



# Plan de gestion des matériaux solides sur le réseau hydrographique du bassin versant de l'Arve

Bon de commande n°2 – Arve amont

## RAPPORT DE PRESENTATION – ARVE AMONT

MARCHE 2018-PI-28 LOT 1



## Plan de gestion des matériaux solides sur le réseau hydrographique du bassin versant de l'Arve

Plan de gestion des matériaux solides Arve amont

SM3A

Rapport de présentation

VERSION	DESCRIPTION	ÉTABLI(E) PAR	CONTROLÉ(E) PAR	APPROUVÉ(E) PAR	DATE
1	Version initiale	VMO/CJN/JBI	JBI/VMO	PRD	20/01/2021

ARTELIA  
6 rue de Lorraine 38140 Echirrolles – TEL : 04 76 33 40 00

ARTELIA EAU & ENVIRONNEMENT

## Table des matières

<b>FIGURES .....</b>	<b>6</b>
<b>OBJET DU DOCUMENT .....</b>	<b>9</b>
<b>A. PRÉSENTATION DU PÉRIMÈTRE D'ETUDE .....</b>	<b>11</b>
<b>1. PRESENTATION DU PÉRIMÈTRE DE L'ETUDE .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1. SECTEUR D : AMONT BARRAGE DE SERVOZ .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1.1. LOCALISATION.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1.2. SOUS-BASSINS VERSANTS CONCERNÉS.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1.3. TOPOGRAPHIE ET MORPHOLOGIE DE L'ARVE SUR LE SECTEUR D15</b>	
<b>1.2. SECTEUR C : BARRAGE DU SERVOZ AU PONT-VIEUX DE CLUSES .....</b>	<b>19</b>
<b>1.2.1. LOCALISATION.....</b>	<b>19</b>
<b>1.2.2. SOUS-BASSINS VERSANTS CONCERNÉS.....</b>	<b>19</b>
<b>1.2.3. TOPOGRAPHIE ET MORPHOLOGIE DE L'ARVE ET DE SES AFFLUENTS SUR LE SECTEUR C .....</b>	<b>22</b>
<b>2. TYPOLOGIE DES COURS D'EAU ET DES OUVRAGES DE GESTION DU TRANSPORT SOLIDE .....</b>	<b>28</b>
<b>2.1. TYPOLOGIE DES COURS D'EAU .....</b>	<b>28</b>
<b>2.1.1. LES RIVIÈRES TORRENTIELLES .....</b>	<b>29</b>
<b>2.1.2. LES TORRENTS .....</b>	<b>29</b>
<b>2.1.3. LES COURS D'EAU À FAIBLE PENTE .....</b>	<b>33</b>
<b>3. TYPOLOGIE DES OUVRAGES DE GESTION SÉDIMENTAIRE.....</b>	<b>34</b>
<b>3.1.1. PLAGES DE DÉPÔT .....</b>	<b>34</b>
<b>3.1.2. BAC DE DÉCANTATION .....</b>	<b>35</b>
<b>3.1.3. PIÈGES À SABLE INDUSTRIELS .....</b>	<b>36</b>

<b>4.</b>	<b>DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT HYDRO-SÉDIMENTAIRE DES COURS D'EAU.....</b>	<b>37</b>
<b>4.1.</b>	<b>SECTEUR D – AMONT DU BARRAGE DE SERVOZ.....</b>	<b>37</b>
4.1.1.	L'AXE ARVE SUR LE SECTEUR D .....	37
4.1.2.	LA CREUSAZ.....	77
4.1.3.	LES AFFLUENTS À LAVE .....	78
4.1.4.	LES AFFLUENTS À CHARRIAGE .....	79
<b>4.2.</b>	<b>SECTEUR C - AVAL DU BARRAGE DE SERVOZ .....</b>	<b>80</b>
4.2.1.	L'AXE ARVE SUR LE SECTEUR C.....	80
4.2.2.	LE BASSIN VERSANT DU BONNANT.....	95
4.2.3.	LE BASSIN VERSANT DE LA BIALLE .....	98
4.2.4.	LES AFFLUENTS À LAVE .....	100
4.2.5.	LES AFFLUENTS À CHARRIAGE .....	101
4.2.6.	LES AFFLUENTS À COLMATAGE.....	102
<b>B.</b>	<b>FICHES SITES .....</b>	<b>103</b>
<b>5.</b>	<b>PRÉSENTATION DES FICHES SITES.....</b>	<b>104</b>
<b>5.1.</b>	<b>SOURCES .....</b>	<b>104</b>
<b>5.2.</b>	<b>SYNTHESE PAR SECTEUR .....</b>	<b>105</b>
<b>5.3.</b>	<b>SYNTHESE CARTOGRAPHIQUE .....</b>	<b>106</b>
<b>5.4.</b>	<b>FICHES SITES .....</b>	<b>106</b>
<b>C.</b>	<b>MODALITES DE MISE EN OEUVRE .....</b>	<b>107</b>
<b>6.</b>	<b>ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX .....</b>	<b>108</b>
<b>6.1.</b>	<b>IDENTIFICATION DES ENJEUX .....</b>	<b>108</b>
<b>6.2.</b>	<b>PERIODE DE TRAVAUX .....</b>	<b>112</b>
<b>7.</b>	<b>MÉTHODES DE TRAVAUX .....</b>	<b>113</b>

<b>7.1.</b>	<b>TYPES DE SEDIMENTATION .....</b>	<b>113</b>
<b>7.2.</b>	<b>GESTION DES OUVRAGES DE REGULATION .....</b>	<b>115</b>
<b>7.3.</b>	<b>GESTION DES TRONÇONS EN EXHAUSSEMENT.....</b>	<b>116</b>
7.3.1.	DÉCLENCHEMENT .....	116
7.3.2.	MODE OPÉRATOIRE.....	117
7.3.3.	MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION DES IMPACTS .....	124
<b>7.4.</b>	<b>REMOBILISATION.....</b>	<b>126</b>
<b>7.5.</b>	<b>ACCES .....</b>	<b>128</b>
<b>8.</b>	<b>DESTINATION DES MATÉRIAUX.....</b>	<b>130</b>
<b>8.1.</b>	<b>GESTION DES ESPECES INVASIVES .....</b>	<b>130</b>
<b>8.2.</b>	<b>REINJECTION DES MATERIAUX .....</b>	<b>130</b>
<b>8.3.</b>	<b>EXTRACTIONS DEFINITIVES.....</b>	<b>142</b>
8.3.1.	EXTRACTIONS INDUSTRIELLES .....	142
8.3.2.	VALORISATION DES MATÉRIAUX DE CURAGE .....	144
8.3.3.	MISE EN DÉCHARGE .....	144
<b>9.</b>	<b>SPÉCIFICATIONS PRÉALABLES AUX INTERVENTIONS.....</b>	<b>145</b>
<b>9.1.</b>	<b>SUIVI TOPOGRAPHIQUE .....</b>	<b>145</b>
<b>9.2.</b>	<b>ANALYSE DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX.....</b>	<b>145</b>
<b>9.3.</b>	<b>INFORMATIONS RELATIVES AUX OPERATIONS DE CURAGE .....</b>	<b>145</b>
9.3.1.	INFORMATION DES SERVICES DE L'ETAT.....	146
9.3.2.	INFORMATION DES USAGERS.....	146
	<b>ANNEXE 1 – CARTOGRAPHIE.....</b>	<b>147</b>
	<b>ANNEXE 2 – FICHES SITES.....</b>	<b>148</b>

## FIGURES

Figure 1 Périmètre du plan de gestion de l'Arve sur le secteur D.....	13
Figure 2 Topographie secteur D (source MNT : IGN) .....	15
Figure 3 Carte géologique sur le secteur D .....	17
Figure 4 Vue en relief de la géologie sur secteur D .....	18
Figure 5 Périmètre du plan de gestion Arve sur le secteur C .....	19
Figure 6 Topographie du secteur C aval (source MNT : IGN).....	22
Figure 7 Vallée de l'Arve entre Passy et Sallanches (19ème siècle et actuel). A gauche : collection Payot (source : ARTELIA 2014) .....	23
Figure 8 Carte géologique secteur C aval.....	23
Figure 9 Vue en relief de la géologie sur secteur C aval.....	24
Figure 10 Topographie sur le secteur C amont.....	25
Figure 11 Géologie du secteur C amont.....	26
Figure 12 Face orientale du Mont-Joly (source: Google Street-View) .....	26
Figure 13 Vue en relief de la géologie sur le secteur C amont .....	27
Figure 14 Classification des cours d'eau tirée de l'étude géomorphologique du SAGE de l'Arve (ARTELIA 2014) .....	28
Figure 15 - Exemple de torrent avec un mode de transport par charriage : torrent de Taconnaz.....	31
Figure 16 - Exemple de torrent avec un mode de transport par laves: la Griaz.....	32
Figure 17 - Exemple d'une rivière à faible pente la Biallère nord à Sallanches .....	33
Figure 18 Plage de dépôt par élargissement du lit sur l'Arveyron de la Mer de Glace.....	34
Figure 19 Plage de dépôt avec ouvrage de fermeture sur le Nant Bordon .....	35
Figure 20 Bac de décantation protégeant passage sous voirie sur le Nant de Léchaud à Passy ..	36
Figure 21 Bassin de sédimentation COTTARD (à g.), Seuil alimentant la prise d'eau du piège à matériaux VIALE en rive droite de l'Arve(à d.).....	36
Figure 22 Chamonix : Tableau de Jean Dubois (début du XXème) .....	38
Figure 23 Chamonix aval 1939 .....	39
Figure 24 Capacité de transport de l'Arve avant aménagements.....	39
Figure 25 L'Arve à Argentières (amont de Chamonix) en 1952 .....	40
Figure 26 L'Arve en aval de Chamonix 1952 .....	41
Figure 27 Evolution de la capacité et du transport solide réel entre 1912 et nos jours .....	42
Figure 28 L'Arve à Servoz 1952 - 2015 .....	43
Figure 29 L'Arve au Tour.....	44
Figure 30 Localisation tronçon Traversée d'Argentière et confluence avec l'Arveyron d'Argentière .....	45
Figure 31 Confluence de l'Arve et de l'Arveyron d'Argentières.....	46
Figure 32 L'Arveyron d'Argentières (en h. à g.), l'Arve (en h. à d.), plage de dépôt de l'Arveyron (en b. à g.), confluence Arve Arveyron (en b. à d.) .....	47
Figure 33 Conduite affleurante dans la plage de dépôt de l'Arveyron d'Argentières	Erreur ! Signet non défini.
Figure 34 Profil en long de référence de l'Arve au droit de la confluence avec l'Arveyron d'Argentières. ....	48
Figure 35 Localisation tronçon L'Arve aux Chosalets/Joux .....	48
Figure 36 Profil de référence au droit du site Chosalets/Joux.....	49
Figure 37 Zone de régulation naturelle aval, à préserver .....	49
Figure 38 Comparaison diachronique 1952-2015 - les Chosalets .....	50

Figure 39 Inondation avenue Marcel Croz à Chamonix le 25 juillet 1996. Source: photo archive Dauphiné Libéré. ....	51
Figure 40 Localisation du tronçon Les Tines - Golf amont.....	52
Figure 41 Vue depuis la passerelle amont du Golf: vers l'amont (à g.) et vers l'aval (à d.) .....	53
Figure 42 Profils en long les Tines - le Golf amont.....	54
Figure 43 Localisation du tronçon La Flégère - Golf de Chamonix .....	54
Figure 44 Localisation du tronçon Arve les Rosières .....	56
Figure 45 Vue vers l'amont depuis Passerelle des Confluences (PK 85).....	56
Figure 46 Profils en long Arve - les Rosières .....	57
Figure 47 Plage de dépôt de l'Arveyron de la Mer de Glace (à g.), Exploitation Cottard (à d.)....	58
Figure 48 Localisation du tronçon Arve - le Fory .....	58
Figure 49 Vue vers l'amont depuis le pont du Mont-Blanc .....	59
Figure 50 Profils en long au droit du tronçon Arve le Fory .....	60
Figure 51 Localisation du tronçon Chamonix Centre-ville.....	60
Figure 52 Vue vers l'amont depuis passerelle des Moulins (en h. à g.); Vue vers l'amont depuis Pont du casino (en h. à d.); Elevation aval du Pont du casino (en b. à g.); Vue aval vers le pont de la Poste (en b. à d.) .....	61
Figure 53 Profils en long Chamonix Centre-ville .....	62
Figure 54 Localisation du tronçon Chamonix Sud .....	63
Figure 55 Arve PK 83.1 à l'étiage : vue vers l'amont (à g.), et vers l'aval (à d.).....	63
Figure 56 Torrent des Favrandes depuis la Promenade Marie Paradis (amont confluence) .....	64
Figure 57 Profils en long au droit du tronçon Chamonix Sud .....	64
Figure 58 Localisation du tronçon Confluence Creusaz .....	65
Figure 59 Profil en long GFH (1912) de l'Arve à la traversée de Chamonix. Source: étude géomorphologique du SAGE de l'Arve. ....	66
Figure 60 Profils en long au droit de la confluence avec la Creusaz .....	67
Figure 61 Pont de Pirallotaz.....	67
Figure 62 Localisation du secteur Amont barrage des Houches .....	68
Figure 63 Torrent de Taconnaz (à g.) et du Bourgeat (à d.).....	68
Figure 64 Schéma de l'aménagement hydro-électrique de la centrale de Passy. Source: EDF ....	69
Figure 65 Localisation du secteur aval du barrage des Houches .....	70
Figure 66 La Griaz (à g.) et le Nant Noir (à d.) .....	71
Figure 67 Vue vers l'amont du tronçon Arve - les Trabets: 1 an après curage de 2019. Au fond, la STEU des Houches.....	71
Figure 68 Vue vers l'aval sur le seuil et le viaduc SNCF depuis le Pont Sainte-Marie.....	72
Figure 69 Localisation du tronçon Arve à Servoz.....	73
Figure 70 Confluence avec la Diosaz. Vue vers l'amont depuis pont de l'Avenue .....	74
Figure 71 Vue vers l'aval depuis le pont de l'Avenue (à g.); Surlargeur permettant une régulation des matériaux vers PK 71.3 .....	75
Figure 72 Schématisation du fonctionnement hydro-sédimentaire de l'Arve entre le barrage des Houches et le barrage de Servoz Source: Styx4D (J. Berthet) .....	75
Figure 73 Plage de dépôt de la Creusaz et confluence avec l'Arve .....	77
Figure 74 Pont aval de la RN105 sur la Creusaz.....	78
Figure 75 Arve en aval de la confluence avec le Bonnant en 1927 .....	81
Figure 76 Vallée de l'Arve entre Passy et Sallanches au 19ème siècle, collection Payot (source SM3A) .....	81
Figure 77 Capacité de transport de l'Arve avant les extractions (état 1912) .....	82
Figure 78 Extractions historiques dans le lit de l'Arve (Source: étude géomorphologique du SAGE de l'Arve).....	83

Figure 79 Vallée de l'Arve entre Passy et Sallanches (19ème siècle et actuel). A gauche : collection Payot .....	83
Figure 80 Localisation du tronçon Nant Bordon – Bon Nant.....	84
Figure 81 Profil en long du tronçon Nant Bordon – Bon Nant.....	85
Figure 82 Localisation du tronçon entre le Fayet et Sallanches .....	86
Figure 83 Illustration du lit de l'Arve entre le Fayet et Sallanches .....	86
Figure 84 Profil en long du lit de l'Arve entre le Fayet et Sallanches.....	87
Figure 85 Localisation du tronçon relatif à la traversée de Sallanches .....	88
Figure 86 Illustration du seuil du Pont Vieux .....	89
Figure 87 Profil en long dans la traversée de Sallanches .....	90
Figure 88 Profil en long entre Sallanches et Magland .....	91
Figure 89 Localisation du tronçon entre Sallanches et Magland .....	92
Figure 90 Profil en long au droit du projet de digues d'Oëx.....	93
Figure 91 Localisation du tronçon d'entretien dans la traversée de Magland .....	94
Figure 92 Illustration du lit de l'Arve dans la traversée de Magland .....	94
Figure 93 Profil en long dans la traversée de Magland .....	95
Figure 94 Localisation des actions du plan de gestion des matériaux du Bonnant.....	96
Figure 95 Le bassin versant de la Bialle et de ses affluents (source : IDEALP / SM3A 2018) .....	99
Figure 96 Localisation des linéaires et ouvrages objets de fiches sites dans le cadre du présent plan de gestion .....	106
Figure 97 Schéma de principe du mode opératoire de curage dans le lit avec dérivation des eaux .....	120
Figure 98 Aménagement de piste sur demi-largeur de cours d'eau et chargement des matériaux lors d'un curage à Chamonix en 2019 (source: SM3A).....	122
Figure 99 exemple d'entonnement de busage à l'aide de batardeau souple ( ).....	123
Figure 100 Coupe de principe batardeau fusible.....	123
Figure 101 Sollicitation de la zone fusible (déversoir) d'un batardeau sur le Giffre .....	124
Figure 102 Vue aérienne du secteur remobilisé à la confluence Arve-Diosaz .....	127
Figure 103 Site de remobilisation confluence Arve-Diosaz. Dessiné en bleu, le chenal préférentiel réalisé en 2016. A la date de la photo fin novembre 2020, le cours d'eau s'est redéplacé vers son chenal préférentiel initial et naturel, en extradoss. ....	128
Figure 104 Tableau IV annexé à la nomenclature loi sur l'eau (R. 214-1 du code de l'environnement). ....	132
Figure 105 Réinjection sous forme d'épis sur le site de la Carabotte. A la fin de l'opération (à g.) et 2 ans plus tard (à d.).....	140
Figure 106 Réinjection sous forme d'épis sur le site de Luzier. A la fin de l'opération (à g.) et 2 ans plus tard (à d.) .....	140

## OBJET DU DOCUMENT

L'objet de ce document est de définir le plan de gestion des matériaux solides de l'Arve en amont de Cluses et sur l'ensemble de ses affluents, en intégrant les affluents déjà couverts par des plans de gestion spécifiques. La Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA) impose en effet de disposer d'un plan de gestion des sédiments pour assurer l'entretien des cours d'eau : « *les opérations groupées d'entretien régulier d'un cours d'eau, canal, ou plan d'eau et celles qu'imposent en montagne la sécurisation des torrents sont désormais menées dans le cadre d'un plan de gestion* ».

Le territoire couvert dans le cadre ce plan de gestion couvre le bassin versant de l'Arve depuis sa source au col de la Balme à Chamonix jusqu'au débouché dans la plaine de Cluses au droit du Pont-Vieux (PK 42). Le périmètre de la présente étude est découpé en deux secteurs, identifiés par les lettres C et D (les secteurs A et B concernent le plan de gestion de l'Arve dit « aval », couvrant le territoire entre Cluses et la frontière franco-suisse). Les secteurs sont ainsi définis:

- Secteur C: Le bassin de l'Arve depuis le barrage de Servoz en aval du pont des Lanternes (PK 71) jusqu'au débouché de la rivière dans la plaine de Cluses, marqué par le Pont-Vieux (PK 42).
- Secteur D: Le bassin versant de l'Arve depuis sa source au col de la Balme jusqu'au barrage de Servoz (PK 71).

L'objectif de ce plan de gestion est de disposer des outils de gestion pour assurer l'entretien des cours d'eau concernés. Tous les cours d'eau couverts par ce plan de gestion sont susceptibles de nécessiter une intervention de gestion des matériaux solides, qu'elle soit ponctuelle ou régulière. De manière générale, les cas de figure suivants se présentent:

- Dépôts dans le lit des cours d'eau ou au droit d'ouvrages. : ces dépôts peuvent se manifester au droit de singularités hydraulique (rétrécissement, rupture de pente locale ...) ou dans des tronçons en déséquilibre sédimentaire chronique, notamment dans des secteurs où des ruptures de pente sont observées (transition entre les versants et la plaine de l'Arve). La tête du bassin versant draine des terrains très raides, susceptibles de produire des volumes importants de sédiments ensuite rapidement transportés par charriage ou suspension dans des cours d'eau présentant de fortes pentes. L'arrivée dans la plaine de l'Arve marque alors une discontinuité majeure du transport solide : la pente des cours d'eau s'abaisse brutalement et entraîne des dépôts parfois importants des sédiments. Ces dépôts, et les débordements associés, sont généralement susceptibles de menacer les enjeux très denses implantés dans la plaine de l'Arve. Pour répondre à ce phénomène, de nombreux ouvrages (bacs de décantation, plage de dépôts, zone de régulation ...) ont historiquement été implantés et nécessitent un entretien régulier pour maintenir leur bon fonctionnement et éviter un excès de matériaux dans le lit des cours d'eau. Les cours d'eau des coteaux de Passy et Sallanches entrent majoritairement dans cette catégorie.
- Tronçons de cours d'eau situés au cœur de zones où les enjeux sont denses, présentant une capacité de transport de matériaux qui n'est pas en lien avec les apports et où la capacité hydraulique du lit ne permet pas d'assurer la régulation du transit sédimentaire sans risque une augmentation forte du risque de débordements : ces tronçons sont ainsi soumis à une sédimentation chronique et un entretien du lit est alors nécessaire. C'est notamment le cas de l'Arve dans la traversée de Chamonix.
- Les torrents susceptibles de produire des laves torrentielles: il s'agit en général de bassins versants de taille modeste mais présentant en tête une grande disponibilité de matériaux solides. Ces derniers

peuvent être entraînés sous forme de lave torrentielle qui transite dans le lit du torrent à forte pente. Ces évènements intenses sont assez exceptionnels mais résultent en une très forte accumulation de matériaux sur une durée très courte. Outre le risque associé à l'écoulement de ces laves torrentielles (phénomène brutal susceptible de transporter des sédiments de taille très importante), les laves torrentielles sont des phénomènes dits à *seuil* : dès que la pente devient insuffisante, l'écoulement de la lave s'arrête, entraînant le dépôt parfois brutal d'un volume important de sédiments.

Des plages de dépôt permettant de contrôler les dégâts causés par ce phénomène sont parfois aménagées sur les cours d'eau concernés. Sur le périmètre de l'étude, on peut notamment citer le torrent de la Griez ou la Nant d'Armanette qui entrent dans cette catégorie.

Le plan de gestion ici réalisé vise donc à assurer :

- L'entretien des ouvrages de régulation du transport solide ;
- L'entretien du lit des cours d'eau, lorsque ces derniers sont soumis à une sédimentation chronique.



# A. PRESENTATION DU PERIMETRE D'ETUDE

## 1. PRESENTATION DU PERIMETRE DE L'ETUDE

Ce rapport concerne le volet de gestion des matériaux solide sur le réseau hydrographique de l'Arve depuis sa source à Chamonix à l'amont jusqu'au débouché de la rivière dans la plaine de Cluses, marquée par le Pont-Vieux à l'aval.

Compte tenu de la taille importante du périmètre d'étude et des spécificités des cours d'eau sur ce territoire (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**), un découpage en deux entités homogènes a été réalisés. Les secteurs sont ainsi définis:

- Secteur C: Le bassin de l'Arve, depuis le barrage de Servoz en aval du pont des Lanternes (PK 71) jusqu'au débouché de la rivière dans la plaine de Cluses, marquée par le Pont-Vieux (PK 42).
- Secteur D: Le bassin versant de l'Arve depuis sa source au col de la Balme jusqu'au barrage de Servoz (PK 71).

Note : les secteurs A et B font référence à deux secteurs du plan de gestion de l'Arve aval, entre Cluses et la frontière franco-suisse, faisant l'objet d'un plan de gestion spécifique.

Dans la suite de cette étude, on préférera néanmoins conduire notre analyse "au fil de l'eau", en partant de l'amont pour aller vers l'aval. Ainsi, on présentera le secteur D avant le secteur C.

### 1.1. SECTEUR D : AMONT DU BARRAGE DE SERVOZ

#### 1.1.1. Localisation

Le secteur D correspond au bassin-versant de l'Arve de sa source au col de la Balme jusqu'au barrage de Servoz au PK 71, auquel est ajouté la partie française du bassin versant de l'Eau-Noire . Le secteur couvre les territoires communaux de Chamonix, Les Houches, Servoz, Vallorcine et une partie de Passy.

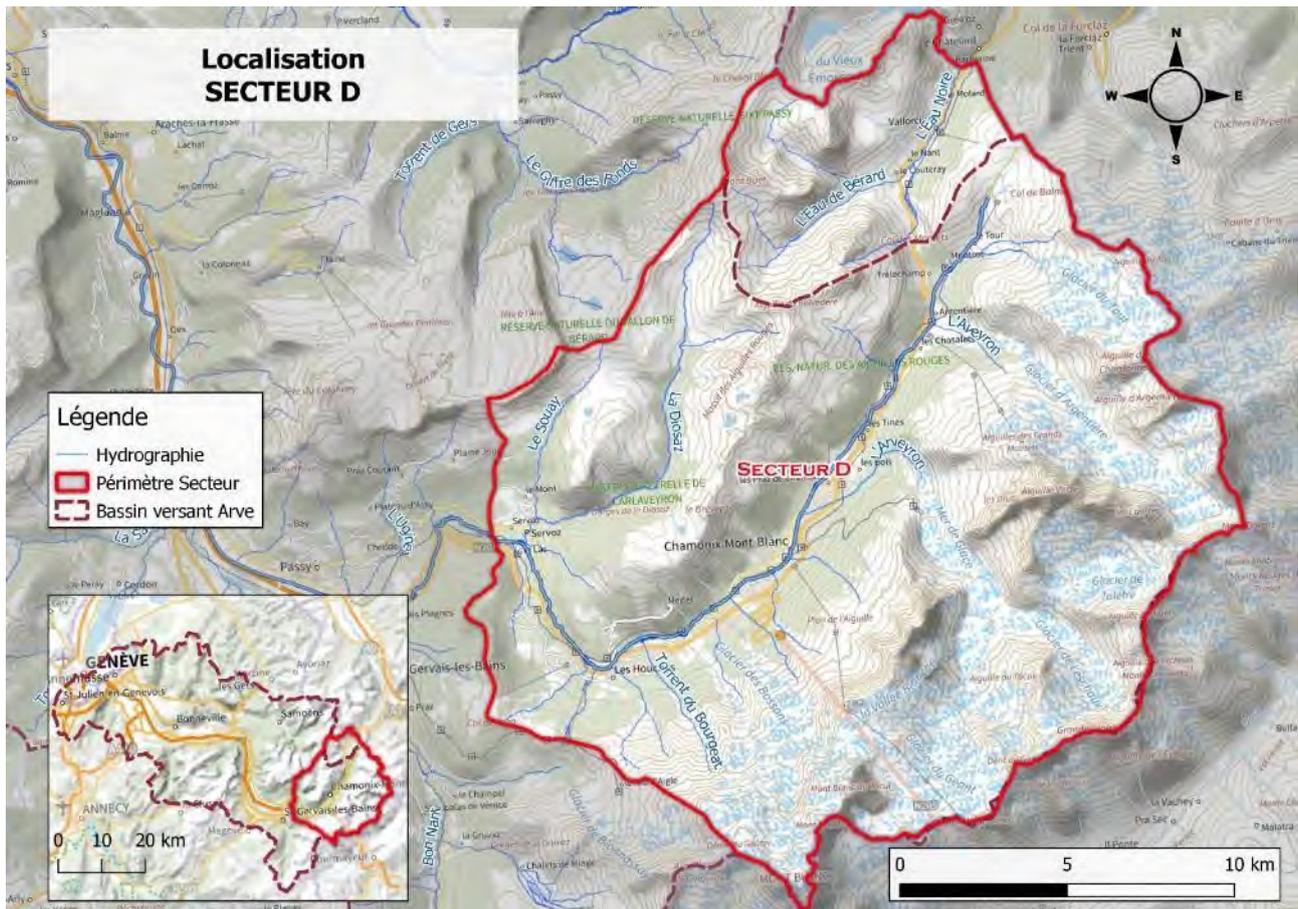


Figure 1 Périmètre du plan de gestion de l'Arve sur le secteur D

### 1.1.2. Sous-bassins versants concernés

Le plan de gestion sur ce secteur intègre l'ensemble du réseau hydrographique des bassins versants de l'Arve (jusqu'au barrage de Servoz) et de l'Eau Noire (sur le territoire français). En plus de l'Arve, il concerne en particulier les sous-bassins versants des cours d'eau affluents suivants:

- Arveyron d'Argentière
- Torrent des Allières
- Arveyron de la Mer de Glace
- Torrent de Blaitière et ses affluents
- Torrent des Favrand
- Nant Favre
- Torrent de la Creusaz
- Torrent des Bossons
- Torrent de Taconnaz

- Torrent du Bourgeat
- Torrent de la Griez
- Nant Freney
- Nant Noir
- Nant Nalien
- Nant Jorland
- Ruisseau des Chavants
- Diosaz et ses affluents dont notamment le Souay
- Ruisseau de la Planchette
- L'Eau Noire et ses affluents dont notamment:
  - L'Eau de Bérard
  - Ruisseau de la Meunière
  - Nant de Loriaz
  - Nant Betterand

### 1.1.3. Topographie et morphologie de l'Arve sur le secteur D

La figure suivante présente la topographie avec l'urbanisation de la vallée sur le secteur. La représentation de la topographie est issue du MNT RGE ALTI à 5 m fourni par l'IGN.

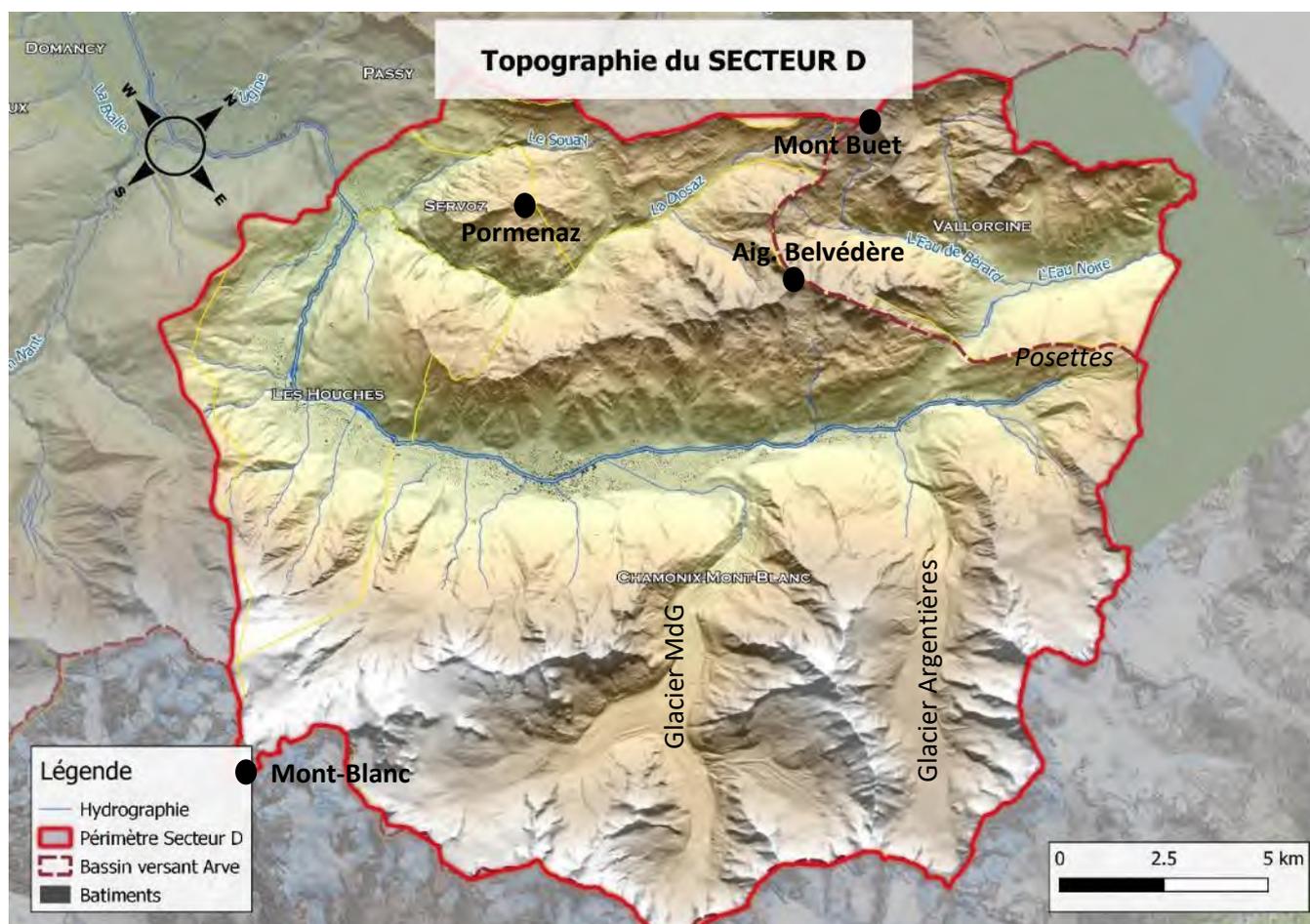


Figure 2 Topographie secteur D (source MNT : IGN)

La topographie du secteur est marquée par un caractère fortement montagnard, avec la présence des reliefs les plus élevés du territoire national. On distingue trois ensembles hydrographiques principaux: le bassin versant de l'Arve, le sous-bassin versant de la Diosaz et le bassin versant de l'Eau Noire.

La majeure partie du bassin versant de l'Arve correspond aux sous-bassins de nombreux affluents torrentiels en rive gauche, drainant le massif du Mont-Blanc. Le relief est en particulier marqué par les deux vallées creusées par les grands glaciers d'Argentière et de la Mer de Glace, dont les émissaires constituent les principaux affluents de l'Arve sur ce secteur. En aval de ces deux principaux affluents, les torrents descendent directement des versants du Mont-Blanc sur des pentes de l'ordre de 60-70%, avant d'atteindre la vallée de Chamonix et de voir leur pente diminuer autour de 10% sur leur cône de déjection, avant la confluence avec l'Arve.

Après sa descente du Col de la Balme, l'Arve s'écoule au droit d'Argentière dans une vallée d'environ 500 m de large. La rivière s'engage ensuite dans une zone de gorges sur environ 1.5 km avant de déboucher sur la vallée de Chamonix, d'une largeur moyenne de 1 km et marquée en pieds de versants par des reliefs correspondant aux nombreux cônes de déjections des torrents. La vallée est marquée par une urbanisation dense occupant parfois l'intégralité de la largeur du fond de vallée.

En rive droite, l'Arve draine le flanc Sud-Est du massif des Aiguilles Rouges. Les bassins versants sont très raides, de très petites tailles et correspondent majoritairement à des cours d'eau non permanents voir à des combes jouant occasionnellement un rôle de chenal d'écoulement. Ces dernières n'étant pas répertoriées comme cours d'eau, elles ne sont pas intégrées au plan de gestion. On attire cependant l'attention sur le fait que des stocks de matériaux peuvent néanmoins être importants dans ces combes et présentent un risque potentiel s'ils venaient à être remobilisés.

Le bassin versant de l'Eau Noire sur sa partie française est intégralement au-dessus de 1100 m d'altitude. Il est à noter que ce bassin versant n'appartient pas au bassin versant hydrographique de l'Arve, mais au bassin versant du Haut Rhône. Il présente un terrain escarpé et accidenté sur sa partie occidentale et septentrionale, correspondant aux sous-bassins versants de l'Eau de Bérard et du torrent de Très-les-Eaux qui drainent respectivement l'extrémité Nord des Aiguilles Rouges (Aiguille du Belvédère - 2965 m) et des faces Sud et Est du massif du Haut-Giffre (Mont Buet -3098 m, Pointe de la Terrasse -2729 m) . Ces derniers sont probablement les plus importants pourvoyeurs de matériaux solides sur cette zone. D'autres petits torrents descendant des pentes du Haut-Giffre sont marqués par des ruptures de pentes au droit de zones habitées (Vallorcine), avant de rejoindre l'Eau Noire en rive gauche. L'Eau Noire à proprement parler descend du col des Montets (côté Chamonix) et draine la face NW de l'aiguille des Posettes (2199 m) et de la Tête de Balme. Ces versants en bordure du massif du Mont-Blanc présente des pentes raides mais sont fortement végétalisés et semblent peu pourvoyeurs de sédiments.

Le bassin versant de la Diosaz présente deux vallées très encaissées tracées par la Diosaz et son principal affluent le Souay, entre massif des Aiguilles Rouges à l'Est et massif du Giffre (Faucigny) à l'Ouest. Ces cours d'eau délimitent entre leurs vallées respectives le petit massif de Pormenaz, dominé par la pointe Noire de Pormenaz (2307 m). Seule l'extrémité aval du bassin versant n'est pas trop escarpée et marquée par la zone urbanisée de Servoz.

L'étude de la carte géologique permet de compléter la lecture de la topographie au regard de la production sédimentaire des cours d'eau.

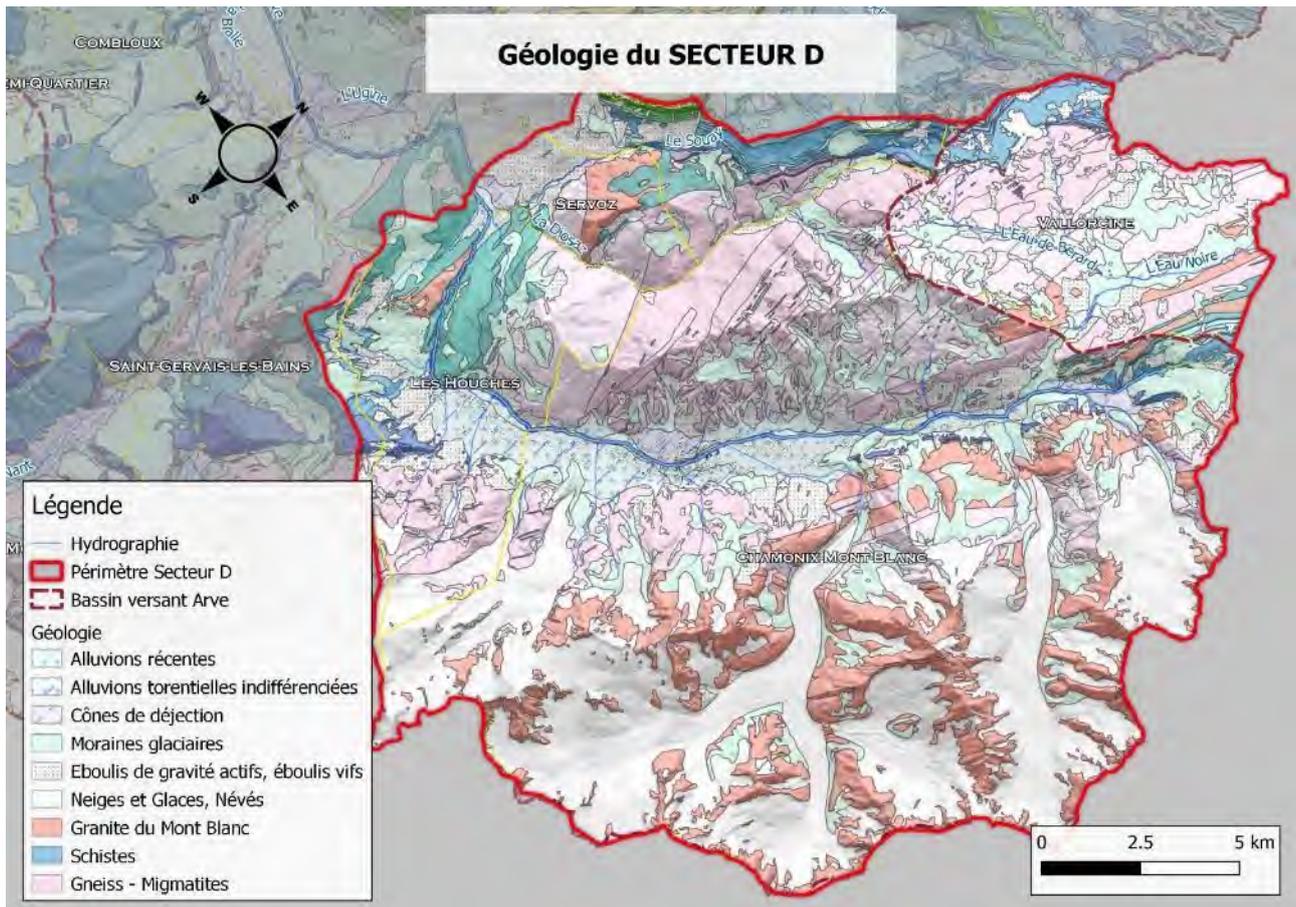


Figure 3 Carte géologique sur le secteur D

Une grande partie du secteur est occupée par le massif du Mont-Blanc, avec de grandes surfaces englacées et un substrat granitique ou métamorphique sous-jacent, correspondant à des roches dures et fortement cohésives. Néanmoins, les conditions climatiques observées dans ces secteurs de haute montagne, ainsi que l'action érosives des glaciers sur ces substrats et les fortes pentes des versants conduisent à une production de matériaux importante, présentant une granulométrie très étendue. On retrouve ainsi dans le lit des torrents à forte pentes des blocs de plusieurs dizaines de centimètres de diamètres, transportés par charriage. En période de fonte, les eaux sont fortement turbides, du fait des sédiments fins produits par les émissaires proglaciaires et transportés par suspension.

Le massif des Aiguilles Rouges se compose principalement de Gneiss et Migmatites. Sous l'action des cycles de gel et dégel, ces substrats peuvent former des stocks importants de matériaux, matérialisés par de grandes surfaces d'éboulis au pied des crêtes rocheuses.

Sur le sous-bassin versant du Souay, on remarque qu'une part importante de la géologie de surface correspond à des éboulis, sous les rochers des Fiz.

On note par ailleurs la présence de substrats schisteux appartenant au massif du Giffre, correspondant à des surfaces mineures des bassins versants de l'Eau Noire et de la Diosaz. Ce type de formation est également présent à proximité de la source de l'Arve, aux Posettes où un important glissement de terrain a conduit à la réalisation d'un remarquable aménagement de dérivation du cours d'eau.

On note aussi la présence de formations plus récentes avec des placages morainiques hérités du Würm parsemant les versants, et un fond de vallée occupé par des alluvions récentes au droit et en amont de

Chamonix (sables, graviers), et par des alluvions torrentielles et cônes de déjections occupant tout le fond de vallée en aval jusqu'au niveau du barrage des Houches.

A partir des Gorges de l'Arve, sur les communes des Houches et de Servoz, l'Arve s'écoule également sur des substrats majoritairement schisteux.

La vue en relief sur la figure suivante permet de synthétiser notre analyse topographique et géologique . Les figurés sont les mêmes que sur la carte géologique.

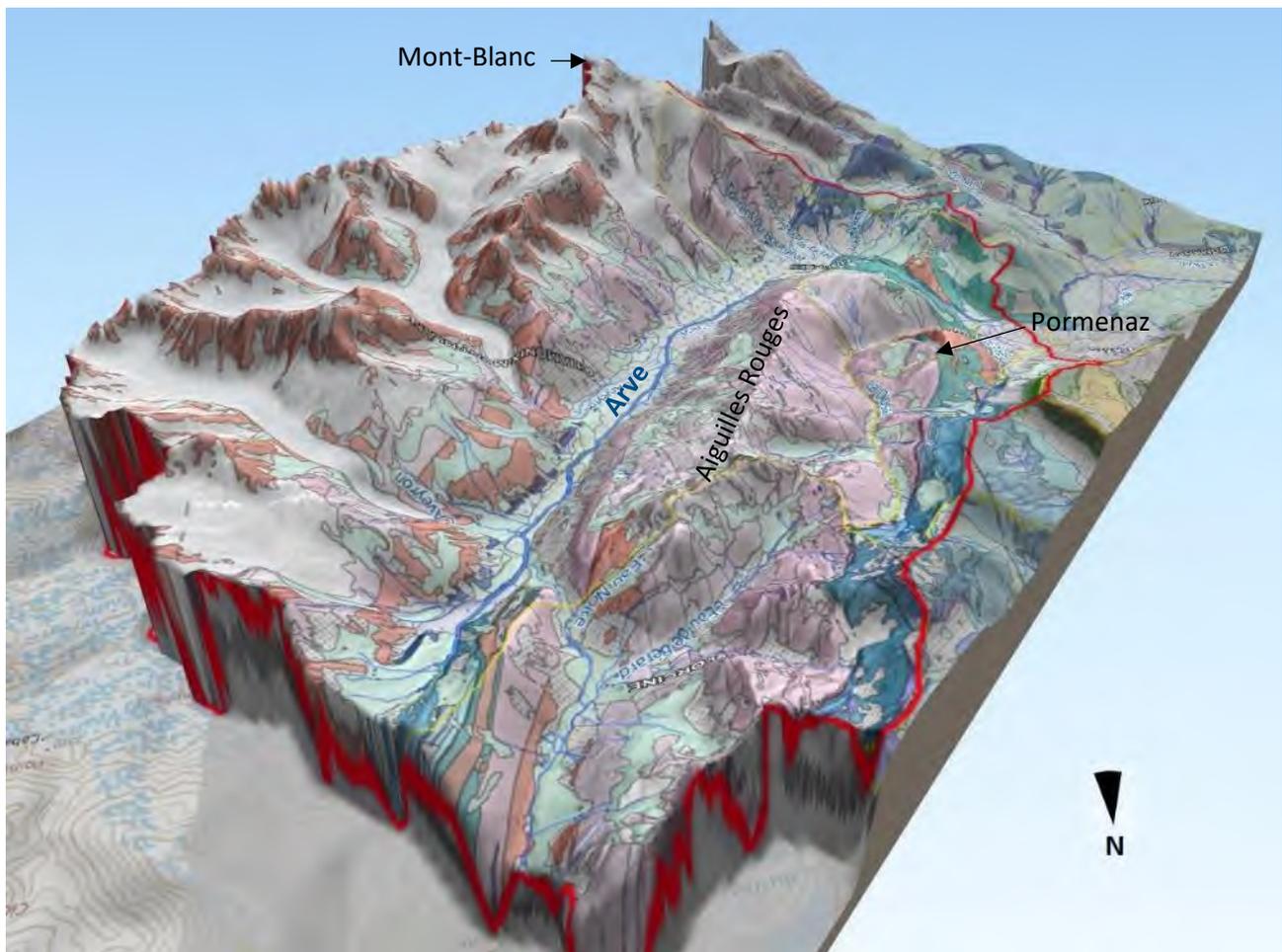


Figure 4 Vue en relief de la géologie sur secteur D

## 1.2. SECTEUR C : BARRAGE DU SERVOZ AU PONT-VIEUX DE CLUSES

### 1.2.1. Localisation

Le secteur correspond au bassin versant de l'Arve entre le barrage de Servoz (PK 71) et le Pont-Vieux de Cluses (PK 42).

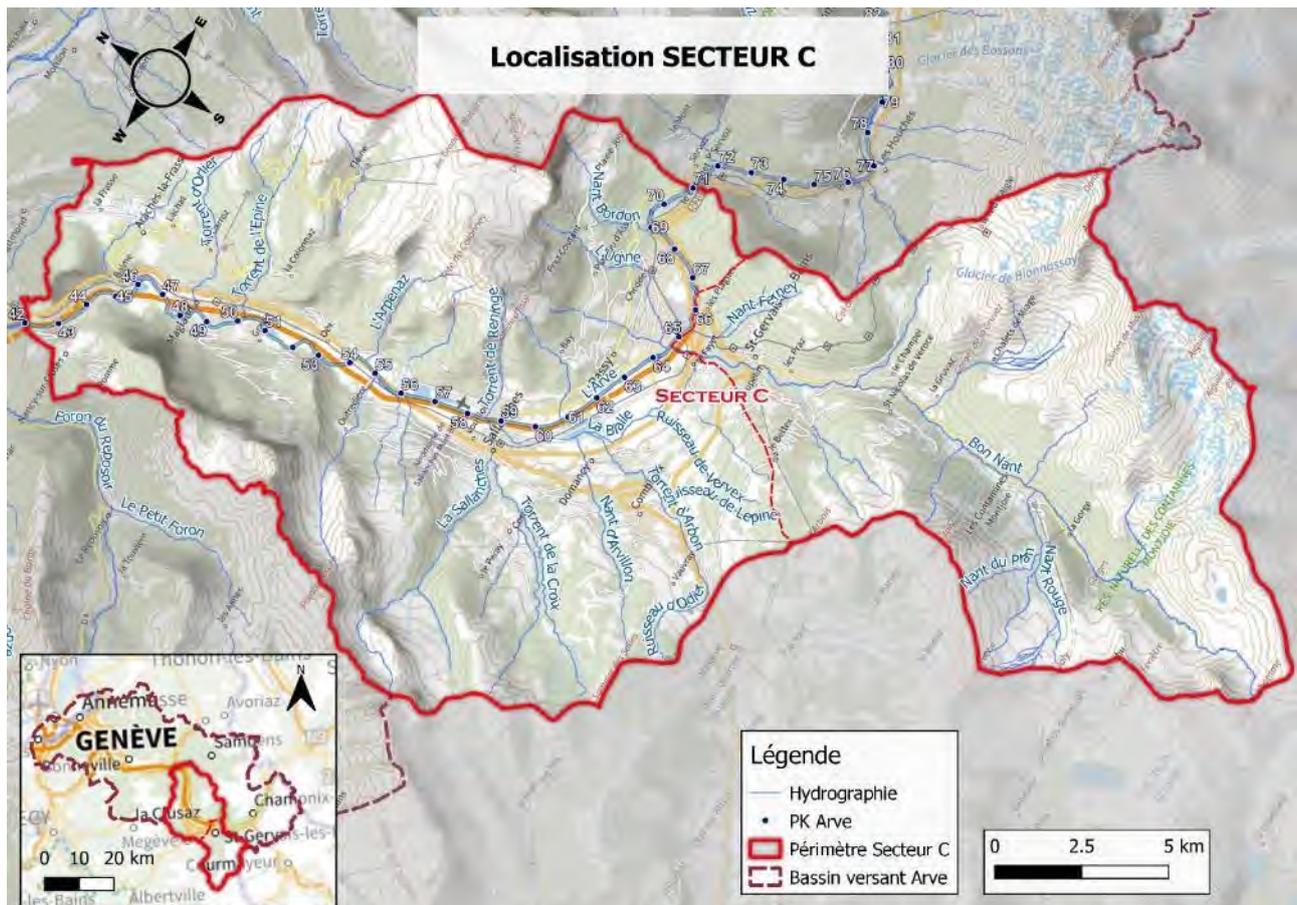


Figure 5 Périmètre du plan de gestion Arve sur le secteur C

### 1.2.2. Sous-bassins versants concernés

En plus de l'Arve le plan de gestion sur le secteur C concerne en particulier les bassins versants des cours d'eau affluents suivants:

En rive gauche de l'Arve:

- Le Bonnant et ses affluents dont notamment:
  - Torrent de Bionnassay
  - Torrent de Miage

- Nant d'Armancette
- Nants de la Chavettaz, du Cugnonnet, de la Revenaz
- Nant des Meuniers
- Torrent du Tarchey
- La Bialle et ses affluents dont notamment:
  - Ruisseau des Monts-Rosset
  - Ruisseau de Vervex
  - Nant d'Arbon
  - Nant d'Arvillon
- La Sallanche et ses affluents dont notamment:
  - Torrent de la Croix (ou de la Frasse)
  - Ruisseau de Zarzillat
  - Ruisseau des Callabonnets
- Le ruisseau de la Cornache
- Le ruisseau de la Dorache
- Le torrent de Dière

En rive droite de l'Arve:

- Le Nant des Bois et le Nant Noir
- Le Nant Bordon
- L'Ugine et ses affluents dont notamment:
  - Nant des Pénys
  - Nant Cruy
- Le torrent de Boussaz
- Le torrent de Renninge
- Le torrent du Crève-Cœur
- L'Arpenaz
- Le torrent de la Ripaz
- Le torrent de l'Epine et ses affluents:
  - Torrent de Vernand

- Ruisseau du Lairon
- Le torrent d'Orlier
- Le ruisseau des Rots et ses affluents dont notamment:
  - Ruisseau des Combes
  - Ruisseau de l'Ally
  - Ruisseau du Torral

### 1.2.3. Topographie et morphologie de l'Arve et de ses affluents sur le secteur C

#### 1.2.3.1. Secteur C aval : Arve, Bialle, affluents rive droite

Pour plus de lisibilité des représentations cartographique, le secteur C est découpé en sous-secteurs "C aval" et "C amont", ce dernier correspondant au bassin-versant du Bonnant et à quelques petits affluents directs de l'Arve : Nants Ferney, Gibbloux, Vernay, Adret.

La représentation de la topographie est issue du MNT RGE ALTI à 5 m fourni par l'IGN, et figure pour le secteur C aval sur la carte suivante.

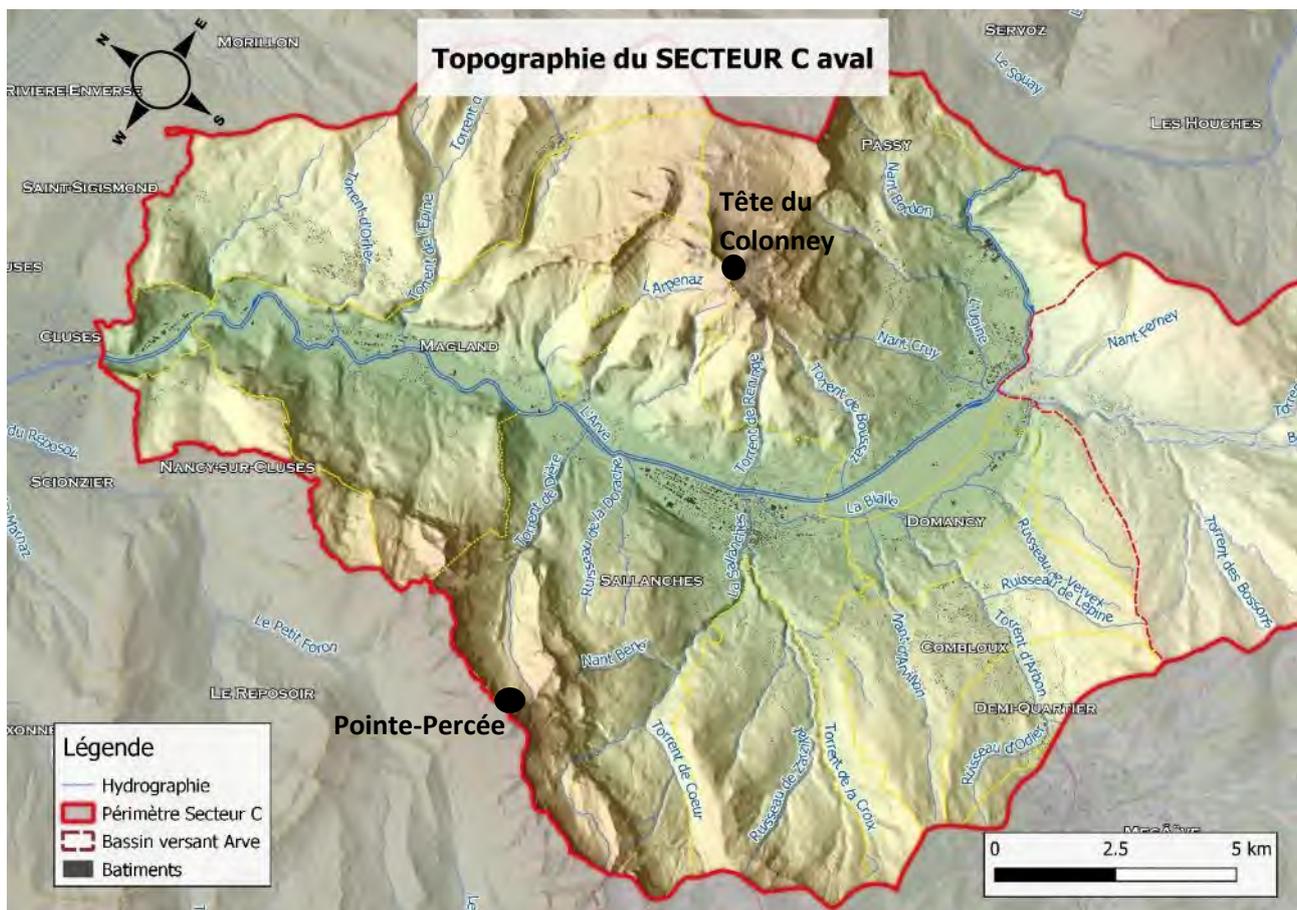


Figure 6 Topographie du secteur C aval (source MNT : IGN)

Comme pour l'ensemble des secteurs du périmètre de l'étude, la topographie est marquée par un relief très contrasté et un caractère montagnard affirmé. Sur le secteur C aval, l'Arve s'écoule entre deux massifs montagneux: les Aravis en rive gauche et le Faucigny sur la rive droite, avec des altitudes culminant respectivement à 2750 m (sommet de la Pointe Percée) et 2692 m (Tête du Colonney). La morphologie de la vallée a été façonnée par le glacier de l'Arve au cours des dernières périodes glaciaires. On retrouve ainsi un fond de vallée large et quasiment plat. Ce dernier est particulièrement large au droit de Passy et Sallanches, présentant une largeur allant jusqu'à 1.7 km. Il rétrécit singulièrement à l'aval de Sallanches où il présente une largeur de 500 m à 1 km. Par ailleurs, les coteaux situés en extrados de l'ancien glacier, en rive gauche de l'Arve, sur les communes de Domancy, Cordon et Combloux présentent des pentes moins raides (20% environ) que ceux de la rive opposée (plutôt 30 à 40%).

Après une zone de gorge d'environ 2 km à fort dénivelé (pente moyenne de 8%), l'Arve s'écoule dans une plaine située entre 640 m et 480 m, et présentant une pente moyenne de 0.5%. Historiquement, l'Arve s'écoulait sur ce secteur en tresses dont la bande active occupait la majeure partie du fond de vallée. A la suite d'endiguements et de prélèvements importants de matériaux, le cours d'eau a été chenalisé et s'est incisé ; sa largeur s'est très fortement réduite (Figure 7).



Figure 7 Vallée de l'Arve entre Passy et Sallanches (19ème siècle et actuel). A gauche : collection Payot (source : ARTELIA 2014)

L'héritage glaciaire du paysage se traduit également d'un point de vue géologique, comme l'indique la carte suivante:

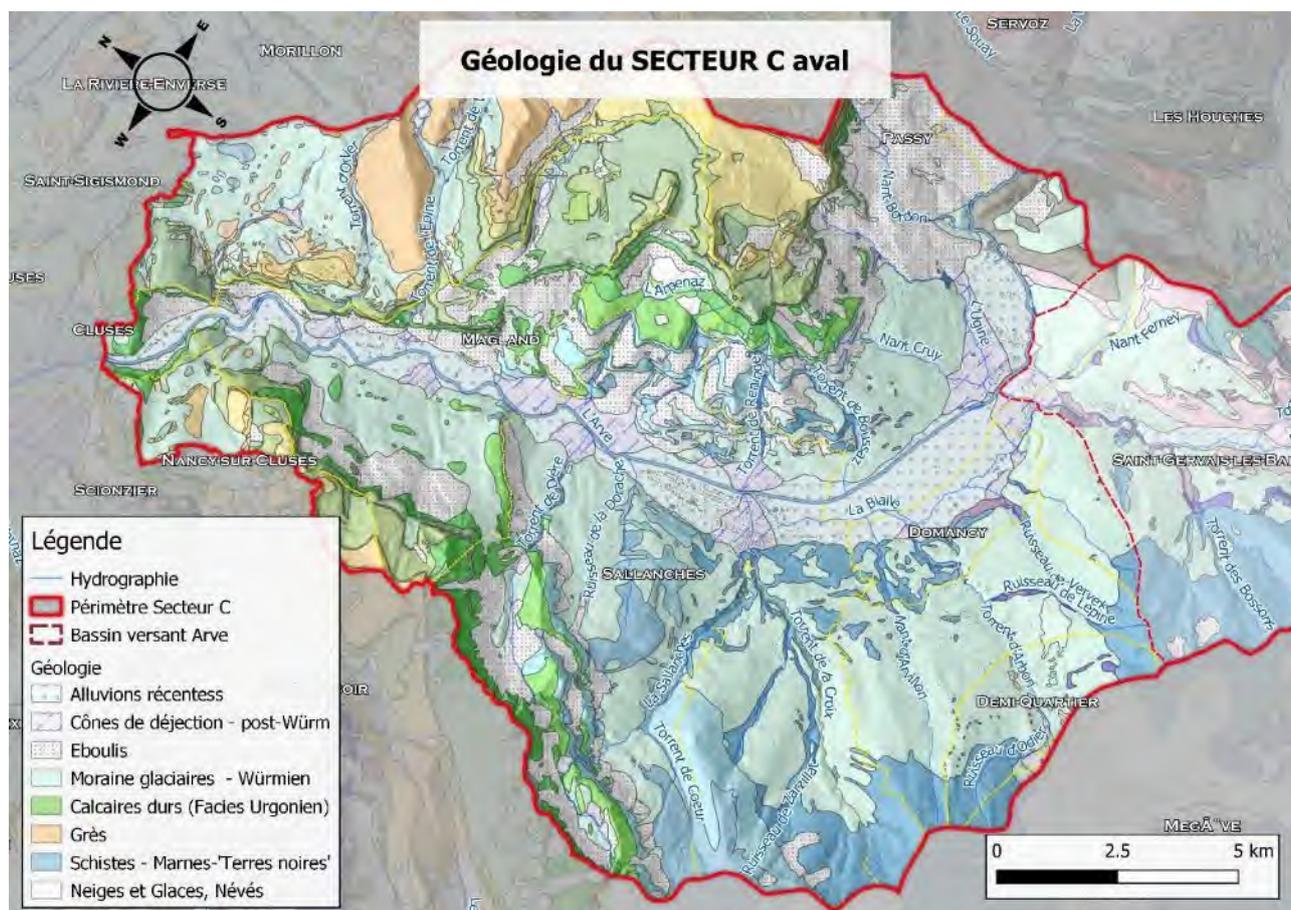


Figure 8 Carte géologique secteur C aval

La carte géologique permet de distinguer trois ensembles:

- Le fond de vallée, composé d'alluvions fluviales récentes de l'Arve et parsemé de cônes de déjection poussant l'Arve à méandrer lorsque les torrents débouchent dans le fond de vallée.
- Les coteaux dont la géologie de surface est composée d'un plaquage morainique, héritage du glacier de l'Arve lors de la dernière période glaciaire (Würm). Ce substrat est particulièrement présent sur l'extrados de l'ancien glacier. Ces moraines anciennes ont majoritairement été consolidées. Néanmoins elles peuvent être érodées et alimenter les cours d'eau en matériaux solides. Ce substrat comporte également des blocs erratiques parfois pluri-métriques qui peuvent parfois jouer un rôle dans la structuration du profil en long des cours d'eau, comme c'est le cas sur la Sallanche par exemple.
- Des substrats sous-jacents, découverts sur les têtes de bassins versants et parfois dans le lit mineur des cours d'eau:
  - Sur la rive gauche de l'Arve, au droit des coteaux dominant la Bialle ainsi que sur la partie orientale du bassin versant de la Sallanche les terrains sont composés de formations majoritairement schisteuses, propices aux apports sédimentaires latéraux par mouvements de masse (glissements de terrain...)
  - Plus en aval, la structure géologique est la même sur les deux rives. Les sommets des massifs montagneux sont composés de calcaires durs (calcaires tithoniques), dont les faciès correspondent le plus souvent à des falaises dominant des éboulis. Ces derniers constituent des stocks très importants de matériaux solides dont l'impact sur le fonctionnement hydro-sédimentaire dépend fortement du réseau de drainage. On note une zone d'éboulis particulièrement importante sur le bassin versant du Nant Bordon, ce secteur s'étant fait connaître par des événements historiques tragiques (écroulement du Dérochoir en 1471).

La figure suivante représente en relief la topographie et la géologie du secteur. Les figurés sont les mêmes que sur la carte géologique (cf. figure 4).

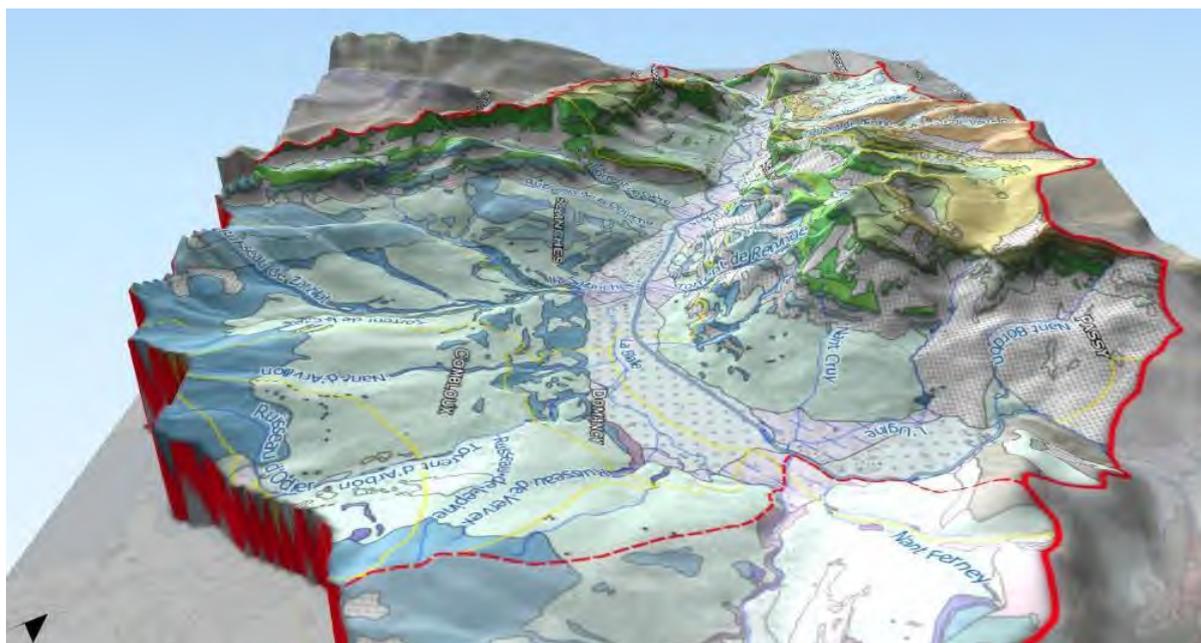


Figure 9 Vue en relief de la géologie sur secteur C aval



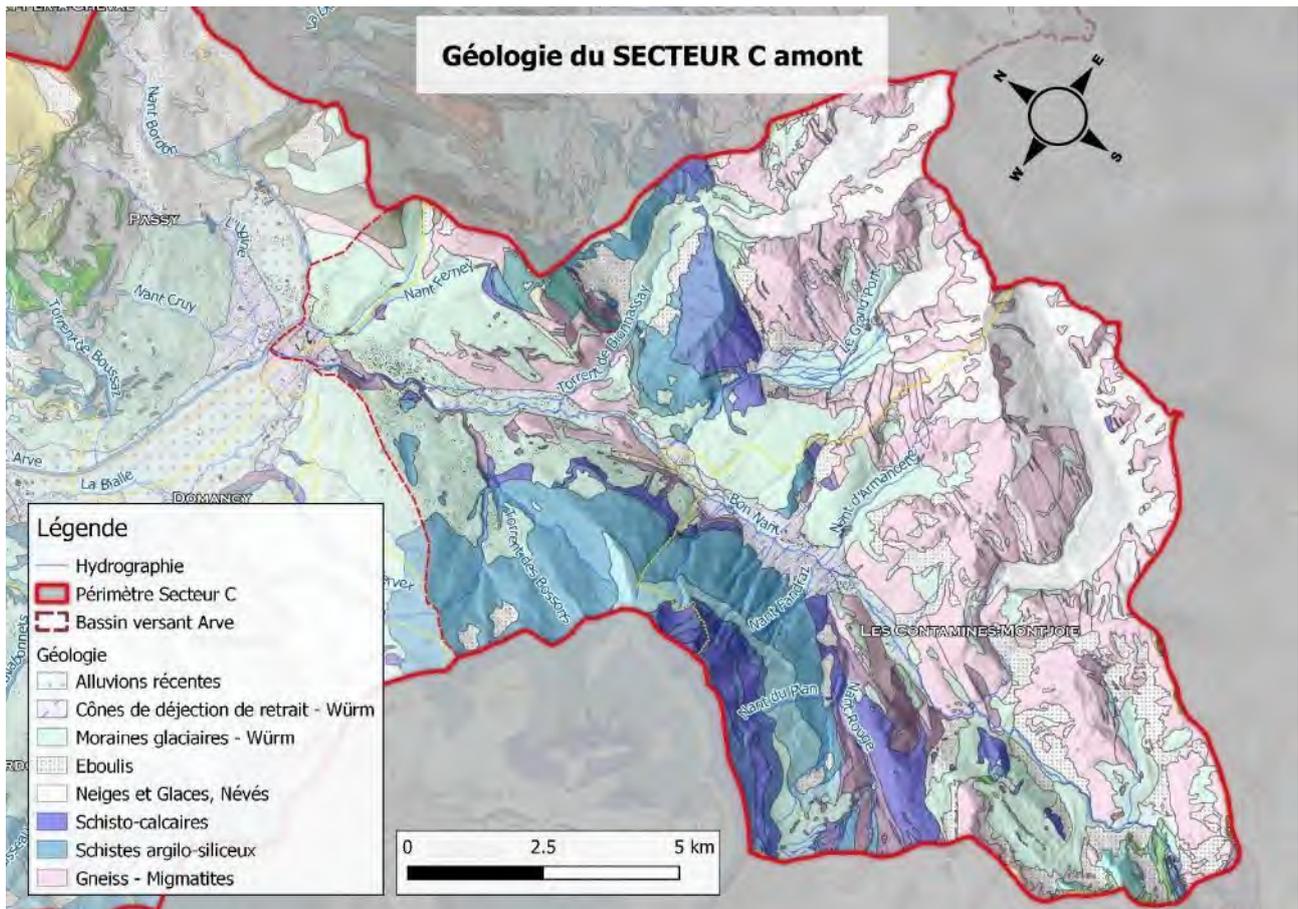


Figure 11 Géologie du secteur C amont

La rive droite est largement dominée par la présence de roches métamorphiques, d'origine granitique (Gneiss), typiquement présentes sur la zone externe du massif du Mont-Blanc. Ces substrats sont érodés par les cycles de gel et dégel et forment des stocks sous la forme d'éboulis. Ils sont susceptibles de fournir des éléments grossiers pouvant être repris dans les torrents par charriage ou laves torrentielles. La rive gauche est quant à elle représentée par des roches sédimentaires, majoritairement schisteuses. Ces roches, érodées par l'eau et le gel, fournissent souvent des matériaux plus fins, produits par délitement. L'organisation de cette roche en feuillets la rend sujette aux glissements de masse, à la faveur d'un pendage favorable. La face orientale du Mont-Joly est remarquable par la mise à nue de ce substrat sur une grande surface.



Figure 12 Face orientale du Mont-Joly (source: Google Street-View)

Sur la partie aval du secteur, on retrouve de large plaquage de moraine glaciaires héritées du Würm.

La vue en relief met en valeur la disparité topographique et géologique du secteur.

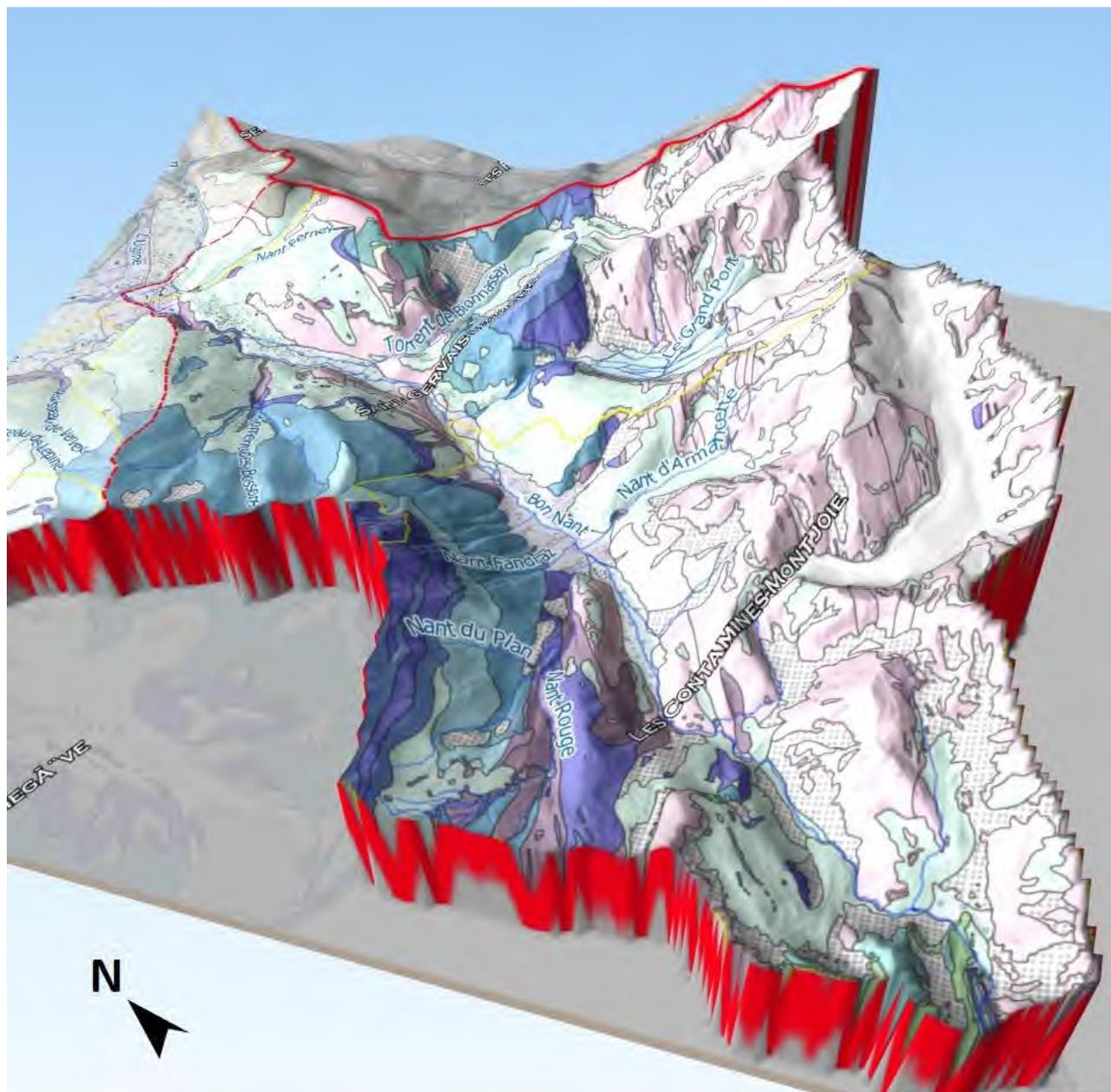


Figure 13 Vue en relief de la géologie sur le secteur C amont

## 2. TYPOLOGIE DES COURS D'EAU ET DES OUVRAGES DE GESTION DU TRANSPORT SOLIDE

### 2.1. TYPOLOGIE DES COURS D'EAU

Les cours d'eau du bassin versant de l'Arve objet du présent plan de gestion sont à la fois nombreux et variés, allant du torrent de haute montagne, présentant des pentes de plusieurs dizaines de pourcents, au ruisseau de plaine, dont la pente ne dépasse pas 0.1%. Afin de proposer une analyse du fonctionnement hydro-sédimentaire et des enjeux de gestion associés à ces cours d'eau, on propose de se référer à la classification par typologie exposée dans l'étude géomorphologique du SAGE de l'Arve (ARTELIA 2014).

Cette classification est un outil de compréhension nécessairement schématique. Elle permet cependant de bien appréhender, à grande échelle, les problématiques de gestion sédimentaire, en fonction de la typologie des cours d'eau. Compte-tenu de la taille et de la complexité du secteur d'étude, certains cours d'eau peuvent présenter des caractéristiques de différentes typologies. Ces nuances seront détaillées le cas échéant dans le cadre de l'analyse par secteur.

La cartographie de ces typologies est présentée ci-dessous.

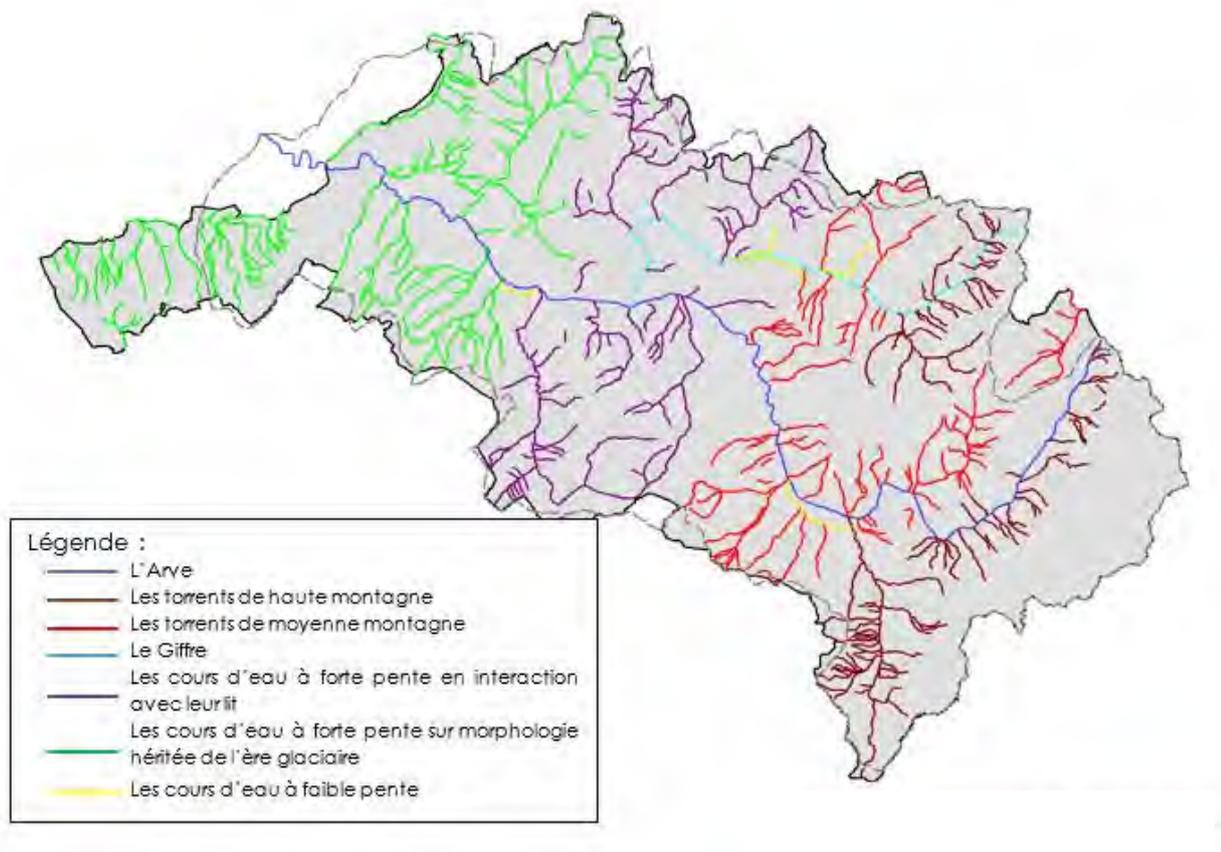


Figure 14 Classification des cours d'eau tirée de l'étude géomorphologique du SAGE de l'Arve (ARTELIA 2014)

### 2.1.1. Les rivières torrentielles

Elles sont alimentées par les secteurs glaciaires ou des torrents et ont donc naturellement une charge solide très importante. Elles sont caractérisées par d'importantes zones de régulation, leur permettant de gérer des apports solides importants des torrents affluents. Elles sont également caractérisées, sur l'essentiel de leur cours, par un lit en forte interaction avec le transport sédimentaire, avec une prédominance du style en tresses (en situation « naturelle »).

L'Arve, notamment, entre dans cette catégorie. Les enjeux de gestion de cet axe sont liés à ce fonctionnement particulier, qui a été fortement contraint par un historique d'aménagements complexe :

- Urbanisation forte et occupation humaine omniprésente dans le lit majeur, liées à la présence d'une vallée large dans un secteur par ailleurs montagnard. Les enjeux aux abords du cours d'eau sont ainsi souvent très forts et denses.
- En lien avec cette occupation des sols, les zones naturelles de régulation des apports solides des affluents, se traduisant normalement par des secteurs de largeur importante, ont souvent disparu ou elles ont été fortement restreintes. En l'absence de ces zones « tampon », permettant normalement de réguler les excès ou les déficits de matériaux, l'évolution verticale du cours d'eau est extrêmement sensible aux apports solides des affluents.
- Historiquement, sur la deuxième moitié du XXe siècle, les extractions sédimentaires ont été très importantes, excédant largement les apports dans certains secteurs, et créant des incisions très importantes associées à une réduction de la largeur du cours. Cette situation de déficit sédimentaire marque encore très fortement une partie du linéaire étudié de l'Arve, notamment dans le secteur C.
- La présence de points de rupture de continuité sédimentaire, liés à des ouvrages (barrages, tronçons court-circuités) et/ou aux contraintes de gestion sédimentaire (dépôts importants au droit des confluences, section d'écoulement réduite), empêche la recharge de certains secteurs en érosion. Ainsi, on trouve sur l'Arve à la fois des tronçons avec des apports sédimentaires excédentaires, en exhaussement, en accord avec le fonctionnement historique naturel du cours d'eau mais qui peuvent poser des problèmes liés à l'occupation du sol dans le lit majeur, et des secteurs en déficit sédimentaire, en incision. La réinjection sédimentaire peut pallier à ces décalages seulement dans une certaine mesure (distances à parcourir, contraintes techniques, enjeux).

### 2.1.2. Les torrents

Un torrent est un cours d'eau proche des sources primaires de productions sédimentaires. Son fonctionnement peut être très influencé par les processus de versants (avalanches, glissements de terrains, chutes de blocs, etc.). Ils sont caractérisés par une pente forte, un bassin versant plutôt modeste en termes de superficie, un apport solide brusque mais intense et l'absence de surlargeur leur permettant de réguler les matériaux.

En amont de leur exutoire, les torrents arrivent généralement dans une vallée de pente beaucoup plus faible. Cette rupture de pente peut être soudaine et marquée. C'est le cas pour tous les affluents directs de l'Arve. Des dépôts importants ont lieu dans cette zone de rupture de pente ; ils caractérisent les « cônes de déjection » des torrents. Dans l'état non aménagé, ces cônes de déjection constituent des zones de

régulation du transport solide vis-à-vis du cours d'eau aval et le torrent tend à « balayer » son cône de déjection au gré des dépôts sédimentaires.

Sur le bassin de l'Arve, on peut distinguer 2 catégories différentes qui se distinguent par leur géologie, mais également par leur altitude moyenne et donc par la couverture végétale de leur bassin versant et ainsi par la quantité de matériaux qu'ils sont susceptibles d'apporter à leur exutoire :

- Les torrents de haute montagne, pour la majorité glaciaire, qui sont susceptibles d'apporter des très fortes quantités de matériaux que ce soit par charriage hyper-concentré ou par laves torrentielles : tous les torrents affluents de l'Arve en amont des gorges de l'Arve (gorges situées en aval immédiat du barrage des Houches), le Bon Nant et ses affluents ;

- Les torrents de moyenne montagne, qui ont des bassins versants dont l'altitude moyenne est plus faible et qui sont généralement plus végétalisés, avec souvent également une géologie moins productive en matériaux grossiers. Ils se caractérisent par un transport solide plus limité mais qui reste brusque et qui peut être intense lors d'un orage important : la Diosaz, le Nant Bordon et tous les affluents de l'Arve en aval du Bon Nant. Ces torrents, en fonction de leur caractéristiques (pente, géologie, nature des sols ...), peuvent également produire des laves torrentielles.

Schématiquement, en contexte torrentiel, les événements donnant lieu à des apports solides importants peuvent prendre la forme d'épisodes de charriage (parfois de charriage dit « hyper concentré ») ou de lave torrentielle. La distinction est importante à la fois du point de vue de la nature et de l'étude des phénomènes, et du point de vue de leur gestion. Certains torrents seulement sont producteurs occasionnellement de laves torrentielles. La transition progressive du charriage aux laves est tributaire de l'amplitude des événements hydrologiques et de l'importance des pentes. On présente ci-dessous une description de ces mécanismes d'après le rapport de Piton et al., 2018<sup>1</sup>

#### **2.1.2.1. Episodes de charriage en contexte torrentiel**

Le charriage (bed-load en anglais : "charge de fond") est un écoulement bi-phasique, où les sédiments (graviers/galets) sont transportés au fond du lit du cours d'eau : une lame d'eau s'écoule distinctement au-dessus des galets en mouvement avec des vitesses respectives différentes. Après crue, on observe un tri et une stratification des dépôts. Le charriage se caractérise par une forte variabilité instantanée du transport solide liée au tri granulométrique, aux mécanismes de dépavages et de formations de bancs et de dépôts. On considère généralement que les concentrations solides maximums ne dépassent pas 10-15% (ratio débit solide sur débit liquide).

En contexte torrentiel, des épisodes de charriage extrêmes peuvent avoir lieu. On les désigne sous l'appellation « charriage hyper-concentré ». Le charriage hyper-concentré (debris flood en anglais : "crue de débris") continue de présenter un caractère bi-phasique mais ne développe plus de tri granulométrique. Les volumes transportés peuvent être très importants, dépassant parfois les dizaines de milliers de mètres cubes. Il est capable de mobiliser de gros blocs de taille métrique mais ceux-ci ne sont généralement pas transportés en groupes, on les retrouve plutôt dispersés aléatoirement sur des dépôts de matériaux moins grossiers. On

---

<sup>1</sup> Guillaume Piton, Félix Philippe, Didier Richard, Jean-Marc Tacnet. Analyse comparative des méthodes dites "multicritère" dans le contexte torrentiel. Rapport de phase 1: Caractérisation des phénomènes torrentiels. [Rapport de recherche] Commissariat général au développement durable (CGDD); IRSTEA.2018, pp.46.

considère généralement que les concentrations solides maximum sont comprises entre 10 et 30% (ratio débit solide sur débit liquide).

Les évènements de charriage torrentiel intense ne se manifestent qu'au cours de crues significatives (phénomène dit « à seuil ») en deçà duquel aucun transport n'est observé. Les volumes transportés peuvent être très importants, mais ces épisodes sont généralement relativement courts dans le temps. Les dépôts sont généralement assez brutaux, mais les volumes déposés peuvent être très importants.

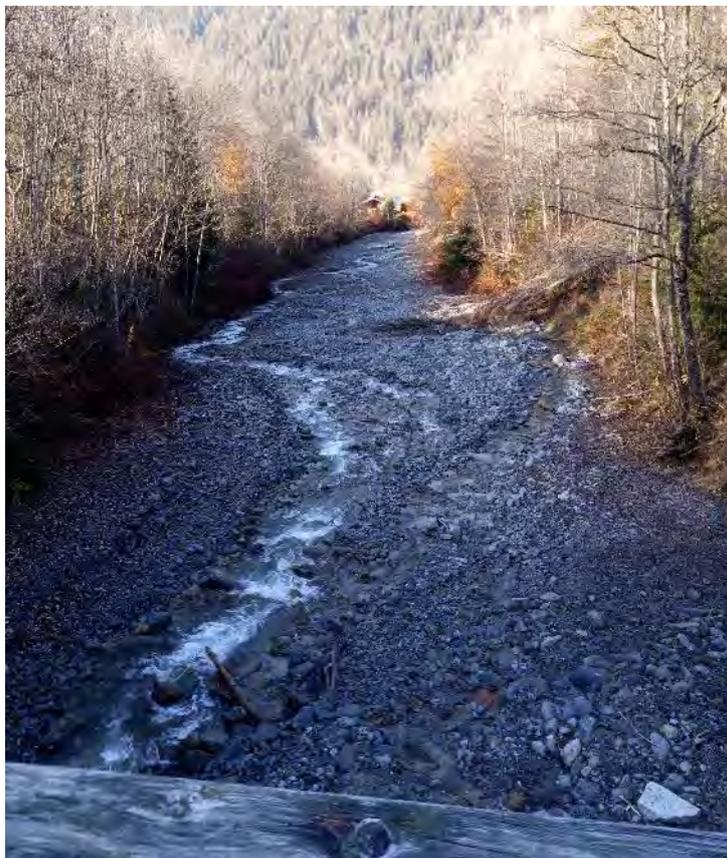


Figure 15 - Exemple de torrent avec un mode de transport par charriage : torrent de Tacconnaz

#### 2.1.2.2. Les laves torrentielles

Les laves torrentielles (debris flows en anglais : "écoulement de débris") sont des écoulements monophasiques ayant lieu par bouffées, c'est-à-dire de façon pulsée. Les dépôts sont généralement non stratifiés et sans tri granulométrique dans la masse. On observe en revanche des accumulations naturelles d'éléments grossiers au front et sur les bourrelets latéraux. La matrice située entre les éléments grossiers est souvent fine et parfois très cohésive, conférant aux dépôts un caractère cimenté contrairement aux dépôts de charriage plus granulaires et moins compacts.

Les laves torrentielles ont des comportements de fluides à seuil : ils s'arrêtent quand la pente passe sous un certain seuil (généralement entre 8% et 13%). Ils génèrent des dépôts épais. La conjonction de leur forte énergie et densité (supérieure à 2) leur permet de mobiliser des blocs énormes, dépassant régulièrement la centaine de tonnes. On suppose que ces blocs sont en grande partie responsables de la capacité des laves torrentielles à éroder massivement les lits des torrents (gagnant en volume au passage) et à détruire ponts et bâtiments par impacts directs.

L'écoulement de laves torrentielles est un phénomène qui reste très ponctuel dans le temps : en revanche, les volumes de sédiments transportés puis déposés peuvent être très importants (plusieurs dizaines à plusieurs centaines de milliers de m<sup>3</sup> de sédiments), ce qui confère aux laves torrentielles un caractère évènementiel très marqué.



*Figure 16 - Exemple de torrent avec un mode de transport par laves: la Griaz*

### **2.1.2.3. Enjeux de gestion**

Du point de vue de la gestion du transport solide, les enjeux principaux sont principalement situés au niveau des cônes de déjection, dans les secteurs de dépôts. En amont, les enjeux sont généralement plus faibles (pistes forestières, sentiers). En effet, dans l'état actuel, les cônes de déjection sont généralement habités et urbanisés, de telle sorte que leur fonction de régulation du transport solide ne peut être gérée de façon « naturelle » mais doit être encadrée. En effet, naturellement, le torrent tend à balayer l'ensemble de son cône de déjection, par modification de son tracé au gré des dépôts. Afin de permettre l'aménagement des cônes de déjection, le lit des torrents a fréquemment été chenalisé et ces derniers ont perdu cette capacité de régulation du transport solide. Très souvent, des ouvrages plus ou moins récents ont été construits afin d'assurer artificiellement cette fonction de régulation, en forçant les dépôts dans une zone ensuite entretenue. Pour les torrents les plus actifs, ces ouvrages prennent la forme de plage de dépôts de grande capacité. Lorsque les apports sédimentaires sont plus modestes, des zones de divagation et de régulation (surlargeurs locales) peuvent également être observées. Ces ouvrages doivent généralement être entretenus

à chaque épisode de transport solide significatif (cruie ou lave). Selon la configuration du cours d'eau, la présence et la dimension d'ouvrages de régulation du transport solide, des dépôts peuvent aussi avoir lieu directement dans le lit du cours d'eau, souvent à proximité de l'exutoire. Dans ce cas de figure, l'entretien du lit suite à un épisode de transport solide significatif peut être indispensable pour protéger les enjeux à la fois au niveau des rives du torrent, et dans le lit majeur de l'Arve à l'aval de la confluence ; à défaut, la crue suivante génèrera des débordements importants, le lit du torrent étant tout ou partie obstrué par les dépôts.

### 2.1.3. Les cours d'eau à faible pente

Ces cours d'eau coulant dans la plaine sont caractérisés par des pentes d'écoulement nettement plus faibles et par des problématiques liées au dépôt de matériaux à la rupture de pente, au droit d'ouvrages induisant des pertes de charges parfois importantes (dalots, buses ...). Il en résulte des débordements sous l'effet d'un lit dont la capacité hydraulique est alors trop limitée pour assurer les écoulements liquides au cours des crues. Parfois, ces cours d'eau sont soumis à des problématiques de lit perché : sous l'effet de curages répétés mis en dépôt en merlons sur chaque berge, le fond du lit (et les melons latéraux) s'élèvent progressivement, jusqu'à ce que le fond du lit soit situé au-dessus du Terrain Naturel et de la plaine.

Les sédiments transportés et déposés dans ce type de cours d'eau sont généralement plus fins que dans les torrents ou les rivières torrentielles. Les mécanismes mis en jeu relèvent plutôt du transport en suspension et la sédimentation du lit observée est plus diffuse dans le temps : l'engravement (envasement) est alors plus lent et diffus (bien que des dépôts ponctuels puissent être observés à l'échelle d'une seule crue).

L'enjeu sur ces cours d'eau est principalement lié à la gestion des risques et à la qualité des milieux. Dans le secteur étudié, les cours d'eau à faible pente sont assez peu nombreux (la Bialle, la Biallière...).



Figure 17 - Exemple d'une rivière à faible pente la Biallière nord à Sallanches

### 3. TYPOLOGIE DES OUVRAGES DE GESTION SEDIMENTAIRE

#### 3.1.1. Plages de dépôt

Les plages de dépôt sont des ouvrages dont l'objectif est le dépôt des sédiments au cours des crues. Ces aménagements présentent en général une capacité de stockage importante (de plusieurs centaines à plusieurs dizaines de milliers de m<sup>3</sup>).

Afin de s'adapter à la topographie et aux problématiques locales, la réalisation de plages de dépôt peut prendre plusieurs formes. Elles se caractérisent par des aménagements visant à réduire concentration solide de l'écoulement, permettant ainsi d'assurer techniquement le dépôt de matériaux.

Les formes d'aménagement rencontrées les plus fréquemment sont les suivantes:

- Elargissement du lit éventuellement combiné avec une rupture de pente. L'objectif recherché est un étalement de l'écoulement de manière à augmenter les forces de frottement, réduire les vitesses, réduire les contraintes d'écoulement et ainsi provoquer le dépôt naturel des sédiments. Exemple : Arveyron d'Argentière et de la mer de glace, Creusaz.



*Figure 18 Plage de dépôt par élargissement du lit sur l'Arveyron de la Mer de Glace*

- Zone de stockage, avec ouvrage de fermeture en aval (rétrécissement brutal, seuil, barrage ...) : l'ouvrage entraîne une perte de charge importante, avec mise en charge plus ou moins importante en amont, provoquant un dépôt des sédiments. En général, cet ouvrage de fermeture s'accompagne d'un élargissement pour garantir un volume de stockage suffisant en amont.



*Figure 19 Plage de dépôt avec ouvrage de fermeture sur le Nant Bordon*

Dans les deux cas, lorsque le volume de rétention est atteint, l'ouvrage peut devenir transparent vis-à-vis du transport solide. Des risques de débordements hydrauliques sont de plus possibles si les dépôts sont trop importants. Afin de garantir leur fonctionnement, ces ouvrages de régulation nécessitent un entretien régulier, notamment à la suite de crue significatives entraînant des dépôts importants au sein de la plage de dépôt.

### **3.1.2. Bac de décantation**

Il s'agit d'ouvrages fonctionnant sur le même principe que les plages de dépôts mais avec une plus faible capacité de stockage.

Les bacs prennent souvent la forme d'un élargissement du lit avec un ouvrage de contrôle à l'aval: il s'agit le plus souvent d'un dalot ou d'une buse avec une grille.

Ces ouvrages peuvent devenir transparents lorsque le volume de rétention est atteint. Ils protègent souvent des passages couverts du cours d'eau qui constituent bien souvent des points sensibles vis-à-vis du risque d'inondation. Ces ouvrages doivent donc être entretenus régulièrement car ils jouent un rôle fondamental dans la protection des enjeux situés à l'aval : il est en effet préférable d'assurer l'entretien de ces ouvrages plutôt qu'un engravement subit dans un tronçon couvert ou sous un ouvrage



Figure 20 Bac de décantation protégeant passage sous voirie sur le Nant de Léchaud à Passy

### 3.1.3. Pièges à sable industriels

Plusieurs exploitants industriels de matériaux sont présents sur la vallée de Chamonix. Les matériaux sont prélevés dans le lit de l'Arve ou sur certains torrents affluents. Ces derniers disposent d'aménagements de piégeage de matériaux qui consistent à dériver une partie du courant à l'aide de seuils et de vannes vers des bacs de sédimentation. Des grilles peuvent être présentes à l'amont des pièges pour contrôler la granulométrie retenue. Les matériaux sont ensuite curés dans ces bassins de sédimentation.

Les volumes en jeu sont importants, de l'ordre de plusieurs milliers de m<sup>3</sup> par an en moyenne. Ces prélèvements ne concernent généralement que la fraction fines de la charges solides (sables, voire petits graviers)



Figure 21 Bassin de sédimentation COTTARD sur l'Arveyron de la Mer de Glace (à g.), Seuil alimentant la prise d'eau du piège à matériaux VIALE en rive droite de l'Arve(à d.)

## 4. DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT HYDRO-SEDIMENTAIRE DES COURS D'EAU

### 4.1. SECTEUR D – AMONT DU BARRAGE DE SERVOZ

#### 4.1.1. L'axe Arve sur le secteur D

##### 4.1.1.1. Analyse globale

A grande échelle, le profil en long de l'Arve fait apparaître un long tronçon à la pente très raide, entre l'aval du barrage des Houches et la confluence avec le Nant Bordon, à l'entrée de la plaine de Passy-Sallanches. Ce tronçon, correspondant globalement à une zone de gorges qui sépare l'Arve entre la vallée de Chamonix à l'amont, et la plaine de Passy-Sallanches à l'aval. Il est cependant à noter que ce secteur de gorges est localement interrompu par un court tronçon alluvionnaire, correspondant à l'amont du barrage de Servoz et qui s'étend jusqu'en amont de la confluence avec la Diosaz.

Le secteur D couvre ainsi l'Arve de sa source jusqu'au barrage de Servoz marquant le début des gorges de Servoz après la confluence avec la Diosaz.

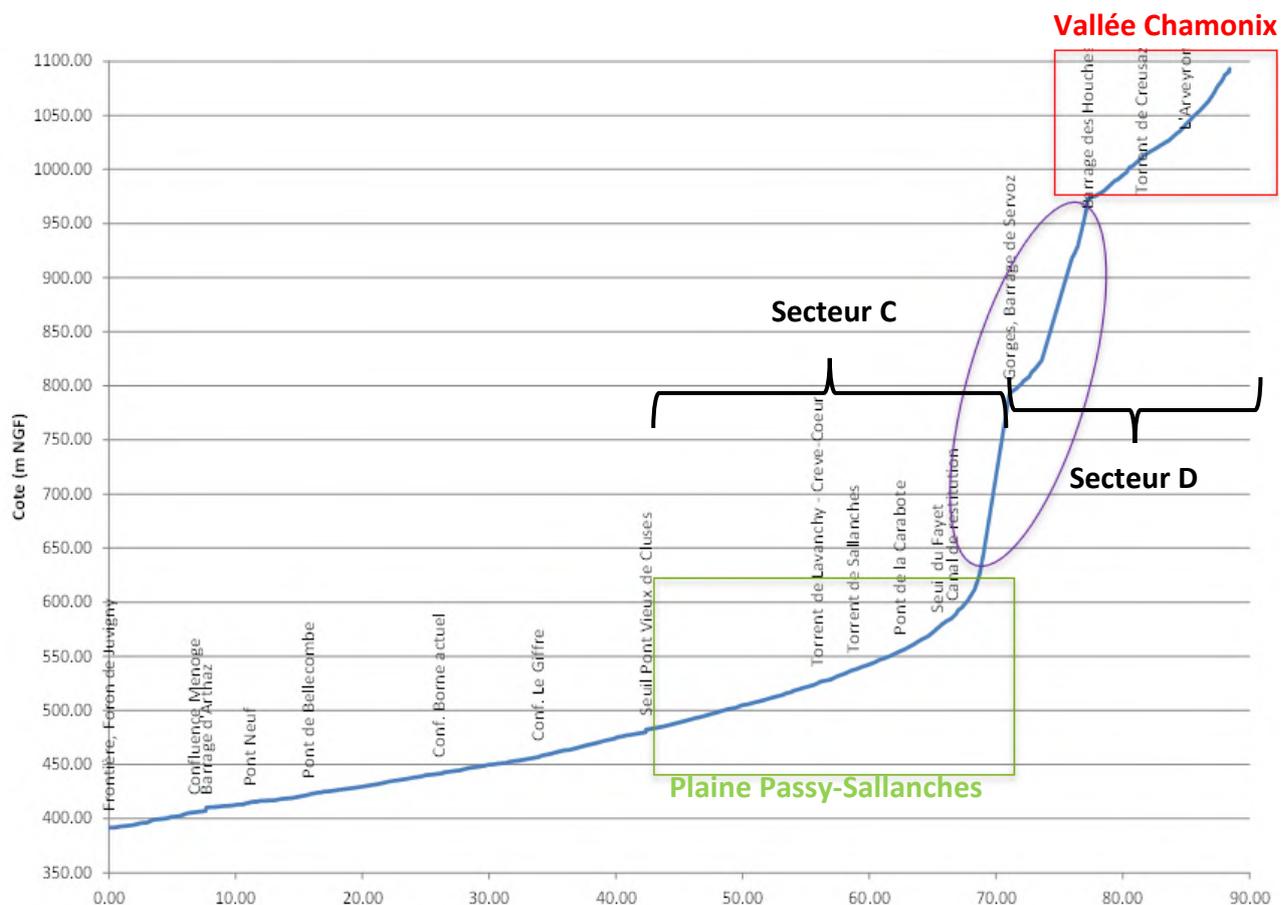


Figure 22 Profil en long général de l'Arve, de sa source à la frontière franco-suisse

Sur le secteur de la vallée de Chamonix, les affluents de l'Arve en rive gauche descendant du massif du Mont-Blanc sont de gros pourvoyeurs de matériaux. On peut citer en particulier l'Arveyron d'Argentière, l'Arveyron de la Mer de Glace, la Creusaz ... L'étude géomorphologique pour le SAGE de l'Arve de 2014 relève que les apports de matériaux avec une granulométrie suffisante pour participer à l'équilibre morphodynamique du lit (>1.5mm) sont de l'ordre de 100 000 m<sup>3</sup>/an en amont du barrage des Houches.

Avant le développement de l'urbanisation dans la vallée et les grands aménagements réalisés sur ces cours d'eau, l'Arve dans la traversée de Chamonix présentait un lit en tresses, comme en témoigne l'illustration du début du XX<sup>ème</sup> ci-dessous.



*Figure 23 Chamonix : Tableau de Jean Dubois (début du XX<sup>ème</sup>)*

Cette morphologie témoigne probablement d'apports solides supérieurs à la capacité de transport du cours d'eau. Compte tenu de la largeur importante du lit, ce dernier possédait une bonne capacité de régulation, mais un exhaussement chronique du fond du lit reste probable : il devait cependant, être très lent du fait de la répartition des dépôts sur un lit de grande largeur.

A l'aval de Chamonix, au droit de l'actuel barrage des Houches, le lit était particulièrement large et ce secteur jouait un rôle de régulation du transport solide en agissant à la manière d'une plage de régulation naturelle, avant l'entrée dans les gorges. La photo aérienne de 1939 ci-dessous témoigne de cette zone de régulation, alors encore bien visible.



Figure 24 Chamonix aval 1939

La figure suivante, tirée de l'étude hydrogéomorphologique du SAGE de l'Arve, fait apparaître les estimations de capacité de transport et de transport solide réel de l'Arve, dans son fonctionnement considéré naturel (d'après données des GFH 1912, avant aménagements et extractions de matériaux).

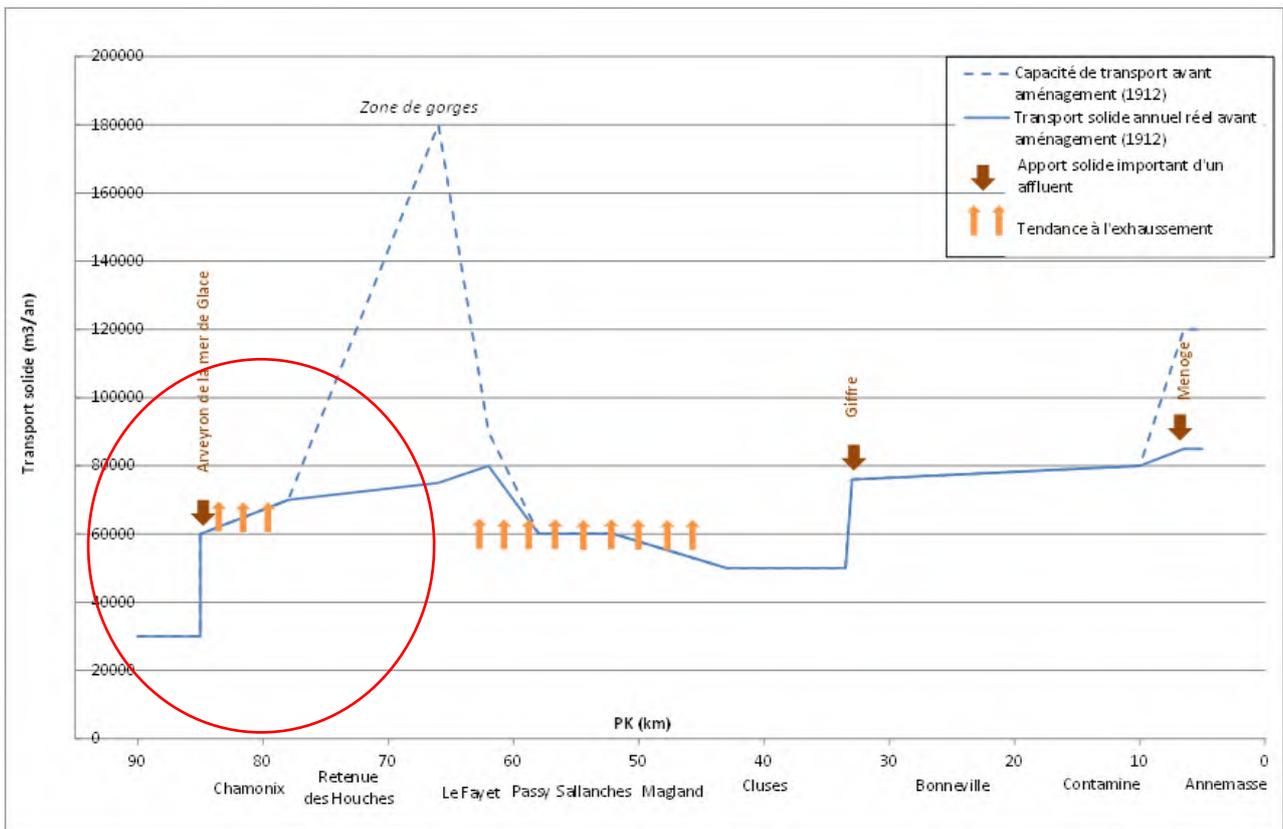


Figure 25 Capacité de transport de l'Arve avant aménagements

Les photographies aériennes de 1952 montrent à l'amont et à l'aval de Chamonix un lit avec une bande active encore assez large, permettant une régulation du transport solide courant correspondant aux respirations naturelles du cours d'eau.



*Figure 26 L'Arve à Argentière (amont de Chamonix) en 1952*



*Figure 27 L'Arve en aval de Chamonix 1952*

Comme sur le reste du linéaire de l'Arve, l'endiguement du cours d'eau, couplé aux extractions de matériaux solides entre 1950 et 1990 ont conduit à la chenalisation de la rivière. Les espaces gagnés sur le cours d'eau ont été densément urbanisés. A ce jour en amont de Chamonix, il ne subsiste que quelques courts tronçons avec une largeur suffisante pour jouer un rôle de régulation naturelle des matériaux. Ces secteurs se situent vers les Chosalets. L'Arve ne présente donc plus de nos jours une morphologie adaptée au fonctionnement historique et naturel du lit.

La capacité de transport de la rivière a pu être localement augmentée : la chenalisation du lit peut en effet entraîner une augmentation des vitesses d'écoulement et des contraintes, conduisant à une augmentation de la capacité de transport. Néanmoins cela ne compense pas la perte de capacité de régulation des apports solides. En amont des gorges, la tendance naturelle du cours d'eau reste donc à l'exhaussement, mais dans un lit bien moins large qu'historiquement et donc bien plus sensible aux dépôts, qui entraînent alors des risques de débordements bien plus marqués. Ainsi, les débordements importants survenus lors de la crue de juillet 1996 étaient d'abord dus à un exhaussement du lit plutôt qu'à un débit liquide exceptionnel. A la suite de cet événement, de 300 000 m<sup>3</sup> à 500 000 m<sup>3</sup> ont été curés sur l'ensemble de la haute vallée en 1997. Cet événement a conduit en 2004 à la création des plages de dépôts sur les affluents principaux (Arveyron d'Argentière, Arveyron de la Mer de Glace, Creusaz) pour limiter le risque de surcharge sédimentaire dans le lit de l'Arve, dont la morphologie ne permet plus d'assurer le transit et la régulation des apports solides importants en provenance des affluents.

L'étude morphologique du SAGE estime qu'à ce jour, environ 90% des apports solides (soit de l'ordre de 90 000 m<sup>3</sup>/an pour 100 000 m<sup>3</sup> d'apports naturels) sont captés et extraits de l'Arve et de ses affluents. Ce volume couvre les matériaux curés dans les plages de dépôts, dans les installations industrielles et ceux directement extraits dans le lit de l'Arve et de ses affluents.

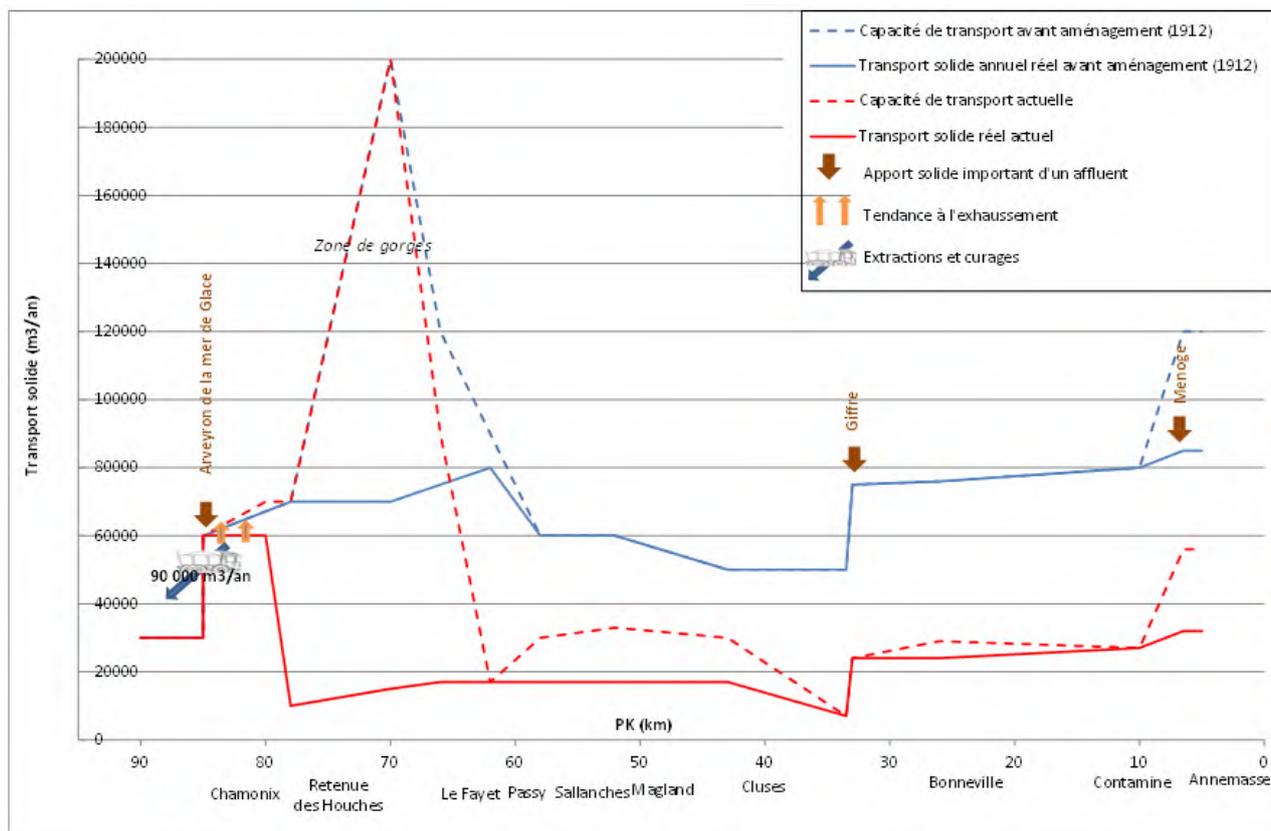


Figure 28 Evolution de la capacité et du transport solide réel entre 1912 et nos jours

En théorie, le risque de dépôt au droit des enjeux devrait être faible : les apports sont en effet très réduits, théoriquement proches de l'équilibre avec la capacité de transport résiduelle de l'Arve. Dans le plan de gestion de 2004, le profil de référence a été déterminé sur le postulat que les plages de dépôt des Arveyrans d'Argentière, de la Mer de Glace et de la Creusaz (en aval) stopperaient toute la fraction grossière des matériaux et que la fraction restante transiterait dans le centre de Chamonix sans se déposer. Cependant, compte tenu de la configuration de ces plages de dépôt, qui ne fonctionnent que par rupture de pente et élargissement sans ouvrage de fermeture, une fraction des matériaux transite à travers les plages de dépôt et participe au phénomène de respiration du lit de l'Ave. Au droit de certains enjeux, et en particulier dans la traversée du centre de Chamonix, la capacité hydraulique du lit est limitée. La tolérance concernant l'exhaussement du lit au regard du risque d'inondation est très faible, si bien que le moindre engrèvement du lit n'est pas tolérable d'un point de vue hydraulique. Ainsi, dans le plan de gestion des matériaux solides de 2004, la cote du profil d'alerte marquant la nécessité d'intervenir n'est que 0.5 m au-dessus de la cote du profil de référence. Il est par ailleurs à noter que compte tenu de la largeur du lit et de la débitance de certains ouvrages de franchissement, la capacité hydraulique du lit est déjà insuffisante, même lorsque le lit de l'Arve est au niveau du profil de référence. Cependant, ce profil de référence ne peut être abaissé afin de préserver la stabilité des berges, des ouvrages de franchissement et sans menacer les enjeux implantés directement dans le lit du cours d'eau (canalisations, réseaux ...).

Dans l'état actuel d'aménagement du cours d'eau, la seule possibilité permettant de maîtriser le risque d'inondation en amont du barrage des Houches, est de continuer la politique de gestion des apports et de curages réguliers du lit pour maintenir la capacité hydraulique de l'Arve.

Note : même en assurant une gestion sédimentaire des apports solides de l'Arve cohérente, la capacité hydraulique de ce dernier reste insuffisante dans la traversée de Chamonix. Des travaux d'ampleurs,

indépendamment du présent plan de gestion des matériaux solides, seraient nécessaires pour donner au lit une capacité hydraulique suffisante pour assurer l'écoulement des crues importantes.

Le barrage des Houches marque une rupture importante de la continuité du transport solide. Il marque la limite du tronçon excédentaire en matériaux, nécessitant des curages réguliers pour la protection des biens et des personnes.

A l'aval de ce dernier se trouvent quelques affluents pourvoyeurs de matériaux. Les affluents les plus notables sont la Griaz et la Diosaz. Le premier produit de gros volume de matériaux solides, principalement sous forme de laves torrentielles. Les aménagements présents sur le cône de déjection du torrent permettent un transit des sédiments jusqu'au lit de l'Arve. Ces derniers s'étalent sur un tronçon permettant une certaine régulation entre le barrage des Houches et le seuil Sainte-Marie qui marque l'entrée des Gorges de l'Arve, mais avec des enjeux proches du cours d'eau (Route blanche (N205), STEP des Houches notamment). Cependant les observations conduites dans l'étude de Styx 4D (Johan Berthet) indiquent un découplage entre ces apports grossiers et la capacité de transport de l'Arve. Plus en aval, on note une singularité morphologique avec une zone de replat, alluvionnaire, entre deux tronçons de gorges, au droit de Servoz. D'après J. Berthet, ce replat a en fait été généré par les effondrements historiques du Dérochoir qui ont obstrué le lit de l'Arve et créé le lac de Servoz. Celui-ci, désormais comblé, a laissé place à une plaine alluvionnaire, bien inhabituelle à l'intérieur même des gorges de transition. La diminution des apports sédimentaires et dans une moindre mesure l'endiguement du cours d'eau a conduit à l'incision de l'Arve sur ce secteur. Cette transformation est bien visible sur la comparaison des photos aériennes de 1952 et de 2015 ci-dessous.



Figure 29 L'Arve à Servoz 1952 - 2015

Néanmoins, les terrains libérés ont été densément urbanisés et le risque d'inondation lié à un exhaussement du lit existe toujours. C'est pourquoi des interventions de gestion des matériaux solides restent nécessaires à proximité des enjeux.

#### 4.1.1.2. Analyse point par point

##### PK 95.65-95.25 – Traversée du Tour

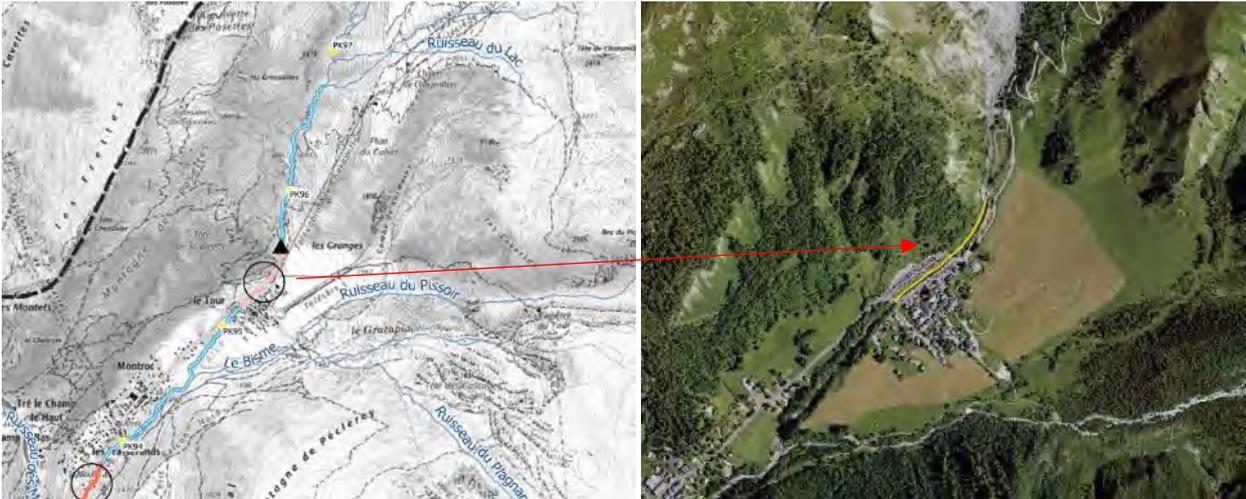


Figure 30 Localisation du tronçon Traversée du Tour

Ce tronçon se situe à l'aval direct de la plage de dépôt associée à la restitution de l'ouvrage de dérivation des Posettes, réalisé à la suite d'une lave torrentielle importante en 1990, associée au glissement des Posettes.

La section réduite du lit associée à la présence d'un ouvrage de franchissement favorise les débordements en cas de dépôts. L'aménagement du site favorise les débordements sur le parking en rive droite, mais en l'absence d'ouvrage de renvoi des écoulements vers le lit à l'aval, ces derniers pourraient emprunter la route et impacter les enjeux plus à l'aval (Hameau de Montroc).



Figure 31 L'Arve au Tour

Malgré la stabilisation du glissement en amont réduisant le risque d'évènement majeur, un engrèvement du lit sur ce tronçon reste fortement probable, même sous l'effet d'apports sédimentaires modérés. Ce tronçon fait l'objet d'une fiche de gestion du lit pour conserver la capacité hydraulique du lit si nécessaire.

### PK 93.58-93.88 – L'Arve à Montroc

Le lit de l'Arve présente sur ce tronçon une configuration particulière avec des coudes assez marqués. Des signes d'affouillement du pont R. Fournier ont déjà été constatés par le passé, ce qui a conduit le SM3A à intervenir pour remodeler le lit, de manière à recentrer les écoulements et limiter les contraintes sur les pieds de berge. Une vigilance est à porter sur ce tronçon qui fait l'objet d'une fiche, au cas où une nouvelle opération de remodelage du lit serait à effectuer.

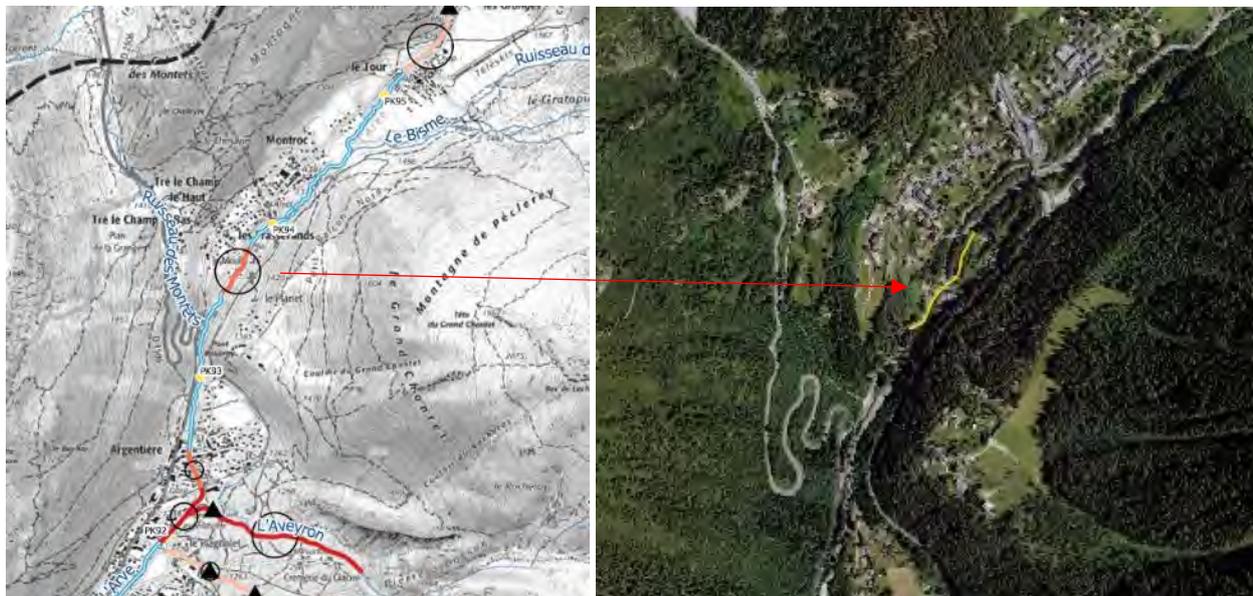


Figure 32 Localisation du tronçon Arve à Montroc

### PK 92.06-92.42 et 92.42-92.63 – Traversée d'Argentière et confluence avec l'Arveyron d'Argentière

Ce tronçon correspond au site 1 du plan de gestion des matériaux solides, de 2004.

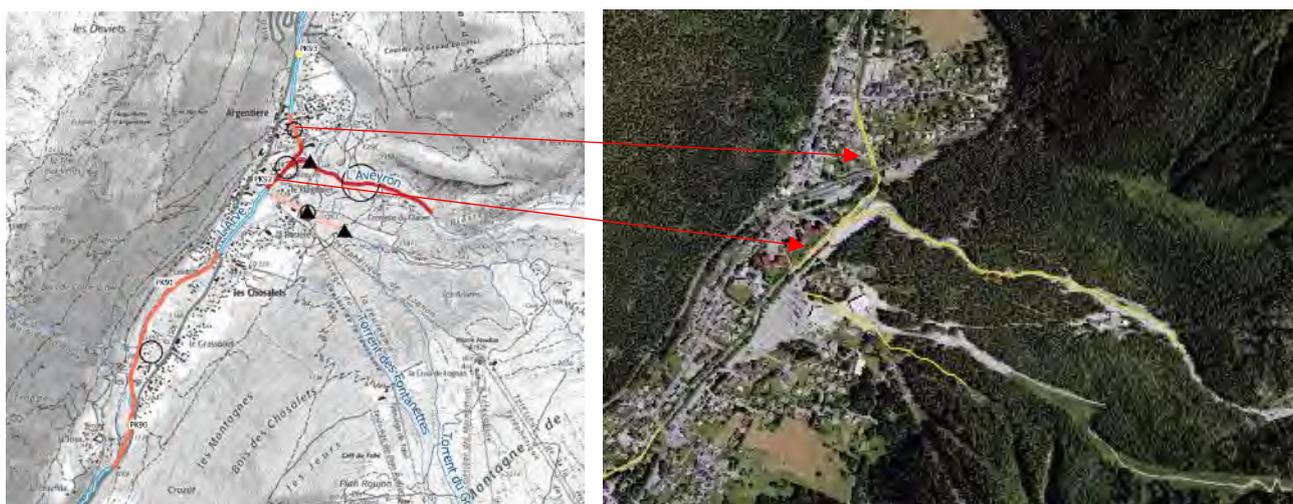


Figure 33 Localisation tronçon Traversée d'Argentière et confluence avec l'Arveyron d'Argentière

La confluence avec l'Arveyron d'Argentière constitue le premier point d'apports importants de matériaux à gérer. Ce site est équipé d'une plage de dépôt aménagée en 2004 avec une digue en forme de virgule entre l'Arve et l'Arveyron permettant de favoriser le remplissage de la plage de dépôt. En aval de la confluence,

dans un secteur large favorisant la régulation des apports, la plage de dépôt est à ce jour en partie utilisée comme parking en hiver. Il est important de veiller à ce que cette zone ne soit pas mise hors d'eau pour les crues, afin qu'elle continue à assurer sa fonction de régulation.



Figure 34 Confluence de l'Arve et de l'Arveyron d'Argentière

Les observations de terrain évoquent un découplage des apports de l'Arveyron en quantité et en granulométrie (diamètre caractéristique, estimé visuellement de l'ordre de 30 cm à 40 cm) avec la capacité de reprise de l'Arve. La pente de l'Arveyron est de l'ordre de 10% en amont de la plage de dépôt tandis que celle de l'Arve n'est que de 4%. On a donc un risque de dépôts massifs à la confluence comme cela s'est produit en juillet 1996 et en août 2014. Par ailleurs, la configuration de l'Arve à l'aval, avec une capacité hydraulique très réduite, ne permet quasiment pas d'accepter le moindre dépôt. Des enjeux sont présents en rive droite de l'Arve dès la sortie de l'ouvrage. Ainsi, cet ouvrage est essentiel à la gestion aval de l'Arve et doit être maintenu fonctionnel par des curages réguliers afin d'éviter la remobilisation par l'Arve de la fraction la plus fine des matériaux de l'Arveyron.



Figure 35 L'Arveyron d'Argentières (en h. à g.), l'Arve (en h. à d.), plage de dépôt de l'Arveyron (en b. à g.), confluence Arve Arveyron (en b. à d.)

La cote basse du profil de gestion de l'Arve ne doit pas être dépassée lors des opérations de curage. Il existe en effet un risque d'incision régressive qui pourrait déstabiliser l'ouvrage SNCF situé environ 150 m en amont de la confluence. Le phénomène a déjà été observé lors d'opérations précédentes menées par le SM3A. On note d'ailleurs la présence de seuils de stabilisation du lit en amont du pont SNCF. L'opportunité de paver le lit de l'Arve en amont de la confluence avec les éléments les plus grossiers retirés de la plage de dépôt de l'Arveyron est à envisager. Ce tronçon en amont de la confluence devra faire l'objet d'une surveillance topographique à l'issue de chaque opération de curage.

Compte tenu de ces différents éléments, les profils de gestion (bas, référence et haut) ont été recalés environ 0.3 m en dessous de celles du plan de gestion historique de 2004. Le profil de référence (confondu avec le profil bas) et le profil haut sont ainsi respectivement calés au cotes **1231m et 1231.5 m au droit de la confluence.**

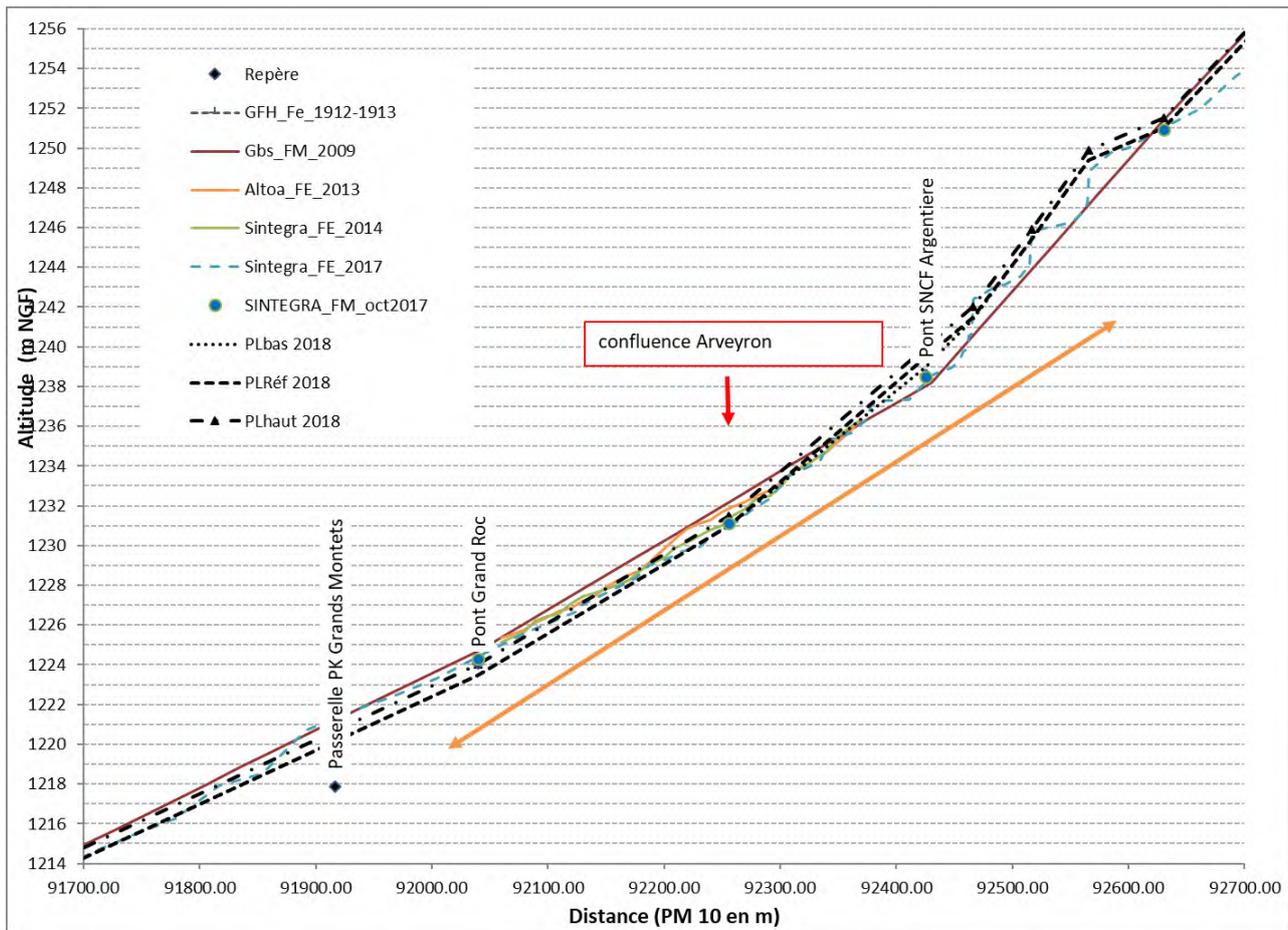


Figure 36 Profil en long de référence de l'Arve au droit de la confluence avec l'Arveyron d'Argentières.

### **PK 89.73-91.46- L'Arve aux Chosalets/Joux**

Ce tronçon correspond au site 2 du plan de gestion historique des matériaux solides, de 2004.

Il subsiste sur ce secteur deux tronçons de 250 m qui présentent une capacité de régulation des matériaux, avec un lit d'environ 45 m de large.

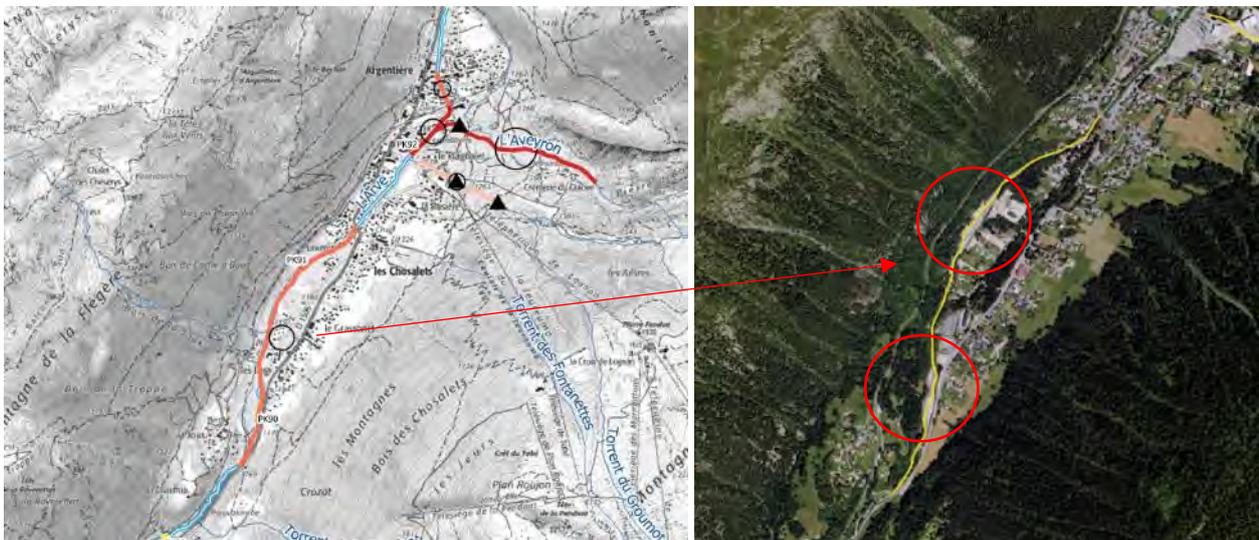


Figure 37 Localisation tronçon L'Arve aux Chosalets/Joux

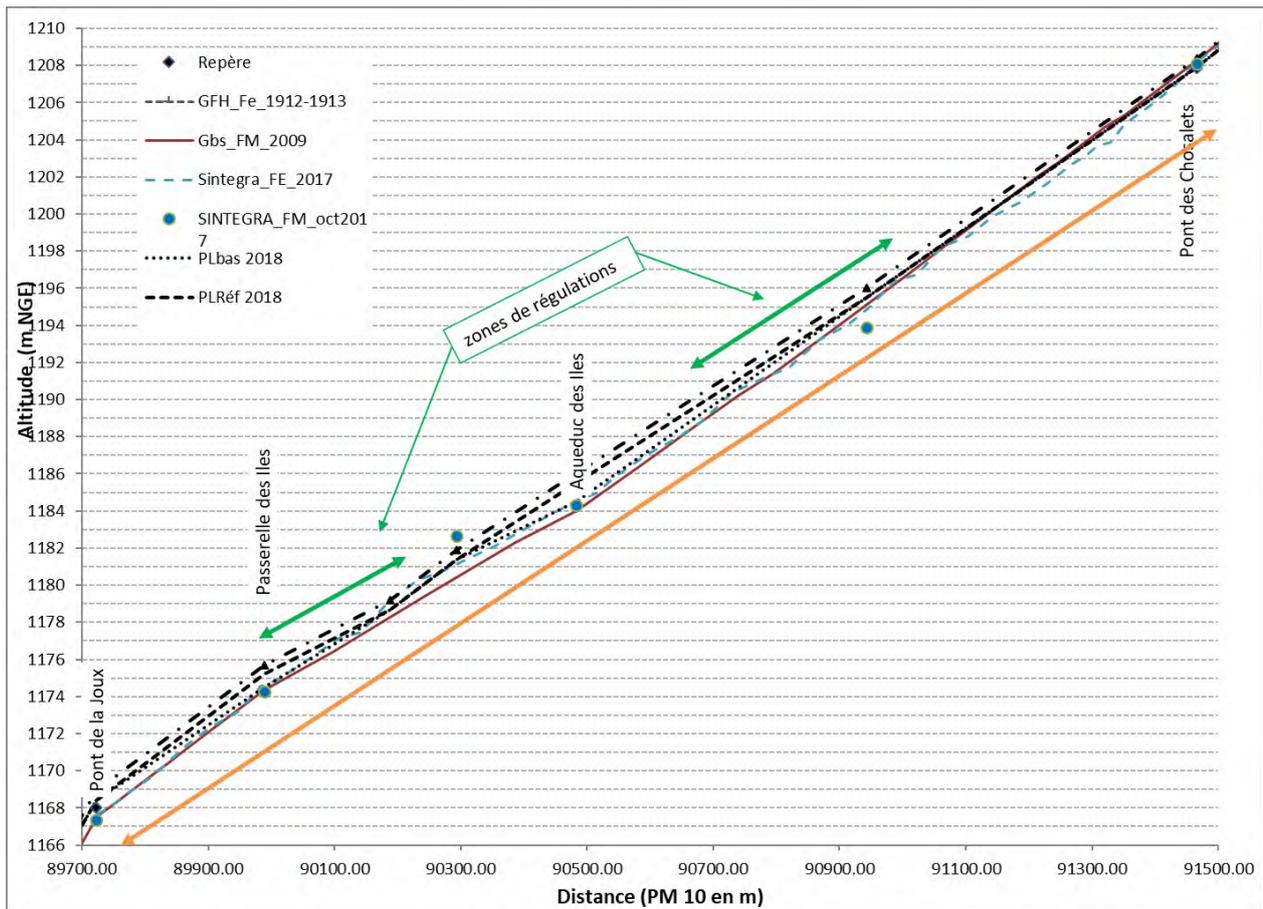


Figure 38 Profil de référence au droit du site Chosalets/Joux.

Le profil en long est homogène et évolue peu au cours du temps laissant suggérer une bonne régulation du transport solide. La sur largeur des deux tronçons permettant cette régulation du transport doit être conservée.



Figure 39 Zone de régulation naturelle aval, à préserver

Le SM3A envisage de redonner davantage de place au lit au droit de la zone de régulation amont. Cette opération ne peut que bénéficier au fonctionnement hydro-sédimentaire du cours d'eau. Elle le ferait d'autant plus si elle concerne les sections étroites et contraintes du lit. La photo aérienne de 1952 montre un lit peu contraint avec sur la quasi-intégralité du tronçon, une largeur de même ordre de grandeur qu'au droit des deux zones de régulation résiduelles. En amont du PK 91, la position des enjeux permet d'envisager de retrouver cette largeur.

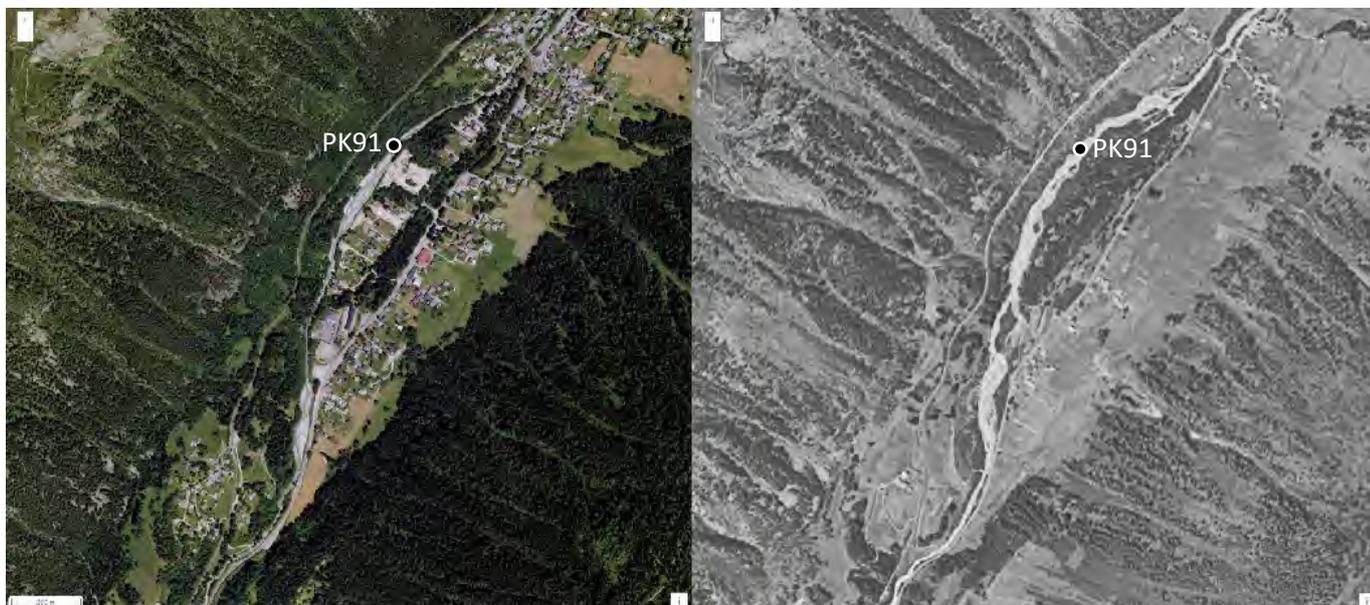


Figure 40 Comparaison diachronique 1952-2015 - les Chosalets

### TRAVERSEE DE CHAMONIX

L'ensemble des tronçons correspondant à la traversée de Chamonix, entre le PK 81.34 (confluence avec la Creusaz) et le PK88.54 (amont des Tines) n'a pas été intégré dans le plan de gestion des matériaux solides de 2004. Dans ce dernier, le profil de référence a été déterminé sur le postulat que les plages de dépôt des Arveyrons d'Argentières, de la Mer de Glace et de la Creusaz (en aval) stopperaient toute la fraction grossière des matériaux et que la fraction restante transiterait à travers Chamonix. Le lit de l'Arve dans la traversée de Chamonix serait alors parfaitement stable, sans aucun risque d'exhaussement. Cette hypothèse n'est que partiellement vérifiée : l'essentiel du volume de matériaux apporté par ces affluents majeurs aménagés est en effet bien capté par les plages de dépôt. Néanmoins une fraction du volume sédimentaire apporté par les affluents transite dans l'Arve. Il faut ajouter à cela les apports des petits affluents non aménagés. Il en résulte une charge sédimentaire résiduelle suffisante pour alimenter un phénomène naturel de respiration du niveau du lit de l'Arve autour d'un niveau d'équilibre, au gré des variations de débits et des dépôts et reprises de matériaux. Bien que l'amplitude de ces respirations restent faibles, l'étroitesse et la faible capacité du lit dans la traversée de Chamonix l'absence de zone de régulation et la proximité immédiate de nombreux enjeux n'autorise pas de laisser s'exprimer cette respiration du cours d'eau. Ainsi des curages ont été nécessaires en 1997, 2001, 2002, 2008, 2010, 2012, 2013, 2017, 2019 et une nouvelle intervention est prévue en 2021.



Figure 41 Inondation avenue Marcel Croz à Chamonix le 25 juillet 1996. Source: photo archive Dauphiné Libéré.

La cote du profil de référence correspond au profil bas: ce dernier ne peut par ailleurs être abaissé sans risquer une déstabilisation des berges aménagées ou de menacer les ouvrages de franchissement et les différents enjeux implantés directement dans le lit (canalisations, réseaux. Le profil haut fixant le niveau d'alerte avant intervention ne se situe que 50 cm au-dessus du profil de référence. Ces 50 cm constituent une marge de variation inférieure à l'amplitude de la respiration du lit que l'on pourrait s'attendre à observer sur l'Arve, compte tenu des volumes susceptibles de traverser les ouvrages de rétention, et de la largeur du lit.

A défaut d'une vaste opération de restauration hydraulique du lit visant à lui redonner une largeur suffisante pour augmenter sa capacité hydraulique et permettre la régulation de ses apports solides, la seule solution de gestion consiste à extraire les matériaux afin de maintenir le profil en long à un niveau acceptable vis-à-vis du risque hydraulique.



Figure 42 crue de l'Arve dans la traversée de Chamonix, 26 aout 2014 - Source: photo Le Dauphiné Libéré/Philippe CORTAY

### **PK 87.08-88.54 – Les Tines – Le Golf amont**

Ce tronçon marque le début de la traversée de Chamonix qui n'a pas été intégrée dans le plan de gestion des matériaux solides de 2004. Pourtant, ce tronçon a fait l'objet de nombreuses interventions de curage ou de remobilisations des matériaux depuis 1997.

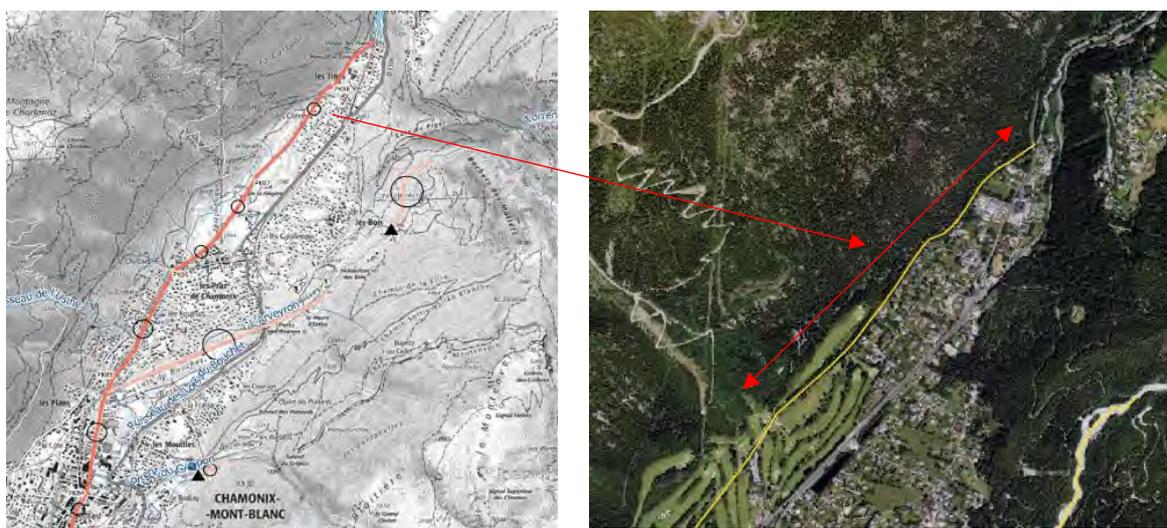


Figure 43 Localisation du tronçon Les Tines - Golf amont

Ce tronçon est marqué par une réduction de la pente, favorisant les dépôts, et une étroitesse du lit marqueur d'une faible capacité hydraulique.

En amont de la passerelle allée Taberlet (PK 87.65), les accès sont difficiles et un curage aurait un impact fort sur un milieu intéressant (boisement important, sans contrainte urbaine majeure). Afin de réguler ce linéaire, sur lequel des enjeux sont présents en rive gauche, la méthode éprouvée par le SM3A consiste à curer uniquement en aval au droit du Golf de manière à susciter un appel des matériaux déposés en amont, provoquant ainsi une érosion régressive maîtrisée. Une surveillance de l'exhaussement du tronçon par levés topographiques réguliers doit continuer d'être mise en œuvre, afin de justifier l'intervention. La méthode développée par le syndicat permet de maîtriser le risque d'exhaussement du lit au droit des enjeux, tout en limitant les impacts sur le milieu.



*Figure 44 Vue depuis la passerelle amont du Golf: vers l'amont (à g.) et vers l'aval (à d.)*

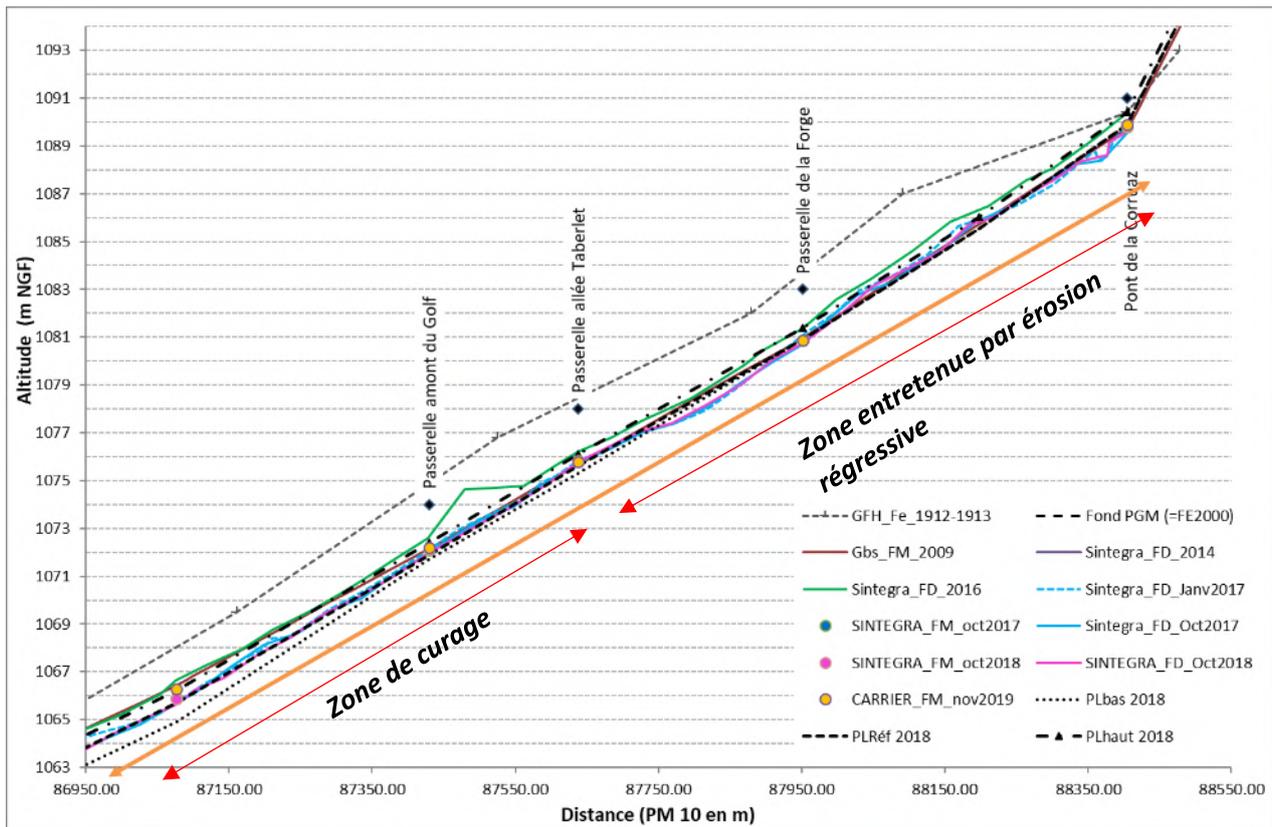


Figure 45 Profils en long les Tines - le Golf amont

**PK 86.16-86.53 et 86.53-87.08 – La Flégère et golf de Chamonix**

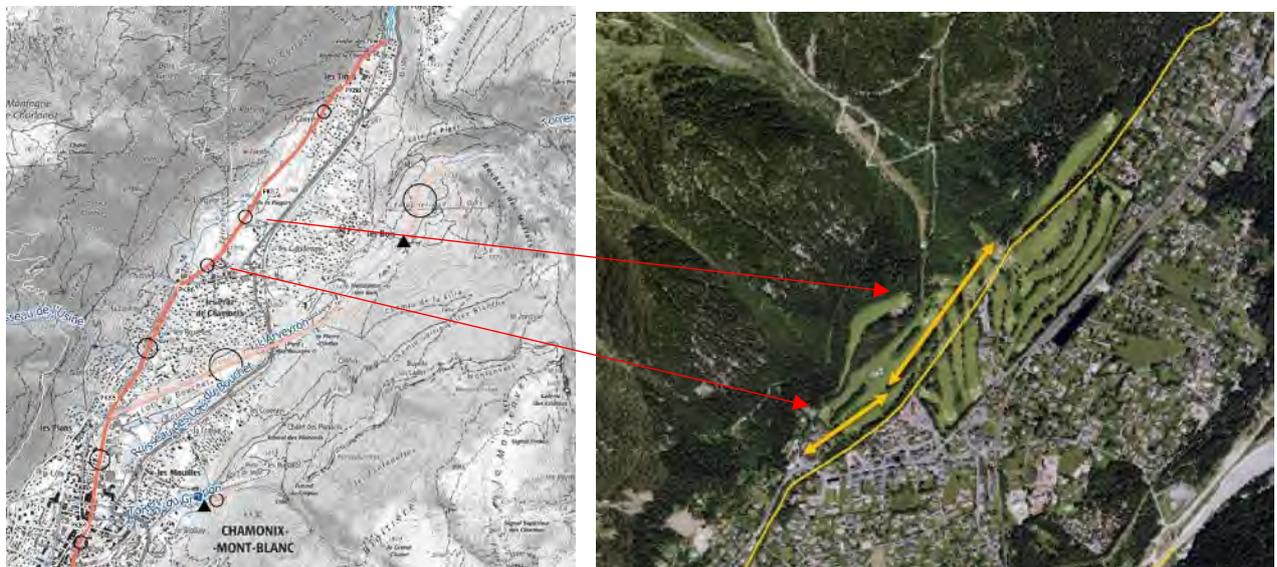


Figure 46 Localisation du tronçon La Flégère - Golf de Chamonix

Ce tronçon a nécessité un entretien du lit en 1997, 2010 et 2017. On voit en particulier sur les profils en long présentés ci-dessous que le profil en long de 2016 était au-dessus du profil haut de gestion sur l'ensemble du linéaire, ce qui a déclenché une opération de curage.

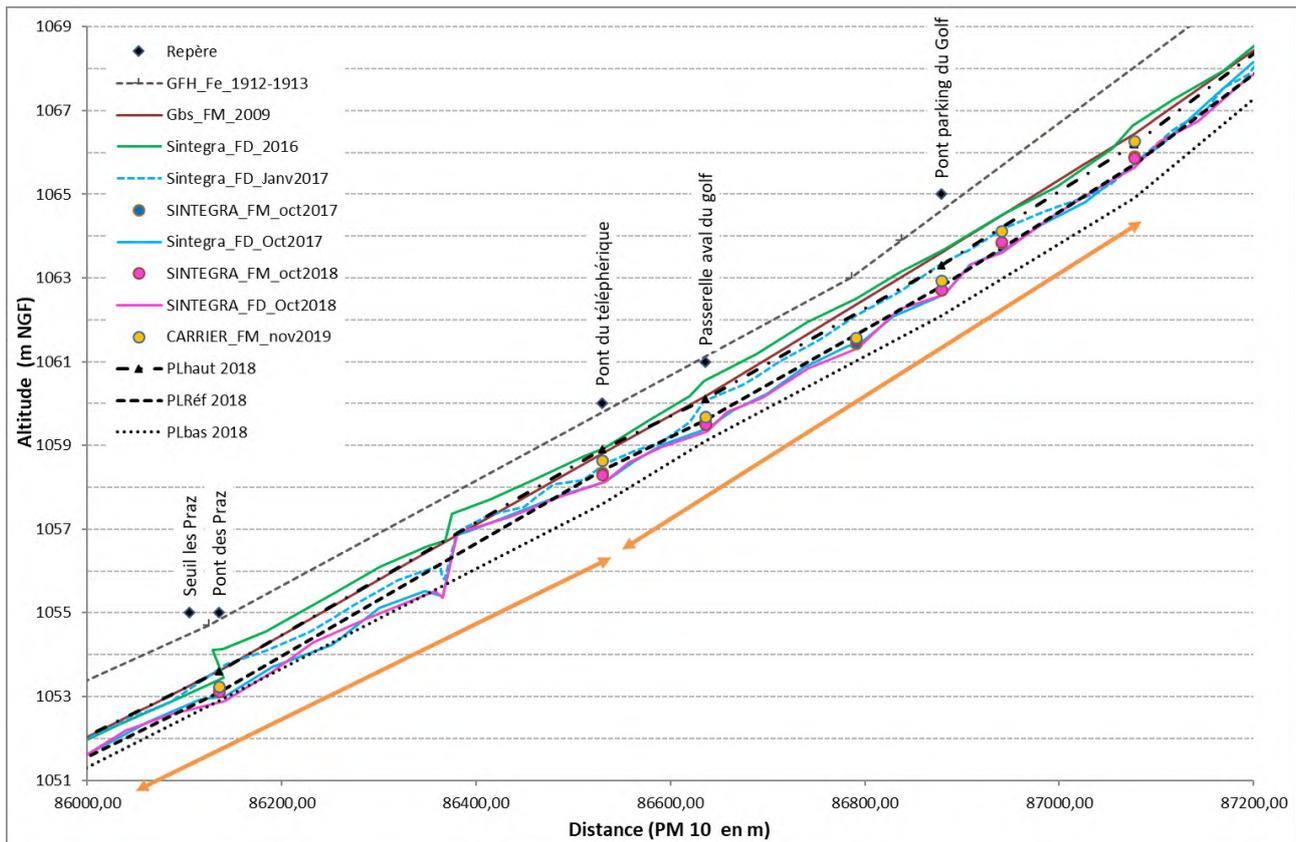


Figure 47 Profils en long la Flégère – Golf de Chamonix

On observe deux discontinuités dans le profil en long au droit du pont des Praz (PK86.15) et vers le PK86.4. La première est probablement une aberration du levé de 2016, car il n'y a pas ou plus de seuil à cet endroit (le profil actuel est en dessous de l'éventuel radier observé sur le profil de 2016). La deuxième correspond effectivement à un seuil dont la pertinence pose question. Ce dernier a été mis en place par un riverain à la suite de la crue de 1996 pour le maintien d'une protection de berge. Il a en effet un impact négatif sur la gestion du profil en long. La crête du seuil semble en effet callée à la même cote que le profil haut, ce qui rend le profil de gestion particulièrement difficile à mettre en œuvre : les dépôts provoqués à l'amont conduisent systématiquement à un dépassement du profil de gestion censé déclencher les opérations de curage.

Des travaux d'arasement ou d'abaissement du seuil au PK 86.4 permettraient de redonner de la capacité hydraulique au lit en amont et de faciliter la gestion sédimentaire du tronçon en amont de l'ouvrage, en minimisant les dépôts. Un abaissement de l'ordre de 0.5 m correspondant probablement à une rangée de bloc permettrait de fixer le lit à la cote du profil de référence. Une étude spécifique permettant d'évaluer l'impact d'une telle opération sur les fondations des ouvrages et la tenue des berges en amont est cependant nécessaire. Les profils de gestion, qui font à ce jour apparaître une légère inflexion (bosse) au droit du seuil, seraient alors à revoir. Le profil de gestion est conservé tel que dans le plan de gestion historique en l'état des choses.

Le projet de ralentissement des écoulements en crue actuellement porté par le SM3A sur ce secteur constitue une opportunité à saisir pour intervenir sur cet ouvrage et ainsi consolider le profil de référence tel qu'il est présenté.

### **PK 84.93-86.15 – Arve les Rosières (Amont confluence Arveyron de la mer de glace)**

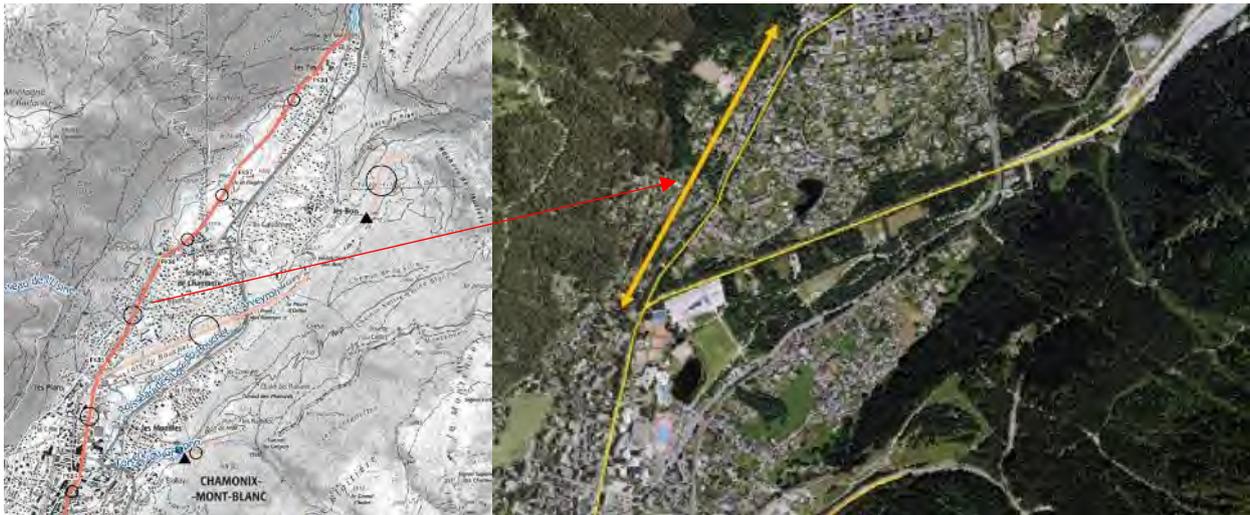


Figure 48 Localisation du tronçon Arve les Rosières

L'analyse de l'évolution du profil en long montre une certaine stabilité de ce dernier ces dernières années. Néanmoins, du fait du gabarit très réduit du lit, la marge de gestion entre le profil de référence et le profil haut n'autorise qu'une très faible respiration du lit, et une intervention peut donc rapidement s'avérer nécessaire.



Figure 49 Vue vers l'amont depuis Passerelle des Confluences (PK 85)

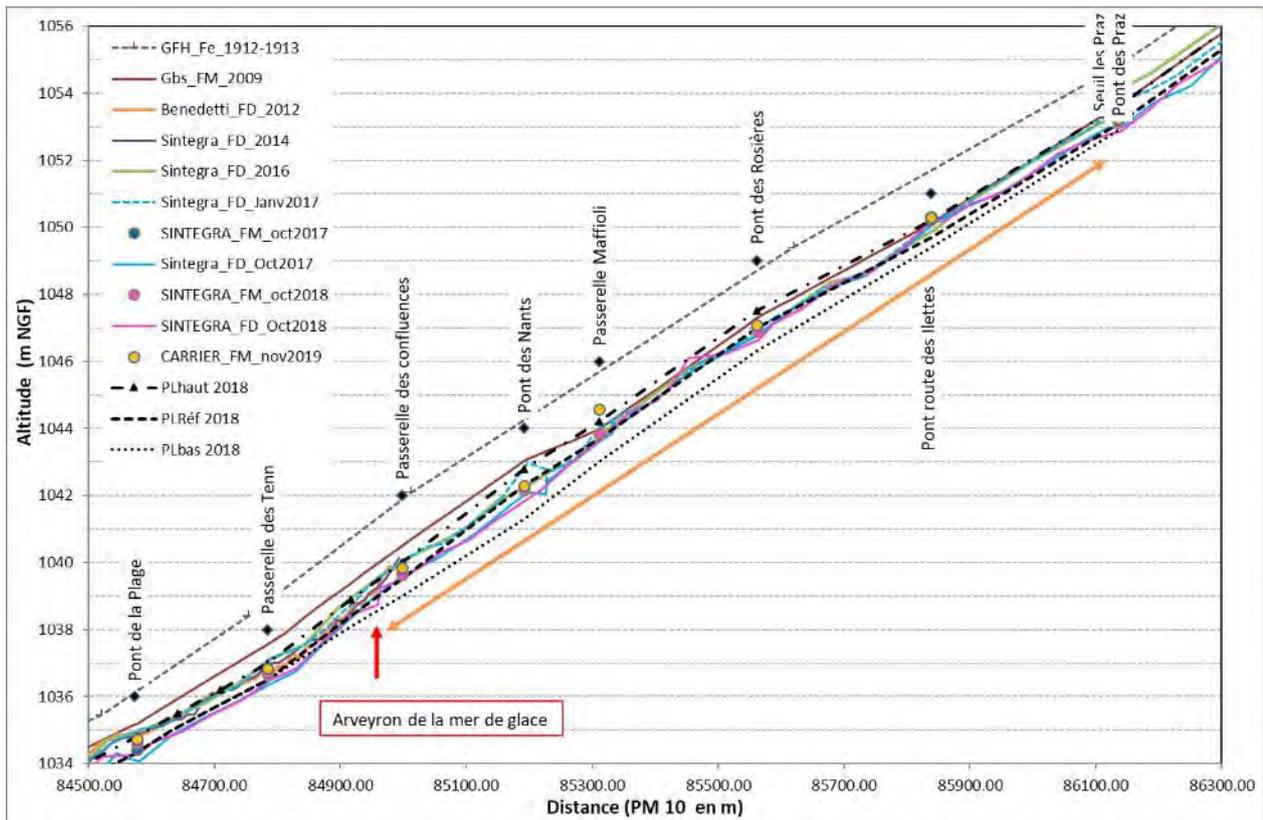
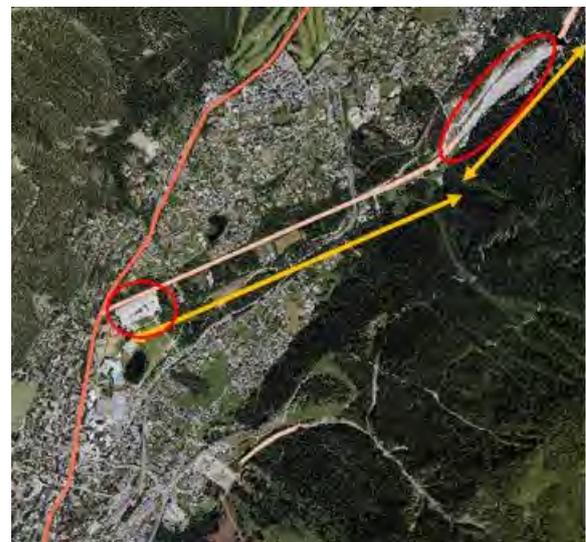


Figure 50 Profils en long Arve - les Rosières

### Arveyron de la Mer de Glace



L'Arveyron de la Mer de Glace constitue un de plus gros pourvoyeurs de matériaux sur la Haute Vallée l'Arve à Chamoni. Néanmoins, la plus grande partie de ces apports sont captés avant d'atteindre l'Arve :

- D'abord par la plage de dépôt de l'Arveyron de la Mer de Glace, d'une surface de 20 000 m<sup>2</sup> et d'une capacité de 70 000 m<sup>3</sup>. La majorité de la fraction grossière des apports de l'Arveyron est piégée dans cet

ouvrage. A l'occasion de sa création en 2004, 80 000 m<sup>3</sup> ont été curés. En 2014, un curage d'entretien de 31 000 m<sup>3</sup> était nécessaire. Des curages ont également été effectués en 2012 et 2013.

- Le deuxième point de prélèvement correspond à l'exploitation Cottard qui extrait des matériaux de granulométrie 0-100 mm et qui dispose d'une autorisation pour l'extraction d'un volume annuel moyen de 30 000 m<sup>3</sup>/an, assorti d'un maximum de 40 000 m<sup>3</sup>/an.

Ces extractions sont essentielles à la sécurisation de la traversée de l'Arve à Chamonix. En effet, malgré ces prélèvements, des dépôts chroniques, à raison d'environ 2000 m<sup>3</sup>/an, hors événement exceptionnel, nécessitent de très fréquentes interventions en aval pour maintenir un gabarit hydraulique déjà très faible.



Figure 51 Plage de dépôt de l'Arveyron de la Mer de Glace (à g.), Exploitation Cottard (à d.)

### **PK 84.25-84.93 – Chamonix : le Fory (pont du Mt Blanc – Confluence Arveyron MdG)**

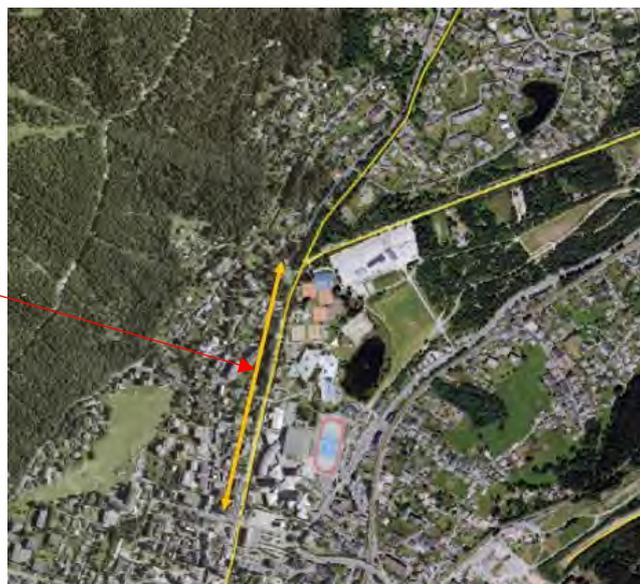
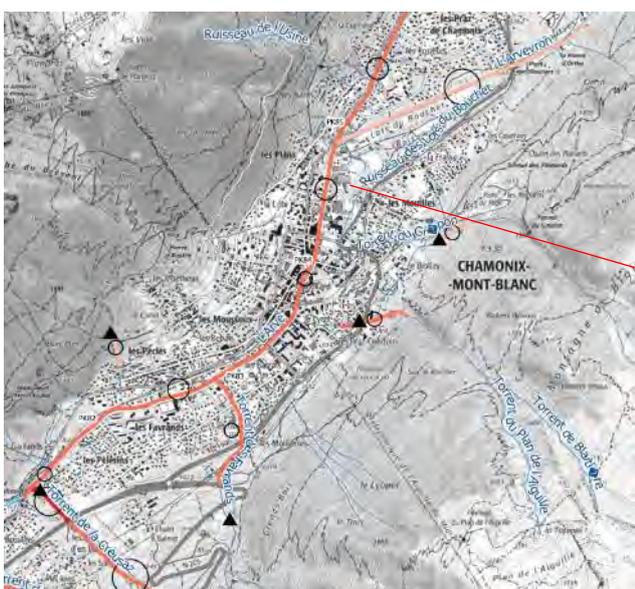


Figure 52 Localisation du tronçon Arve - le Fory

L'Arve, à l'aval de la confluence, marque une légère diminution de sa pente, favorisant le dépôt de sédiments. C'est sur ce tronçon que des exhaussements importants ont eu lieu lors de la crue de 1996 (de l'ordre de 1 m

d'après les indications du SM3A), conduisant à des débordements importants alors que le débit liquide instantané renseigné sur la Banque Hydro n'était de l'ordre que d'une occurrence décennale, d'après les données hydrologiques du contrat de rivière (127 m<sup>3</sup>/s indiqué par la BH pour une estimation du débit décennal à 120 m<sup>3</sup>/s).

Lors de l'épisode de crue d'août 2014, de nombreux tronçons et ouvrages ont également atteint la limite de la capacité hydraulique de cette traversée de Chamonix.

Le profil bas admissible est limité par le risque de déstabilisation des fondations des berges maçonnées ainsi que par la présence d'enjeux dans le lit de l'Arve.



*Figure 53 Vue vers l'amont depuis le pont du Mont-Blanc*

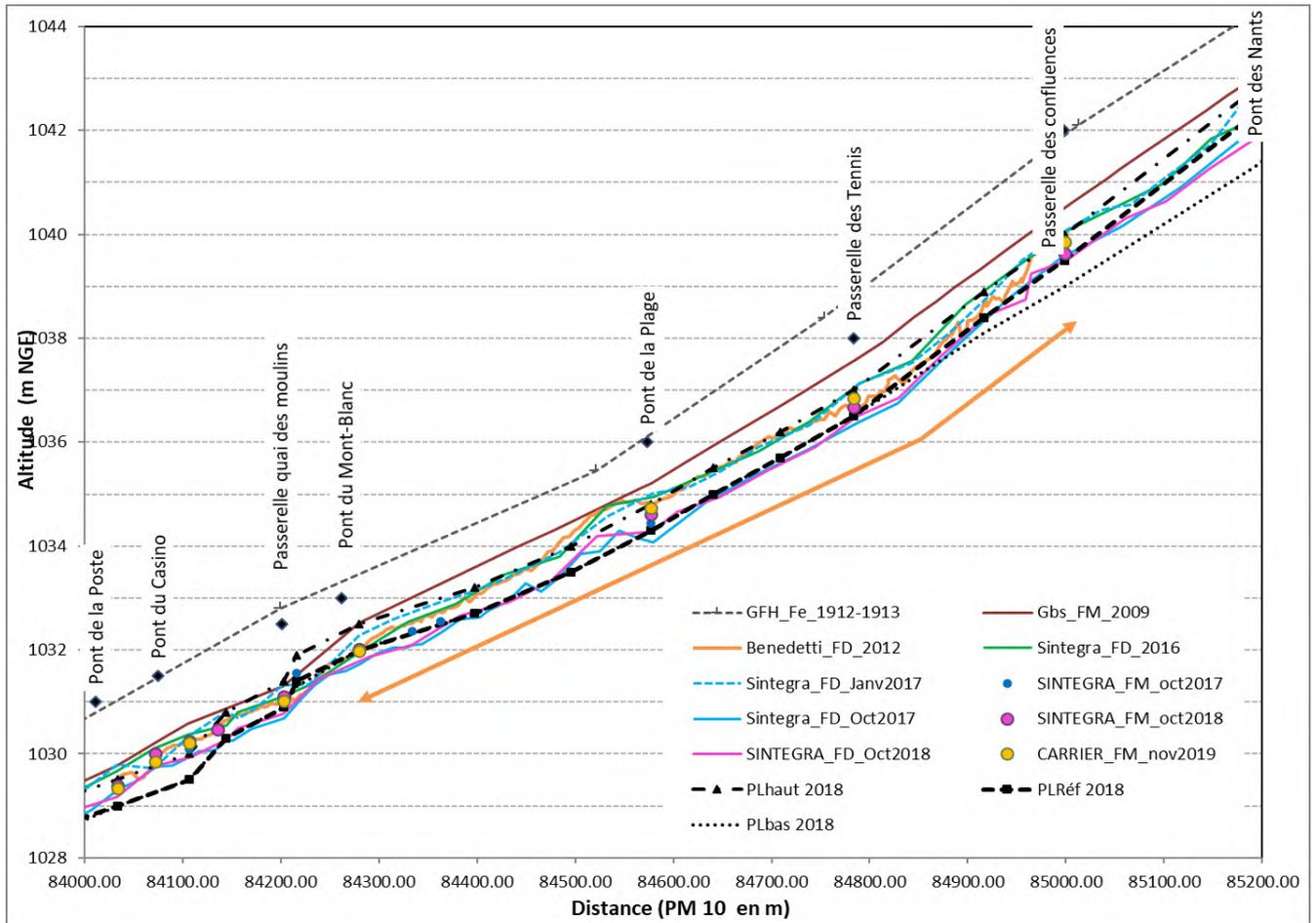


Figure 54 Profils en long au droit du tronçon Arve le Fory

**PK 83.64-84.25 – Chamonix Centre-ville : du pont de l’Aiguille du Midi-pont du Mt Blanc**



Figure 55 Localisation du tronçon Chamonix Centre-ville

Comme sur le tronçon précédent, la capacité hydraulique très faible ne laisse aucune possibilité de respiration du lit induite par le transit des matériaux au travers des plages de dépôts situées en amont. La

différence entre profil de référence et profil haut de seulement 0.5 m est inférieure à l'amplitude de respiration naturelle du lit.

Du point de vue de la gestion du profil en long, il s'agit du secteur le plus problématique. Il existe en effet très peu d'accès au lit du cours d'eau et la succession de ponts avec un tablier bas rend impossible la circulation d'engins dans le lit. De ce fait, le profil de référence est irrégulier, sur des tronçons où l'accès rend difficile toute forme d'intervention. Les interventions sont réalisées à l'aval direct du pont de la Poste: le curage atteint une cote en-dessous du profil de référence, de manière à maximiser le transit des matériaux depuis l'amont, par érosion régressive.

Néanmoins, l'abaissement aval reste lui aussi limité par les différentes contraintes observées dans le lit ; le mécanisme d'érosion régressive qui serait favorable à une forme d' « auto curage » de l'amont reste modéré. Les entretiens aval ne semblent ainsi pas en mesure d'entraîner des érosions régressives qui permettrait d'abaisser un peu le PL dans les zones inaccessibles

Au niveau du Quai du Moulin et en amont, la cote du profil de référence confondue avec celle du profil bas est calée du fait de la présence de cavaliers bétons positionnés au-dessus du collecteur principal d'assainissement, qui est enfoui longitudinalement sous l'Arve.

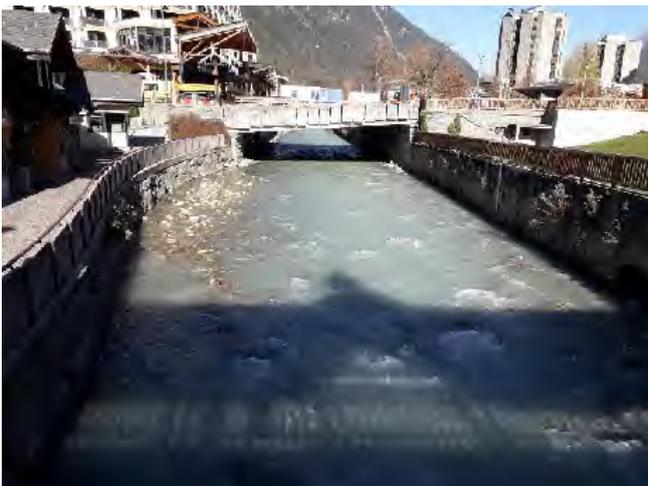


Figure 56 Vue vers l'amont depuis passerelle des Moulins (en h. à g.); Vue vers l'amont depuis Pont du casino (en h. à d.); Elevation aval du Pont du casino (en b. à g.); Vue aval vers le pont de la Poste (en b. à d.)

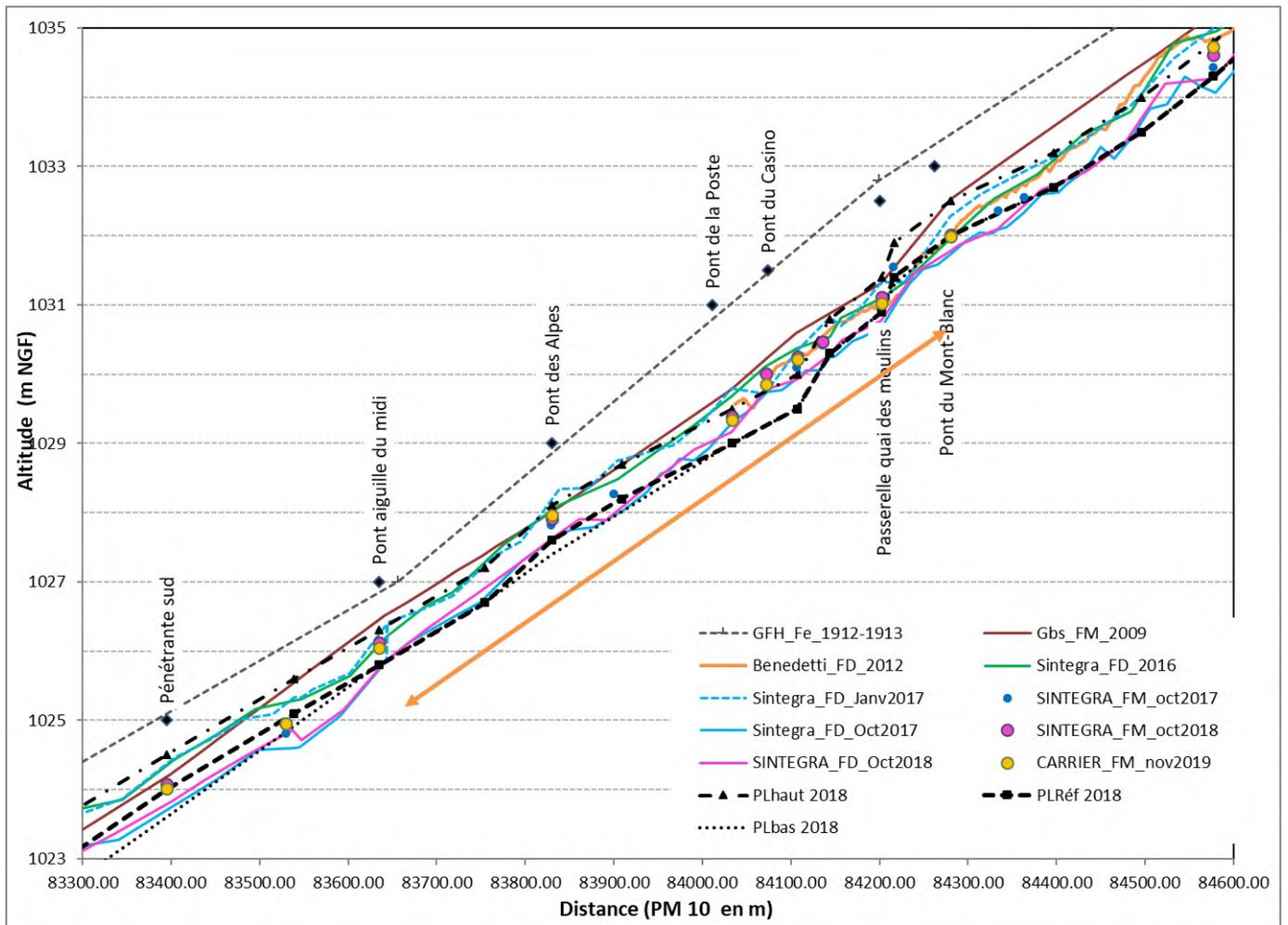
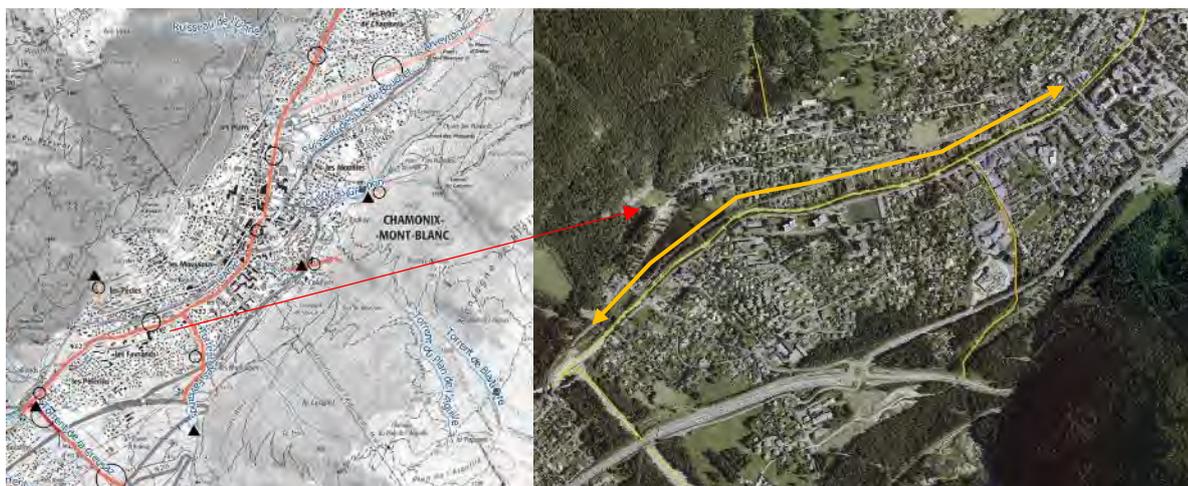


Figure 57 Profils en long Chamonix Centre-ville

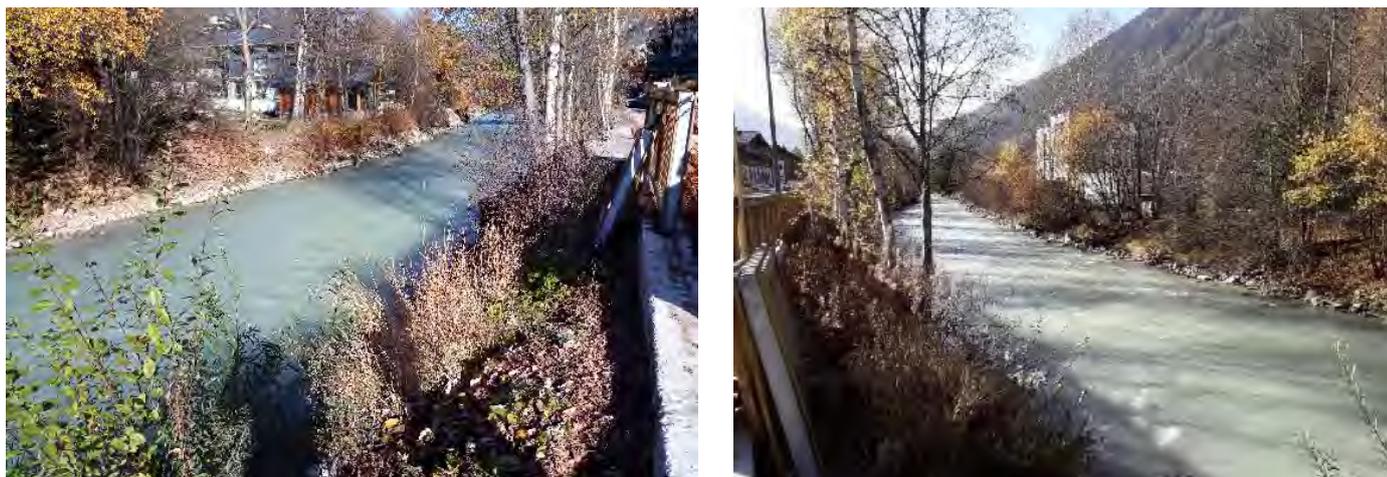
### **PK 81.75-83.64 – Chamonix Sud (Confluence Torrent des Favrands)**



*Figure 58 Localisation du tronçon Chamonix Sud*

Ce tronçon correspond à la fin de la traversée du centre urbain de Chamonix. La pente moyenne de 1.25% est plutôt homogène et favorable au transit des matériaux. Le gabarit hydraulique du lit reste néanmoins faible et peut nécessiter des interventions en cas de dépôts. Le SM3A est intervenu sur ce tronçon en 2010, retirant environ 18 000 m<sup>3</sup> de sédiments.

Le torrent des Favrands apporte a priori peu de matériaux à l'Arve. Il est équipé d'une vaste plage de dépôt d'une capacité de 20 000 m<sup>3</sup>, localisée au droit du pont amont de la rampe d'accès au tunnel du Mont-Blanc. Néanmoins, les matériaux sont susceptibles de traverser l'ouvrage comme cela a été le cas en 2009 (remplissage presque complet de la plage, avec 16 300 m<sup>3</sup> évacués) et de former des dépôts importants dans le lit de l'Arve. Tout comme à l'amont, la faible marge entre le profil de référence et le profil haut, combinée au faible gabarit du lit de l'Arve rend ces dépôts problématiques. C'est pourquoi un curage a été effectué en 2017, entre les confluences des Favrands et de la Creusaz.



*Figure 59 Arve PK 83.1 à l'étiage : vue vers l'amont (à g.), et vers l'aval (à d.)*

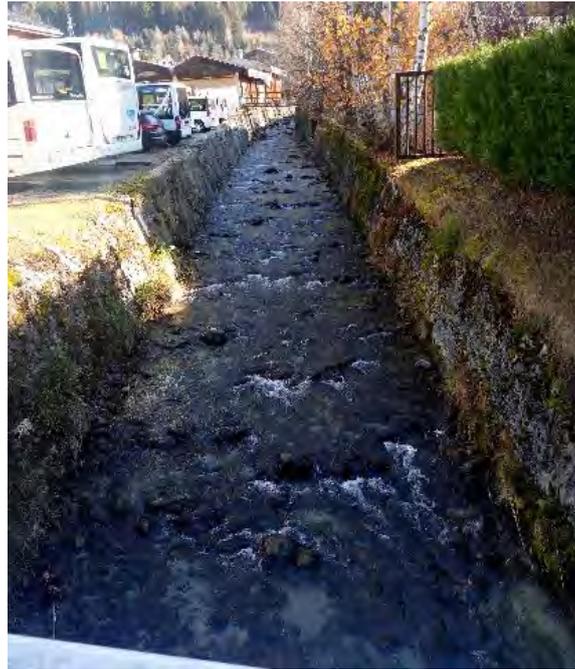


Figure 60 Torrent des Favrans depuis la Promenade Marie Paradis (amont confluence)

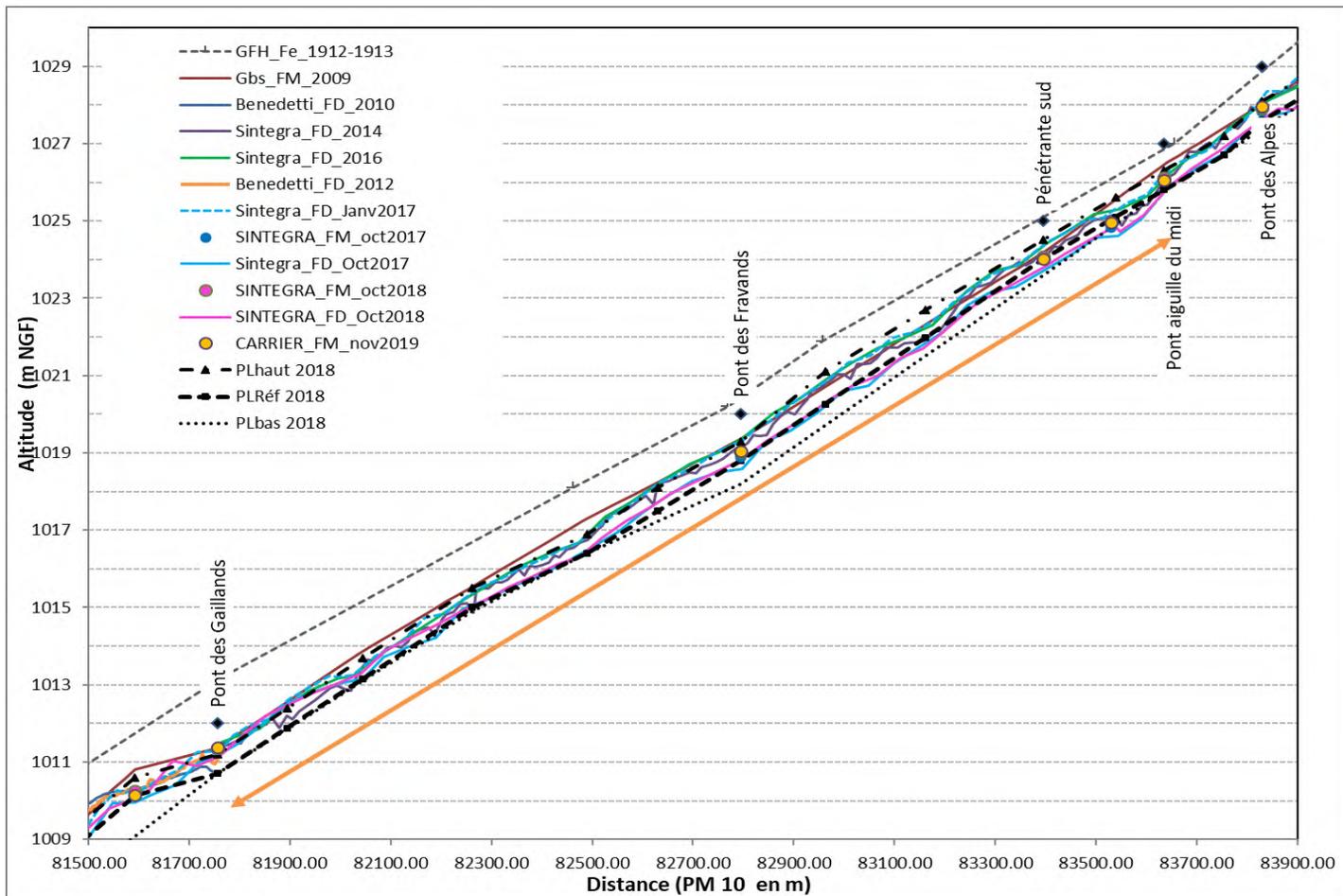


Figure 61 Profils en long au droit du tronçon Chamonix Sud

### PK 81.34- 81.75– Confluence Arve / Creusaz



Figure 62 Localisation du tronçon Confluence Creusaz

Le torrent de la Creusaz est l'un des plus gros pourvoyeurs de matériaux de la vallée de Chamonix, avec un fonctionnement particulier par ruptures de poches d'eau sous-glaicaires de fréquence quasi-annuelle (voir plusieurs fois par an), apportant des bouffées soudaines de matériaux.

La présence d'une plage de dépôt régule en partie les apports de la Creusaz à l'Arve mais une certaine respiration du lit est inévitable, car une fraction des matériaux traverse l'ouvrage qui ne présente pas d'ouvrage de fermeture en aval. L'exhaussement du lit dans la partie aval de la traversée de Chamonix et jusqu'au torrent de la Creusaz est dû à la rupture de pente provoquée par la rehausse du lit au droit de la confluence de ce torrent, sous l'effet d'apports importants et réguliers (ajustement local du profil en long du lit de l'Arve). Ce point haut est très ancien et se retrouve déjà sur le profil en long de 1912. Ce secteur a toujours été une zone de dépôt préférentielle. Toutefois, sa chenalisation (et donc l'absence de zones de régulation des apports solides) et la densification des enjeux de part et d'autre du lit, rend ce secteur particulièrement sensible aujourd'hui.

Il est également à noter que ce point haut est la conséquence d'apports très importants en provenance de la Creusaz : la présence d'une plage de dépôt sur la partie aval de ce torrent a sans doute considérablement réduit les apports à l'Arve. La stabilité de cette surélévation locale du profil en long de l'Arve, qui n'est plus justifiée d'un point de vue morphologique aujourd'hui, s'explique par la présence de sédiments de tailles très importante, qui n'ont jamais été reprise par l'Arve et qui constituent aujourd'hui un point dur dans le profil en long.

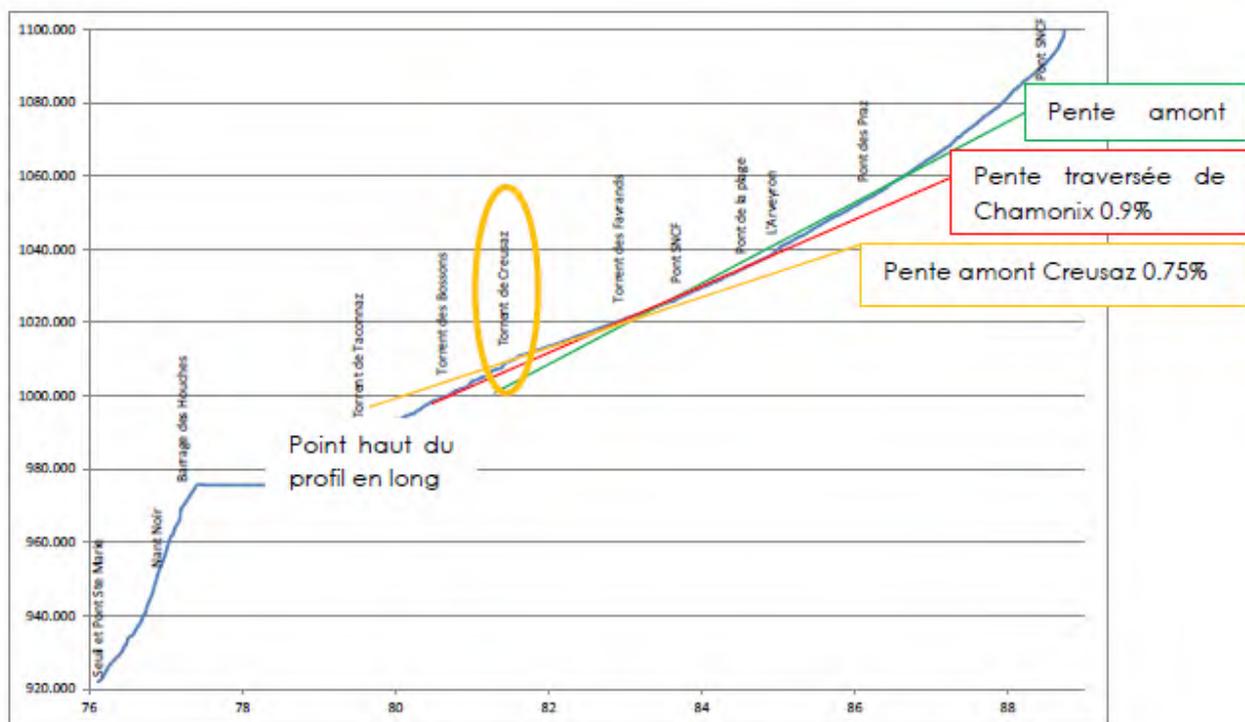


Figure 63 Profil en long GFH (1912) de l'Arve à la traversée de Chamonix. Source: étude géomorphologique du SAGE de l'Arve.

La gestion des apports sédimentaires du torrent de Creusaz est donc importante, même si sa confluence est positionnée en aval de Chamonix. En effet, le point haut sur le profil en long de l'Arve, formé par le torrent, entraîne des dépôts régressifs sur plusieurs kilomètres.

Le profil de référence a été corrigé sur ce site. Il indiquait une très forte incision au droit du pont de Pirallotaz qui ne se retrouve pas d'après les observations de terrain. Le calage des données des GFH est étonnant au regard de l'ancienneté supposée du pont et de l'incompatibilité du profil de 1912 avec l'ouvrage.

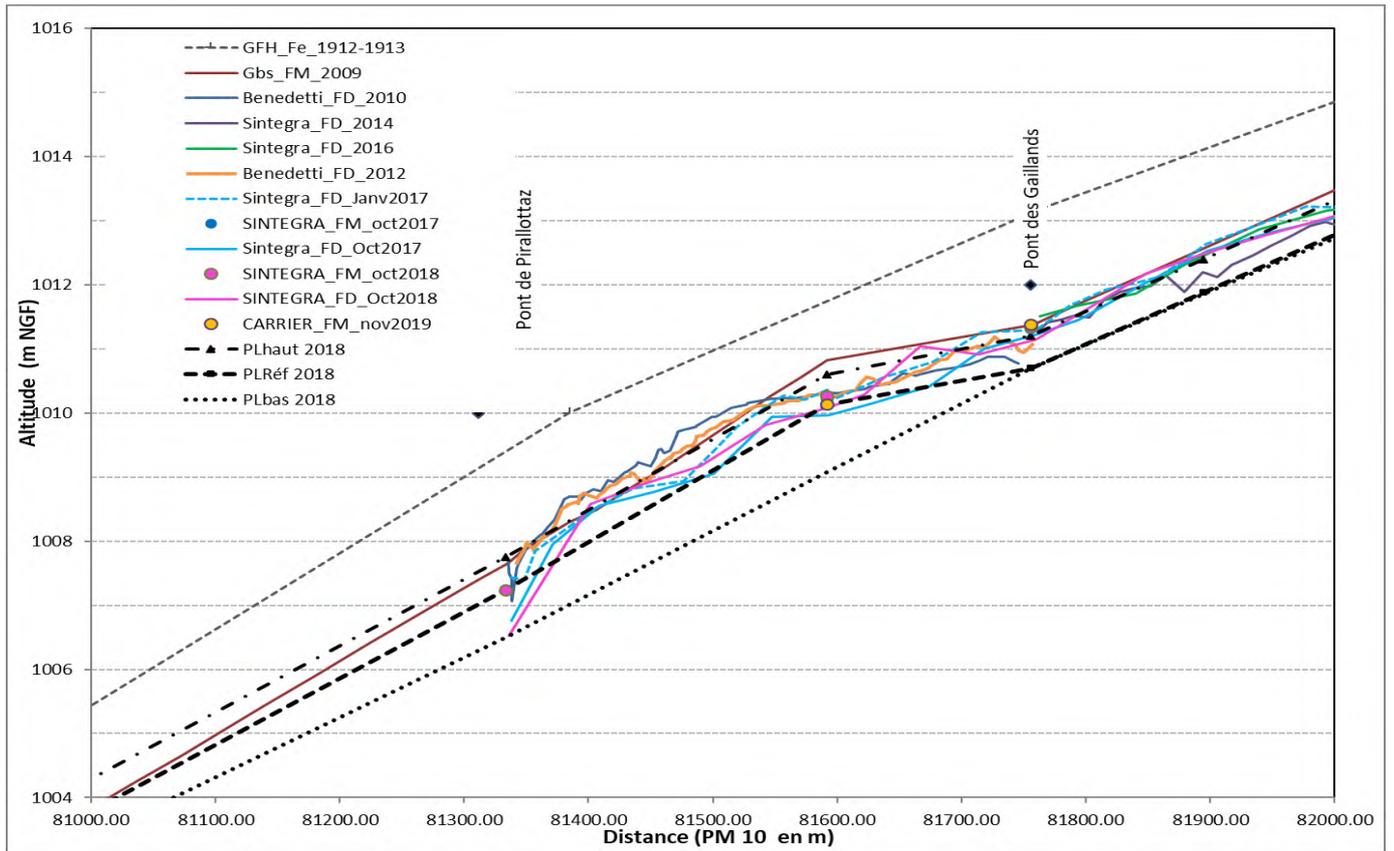


Figure 64 Profils en long au droit de la confluence avec la Creusaz



Figure 65 Pont de Pirallottaz

## L'Arve en amont du barrage des Houches

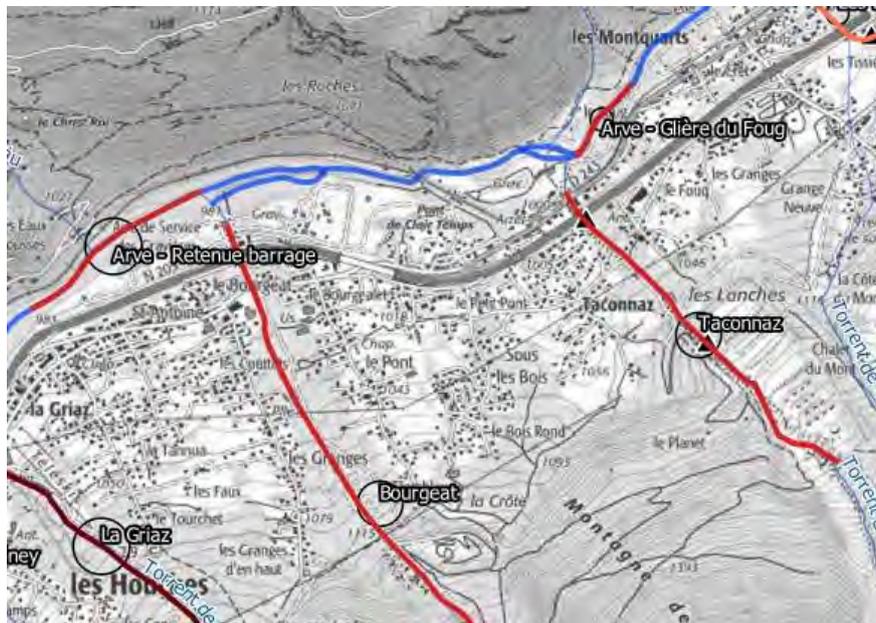


Figure 66 Localisation du secteur Amont barrage des Houches

Sur ce secteur, les apports en matériaux par les torrents de Tacconnaz et du Bourgeat sont potentiellement importants, malgré l'équipements de ces torrents avec des paravalanches jouant également le rôle de plages de dépôts sédimentaires. La capacité de transport de l'Arve est elle quasi-nulle, puisque l'on se trouve dans la zone d'influence du barrage des Houches.



Figure 67 Torrent de Tacconnaz (à g.) et du Bourgeat (à d.)

Le secteur couvre deux tronçons sur l'Arve faisant l'objets de fiches de gestion du lit dont le Maître d'Ouvrage n'est pas le SM3A.

Il s'agit d'une part du tronçon Arve-Glière du Foug à un tronçon de l'Arve où l'entreprise granulats Vicat (anciennement VIALE) est autorisée à curer le lit pour maintenir la fonctionnalité de son piège à matériaux localisé à l'aval direct en rive droite. L'entreprise dispose par ailleurs d'une autorisation de prélèvement de 55 000 m<sup>3</sup>/an sur dispositifs de piégeage. Les matériaux sont essentiellement de faible granulométrie,

participant peu à la morphologie du lit. Ils ne peuvent par ailleurs pas transiter à travers le barrage des Houches (situé environ 2 km en aval) en fonctionnement normal.

D'autre part, un tronçon correspond à la retenue du barrage des Houches dans laquelle l'exploitant est autorisé à curer jusqu'à 50 000 m<sup>3</sup>/an (curage réels plutôt de l'ordre de 12 000 m<sup>3</sup>/an d'après les informations du SM3A) pour maintenir la fonctionnalité de l'ouvrage.

### LE BARRAGE DES HOUCHES

Le barrage des Houches introduit une discontinuité importante du point de vue du transit sédimentaire. Le rapport de Johan Berthet sur le "fonctionnement sédimentaire dans l'Arve sur le tronçon des Houches à Servoz" détaille le fonctionnement du barrage des Houches:

#### Fonctionnement normal:

"Il s'agit d'un barrage-captage, avec une retenue d'eau relativement modeste, de 150 000 m<sup>3</sup>. Il a été mis en service en 1951. L'ouvrage permet de prélever les eaux de l'Arve pour les turbiner à l'usine de Passy (388 m de hauteur de chute), d'une puissance de 104 MW (pour une production annuelle de 379 GWh). Le débit prélevé serait en moyenne de 9 m<sup>3</sup>/s avec un maximum de 36 m<sup>3</sup>/s, selon EDF. Les eaux du torrent de la Diosaz sont aussi dérivées, après avoir été turbinées une première fois, pour rejoindre la conduite forcée du barrage des Houches et être ainsi turbinées à l'usine de Passy. Le débit réservé du tronçon court-circuité est de 0,740 m<sup>3</sup>/s.



Figure 68 Schéma de l'aménagement hydro-électrique de la centrale de Passy. Source: EDF

#### Fonctionnement en crue:

En période de crue (lorsque le débit entrant est supérieur à 80 m<sup>3</sup>/s pendant plus d'une heure) le barrage des Houches est mis en transparence. Cette opération permet surtout de rétablir la continuité sédimentaire au cours de l'épisode de crue. Cette mise en transparence fonctionne de la manière suivante : le débit évacué est au maximum égal au débit entrant + 15 m<sup>3</sup>/s en respectant la contrainte de ne pas aggraver la pointe de crue. La fin de l'état de crue est déclarée lorsque le débit entrant dans la retenue est inférieur à 60 m<sup>3</sup>/s pendant au moins 3 heures. Quelle que soit la situation hydrologique, si le charriage est important, EDF, le gestionnaire du barrage, doit évacuer les apports solides pour conserver le bon état de service des organes d'évacuation.

#### Les chasses et curages:

La retenue d' eau des Houches se comble de manière permanente. EDF procède donc régulièrement à des chasses afin de rétablir la capacité du barrage. Ces chasses sont également désormais perçues comme pouvant aider à la recharge sédimentaire de l'Arve à Servoz. Ainsi, la gestion du barrage et notamment des chasses a été modifiée depuis 2003-2004 pour augmenter le volume de matériaux capable de transiter au travers du barrage. La chasse peut être effectuée si le débit entrant dans la retenue des Houches est, depuis plus de 60 mn, supérieur ou égal à :

1) 60 m<sup>3</sup>/s pendant la période du frai du poisson du 15/11 au 01/03 de chaque année

2) 45 m<sup>3</sup>/s en dehors de la période du frai du poisson, soit du 02/03 au 14/11 de chaque année. Par ailleurs, lorsque les conditions de débit ci-dessus sont réunies et sur constat d'une situation d'engravement du barrage des Houches, ou d'absence de chasse depuis plus de 12 mois, le chargé d'exploitation pourra décider de l'opportunité de réaliser une chasse de dégrèvement.

[...]

Le volume de sédiments fins pouvant transiter à travers le barrage lors des chasses est estimé entre 30 000 m<sup>3</sup> et 40 000 m<sup>3</sup> par EDF. Ce volume correspond aux estimations effectuées lors de l' étude SOGREAH de 2009. En complément des chasses, des curages sont effectués dans la retenue. Entre 2007 et 2014, 4 curages ont été effectués pour un total de 90 000 m<sup>3</sup> de matériaux, essentiellement fins, donc le D50 a été mesuré à 1 mm.

#### **PK -76.1-77.0 – Arve les Trabets - aval du barrage des Houches**

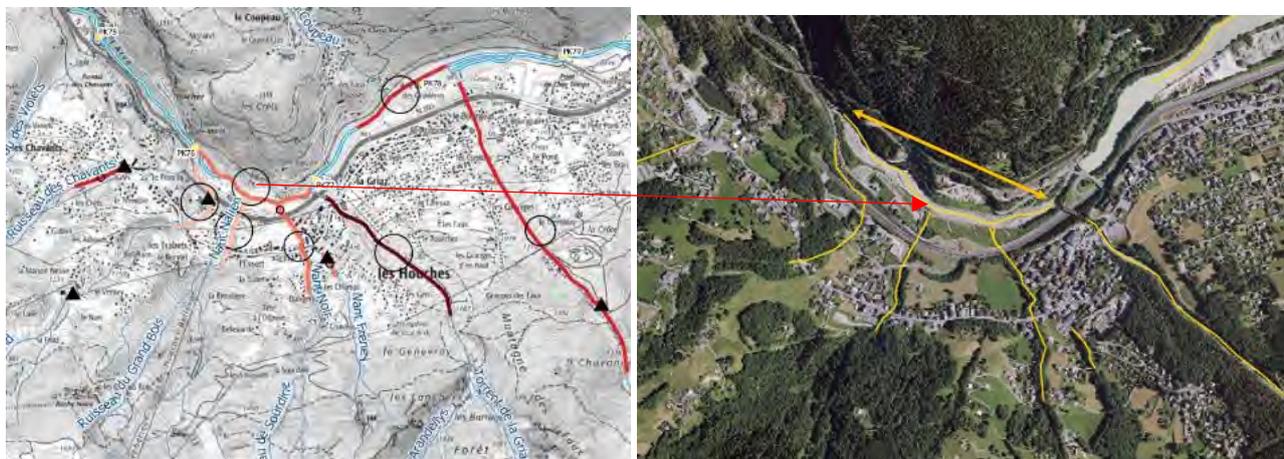


Figure 69 Localisation du secteur aval du barrage des Houches

Ce tronçon se situe à l'aval direct du barrage des Houches qui constitue une rupture nette du transit sédimentaire amont-aval. La tendance à l'incision ou à l'exhaussement du lit de l'Arve dépend donc du niveau d'activité torrentielle de ses affluents.

La capacité de transport de l'Arve est assez faible sur ce tronçon. Cela s'explique :

- D'une part par la réduction du débit lié au barrage des Houches, hors période de crues
- D'autre part, la pente de l'Arve sur ce tronçon est influencée par la cote du seuil Sainte-Marie (PK 76.05) Cette faible capacité de transport n'est pas en phase avec les apports de la Griez, dont le fonctionnement par laves torrentielles apporte des matériaux en majorité trop grossiers pour être repris par l'Arve. Les apports des autres torrents (Nant Noir, Nant Nalien, Nant Jorland) sont moins spectaculaires mais contribuent

également à la recharge sédimentaire du tronçon qui se trouve donc globalement en exhaussement. Le Nant Noir, qui charrie des matériaux plutôt schisteux, parfois sous forme de laves, présente par ailleurs un lit rempli de matériaux en amont des ouvrages de correction torrentielle et à proximité d'enjeux dont le gabarit hydraulique nécessite d'être restauré.



Figure 70 La Griaz (à g.) et le Nant Noir (à d.)

La station de traitement des eaux usées (STEU) des Houches situées en rive gauche au droit du PK 76.5 constitue un enjeu qu'il convient de protéger du risque d'inondation. Des curages peuvent donc être nécessaires sur ce tronçon. Un curage de 30 000 m<sup>3</sup> environ a ainsi été effectué en novembre 2019, du fait d'une succession de laves torrentielles de la Griaz dont les matériaux ne peuvent être repris rapidement par l'Arve.



Figure 71 Vue vers l'amont du tronçon Arve - les Trabets: 1 an après curage de 2019. Au fond, la STEU des Houches.

Afin de réduire la fréquence des interventions et restaurer un transit sédimentaire plus naturel, l'arase totale ou partielle du seuil Sainte-Marie pourrait être envisagée. En effet cet ouvrage est aujourd'hui désuet puisqu'il permettait l'alimentation de l'ancienne centrale des Chavants, abandonnée après la construction du barrage des Houches. Une étude spécifique serait nécessaire pour évaluer l'impact d'une telle opération sur le transit sédimentaire et sur les ouvrages fondés dans le lit mineur à proximité.



*Figure 72 Vue vers l'aval sur le seuil et le viaduc SNCF depuis le Pont Sainte-Marie*

Le profil de 2000 , issu du précédent plan de gestion apparait incohérent, notamment au droit du seuil et en aval. Le profil de 2015, stable, semble plus approprié comme profil de référence.

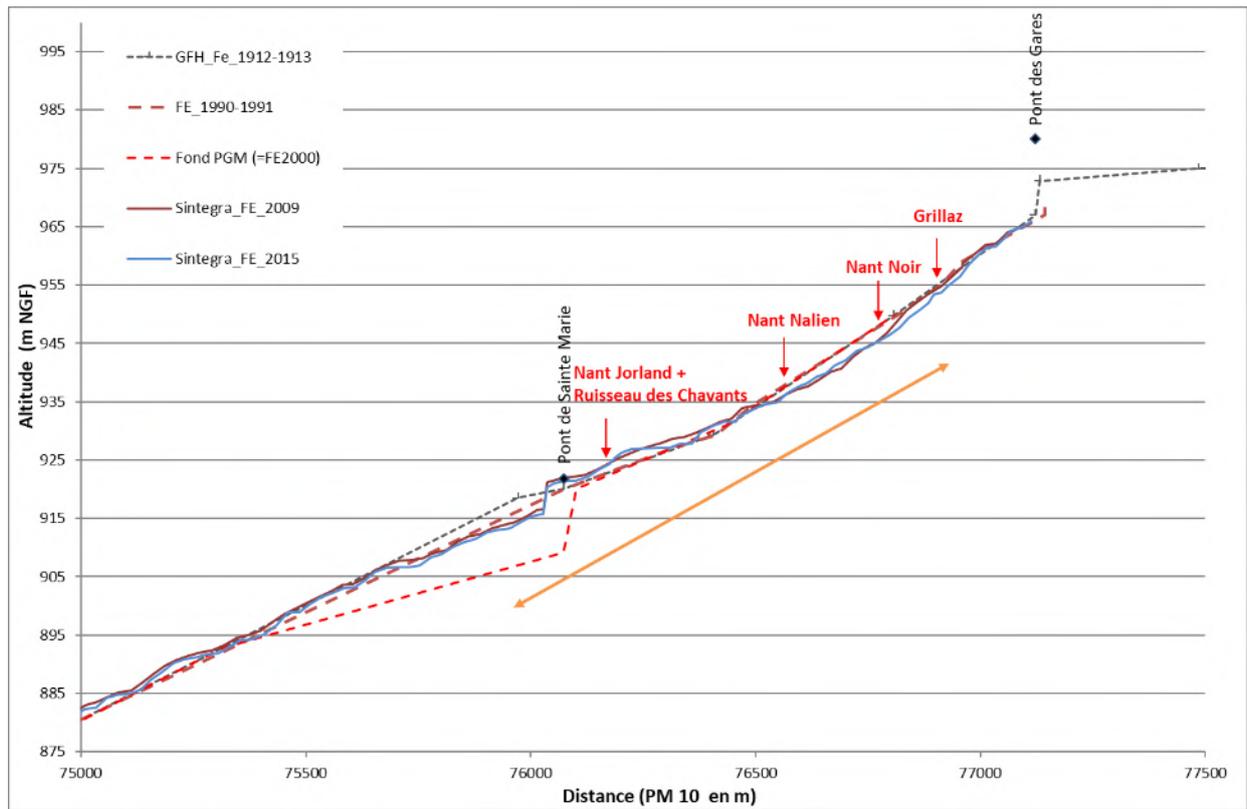


Figure 73 Profils en long en aval du barrage des Houches

**PK -71.05-73.40 – l’Arve à Servoz**

Ce tronçon correspond aux sites 7 et 8 du plan de gestion de 2004.

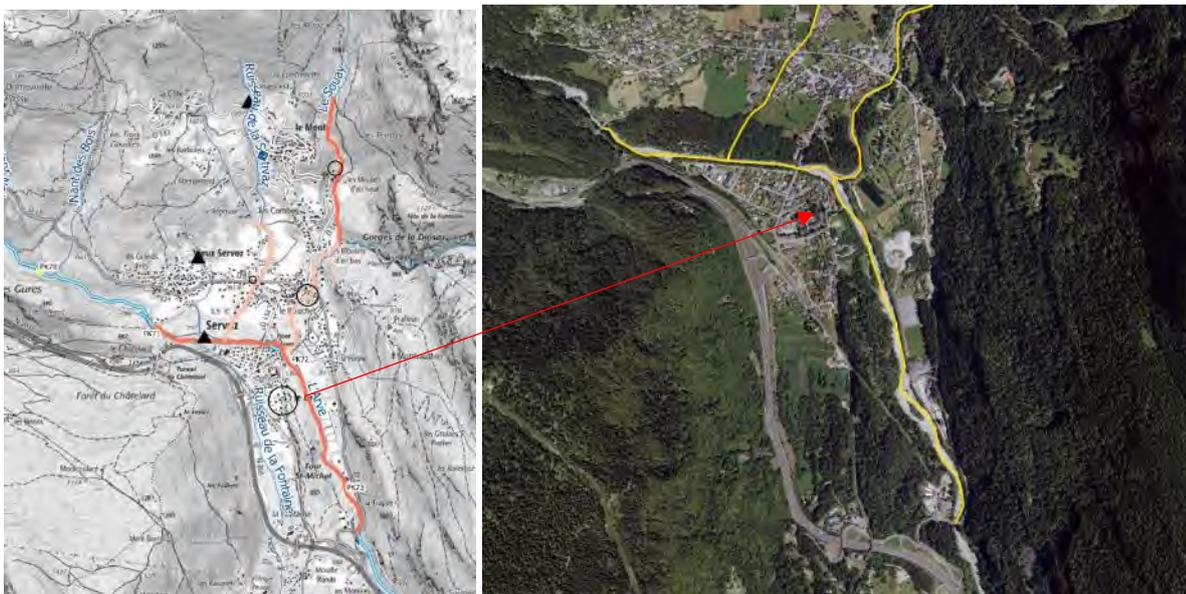


Figure 74 Localisation du tronçon Arve à Servoz

Ce tronçon se situe en aval des gorges de l’Arve. Ces denières, avec une faible largeur et une pente très marquée (jusqu’à 11%) marquent une transition entre une morphologie plutôt torrentielle à l’amont (pente

d'environ 3-4%) et une morphologie plutôt fluviale à l'aval (de l'ordre de 1 à 2%). La rupture de pente marquée de quelques centaines de mètres en amont du pont Pélissier est accompagnée d'un élargissement du lit qui indique une certaine capacité de régulation des matériaux.

Depuis le dernier plan de gestion, le profil en amont de la Diosaz était considéré comme étant en incision. Il s'agit en fait probablement d'une interprétation erronée liée à des erreurs de calage de profils en long. Le profil de 1990 sur lequel est basé le profil de référence présente en effet de nombreuses erreurs: seuils inexistantes ou disparus (PK 72.3, 73.05?) ou mal calés (ancien seuil démantelé visible au PK 72.75, placé 60 m en aval sur le profil de référence), cote au droit du Pont Pélissier correspondant plutôt au tablier qu'au fond du lit...

Comme sur le tronçon précédent, la fourniture sédimentaire en amont de la Diosaz dépend de l'activité torrentielle des affluents de l'Arve entre le barrage des Houches et le pont Sainte-Marie, et en particulier de la fraction remobilisable par l'Arve des apports de la Griaz. L'étude de Styx4D sur le fonctionnement de ce tronçon précise qu'en l'absence de crue, la fourniture sédimentaire franchissant le seuil Sainte-Marie est très faible. Il en résulte une reprise des matériaux par l'Arve, sur le stock constitué dans son lit mineur. En cas de crue et de mise en transparence du barrage l'ensemble du tronçon a tendance à s'exhausser. L'ensemble de ces variations correspond à la respiration du cours d'eau qui est de l'ordre de 1 m. Le principal enjeu sur ce tronçon est l'installation de l'entreprise Colas (PK 73), installée dans l'ancien lit mineur du cours d'eau (cf. Figure 29 L'Arve à Servoz 1952 - 2015).

La confluence avec la Diosaz constitue la zone la plus dynamique du tronçon, grâce aux apports liquides et solides de l'affluent, dont la granulométrie est cohérente avec la capacité de remobilisation de l'Arve. Afin d'entretenir la dynamique alluviale et sécuriser les enjeux à proximité, le SM3A conduit à cet endroit des opérations de remobilisation pour favoriser le transit des matériaux. Le chenal de l'Arve est recentré, dans un secteur où l'Arve présente une courbure marquée : petit à petit, l'Arve se déplace vers son extrados et reprend les matériaux, principalement en amont de la confluence. Cette technique alternative au curage s'est montrée efficace en 2016 pour remobiliser des dépôts apparus à l'occasion de la mise en transparence du barrage des Houches lors de la crue de juillet 2014.



*Figure 75 Confluence avec la Diosaz. Vue vers l'amont depuis pont de l'Avenue*

En aval du pont de l'Avenue et de la confluence avec la Diosaz, le lit est endigué et présente une morphologie de lit-plan, avec une absence de possibilité de régulation du transit, à l'exception d'une surlargeur située

entre les PK 71.15 et 71.35. Ce tronçon présente un potentiel de restauration par élargissement du lit sur la forêt alluviale en rive droite, ce qui permettrait d'une part de réguler le transport solide en amont du barrage de Servoz et d'autre part de sécuriser les enjeux en rive gauche.



Figure 76 Vue vers l'aval depuis le pont de l'Avenue (à g.); Surlargeur permettant une régulation des matériaux vers PK 71.3

La figure suivante issue du rapport de Styx4D synthétise le fonctionnement des tronçons identifiés au plan de gestion entre le barrage des Houches et celui de Servoz, en fonctionnement courant, et en cas de crue (mise en transparence du barrage des Houches).

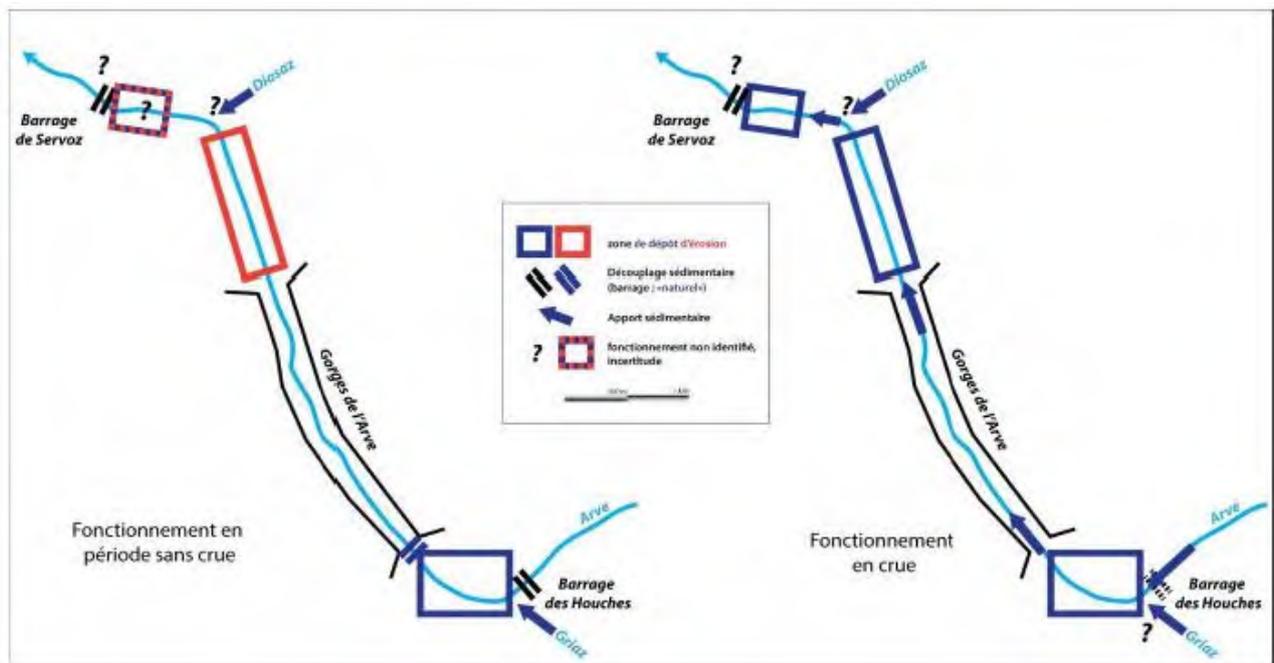
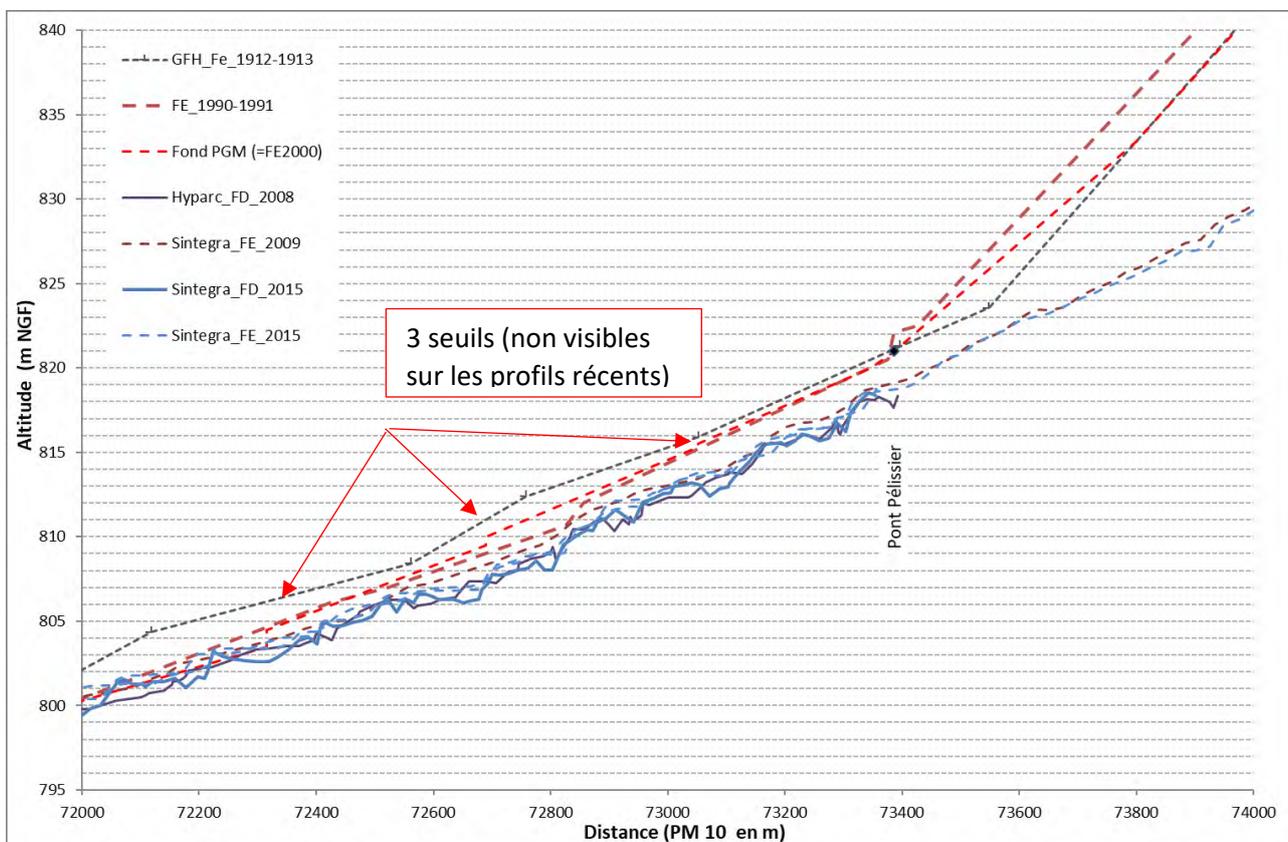
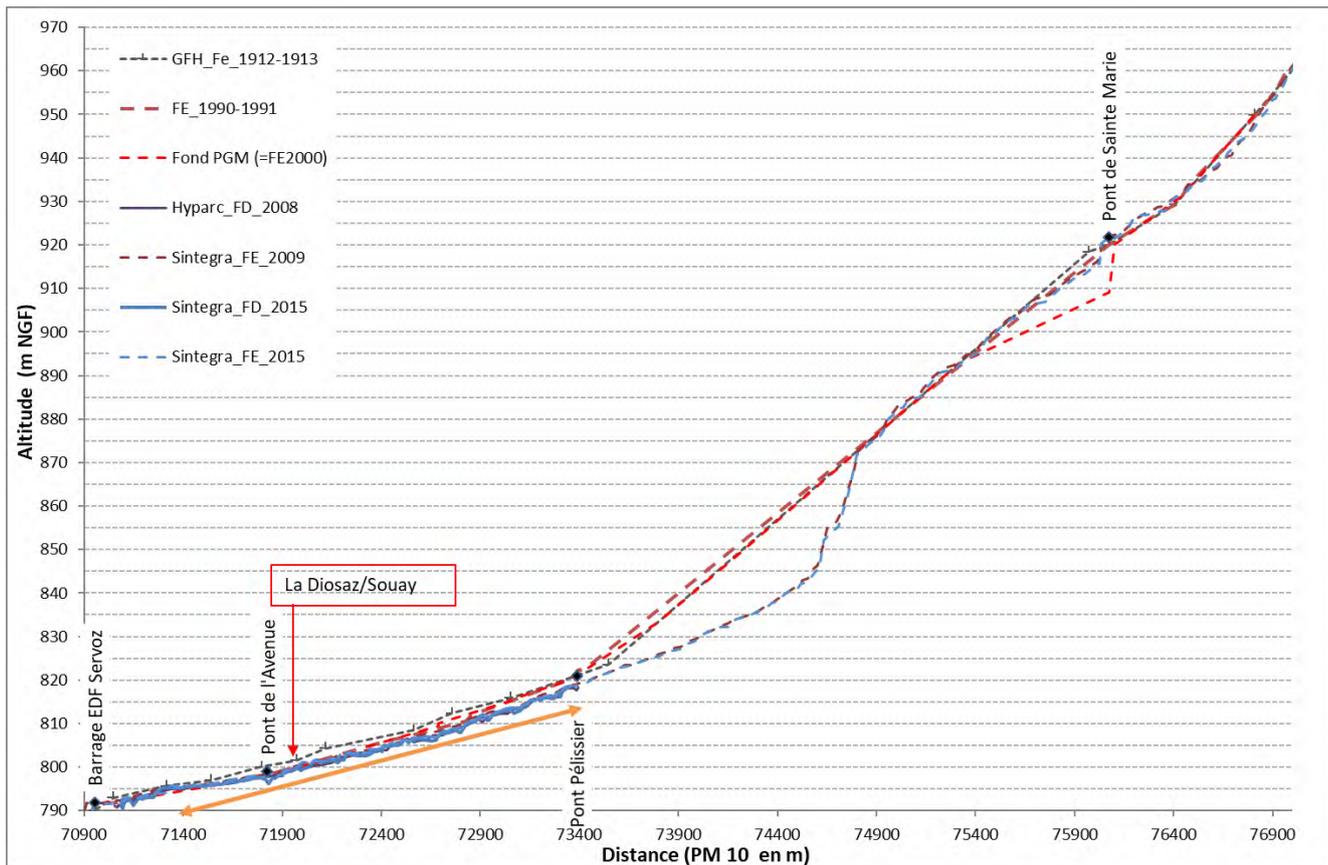


Figure 77 Schématisation du fonctionnement hydro-sédimentaire de l'Arve entre le barrage des Houches et le barrage de Servoz  
Source: Styx4D (J. Berthet)



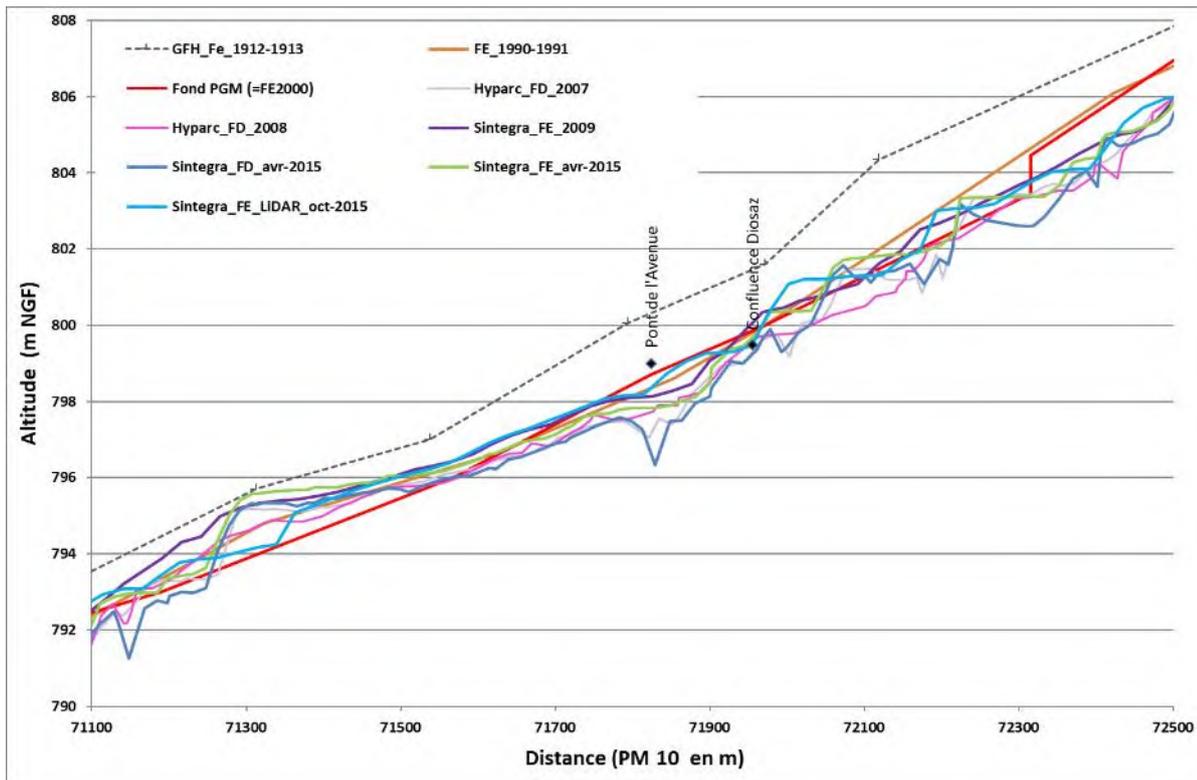


Figure 78 Profils en long sur l'ensemble de l'Arve à Servoz

#### 4.1.2. La Creusaz

En plus des crues classiquement observées à la suite d'évènement hydrométéorologiques intenses, le torrent de la Creusaz fonctionne par rupture de poches sous-glaciaires, ce qui rend les apports imprévisibles et pouvant se produire en l'absence totale de hautes eaux sur l'Arve. La plage de dépôt construite en 2004 permet de réguler la fourniture de matériaux à l'Arve. Les observations de terrains montrent cependant bien qu'une partie des matériaux transitent au travers de l'ouvrage.



Figure 79 Plage de dépôt de la Creusaz et confluence avec l'Arve

L'entretien de l'ouvrage est donc essentiel pour maîtriser le risque de dépôts régressifs vers l'amont et le risque d'exhaussement du lit de l'Arve dans la traversée de Chamonix, par dépôts régressifs vers l'amont.

Une seconde plage de dépôt est aménagée sur le torrent de la Creusaz, en amont de l'entrée du tunnel du Mont-Blanc. Le plan de gestion de 2004 prévoyait le curage du cours d'eau sur l'ensemble du linéaire entre la confluence et cette plage de dépôt amont.

Les interventions du SM3A sur cette confluence sont très fréquentes, de l'ordre de 1 à 2 fois par an pour un volume moyen d'environ 2000 m<sup>3</sup>. Néanmoins ces curages sont cantonnés à la plage de dépôt et la confluence. Ces opérations permettent d'une part d'éviter l'accentuation du point haut sur le profil en long de l'Arve et d'autre part de maîtriser le niveau du lit de la Creusaz en amont.

Cette méthode éprouvée par le SM3A consent ainsi à une minimisation de l'emprise des interventions dans le lit de la Creusaz. De ce fait, elle évite également le risque d'incision du radier du pont aval de la RN105.



Figure 80 Pont aval de la RN105 sur la Creusaz

Le lit du torrent doit cependant faire l'objet d'une surveillance visuelle et topographique régulière. La possibilité d'intervenir sur l'ensemble du linéaire prévu par le plan de gestion doit être maintenue en cas de crue importante qui pourrait remplir le lit de matériaux et menacer les enjeux avoisinants.

#### 4.1.3. Les affluents à lave

Les affluents à lave faisant l'objet de fiches d'entretien du lit sur le secteur D sont les suivants:

Tableau 1 : Torrents présentant un fonctionnement à laves sur le secteur D Les affluents à lave sur le secteur D
La Griaz
Nant de la Creusaz - Amont

Nant de la Creusaz - Aval
Nant des Chavants
Nant des Favrands
Nant Favre
Nant Jorlan
Nant Nalien
Nant Noire

#### 4.1.4. Les affluents à charriage

Les affluents à charriage et bouffées de matériaux faisant l'objet de fiches d'entretien du lit sur le secteur D sont les suivants. Il est à noter que sous certaines conditions, la formation de lave ne peut pas être totalement exclue :

Tableau 2 : Torrents présentant un fonctionnement par charriage sur le secteur D

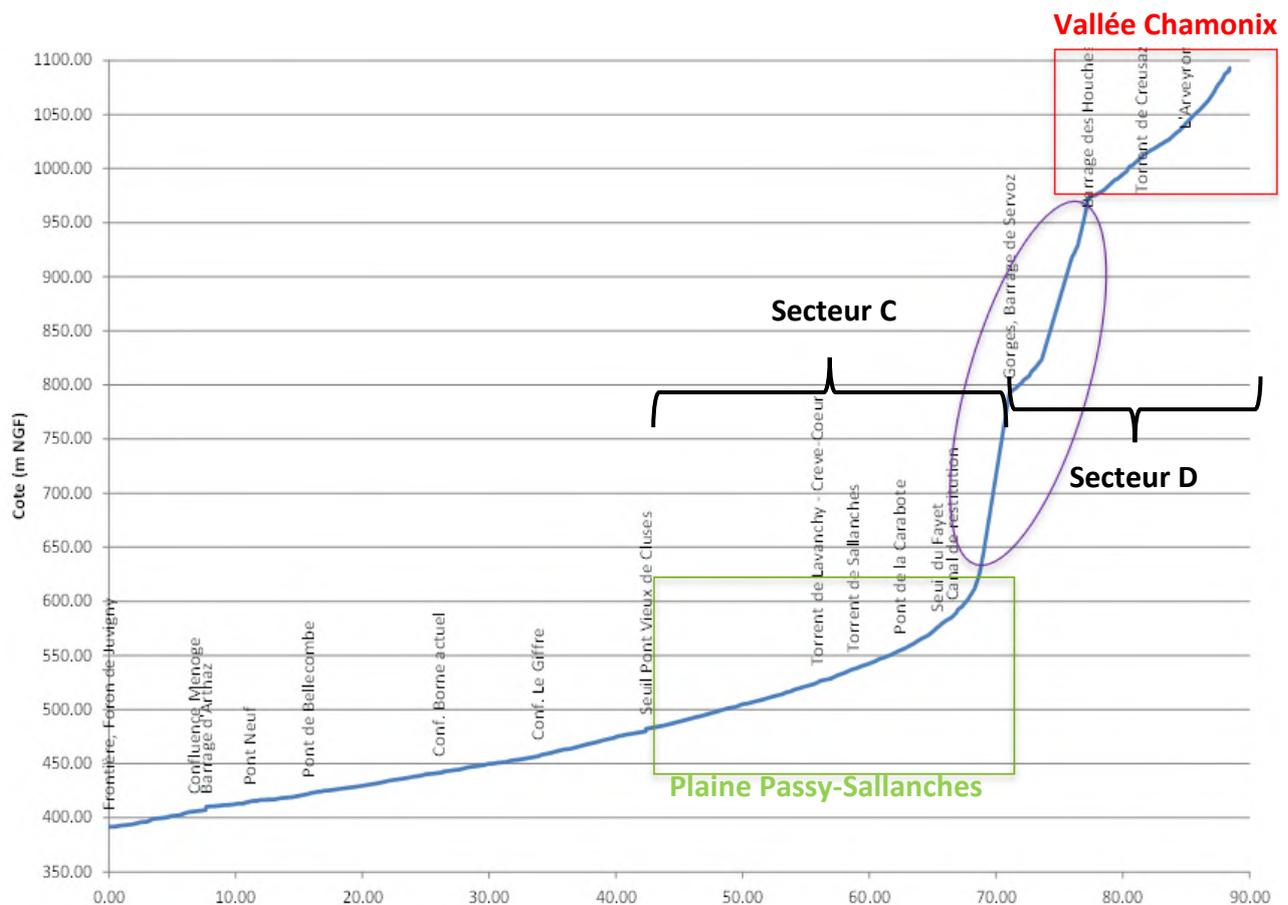
Les affluents à charriage sur le secteur D
Arveyron d'Argentière
Arveyron Mer de Glace
Eau Noire
La Diosaz
La Planchette
Le Souay
Nant Courbe
Nant de Bertrand
Nant de Blaitière
Nant de Loriaz
Nant des Allières
Nant du Grépon
Nant Noire
Ruisseau des Meuniers
Ruisseau du Fréney
Torrent de Taconnaz
Torrent des Bossons
Torrent du Bourgeat

## 4.2. SECTEUR C - AVAL DU BARRAGE DE SERVOZ

### 4.2.1. L'axe Arve sur le secteur C

#### 4.2.1.1. Analyse globale

Le secteur C couvre l'Arve du barrage de Servoz à l'amont (PK 71) jusqu'à l'extrémité aval du périmètre d'étude, correspondant au pont vieux de Cluses (PK 42).



En amont de ce secteur, l'Arve s'écoule encore dans un système de gorges, qui forme la transition avec la haute vallée de Chamonix, pour déboucher avec une pente bien plus faible (de l'ordre de 0.5% en moyenne) dans la plaine de Passy-Sallanches, après sa confluence avec le Nant-Bordon.

La morphologie de la vallée faisait historiquement de ce secteur une vaste zone de divagation de l'Arve qui présentait un large lit en tresses permettant de réguler les apports très importants provenant de la vallée de Chamonix, du Nant Bordon et du Bonnant, estimés à près de 100 000 m<sup>3</sup>/an. Le lit était très certainement en exhaussement car la capacité de transport était largement inférieure aux apports sédimentaires. Cet exhaussement devait néanmoins être très lent au regard de l'ancienne largeur du lit. Les photos aériennes anciennes montrent une bande active de l'Arve d'environ 200 m.



*Figure 81 Arve en aval de la confluence avec le Bonnant en 1927*



*Figure 82 Vallée de l'Arve entre Passy et Sallanches au 19ème siècle, collection Payot (source SM3A)*

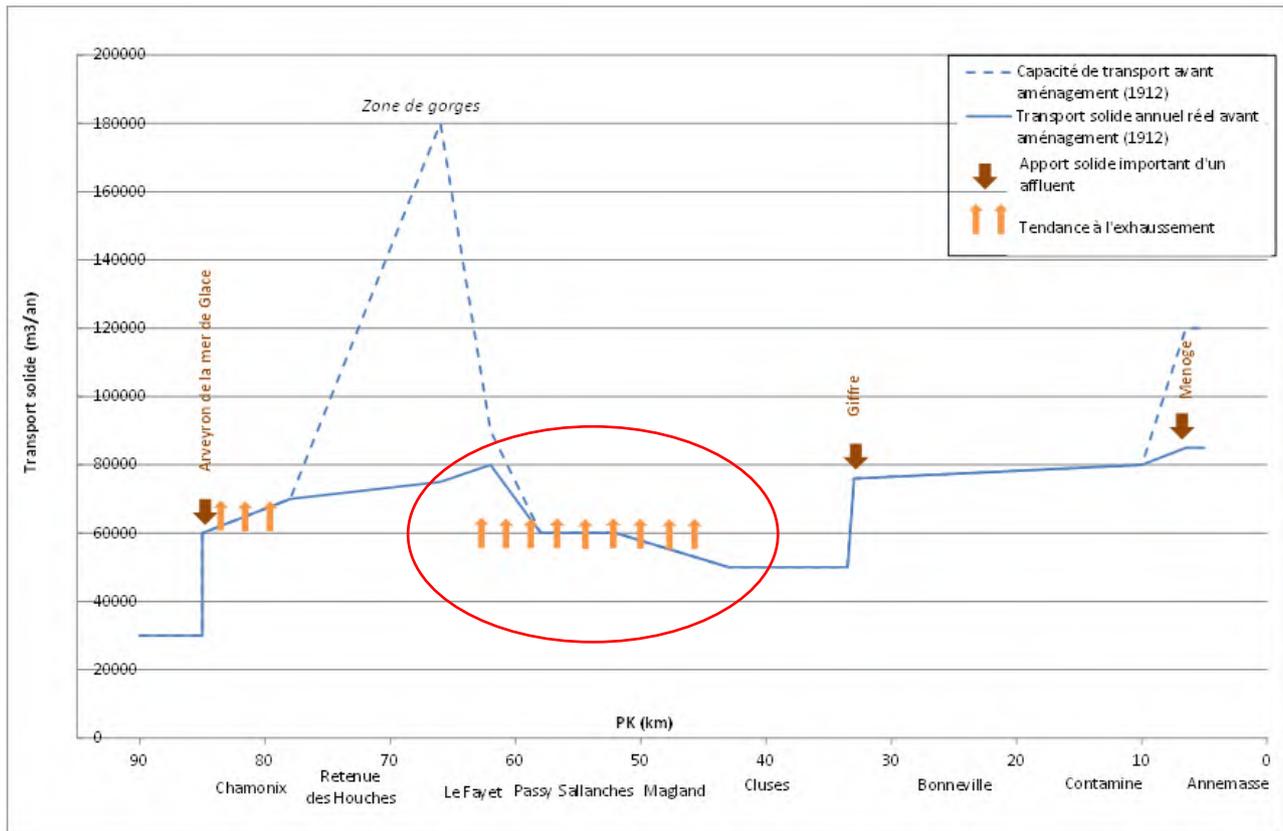


Figure 83 Capacité de transport de l'Arve avant les extractions (état 1912)

L'endiguement du cours d'eau, et à fortiori les extractions massives de matériaux solides à la fin du XX<sup>ème</sup> siècle, ont provoqué une métamorphose fluviale avec le passage d'une morphologie en tresses à un lit plan, faiblement divagant, avec quelques rares bancs exondés. Le rétrécissement de la bande active est spectaculaire dans la plaine, passant de près de 200 m à environ 30 m, soit une diminution de largeur de plus de 600%.

Dans un premier temps, les endiguements Sardes ont conduit, dès la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, à chenaliser le lit de l'Arve. La concentration des écoulements induite conduit en général à une augmentation des vitesses dans le lit du cours d'eau, qui pourrait conduire à une augmentation de la capacité de transport. Néanmoins, dans une situation d'excédent sédimentaire, la réduction de largeur du cours d'eau entraîne également une diminution de la capacité du lit à réguler la charge solide, pouvant conduire à un exhaussement.

Le lit de l'Arve va subir de profondes modifications, sous l'effet des extractions massives réalisées dans le lit du cours d'eau à la fin du XX<sup>ème</sup> siècle : différentes estimations permettent d'évaluer à plus de 10 millions de m<sup>3</sup> le volume de matériaux extraites du lit de l'Arve en quelques années. Or ce volume représenterait plus de 200 ans de transport solide naturel. Ces extractions ont ainsi conduit à engendrer un déficit très important du transport solide de l'Arve qui s'est manifesté par :

- Une incision majeure du lit, par des mécanismes d'érosions progressives et régressives au droit des fosses d'extractions. Cette incision atteint des valeurs extrêmes de près de 15 m au Fayet et près de 10 m dans la plaine de Cluses ;
- Un renforcement de la chenalisation du lit dans un lit endigué.

Afin de freiner ces incisions, de nombreux seuils ont été construits sur la quasi-totalité du linéaire du lit de l'Arve. Il en résulte ainsi que malgré les incisions spectaculaires observées, des problématiques locales d'engravement peuvent se manifester, notamment dans des traversées urbaines (Passy, Sallanches,

Magland ...) en amont des seuils ou au droit de certaines confluences avec des torrents dont l'activité torrentielle reste très active.

Bassin	Données J.L. Peiry	Données groupe « Arve »
Sallanches	2,7 à 3,0 Mm <sup>3</sup>	9,2 Mt (5,1 Mm <sup>3</sup> )
Tronçon Sallanches à Cluses	0,5 Mm <sup>3</sup>	1,3 Mt (0,7 Mm <sup>3</sup> )
Tronçon Cluses à Pont de Bellecombe	4,8 à 5,5 Mm <sup>3</sup>	7,7 Mt (4,3 Mm <sup>3</sup> )
Pont Neuf et Etrembières	> 0,5 Mm <sup>3</sup>	0,6 Mt (0,33 Mm <sup>3</sup> )
Tronçon suisse	> 2 Mm <sup>3</sup> de 1900 à 1950	1 Mt de 1950 à 1985 (0,55 Mm <sup>3</sup> )

Figure 84 Extractions historiques dans le lit de l'Arve (Source: étude géomorphologique du SAGE de l'Arve)



Figure 85 Vallée de l'Arve entre Passy et Sallanches (19ème siècle et actuel). A gauche : collection Payot

#### 4.2.1.2. Analyse point par point

##### PK 65.83-68.91 – Confluence du Nant Bordon à la confluence avec le Bon Nant

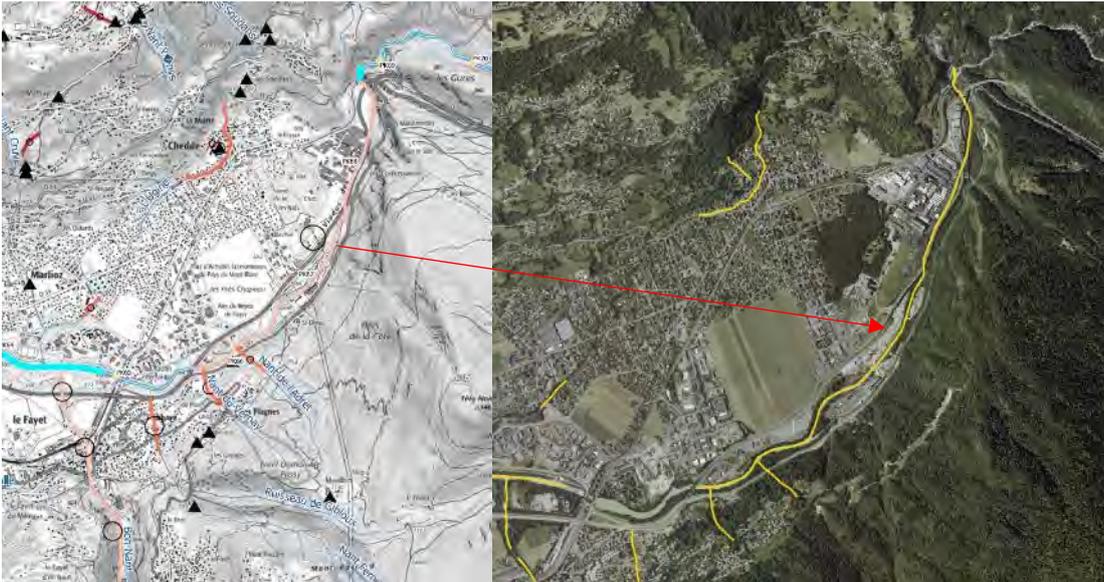


Figure 86 Localisation du tronçon Nant Bordon – Bon Nant

Le risque de dépôt au droit de la confluence avec le Nant Bordon est limité : ce dernier est en effet équipé de dispositifs de correction torrentielle, ainsi qu'une plage de dépôt permettant de limiter les apports à l'Arve. Par ailleurs, ce dernier présente une pente très forte au droit de la confluence avec une bonne capacité de reprise des matériaux.

En revanche, en cas d'apports sédimentaire importants depuis l'amont (crue de l'Arve ou du Nant Bordon, en cas de traversée de la plage de dépôt pour de reprise conséquente en aval), la diminution de pente observée en aval (transition brutale de près de 10 à 2.3%) pourrait entraîner des dépôts, notamment au droit des installations industrielles situées dans la zone, puis des premiers enjeux de la commune de Passy.

Au droit de la digue protégeant les installations industrielles, l'Etude De Danger devra notamment permettre de définir un profil en long de référence et un profil en long haut au-delà duquel un entretien du lit sera nécessaire pour assurer le bon fonctionnement de l'ouvrage.

Ce tronçon fait ainsi l'objet d'une fiche de gestion d'entretien du lit de l'Arve, permettant de maintenir le gabarit hydraulique du lit de l'Arve dans un secteur potentiellement soumis à des dépôts.

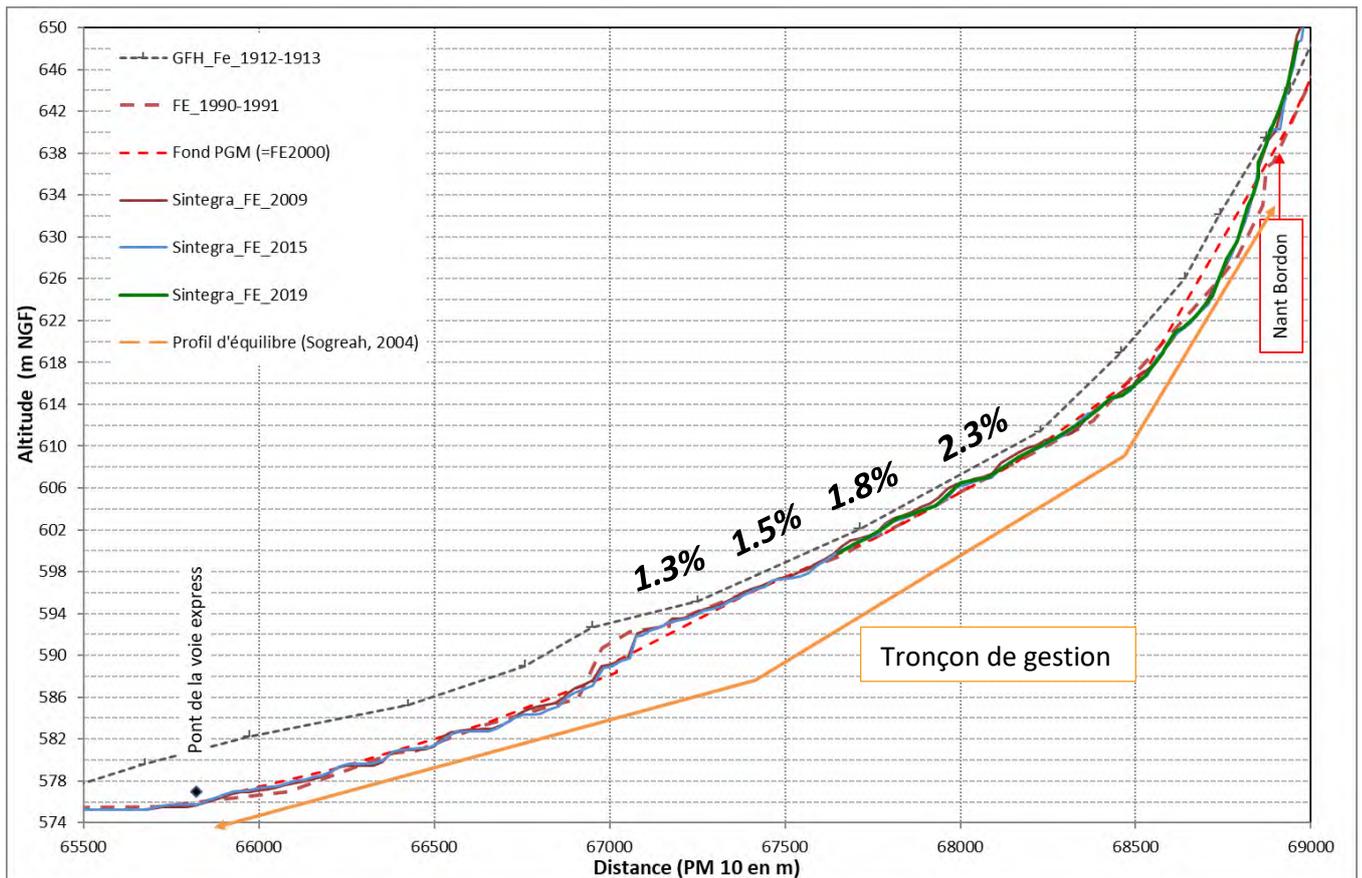


Figure 87 Profil en long du tronçon Nant Bordon – Bon Nant

### L'Arve du Fayet à Sallanches

Ce tronçon a subi des incisions historiques très importantes (localement supérieures à 10 m. La présence de 5 seuils en aval a permis de stabiliser le lit et ainsi stabiliser les berges au droit de l'autoroute A40. Ils reprennent une dénivellée d'environ 5 m. Sous l'effet de la réduction des apports solides, ces incisions se sont accompagnées d'un basculement de pente important, passant de 0.6% au début des années 1900 à 0.4% aujourd'hui.

Ces seuils ont également permis de stabiliser le lit sur l'ensemble du linéaire, jusqu'à l'aval du barrage du Fayet. Aujourd'hui, le lit de l'Arve présente une capacité hydraulique très importante (lit large et fortement incisé).

Ce tronçon présente donc une bonne capacité hydraulique, mais un déficit sédimentaire semble subsister. La gestion sédimentaire de ce tronçon doit plutôt viser à une augmentation de la charge solide en transit sur le tronçon, favorisant la stabilité des seuils situés en aval.

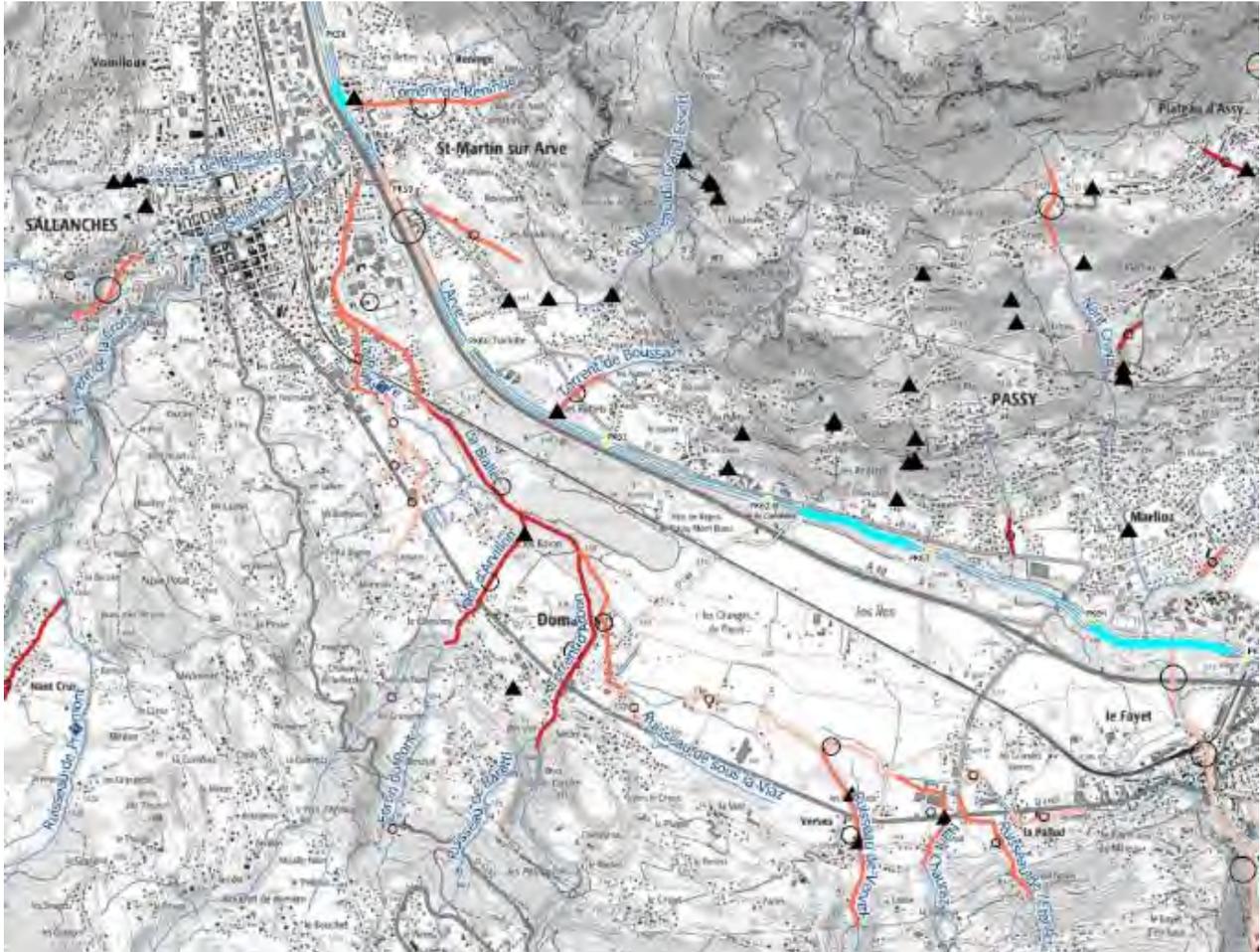


Figure 88 Localisation du tronçon entre le Fayet et Sallanches



Figure 89 Illustration du lit de l'Arve entre le Fayet et Sallanches

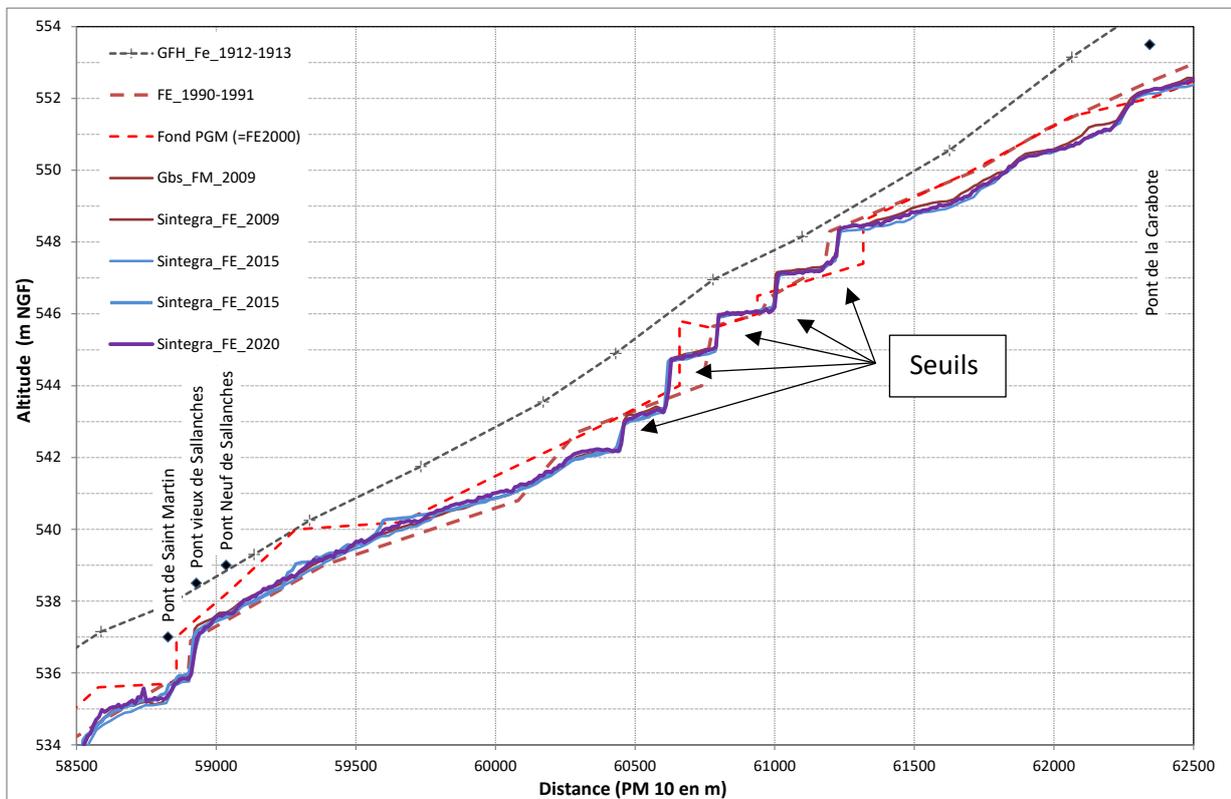
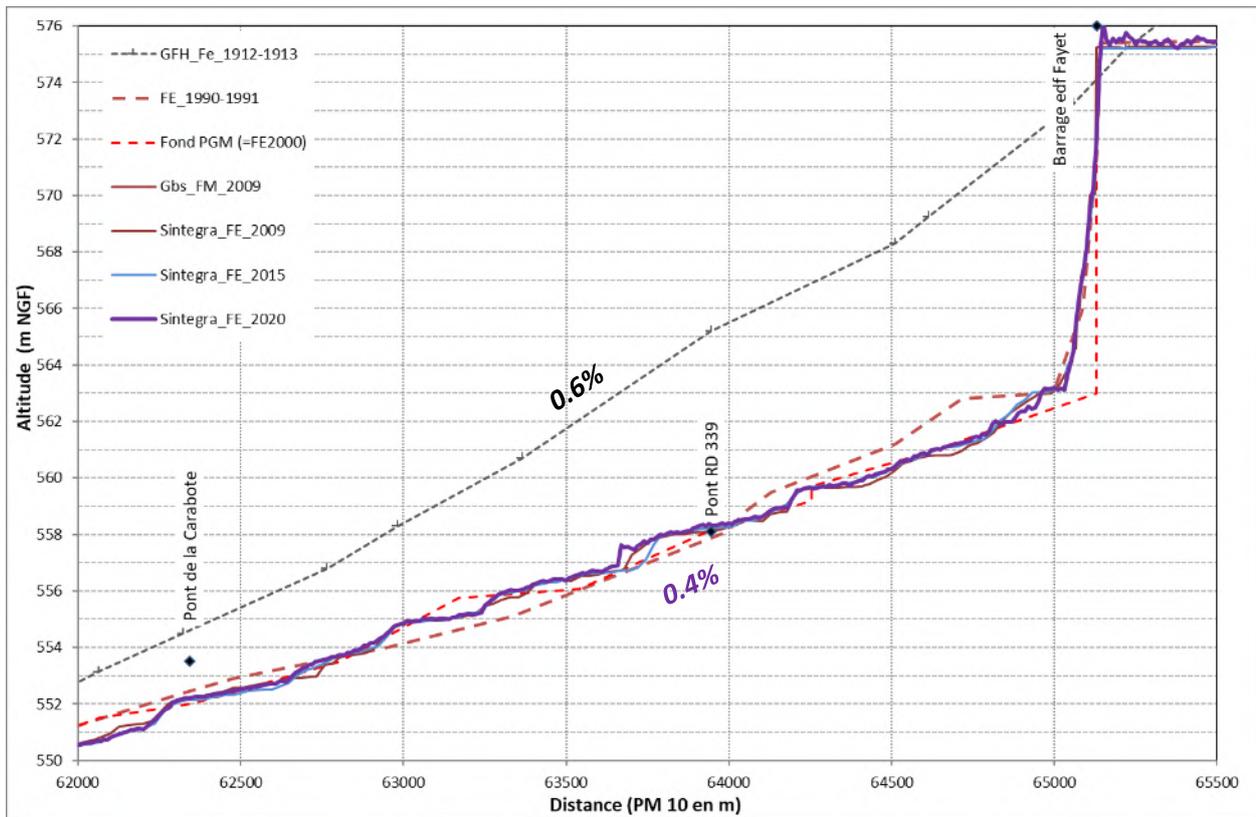


Figure 90 Profil en long du lit de l'Arve entre le Fayet et Sallanches

## PK 58.93-60.60 – Traversée de Sallanches

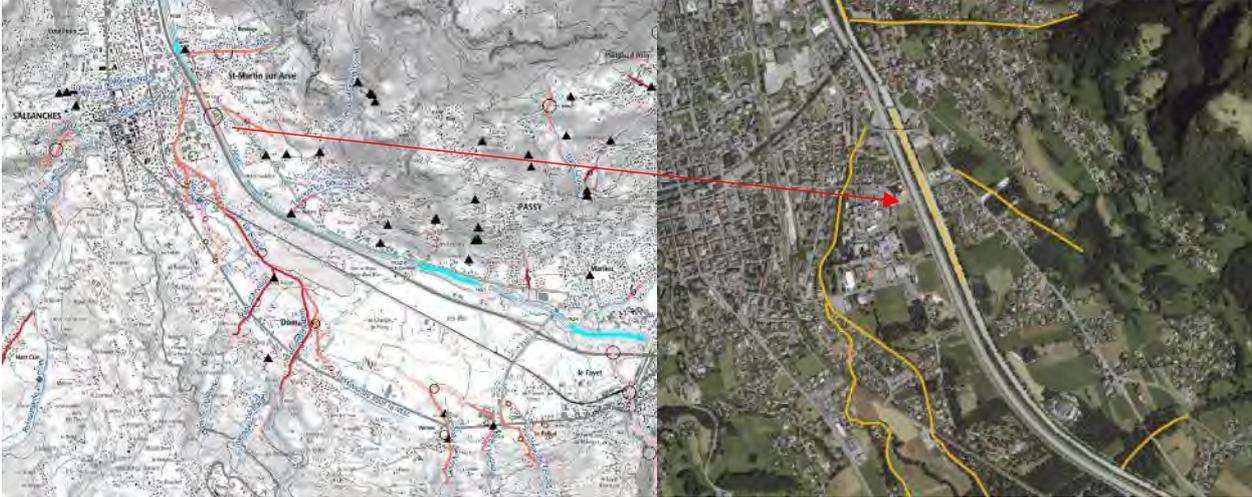


Figure 91 Localisation du tronçon relatif à la traversée de Sallanches

Comme de nombreux autres tronçons de l'Arve, la traversée de Sallanches a connu des incisions historiques importantes. Les seuils ATMB en amont ont permis de stabiliser le profil en long en amont, tandis que le seuil du pont Vieux a permis de stabiliser la traversée de Sallanches.

En amont immédiat du seuil du Pont Vieux, le lit de l'Arve semble avoir retrouvé un profil d'équilibre, présentant une pente d'équilibre proche de sa pente historique. Ce ré-équilibre est sans doute la conséquence du maintien des apports latéraux : Bonnant en amont, puis torrents d'Ugine, du Bousaz, de la Sallanches et de la Bialle.

Il est néanmoins à noter que l'ensemble du linéaire ne semble pas à ce jour totalement à l'équilibre : à partir du PK59.7 et jusqu'au dernier seuil ATMB, la pente du lit est plus faible que sur le tronçon en amont du seuil du Pont Vieux. À la vue des évolutions du profil en long depuis les années 1990, l'hypothèse d'un ré-engravement à l'amont semble plus probable qu'une poursuite des incisions. Le profil théorique qui pourrait être atteint (ré-équilibre total du linéaire) est précisé sur le profil en long (Figure 93). Ce profil est compatible avec le profil haut, défini dans le cadre du dimensionnement des digues de la Charlotte : ce profil haut est en effet défini comme le profil de 2015 (profil de référence) tenant compte d'un engravement de 50 cm.

Ce tronçon doit ainsi faire l'objet d'un suivi ; un entretien du lit pourrait être nécessaire en cas de dépassement du profil haut, ce dépassement pouvant entraîner un dysfonctionnement de la digue. Il est cependant à noter qu'un tel dépassement apparaît à ce jour peu probable, le profil haut étant par ailleurs confondu avec le profil d'équilibre attendu en cas de ré-équilibre complet du tronçon.

Une attention particulière doit être portée à la stabilité du seuil du pont Vieux : ce seuil garantit en effet la stabilité du profil en long en amont. Sa déstabilisation entraînerait sans aucun doute une incision du profil en long (érosion régressive) et par conséquent une déstabilisation des seuils ATMB en amont.

Or, l'Arve présente en aval du seuil du pont Vieux une pente localement importante : cette pente supérieure à la pente d'équilibre historique est sans doute liée à la présence de la confluence avec le torrent de Reninges, dont les apports historiques sous forme de laves torrentielles ont probablement conduit à générer un pavage local du lit de l'Arve et une sur-pente permettant d'assurer une reprise des sédiments apportés par le torrent au cours des crues torrentielles. La stabilité de ce secteur est importante pour garantir la stabilité du seuil du pont Vieux : en cas de déstabilisation du lit de l'Arve au droit de la confluence avec le torrent de Reninges, l'incision régressive qui se manifesterait remonterait très rapidement en amont jusqu'au seuil du Pont Vieux, dont la stabilité serait alors remise en question.

Ce secteur doit ainsi faire l'objet :

- D'une surveillance régulière
- De la mise en œuvre de réinjection de sédiments au droit de la confluence.



*Figure 92 Illustration du seuil du Pont Vieux*

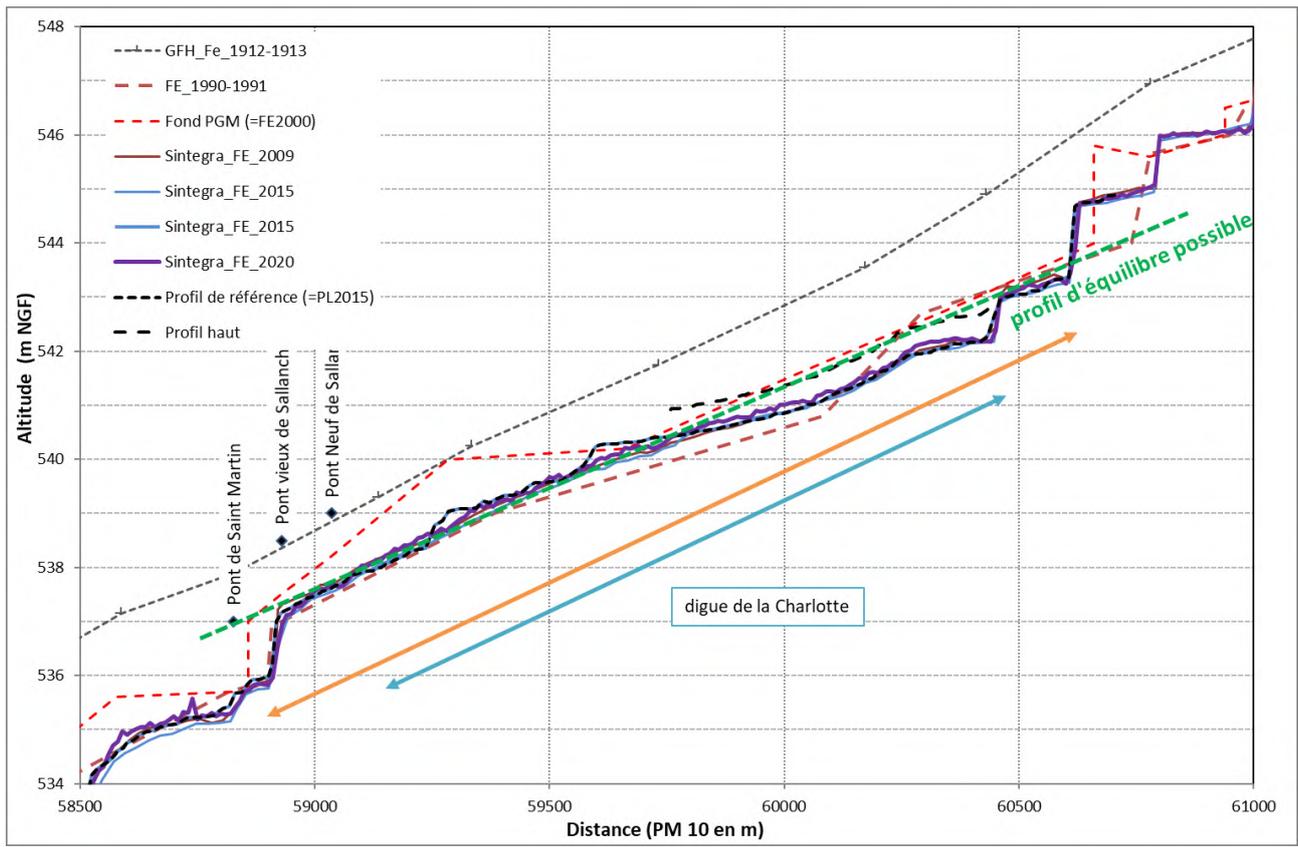


Figure 93 Profil en long dans la traversée de Sallanches

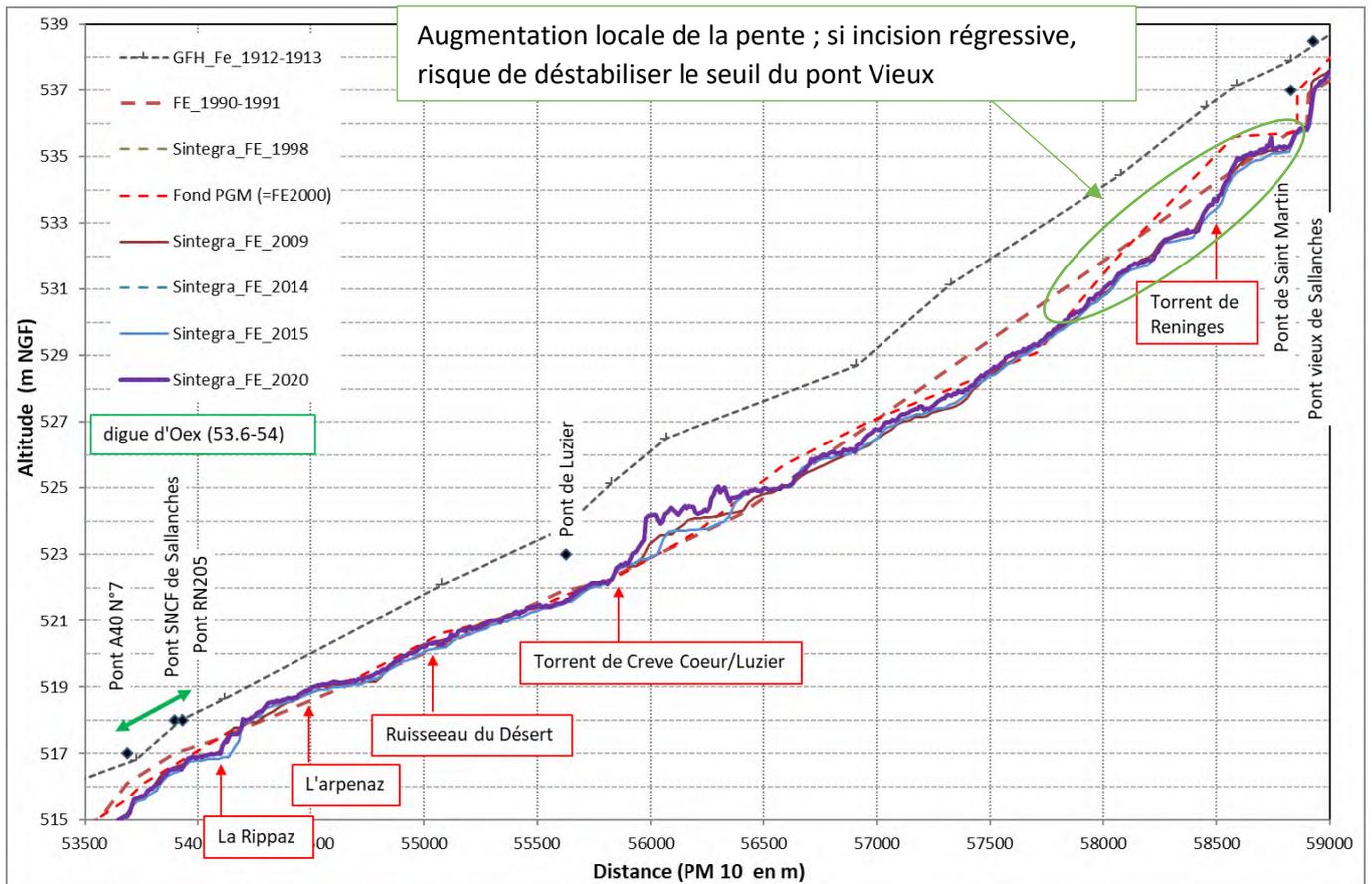


Figure 94 Profil en long entre Sallanches et Magland

### L'Arve entre Sallanches et Magland

En aval immédiat du Pont de Sallanches, le lit de l'Arve doit faire l'objet d'une attention particulière (cf. paragraphe précédent).

En aval, jusqu'au PK54, le lit a connu des incisions importantes (1 à 3 m), mais semble aujourd'hui avoir retrouvé un équilibre du point de vue du transport solide : la pente est homogène, proche de la pente historique et ne présente pas de singularité particulière. La reprise des sédiments en provenance des différents torrents affluents (Rippaz, Arpenaz, Ruisseau du Désert, Torrent de Crève-Cœur / Lusier) est efficace, si bien que le lit présente un équilibre hydro-sédimentaire intéressant.

Le projet d'endiguement prévu au droit d'Oëx est sur le profil de référence du plan de gestion de 2004. Il est donc nécessaire de conserver ce profil de référence sur ce secteur. Une revanche de 50 cm vis-à-vis de l'engravement est prévue dans le projet. Néanmoins, la présence des franchissements successifs de la D1205, la voie ferrée et l'A40 contraignent assez fortement le lit latéralement : ce confinement lui confère localement une capacité de transport suffisante, peu propice aux dépôts sédimentaires.

Bien que le risque d'évolution significative du profil en long soit faible sur ce secteur, ce tronçon pourra faire l'objet d'un entretien en cas de dépassement du profil haut de gestion.

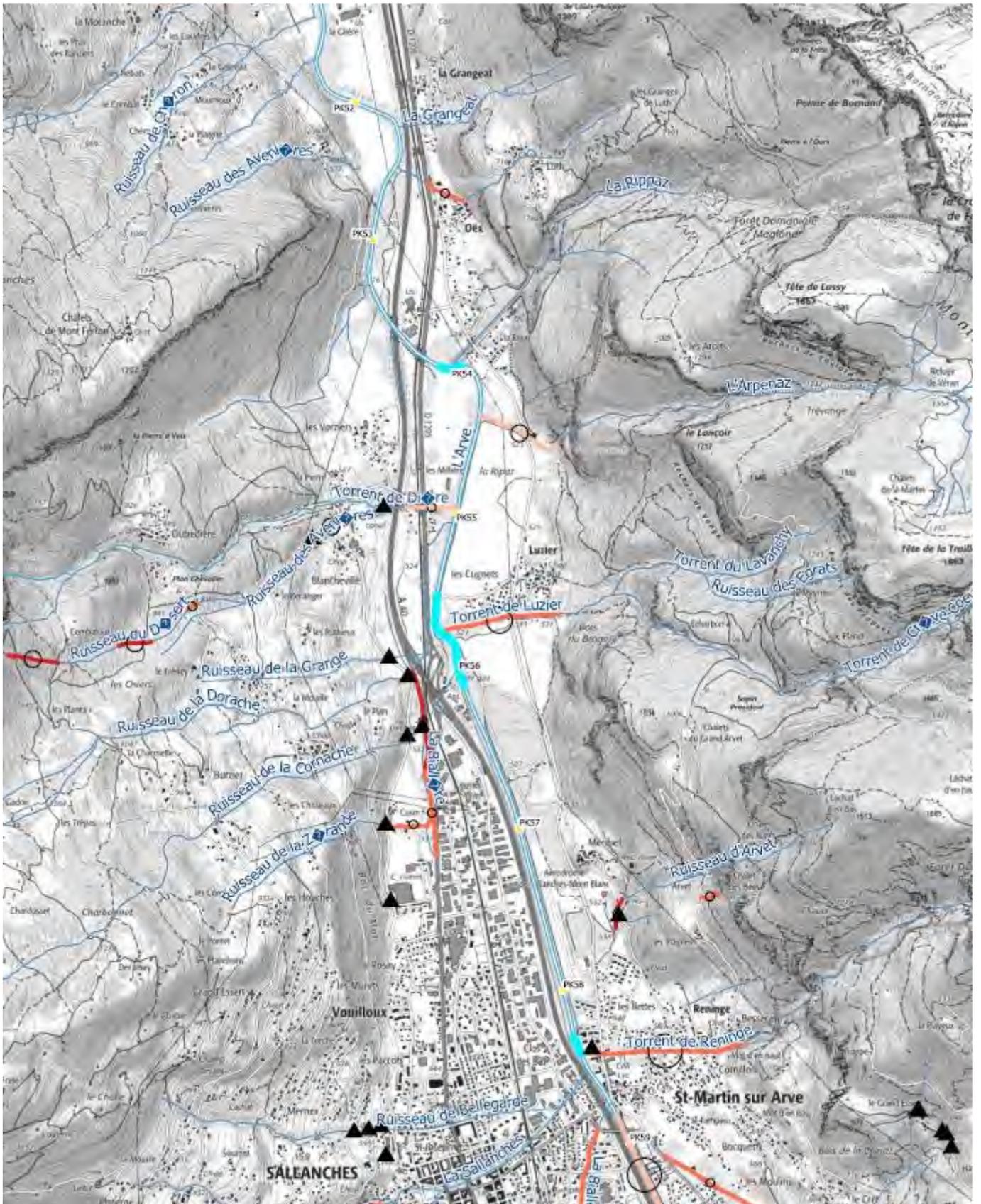


Figure 95 Localisation du tronçon entre Sallanches et Magland

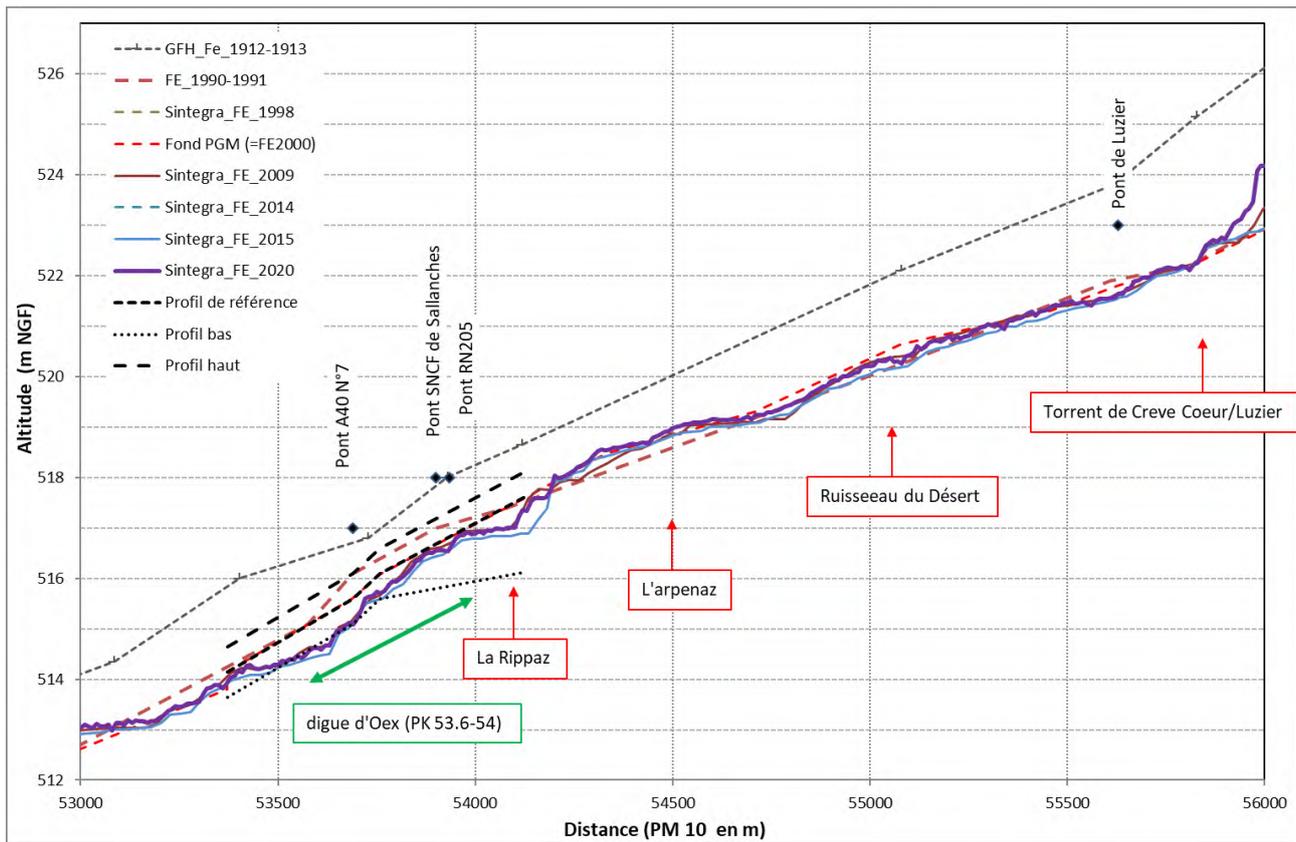


Figure 96 Profil en long au droit du projet de digues d'Oëx

### **PK 48.7-51.3 – Traversée de Magland**

Le profil en long de l'Arve dans la traversée de Magland est homogène, avec une pente moyenne qui semble traduire un équilibre hydro-sédimentaire.

Néanmoins, le lit est large sur ce secteur et des bancs alternés se développent dans le lit. Ces bancs peuvent entraîner des fluctuations locales du profil en long et localement réduire la section d'écoulement. Une particularité du tronçon est par ailleurs que les hauteurs de berges sont très faibles. Les exhaussements du lit liés à la présence des bancs sédimentaire, mais s'ils restent faibles, peuvent avoir des conséquences locales sur la ligne d'eau et entraîner une augmentation du risque de débordements vers les enjeux, souvent situés à proximité immédiate du lit.

Afin de limiter le risque, un projet de confortement et de rehausse des digues est prévu sur le secteur. Le profil de référence du projet est le profil de référence du plan de gestion de 2004. Le projet prévoit en outre une revanche de 50 cm vis-à-vis de l'engravement. Le profil haut de gestion est donc également celui du plan de gestion de 2004, lui aussi calé 50 cm au-dessus du profil de référence.

Lorsque le profil de gestion haut est dépassé, un entretien du lit sera nécessaire afin de maintenir le bon fonctionnement hydraulique des digues. Cet entretien prendra préférentiellement la forme de remobilisation des bancs.

#### **Note :**

Le seuil de déclenchement des entretiens est difficile à évaluer pour ce site. En effet, l'exhaussement des bancs n'est pas nécessairement visible sur le profil en long et inversement le développement d'un banc sur

une partie du lit ne correspond pas à une rehausse de 50 cm du fond du lit. Il convient plutôt de raisonner en termes de « profil moyen », calculé entre les pieds de berges. L'évolution du profil en long moyen est en effet plus représentative des évolutions attendues sur la ligne d'eau.



Figure 97 Localisation du tronçon d'entretien dans la traversée de Magland



Figure 98 Illustration du lit de l'Arve dans la traversée de Magland

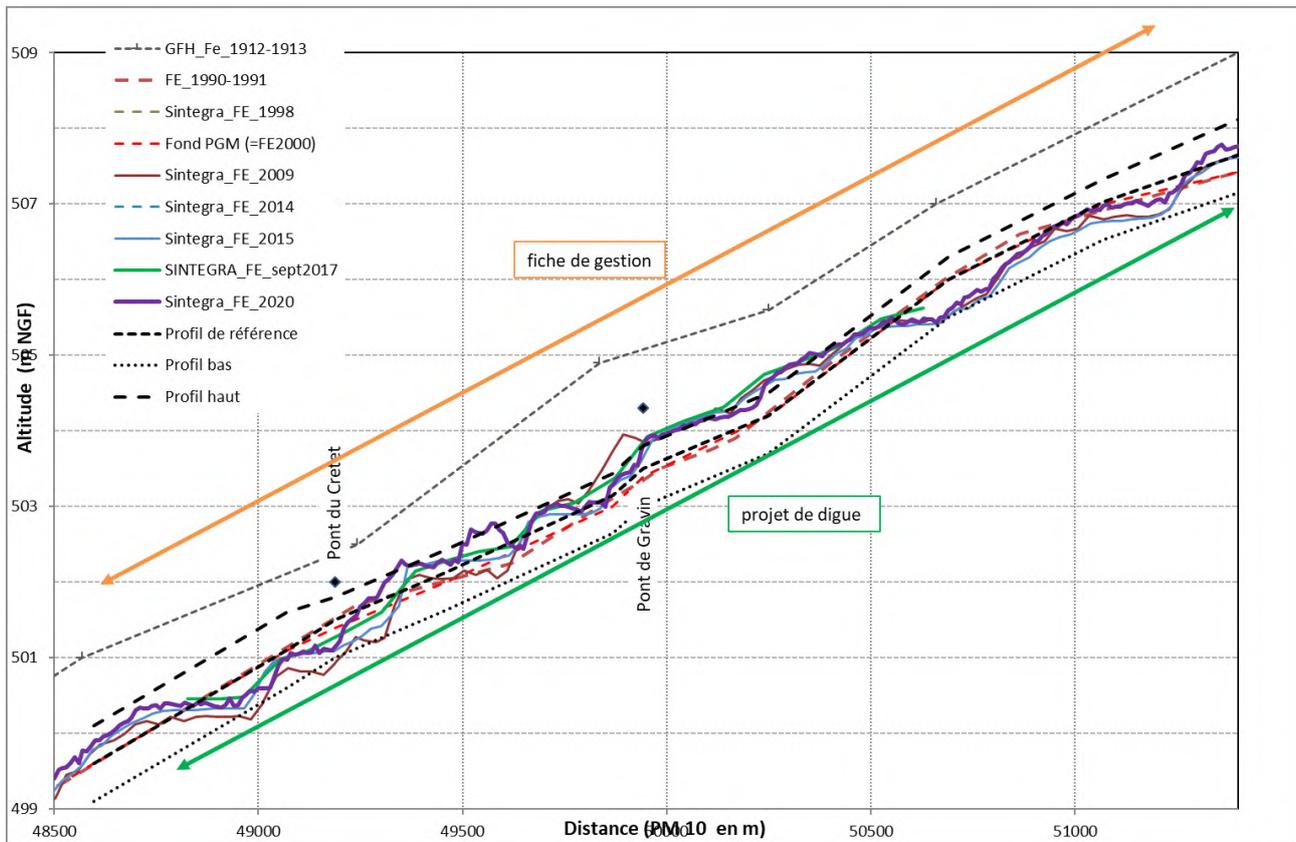


Figure 99 Profil en long dans la traversée de Magland

#### 4.2.2. Le bassin versant du Bonnant

Le Bonnant est un torrent de Haute Montagne. Il draine de nombreux affluents avec un fonctionnement torrentiel, dont notamment le Torrent de Bionnassay, le Torrent de Miage, et le Nant d'Armancette en rive droite, et en rive gauche les Nants de la Chavettaz, du Cugnonnet, de la Revenaz, le Nant des Meuniers, et le Torrent du Tarchey.

Le bassin versant est couvert par un plan de gestion des matériaux solides établi en 2019 par Hydrétudes et dont les actions sont synthétisées sur la carte suivante et reprises dans le cadre du présent plan de gestion :

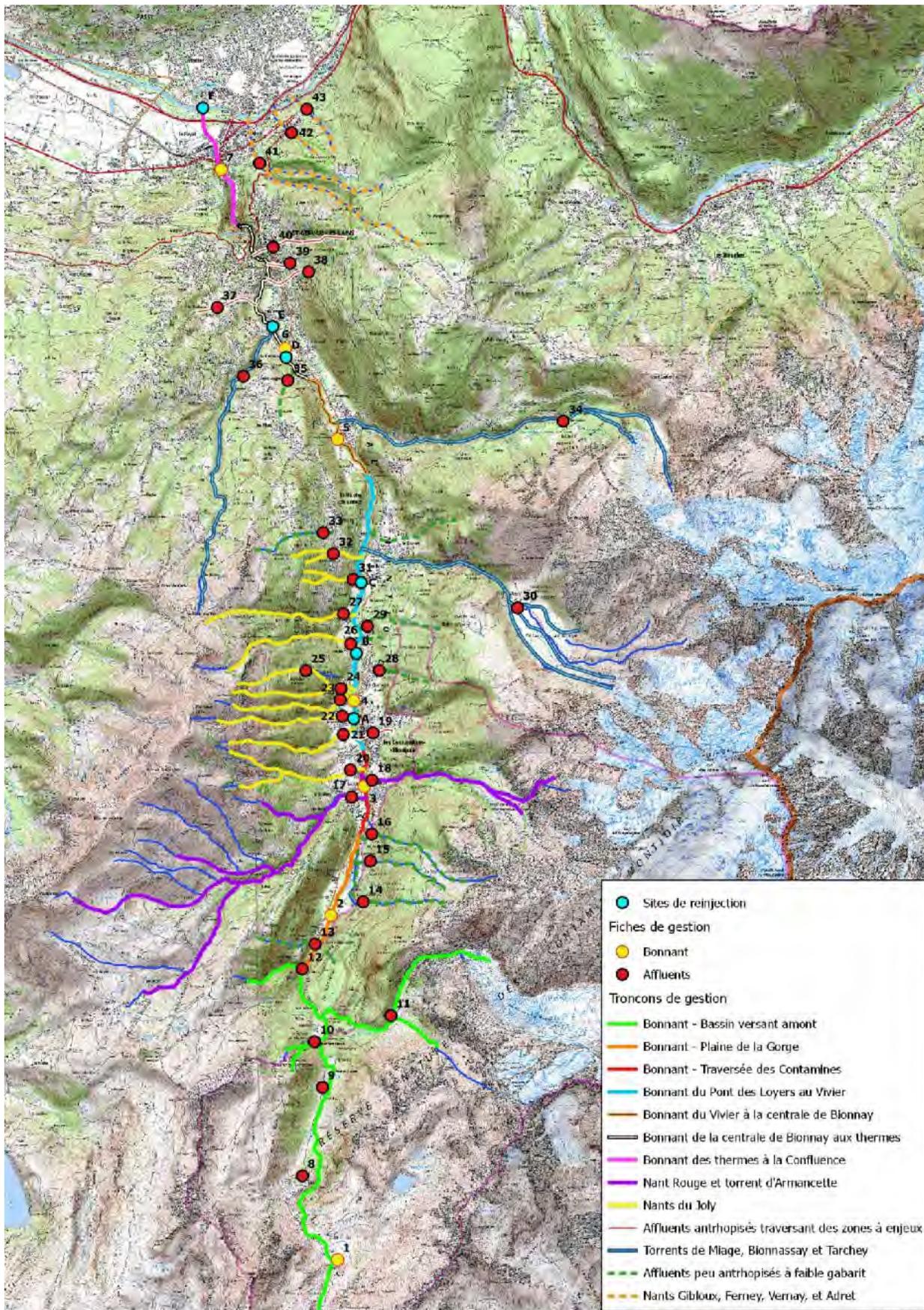


Figure 100 Localisation des actions du plan de gestion des matériaux du Bonnant

Le diagnostic du fonctionnement du bassin versant du Bonnant amène aux conclusions suivantes<sup>2</sup> :

- Le Bonnant est caractérisé par un tracé relativement rectiligne et encaissé en fond de vallée, sur un substrat grossier.
- Cette morphologie a peu évolué au cours du temps, seuls les aménagements des berges ont progressivement limité la divagation du cours d'eau. La principale évolution du territoire concerne l'urbanisation des cônes de déjections des affluents : la présence de ces enjeux renforce la nécessité de gérer les apports solides des torrents à proximité des confluences.
- La pente marquée et relativement régulière du Bonnant (7 % en moyenne) lui confère une capacité de transit significative. Toutefois, celle-ci dépend de la présence de matériaux mobilisables, absents dans les secteurs de gorges où le cours d'eau s'écoule à même le substratum. Le replat de la plaine de la Gorge favorise le dépôt des matériaux transportés depuis l'amont, et dans une moindre mesure, le secteur du Vivier en amont de la confluence avec le torrent de Bionnassay joue également un rôle de régulation des apports de matériaux solides.
- L'essentiel des matériaux charriés par le Bonnant est fonction de l'apport de ses affluents : il en résulte une granulométrie et une capacité de transport du Bonnant compatible avec les apports des affluents. Ces apports sont ainsi partiellement repris par le Bonnant (hormis en cas d'évènement exceptionnel type lave torrentielle mobilisant des éléments trop grossiers).
- Le contexte géologique du bassin versant implique une différenciation des apports des affluents : les affluents rive droite, constitués de roches massives et cohérentes, peuvent mobiliser d'importants volumes de matériaux en un seul évènement. Cet apport de matériaux grossiers reste cependant lié à la faveur d'un écoulement ou d'un mouvement de terrain. A l'inverse, les affluents rive gauche, drainant les versants schisteux instables du Mont Joly, apportent des volumes plus faibles et plus fins de matériaux, mais de façon plus régulière.
- Représentant une superficie non négligeable du bassin versant complet de l'Arve (environ 7%), le Bonnant contribue essentiellement aux apports liquides (7-10 %) et peu au transport solide de l'Arve (2-3 %).

Les zones à enjeux menacées par le Bonnant sont localisées au droit de la traversée des Contamines-Montjoie et de Saint-Gervais. De même, les risques torrentiels sont associés à l'urbanisation des cônes de déjection des affluents dont le transport solide sur lesquels la gestion du transport solide constitue un enjeu majeur (exemple du torrent d'Armançette).

---

<sup>2</sup> Hydrétudes, 2019. Etude hydraulique et géomorphologique du sous-bassin versant du Bonnant (74), Autorisation environnementale, Déclaration d'Intérêt Général.

### 4.2.3. Le bassin versant de la Bialle

Le bassin versant de la Bialle fait également l'objet d'un plan de gestion spécifique, intégré dans le présent plan de gestion.

La Bialle est un cours d'eau de faible pente, qui longe l'Arve dans sa plaine. Ce cours d'eau est alimenté par une prise d'eau située sur le Bonnant.

Les affluents de la Bialle sont des torrents de moyenne montagne : le Nant Chauraz, le Ruisseau de Vervex, le Nant d'Arbon, et le Nant d'Arvillon.

La figure ci-après présente le bassin versant de la Bialle (tracé blanc) et de ses affluents.

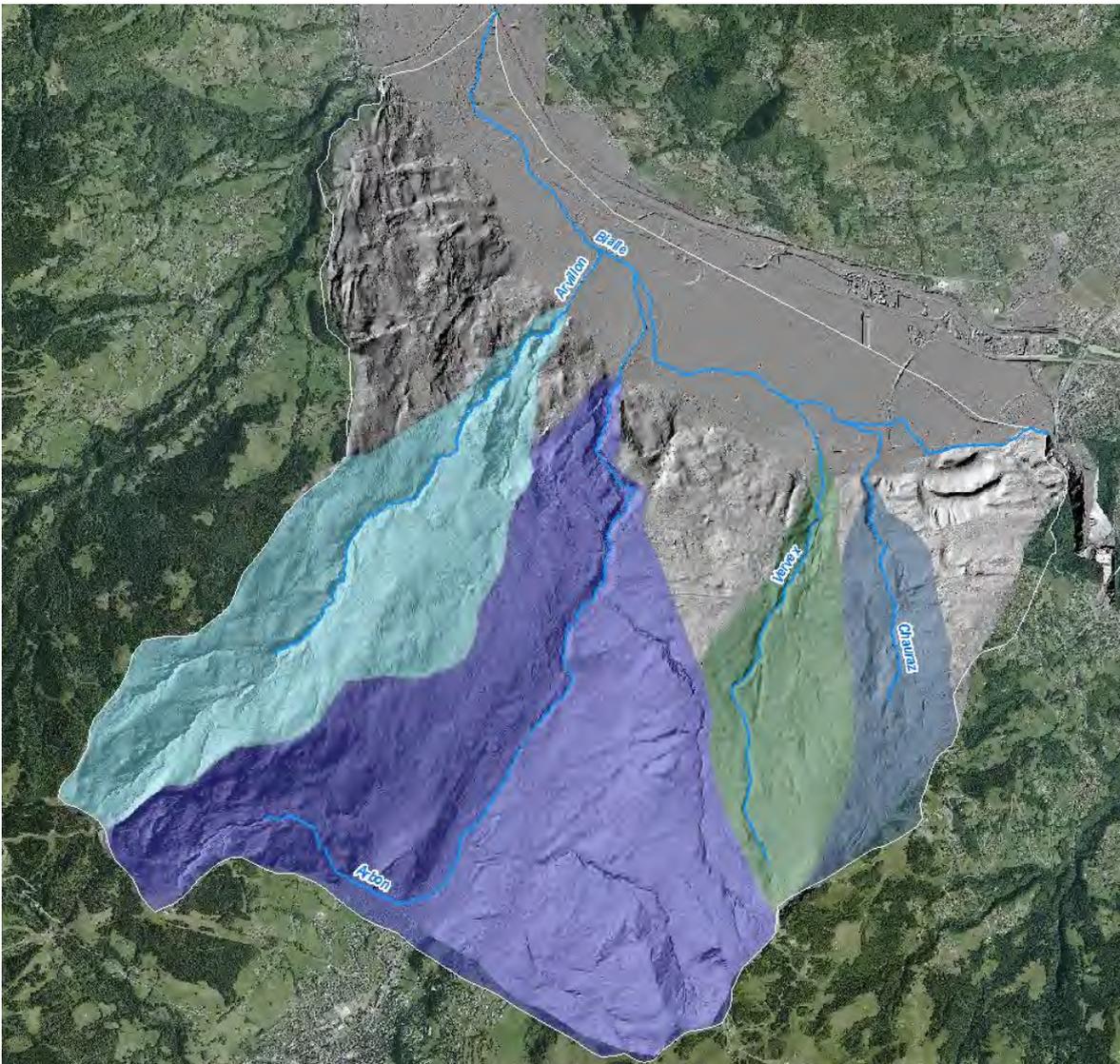


Figure 101 Le bassin versant de la Bialle et de ses affluents (source : IDEALP 2018)<sup>3</sup>

Le tableau ci-après présente les surfaces des différents bassins versants.

Tableau 3 : Surface des bassins versant de la Bialle et de ses affluents

Bassin versant	Superficie en km <sup>2</sup>
Chauraz	2,4
Vervex	3,3
Nant d'Arbon	15,2
Nant d'Arvillon	7,1
Bialle (BV Total)	42,5

Le diagnostic hydraulique et géomorphologique du bassin versant de la Bialle amène aux conclusions suivantes<sup>4</sup> :

- Le bassin de la Bialle a connu une forte augmentation de l'urbanisation, aussi bien sur les parties amont du bassin versant à Combloux et Demi-Quartier, que dans la plaine à Domancy et Sallanches. Cette augmentation a un effet, d'une part sur les débits de crues, où un accroissement des débits entre 15 et 30% par rapport à une situation naturelle a été modélisée, et d'autre part sur l'exposition des enjeux, en particulier dans la plaine, qui est nettement plus importante aujourd'hui que par le passé.
- Les parties amont du bassin versant et les encaissées dans les gorges avec des pentes de 15 à 25%, alimentent les torrents en matériaux solides qui se déposent ensuite lorsque la pente diminue sur les cônes de déjection, à l'arrivée dans la plaine de la Bialle. Ces tronçons encaissés et boisés, qui ne sont pas entretenus, constituent par ailleurs des sources importantes d'apports en bois flottants.
- Plus en aval sur ces affluents, ces apports en matériaux solides et en bois flottants, qui ne sont pas, ou mal gérés, constituent un danger important pour la sécurité. Ils peuvent diminuer la section des ouvrages et/ou conduire à des obstructions au cours des crues. Par ailleurs, il a été constaté au fil du temps des exhaussements du lit des cours d'eau, réduisant petit à petit la capacité initiale du lit et des ouvrages de franchissement (problématique de « lit perché »).
- Les observations de terrain et les calculs hydrauliques réalisés permettent d'estimer qu'à partir de crues d'occurrences supérieures à la décennale, on peut considérer que la majorité des ouvrages peuvent s'obstruer et créer des débordements sur les cônes de déjection des torrents. Ainsi, actuellement, l'un

---

<sup>3</sup> IDEALP, SM3A. 2018. Plan de gestion des matériaux et des boisements du bassin versant de la Bialle - Action 1A-01 du PAPI - Pièce A : déclaration d'intérêt général - demande au titre de la loi sur l'eau

<sup>4</sup> IDEALP 2019, Etude hydraulique et géomorphologique, bassin versant de la Bialle, action 1A-01 du papi, rapport technique : phase 2 – diagnostic du fonctionnement du bassin versant

des principaux risques sur les affluents, provient des ouvrages de franchissement situés en tête de cône qui, ayant une capacité relativement limitée et étant fortement exposés aux apports de matériaux et de bois flottants, représentent le principal danger pour la sécurité des secteurs habités. De plus, les débordements étant situés en amont du cône, ceux-ci peuvent toucher de nombreux enjeux. Les remblais linéaires (RD1205, voie ferrée, ...) peuvent constituer des éléments aggravant vis-à-vis de la divergence des écoulements et des hauteurs d'eau.

- Par ailleurs, les systèmes d'endigements rencontrés sur les affluents sont fragiles. En effet, les digues ne sont pas adaptées pour résister à des surverses, voire même sont seulement composées de merlons de matériaux de curage, non stables et à l'abandon. C'est particulièrement le cas sur les parties aval des affluents du Vervex, l'Arbon et l'Arvillon, où les digues présentent des risques de ruptures et de débordements importants. Comme le montrent les calculs et étant donné le caractère perché des affluents et de la Bialle, des surfaces importantes des cônes et de la plaine peuvent être touchées en cas de rupture de ces ouvrages.
- Sur la Bialle, peu de matériaux arrivent jusqu'au cours d'eau et il n'y a pas à craindre d'évolution importante du fond en crue, hormis sur les secteurs de confluence. Les points problématiques pour les crues relativement fréquentes ont pu être identifiés. Il s'agit principalement de quelques ouvrages de franchissement situés sur le quartier de Letraz à Domancy et de Sallanches, où les lignes d'eau décennales peuvent atteindre le niveau de sous tablier. Des débordements peuvent également se produire au droit de points bas comme par exemple au niveau du quartier les Tronchets, ainsi qu'au niveau des deux seuils situés le long de la base de loisirs.
- On peut considérer qu'au-delà des crues décennales, les débordements engendrés sur les affluents et les rétentions d'eau dans la plaine, permettent de limiter les dangers pour la traversée de Sallanches. Comme cela a été observé lors d'évènements passés ainsi que sur les modélisations réalisées, cet effet de laminage des débits de la Bialle joue un rôle important pour la sécurité des biens et des personnes.

La Bialle et ses affluents font l'objet d'un plan d'action actuellement en cours de réalisation, afin de réduire les risques d'inondation. Cependant, compte-tenu de la situation d'apports sédimentaires excédentaires chroniques liés à la configuration du bassin versant, des curages resteront nécessaires dans le futur état aménagé.

#### 4.2.4. Les affluents à lave

Les affluents à lave faisant l'objet de fiches d'entretien du lit sur le secteur C sont les suivants:

Tableau 4 : Torrents présentant un fonctionnement à laves sur le secteur C

Les affluents à lave sur le secteur C
Nant Bordon
Nant de la Berfière
Nant de la Chovettaz
Nant de l'Arête
Nant de Reninge
Nant Gibloux

Ruisseau de la Balme
Torrent de Bionnassay

D'autres affluents à lave sur le secteur peuvent ne pas faire l'objet de fiche d'entretien du lit, tel que le Nant d'Armançette, sur lequel il existe en revanche une fiche ouvrage pour la plage de dépôt.

#### 4.2.5. Les affluents à charriage

Les affluents à charriage ou bouffées de matériaux faisant l'objet de fiches d'entretien du lit sur le secteur C sont les suivants:

<b>Tableau 5 : Torrents présentant un fonctionnement par charriage sur le secteur C Les affluents à charriage sur le secteur C</b>	
Bonnant	Ruisseau de la Frasse
La Bédière (Nant de Marlioz)	Ruisseau de la Glaisette
La Bialle	Ruisseau de la Grande Combe
La Biallière	Ruisseau de la Plaine
La Sallanche	Ruisseau de la Plaine (Veret)
le Pétoux	Ruisseau de l'Achat
Le Zérande	Ruisseau de Lairon
L'Ugine	Ruisseau de l'Epagnoux
Nant Cruy	Ruisseau de l'Etang
Nant d'Arbon	Ruisseau de Nat Cruy
Nant d'Arvet	Ruisseau de Rapagris
Nant d'Arvillon	Ruisseau de Véroce
Nant de Boussaz	Ruisseau des Combes
Nant de Chaurraz	Ruisseau des Grassenières
Nant de Gravin	Ruisseau des Plans
Nant de la Balme	Ruisseau des Raches
Nant de la Berfière	Ruisseau des Saugers
Nant de la Chovettaz	Ruisseau des Tornets
Nant de la Dière	Ruisseau des Tours
Nant de la Revenaz	Ruisseau des Villards
Nant de l'Adret	Ruisseau d'Oex
Nant de l'Arpenaz	Ruisseau du Betasset
Nant de Léchaux	Ruisseau du Champelet
Nant de l'Ile	Ruisseau du Crusaz
Nant de Luzier (Crève Cœur)	Ruisseau du Foron
Nant de Vervex	Ruisseau du Narzan
Nant des Meuniers	Ruisseau du Panloup
Nant des Pénys	Ruisseau du Pieux
Nant des Perrets	Torrent de Bionnassy
Nant des Prés	Torrent de la Planchette
Nant du Cugnonnet	Torrent de la Zarzillat
Nant du Lancher	Torrent de l'Epine

Nant du Merderay	Torrent de Miage
Nant du Tarchet	Torrent des Avenières
Nant du Vernay	Torrent des Rots
Nant du Vervex	Torrent du Dars
Nant Fandraz	Torrent du Désert
Nant Rouge	Torrent du Gron
Ruisseau de la Balme	

#### 4.2.6. Les affluents à colmatage

Les affluents à colmatage faisant l'objet de fiche d'entretien du lit sur le secteur C sont les suivants:

Tableau 6 : Cours d'eau présentant un fonctionnement par colmatage sur le secteur C

Affluents à colmatage
La Biallière Nord
La Biallière
La Biallière du Battoir
Le Zérande
Nant des Pénys
Nant du Vervex
Ruisseau de la Viaz
Ruisseau de la Vigne
Ruisseau de l'Achat
Ruisseau de Villy
Ruisseau du Greulard
Ruisseau du Thovex
Ruisseau sous les Bottolliers
Torrent de la Planchette



## B. FICHES SITES

## 5. PRESENTATION DES FICHES SITES

Les fiches sites sont présentées en Annexe 1.

Elles sont classées selon trois grandes typologies :

- **Ouvrage** : ces fiches, associées à des ouvrages existants, présentent les modalités d'entretien et de curage de ces ouvrages (111 fiches) ;
- **Linéaire de curage** : ces fiches présentent les linéaires de cours d'eau où un curage peut s'avérer nécessaire, et les modalités d'intervention le cas échéant (165 fiches) ;
- **Linéaire de réinjection** : ces fiches présentent les linéaires de cours d'eau propices à la réinjection de matériaux, et les modalités d'intervention (16 fiches).

### 5.1. SOURCES

Les fiches proviennent de différentes sources :

- Plan de gestion sédimentaire de l'Arve, objet de la DIG DDT 2017-912 (16 fiches de linéaire de curage, et 9 fiches de linéaire de réinjection),
- Plan de gestion sédimentaire du Bonnant, DIG en cours d'instruction (49 fiches de linéaire de curage, et 5 fiches de linéaire de réinjection),
- Plan de gestion sédimentaire de la Bialle, DIG DDT-2019-005 (16 fiches de linéaire de curage),
- Plan de gestion sédimentaire du Nant Bordon, objet de la DIG DDT-2019-842 (1 fiche de linéaire de curage, et 1 fiche de linéaire de réinjection),
- Plan de gestion du bassin versant de l'Eau Noire (pas de DIG) (5 fiches de linéaire de curage),
- Plan de gestion du Reninge (pas de DIG) (1 fiches de linéaire de curage),
- Plan de gestion de Servoz (pas de DIG) (1 fiches de linéaire de curage),
- Interventions courantes et connaissances SM3A hors plan de gestion (111 fiches ouvrages, 76 fiches de linéaire de curage, et 1 fiche linéaire de réinjection).

## 5.2. SYNTHÈSE PAR SECTEUR

Une synthèse des fiches sites par secteur est présentée dans le tableau ci-dessous.

Pour effectuer une synthèse globale des fiches sites, les volumes annuels curés ont été estimés en divisant le volume de curage estimé par intervention (moyenne entre le min et le max) par la fréquence de curage estimée (moyenne entre la fréquence min et la fréquence max). Ces valeurs sont des estimations assez grossières, les volumes effectivement extrait étant particulièrement dépendants des conditions hydrologiques réelles à l'échelle du bassin versant. Les volumes présentés sont ainsi très indicatifs, et peuvent varier d'une année à l'autre en fonction des aléas hydrologiques et sédimentaires, des travaux effectués dans le bassin versant, des priorités de gestion, etc. Il est probable que certaines actions ne soient pas menées au cours de l'application du plan de gestion.

Tableau 7 : Synthèse des opérations d'entretien du plan de gestion

Secteur	Secteur C amont	Secteur C aval	Secteur D	Total
<b>Fiches Ouvrages</b>				
Nombre de fiches	12	77	22	<b>111</b>
Dont fiches concernant l'axe Arve	0	1	1	<b>2</b>
Ouvrages dont la capacité excède 1000 m <sup>3</sup>	5 42%	11 14%	2 9%	<b>18</b> <b>16%</b>
Type d'ouvrage : plages de dépôts	4	15	6	<b>25</b>
Type d'ouvrage : bacs de rétention	7	37	10	<b>54</b>
Type d'ouvrage : bacs de rétention	1	30	0	<b>31</b>
Capacité totale (m <sup>3</sup> )	52 700 - 61 800	193 800 - 197 600	36 500 - 57 000	<b>283 000 -</b> <b>316 400</b>
<b>Fiches de linéaires de curage</b>				
Nombre de fiches	51	69	45	<b>165</b>
Dont fiches concernant l'axe Arve	0	4	17	<b>21</b>
Linéaire concerné par les curages (km)	24.661	37.652	34.241	<b>96.554</b>
Fiches concernant un curage excédant 500 m <sup>3</sup> /an	3 6%	4 6%	12 27%	<b>19</b> <b>12%</b>
Fiches concernant un curage de fréquence régulière ou courante (au moins tous les 5 ans)	3 6%	16 23%	9 20%	<b>28</b> <b>17%</b>
Volume annuel min	4 000 – 25 900	6 500 – 67 300	30700 – 233 200	<b>41 200 –</b> <b>326 400</b>
<b>Fiches de linéaire de réinjection</b>				
Nombre de fiches	5	11	0	<b>16</b>
Dont fiches concernant l'axe Arve	0	11	0	<b>11</b>
Linéaire concerné par les réinjections (km)	0.774	4.755	0	<b>5.529</b>
Volume min	1000	5800	0	<b>6800</b>
Volume max	1000	7100	0	<b>8100</b>

### 5.3. SYNTHÈSE CARTOGRAPHIQUE

La localisation des sites faisant l'objet de fiches actions est présentée sur la carte suivante.

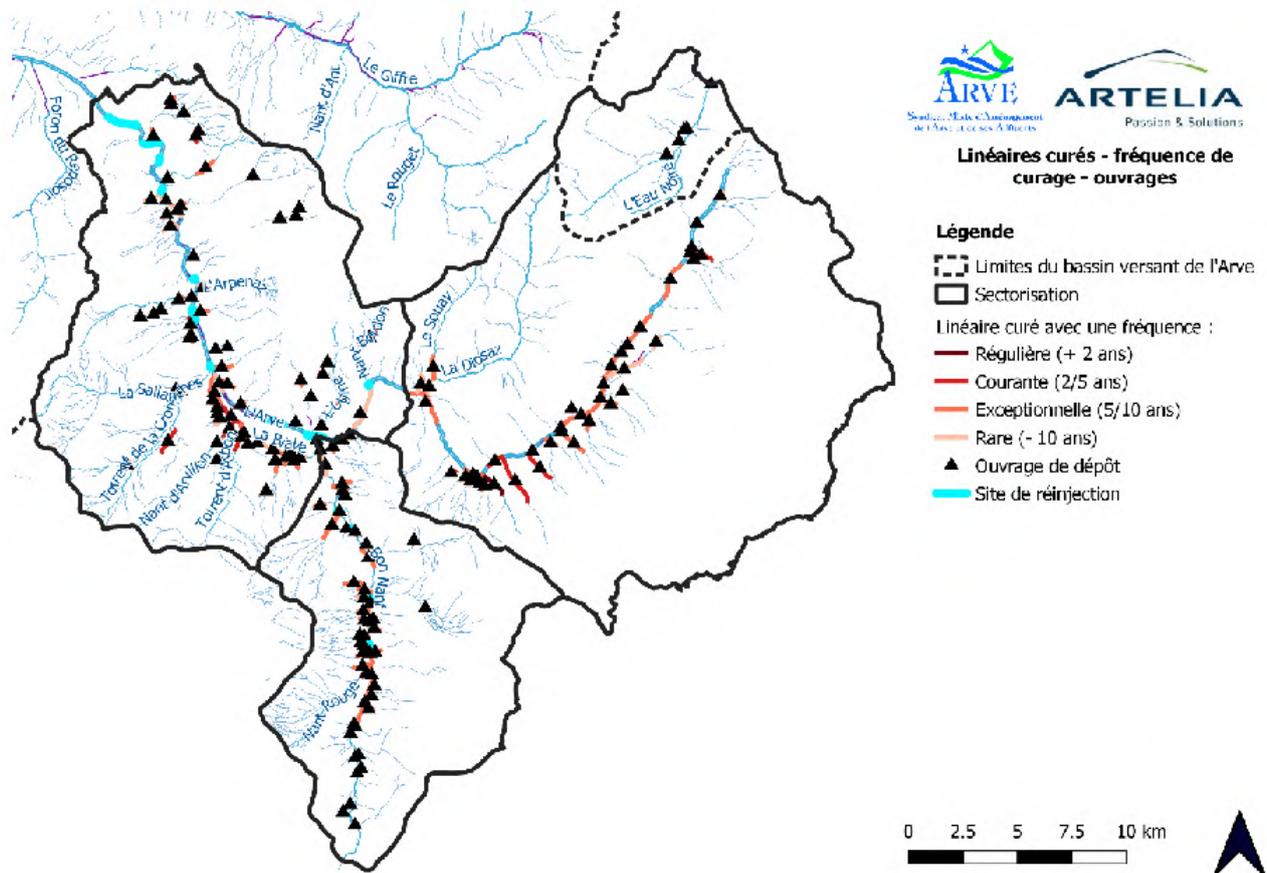


Figure 102 Localisation des linéaires et ouvrages objets de fiches sites dans le cadre du présent plan de gestion

En complément, l'Annexe 1 présente ces actions dans un Atlas à l'échelle 1/25000. Ces cartes permettent de présenter :

- Les volumes de matériaux potentiellement extraits ;
- La fréquence supposée d'intervention.

### 5.4. FICHES SITES

Les fiches sites sont présentées en Annexe 2.



# C. MODALITES DE MISE EN OEUVRE

## 6. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

### 6.1. IDENTIFICATION DES ENJEUX

Afin de maîtriser les impacts et prévoir les mesures nécessaires préalables aux travaux d'entretien, les enjeux environnementaux à proximité des zones d'entretiens ont été identifiés en croisant les différentes données environnementales fournies par le SM3A:

- Cartographie de présence de faune, flore et habitats d'intérêts et/ou protégés ;
- Zonage Natura 2000 et Znieff ;
- Présence de zone de captage ou de station de pompage ;
- Présence d'espèces invasives. La présence entre autres des espèces principales suivantes est vérifiée sur le territoire, parfois à proximité des zones d'interventions (*Buddleja davidii*, *Heracleum mantegazzianum*, *Reynoutria japonica*, *Impatiens glandulifera*, *Solidago gigantea*...)

A noter que pour les ouvrages de régulation (bac de décantation, plage de dépôt, etc.), les travaux d'entretien sont généralement limités spatialement et temporellement et ont donc des impacts environnementaux limités en comparaison des opérations d'entretien du lit. A noter également que ces opérations d'entretien du lit n'ont pas vocation à modifier significativement la morphologie et le profil en long des cours d'eau. Ainsi, en première approche ces opérations ne semblent pas avoir d'effets significatifs sur la ressource en eau (captage eau potable).

Sur le secteur amont (D), on note les points particuliers suivants :

- Le tronçon d'entretien de l'Arve au Tour (LC0088) et l'ouvrage de rétention associé (ORC0051) sont en limite de la ZNIEFF "Montagne des Posettes" (<http://inpn.mnhn.fr/zone/znieff/820031620>)
- La partie amont du tronçon Arve - Chosalets / Joux intersecte la zone de sauvegarde exploitée pour l'alimentation en eau potable "Arve - Ombrilic de Chamonix – Argentière" (FRDG364).
- Les tronçons Arve-Glière du Foug (LC0265), Taconnaz (LC0112) ainsi que l'ouvrage de rétention de Taconnaz aval (ORC0066) sont intégralement ou en partie dans la zone de sauvegarde exploitée pour l'alimentation en eau potable "Arve - Ombrilic des Ouches (Clair Temps)" (FRDG364)
- Le tronçon d'entretien sur le Souay (LC0129) recoupe sur sa partie amont le site N2000 Aiguilles Rouges (<http://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR8201699>). Le recoupement est marginal, le Souay étant en fait probablement censé former la limite du zonage N2000 mais se retrouvant dans la zone du fait d'un tracé de cette dernière à une échelle grossière.

Sur le secteur C amont, on note les points suivants :

- Certaines fiches d'entretien du lit concernent des tronçons situés à proximité d'habitats humides identifiés, nécessitant d'être pris en compte lors des opérations. Ils sont consignés dans le tableau suivant.

Sites identifiés au Plan de gestion	Habitat humide
LC0202 Bonnant - Sainte Chapelle; LC0203 Bonnant - Le Pontet; LC0204 Bonnant - Le Lay; LC0208 Bonnant - Le Vivier; LC0209 Bonnant - Tagues	Aulnaie blanche des torrents montagnards à sous-bois de Calamagrostide bigarrée ( <i>Calamagrostis varia</i> )
LC 0208 Bonnant - le Vivier LC 0174 le Thovex	Roselière inondée à Morelle douce-amère ( <i>Solanum dulcamara</i> ) et Phragmite commun ( <i>Phragmites australis</i> )
LC0203 Bonnant - Le Pontet; LC0208 Bonnant - Le Vivier; LC0207 Bonnant - Le Quay;	Saulaie arbustive ripicole pionnière à Saule drapé ( <i>Salix elaeagnos</i> ) et Saule pourpre ( <i>Salix purpurea</i> ) des alluvions des cours d'eau sub-montagnards des Alpes et du Jura

- Certaines fiches d'entretien du lit concernent des tronçons situés tout ou en partie dans des zonages environnementaux. Il s'agit des zonages suivants:
  - Natura 2000 CONTAMINES MONTJOIE - MIAGE - TRE LA TETE (<http://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR8201698> )
  - ZNIEFF Partie forestière de la réserve naturelle des contamines-montjoie (<http://inpn.mnhn.fr/zone/znieff/820031621>)
  - ZNIEFF Tourbières de plan jovet ( <http://inpn.mnhn.fr/zone/znieff/820031667> )

Tableau 9 : Fiches actions situées dans au sein de zonages réglementaires (secteur C amont)

Sites identifiés au Plan de gestion	N 2000	ZNIEFF 820031621 (Forêt)	ZNIEFF 820031667 (Tourbière)
LC0217 - Des Tours	X	X	
LC0216 - Grande Combe	X	X	
LC0215 - Grassenières	X	X	
LC0202 - Bonnant - Sainte Chapelle	X	X	
LC0214 - Rapagris	X		
LC0201 - Bonnant - La Laya	X	X	
LC0196 - Lancher	X	X	
LC0200 - Bonnant - Pont de la Rollaz	X	X	

LC0199 - Les Prés	x	x	
LC0197 - La Balme	x	x	
LC0266 - La Balme	x		x
LC0198 - Bonnant - Plan Jovet	x		x

Sur le secteur C aval, on note les points suivants:

- Présence d'une avifaune riche au droit de LC0131 Nant Bordon - Plaine Joux avec entre autres la présence des espèces suivantes : Chouette de Tengmalm, Pic épeiche, Tarin des aulnes. On note également la formation d'une ripisylve d'Aulnaie blanche.
- Certaines fiches d'entretien du lit concernent des tronçons situés tout ou en partie dans des zonages environnementaux. Il s'agit des zonages suivants:
  - ZNIEFF Ensemble de prairies naturelles sèches des granges de Passy et ancienne gravière de l'Arve (<http://inpn.mnhn.fr/zone/znieff/820031558> )
  - ZNIEFF Chaîne des Aravis ( <http://inpn.mnhn.fr/zone/znieff/820031670> )
  - ZNIEFF Versant rocheux en rive droite de l'Arve, de balme à la tête Louis Philippe (<http://inpn.mnhn.fr/zone/znieff/820031841> )
  - ZNIEFF Zones humides de Combloux et Demi-Quartier (<http://inpn.mnhn.fr/zone/znieff/820032035>)

identifiés au Plan de gestion	Sites	ZNIEFF 820031558 (Prairies)	ZNIEFF 820031670 (Aravis)	ZNIEFF 820031841 (Versants rocheux)	ZNIEFF 820032035 (ZH)
LC0167 - La Biallière - les Pélagards		x			
LC0224 - La Biallière - l'île		x			
LC0150 - Le Désert - Aux Avenièrès			x		
LC0231 - Epine				x	
LC0160 – Nant cruy					x

- Des stations de Petite Massette ont été identifiées au droit de deux sites de réinjection (Luzier et Balme à Magland) et d'un site d'entretien du lit (LC0254 – Val d'Arve)

### Cas particulier de la Petite Massette

La Petite Massette est une espèce pérenne, pionnière et héliophile, qui s'installe le long des bancs et berges des rivières alpines, et colonise des milieux dynamiques. Elle dépend d'une forte dynamique alluviale puisque ce sont les crues qui recréent sans cesse de nouveaux bancs à recoloniser qui l'empêchent d'être supplantée

par d'autres espèces. En l'absence de crues, les stations de Petite Massette évoluent vers des saulaies puis des aulnaies. La diminution des effectifs des populations de Petite Massette a mené au classement de l'espèce « en danger » en Europe par l'IUCN 1982 (Prunier et *al.* 2010). A l'échelle régionale, l'espèce est classée « en danger de disparition » en ex-Rhône-Alpes.

En cas d'intervention à proximité de station de Petite Massette, ces dernières sont identifiées et balisées afin que l'emprise du chantier n'interfère pas avec la présence de la plante.

Si les stations ne peuvent être évitées, les plants seront transplantés. Les fragments doivent être récoltés par bêchage à la base des pieds de Petite massette, sur une profondeur minimum de 25 cm ou avec 30cm à 40cm de substrat si la récolte est effectuée à la pelle mécanique. Les fragments de rhizomes doivent être ensachés, avec ou sans substrat, dans des sacs hermétiques (plastique type sacs de terreau) et stockés à l'ombre et au frais le temps de la récolte (1 journée maximum).

Lors de la réimplantation, le niveau hydrique doit être assez élevé pour permettre la survie de la plante. Pour une transplantation par pelle mécanique, la pelle réalisera préalablement un trou d'environ 40 à 50 cm de profondeur au niveau du banc ou de l'îlot prévu pour la transplantation. La motte issue de la zone de stockage y sera alors déposée. Le type de substrat dans lequel la plante est transplanté doit être identique à celui dans lequel elle a été prélevée. On visera une densité inférieure à une quinzaine d'individus par m<sup>2</sup> (Fort et Marquis, 2016).<sup>5</sup>



Figure 103 Banc colonisé par la Petite Massette – source Riviere-arve.org

---

<sup>5</sup> 2019, CBNA. Préserver la naturalité des cours d'eau des Alpes: Plan régional d'action en faveur de la Petite Masette

## 6.2. PERIODE DE TRAVAUX

En fonction des enjeux identifiés, la période de travaux la plus favorable peut être variable.

Bien qu'il ne soit pas prévu de coupes d'arbres, il est préférable d'éviter la période de mars à aout pour limiter les nuisances vis-à-vis des oiseaux et des chiroptères.

Pour la faune piscicole, la période de novembre à mars doit être évitée pour limiter l'impact des travaux sur la fraie des truites et salmonidés, tandis que la période d'avril à juin doit être évitée les perturbations vis-à-vis de l'ombre, dont la présence est un enjeu fort sur le bassin versant de l'Arve.

Les mois de janvier à mars doivent être évités lorsque la présence d'amphibiens est relevée.

Le tableau ci-dessous synthétise les contraintes relatives aux enjeux environnementaux potentiels : sur les secteurs les plus contraints la période septembre-octobre apparait comme la plus favorable pour la réalisation de travaux.

**Remarque** : l'Arve sur le secteur d'étude s'étend sur une très vaste superficie et des altitudes très variées. Les enjeux peuvent être différents à Chamonix et à Cluses. Concernant la période de travaux préférentielle, d'autres paramètres (hydro climatiques, hydrologiques, occupation de territoires) doivent être pris en compte.

Tableau 11 : Synthèse des contraintes relatives aux enjeux environnementaux

	Jan.	Fev.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Aout	Sept.	Oct	Nov.	Dec.
Enjeux piscicoles	Red	Red	Red	Red	Red	Red	White	White	Green	Green	Red	Red
Amphibiens	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	White	White	Green	Green	White	White
Oiseaux	White	White	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Green	White	White
Chiroptère	White	White	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Green	White	White

## 7. METHODES DE TRAVAUX

### 7.1. TYPES DE SEDIMENTATION

Différents types de travaux d'entretiens associés à des problématiques de gestion des matériaux solides différentes sont identifiées, en fonction des causes et de la dynamique de la sédimentation :

- 1) **Entretien courant des ouvrages** structurants, construits pour réguler les apports solides et protéger les zones plus à l'aval : bac de décantation, plage de dépôt, etc. Ces ouvrages doivent être curés suffisamment régulièrement pour assurer leur bon fonctionnement.
- 2) **Entretien des tronçons présentant un exhaussement du lit:**

La méthodologie d'intervention (intervention planifiée ou d'urgence, destination des matériaux...) peut varier selon le type de sédimentation observée. Les termes décrivant le type de sédimentation et figurant dans les fiches actions d'entretien du lit pour identifier les différents types de sédimentation sont synthétisés dans le tableau suivant.

Tableau 12 : Synthèse du nombre de sites concernés par typologie de sédimentation Type de sédimentation	Nombre de sites concernés
Bouffée de matériaux	4
Bouffée de matériaux / charriage	40
Bouffée de matériaux / colmatage	1
Bouffée de matériaux / coulée boueuse	3
Charriage	72
Charriage / bouffée de matériaux	10
Charriage / colmatage	6
Colmatage	11
Lave torrentielle	1
Lave torrentielle / bouffée de matériaux	12
Lave torrentielle / charriage	5
<b>Total général</b>	<b>165</b>

Ces termes traduisent une variété de fonctionnement hydro-sédimentaire selon deux critères principaux qui sont

- La granulométrie des matériaux
- La dynamique de sédimentation.

On propose l'interprétation suivante des types de sédimentation identifiés selon ces deux critères.

*Tableau 13 : Proposition de classement qualifiant la typologie de sédimentation en fonction de la granulométrie et la dynamique de sédimentation*

<b>Dynamique</b> <b>Granulométrie</b>	<b>Continue</b>	<b>Événementielle</b>
	<b>Fine</b>	Colmatage (envasement/tuffeux)
<b>Grossière</b>	Charriage	Bouffée de matériaux, Lave torrentielle

### **Colmatage:**

Cette notion correspond à celle d'envasement diffus utilisée dans le plan de gestion Arve aval. Le colmatage génère un exhaussement du fond du lit sur le long terme. Ces dépôts, essentiellement constitués de sédiments fins, sont généralement observés en aval de rupture de pente ou lorsque des ouvrages génèrent des pertes de charges ou fixent le profil en long. Ces ouvrages sont parfois sous dimensionnés (ouverture trop réduite) ou parfois, le fil d'eau peut être mal calé, avec un radier trop haut d'un point de vue altimétrique. Dans les deux cas, l'ouvrage génère en amont une perte de charge qui engendre des dépôts. Par rapport au charriage, la dynamique temporelle du transport en suspension est plus étalée dans le temps, si bien que ces dépôts se réalisent de manière plus progressive.

Une intervention planifiée à l'avance avec identification et limitation des impacts est possible. L'objectif est alors de redonner le gabarit hydraulique permettant d'éviter les débordements sur le long terme.

Les matériaux comportent souvent une part importante de matière organique qui ne permet pas leur valorisation. Leur réinjection est envisageable si elle respecte les conditions définies plus loin dans le document.

Dans quelques rares cas, il est fait mention de colmatage tuffeux. Cela fait référence à la formation de tuf (travertin) par précipitation des ions carbonates dissous dans l'eau du fait d'une érosion karstique. La dynamique d'exhaussement est lente mais le substrat formé n'est pas mobilisable par les crues et peut conduire à l'obstruction de petits ouvrages tels que des buses.

### **Coulée boueuse:**

Les coulées boueuses correspondent à des événements hydrauliques soudains survenant à l'occasion d'évènement hydrologique exceptionnels (fortes pluies, fonte nivale importante). L'alimentation des écoulements en matériaux provient le plus souvent de zones de glissements de terrains en amont des tronçons concernés. Une intervention rapide (parfois en crue) est généralement nécessaire pour assurer la sécurité des personnes et des biens à proximité. Les matériaux comportent souvent une part importante de matière organique qui ne permet pas leur valorisation. Leur réinjection est envisageable si elle respecte les conditions définies plus loin dans le document.

### **Charriage:**

Le paragraphe 2.1.2.1. *Episodes de charriage en contexte torrentiel* rappelle les caractéristiques du charriage.

Comme évoqué précédemment, le charriage se caractérise par une forte variabilité instantanée du transport solide liée au tri granulométrique, aux dépavages et formations de bancs et de dépôts. Cette forte variabilité fait l'objet d'une distinction dans le contexte des fiches sites.

Ainsi la typologie de sédimentation désignée comme charriage s'entend comme la tendance à l'exhaussement de tronçons sur lequel le mode de transport dominant est le charriage (ce qui sous-entend une granulométrie assez grossière). L'engravement soudain lors d'épisodes de crue sur ces mêmes tronçons est rapporté comme des bouffées de matériaux.

Le charriage est un mode de transport associé aux cours d'eau présentant une pente significative. Il est à mettre en lien avec la notion de respiration torrentielle. Ainsi, sur une partie des tronçons concernés, le phénomène en jeu correspond au fonctionnement naturel de dépôt et de reprise des matériaux au gré des crues. Les interventions sont néanmoins nécessaires lorsque, comme c'est le cas dans la traversée du centre de Chamonix, la capacité hydraulique du cours d'eau avant inondation des enjeux ne permet pas de laisser ces cycles de dépôts / reprise se dérouler.

Dans d'autre cas, il s'agit d'un exhaussement chronique lié à la morphologie du cours d'eau (rupture de pente, contraction latérale des versants, point dur, etc.) ou à la présence d'ouvrages générant des pertes de charges ou fixant le profil en long (pont, buses, dalot, seuil, etc.) et favorisant ce dépôt de matériaux.

### **Bouffée de matériaux:**

Cette notion fait référence à **des engravements soudains** ayant lieux lors d'évènements hydrologiques significatifs et entraînant un transport solide important et brutal. Les mécanismes de dépôts peuvent avoir différentes causes : la morphologie du cours d'eau (rupture de pente, contraction latérale des versants, bedrock apparent, etc.) ou la présence d'ouvrages générant des pertes de charges ou fixant le profil en long (pont, buses, dalot, seuil, etc.) et favorisant ce dépôt de matériaux. Une intervention rapide (parfois en crue) est généralement nécessaire pour assurer la sécurité des personnes et des biens à proximité. Les tronçons concernés ne permettent en effet pas d'envisager une reprise progressive des sédiments déposés, dans la mesure où ils correspondent généralement à une zone de rupture de la continuité du transport solide ou de réduction de la capacité de transport.

Les sédiments déposés sont généralement des matériaux grossiers issus d'un transport solide par charriage, mais la présence de matériaux plus fins transportés en suspension et déposés durant la décrue n'est pas à exclure.

L'objectif est alors d'évacuer les matériaux fraîchement déposés et de redonner le gabarit hydraulique pré-évènement hydrologique.

### **Lave torrentielle:**

Le phénomène de lave torrentielle est décrit dans le paragraphe 2.1.2.2. . Concernant les méthodes de travaux, la principale différence avec les bouffées de matériaux réside dans la taille des matériaux qui peuvent atteindre des tailles métriques voir pluri-métriques. Ces blocs ne pouvant être remobilisés, ils doivent être extraits et peuvent être valorisés soit par une utilisation locale de confortement de berge ou de pavage du lit, soit par leur évacuation. Par ailleurs, ces phénomènes étant généralement très puissants et violents, l'intervention doit être réalisée post-évènement pour des raisons de sécurité.

## **7.2. GESTION DES OUVRAGES DE REGULATION**

Les entretiens proposés ici concernent principalement :

- Les bacs de décantation ;
- Les plages de dépôt.

Le déclenchement de l'opération est lié au dépassement d'une cote ou d'une hauteur de dépôt/revanche (spécifiés dans les fiches sites). Un suivi visuel à fréquence variable selon l'historique de l'aménagement doit permettre de détecter le franchissement de ce seuil. Dans la plupart des cas, l'installation de repères sur les ouvrages permet d'estimer visuellement leur remplissage. Lorsque cela n'est pas possible et pour les plages de dépôt présentant un grand linéaire un suivi par levé topographique terrestre peut être nécessaire.

Les opérations consistent en des curages mécaniques ou hydrauliques des ouvrages et seront réalisés à l'étiage, voire parfois à sec, en l'absence de débit liquide dans l'ouvrage. L'objectif est de redonner à l'ouvrage sa pleine capacité de rétention des sédiments.

Lorsque le cours d'eau en aval présente une taille suffisante pour présenter un écoulement à l'étiage ou que des enjeux écologiques importants sont identifiés en aval, la mise en place d'un dispositif de limitation des matières en suspension (MES) en aval sera implanté. Pendant la période des travaux le bon fonctionnement de l'ensemble du système de filtration sera vérifié : en cas de colmatage important, les filtres seront déchargés afin de garantir leur fonctionnement. Une solution alternative consiste au déploiement de batardeau souple en amont de la zone de travaux permettant d'alimenter une dérivation par busage. Cette solution de mise en assec nécessite au préalable la réalisation d'une pêche de sauvegarde (si nécessaire, ie. Identification d'enjeux piscicole).

Ce suivi de la turbidité durant les travaux ainsi qu'une pêche de sauvegarde préventive sont à envisager en cas de curage important (durée et volume) et si l'ouvrage à entretenir est placé en amont de zones sensibles (faune aquatique).

L'entretien des ouvrages souterrains sera réalisé par hydrocurage, sauf si un accès est envisageable pour un curage mécanique (conditions d'accès au lit, gabarit de l'ouvrage). Le devenir des matériaux est décrit dans un paragraphe suivant. En cas de doute sur la nature des matériaux (pollution des fines, présence d'invasives) des investigations complémentaires devront être réalisées. Les volumes prélevés, granulométrie des matériaux et présence/absence d'espèces invasives doivent être consignés.

### **7.3. GESTION DES TRONÇONS EN EXHAUSSEMENT**

Les entretiens proposés ici concernent principalement :

- Le fond du lit des cours d'eau ;
- Certains ouvrages de franchissement, lorsqu'ils sont présents sur le tronçon à entretenir.

#### **7.3.1. Déclenchement**

Le déclenchement de l'opération est lié au dépassement d'une cote ou d'une hauteur de dépôt/revanche (spécifiées dans les fiches sites ou basées sur la connaissance du cours d'eau par les agents du SM3A en cas d'intervention urgente).

Pour les sites dont la dynamique de sédimentation est continue et progressive, le suivi est préférentiellement effectué à l'aide de levés topographiques réguliers : profils en long et profils en travers. La position des profils est géolocalisée pour que les profils soient levés aux mêmes endroits d'une campagne à l'autre.

Pour les tronçons faisant l'objet d'une respiration du lit, et ceux concernés par le déplacement de bancs de galets mobiles, les profils levés doivent faire l'objet d'une interprétation par les agents du SM3A ou leur prestataire. En effet, ces phénomènes peuvent conduire à l'apparition ponctuelle de points hauts au-dessus du profil de gestion haut, sans que l'exhaussement soit généralisé et nécessite une intervention. Dans ce cas, le déclenchement de l'intervention est laissé à la discrétion du Maître d'Ouvrage après prise en compte du contexte (connaissance du cours d'eau, menace sur les enjeux à proximité, réflexion sur le profil en long moyen...).

Pour les sites dont la dynamique de sédimentation est événementielle, un suivi visuel post (voire durant) évènement hydrologique doit permettre de détecter le franchissement du seuil de déclenchement. Des levés topographiques peuvent également compléter ce suivi visuel. Les opérations sont réalisées après un évènement hydrologique ou durant l'évènement dans un cas extrême d'engrèvement.

Dans les deux cas, l'estimation de l'exhaussement peut être complétée par la mise en place ou le suivi visuel de repères physiques au droit des sites, tels que des marquages au droit d'ouvrages.

### 7.3.2. Mode opératoire

Les modes opératoires recensés dans les fiches font apparaître une variation du mode opératoire selon deux critères : la nécessité de faire pénétrer les engins dans le lit, et la possibilité de dériver les écoulements lors de l'intervention.

Type d'intervention	Nombre de sites concernés
Curage en pénétrant dans le lit. Impossibilité d'isoler les écoulements par batardeau.	88
Curage en pénétrant dans le lit. Possibilité d'isoler les écoulements par batardeau.	25
Curage sans pénétrer dans le lit. Impossibilité d'isoler les écoulements par batardeau.	48
Curage sans pénétrer dans le lit. Possibilité d'isoler les écoulements par batardeau.	4
<b>Total général</b>	<b>165</b>

Les spécificités d'intervention pour chaque type d'intervention sont présentées ci-après.

#### 7.3.2.1. Dispositions générales

##### Suivi du niveau de curage :

L'intervention de curage ne doit pas conduire à un profil en long convexe au droit de la zone traitée, au risque de déséquilibrer le profil sur les tronçons amont ou aval. Afin de s'assurer que le profil de référence est respecté, un système de suivi doit être mis en place.

Pour les cours d'eau de faible largeur (curage depuis la berge) et des tronçons court (moins de 100 m), un contrôle visuel par le maître d'œuvre ou un agent du SM3A est suffisant.

Pour les curages de plus grande envergure, la méthode proposée consiste à définir une pente moyenne à redonner au cours d'eau définie par des levés topographiques du fond du lit à l'amont et à l'aval de la zone d'intervention. Le niveau d'abaissement nécessaire est ensuite matérialisé sur plusieurs points en berge le long de la zone de curage. Ces niveaux sont actualisés au fur et à mesure de l'avancement de l'opération pour corriger le décalage par rapport au profil visé. Le suivi du respect du profil objectif peut éventuellement être effectué avec l'utilisation de niveaux lasers couplés à des récepteurs fixés sur le balancier des pelles mécaniques.

D'autres méthodes peuvent être proposées par les entreprises de travaux et devront alors faire l'objet d'une validation du maître d'ouvrage.

### **Stabilité des berges :**

L'abaissement du fond du lit est effectué en respectant le fruit des berges. Lorsqu'une protection de berge ou une digue est présente, un recul d'au moins 2 m du pied de berge projeté doit être observé pour prendre en compte la présence des sabots anti-affouillement. Dans le cas de cours d'eau de très faible largeur et de curages sur des profondeurs inférieures à 50 cm, un fruit de berge vertical peut être envisagé.

En fonction de la problématique locale, les gros éléments issus de curages peuvent éventuellement être laissés plaqués en pied de berges pour conforter la stabilité de ces dernières, en particulier en cas de présence d'ouvrage pertinent de protection contre l'érosion.

### **7.3.2.2. Curage sans pénétration des engins dans le lit**

Lorsque cela est possible, les curages seront préférentiellement effectués depuis la berge, sans pénétration des engins dans le lit. Pour cela, deux contraintes doivent être respectées:

- Le linéaire de berge correspondant au linéaire de curage doit être circulaire par les engins. Cela implique :
  - Une bande de terrain dégagée : absence d'obstacles telle que de la ripisylve ou du bâti ;
  - Une stabilité des berges suffisante : terrains compacts, fruit à 3H/2V maximum si les engins circulent à moins de 1,5 m de la crête de berge ;
  - La maîtrise foncière des terrains : parcelles publiques (SM3A, communales, DPF...), servitudes de passage...
- La largeur du lit et la hauteur de berge doivent être compatibles avec la portée de travail des engins. Dans certains cas, l'utilisation d'une pelle long bras peut être envisagée.

L'aménagement d'une piste de chantier provisoire en crête de berge avec des matériaux alluvionnaires ou d'apports qui seront retirés en fin de chantier peut être nécessaire pour assurer la circulation des engins. Le curage est alors effectué à l'avancement de la pelle le long de la berge. Les matériaux extraits ne doivent en aucun cas être mis en merlons sur les berges, ce qui conduirait à terme à un phénomène de lit perché.

Dans la mesure du possible, une dérivation des eaux est mise en place afin de réduire l'impact de l'opération sur la turbidité et de mieux contrôler le calage altimétrique du curage.

L'entretien des petits ouvrages de franchissement (buses, dalots, ponts) est effectué par hydrocurage, sauf si un accès est envisageable pour un curage mécanique (conditions d'accès au lit, gabarit de l'ouvrage).

### 7.3.2.3. Curage avec pénétration des engins dans le lit

Ce type d'opération concerne la majorité des tronçons du plan de gestion. Il est nécessaire lorsque l'aménagement des berges ne permet pas de procéder autrement ou que la présence d'une ripisylve conduirait à mettre en œuvre des coupes trop importantes.

Les accès au lit sont réalisés de préférence avec les matériaux alluvionnaires prélevés sur site. Dans tous les cas, aucun substrat exogène n'est laissé sur place. Les accès sont localisés en cohérence avec les infrastructures de dessertes existantes mais également de manière à réduire les impacts sur le milieu et en particulier sur la ripisylve. Ils sont localisés de préférence à l'amont de la zone de curage.

#### **Lorsque la dérivation des eaux est possible, le mode opératoire est le suivant :**

- Les matériaux sont curés sur le bord du lit et gerbés par jets de pelles successifs de manière à initier la réalisation du batardeau. La position du batardeau doit permettre aux engins de travailler sur l'intégralité de la largeur prévue de l'opération, tout en maintenant un gabarit hydraulique le plus grand possible pour absorber la survenue de coups d'eau.
- Le merlon constitué est réglé et conforté de façon à être circulaire en crête par les engins de chantier. Une piste permettant la manœuvre et le chargement des camions est aménagée à l'arrière du batardeau.
- Le curage se poursuit depuis la crête du batardeau. Au fur et à mesure de l'avancement du curage, le batardeau et la piste sont décalés latéralement.
- Lorsque la rive opposée est atteinte, le batardeau et la piste sont évacués par retrait des engins dans le lit vers la rampe d'accès amont.

La figure suivante, issue d'un compte rendu d'opération du SM3A, illustre la démarche

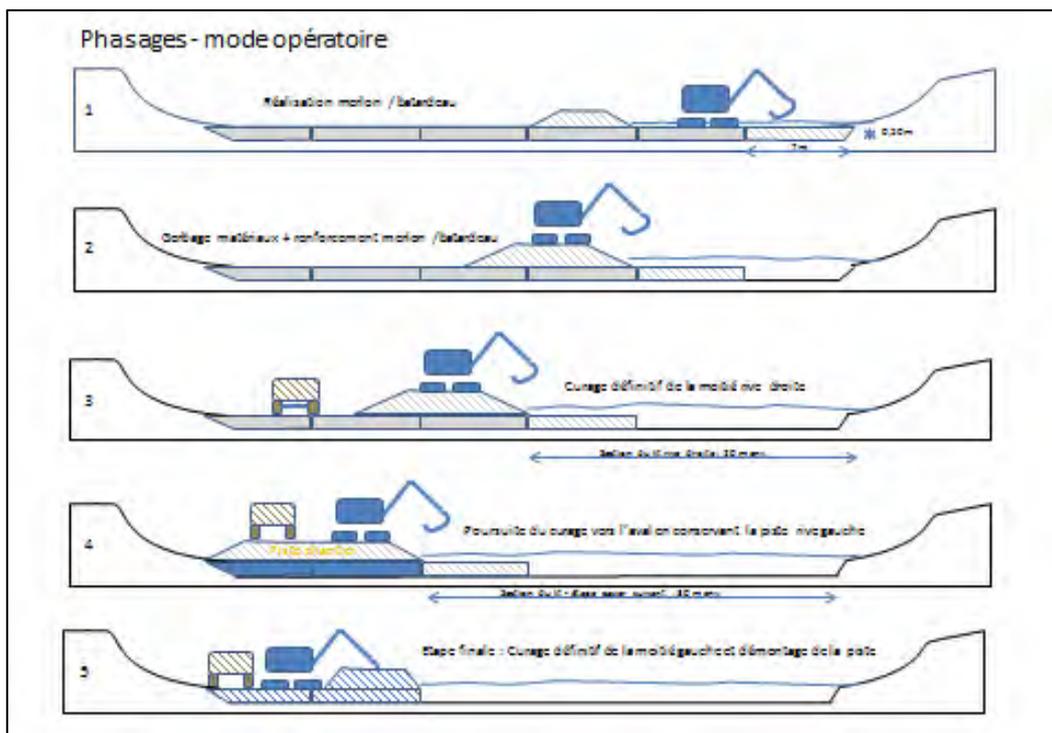


Figure 104 Schéma de principe du mode opératoire de curage dans le lit avec dérivation des eaux

Les photos suivantes tirées du CR d'opération réalisé par le SM3A après des travaux de curage réalisés à Magland en Janvier 2019 illustrent les premières phases du mode opératoire:



Avant réalisation



Pendant réalisation (jets successifs de pelle)



*Fermeture du batardeau*



*Gerbage final des matériaux*



*Piste à l'arrière du batardeau*



*Chargement et évacuation des matériaux*

*Figure 105 Illustration de la méthodologie de curage – Magland, 2019, source SM3A*

**Lorsque la dérivation des eaux n'est pas possible, le mode opératoire est le suivant:**

- Les travaux sont impérativement réalisés en période de basses eaux.
- Curage sur une demi-largeur de lit avec gerbage des matériaux sur la demi-largeur opposée permettant la mise en place d'une piste de circulation au fur et à mesure de la progression des engins. La piste occupe la moitié du lit au maximum.
- Démontage de la piste et curage au droit de la seconde demi-largeur de lit au fur et à mesure du retrait des engins.



*Figure 106 Aménagement de piste sur demi-largeur de cours d'eau et chargement des matériaux lors d'un curage à Chamonix en 2019 (source: SM3A)*

Ce mode opératoire est en particulier mis en œuvre dans la traversée de l'Arve à Chamonix qui présente en plus la contrainte de ponts très bas ne permettant pas la circulation dans le lit des engins classiques. Des engins adaptés peuvent être utilisés, mais impliquent des coûts plus élevés et des délais plus importants inhérents à la location de matériel spécifique.

#### **7.3.2.4. Dérivation des eaux**

Dans la plupart des cas, la dérivation des eaux est effectuée par la réalisation d'un batardeau avec les matériaux alluvionnaires directement issus du site, selon la méthodologie définie dans le paragraphe précédent.

Lorsque le lit est étroit et pour des linéaires assez courts, une dérivation par busage est mise en place.

Lorsqu'une dérivation par un busage de diamètre inférieur à 1 m est suffisant et pour les cours d'eau de moins de 10 m de large, la réalisation d'un entonnement à l'aide de batardeau souples est une alternative possible intéressante pour limiter l'impact sur la turbidité du cours d'eau. Ce type de matériel peut également être utilisé comme batardeau classique si les conditions hydrauliques le permettent.



Figure 107 exemple d'entonnement de busage à l'aide de batardeau souple (source megasecur)

Les systèmes de dérivation des eaux permettant de mettre en assec la zone de chantier devront disposer d'un tronçon fusible. Il s'agit d'un déversoir qui n'est pas protégé et qui permet l'entrée d'eau dans l'enceinte du batardeau. Ainsi, l'occurrence d'une crue dépassant la crue de chantier inonde la zone de chantier préalablement mise en sécurité ce qui permet :

- L'occupation de la majeure partie du lit mineur par la rivière en crue et donc une incidence faible sur les niveaux d'eau
- De n'endommager que partiellement le système de dérivation des eaux, réduisant ainsi le coût des dommages causés par la crue. Dans cette optique, une mesure additionnelle consiste à travailler par séquences de quelques centaines de mètres lorsque les linéaires concernés par les opérations sont très grands.

Le principe est illustré sur la figure suivante :

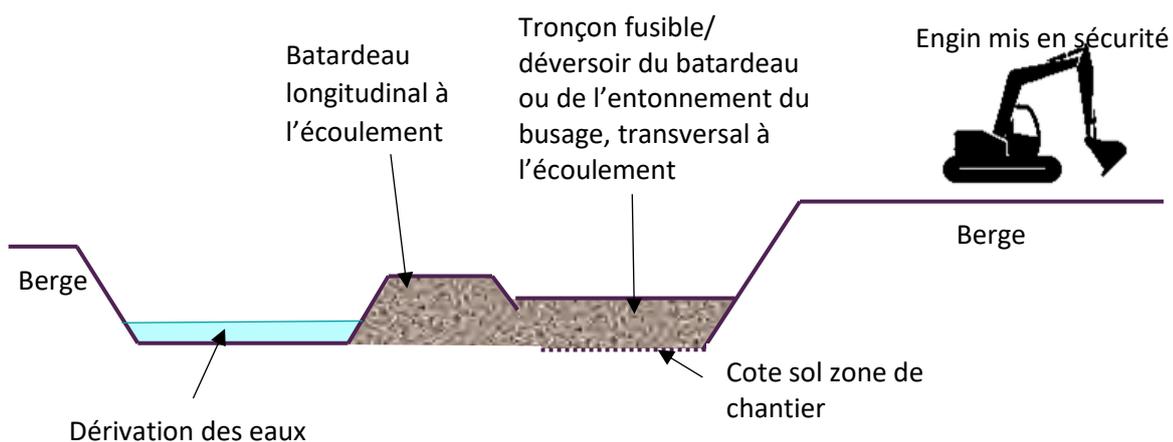


Figure 108 Coupe de principe batardeau fusible

Ces niveaux d'évacuation sont déterminés par rapport à la crête du batardeau.

On peut estimer que les seuils suivants seront pris en compte pour chacun des sites :

- Niveau 50 cm sous la crête du batardeau : évacuation du personnel à pied, vigilance du personnel dans les engins
- Niveau 30 cm sous la crête du batardeau : évacuation des engins et mise en sécurité en point haut.



Figure 109 Sollicitation de la zone fusible (déversoir) d'un batardeau sur le Giffre

### 7.3.3. Mesures d'évitement et de réduction des impacts

Différentes mesures seront prises pour limiter l'impact des travaux sur les milieux naturels :

- Exécution des travaux en période de basses eaux voire d'étiage ou assecs ; néanmoins, en cas d'étiage trop sévère ( $Q < Q_{MNA 5}$ ) mais sans assec ou de température de l'eau trop élevée, les travaux peuvent être arrêtés afin de ne pas accroître le stress du milieu lorsque le niveau d'oxygénation de l'eau est faible et que les rejets de MES ne peuvent être dilués.
- Exécution des travaux en dehors des périodes sensibles vis-à-vis des enjeux environnementaux identifiés dans la zone (faune piscicole, oiseaux, chiroptères, amphibiens ... cf. paragraphe 6). En cas d'impossibilité

lié au caractère d'urgence des opérations ou à l'hydrologie du site, des dispositions de réduction des impacts seront prises.

- Réalisation de pêches électriques de sauvegarde avant mise à sec de la zone de travaux par dérivation des écoulements ou pompage restitution pour les petits cours d'eau.
- Dispositions de sauvegardes des espèces patrimoniales présentes sur site : identification, matérialisation des stations si possibilité de les éviter, prélèvements et déplacements éventuels. Le SM3A dispose de données bancarisées des relevés faunes et flores effectués au gré des aménagements réalisés par le syndicat. La consultation de ces données mises régulièrement à jour est faite avant chaque intervention.
- Limitation stricte de l'abatage d'arbres pour la création des accès.
- Réalisation des curages à sec dans le lit du cours d'eau. En fonction de l'hydrologie des cours d'eau et des dimensions du lit, différentes solutions seront envisagées.
- Mise en place d'un dispositif de limitation du relargage de matières en suspension (MES) en aval. Pendant la période des travaux le bon fonctionnement de l'ensemble du système de filtration sera vérifié : en cas de colmatage important, les filtres seront déchargés afin de garantir leur fonctionnement. L'intervention à l'occasion d'une période où la turbidité naturelle du cours d'eau est importante est à privilégier. Un suivi de la turbidité durant les travaux pourra être mis en œuvre en fonction de l'ampleur de l'opération (durée de l'intervention, volumes à extraire, débit résiduel dans le cours d'eau) afin de s'assurer de la bonne limitation des concentrations en MES en aval de la zone d'intervention.
- Réduction des gênes liées au trafic des camions de transfert de matériaux :
  - Etablissement d'un plan de circulation des camions en milieu urbain (Chamonix notamment).
  - Mise en place d'aires de stationnement sécurisées pour les camions. Mise en place d'une signalisation routière adaptée aux abords du chantier.
  - **Par temps sec** supérieur à une semaine : formation importante de poussières, prévoir le passage d'une balayeuse, en particulier avant le week-end.
  - **Si températures négatives** : essayer de retarder les premières rotations de camion et évacuer le maximum d'eau par levée de la benne pendant une durée suffisante afin de réduire l'écoulement d'eau sur la voirie lors du déplacement du camion. Prévoir si nécessaire une tournée de salage.

Le devenir des matériaux est décrit dans le chapitre 0. Les volumes prélevés, granulométrie de matériaux et présence/absence d'espèces invasives doivent être consignés.

## 7.4. REMOBILISATION

La remobilisation consiste à remanier les matériaux sédimentaires du lit afin d'augmenter leur capacité à être remobilisés naturellement par le cours d'eau. Les sédiments ne sont donc pas extraits du cours d'eau.

Ces travaux concernent essentiellement les rivières présentant une morphologie à bancs exondés, voir à tresses. Elles doivent être déclenchées si la réduction de section du lit par le développement des bancs dans l'espace entre les berges ou les digues devient trop importante pour que l'écoulement des crues puisse s'effectuer sans débordements.

L'objectif de ces opérations est de maintenir la capacité hydraulique du lit en s'assurant de la mobilité des bancs en cours de fixation par la végétation et en exhaussement ou des bancs d'ores et déjà figés, notamment sous l'effet du développement de la végétation et d'un exhaussement important. Il s'agit en fait de faciliter la dynamique alluviale naturelle du cours d'eau, qui peut être diminuée localement pour différentes raisons (absences de crues sur une longue période, tronçons court-circuités ...).

Ces opérations sont ainsi réalisées sur des bancs hors d'eau et l'impact environnemental est généralement faible. En effet, en dehors du secteur de l'Espace Borne Pont de Bellecombe (hors zone d'étude), les enjeux faunes / flores sont limités sur les bancs susceptibles d'être soumis à entretien. En cas d'identification d'enjeux environnementaux sur des bancs soumis à entretien, des mesures d'évitement seront prises afin de limiter l'impact environnemental des travaux.

Les interventions à prévoir sont de plusieurs natures :

- En cas de végétalisation trop importante du banc, le banc devra être au préalable dé végétalisé ;
- En fonction de l'altitude par rapport au lit du cours d'eau, deux solutions devront être privilégiées :
  - Si le banc est situé en moyenne à moins de 50 cm au-dessus du fil d'eau étiage, le banc sera scarifié en surface (création de sillons dans le sens de l'écoulement) afin de favoriser la mobilité des sédiments au cours des crues ;
  - Si le banc est situé à plus de 50 cm au-dessus du fil d'eau d'étiage, le banc devra être arasé à 50 cm maximum au-dessus du fil d'eau d'étiage afin de garantir sa mise en eau régulière.

*Remarque* : la valeur de 50 cm est une valeur de référence, qui devra être validée en fonction des sites et du marnage observé. Il est en effet important que ces bancs puissent être remobilisés dès les hautes eaux et les crues de faibles temps de retour (< 1 an).

- Aménagement d'un chenal d'écoulement préférentiel favorisant la reprise des matériaux excédentaires : soit par l'orientation du flux vers le stock de matériaux à reprendre, soit par anticipation de la dynamique alluviale naturelle (cf. ci-dessous exemple de confluence de la Diosaz).

### **Exemple de remobilisation: site de la confluence Arve - Diosaz**

Des travaux de remobilisation ont été effectués en 2016 au droit de l'espace de divagation de l'Arve à la confluence entre la Diosaz. La comparaison des levés topographiques entre 2013 et 2015 faisait état d'un engravement notable sur ce secteur. L'Arve décrit à cet endroit une courbe vers l'ouest. En dehors des épisodes de crues, les écoulements ont naturellement tendances à se trouver en extrados de cette courbe et le banc de galets en intrados à tendance à s'engraisser.

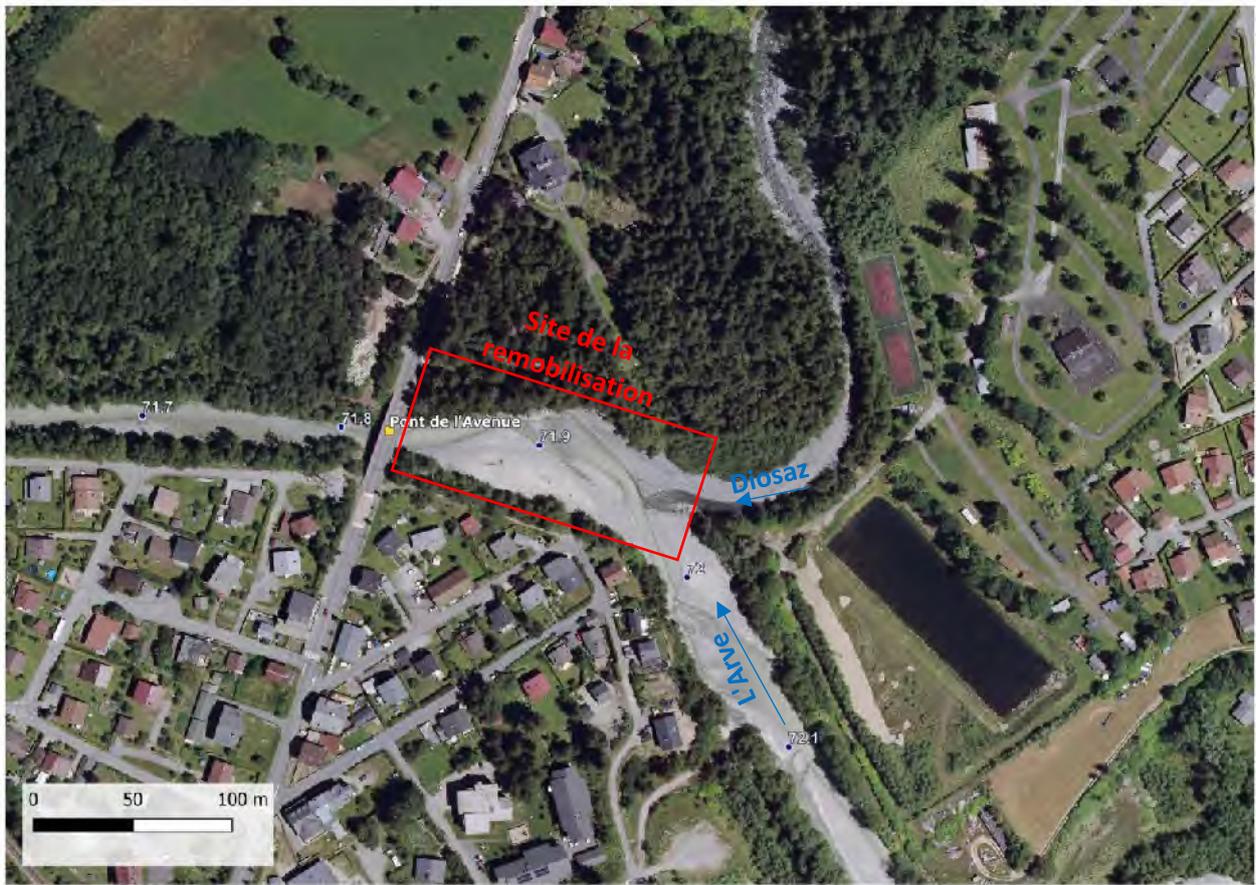


Figure 110 Vue aérienne du secteur remobilisé à la confluence Arve-Diosaz

L'opération de remobilisation a consisté à recréer un chenal préférentiel en intrados de cette courbe. Les matériaux déblayés sont remblayés en extrados. A l'occasion de crues saisonnières, le chenal se déplace vers sa position naturelle dans l'extrados, remobilisant des matériaux au gré de son déplacement.



Figure 111 Site de remobilisation confluence Arve-Diosaz. Dessiné en bleu, le chenal préférentiel réalisé en 2016. A la date de la photo fin novembre 2020, le cours d'eau s'est redéplacé vers son chenal préférentiel initial et naturel, en extrados.

La comparaison des levés LiDAR de 2015 et 2017 effectuée par Styx4D indique que l'opération de 2016 a été efficace, bien que le bénéfice pour le cours d'eau ne soit que temporaire.

## 7.5. ACCES

Les accès par les parcelles publiques (SM3A, Communauté de Communes, DPF...) sont à privilégier. Les modalités de servitude de passage pour l'accès par des parcelles privées seront définies dans le cadre d'une Déclaration d'Intérêt Général. Cette dernière ne doit donc pas être restreinte au lit des cours d'eau, mais également couvrir ses accès.

L'aménagement des accès peut nécessiter des travaux de débroussaillage ou d'élagage. L'abatage d'arbres est à éviter lorsqu'un accès alternatif est possible. Lorsque l'abatage est nécessaire, il est limité au strict minimum.

Les accès au lit depuis la berge sont réalisés par la création de rampe avec les matériaux du site. L'apport de matériaux exogènes n'est effectué qu'en cas de stricte nécessité. En cas d'apport de matériaux, un contrôle de qualité de ces derniers doit être effectué, notamment pour s'assurer qu'ils sont exempts de toute

contamination par des Espèces Exotiques Envahissantes (EEE). Les matériaux d'apports ne peuvent en aucun cas être laissés sur place.

## 8. DESTINATION DES MATERIAUX

En cas de doute sur la nature des matériaux (granulométrie, pollution des fines, présence d'invasives) des prélèvements devront être réalisés et la nature et la qualité des sédiments devront être précisées. Les volumes prélevés, granulométrie de matériaux et présence/absence d'espèces invasives doivent être consignés.

### 8.1. GESTION DES ESPECES INVASIVES

Un des points potentiellement bloquant vis-à-vis de la réinjection de matériaux concerne la présence de plantes invasives sur les secteurs d'entretien. En effet, la réinjection de sédiments contaminés par la présence de plantes invasives entraînerait une dispersion de l'espèce en aval ou dans un autre cours d'eau au droit et en aval des points de réinjection.

Sauf si un traitement des sédiments curés est appliqué et permet de s'assurer de la non dispersion d'espèces invasives, la réinjection de matériaux contaminés n'est pas souhaitable.

Plus largement, lorsque des espèces invasives sont identifiées sur un tronçon à entretenir, différentes dispositions devront être mises en œuvre afin de limiter la dispersion / propagation des espèces. Les actions seront mises en œuvre dans une démarche :

- D'évitement (identifier / baliser), avec adaptation des méthodes de travaux pour empêcher la propagation des espèces (nettoyage strict des engins, contrôle des zones de stockage temporaire de matériaux ...)
- De gestion, si le traitement des sites est techniquement envisageable et qu'il semble pertinent.

### 8.2. REINJECTION DES MATERIAUX

Le SAGE, le SDAGE et le plan de gestion des matériaux solides de l'Arve (SOGREAH 2004) incite à la continuité du transit sédimentaire sur l'ensemble du bassin hydrographique de l'Arve afin de garantir le bon équilibre des cours d'eau. Lorsque par mesure de sécurité le transit est freiné par des ouvrages de rétention (bacs, plage de dépôts...) ou arrêté par des curages, la continuité sédimentaire peut être maintenue en réinjectant les sédiments plus en aval, notamment sur des sites déficitaires.

La faisabilité des opérations de réinjection peut dépendre de plusieurs facteurs :

- Nature / Granulométrie et qualité physico-chimiques des sédiments à réinjecter ;
- Volume de matériaux à réinjecter ;
- Contraintes technico-économiques et de distance des sources aux points de réinjection (problématique de qualité de l'air).

### 8.2.1.1. Nature et qualité des sédiments

Concernant les sables et les graviers (diamètre médian supérieur à 2 mm), il convient de favoriser le plus possible la réinjection des matériaux, dans des sites où la pertinence d'une opération de réinjection est identifiée dans le cadre du présent plan de gestion. Ces sédiments sont en effet importants vis-à-vis de la morphologie des cours d'eau, forment un substrat biogène favorable au fraie des poissons. Par ailleurs, le risque de pollution est faible, si bien que la réinjection de ces sédiments est souvent favorable au milieu et à la morphologie des cours d'eau.

Une attention devra néanmoins être portée sur la localisation des points de réinjection : il est important que les points de réinjection soient situés dans des secteurs où le transit des matériaux est efficace afin d'éviter des dépôts massifs sur des tronçons en aval des points de réinjection. Les secteurs favorables sont identifiés dans le présent plan de gestion, au travers de fiches tronçon de réinjection.

Pour les matériaux plus fins (argiles et limons), la nécessité de réinjection est moindre mais peut tout de même être envisagée et mise en œuvre. Le risque de dépôt est bien moindre que pour les matériaux plus grossiers (sous réserve de débit suffisant dans le cours d'eau au cours de l'opération de réinjection). En revanche, le risque de pollution associée est plus important ; en dehors de l'Arve, il existe peu de données permettant de caractériser la composition chimique des sédiments fins déposés dans les cours d'eau. Lorsque des travaux de curage seront réalisés dans des zones sensibles du point de vue de la pollution des matériaux, des analyses chimiques complémentaires pourront être mises en œuvre afin de caractériser la composition chimique de sédiments. La nomenclature Loi sur l'Eau prévoit des seuils de concentration de différentes substances chimiques en deçà desquels les éléments de granulométrie inférieure à 2mm doivent se trouver pour être réinjectés. Il s'agit du niveau de référence S1 du tableau IV annexé à la nomenclature Loi sur l'Eau (R. 214-1 du code de l'environnement).

**Tableau IV**  
**Niveaux relatifs aux éléments et composés traces**  
**(en mg/kg de sédiment sec analysé sur la fraction inférieure à 2 mm)**

PARAMÈTRES	NIVEAU S1
Arsenic	30
Cadmium	2
Chrome	150
Cuivre	100
Mercure	1
Nickel	50
Plomb	100
Zinc	300
PCB totaux	0,680
HAP totaux	22,800

*Figure 112 Tableau IV annexé à la nomenclature loi sur l'eau (R. 214-1 du code de l'environnement).*

### 8.2.1.2. Localisation des points de réinjection dans le lit de l'Arve

Les matériaux extraits devront préférentiellement être réinjectés afin de satisfaire :

- Le principe de continuité sédimentaire ;
- Dans certains cas, sur l'Arve notamment, limiter des phénomènes d'incision, par réinjection à l'amont immédiat des secteurs soumis à l'incision et qui font l'objet de fiches sites.

Le point de réinjection le plus simple à mettre en œuvre est le site lui-même d'entretien, ou l'aval immédiat du site. Dans ce cas, on parlera plutôt de remobilisation des matériaux au droit du site d'entretien. Cette opération n'est cependant pas possible dans tous les cas : si un risque de fixation ou de dépôt des matériaux remobilisés existe en aval, ce type d'opération sera inefficace voire contre-productive (nécessité d'entretien aval). Il s'agit donc de s'assurer que le cours présente une bonne continuité de son transit sédimentaire en aval avant d'envisager ce type d'opération.

Néanmoins, pour de nombreux affluents, la continuité sédimentaire n'est pas assurée jusqu'à la confluence avec l'Arve. Il apparaît donc plus opportun d'envisager une réinjection directement dans le lit de l'Arve (ici encore, si les caractéristiques de l'Arve s'y prêtent). Néanmoins si certains affluents s'y prêtent (*ie.* pas de risque de blocage dans l'affluent), une réinjection dans le cours d'eau ou un cours d'eau voisin en amont de la confluence avec l'Arve pourra être envisagée.

Les secteurs de réinjection font l'objet de fiches.

Aucun site de réinjection n'est localisé sur le secteur D, la problématique d'excès sédimentaire par rapport à la capacité de transport étant généralisée sur cette zone. La faisabilité technico-économique de réinjection de ces matériaux sur les sites situés à l'aval doit être étudiée au cas par cas. En effet, ces opérations impliquent un trafic important de camions sur des distances potentiellement importantes. Au-delà du coût de l'opération, le bénéfice escompté doit être mis en balance avec la problématique de la pollution atmosphérique, qui constitue un enjeu majeur de la vallée.

La capacité de réinjection reflète :

- Le volume de matériaux pouvant être déversé dans le lit sans impacter significativement la capacité hydraulique et le risque d'inondation au droit du site de réinjection ;
- Le volume de matériaux pouvant être repris efficacement par le cours d'eau.

La fréquence de réinjection dépend de la reprise des matériaux par le cours d'eau et donc de l'occurrence et de l'intensité des crues saisonnières.

Sur le secteur C amont 5 sites de réinjections ont été identifiés sur le Bonnant:

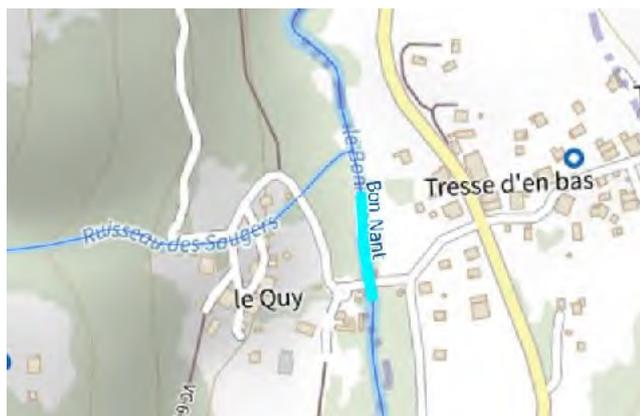
- **Pont des Creys aux Contamines:** Pente relativement forte - très bonne capacité de transport du Bonnant en extrados à l'aval du Nant de la Chovettaz (affluent RG). Capacité de 300 m<sup>3</sup> à 1000 m<sup>3</sup>.



- **La Chapelle aux Contamines :** pente relativement soutenue - bonne capacité de transport à l'aval du pont. Capacité de 300 m<sup>3</sup> à 500 m<sup>3</sup>



- **Le Quy :** tronçon en léger déficit sédimentaire et encaissé. Pente relativement soutenue et bonne capacité de transport à l'aval du pont ; secteur encaissé. Capacité de 100m<sup>3</sup> à 300m<sup>3</sup>.



- **Les Margagnes** : secteur en incision sédimentaire et présentant une forte capacité de transport. Capacité de 100m<sup>3</sup> à 300m<sup>3</sup>.



- **Les Praz , aval pont du Crouet** : Secteur en incision présentant une forte capacité de transport. Capacité 100 m<sup>3</sup> à 200 m<sup>3</sup>.

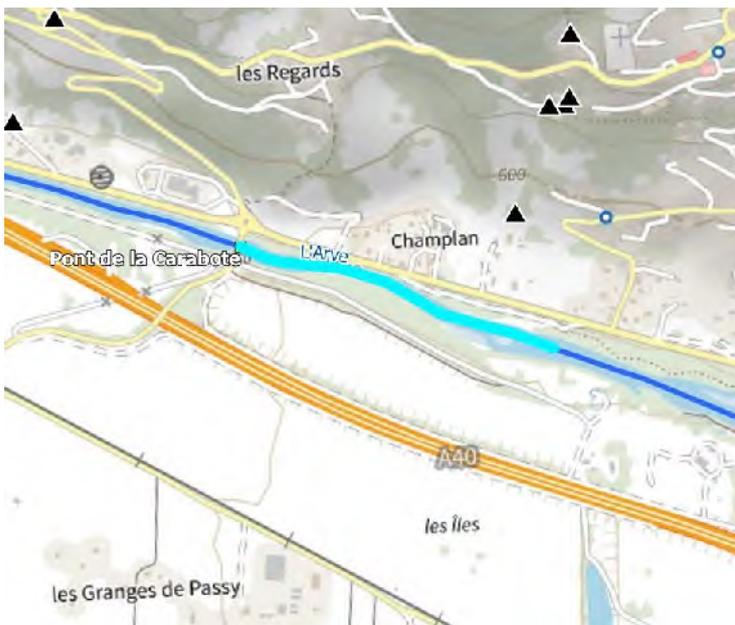


Sur le secteur C aval, 8 sites de réinjection sont identifiés sur l'Arve:

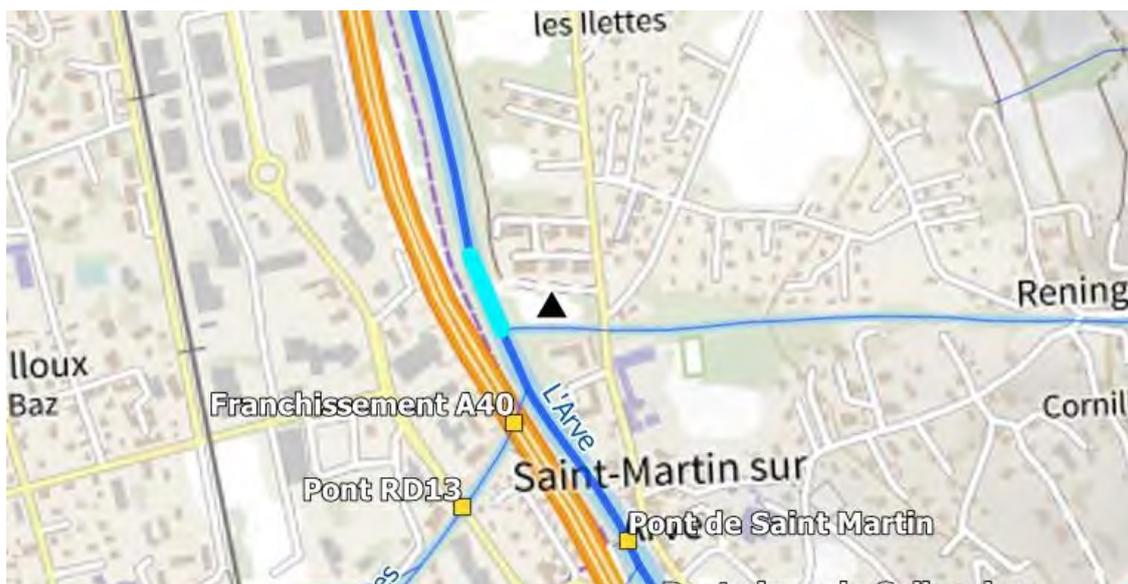
- **Abbaye aval barrage** : Secteur avec une bonne capacité de transport influencée par les éclusées du barrage de l'Abbaye. Bonne reprise des matériaux de Juin à Aout. Réinjection 2000 m<sup>3</sup> à 3000 m<sup>3</sup>.



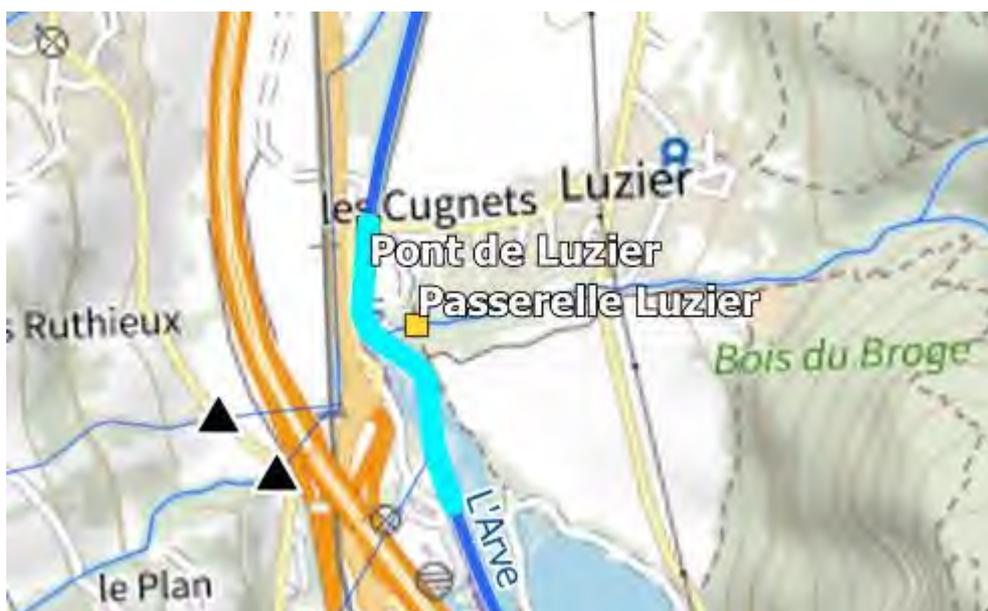
- **Carabotte** : tronçon aval incisé présentant une bonne revanche hydraulique. Le site présente un léger fuseau de mobilité avec des atterrissements et une ancienne banquette alluviale. Capacité de 2000 m<sup>3</sup>.



- **Reninge** : lit très chenalisé et bonne revanche hydraulique. L'aménagement de la plage de dépôt de Reninge rend l'accès au lit particulièrement facile. Volumes à réinjecter 300 m<sup>3</sup> à 800 m<sup>3</sup>.



- **Luzier** : L'Arve présente une zone de divagation et de rescindement du lit au droit du nant de Luzier Bonne dynamique alluviale sur le site. Capacité de 1000 m<sup>3</sup> à 2000 m<sup>3</sup>.



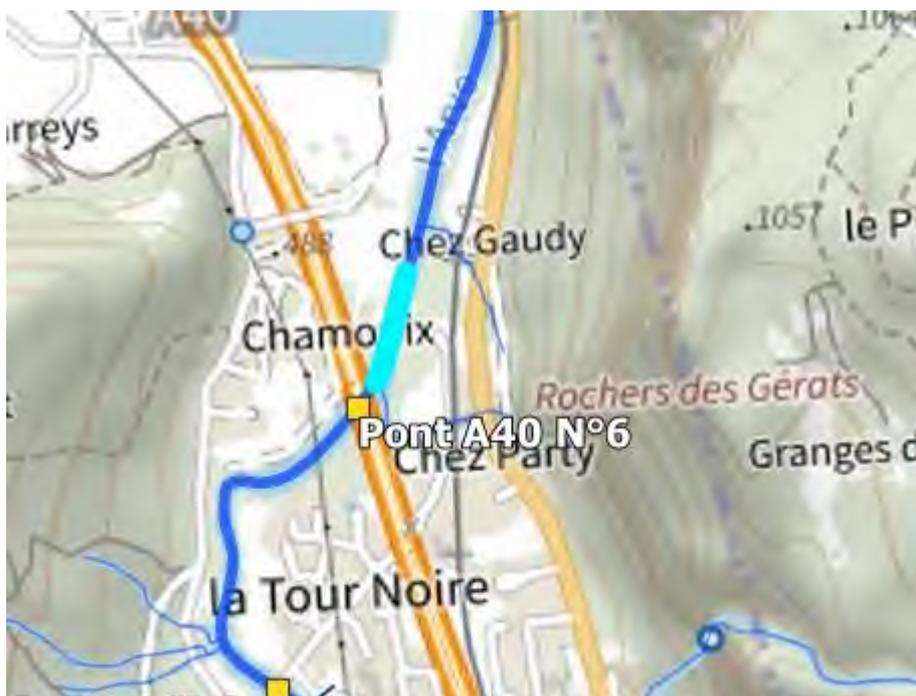
- **La Rippaz** : Confluence active et dynamique (apports sédimentaires de la Rippaz) avec une bonne revanche. Capacité 1000 m<sup>3</sup> à 2000 m<sup>3</sup>.



- **Le Verney à Magland** : zone chenalisée et incisée. Le secteur est rectiligne avec une dynamique moyenne mais une bonne revanche hydraulique. Capacité de réinjection de 1000m<sup>3</sup> à 2000 m<sup>3</sup>.



- **Chamonix Mottet** (commune de Magland) : zone chenalisée et fortement incisée avec une assez bonne dynamique hydraulique dans la zone de remous du seuil et selon le régime de l'Arve (crue annuelle juin à août). Capacité 1000 m<sup>3</sup> à 3000 m<sup>3</sup>



- **Balme à Magland** : secteur assez large - bonne revanche hydraulique. Capacité de 500 m<sup>3</sup>



### 8.2.1.3. Modalités de réinjection

Suivants les objectifs, la réinjection peut s'effectuer selon différents protocoles :

- **Réinjection en direct** : elle s'effectue pendant le curage, au bénéfice des évacuations. Autant que faire se peut, la réinjection en direct est à privilégier pour rationaliser les coûts (reprise de matériaux). Dans ce cas, les sites doivent être adaptés (accessibilité, fréquence de livraison à pied d'œuvre, mise en œuvre...).

- **Réinjection différée** : elle s'effectue à partir de stocks constitués quand la réinjection directe n'a pas été possible. Dans ce cas, la réinjection se fait après curage, ce qui nécessite une reprise sur stock. Le SM3A dispose d'une plateforme en bord d'Arve à Passy, d'une capacité d'environ 20 000 à 30 000 m<sup>3</sup>, pour stocker en urgence et/ou en quantité des matériaux.

Ces réinjections ne concernent que les matériaux non infestés par des plantes invasives. En cas de contamination, de telles réinjections ne seront envisageables qu'après traitement des matériaux.

### **Réinjection de matériaux grossiers:**

Les matériaux au lit peuvent être réinjectés selon différentes modalités en fonction des caractéristiques du site et des conditions d'écoulement. Le tableau suivant synthétise les différentes méthodes de mise en œuvre.

Tableau 15 : Synthèse des différentes modalités de réinjection

Modalité	Positionnement	Mise en œuvre	Incidence sur la section	Impact de la mise en œuvre	Impact de la reprise	Capacité de remobilisation des matériaux
<b>Gerbage à la pelle mécanique</b>	Depuis la berge ou un stock avancé par déversement en pleine eau	En crue	Faible	Turbidité forte	Turbidité importante	Reprise Immédiate
<b>Régilage dans le lit au pousseur</b>	Sur toute la largeur ou partie du lit	(Crue) / Hors crue	Moyen	Turbidité forte	Turbidité progressive	Reprise à long terme
<b>En épis</b>	En pied de berge perpendiculairement aux écoulements	Crue / Hors crue	Fort	Turbidité moyenne	Turbidité moyenne	Reprise rapide et progressive
<b>En banquettes (merlon)</b>	En pied de berge, le long du lit, parallèlement aux écoulements	Hors crue	Moyen	Turbidité faible	Turbidité Progressive.	Reprise progressive en crue

**Gerbage à la pelle mécanique** : Cette méthode est mise en œuvre à l'occasion d'une crue et donc plutôt de manière différée par rapport au curage. Elle implique une forte réactivité des entreprises de travaux pour intervenir au moment opportun. L'incidence sur la section hydraulique est faible puisque les matériaux sont immédiatement repris. De même, l'incidence sur la qualité de l'eau est relative car les eaux de l'Arve présente naturellement une forte turbidité durant la crue. L'exposition au risque hydraulique doit être maîtrisée : les engins et le personnel ne pénètrent pas dans le lit du cours d'eau et doivent disposer d'une zone de repli sécurisée à proximité immédiate en cas de brusque montée des eaux (lié à un éclusage notamment). Les volumes réinjectés sont nécessairement limités par la durée de l'épisode de crue.

**Régalage dans le lit au pousseur** : Les matériaux sont régalés sur tout ou partie de la largeur du lit. Ils sont ainsi repris progressivement au gré des fluctuations de l'hydrologie. La méthode présente l'avantage de pouvoir réinjecter une grande quantité de matériaux avec un impact modéré sur les lignes d'eau et un effet diffus dans le temps sur la restauration du transit sédimentaire.

**En épis** : Cette méthode consiste à former des épis fusibles le long de la berge. L'objectif est double : il s'agit d'une part de recharger le lit avec les matériaux réinjectés qui seront progressivement repris par les crues et d'autre part d'orienter les écoulements vers des zones de dépôts sur la rive opposée (bancs) pour favoriser la dynamique alluviale latérale. Cette méthode a notamment été testée avec succès sur les sites de la Carabotte et de Luzier, avec des épis de 1.5 m de haut et 5 m de long environ. Le retour d'expérience laisse penser que la reprise des bancs pourrait être optimisée par la mise en œuvre d'épis plus massifs et moins nombreux.



Figure 113 Réinjection sous forme d'épis sur le site de la Carabotte. A la fin de l'opération (à g.) et 2 ans plus tard (à d.)



Figure 114 Réinjection sous forme d'épis sur le site de Luzier. A la fin de l'opération (à g.) et 2 ans plus tard (à d.)

**En banquette** : Cette méthode consiste à disposer les matériaux en banquette peu compacte en pied de berge lorsque le niveau de l'eau est bas. On crée de ce fait une berge avec une crête assez basse pour être dépassée par les niveaux de crues les plus courants, et fortement érodable. La méthode présente l'avantage de ne pas provoquer de turbidité lors de sa mise en œuvre puisque les matériaux ne sont pas directement en contact avec les écoulements. La turbidité causée à la reprise des matériaux est relative car plus les écoulements sont importants, plus la turbidité naturelle du cours d'eau sera forte et donc l'impact faible (dilution naturelle).

### **Réinjection de matériaux fins**

Concernant les sédiments les plus fins, les volumes à extraire sont globalement compris entre 200 m<sup>3</sup> et 1000 m<sup>3</sup> par intervention. La réinjection de ces matériaux, transportés en suspension, est généralement peu pratiquée, ces matériaux étant moins importants pour la morphologie des cours d'eau. Ces sédiments peuvent même être considérés comme une problématique de gestion vis-à-vis de certains enjeux :

- Dépôt et colmatage sur les bancs / atterrissement permettant le développement de la végétation et la fixation de ces derniers.
- Dépôt dans les retenues

La principale problématique liée à la réinjection de matériaux fins est l'impact sur la turbidité des eaux et in fine le colmatage de substrats biogènes.

Il convient néanmoins dans le cas présent de remettre ces volumes de réinjection dans le contexte du transport de matières en suspension (MES) de l'Arve.

Le flux annuel moyen transporté en suspension de l'Arve a récemment été ré-estimé (Launay et al, 2019) : il s'élève à 0.68 Mt/an, soit environ 515 000 m<sup>3</sup>/an (en considérant une densité apparente de 1320 kg/m<sup>3</sup>).

Dans ce contexte, la réinjection de 1000 m<sup>3</sup> de sédiments représenterait 0.19% des apports moyens naturels de l'Arve.

Il est également possible d'estimer l'augmentation de concentration en MES dans l'Arve en prenant en compte les modalités de réinjection suivante :

- Relargage de 1000 m<sup>3</sup> de sédiments ;
- Durée de la réinjection : 24h ;
- Débit de l'Arve : 100 m<sup>3</sup>/s (débit dépassé en moyenne 20% du temps au cours d'un cycle hydrologique moyen).

Dans ces conditions, toujours en considérant une densité apparente de 1320 kg/m<sup>3</sup>, l'augmentation de concentration de l'Arve en MES s'élève à +0.15 g/L. Ici encore, il est nécessaire de remettre cette augmentation de concentration dans son contexte. A 100 m<sup>3</sup>/s, la concentration moyenne naturelle observée est de 0.19 g/L. Cette relation reste cependant extrêmement variable, et à débit équivalent, les concentrations en MES peuvent varier de 0.03 à plus de 1 g/L.

La réinjection de 1000 m<sup>3</sup> de sédiments fins, dans les conditions décrites précédemment, entrainerait alors une augmentation de la concentration qui atteindrait :

- 0.18 g/L si la concentration initiale est de 0.03 g/L à 100 m<sup>3</sup>/s ;
- 0.34 g/L si la concentration initiale est de 0.19 g/L à 100 m<sup>3</sup>/s ;
- 1.15 g/L si la concentration initiale est de 0.1 g/L à 100 m<sup>3</sup>/s.

Dans ces conditions, la réinjection de sédiments fins directement dans le lit de l'Arve apparaît tout à fait envisageable du point de vue :

- Du bilan moyen annuel transitant dans l'Arve ;
- De l'augmentation des concentrations en MES en aval du point de réinjection.

Afin de limiter les impacts, la réinjection de sédiments fins devra donc être réalisée selon les modalités suivantes :

- Période de réinjection de préférence au printemps, après la période de fraie des salmonidés et peu de temps avant la période de hautes eaux. Les crues doivent en effet arriver rapidement pour éviter la consolidation des dépôts.
- Réinjection par palier de 1000 m<sup>3</sup> maximum
- En cas de réinjection hors crue, les matériaux sont déposés dans le lit mais sans être directement en contact avec les écoulements vifs. La turbidité causée à la reprise des matériaux est relative car plus les écoulements sont importants, plus la turbidité naturelle du cours d'eau sera forte et donc l'impact faible.
- En cas de réinjection en hautes eaux:
  - Durée minimum de la réinjection : 24 h soit des travaux avec engins sur 3 jours (8h/j);
  - Débit minimum de l'Arve permettant une bonne dissolution des sédiments : 100 m<sup>3</sup>/s.

## 8.3. EXTRACTIONS DEFINITIVES

### 8.3.1. Extractions industrielles

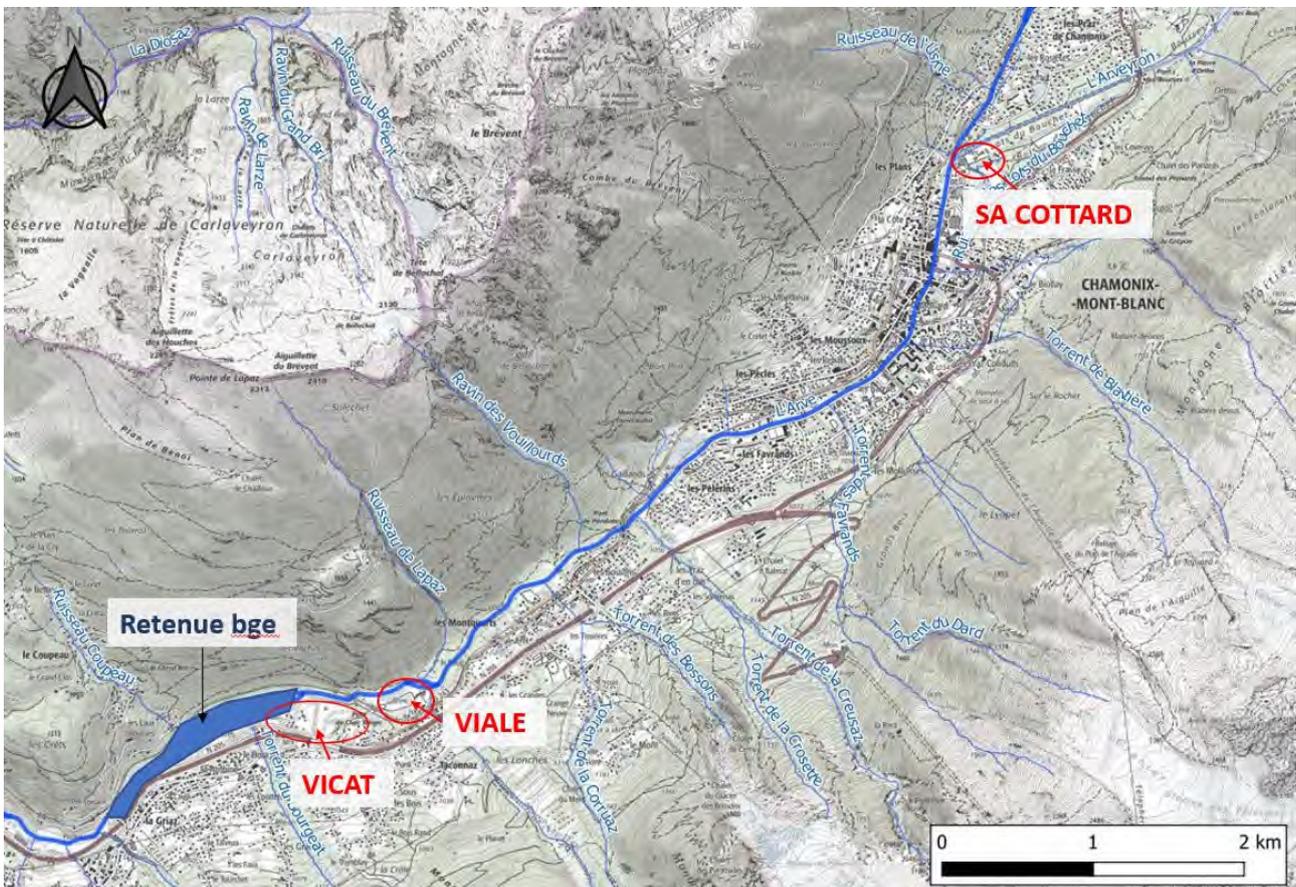
L'arrêté du 22 septembre 1994 relatif aux exploitations de carrières interdit l'extraction de matériaux dans le lit mineur des cours d'eau. Ces extractions restent possibles si l'entretien du cours d'eau les rendent nécessaire.

On note la présence de plusieurs exploitations industrielles de matériaux issus du lit mineur de l'Arve encore en activité à Chamonix.

Il s'agit de :

- SA Cottard, situé en rive gauche de l'Arveyron de la Mer de Glace, juste avant la confluence avec l'Arve. L'autorisation d'exploitation a été renouvelée par l'arrêté Arrêté n° DDT-2017-548. Elle autorise pour une durée de 5 ans l'extraction de 30 000 m<sup>3</sup>/an en moyenne avec un maximum fixé à 40 000 m<sup>3</sup>/an. Les matériaux piégés ont un diamètre inférieur à 10 cm (écartement de l'entrefers à l'entrée du piège à matériaux).
- SARL VIALE, situé à la confluence du torrent de Tacconnaz et de l'Arve. L'autorisation d'exploitation a été renouvelée par l' Arrêté n° DDT-2016-1409. Elle autorise pour une durée de 5 ans l'extraction de 55 000 m<sup>3</sup>/an de matériaux en moyenne avec un maximum de 70 000 m<sup>3</sup>/an. Cette installation comporte plusieurs sites et modalités de prélèvements. Les matériaux plutôt sableux sont prélevés à l'aide de deux pièges sur l'Arve. Des curages de matériaux grossiers peuvent être effectués directement dans le lit de l'Arve pour assurer le bon fonctionnement des pièges. A titre de compensation, le pétitionnaire a à sa charge la réinjection de 750 m<sup>3</sup> de matériaux issus de curages dans le lit mineur (matériaux grossiers).

- Granulats Vicat, situé entre ETS VIALE et la queue de retenue du barrage des Houches. L'autorisation d'exploitation a été renouvelée par l'arrêté Arrêté n° DDT-2016-1410. Elle autorise pour une durée de 5 ans l'extraction de 45 000 m<sup>3</sup>/an de matériaux en moyenne avec un maximum de 60 000 m<sup>3</sup>/an. Les vannes du bassin sont fermées lorsque le barrage des Houches est mis en transparence pour un débit supérieur à 45 m<sup>3</sup>/s (débit de déclenchement d'une chasse hors période de fraie ou sur décision du chargé d'exploitation du barrage). Les matériaux extraits sont essentiellement très fins, le d50 étant estimé entre 0.1 et 0.4 mm. A titre de compensation, le pétitionnaire a à sa charge la réinjection de 750 m<sup>3</sup> de matériaux issus de curage d'urgence réalisés pour le compte du SM3A.
- La sédimentation dans la retenue du barrage des Houches nécessite par ailleurs des curages récurrents par EDF afin de préserver la fonctionnalité de l'ouvrage. A ce titre, l'exploitant dispose d'une autorisation d'extraction de 50 000 m<sup>3</sup>/an. L'étude hydromorphologique du SAGE de l'Arve indique que les volumes curés sont néanmoins bien inférieurs, de l'ordre de 12 000 m<sup>3</sup>/an en moyenne, sans doute du fait des prélèvements réalisés en amont. Le diamètre moyen des matériaux extraits est estimé à 1 mm.



Comme évoqués dans les chapitres précédents (4.1.1.1. et 4.1.1.2., traversée de Chamonix notamment), la configuration de l'Arve dans la traversée de Chamonix présente un excédent d'apports sédimentaires par rapport à la capacité de transport du cours d'eau. Cette problématique est accentuée par la faible capacité hydraulique du lit qui n'autorise qu'un très faible volume de dépôts au regard des apports et nécessite l'intervention régulière du syndicat au titre de la sécurité des personnes et des biens.

Ainsi, le prélèvement de matériaux par l'entreprise SA Cottard concoure à la sécurisation de la traversée de Chamonix et permet de réduire la fréquence des interventions dans le lit.

Les activités de VIALE et VICAT ont un impact moindre sur la sécurisation des enjeux mais participent au bon fonctionnement du barrage des Houches en prélevant en amont des matériaux autrement destinés à sédimenter dans la retenue du barrage. Leur impact sur l'équilibre hydro-sédimentaire du cours d'eau est faible, du fait de leur implantation dans la queue de retenue du barrage des Houches. En cas de changement de fonctionnement du barrage concernant ses modalités de mise en transparence, les conditions de prélèvements sur ces deux exploitations devraient être adaptées en conséquence.

Dans l'état actuel de l'aménagement de l'Arve à Chamonix et du fonctionnement du barrage, et au regard de l'activité économique générée, ces exploitations industrielles sont justifiées.

### 8.3.2. Valorisation des matériaux de curage

La réinjection des matériaux de qualité est limitée par plusieurs facteurs:

- Capacité de réinjection sur les sites identifiés.
- Capacité de stockage sur les plates-formes du SM3A.
- Distance entre le site de curage et le site de réinjection: sur le périmètre du plan de gestion, la problématique de la qualité de l'air est un enjeu majeur. Au-delà des émissions produites par la circulation des engins et des camions, une partie du chargement est potentiellement volatile (présence de fines) et a un impact potentiel non négligeable sur la qualité de l'air. Cet impact est d'autant plus important que les distances parcourues sont grandes.
- Faisabilité économique

Lorsque les conditions nécessaires à la réinjection des matériaux ne sont pas réunies, ces derniers peuvent être valorisés économiquement auprès des entreprises de travaux publics réalisant les travaux.

Cette solution est en particulier valable pour les curages effectués dans la vallée de Chamonix. En effet, les matériaux sont de bonne qualité, les sites se trouvent à environ 20 km de la plate-forme de stockage ou du site de réinjection le plus proche, et la revente de tout ou partie des matériaux permet d'amortir et pérenniser les actions d'entretien nécessaires, qui sont coûteuses par leur fréquence et leur difficulté de mise en œuvre. La réinjection des matériaux doit néanmoins rester la destination des matériaux privilégiée et l'opportunité de valoriser les matériaux est étudiée au cas par cas par les agents du SM3A.

### 8.3.3. Mise en décharge

Lorsque les matériaux extraits ne permettent pas d'envisager ni une réinjection, ni une valorisation, notamment du fait de leur qualité, ils seront évacués vers une décharge agréée.

Des analyses complémentaires de qualité des matériaux pourront être nécessaires afin de préciser la destination des sédiments. Les paramètres de qualité concernés sont d'une part la contamination biologique par des espèces exotiques envahissantes et d'autre part les paramètres physico-chimiques mentionnés au tableau IV annexé à la nomenclature Loi sur l'Eau (R. 214-1 du code de l'environnement). (cf. 8.2.1.1. )

## 9. SPECIFICATIONS PREALABLES AUX INTERVENTIONS

### 9.1. SUIVI TOPOGRAPHIQUE

La réalisation de levés topographiques peut être nécessaire pour déterminer la nécessité de déclencher une opération de curage ou de remobilisation. Cet aspect a été développé au 7.3.1.

Pour les opérations mobilisant un volume supérieur à 2 000 m<sup>3</sup> ou pour un volume inférieur si le maître d'ouvrage le juge nécessaire, des levés topographiques post-curages sont effectués.

La bancarisation des données topographiques selon une méthodologie adaptée (proposée par Morph'eau conseils dans l'analyse de l'évolution topographique du fond de l'Arve et du Giffre en 2018) permettra, lors des prochaines études morphologiques, de caractériser plus précisément le transport solide et la dynamique des cours d'eau du bassin versant.

### 9.2. ANALYSE DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

Avant chaque opération, une analyse des enjeux environnementaux spécifiques au site d'intervention est effectuée par les agents du SM3A.

Cette analyse est réalisée sur la base :

- Des fiches sites annexées au plan de gestion ;
- De visites de terrain de routine effectuées par les agents du SM3A ;
- Des données environnementales bancarisées dans le SIG du syndicat.

En cas de potentielles nouvelles mesures d'évitement ou de réduction des impacts sur les enjeux environnementaux identifiés, une note spécifique sur ces aspects sera demandée à l'entreprise de travaux.

Une analyse préalable au déclenchement de l'opération de curage est de plus effectuée par les techniciens du SM3A concernant la destination des matériaux. L'objectif est de déterminer si tout ou partie des matériaux qui seront curés peuvent être réinjectés. Cette dernière s'appuie sur les éléments suivants:

- Détermination de la qualité des matériaux: visuellement ou par analyse de prélèvements en cas de doute (matériaux sableux ou plus fins).
- Capacité de réinjection disponible sur les sites identifiés.
- Distance du site par rapport aux sites de réinjection ou des plates-formes de stockage, à mettre en lien avec la qualité de l'air prévisible au moment de l'opération.
- Saison de réalisation des opérations

### 9.3. INFORMATIONS RELATIVES AUX OPERATIONS DE CURAGE

### 9.3.1. Information des services de l'Etat

Le maitre d'ouvrage réalise une fiche intervention à destination des services de l'état lorsque le volume curé est supérieur à 2000 m<sup>3</sup>. Cette fiche mentionne les éléments suivants:

- Lieu de l'intervention ;
- Date de l'intervention ;
- Justification du déclenchement ;
- Volume à curer prévu ;
- Volume effectivement curé ;
- Volume mis en stock le cas échéant ;
- Volume réinjecté le cas échéant ;
- Localisation du site de réinjection le cas échéant.

N.B.: Sur 165 fiches d'entretien du lit, 74 prévoient un volume de curage maximum supérieur à 2000 m<sup>3</sup>, le volume minimum de curage prévu dépassant ce seuil sur 33 d'entre elles.

### 9.3.2. Information des usagers

Le maitre d'ouvrage assurera la communication auprès des différents usagers du cours d'eau et de ses abords, préalablement à la mise en œuvre des opérations. Les mesures suivantes sont notamment à mettre en œuvre :

- Dépôt de DT/DICT dès que le linéaire d'intervention est connu, ou au moins 2 semaines avant l'intervention. En cas d'absence de réseau connue au droit d'un site où une intervention régulière est pratiquée ou d'une absence évidente du fait de la localisation de l'intervention, une dispense de cette mesure est éventuellement possible.
- Etablissement de conventions d'informations réciproques auprès des opérateurs de centrales hydro-électriques afin de garantir la sécurité des intervenants sur chantier lorsque les secteurs d'intervention sont situés en aval de retenues.
- Information préalable des usagers le cas échéant : clubs de sports d'eau vive, gestionnaires des stations hydrométriques, AAPPMA...



## ANNEXE 1 – Cartographie

### Linéaires curés - fréquence et volumes de curage - ouvrages

Carte 1 /13 - échelle 1/25000

L'amont de l'Arve - L'Arveyron d'Argentière

#### Légende

Limites du bassin versant de l'Arve

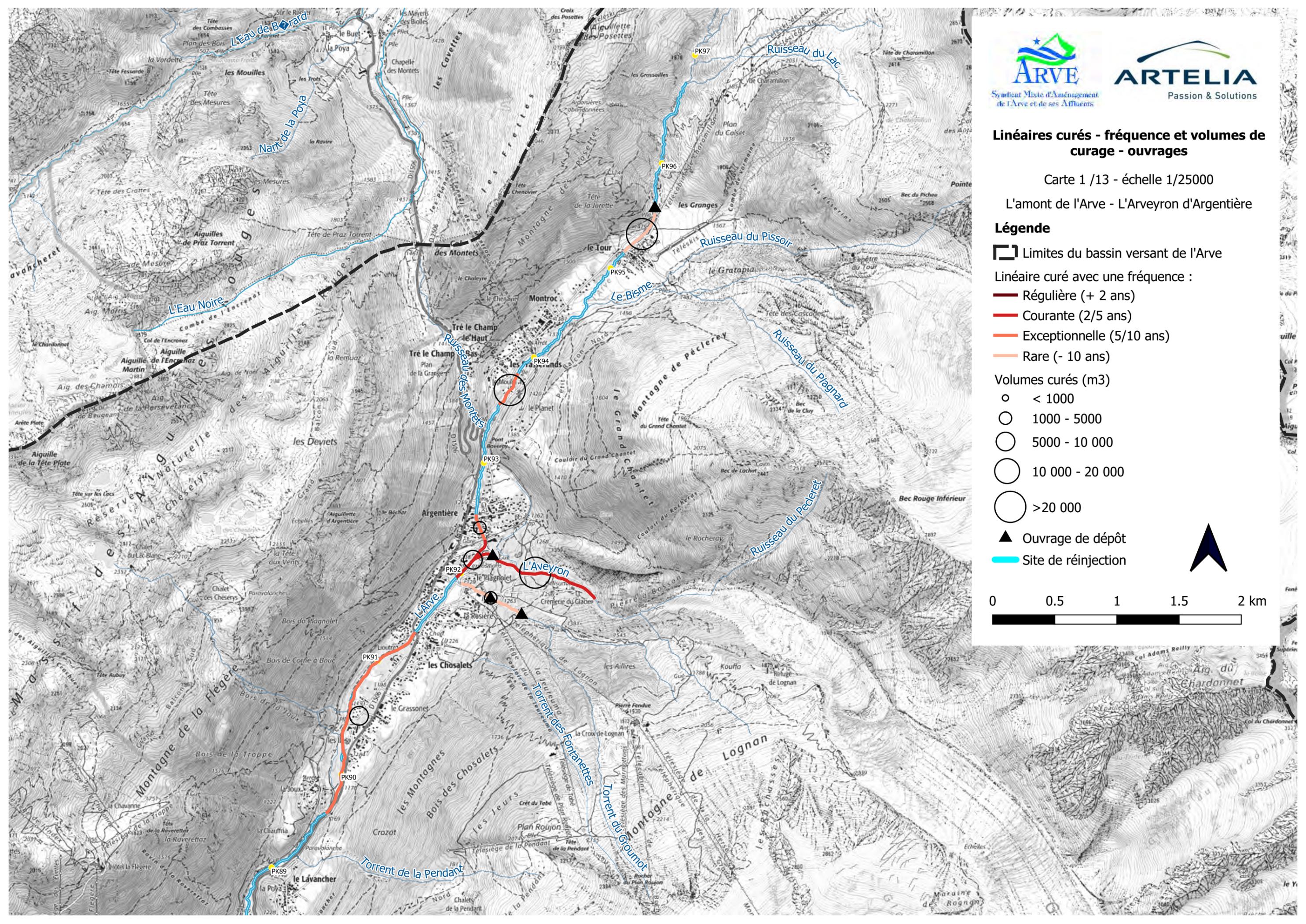
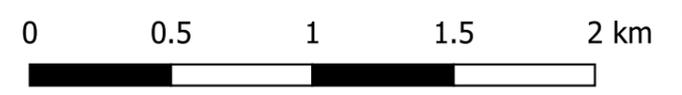
Linéaire curé avec une fréquence :

- Régulière (+ 2 ans)
- Courante (2/5 ans)
- Exceptionnelle (5/10 ans)
- Rare (- 10 ans)

Volumes curés (m3)

- < 1000
- 1000 - 5000
- 5000 - 10 000
- 10 000 - 20 000
- >20 000

- Ouvrage de dépôt
- Site de réinjection



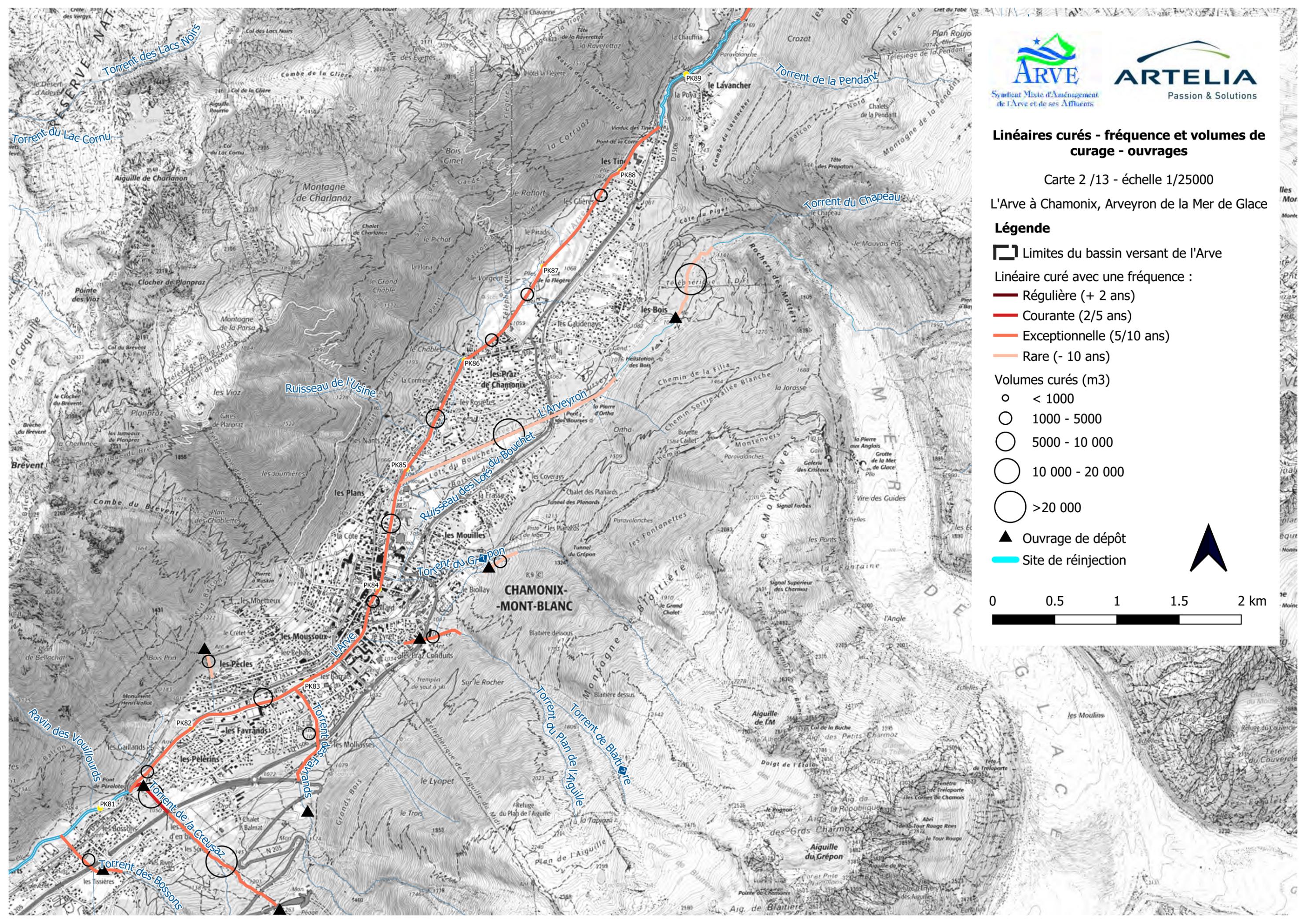
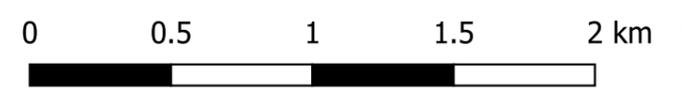
### Linéaires curés - fréquence et volumes de curage - ouvrages

Carte 2 /13 - échelle 1/25000

L'Arve à Chamonix, Arveyron de la Mer de Glace

#### Légende

-  Limites du bassin versant de l'Arve
- Linéaire curé avec une fréquence :
  -  Régulière (+ 2 ans)
  -  Courante (2/5 ans)
  -  Exceptionnelle (5/10 ans)
  -  Rare (- 10 ans)
- Volumes curés (m3)
  -  < 1000
  -  1000 - 5000
  -  5000 - 10 000
  -  10 000 - 20 000
  -  >20 000
-  Ouvrage de dépôt
-  Site de réinjection



### Linéaires curés - fréquence et volumes de curage - ouvrages

Carte 3 /13 - échelle 1/25000  
L'Arve aux Houches, gorges

#### Légende

 Limites du bassin versant de l'Arve

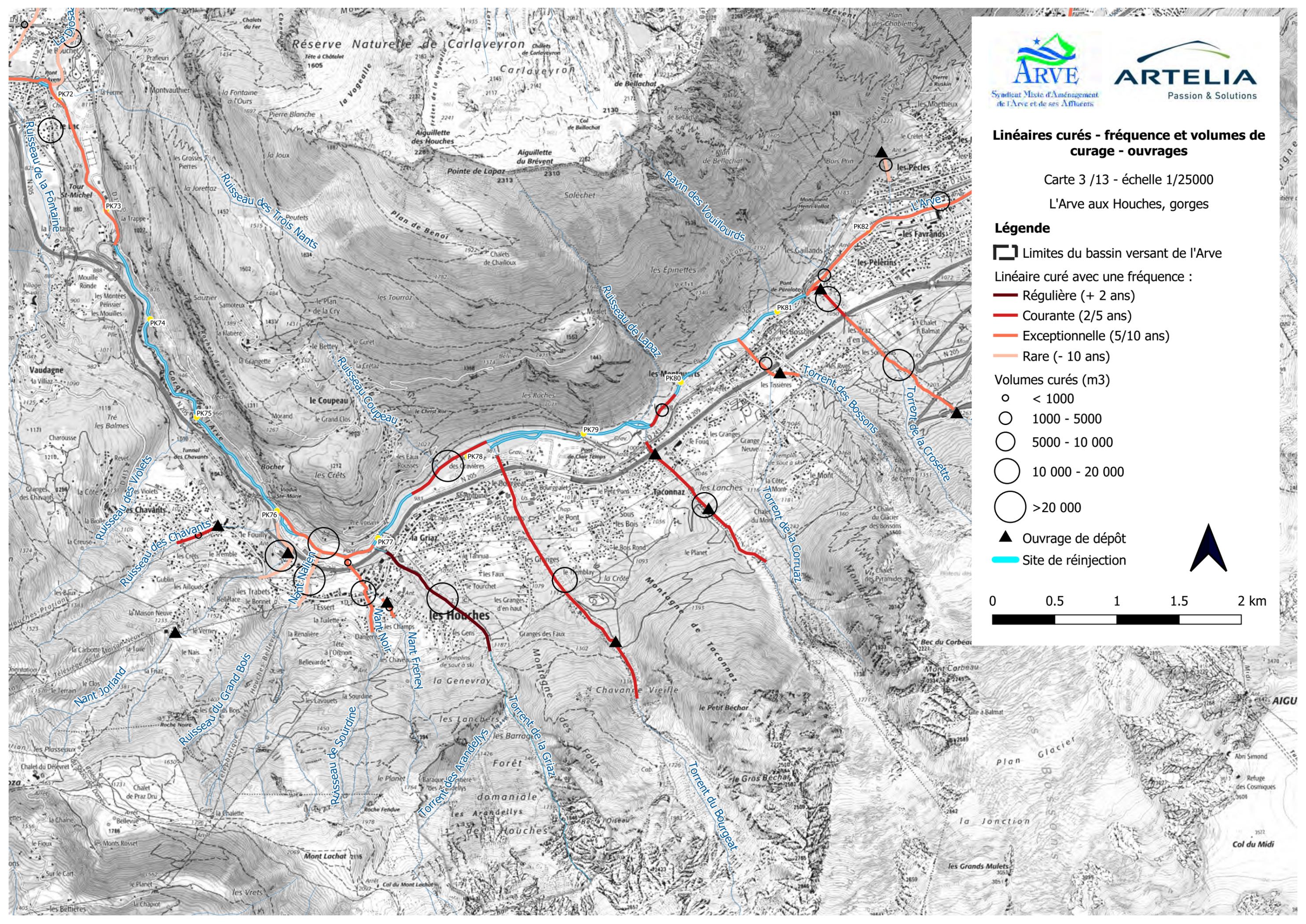
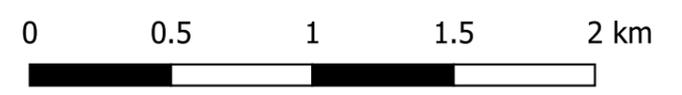
Linéaire curé avec une fréquence :

-  Régulière (+ 2 ans)
-  Courante (2/5 ans)
-  Exceptionnelle (5/10 ans)
-  Rare (- 10 ans)

Volumes curés (m3)

-  < 1000
-  1000 - 5000
-  5000 - 10 000
-  10 000 - 20 000
-  >20 000

-  Ouvrage de dépôt
-  Site de réinjection



### Linéaires curés - fréquence et volumes de curage - ouvrages

Carte 4 /13 - échelle 1/25000

L'Arve entre le barrage des Houches et la confluence avec le Bon Nant

#### Légende

 Limites du bassin versant de l'Arve

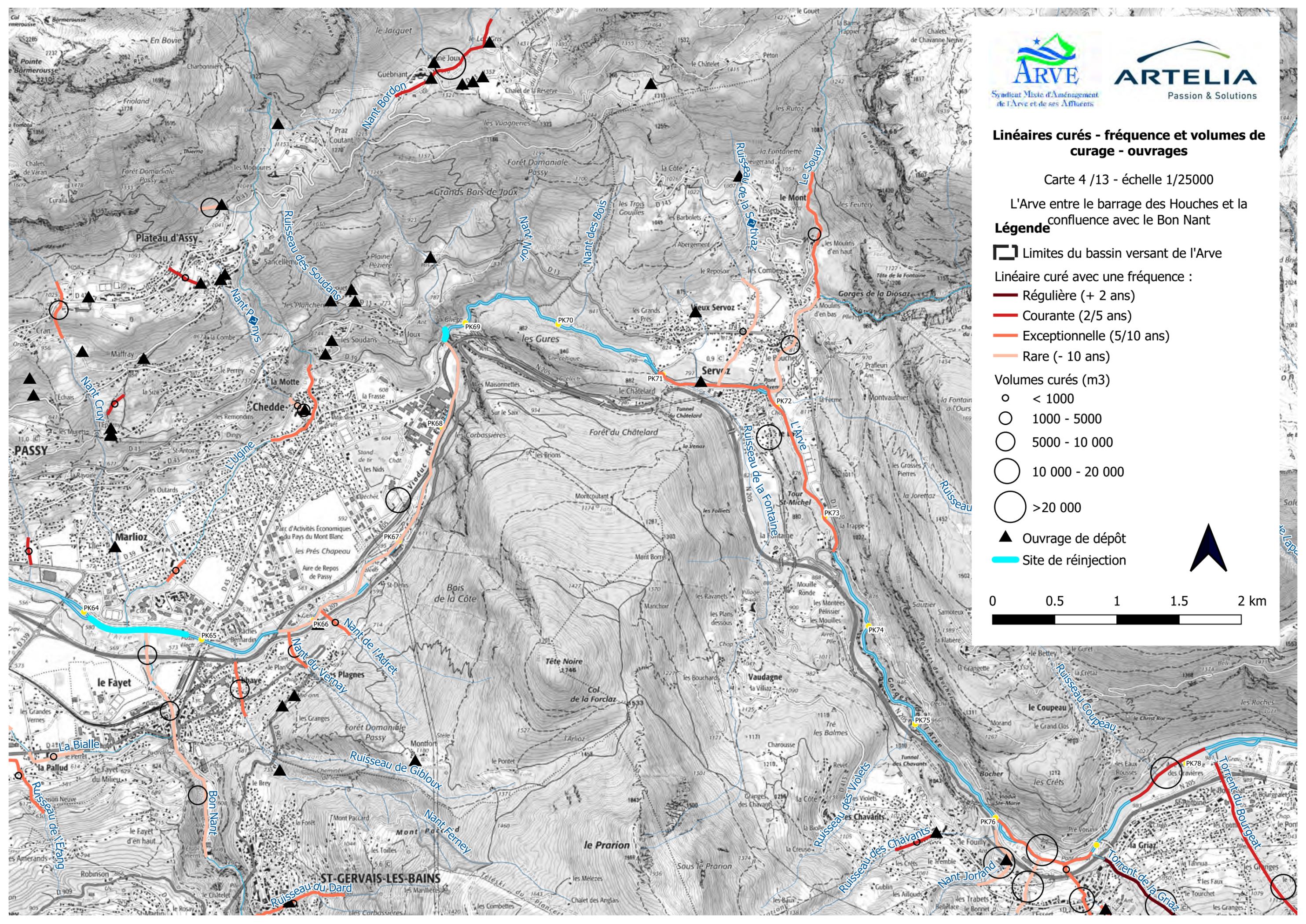
Linéaire curé avec une fréquence :

-  Régulière (+ 2 ans)
-  Courante (2/5 ans)
-  Exceptionnelle (5/10 ans)
-  Rare (- 10 ans)

Volumes curés (m3)

-  < 1000
-  1000 - 5000
-  5000 - 10 000
-  10 000 - 20 000
-  >20 000

-  Ouvrage de dépôt
-  Site de réinjection



### Linéaires curés - fréquence et volumes de curage - ouvrages

Carte 5 /13 - échelle 1/25000  
Le Bon Nant amont

#### Légende

 Limites du bassin versant de l'Arve

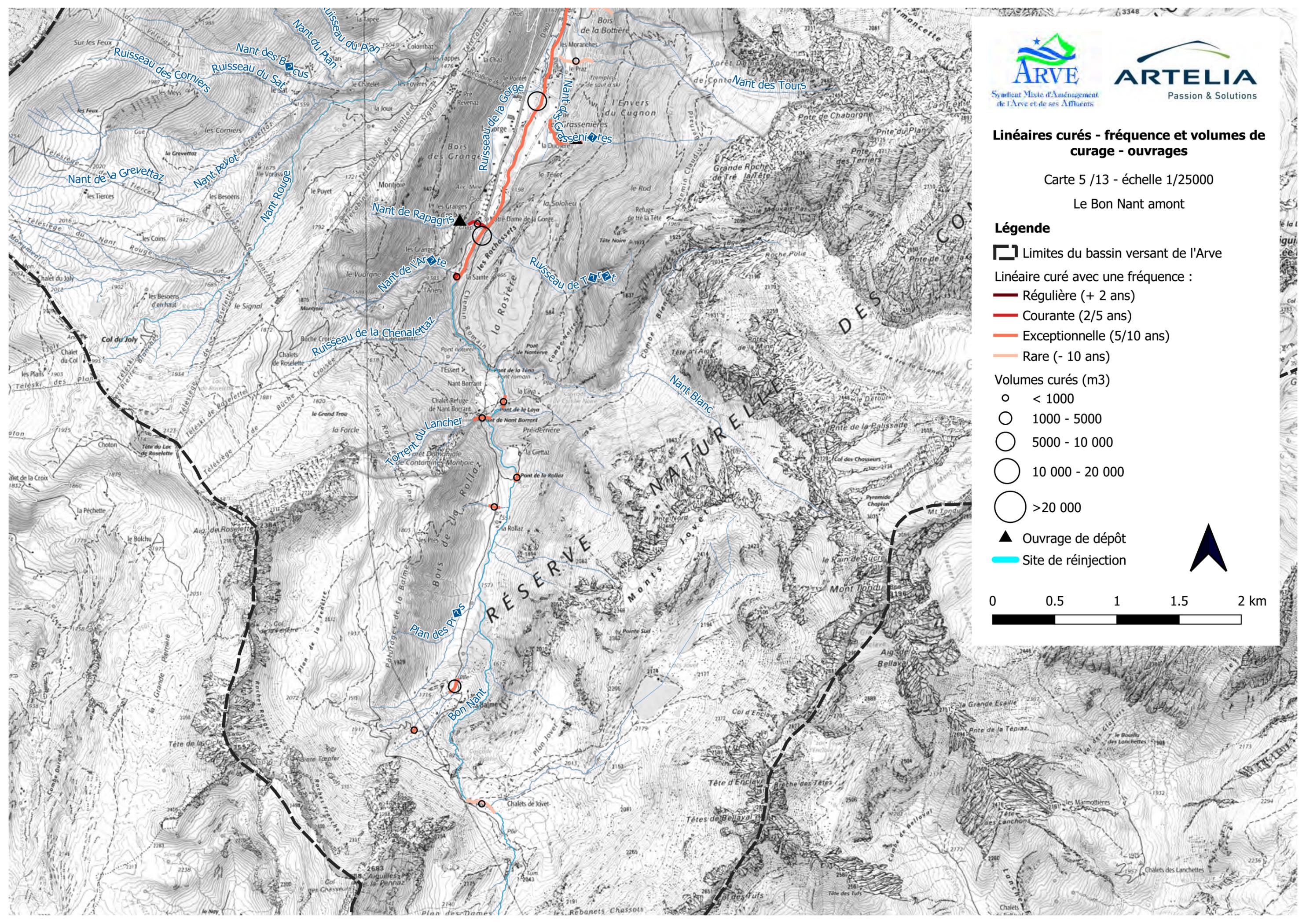
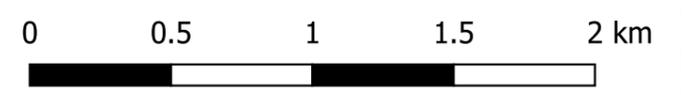
Linéaire curé avec une fréquence :

-  Régulière (+ 2 ans)
-  Courante (2/5 ans)
-  Exceptionnelle (5/10 ans)
-  Rare (- 10 ans)

Volumes curés (m3)

-  < 1000
-  1000 - 5000
-  5000 - 10 000
-  10 000 - 20 000
-  >20 000

-  Ouvrage de dépôt
-  Site de réinjection



### Linéaires curés - fréquence et volumes de curage - ouvrages

Carte 6 /13 - échelle 1/25000  
Le Bon Nant médian

#### Légende

 Limites du bassin versant de l'Arve

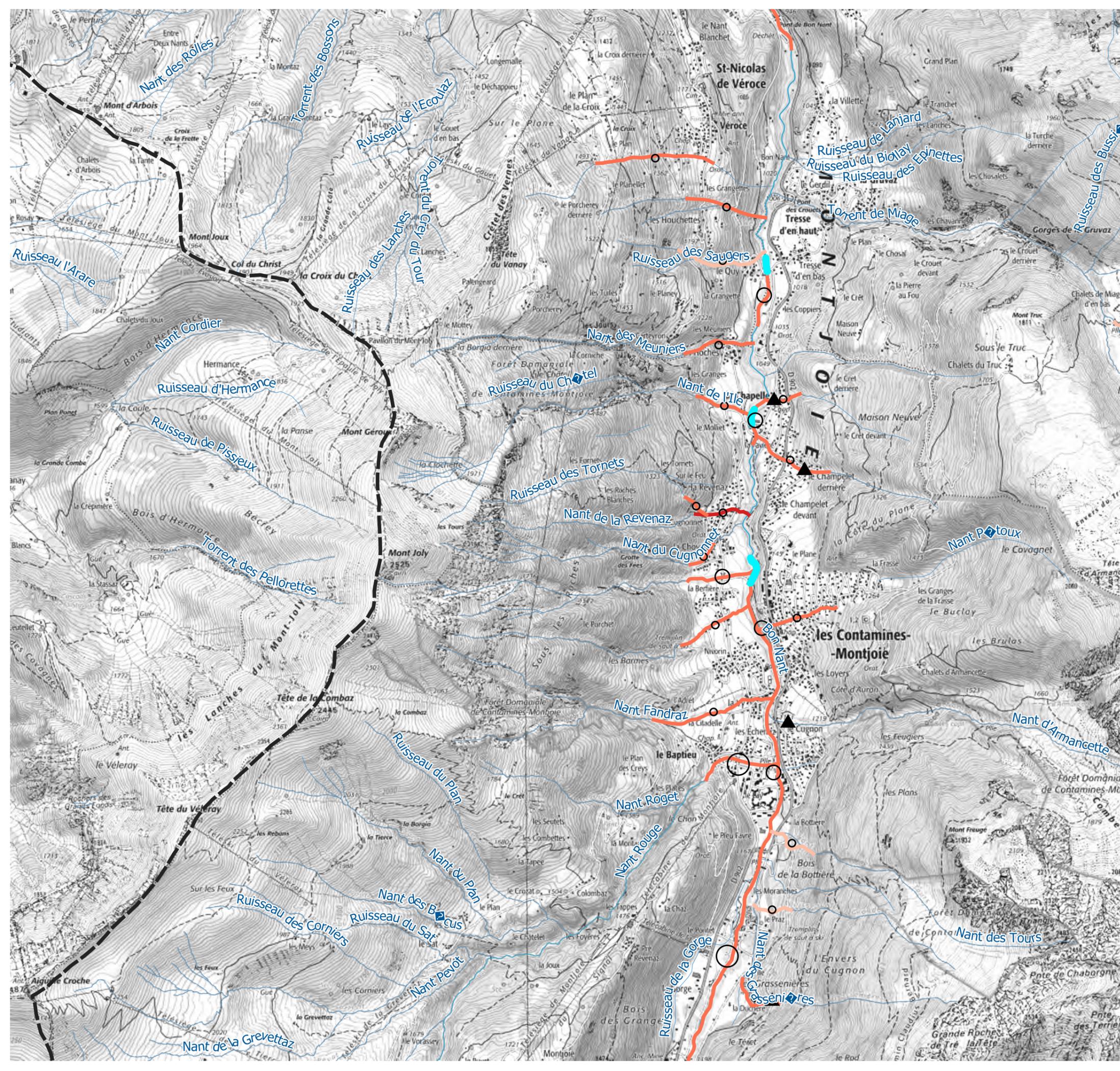
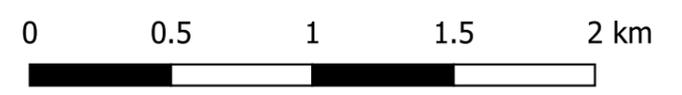
Linéaire curé avec une fréquence :

-  Régulière (+ 2 ans)
-  Courante (2/5 ans)
-  Exceptionnelle (5/10 ans)
-  Rare (- 10 ans)

Volumes curés (m3)

-  < 1000
-  1000 - 5000
-  5000 - 10 000
-  10 000 - 20 000
-  >20 000

-  Ouvrage de dépôt
-  Site de réinjection



### Linéaires curés - fréquence et volumes de curage - ouvrages

Carte 7 /13 - échelle 1/25000

Le Bon Nant aval, confluence avec l'Arve

#### Légende

Limites du bassin versant de l'Arve

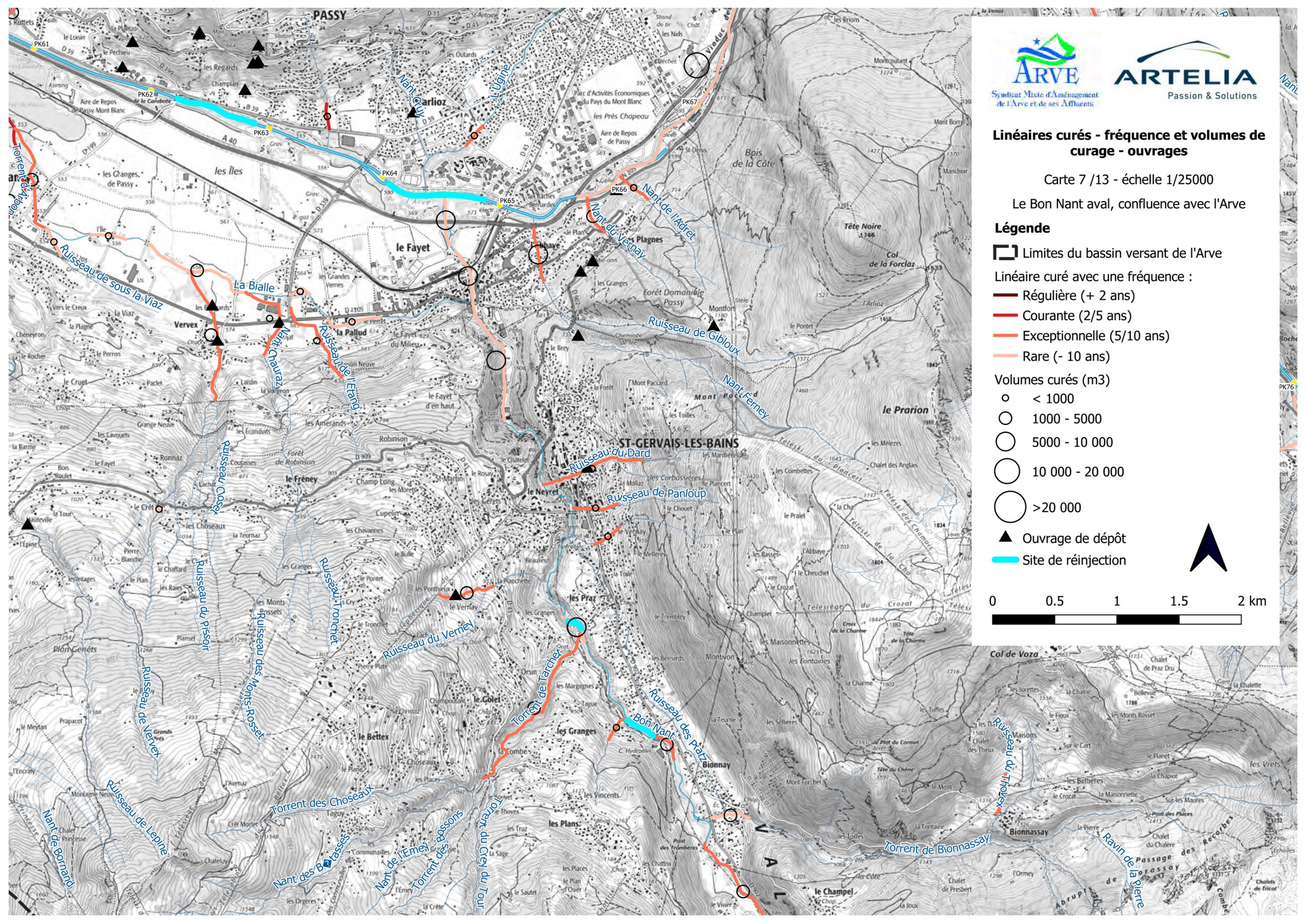
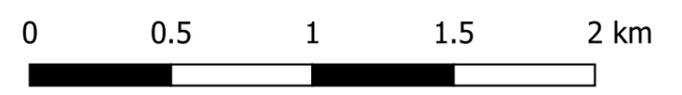
Linéaire curé avec une fréquence :

- Régulière (+ 2 ans)
- Courante (2/5 ans)
- Exceptionnelle (5/10 ans)
- Rare (- 10 ans)

Volumes curés (m3)

- < 1000
- 1000 - 5000
- 5000 - 10 000
- 10 000 - 20 000
- >20 000

- Ouvrage de dépôt
- Site de réinjection



### Linéaires curés - fréquence et volumes de curage - ouvrages

Carte 8 /13 - échelle 1/25000

L'Arve à Sallanches - La Bialle - La Sallanches

#### Légende

 Limites du bassin versant de l'Arve

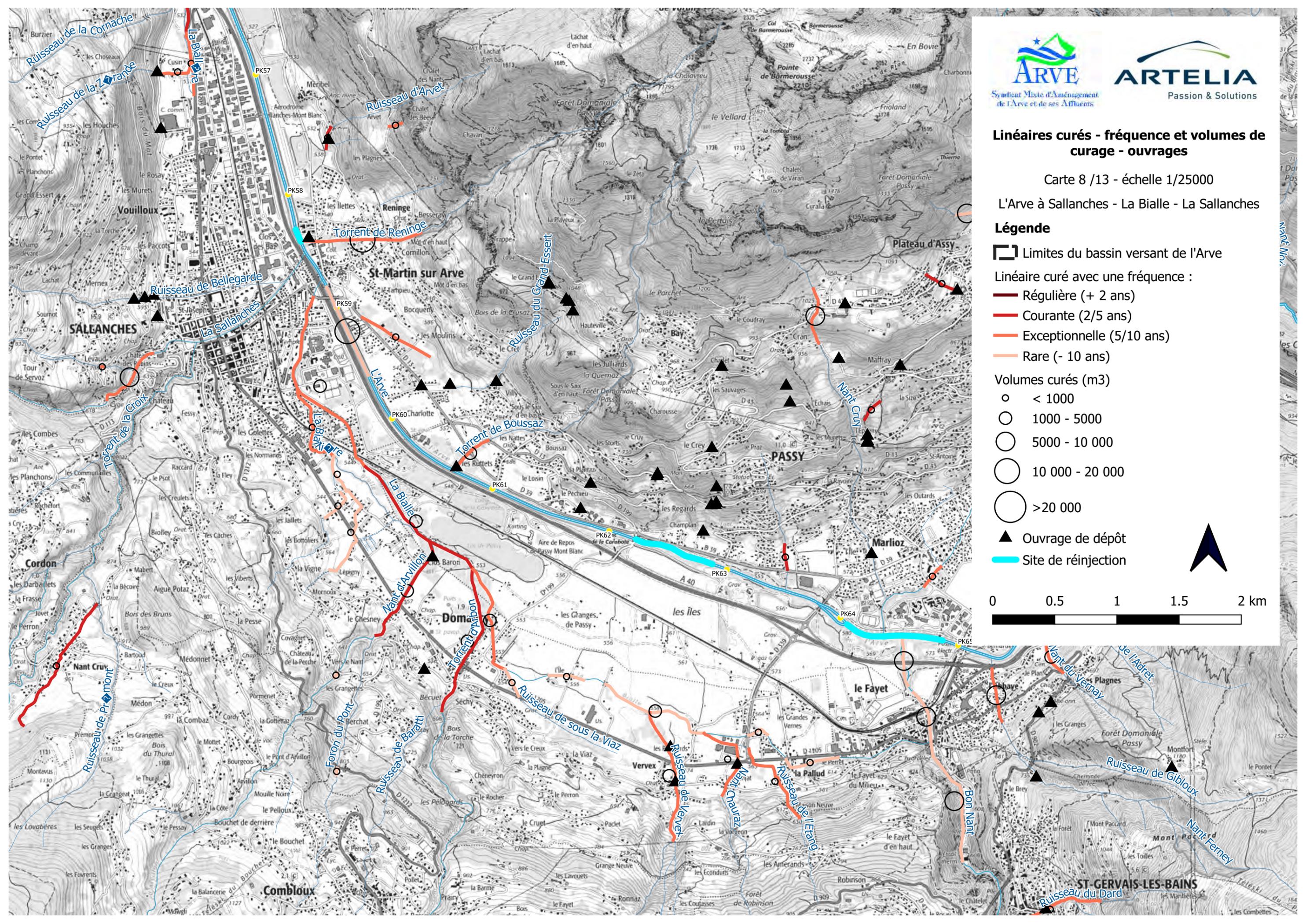
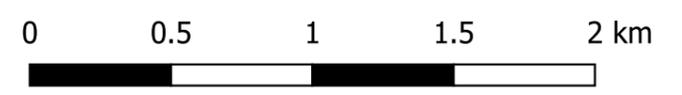
Linéaire curé avec une fréquence :

-  Régulière (+ 2 ans)
-  Courante (2/5 ans)
-  Exceptionnelle (5/10 ans)
-  Rare (- 10 ans)

Volumes curés (m<sup>3</sup>)

-  < 1000
-  1000 - 5000
-  5000 - 10 000
-  10 000 - 20 000
-  >20 000

-  Ouvrage de dépôt
-  Site de réinjection



### Linéaires curés - fréquence et volumes de curage - ouvrages

Carte 9 /13 - échelle 1/25000  
L'Arve à l'aval de Sallanches

#### Légende

Limites du bassin versant de l'Arve

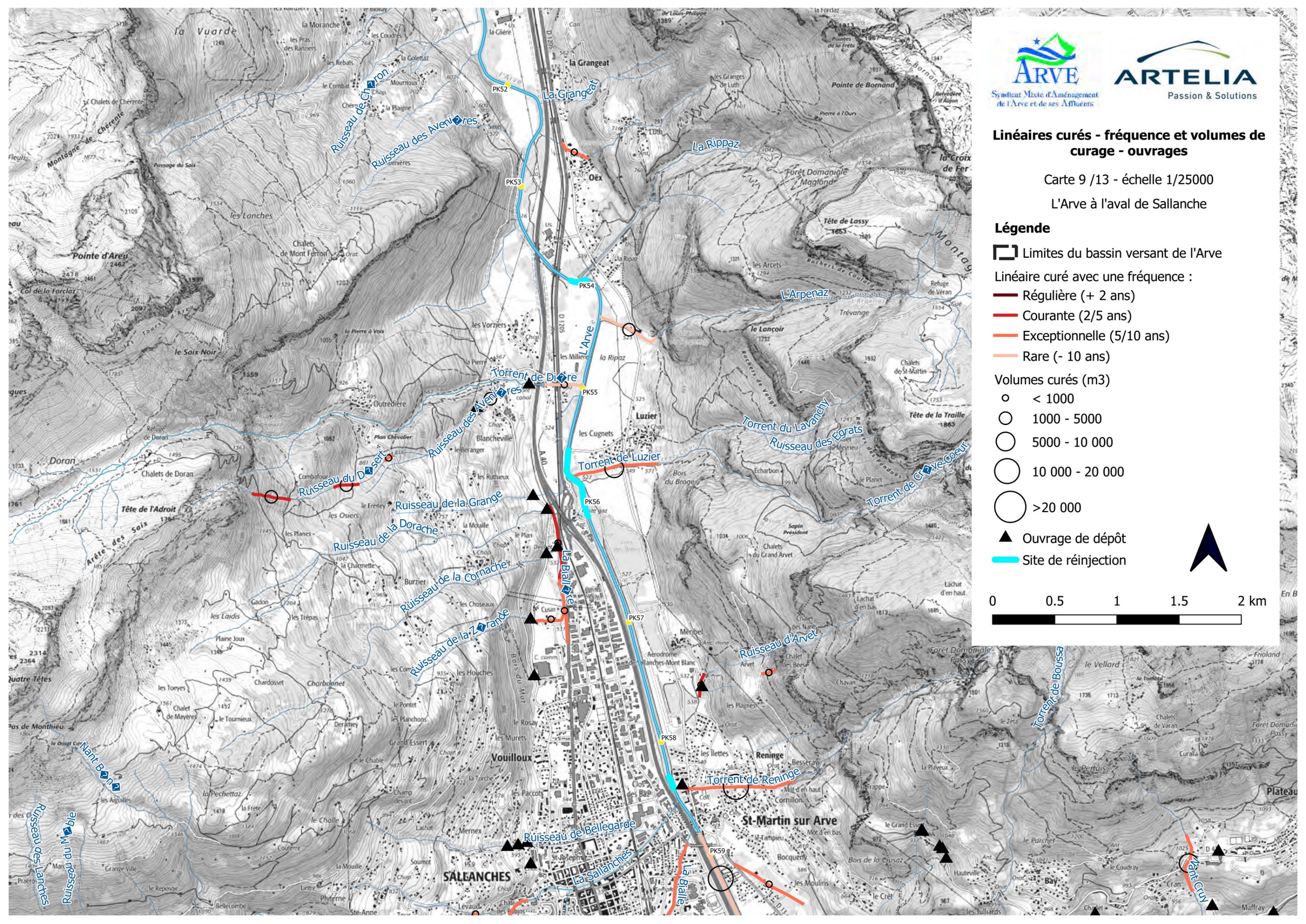
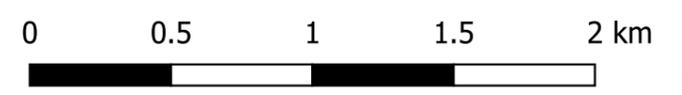
Linéaire curé avec une fréquence :

- Régulière (+ 2 ans)
- Courante (2/5 ans)
- Exceptionnelle (5/10 ans)
- Rare (- 10 ans)

Volumes curés (m3)

- < 1000
- 1000 - 5000
- 5000 - 10 000
- 10 000 - 20 000
- >20 000

- Ouvrage de dépôt
- Site de réinjection



### Linéaires curés - fréquence et volumes de curage - ouvrages

Carte 10 /13 - échelle 1/25000  
L'Arve en amont de Cluses

#### Légende

 Limites du bassin versant de l'Arve

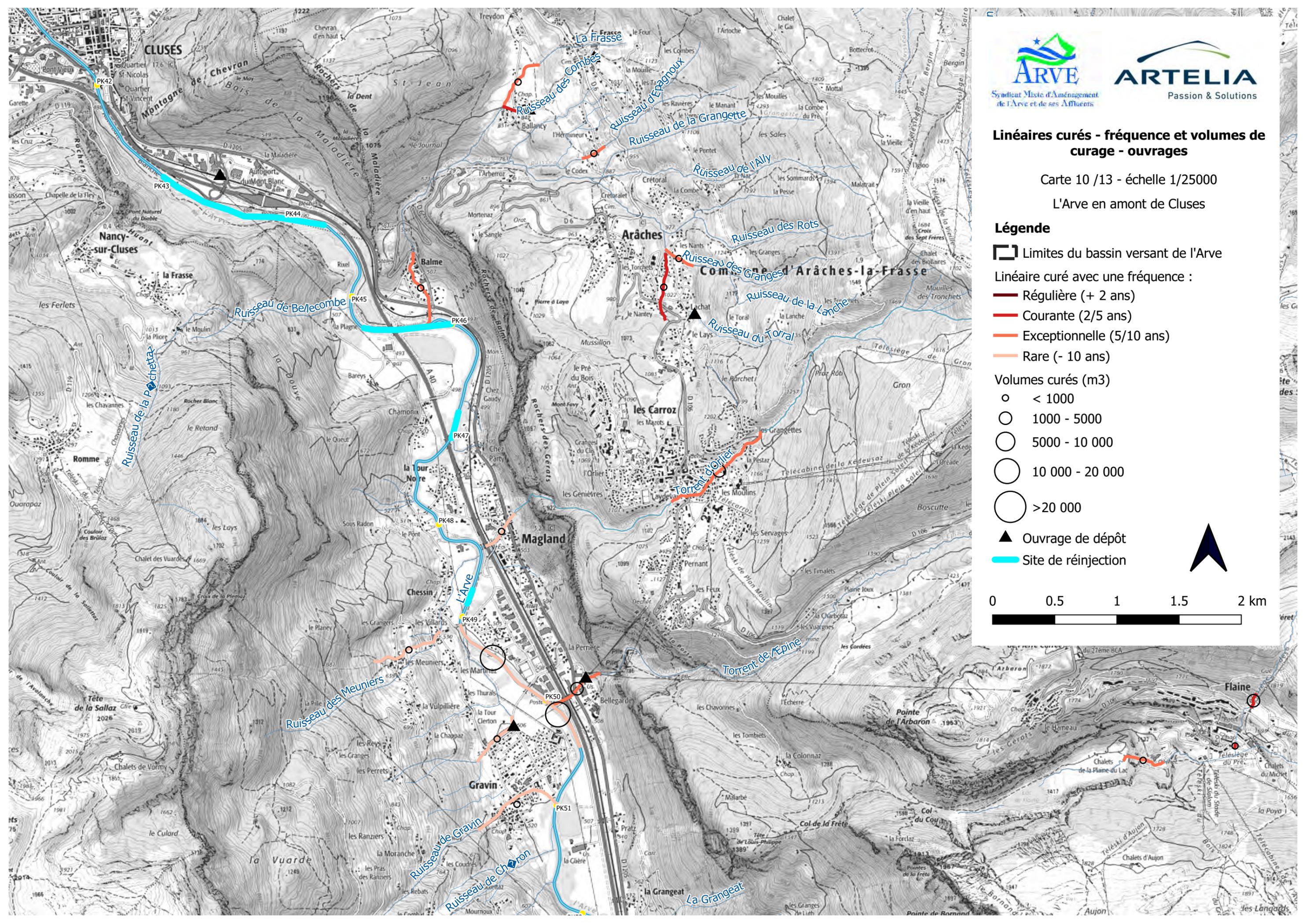
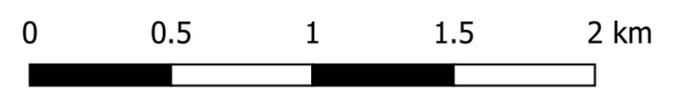
Linéaire curé avec une fréquence :

-  Régulière (+ 2 ans)
-  Courante (2/5 ans)
-  Exceptionnelle (5/10 ans)
-  Rare (- 10 ans)

Volumes curés (m3)

-  < 1000
-  1000 - 5000
-  5000 - 10 000
-  10 000 - 20 000
-  >20 000

-  Ouvrage de dépôt
-  Site de réinjection



### Linéaires curés - fréquence et volumes de curage - ouvrages

Carte 11 /13 - échelle 1/25000

L'amont du bassin versant de la Sallaches

#### Légende

 Limites du bassin versant de l'Arve

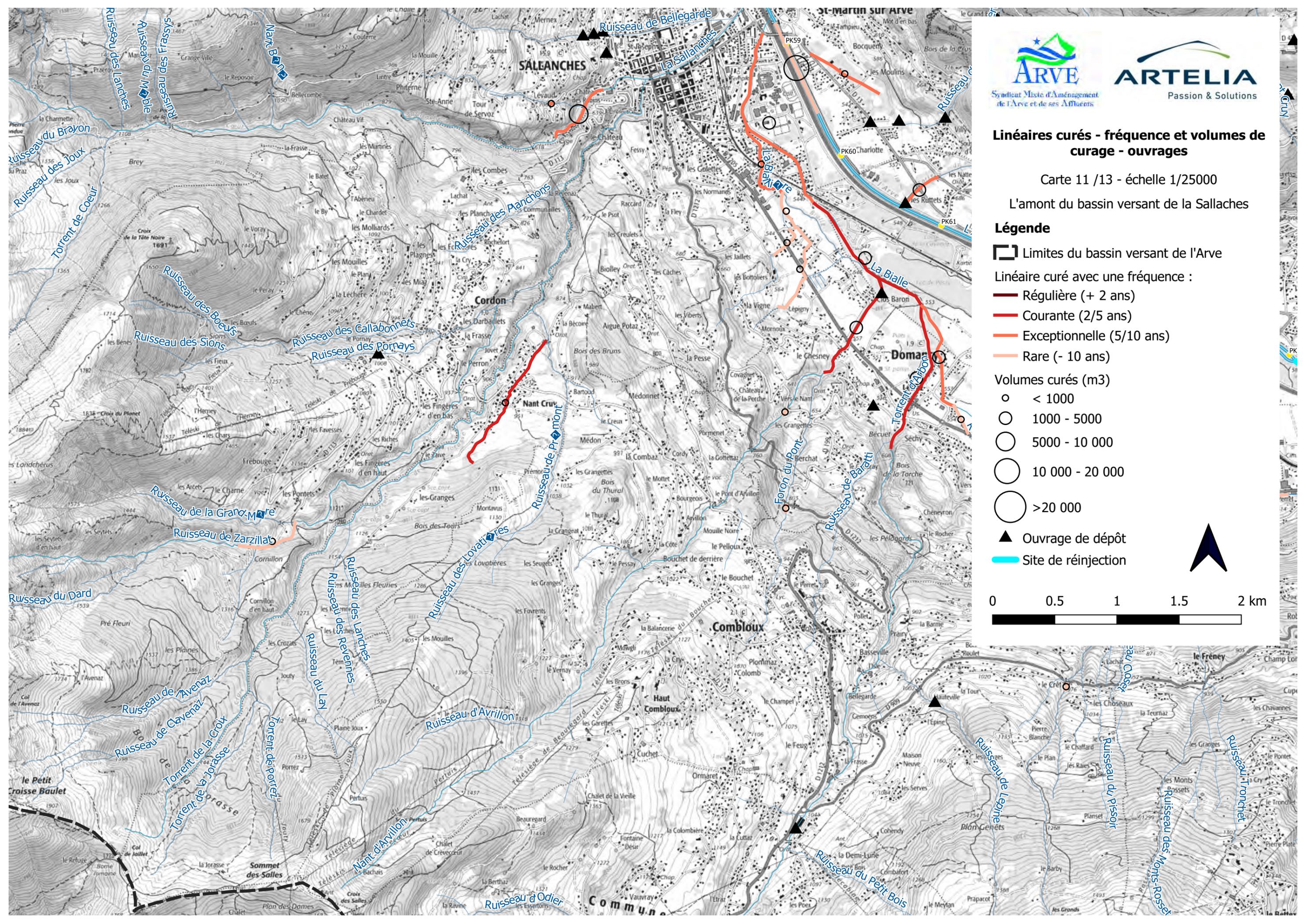
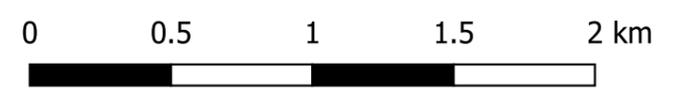
Linéaire curé avec une fréquence :

-  Régulière (+ 2 ans)
-  Courante (2/5 ans)
-  Exceptionnelle (5/10 ans)
-  Rare (- 10 ans)

Volumes curés (m3)

-  < 1000
-  1000 - 5000
-  5000 - 10 000
-  10 000 - 20 000
-  >20 000

-  Ouvrage de dépôt
-  Site de réinjection



### Linéaires curés - fréquence et volumes de curage - ouvrages

Carte 12 /13 - échelle 1/25000  
Megeve

#### Légende

Limites du bassin versant de l'Arve

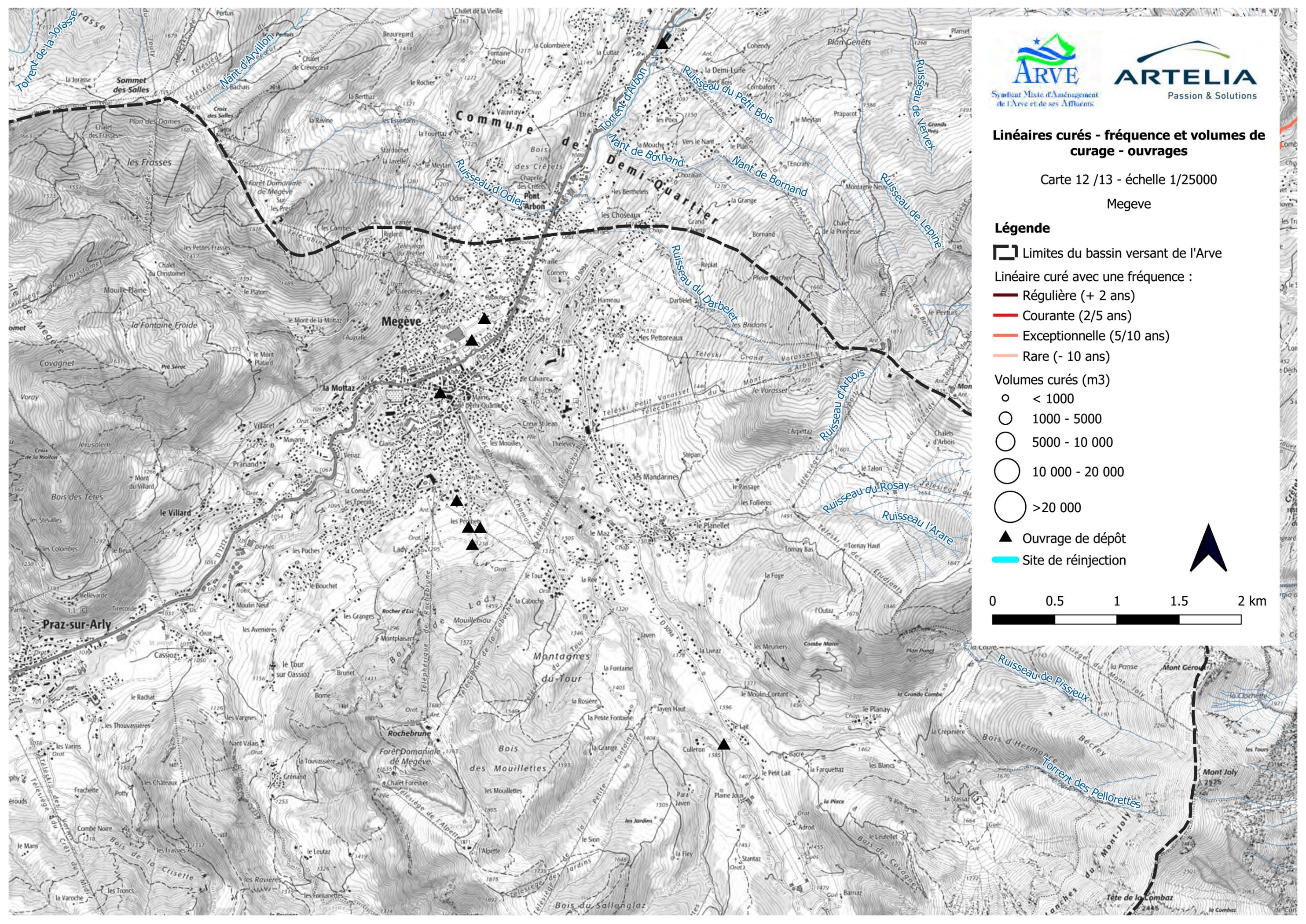
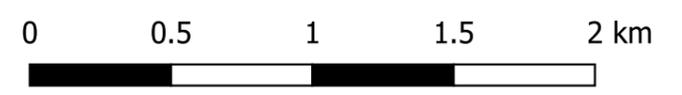
Linéaire curé avec une fréquence :

- Régulière (+ 2 ans)
- Courante (2/5 ans)
- Exceptionnelle (5/10 ans)
- Rare (- 10 ans)

Volumes curés (m3)

- < 1000
- 1000 - 5000
- 5000 - 10 000
- 10 000 - 20 000
- >20 000

- Ouvrage de dépôt
- Site de réinjection



### Linéaires curés - fréquence et volumes de curage - ouvrages

Carte 13 /13 - échelle 1/25000  
L'Eau Noire

#### Légende

Limites du bassin versant de l'Arve

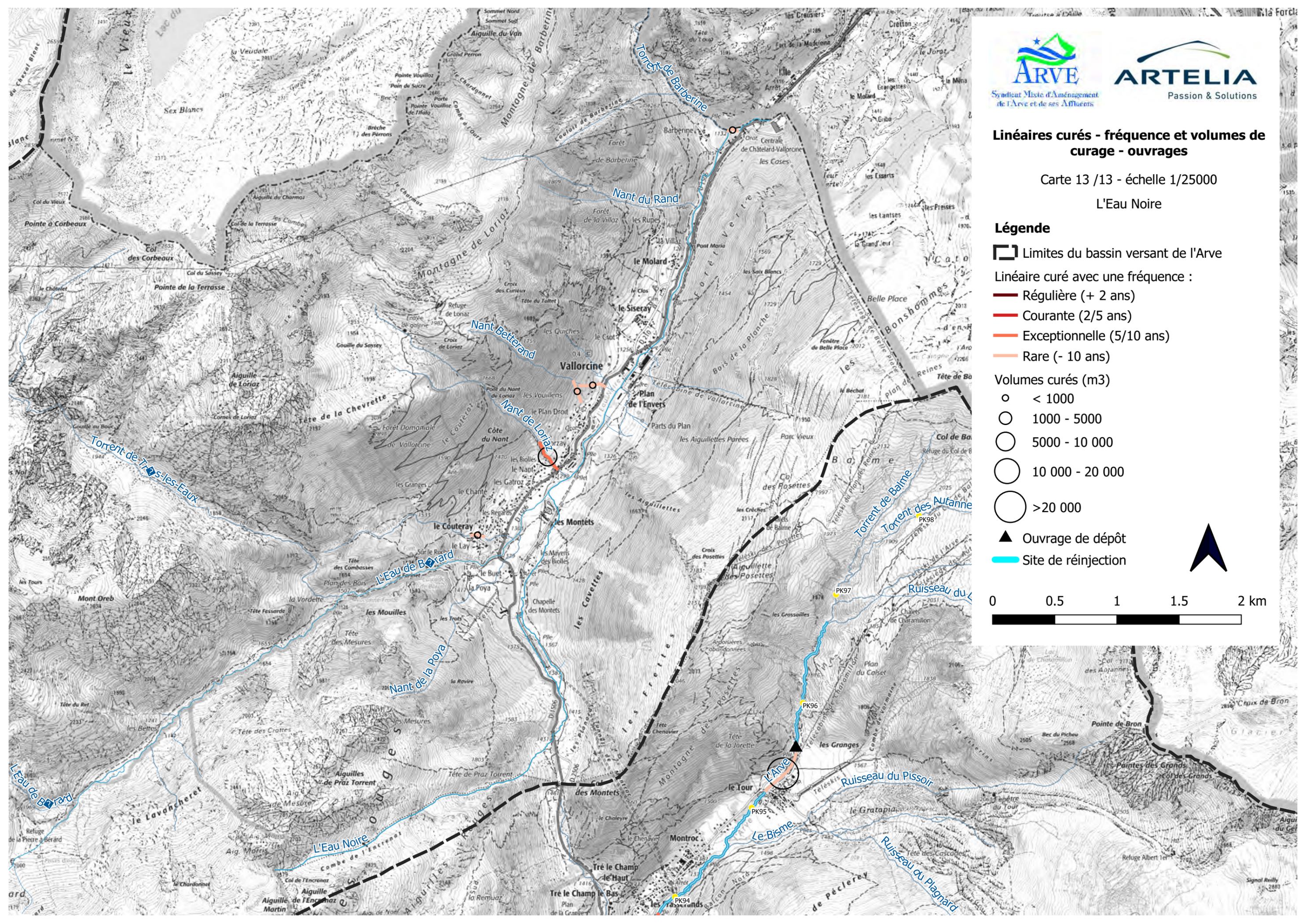
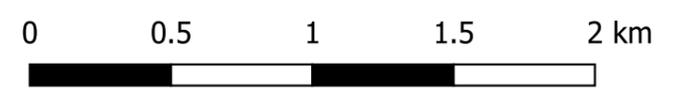
Linéaire curé avec une fréquence :

- Régulière (+ 2 ans)
- Courante (2/5 ans)
- Exceptionnelle (5/10 ans)
- Rare (- 10 ans)

Volumes curés (m3)

- < 1000
- 1000 - 5000
- 5000 - 10 000
- 10 000 - 20 000
- >20 000

- Ouvrage de dépôt
- Site de réinjection



### Linéaires curés - fréquence et volumes de curage - ouvrages

Carte 1 / 5 - échelle 1/50000

L'Arve amont - L'Arveyron d'Argentière - L'Arveyron de la Mer de Glace - l'Eau Noire

#### Légende

Linéaire curé avec une fréquence :

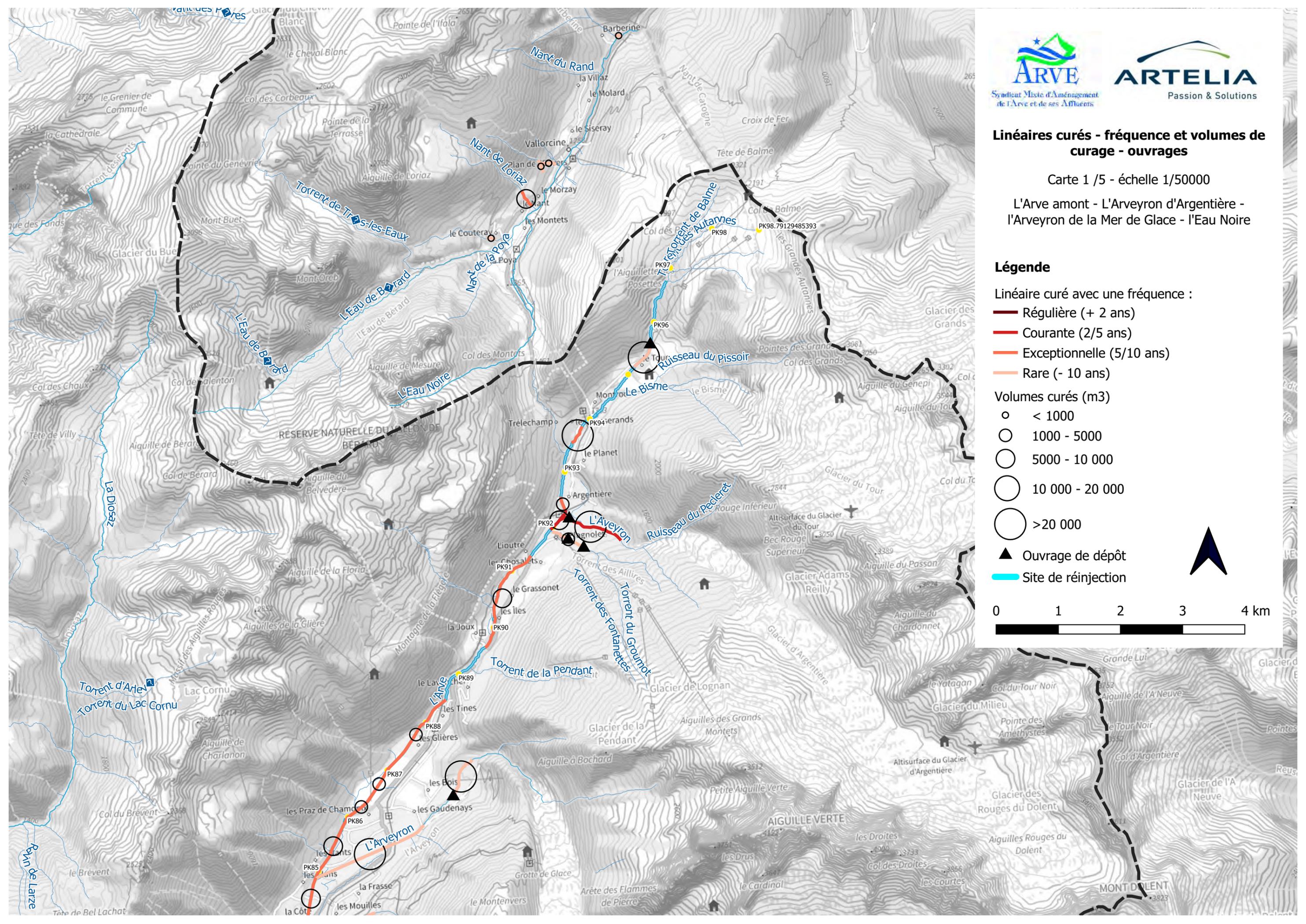
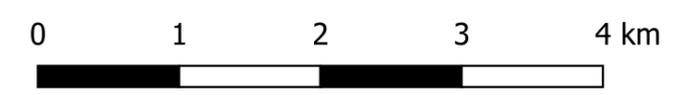
- Régulière (+ 2 ans)
- Courante (2/5 ans)
- Exceptionnelle (5/10 ans)
- Rare (- 10 ans)

Volumes curés (m3)

- < 1000
- 1000 - 5000
- 5000 - 10 000
- 10 000 - 20 000
- >20 000

▲ Ouvrage de dépôt

— Site de réinjection



### Linéaires curés - fréquence et volumes de curage - ouvrages

Carte 2 / 5 - échelle 1/50000

L'Arve à Chamonix - L'Arveyron de la Mer de Glace - les Barrage des Houches - les Gorges

#### Légende

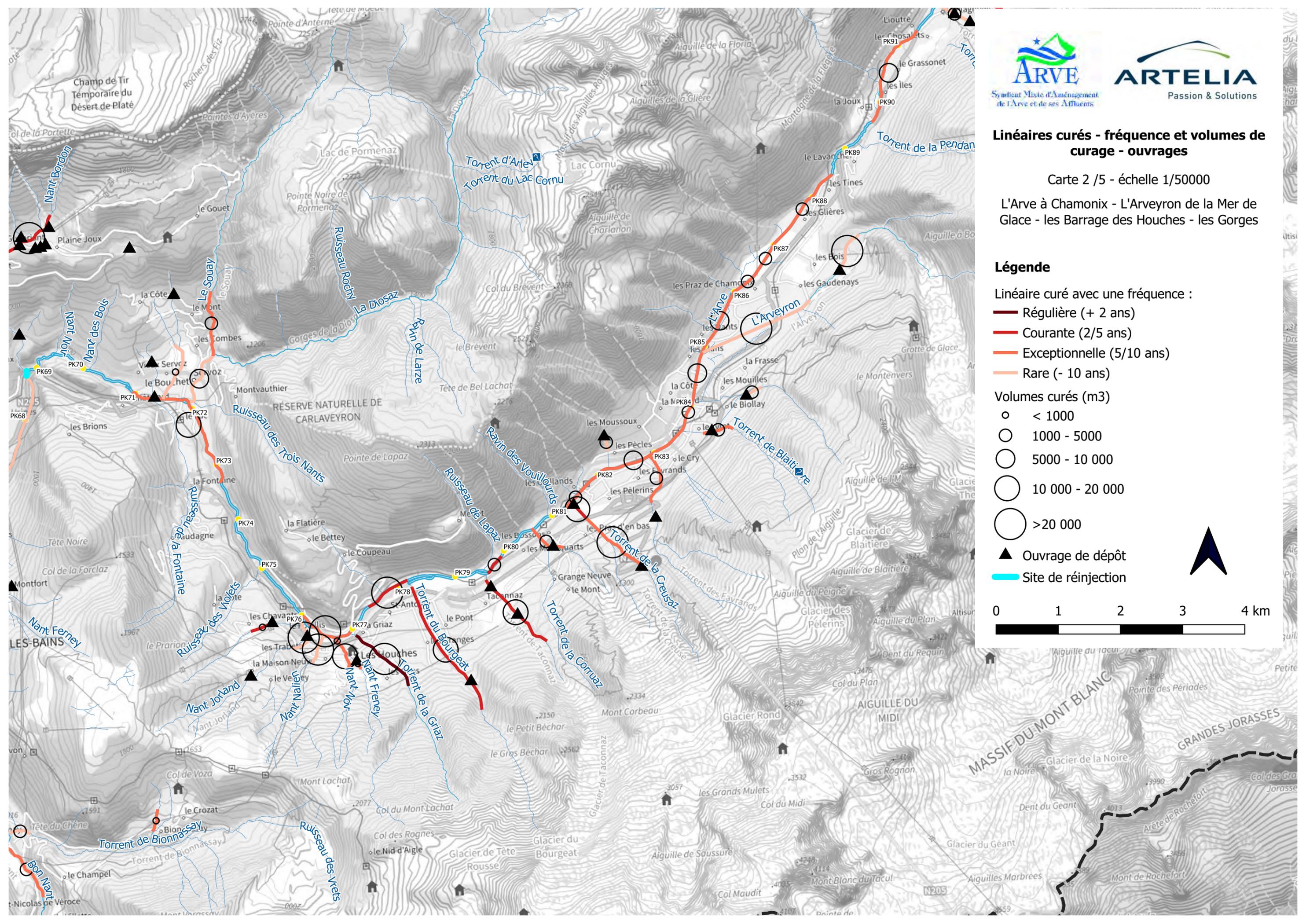
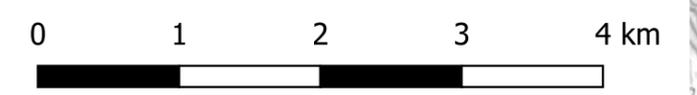
Linéaire curé avec une fréquence :

- Régulière (+ 2 ans)
- Courante (2/5 ans)
- Exceptionnelle (5/10 ans)
- Rare (- 10 ans)

Volumes curés (m3)

- < 1000
- 1000 - 5000
- 5000 - 10 000
- 10 000 - 20 000
- >20 000

- ▲ Ouvrage de dépôt
- Site de réinjection



### Linéaires curés - fréquence et volumes de curage - ouvrages

Carte 3 / 5 - échelle 1/50000

Le Bon Nant amont - Saint Gervais

#### Légende

Linéaire curé avec une fréquence :

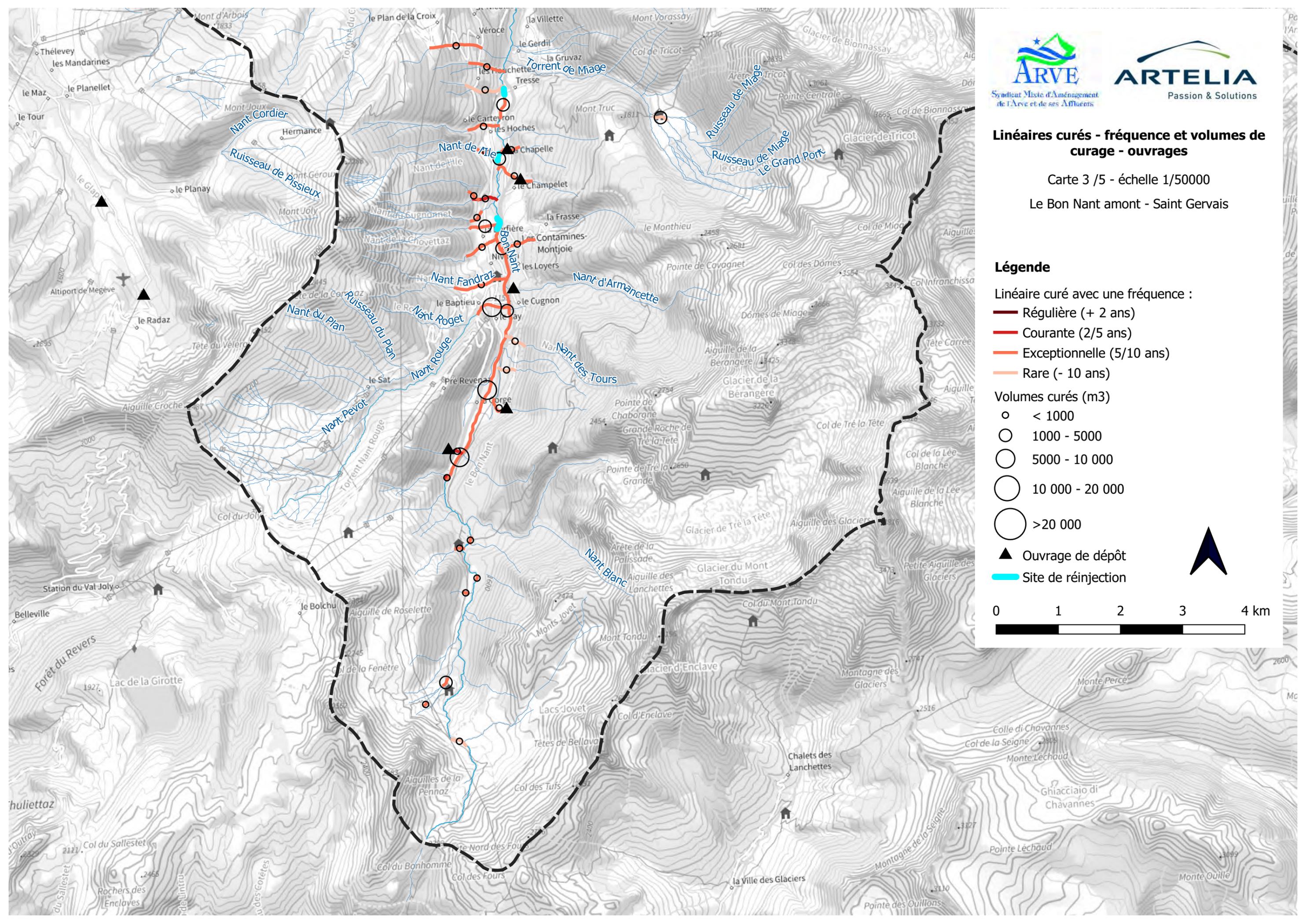
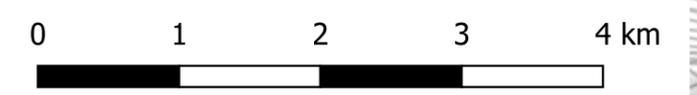
- Régulière (+ 2 ans)
- Courante (2/5 ans)
- Exceptionnelle (5/10 ans)
- Rare (- 10 ans)

Volumes curés (m<sup>3</sup>)

- < 1000
- 1000 - 5000
- 5000 - 10 000
- 10 000 - 20 000
- >20 000

▲ Ouvrage de dépôt

— Site de réinjection





### Linéaires curés - fréquence et volumes de curage - ouvrages

Carte 5 / 5 - échelle 1/50000  
L'Arve en aval de Sallaches

#### Légende

Linéaire curé avec une fréquence :

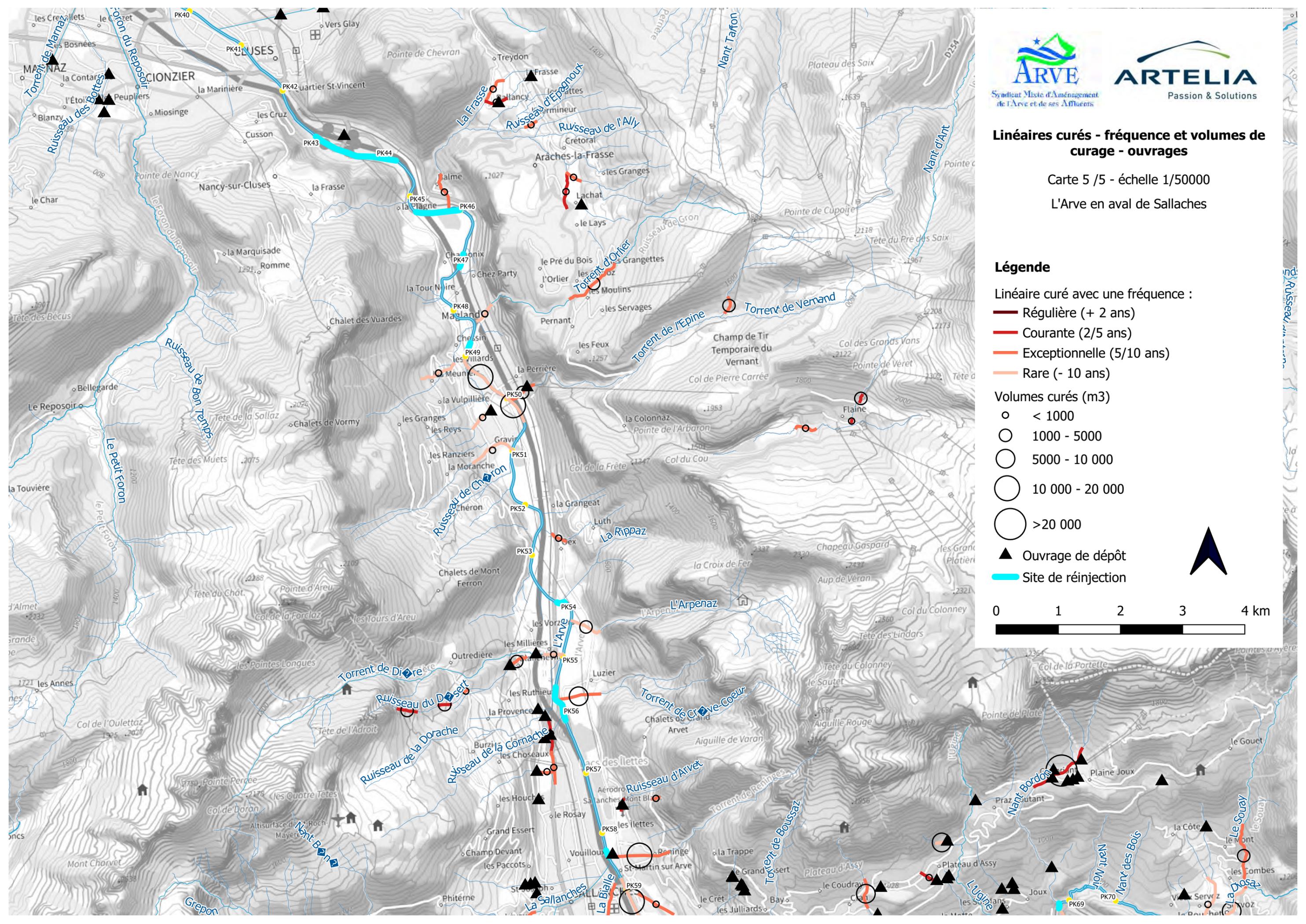
- Régulière (+ 2 ans)
- Courante (2/5 ans)
- Exceptionnelle (5/10 ans)
- Rare (- 10 ans)

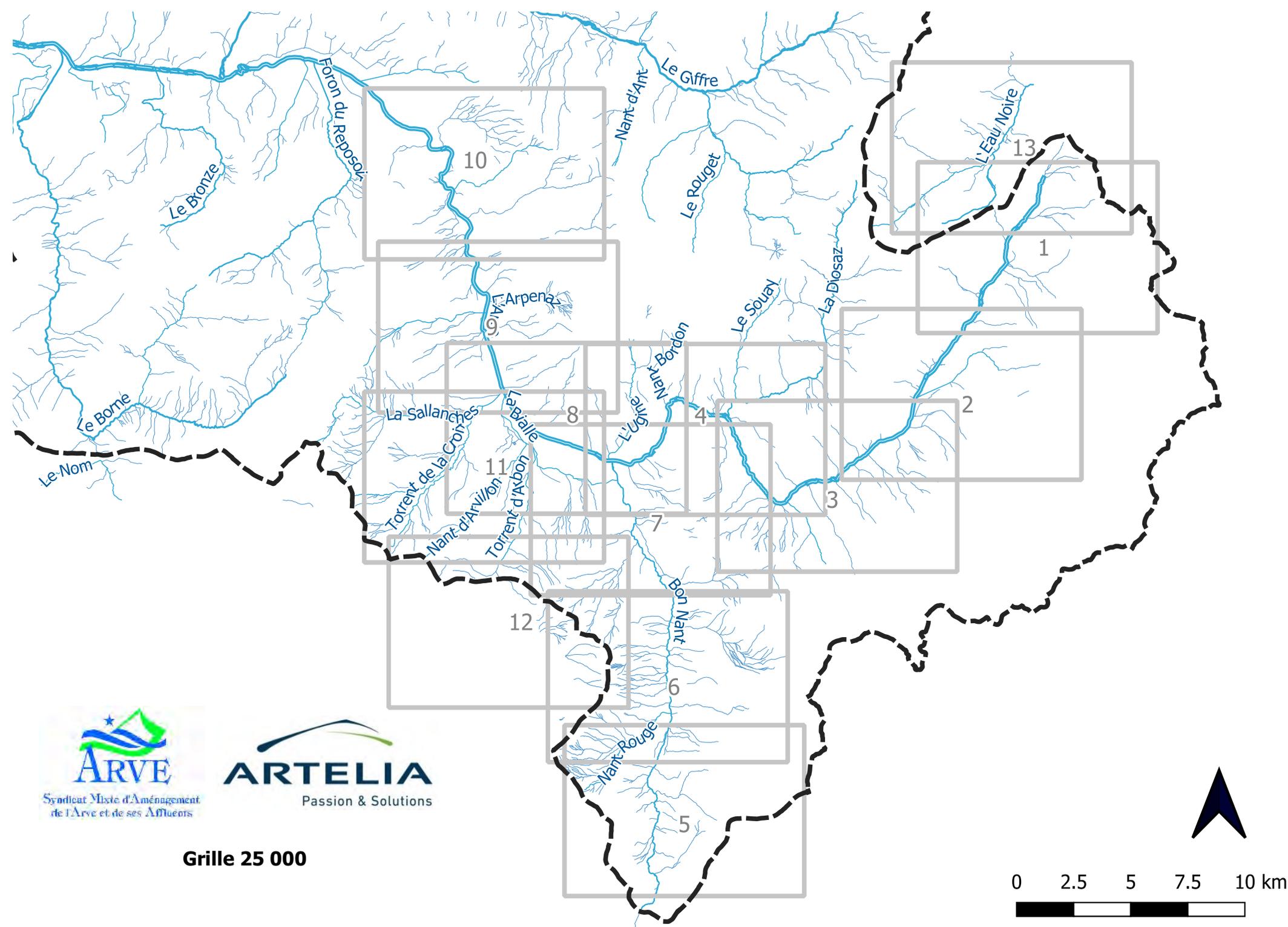
Volumes curés (m3)

- < 1000
- 1000 - 5000
- 5000 - 10 000
- 10 000 - 20 000
- >20 000

▲ Ouvrage de dépôt

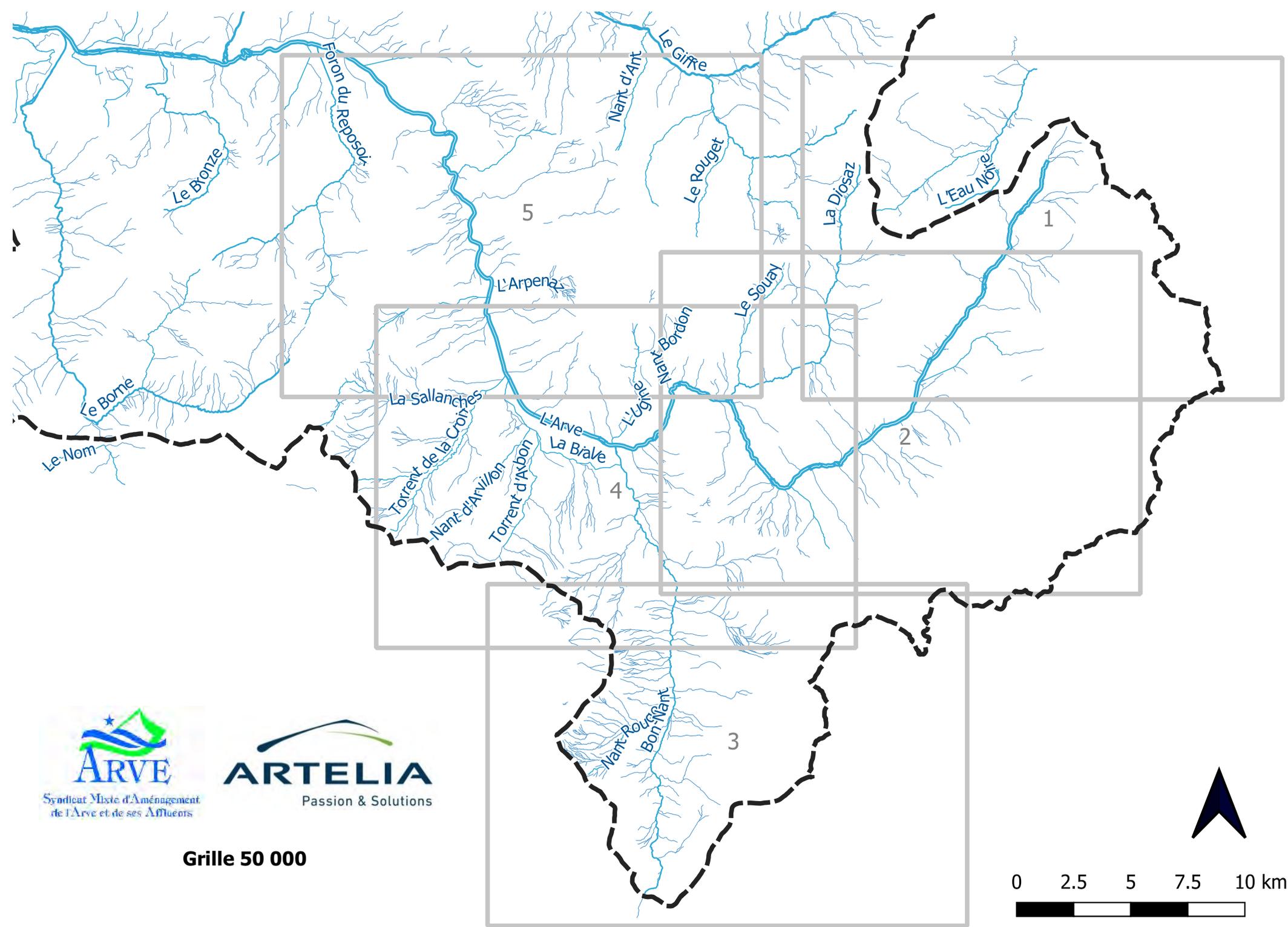
— Site de réinjection





**Grille 25 000**





**Grille 50 000**





## ANNEXE 2 – Fiches sites

