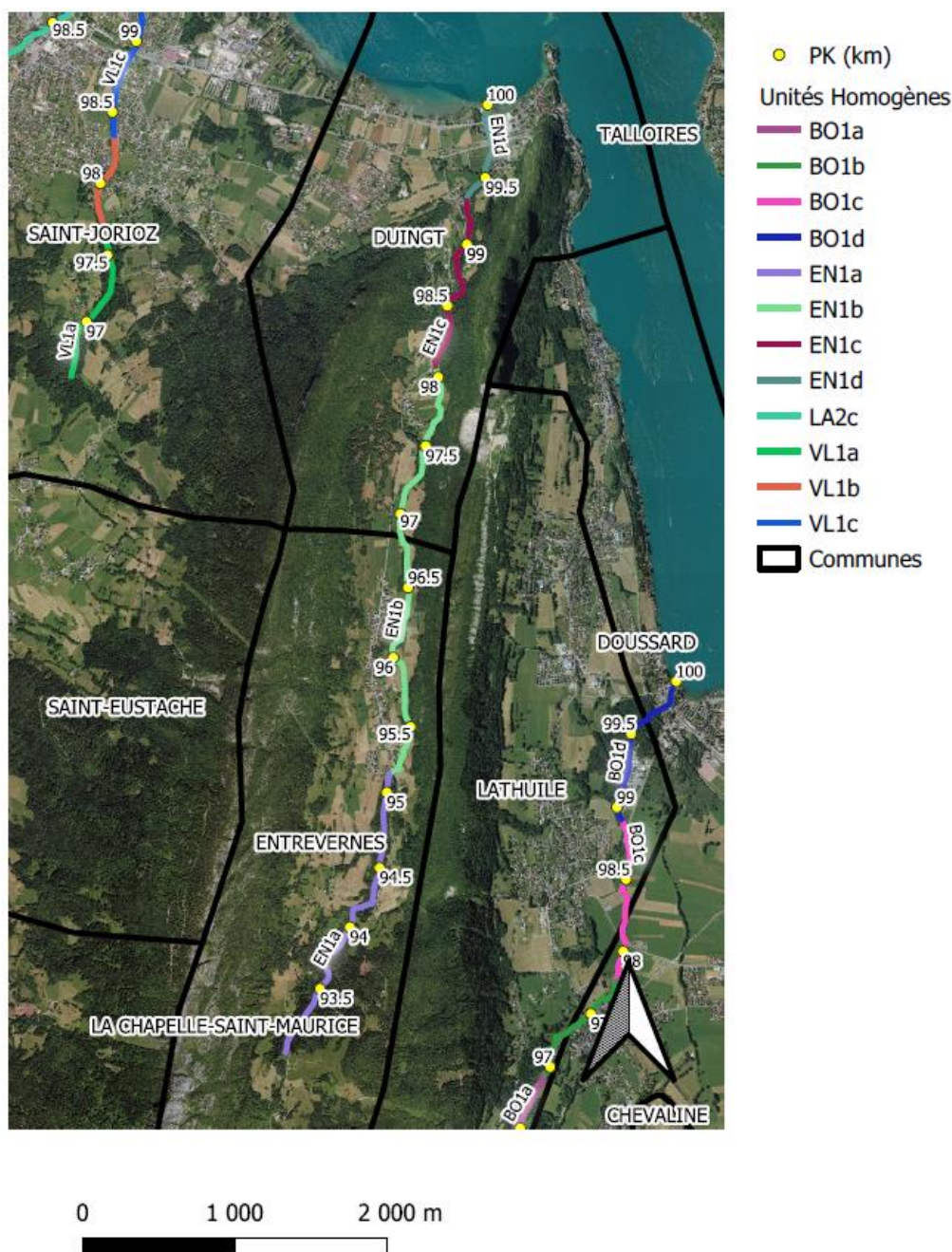


Figure 1 : Présentation du secteur d'étude

2. Enjeux

2.1. Occupation du sol

Le ruisseau d'Entrevernes draine un bassin versant relativement naturel, essentiellement forestier et agricole. Seul le cône de déjection est urbanisé (notamment en rive droite).

2.2. Activités et usages de l'eau

▲ Usages historiques

Plusieurs prises d'eau associées à des moulins étaient présentes sur le ruisseau d'Entrevernes : celle de la Planche sur la partie amont du bassin versant alimentant la scierie du même nom à Entrevernes, et celle du pont d'Here sur le tronçon aval à Duingt, alimentant un ancien moulin. Des curages localisés et post-crues ont été effectués par le passé au droit des zones à enjeux.

▲ Usages actuels

Sur le secteur amont, la scierie de la Planche et la prise d'eau associée sont encore fonctionnelles et avec un usage occasionnel. Cet ouvrage n'affecte pas significativement l'hydrologie fonctionnelle du ruisseau car il ne prélève qu'un faible débit que très occasionnellement avec un tronçon court circuité très limité (<50 m).

Le périmètre rapproché du captage AEP de la Balme, sur la commune d'Entrevernes est situé en bordure du ruisseau d'Entrevernes.

Un projet communal de sentier pédestre est prévu en rive droite du ruisseau depuis le lieu-dit « les Maisons » à la cascade, ainsi que du secteur de Bellegarde à la confluence du lac (emplacements réservés prévus au PLU).

2.3. Enjeux « risque inondation »

Le zonage des aléas liés au ruisseau d'Entrevernes est défini par les cartes d'aléas naturels des communes de Duingt (notifiée le 14/03/2007) et d'Entrevernes (notifiée le 14/05/2007). Le cours d'eau est fortement encaissé sur sa partie amont, les risques d'inondation sont localisés uniquement dans les traversées urbaines : au niveau du hameau de la Planche à Entrevernes et surtout sur le tronçon aval du ruisseau, du hameau d'Héré (commune de Duingt) jusqu'à l'embouchure avec le lac.

Cours d'eau	Commune	Site	Biens vulnérables	Risques*			Remarques
				Sub.	Ero.	Niveau	
Ruisseau d'Entrevernes	Entrevernes	Traversée lieu-dit « La Planche »	Voirie, scierie, habitation	X		Faible	Débordements en crue d'aléa faible mais risque d'embâcles très probable en crue (traversée en coude)
	Duingt	Entre le pont d'Héré et la piste cyclable	Route, habitations	X		Fort	Risque de débordements sur habitations en rive droite et piste cyclable (partie couverte)
	Duingt	Piste cyclable au lac, traversée RD1508	Habitations, route RD1508	X		Fort	Risque de débordements sur berges

* Sub. : submersion, Ero. : érosion. Niveau : Faible, Moyen, Fort, Très fort

Tableau 1 : Synthèse des enjeux hydrauliques sur le ruisseau d'Entrevernes, Burgeap, 2014

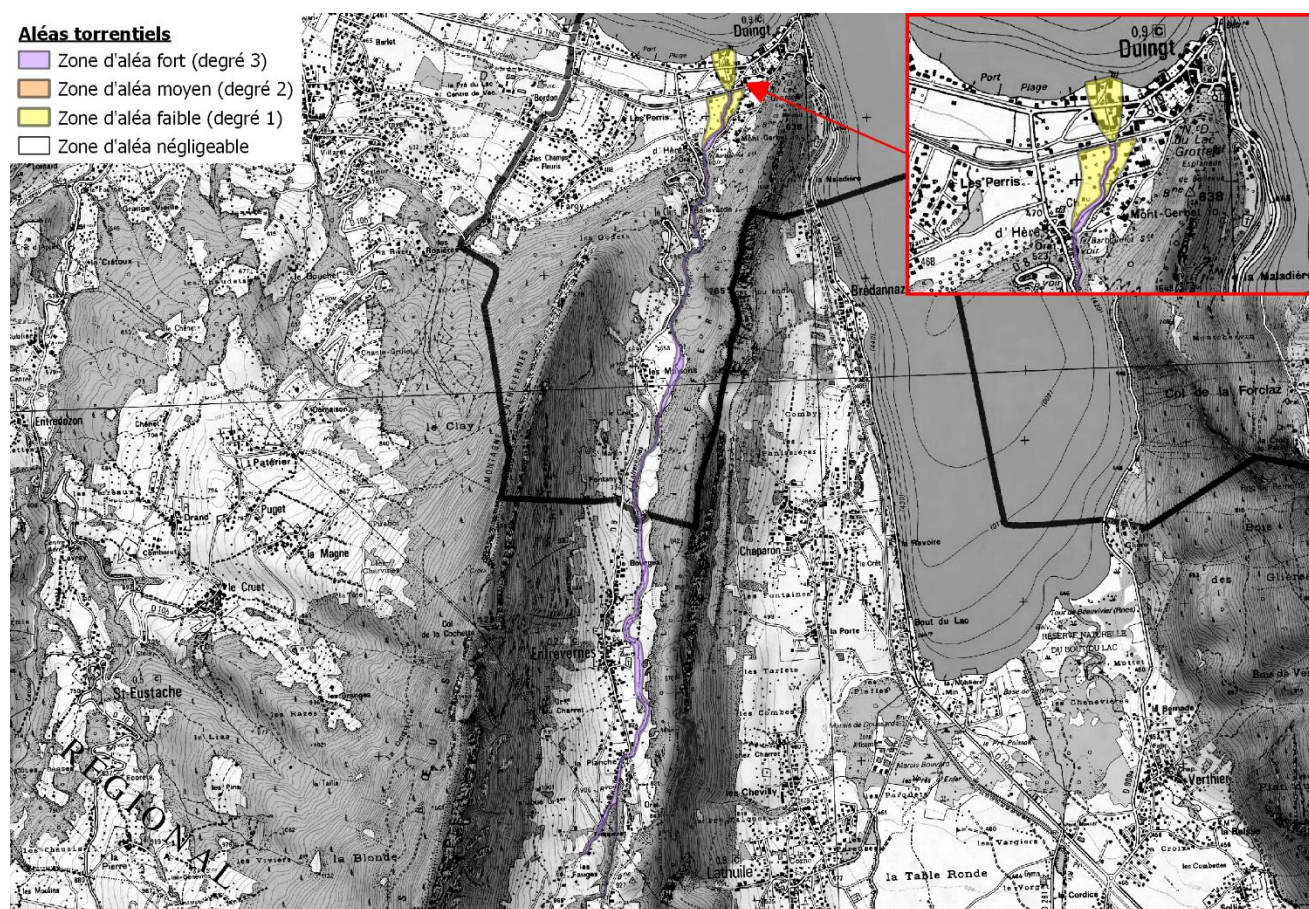


Figure 2: Aléas inondations identifiés sur la commune de Duingt (carte des aléas naturels 14/03/2007)

2.4. Enjeux écologiques

Le ruisseau d'Entrevernes présente une hydrologie temporaire avec des zones d'assecs en période d'étiage sur les $\frac{3}{4}$ amont de son linéaire, de la source jusqu'au pont d'Héré. Jusqu'au pont d'Héré (unités EN1a, b et c), le ruisseau d'Entrevernes présente une bonne qualité de ses habitats aquatiques liée au caractère naturel préservé du cours d'eau ; seule l'hydrologie

temporaire et la présence d'infranchissables naturels (verrous calcaires) qui contraignent la continuité longitudinale, affectent le potentiel de qualité des habitats aquatiques. En aval du pont d'Héré jusqu'au lac (unité EN1d), le contexte artificialisé, rectifié et contraint du ruisseau (faciès peu diversifiés, berges déconnectées, obstacles et mauvaise continuité longitudinale), lui confère une mauvaise qualité de ses habitats aquatiques ; ce tronçon semble bénéficier d'une hydrologie permanente (résurgences karstiques en amont qui soutiennent les étiages).

Nom de cours d'eau	Unité homo.	Hétéro. CLASSE	Attract. CLASSE	Connect. CLASSE	Stab. CLASSE	Qualité habitat CLASSE
Ru. d'Entrevernes	EN1a	B	B	C	Equilibre	B
Ru. d'Entrevernes	EN1b	B	B	B	Equilibre	B
Ru. d'Entrevernes	EN1c	B	B	C	Equilibre	B
Ru. d'Entrevernes	EN1d	D	C	E	Equilibre	D

Classes de qualité

Très bonne
Bonne
Moyenne
Mauvaise
Très mauvaise

Figure 3: Expertise de la qualité des habitats aquatiques – ruisseau d'Entrevernes

Nom de cours d'eau	Unité homo.	Facteurs bénéfiques	Facteurs limitants
Ru. d'Entrevernes	EN1a	Milieu préservé	Hydrologie temporaire, forte pente
Ru. d'Entrevernes	EN1b	Milieu préservé	Hydrologie temporaire, obstacles naturels
Ru. d'Entrevernes	EN1c	Milieu préservé	Hydrologie temporaire, obstacles naturels
Ru. d'Entrevernes	EN1d		Artificialisation généralisée du lit, obstacles artificiels

Figure 4: Facteurs limitants et bénéfiques des habitats aquatiques – ruisseau d'Entrevernes

De nombreux ouvrages hydrauliques, présents notamment dans la traversée de Duingt, sont infranchissables, de même sur les secteurs en amont de la traversée urbaine, la présence d'infranchissables naturels empêchent toute remontée.

Le ruisseau d'Entrevernes est classé en première catégorie piscicole ; il fait également l'objet d'un classement pour le repeuplement de la truite de lac qui est susceptible de remonter sur la partie aval du ruisseau (traversée Duingt) pour sa reproduction et sa croissance. Les données de références indiquent la présence d'un peuplement mono-spécifique de truite commune sur la partie en aval du pont d'Héré (unité EN1d), représenté principalement par la souche lacustre qui partage son cycle biologique entre le lac (croissance) et les affluents pour la reproduction. Le tronçon en amont du pont d'Héré, sur lequel l'hydrologie est temporaire (assecs en période d'étiage) est considéré comme apiscicole.

Les boisements de berges présentent des peuplements de type hêtraie-sapinière sur la partie amont avec une dominance de sapins, hêtres, frênes et aulnes. Sur la traversée de Duingt (unité EN1d), ils sont dominés par des frênes, noisetiers et des espèces ornementales (secteur résidentiel).

Les boisements de berges sont globalement de bonne qualité à l'exception de la partie en amont du lieu-dit « La Planche » (unité EN1a) de qualité moyenne avec beaucoup

d'encombres de bois morts en lit, en raison d'une instabilité, d'un vieillissement et d'un dépérissement marqué des boisements ; le manque d'entretien de la ripisylve avec 40% du linéaire total entretenu, en est probablement responsable et sa mise en œuvre fait l'objet d'une demande forte de la part de la commune d'Entrevernes. Jusqu'aux Maisons (unités EN1b et c), certains linéaires de ripisylve du ruisseau, présentent également une instabilité significative et de fait une qualité moyenne. On note également l'absence partielle de ripisylve sur la traversée urbaine de Duingt (unité EN1d) du pont d'Héré jusqu'au lac.

Les espèces invasives identifiées au droit du ruisseau d'Entrevernes sont la renouée du Japon (notamment au cimetière d'Entrevernes et au pont d'Héré) et le Buddleia (notamment au secteur de Belvarde).

Aucune zone humide alluviale en bordure du lit du ruisseau d'Entrevernes n'a été recensée lors des reconnaissances de terrain. On notera cependant la présence des roselières en bordure du lac sur Duingt (zone humide 74ASTERS1135) situées de part et d'autre de la confluence du ruisseau, sur une superficie totale d'environ 2,5 ha.

3. Hydrologie

Les débits de crue estimés sur le ruisseau d'Entrevernes sont présentés ci-dessous. Les valeurs obtenues par le modèle hydrologique Mesri sont relativement supérieures à celles définies par Burgeap dans l'étude de 2014. Dans une logique sécuritaire, les résultats du modèle Mesri seront retenus par la suite dans le cadre de cette étude. Les valeurs ont été interpolées par la méthode de Myer (coefficients repris de l'étude Burgeap) pour obtenir les débits par interpolation au droit des différentes unités homogènes. Les valeurs retenues sont présentées dans le tableau suivant :

Cours d'eau	UF	UH	S (km ²)	Tc (h)	Tbase (h)	Q2 (m ³ /s)	Q10 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)
Ruisseau d'Entrevernes	EN1	EN1a	2.2	1.0	3	2.5	3.8	6.4
		EN1b	5.3	1.3	3.9	4.9	7.4	12.6
		EN1c	6.2	1.6	4.8	5.5	8.3	14.1
		EN1d	6.7	1.7	5.1	6.2	8.8	21.4

Tableau 2 : Débits caractéristiques de crue par unités homogènes pour le ruisseau d'Entrevernes

4. Hydraulique

Des modélisations hydrauliques ont été effectuées sur le tronçon aval du ruisseau d'Entrevernes (EN1d) dans l'objectif de préciser le risque hydraulique au droit de la traversée de Duingt. De façon générale, le ruisseau d'Entrevernes a une capacité correspondant environ à une occurrence décennale. Pour des événements d'une période de retour supérieure, des débordements relativement étendus sont observés dans la traversée de Duingt. On notera également la submersion des rives du lac pour le niveau maximum du lac retenu (447.9 mNGF). Les modélisations indiquent une emprise de la zone inondable plus importante que celle de la carte des aléas naturels réalisée en 2007, notamment du fait du rôle de régulation limité de la piste cyclable sur le transit des débordements en amont de la piste cyclable, se

propageant en aval par-dessus la piste (rive gauche notamment) et par le passage souterrain (rive droite).

4.1. Crue biennale

Pour une crue d'une période de retour biennale (avec un niveau du lac à 447 mNGF), le gabarit du ruisseau d'Entrevernes est globalement suffisant pour faire transiter l'essentiel des écoulements. Des débordements limités sont localisés en amont de la piste cyclable (<0.5 m³/s) et à l'embouchure avec le lac (<1 m³/s à l'aval de la RD1508). Les conditions d'écoulements sont les suivantes :

- Des hauteurs d'eau moyennes de l'ordre de 1.2 m (valeurs comprises entre 0.35 et 1.9 m – Figure 5) ;
- Des vitesses d'écoulement moyennes d'environ 2.1 m/s (valeurs comprises entre 0.8 et 4 m/s).

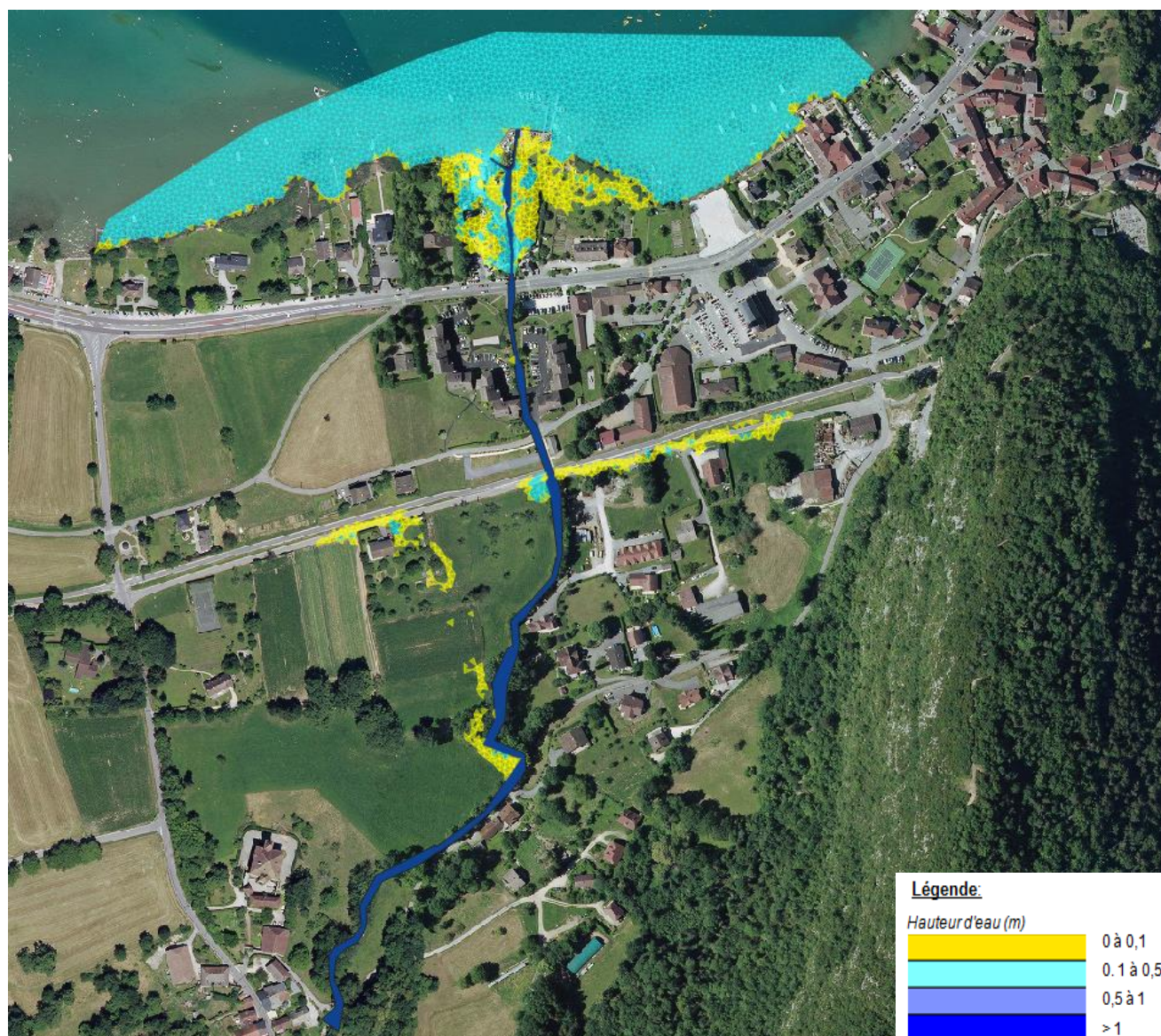


Figure 5: Représentation des hauteurs d'eau des débordements - Crue biennale – Ruisseau d'Entrevernes

4.2. Crue décennale

Dans le cas d'un évènement d'une période de retour décennale (avec un niveau du lac à 447.9 mNGF), des débordements modérés mais relativement étendus sont identifiés dans la traversée de Duingt :

- Débordements sur les terrains agricoles en rive gauche en amont de la piste cyclable ($<0.5 \text{ m}^3/\text{s}$), stockés en pied de la piste.
- Au droit du franchissement de la piste cyclable de part et d'autre des deux berges : $\sim 1 \text{ m}^3/\text{s}$ en rive droite stocké en pied de la piste (point bas) et $\sim 0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ en rive gauche transitant en aval.
- Des débordements sur le secteur canalisé en aval de la RD1508 ($<2 \text{ m}^3/\text{s}$).

Les conditions d'écoulements sont les suivantes :

- Des hauteurs d'eau moyennes de l'ordre de 1.4 m (valeurs comprises entre 0.45 et 2.2 m – Figure 6);
- Des vitesses d'écoulement moyennes d'environ 2.25 m/s (valeurs comprises entre 0.9 et 4.2 m/s).

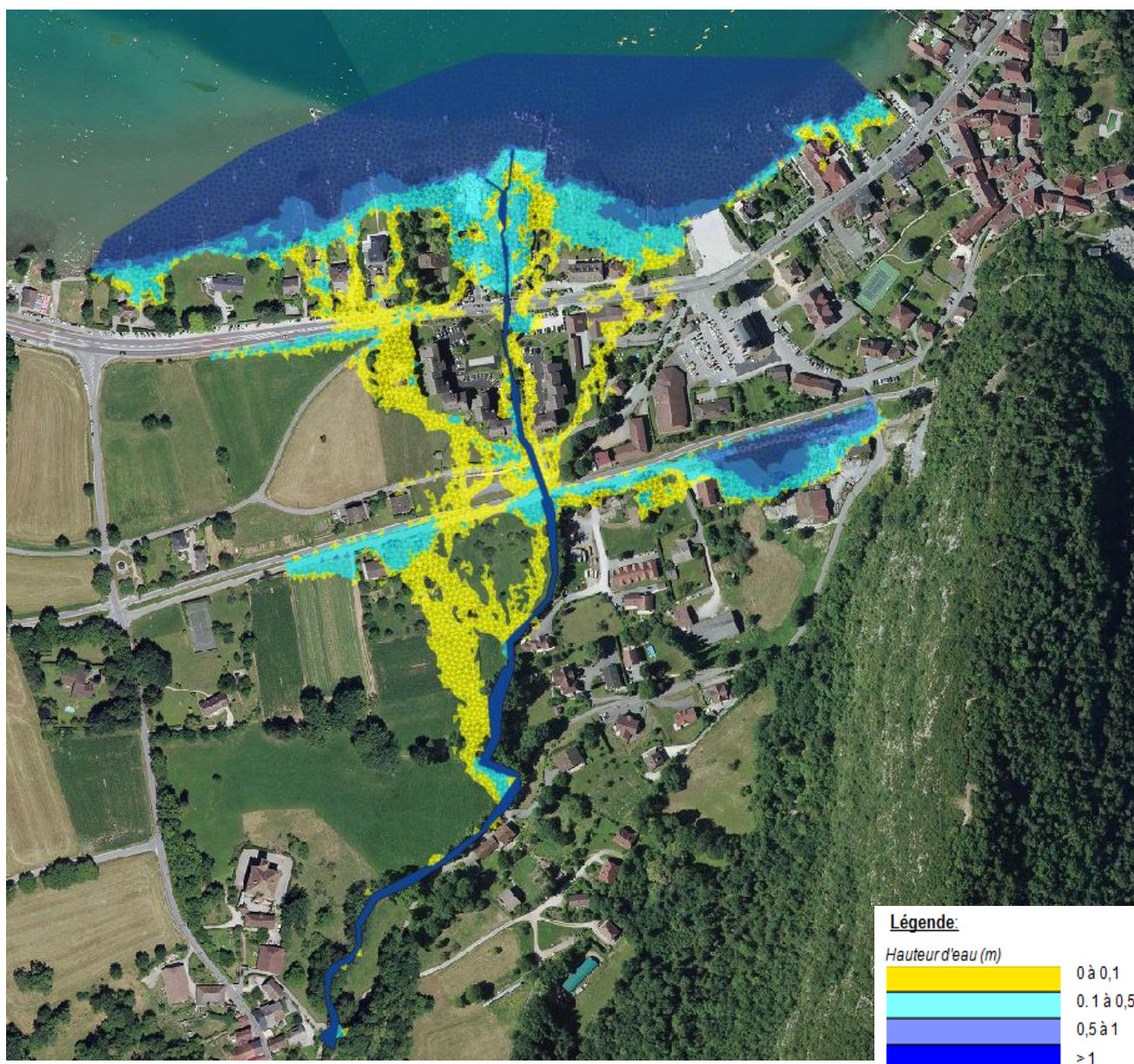


Figure 6: Représentation des hauteurs d'eau des débordements - Crue décennale – Ruisseau d'Entrevernes

4.3. Crue centennale

En crue centennale (avec un niveau du lac à 447.9 mNGF), les débordements observés en crue décennale sont généralisés et amplifiés. Les principaux axes identifiés sont les suivants :

- Débordements au droit et en amont de la piste cyclable : environ 8 m³/s en rive gauche, transitant en aval de la piste jusqu'au lac, et 4m³/s en rive droite stockés en pied de la piste (point bas) transitant partiellement (<1.5m³/s) en aval par le passage souterrain.
- Des débordements sur le secteur canalisé en aval de la RD1508 (~2-3 m³/s).

Les conditions d'écoulements sont les suivantes :

- Des hauteurs d'eau moyennes de l'ordre de 1.6 m, avec des valeurs comprises entre 1 et 2.5 m (Figure 7)
- Des vitesses d'écoulement moyennes d'environ 2.4 m/s, avec des valeurs comprises entre 1.0 et 4.9 m

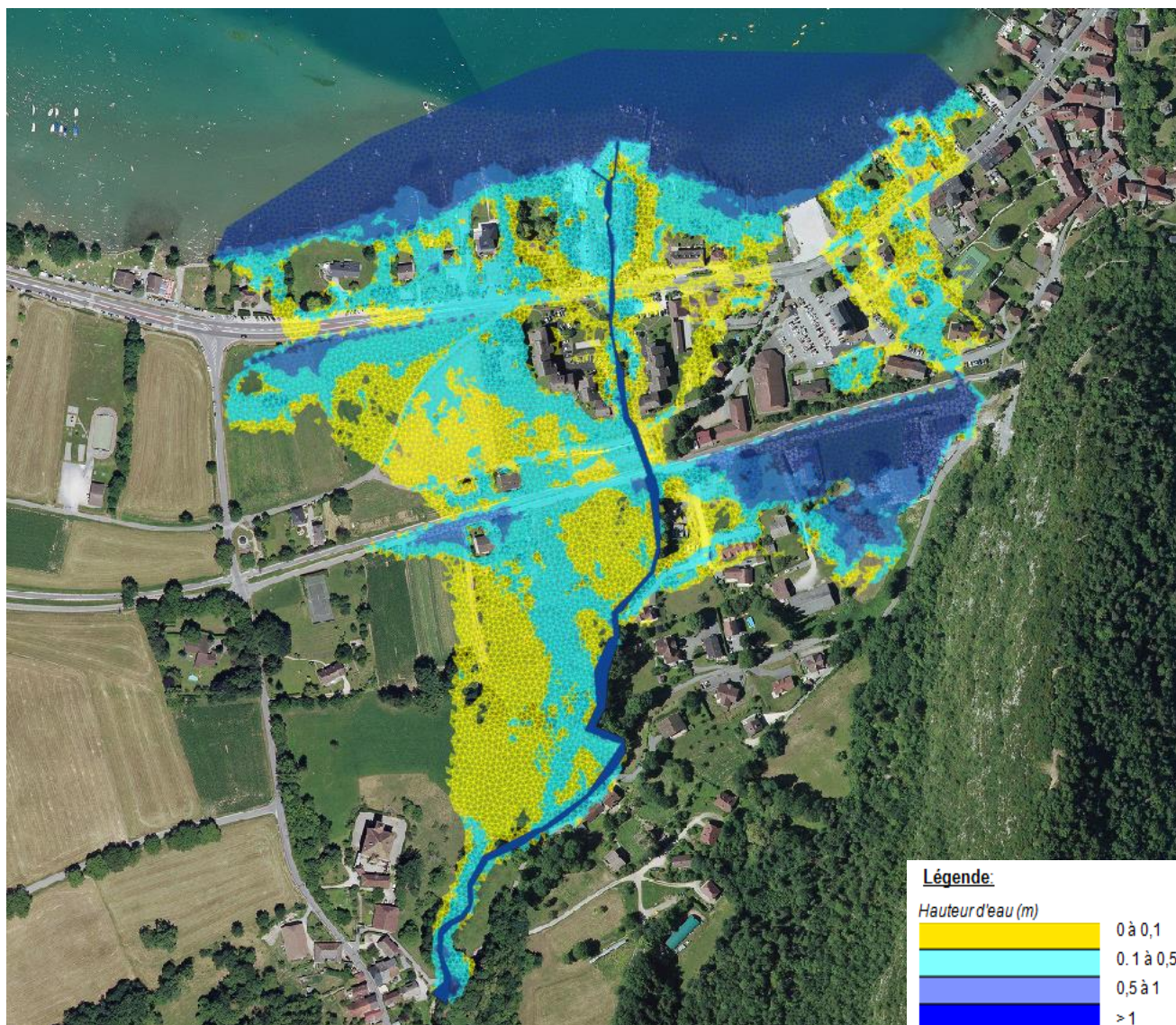


Figure 7: Représentation des hauteurs d'eau des débordements - Crue centennale – Ruisseau d'Entrevernes

5. Analyse diachronique

5.1. Diachronie latérale : la bande active

L'analyse diachronique des données historiques ne met pas en évidence des signes de mobilité latérale du ruisseau d'Entrevernes. L'évolution du torrent est limitée du fait du contexte topographique (thalweg encaissé) et géologique (formations calcaires), et par les aménagements à l'aval dans la traversée des zones à enjeux sur le cône de déjection (protections de berges et seuils).

5.1. Diachronie verticale : le profil en long

Il n'existe pas de données historiques permettant de tracer le profil en long historique du ruisseau d'Entrevernes.

5.2. Constats et bilan

Le ruisseau d'Entrevernes est naturellement contraint par la topographie et la nature géologique des terrains, limitant l'évolution du cours d'eau à la fois latéralement du fait de l'encaissement du thalweg mais également sur le profil en long du fait de la présence de nombreux seuils naturels (affleurements calcaires essentiellement). Seul le tronçon aval, situé sur le cône de déjection du torrent est mobile, mais l'urbanisation importante des bords du lac a entraîné une artificialisation généralisée, limitant toute divagation de cet affluent.



Figure 8: Tracé actuel du ruisseau d'Entrevernes (UH EN1d) sur une photo historique (1950-1965)

6. Fonctionnement dynamique actuel

6.1. Profil en long

Le ruisseau d'Entrevernes est un cours d'eau encaissé avec une forte pente, d'un linéaire d'environ 7 km. Le profil en long du torrent est stabilisé par la présence de nombreux affleurements calcaires, fixant le niveau du lit, et présents notamment entre le hameau des maisons et le château d'Héré. Entre ces secteurs accidentés (Planche-Fontany), des tronçons avec des pentes plus modérées (~5%) permettent la divagation du cours d'eau. Le tronçon en aval du pont d'Héré, jusqu'à l'embouchure du lac, est fortement canalisé. Du fait de cette configuration, l'évolution du cours d'eau apparaît comme stable dans le temps.

6.2. Fonctionnement récent

Les données topographiques disponibles ne permettent pas d'analyse diachronique : il n'y a pas eu de levés terrestres effectués auparavant, y compris sur les zones à enjeux. La donnée lidar n'est pas appropriée pour ce type de cours d'eau encaissé et végétalisé (parties amont), et surtout avec un gabarit trop réduit pour ce type de relevé.

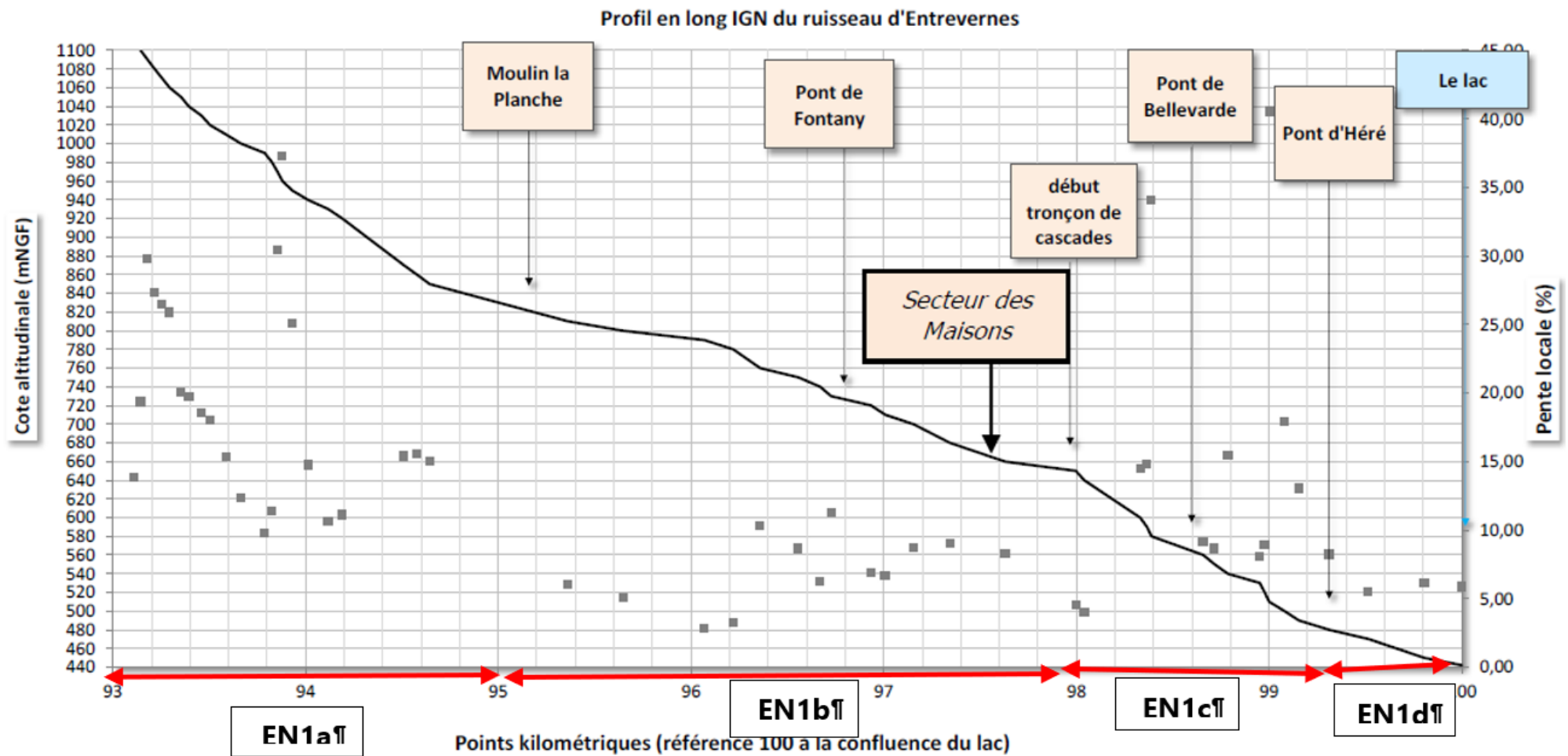


Figure 9: Profil en long et pente du ruisseau d'Entrevernes (données IGN, Burgeap 2014)

6.3. La fourniture sédimentaire

6.3.1. Les apports solides externes

Les apports externes sont relativement limités sur le bassin versant, essentiellement composé de parcelles agricoles et forestières, où les reliefs sont limités.

6.3.2. Les apports solides internes

Le ruisseau d'Entrevernes ne présente pas de terrasses alluviales mobilisables, à la fois du fait de sa configuration (terrains amont encaissés à forte pente) mais également de l'urbanisation de son cône de déjection (artificialisation des berges sur les traversées urbaines à enjeux).

Le ruisseau d'Entrevernes est peu anthropisé sur l'essentiel de son linéaire, les connexions du lit et des berges sont donc relativement préservées. Des matériaux sont donc disponibles latéralement par le ruisseau. Ce constat n'est toutefois pas valable sur le secteur aval (pont d'Héré-confluence lac) où des protections de berges et ouvrages de franchissement limitent fortement les interactions lit/berges.

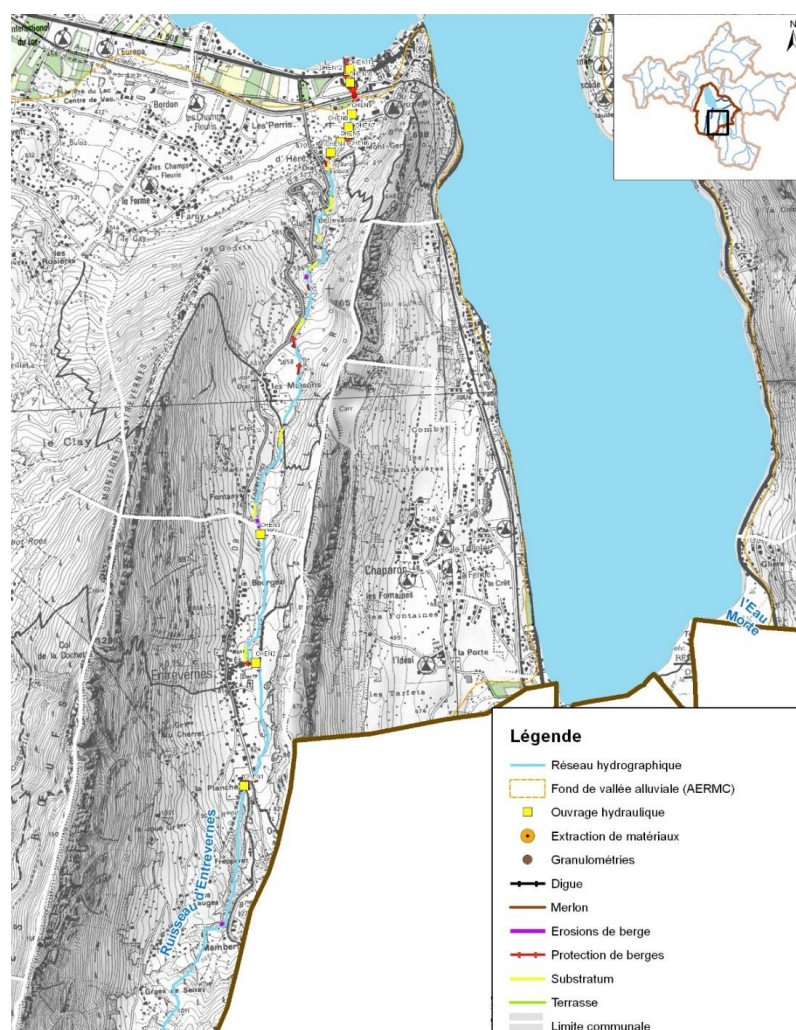


Figure 10: Etat des lieux morphologiques du ruisseau d'Entrevernes, Burgeap, 2014

6.4. Le bilan sédimentaire semi-quantitatif

Les capacités de charriage ont été calculées à partir de la formule de Recking. Les calculs sont effectués à partir de valeurs types définies sur chaque unité homogène :

Cours d'eau	UF	UH	D84 (m)	D50 (m)	Largeur (m)	Pente (m/m)	Tc (h)
Entrevernes	EN1	EN1a	0.112	0.049	1.2	0.0303	1.0
		EN1b			1.2	0.0669	1.3
		EN1c			2	0.1247	1.6
		EN1d			1.2	0.0571	1.7

Tableau 3: Données utilisées pour les calculs de transport solide

Les résultats obtenus sont estimés en supposant que les matériaux mobilisés sont disponibles, ce qui n'est pas le cas sur les secteurs où les cours d'eau sont contraints (protections berges, seuils, affleurement rocheux). Ces données sont donc soumises à de fortes incertitudes et doivent être utilisées de manière relative.

Les valeurs estimées sur le ruisseau d'Entrevernes sont relativement faibles, hormis au droit du secteur à forte pente situé entre les Maisons et le pont d'Héré (EN1c). Toutefois, les nombreux affleurements rocheux sur ce secteur limitent fortement la fourniture sédimentaire. Au vu de ces résultats, le transport solide est donc relativement limité sur ce cours d'eau. Toutefois, les valeurs présentées peuvent être sous-estimées du fait de l'influence du pavage du lit sur la granulométrie.

Cours d'eau	UF	UH	Capacité transport Q2 (m³/an)	Capacité transport Q10 (m³/an)	Capacité transport Q100 (m³/an)
Entrevernes	EN1	EN1a	0	0	1
		EN1b	5	11	25
		EN1c	72	164	465
		EN1d	7	13	42

Tableau 4: Capacités de charriage du ruisseau d'Entrevernes pour des crues d'occurrences Q2 à Q100

L'analyse des données bathymétriques de la confluence du ruisseau d'Entrevernes avec le lac entre les années 1990 et 2020 est présentée sur la figure ci-dessous, l'emprise rouge représente les zones remblayées entre 1990 et 2020 et celle en jaune les zones de déblais. A noter que les données bathymétriques de 1990 sont bien moins précises que celles réalisées par l'Xalp drone dans le cadre de la présente étude (1990 : levé avec 1 point tous les 25 m, 2020 : levé avec un point tous les 0.5 m).

La comparaison des deux levés indique une mobilisation limitée des matériaux présents au droit de l'embouchure du ruisseau d'Entrevernes au Lac d'Annecy avec une zone de remblai sur la partie amont du cône de l'ordre de 1 000 m³ et une zone de déblai en aval d'environ 2 000 m³. Malgré l'écart important de précisions entre ces deux mesures, cette donnée ne

montre pas de tendance particulière (engravement/dépôt) et indique donc une évolution relativement stable dans le temps du cône de déjection du ruisseau d'Entrevernes.

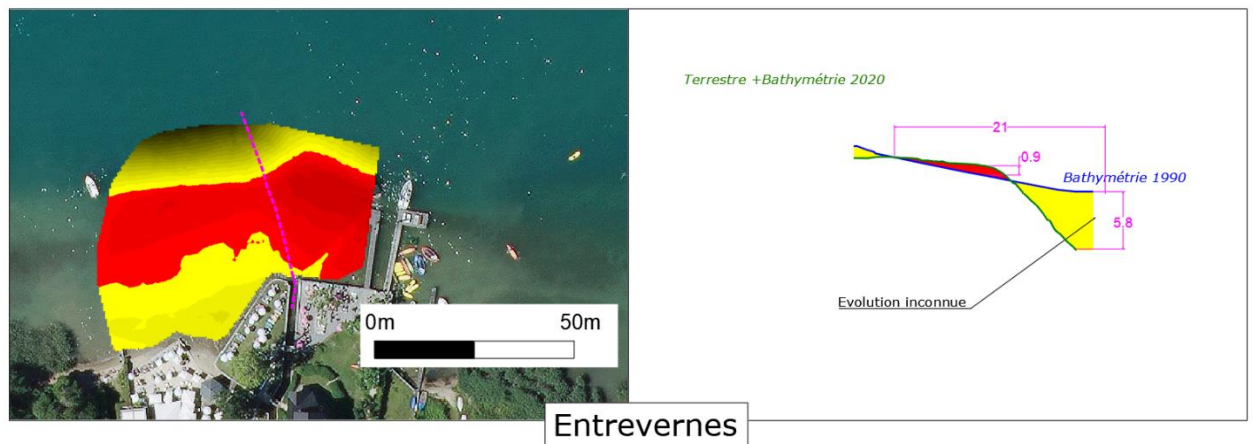


Figure 11: Analyse des levés bathymétriques de 1990 et 2020

7. Bibliographie

2014 – BURGEAP – Etude Hydromorphologique préalable au contrat de bassin – Phase 1: Etat des lieux et diagnostic – Communauté de l'Agglomération d'Annecy (74)

RETUDES

Annecy / Ardonnay

[illegible]

©istockphoto/Photos non contractuelles. Citation: sci.hum.univ.fr