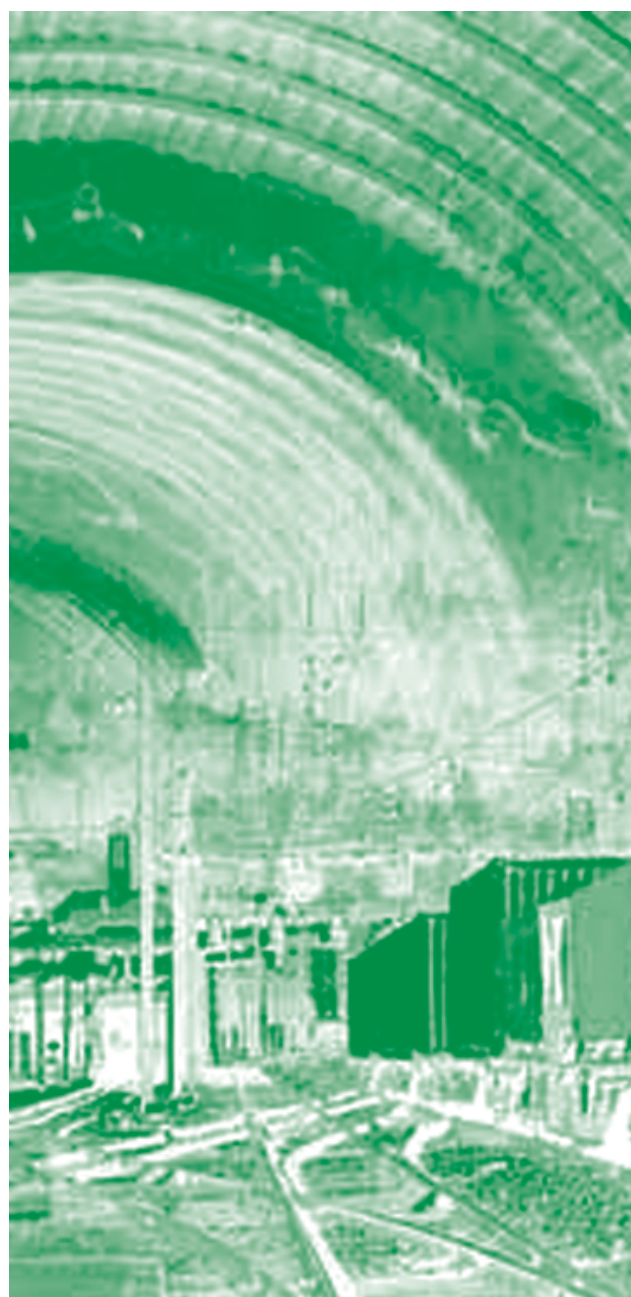


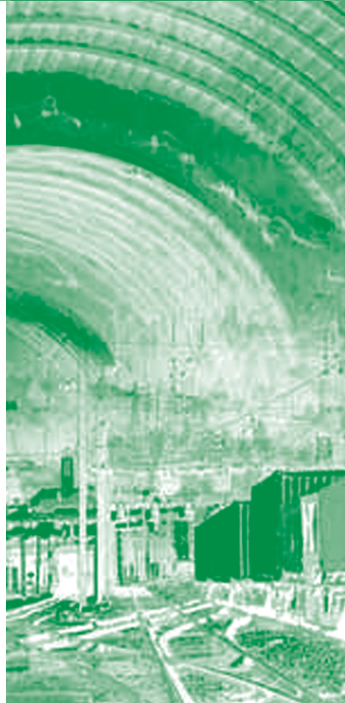
F

Analyse de l'état initial du site



Introduction	F-3
Milieu physique	F-5
Milieu naturel	F-105
Milieu humain	F-149

7 – Étude d'impact



Plan de situation général



Scan régional © IGN-PARIS reproduction interdite Licence n° 2002 CUEx 95

Introduction

Introduction

► Localisation générale du projet

La partie franco-italienne du projet de liaison ferroviaire entre Lyon et Turin est localisée au pied du massif de la Vanoise dans la vallée de la Maurienne, drainée par l'Arc.

Le tracé débute à l'air libre à l'ouest de Saint-Jean-de-Maurienne au débouché du massif du Rocheray. Après avoir traversé cette commune, il franchit l'Arc et s'enfonce en tunnel sur le territoire de la commune de Saint-Julien-Montdenis. Le tunnel, d'une longueur de 53,1 km débouche à l'air libre sur le territoire italien dans le Val Cenischia sur la commune de Venaus.

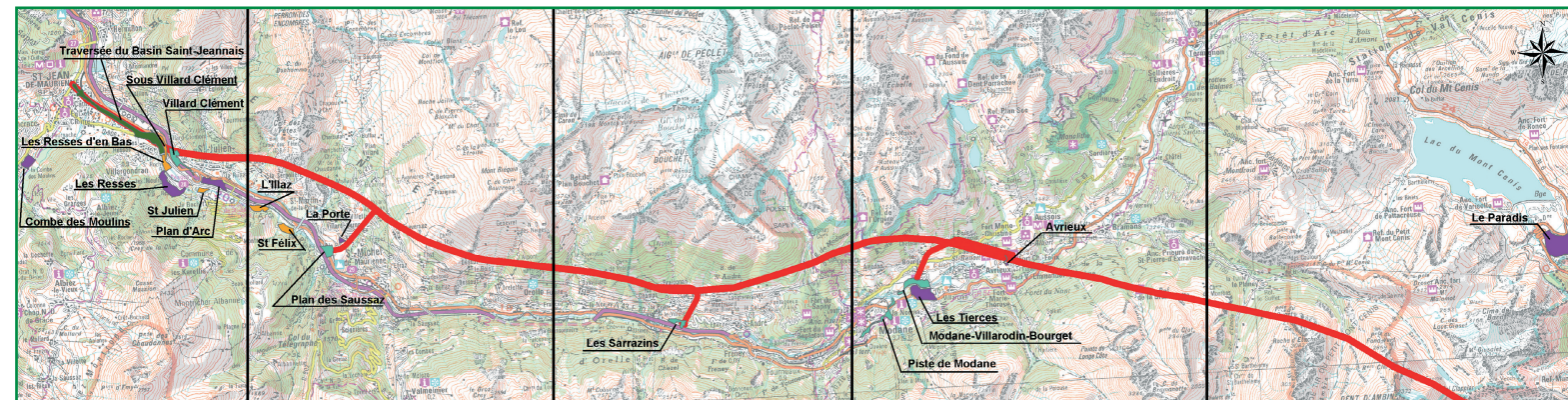
► Une aire d'étude recoupée en cinq secteurs

Le projet présente la particularité d'être constitué d'un linéaire à l'air libre très réduit de l'ordre de 4 km et de sites de dépôts et de chantier déconnectés les uns des autres et dispersés sur un vaste territoire. Pour cette raison, l'aire d'étude a été découpée en cinq secteurs géographiques distincts :

Secteur 1 : Saint-Jean-de-Maurienne

Secteur compris entre les communes de Saint-Jean-de-Maurienne et de Saint-Julien-Montdenis, comprenant :

- la section à l'air libre (emprise du projet dans la traversée de Saint-Jean-de-Maurienne et de Villargondran y compris les zones de réaménagement urbain comme le cordon paysager), dénommée dans la suite du dossier « bassin Saint-Jeannais » ;
- les zones de chantier de Villard-Clément, de Sous-Villard-Clément, des Resses d'en Bas et de Saint-Julien ;
- les sites de dépôt de la Combe des Moulins (site de dépôt de matériaux évolutifs), des Resses et de Plan d'Arc ;



Scan 100 © IGN-PARIS reproduction interdite Licence n° 2002 CUEX 95

Secteur 2 : Saint-Martin-la-Porte

Secteur compris entre les communes de Saint-Martin-la-Porte et Saint-Michel-de-Maurienne comprenant :

- le site d'attaque intermédiaire du Plan des Saussaz ;
- les zones de chantier associées de Saint-Félix et de l'Iliaz ;
- le site de dépôt de La Porte, pour les matériaux évolutifs (en complément du site de la Combe des Moulins).

Secteur 3 : La Praz

Secteur compris entre Francoz (commune d'Orelle) et la commune de Saint-André, comprenant :

- le site d'attaque intermédiaire des Sarrazins.

Secteur 4 : Modane – Villarodin - Bourget

Secteur compris entre la commune de Modane et celle d'Avrieux comprenant :

- le site d'attaque intermédiaire de Modane-Villarodin-Bourget ;
- le puits de ventilation d'Avrieux ;
- le site de dépôt des Tierces.

Secteur 5 : Mont-Cenis

Secteur compris entre le barrage du lac du Mont-Cenis et la frontière italienne, concernant le site de dépôt du Paradis.

Ces 5 secteurs sont représentés sur la carte en page suivante.

L'état initial du territoire traversé par le projet est donc traité site par site au sein de chaque secteur géographique.

► Objectif de l'état initial

L'objectif de l'état initial est d'établir un état des lieux de l'environnement pour y recenser les enjeux et contraintes majeures du territoire concerné par le projet.

Ce recensement exhaustif est réalisé sur l'ensemble des thématiques constituant le milieu physique, le milieu naturel et le milieu humain du territoire traversé.

Les thématiques abordées dans le **milieu physique** sont :

- le relief ;
- le climat ;
- la géologie ;
- les eaux souterraines et superficielles ;
- les risques naturels.

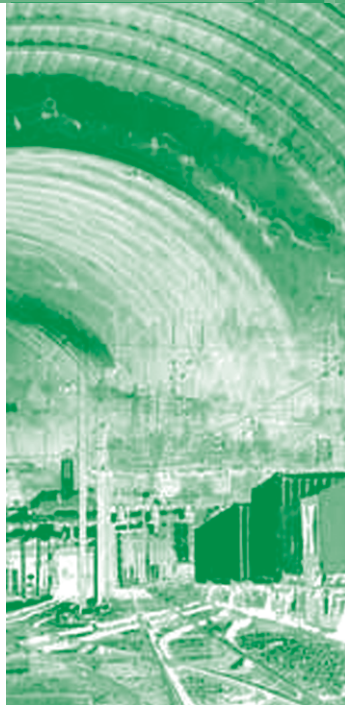
Le milieu naturel aborde les thématiques faune et flore.

Le milieu humain aborde les thématiques suivantes :

- l'économie ;
- l'urbanisme réglementaire et l'occupation du sol ;
- l'agriculture et la sylviculture ;
- le bruit ;
- la qualité de l'air,
- le tourisme et les loisirs ;
- le patrimoine culturel ;
- le paysage.

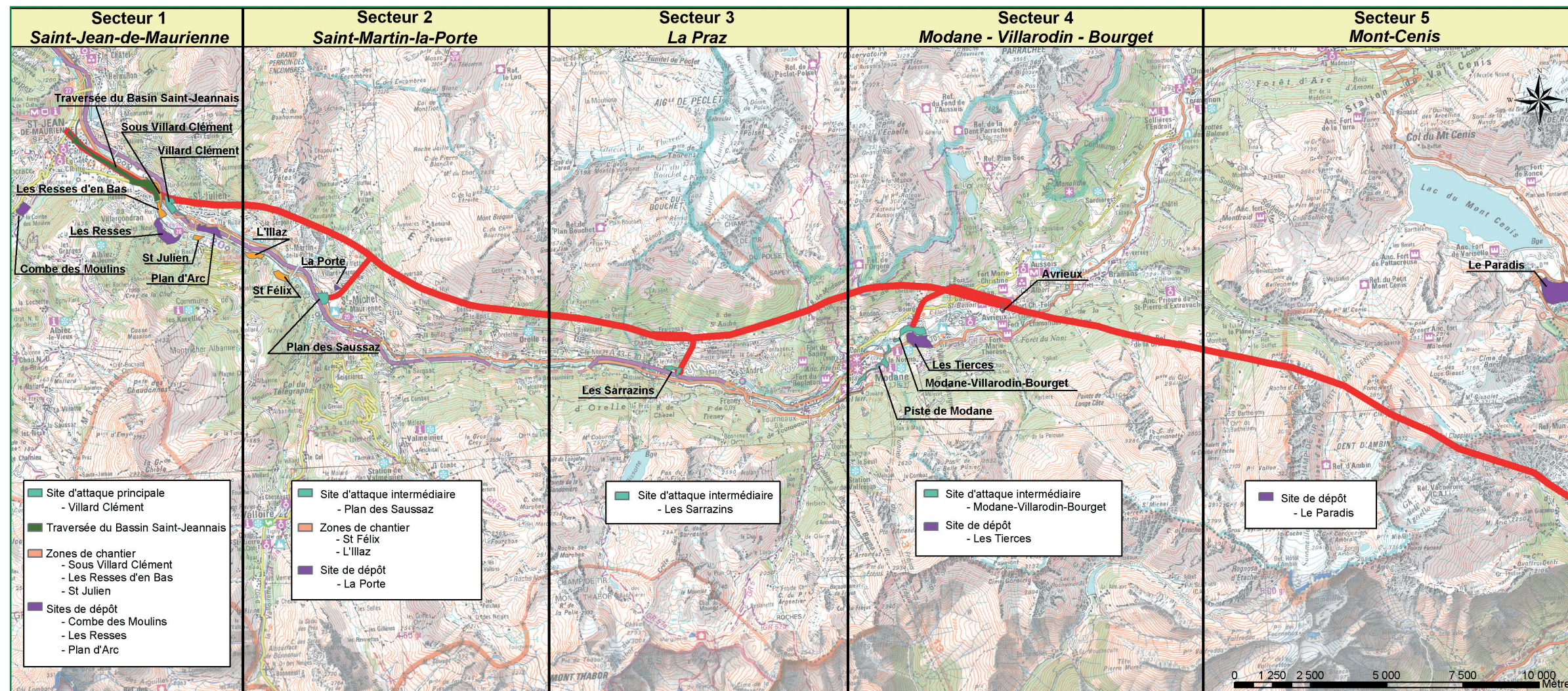
Le dossier « pièces cartographiques » contenant les cartes se trouve en annexe du présent dossier.

7 – Étude d'impact



Milieu physique

Plan de situation des secteurs géographiques



Scan 100 © IGN-PARIS reproduction interdite Licence n° 2002 CUEx 95



Milieu physique

Relief	F-7
Contexte climatique	F-9
Contexte géologique	F-11
Les eaux souterraines	F-27
Les eaux superficielles	F-47
Les risques naturels	F-89

7 – Étude d'impact

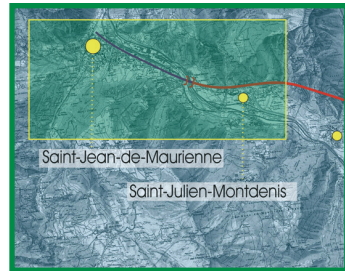


Milieu physique

Relief

Relief

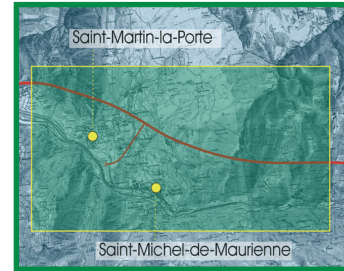
► Secteur 1 : Saint-Jean-de-Maurienne



La vallée de la moyenne Maurienne est orientée nord – ouest / sud – est. Elle est, dans ce secteur et par rapport aux secteurs plus en amont (Saint-Michel-de-Maurienne, Modane), caractérisée par une largeur plus importante provoquée par la divagation naturelle du lit de l'Arc dans des roches tendres.

Le relief s'organise en versants de pentes fortes avec des falaises rocheuses (Le Rocheray, Les Roches Noires-Le Bochet, L'Echaillon et Le Grand Perron des Encombres). Les pentes s'adoucissent au droit des cônes de déjection pour devenir quasiment nulles dans la zone alluviale de l'Arc. Par ailleurs, les activités humaines ont généré des éléments de relief artificiel, concentrés en fond de vallée, tels que les remblais ferroviaires et routiers, les dépôts divers, les digues et murs de protection contre les inondations ou les chutes de blocs, les carrières, etc... et les modifications locales générées par la réalisation de l'A43 (entaille du Bec de l'Echaillon au droit de Saint-Jean-de-Maurienne, construction de nouveaux remblais en fond de vallée).

► Secteur 2 : Saint-Martin-la-Porte



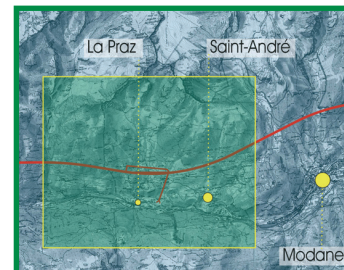
La vallée de l'Arc, située à une altitude de 680 m, est rétrécie et s'encadre de sommets importants (Perron des Encombres au nord et le Grand Galibier au sud). Par ailleurs, l'Arc est largement aménagé et canalisé.

Localement des dissolutions du substratum géologique peuvent provoquer des affaissements. Des effondrements de terrain par dissolution du gypse en profondeur ont déjà eu lieu à l'ouest de Saint-Michel-de-Maurienne (La Colombette, Le Vigny) provoquant la formation de verrous glaciaires.

En rive droite, le recouvrement par des formations superficielles génèrent des pentes plus douces :

- éboulis des cônes de déjection de Saint-Martin-la-Porte et des torrents issus des pentes du Massif de la Croix des Têtes ;
- éboulis de versant résultant de l'altération et du glissement sur de grandes épaisseurs de terrains schisteux très argileux ;
- des formations glaciaires en bordure d'escarpement.

► Secteur 3 : La Praz

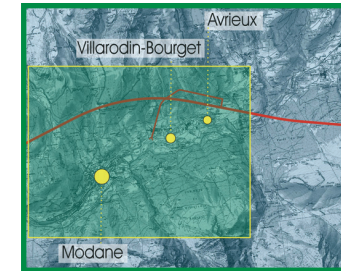


Le secteur est caractérisé par des versants raides (affleurement des grès du Houiller), particulièrement bien développés en rive gauche entre la Bissorrette et Le Freney ; mais également sous le Villeret, en amont des Sarrazins vers l'est jusqu'au

lieu-dit Montruard.

L'érosion (éboulis) et les dépôts récents adoucissent le relief : pentes plus modérées et localement affectées par des glissements de terrains.

► Secteur 4 : Modane-Villarodin-Bourget



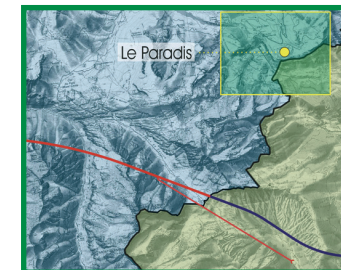
La vallée est caractérisée par un profil en V où le fond de vallée est encaissé et dominé par des versants escarpés. Les massifs encadrant la vallée culminent alors à plus de 3000 m (massif de la Vanoise en rive droite et Mont Thabor en

rive gauche).

Au-delà du bassin de Fourneaux-Modane, le rétrécissement de Modane-Villarodin-Bourget annonce le passage vers la Haute Maurienne, symbolisé par la barrière calcaire de l'Esseillon.

La terrasse alluviale de l'Arc, essentiellement développée au Moulin, atteint 190 m de large.

► Secteur 5 : Mont-Cenis



Ce secteur est situé à une altitude d'environ 2000 m, entre le lac du barrage du Mont-Cenis et la frontière italienne. Le relief est composé d'arêtes rocheuses dépassant les 3000 m et de la dépression occupée par le barrage et la retenue du

Mont-Cenis.



Milieu physique

Relief

7 – Étude d'impact



Milieu physique

Contexte climatique

Contexte climatique

► Régime thermique

Les caractères thermiques dépendent essentiellement de l'altitude, mais la position intra-alpine de la vallée de Maurienne introduit certains aspects originaux.

À altitude égale, les températures moyennes annuelles des stations météorologiques dépassent de deux degrés en moyenne celles des Préalpes. La vallée de la Maurienne est en effet protégée des flux océaniques par les chaînons occidentaux culminant entre 2 000 et 3 000 m et présente de ce fait un climat d'abri.

L'hiver, les températures moyennes au mois de janvier varient dans la vallée de -5 °C à Lanslebourg à $1,2\text{ °C}$ à Saint-Alban-des-Hurtières. Les températures estivales restent assez modestes, les moyennes au mois de juillet ne dépassant pas $11,3\text{ °C}$ à Lanslebourg et $18,8\text{ °C}$ à Saint-Alban-des-Hurtières.

Minima des températures

STATIONS	ALTITUDE (m)	MOYENNE JANVIER (°C)	MOYENNE JUILLET (°C)	MOYENNE ANNUELLE (°C)
Saint-Alban-des-Hurtières	620	1,2	18,8	9,7
Saint-Michel-de-Maurienne	1 360	- 0,3	15,3	6,9
Avrieux	1 102	- 1,4	16,8	7,4
Lanslebourg	2 000	- 5,1	11,3	2,3

Moyennes mensuelles et annuelles calculées sur 13 ans (Données Météorologie Nationale).

► Masses d'air

Le vent est dirigé par le relief et suit donc le sens de la vallée. Des mouvements inverses diurnes et nocturnes interviennent également, avec des vents ascendants le jour le long des pentes chauffées au soleil, et descendants la nuit. Ce modèle est toutefois compliqué par les formes du relief et les turbulences qu'elles génèrent.

Les données de Météo France sur les communes de Saint-Jean-de-Maurienne et Sainte-Marie-de-Cuines confirment cette tendance générale de circulation.

La vitesse moyenne annuelle des vents sur Saint-Michel-de-Maurienne est faible, limitant la dispersion des polluants : une couche d'inversion basse, d'une épaisseur comprise entre 20 et 50 m, se constitue ainsi la nuit. Ce phénomène fréquent est préjudiciable, surtout en hiver avec des masses d'air froides et sèches, stables.

La Lombarde désigne des vents de sud-est affectant la haute Maurienne par les échancures de la crête frontalière.



Milieu physique

Contexte climatique

7 – Étude d'impact



Milieu physique

Contexte climatique

► Régime pluviométrique

En ce qui concerne les précipitations, les totaux annuels sont modérés et contrastés avec de forts écarts de 520 mm à 1 628 mm. La vallée présente un découpage net en trois secteurs, la Basse, la Moyenne et la Haute Maurienne :

- la Basse Maurienne, jusqu'à Sainte-Marie de Cuines qui est la zone la plus arrosée avec des valeurs proches de celles des Préalpes ;
- la Moyenne Maurienne, avec des minima centrés sur Avrieux où l'effet d'écran provoqué par les massifs de Belledonne et de la Lauzière est maximum face aux perturbations océaniques venant de l'Ouest ;
- la Haute Maurienne où les totaux annuels se redressent, mais peuvent être considérés comme modérés compte tenu de l'altitude.

Les répartitions mensuelles montrent une relative régularité des précipitations tout au long de l'année. Les contrastes sont peu marqués et les régimes restent modérés. Les fortes précipitations sont en général constituées par :

- des orages pouvant être violents et fréquents principalement en été et fin d'automne ;
- les masses d'air chaudes et humides de La Lombarde, de secteur est et sud-est se chargeant en vapeur d'eau lors de leur passage en Méditerranée. Ces nuages arrivent sur les versants italiens saturés et subissent une ascension extrêmement rapide. Des pluies diluviennes s'abattent alors sur les versants piémontais et débordent sur les versants français, dont la vallée de Maurienne.

La Lombarde, précédée par des dépressions océaniques de flux d'ouest et combinée à la fonte des neiges, est à l'origine des crues les plus importantes de l'Arc.

Enfin, étant donné la part des fortes altitudes dans le bassin versant de l'Arc, la neige est un paramètre climatique clé de l'hydrosystème où rétention hivernale et fonte printanière rythment le régime hydrologique. Bien entendu l'épaisseur du manteau neigeux augmente avec l'altitude et est fortement influencée par l'exposition. Les quantités neigeuses restent généralement inférieures à celles des Alpes externes à altitudes comparables.

Le rythme climatique régional se retrouve étroitement dans le régime hydrologique, ce qui est généralement le cas pour des cours d'eau, drainant des bassins versants de taille petite à moyenne à écoulement rapide tel l'Arc.

La vallée de la Maurienne présente donc un climat montagnard sec. Les séquences sèches se situent globalement de mai à décembre. Les précipitations moyennes sont comprises entre 520 et 1 628 mm, et présentes essentiellement sous formes neigeuses l'hiver, et orageuses l'été.

Précipitations en mm

MONTSAPEY	SAINT-ALBAN DES HURTIÈRES	SAINT-MICHEL	AVRIEUX	BESSANS
1 628	1 337,9	935	519,5	903

Moyennes annuelles calculées sur 25 ans des précipitations en mm (Données Météorologie Nationale).

Contexte géologique*

Secteur 1 : contexte géologique à Saint-Jean-de-Maurienne

Données géologiques générales

Le bassin est dominé au nord-ouest par le massif du Rocheray, constitué de roches cristallophylliennes assez variées et très fragilisées.

Le versant sud-est du Rocheray, caractérisé par des couloirs d'éboulis vifs très pentus et par la présence de gros blocs jusque dans la plaine alluviale, constitue une importante zone d'instabilité.

Les événements répertoriés sont les suivants :

- 1984 : éboulement au nord de la Croix de la Chevrotière, vers le stade Pierre Rey ;
- 1987 : éboulement en masse en avril à partir des Crevasses vers le stade Pierre Rey ;
- 1990 : chute de blocs au Pas de l'Ours ;
- 1994 : chute de rochers en mars en amont de la Grotte de Saint-Thècle, vers la piscine municipale ;
- 1995 : glissement de terrain à la chapelle Bonne Nouvelle ;
- 2002 : chute de rochers en mars dont un bloc de 8,5 m³, près du stade Pierre Rey.

Le complexe sportif et la station d'épuration (STEP) sont protégés par un filet de 150 m de long derrière la piscine et par des merlons de terre en amont du stade et de la STEP.

Ces protections efficaces contre les chutes de pierres et de blocs isolés, ne concernent pas les phénomènes de type écoulement.

Le bassin de Saint-Jean-de-Maurienne s'est essentiellement développé aux dépens des terrains sédimentaires du Trias à l'Eocène de la zone ultradauphinoise.

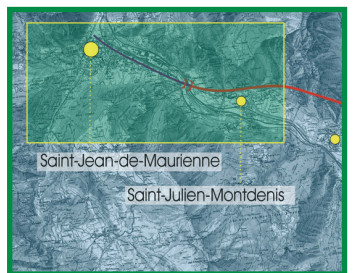
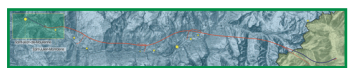
De part et d'autre de la vallée de l'Arc, on notera surtout l'existence d'affleurements :

- de gypse et anhydrite du Trias en rive droite au-dessus du hameau de l'Echaillon et dans la vallée de l'Arvan, responsables de chutes de pierres et de blocs ;
- de schistes, calcschistes et calcaires marneux du Lias sur les versants très ravinés au nord de l'usine Aluminium-Pechiney et au droit des Roches Noires et de Villargondran, présentant également des risques de chutes de pierres et de blocs et de tassement ;
- de calcaires sableux jurassiques et de grès et conglomérats éocènes sur le versant situé au-dessus de Pont-d'Arc balayé par les lacets de la RD79, et au Plan de la Millière, qui forment des pentes ébouleuses, localement affectées par des glissements de terrains ;
- de flyschs tertiaires à dominance calcaire et marneuse au-dessus de Villard-Clément, affleurant au nord du Claret et dans la partie moyenne du Saint-Julien en rive droite et au-dessus des Resses en rive gauche, donnant des pentes fortes, très ravinées et sujettes à des éboulements ;
- enfin de flyschs à dominante schisteuse dans le secteur de Saint-Julien-Montdenis et Montricher – Le Bochet, formant des crêtes en dent de scie et des escarpements rocheux plus ou moins instables.



Milieu physique

Contexte géologique



Secteur 1 :
Saint-Jean-de-Maurienne

*Le présent volet est illustré par le feuillet cartographique « Géologie » dans le tome 5 Pièces cartographiques.

7 – Étude d'impact



De par sa position en fond de vallée, le projet est surtout concerné par les diverses formations superficielles quaternaires recouvrant les versants et le fond de vallée :

- formations alluviales de l'Arc constituées en surface, d'une couche peu épaisse de limons sableux ou sables limoneux plus ou moins graveleux, et en profondeur une importante assise de cailloutis et de sables avec quelques blocs et lentilles argileuses, atteignant une quarantaine de mètres d'épaisseur ;
- formations alluviales des cônes de déjection coalescents de la Torne, de l'Arvan, des ruisseaux issues des Roches Noires et du Rieubel), caractérisées par une relative grossièreté et par une grande hétérogénéité verticale et horizontale ;
- formations à matrice essentiellement argilo-limoneuse du cône de déjection ancien de Saint-Julien-Montdenis.

Des contraintes géotechniques sont ainsi imposées par :

- l'hétérogénéité du sol (présence potentielle de gros blocs dans la vallée) ;
- la médiocre aptitude mécanique des sols notamment au droit de zones humides ou inondables (rive droite de la Torne, proximité de l'Arc).



Le massif du Rocheray.

► Géologie du bassin Saint-Jeannais

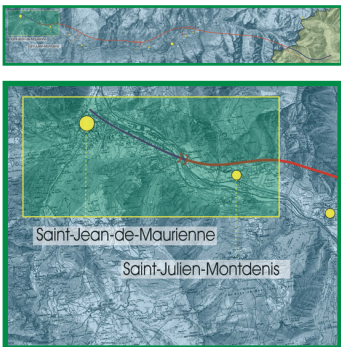
La section à l'air libre est située sur la rive gauche de l'Arc, sur des formations alluviales récentes déposées par l'Arc, à une altitude comprise entre 530 et 580 m environ.

La partie ouest de la section à l'air libre est partiellement implantée sur des formations d'origine torrentielles (cône de déjection de l'Arvan).

La terrasse paysagère située à l'est de la section est implantée sur les alluvions récentes de l'Arc, à une altitude variant entre 552 m à 580 m environ au-dessus du fond de lit du cours d'eau, situé quelques mètres plus bas.

Milieu physique

Contexte géologique



Secteur 1 :
Saint-Jean-de-Maurienne



Ancienne carrière de gypse.



Site de dépôt des Resses vu depuis la RD79 (Scetauroute, 20 juin 2005).



Site de dépôt de Plan d'Arc – Extrémité ouest (Scetauroute, 20 juin 2005). En arrière-plan : village du Bochet.



► Géologie des sites de dépôt

Le site de dépôt de la Combe des Moulins

Le site est une ancienne carrière de gypse en partie réaménagée située à 650 m d'altitude. Le front de taille (325 m de long) présente une hauteur comprise entre 90 m en partie sud et 130 m au nord. Il se compose d'une succession de gradins de 15 m de hauteur séparés par des banquettes de 2,50 m de largeur. Il existe 5 anciennes galeries d'exploitation, d'une profondeur comprise entre 20 et 60 m. La surface de l'emprise du site est d'environ 11,2 ha.

Le Trias exploité se présente sous la forme de lits de gypse fracturés, inclinés de 35° à 55° vers l'est. Les fractures abondantes et très irrégulières sont soulignées par des produits d'altération argileux et sont le siège d'infiltrations locales. L'anhydrite massive rubanée (lits de sables et limons, parfois des graviers) n'affleure qu'au-dessus de l'éperon rocheux du sud-ouest.

Suite à l'arrêt de l'exploitation :

- les eaux météoriques en provenance de la RD 926 ont été drainées vers la RD 110 au nord du site (buse et bassin écrêteur) ;
- les fronts de taille ont fait l'objet de purges mécaniques ;
- quatre des cinq anciennes galeries ont été effondrées ou remplies de matériaux stériles.

Le site de dépôt des Resses

Le site se situe au pied d'un versant rocheux exposé nord-est (650 m d'altitude). La pente très forte (substrat et éboulis), s'adoucit rapidement au droit des cônes de déjection et devient quasiment nulle avant de rejoindre la plaine alluviale de l'Arc. La surface de l'emprise du site est d'environ 27,1 ha. Ce versant est constitué par une épaisse formation de Flyschs schisteux et calcaires très fracturés. Le projet est implanté au sein d'éboulis de versant formés par des éléments de toutes tailles emballés dans une matrice de nature sablo-silteuse.

De nombreuses zones potentielles de départ de masses rocheuses sont identifiées dans le versant. Elles peuvent avoir comme origine (SAGE, ETRM, GEODE, 2000) :

- des glissements bancs sur bancs selon les plans de schistosité ;
- des fauchages des têtes de couches des flyschs ;
- des effondrements liés à la présence d'anciennes galeries d'exploitation.

Le site de dépôt de Plan d'Arc

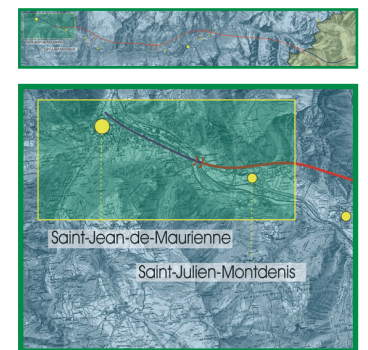
Le site est implanté en rive droite de l'Arc au droit d'un vaste replat situé entre la RN6 et l'A43, à 610 m d'altitude. La surface de l'emprise du site est d'environ 16,2 ha. Il est situé sur des dépôts quaternaires issus des cônes de déjection du Saint-Julien et du Claret et des apports alluviaux de l'Arc (SAGE, 2000).

La coupe type au droit du site comprend :

- 15-20 m d'alluvions récentes de l'Arc ;
- 5 à 15 m de matériaux plus argileux et très hétérogènes, issus d'anciennes coulées du Saint-Julien et du Claret ;
- un substratum rocheux de flyschs calcaires et schisto-gréseux (zone ultradauphinoise), dont le toit se situe entre 20 et 25 m de profondeur.

Milieu physique

Contexte géologique



Secteur 1 :
Saint-Jean-de-Maurienne

7 – Étude d'impact



Site de chantier de Villard-Clément.



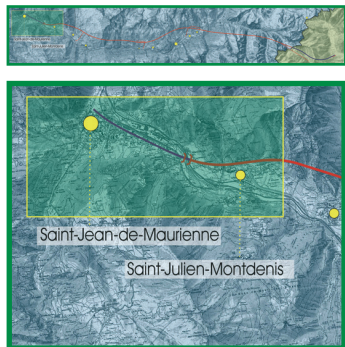
Site de chantier des Resses d'en Bas (20 juin 2005). Au premier plan : stockage de granulats. En arrière-plan : le site de dépôt des Resses (Scetauroute).



Sous-Villard-Clément vu depuis la rive gauche de l'Arc (20 juin 2005). Au premier plan : l'Arc canalisé. En arrière-plan : le site de chantier de Sous-Villard-Clément (Scetauroute).

Milieu physique

Contexte géologique



Secteur 1 :
Saint-Jean-de-Maurienne

► Géologie des zones de chantier

La zone de chantier de Villard-Clément

L'aire de chantier de Villard-Clément est implantée au droit d'un cône de déjection ancien du Saint-Julien, avec des matériaux alluviaux imbriqués aux dépôts alluviaux de l'Arc. Son altitude est d'environ 600 m. La surface de l'emprise du site est d'environ 14,5 ha.

Les terrains sont constitués par un complexe de formations superposées, selon le schéma suivant, du haut vers le bas :

- un ensemble de matériaux de type cône à matrice limonneuse avec intercalations de quelques coulées boueuses à matrice argileuse ;
- un horizon torrentiel, constitué de graviers arrondis et de sables quasiment dépourvus de fines ; pendant la perforation des forages, des venues d'eau ont été détectées en correspondance de ce niveau ;
- des matériaux de type coulées boueuses à matrice argileuse ; ce niveau représente le toit imperméable de l'aquifère captif sous-jacent ;
- des formations alluviales à éléments arrondis avec matrice sableuse (alluvions anciennes de l'Arc) ; cet ensemble constitue un aquifère en charge. Le niveau statique s'établit une vingtaine de mètres au-dessus de l'aquifère alluvial et environ dix mètres au-dessus du niveau actuel de l'Arc.

La zone de chantier de Sous-Villard-Clément

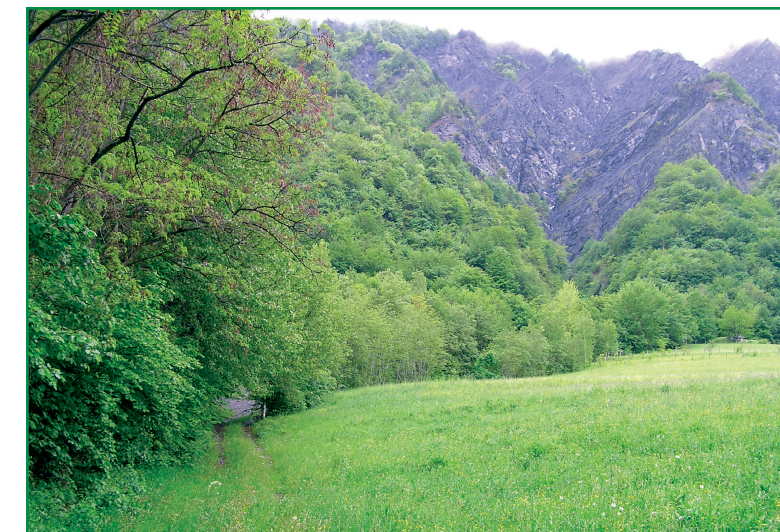
Elle est située sur la rive gauche de l'Arc, sur des formations alluviales associées à des remblais anthropiques. La zone de chantier est positionnée en fond de vallée à quelques mètres seulement au-dessus du fond de lit de l'Arc. Cette situation particulière la soumet aux crues de l'Arc. Son altitude est de 560 m environ. La surface de l'emprise du site est d'environ 5,4 ha.

La zone de chantier des Resses d'en Bas

Cette zone présente les mêmes caractéristiques que la précédente. Sa particularité réside toutefois dans le fait qu'elle correspond actuellement à une aire de dépôt de matériaux d'une entreprise. Son altitude varie entre 570 et 575 m. La surface de l'emprise du site est d'environ 8 ha.

La zone de chantier de Saint-Julien

La zone se trouve en contrebas de la voie ferrée, en rive droite de l'Arc et en rive gauche du torrent chenalisé du Saint-Julien. C'est une plate-forme en remblai, actuellement utilisée par une société stockant et traitant des matériaux alluviaux. Elle est implantée sur des dépôts alluviaux de l'Arc imbriqués avec des éléments du cône de déjection du Saint-Julien. Son altitude varie entre 610 et 615 m. La surface de l'emprise du site est d'environ 3,9 ha.



Site de la bande transporteuse entre la Combe des Moulins et Sous-Villard-Clément (16 mai 2005). Au premier plan : lisière forestière (forêt de Mont l'Evêque). En arrière-plan : massif des Roches Noires (Scetauroute).

F – Analyse de l'état initial du site



Site de la bande transporteuse Sous-Villard-Clément – Saint-Julien (20 juin 2005). Au premier plan : site de Saint-Julien et dépôt modelé. Au fond, à gauche : Saint-Jean-de-Maurienne (Scetauroute).



Site de la bande transporteuse Saint-Julien – Plan d'Arc (23 juin 2005). Au centre : pylône électrique de la ligne 2 x 42 / 63 kV La Saussaz – Echaillon – Montricher (Scetauroute).



► Géologie de la logistique

La bande transporteuse entre le site de chantier de Sous-Villard-Clément et le site de dépôt de la Combe des Moulins

Le site de la bande transporteuse se situe au pied du massif des Roches Noires, en versant nord. Ce versant, très raviné, s'organise en pentes fortes avec des falaises rocheuses. Constitué de schistes, calcschistes et calcaires marneux du Lias, le massif des Roches Noires présente des risques de chute de pierres et de blocs ainsi que des risques de tassement importants.

D'est en ouest, le site de la bande transporteuse recoupe :

- les alluvions modernes de l'Arc ;
- le cône de déjection récent du Rieubel ;
- les cônes de déjection ancien des ruisseaux des Roches Noires ;
- les alluvions modernes de l'Arvan ;
- les gypses et anhydrites du Trias.

Partant de 560 m d'altitude au niveau du site de chantier de Sous-Villard-Clément, il s'élève au final de 90 m pour atteindre 650 m d'altitude environ au niveau du site de dépôt de la Combe des Moulins.

La bande transporteuse entre le site d'attaque principale de Villard-Clément et la zone de chantier de Sous-Villard-Clément

Le site de la bande transporteuse franchit l'A43, la RN6 et l'ancienne RN6 afin de relier le site d'attaque principale de Villard-Clément et la zone de chantier de Sous-Villard-Clément. Il s'insère donc entièrement au niveau des alluvions modernes de l'Arc.

Partant de 600 m d'altitude au niveau de Villard-Clément, il descend de 40 m environ pour atteindre 560 m d'altitude au niveau de Sous-Villard-Clément.

La bande transporteuse entre la zone de chantier de Sous-Villard-Clément et celle de Saint-Julien

Le site de la bande transporteuse chemine en fond de vallée de l'Arc afin de relier les deux sites de chantier. Partant de 560 m d'altitude au niveau de Sous-Villard-Clément, il s'élève de 55 m pour atteindre 615 m d'altitude au niveau de Saint-Julien.

Le site de la bande transporteuse s'insère au nord-ouest, au niveau des alluvions modernes de l'Arc et au sud-est, au niveau du cône de déjection récent du Saint-Julien.

La bande transporteuse entre la zone de chantier de Saint-Julien et le site de dépôt des Resses

Le site de la bande transporteuse franchit l'Arc afin de relier le site de chantier de Saint-Julien et le site de dépôt des Resses.

Malgré sa faible longueur, le site recoupe :

- le cône de déjection récent du Saint-Julien ;
- les alluvions modernes de l'Arc ;
- le cône de déjection ancien de la Combe de l'Avalanche.

Partant de 615 m d'altitude au niveau de chantier de Saint-Julien, il s'élève de 35 m pour atteindre 650 m au niveau du site de dépôt des Resses.

La bande transporteuse entre la zone de chantier de Saint-Julien et le site de dépôt du Plan d'Arc

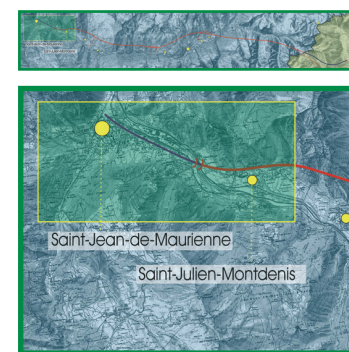
Le site est occupé dans sa partie ouest par les bâtiments d'une entreprise de granulats.

Il coupe perpendiculairement l'A43 et passe au-dessus de la voie ferrée Chambéry – Turin qui est en tunnel à ce niveau.

Le site de la bande transporteuse est implanté sur les dépôts quaternaires issus du cône de déjection récent du Saint-Julien.

Milieu physique

Contexte géologique



Secteur 1 :
Saint-Jean-de-Maurienne

7 – Étude d'impact



Secteur 2: contexte géologique à Saint-Martin-la-Porte

► Données géologiques générales

La vallée de l'Arc, située à une altitude de 680 m, est rétrécie et s'encadre de sommets importants (Perron des Encombres au nord et les Aiguilles d'Arves au sud). Par ailleurs, l'Arc est largement aménagé et canalisé.

Le secteur est situé à la limite entre la zone subbriançonnaise à l'ouest et la zone briançonnaise à l'est (Saint-Michel-de-Maurienne).

Les formations de la zone subbriançonnaise, rencontrées dans ce secteur, appartiennent à la Nappe du Pas du Roc. Elles forment des escarpements rocheux, particulièrement remarquables en rive gauche (site Calypso-Pas du Roc).

Il s'agit essentiellement de :

- Marnes calcaires et calcschistes ;
- Calcaires massifs, en barres de 1 000 m d'épaisseur (Pas du Roc et Croix des Têtes), exploitées par la carrière BRA (Calypso) ;
- Schistes noirs ;
- Calcaires à silex ;
- D'alternances de bancs décimétriques de dolomies et argilitiques ;
- Cargneules et gypses.

Ces dernières formations sont sujettes à de fréquents éboulements qui viennent encombrer le lit des cours d'eau (Le Saint-Bernard dans sa partie amont, La Valloirette, L'Arc). Localement des dissolutions peuvent provoquer des affaissements. Des effondrements de terrain par dissolution du gypse en profondeur ont déjà eu lieu à l'ouest de Saint-Michel-de-Maurienne (La Colombette, Le Vigny) formant ainsi des verrous glaciaires.

Le secteur est également parcouru par un faisceau de failles, orienté nord-sud, matérialisant le Front Houiller. Il suit le cours du Saint-Bernard en amont du secteur d'étude, puis traverse le hameau de la Villette et de la Porte, en amont du Plan de la Saussaz, et l'éperon rocheux situé à l'est du Plan des Saussaz.

Cette zone de chevauchement est ainsi particulièrement instable, notamment sous le hameau de la Porte (nombreuses failles et fracturations, dépression de gypse et présence d'une décharge en activité).

La structure géologique du secteur permet d'envisager la présence d'un système d'écoulement principal dans les évaporites présentes le long du Front Houiller et dans les calcaires de la succession Subbriançonnaise. Des accidents tectoniques mettent en contact les différentes couches et interrompent la continuité des niveaux imperméables, favorisant ainsi une communication hydraulique.

Pour le secteur de la Zone Subbriançonnaise, les couches du Trias ne seront vraisemblablement pas rencontrées pendant l'excavation. À priori, seuls les calcaires marneux du Callovien, peu perméables, seront traversés.

► Géologie du site de dépôt de La Porte

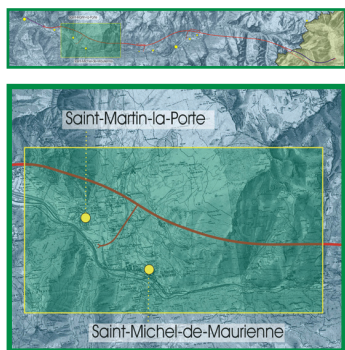
La dépression du site de La Porte, à une altitude de 850 à 885 m, est située structurellement au sein de la zone des gypses. La surface de l'emprise du site est d'environ 2,4 ha. Les terrains constituant la zone sont des gypses, des dolomies et calcaires du Trias supérieur et Lias inférieur.

Les gypses constituent l'essentiel du site. Ils affleurent quasiment en continu côté Nord du site de dépôt, le long de la RD 219. Ils affleurent aussi du côté sud, le long du chemin communal. L'extrémité ouest du site est fermée par un verrou rocheux où affleurent des dolomies et des calcaires fortement redressés.

Les gypses constituent l'essentiel du site (SAGE, 2002) et affleurent de façon importante sur le site. Le fond de la dépression ainsi que ces abords immédiats sont recouverts par des colluvions.

Milieu physique

Contexte géologique



Secteur 2:
Saint-Martin-la-Porte

F – Analyse de l'état initial du site



Site de la bande transporteuse entre Plan des Saussaz et Saint-Félix (Scetauroute, 20 juin 2005). De gauche à droite : l'Arc, la RN6, la ligne historique et l'A43. Au centre : le barrage sur l'Arc au droit de Saint-Martin-la-Porte. À droite et en arrière-plan : le ruisseau du Saint-Bernard passant au-dessus de l'A43.



Site d'accès entre Plan de Saussaz et La Porte (Scetauroute, 23 juin 2005). Au centre : le site d'attaque intermédiaire de Plan de Saussaz. En arrière-plan : la carrière Calypso.



► Géologie des zones de chantier

Le site d'attaque intermédiaire du Plan des Saussaz

Le site du Plan des Saussaz est localisé au sud de Saint-Martin-la-Porte, en rive droite de l'Arc, au niveau du lieu-dit de Plan des Saussaz, calé au pied du Pas du Roc. Il occupe une plate-forme en remblai surplombant de 7-8 m à l'ouest la voie ferrée marquant la limite du pied de talus. Il est calé à une altitude d'environ 690 m. La surface de l'emprise du site est d'environ et 10,6 ha.

Le site est inscrit dans un ensemble d'éboulis calcaires provenant de la falaise du Pas du Roc, constituée de calcaires massifs et de calcaires à silex.

La zone de chantier de l'illaz

La zone de chantier de l'illaz est implantée sur la commune de Saint-Julien-Montdenis, en rive droite de l'Arc, à l'aval immédiat d'un verrou rocheux. Elle forme une zone en remblai à l'est du secteur de la gare et contrainte au nord par la ligne ferroviaire.

Il s'agit d'une ancienne zone de chantier utilisée probablement lors de la réalisation de l'autoroute A43. La plate-forme

est calée à une altitude comprise entre 634 et 644 m. La surface de l'emprise du site est d'environ 9,5 ha.

La zone est située sur les alluvions de l'Arc dans lesquelles s'écoule la nappe alluviale. Ces alluvions sont probablement recouverts de matériaux plus argileux (limons de recouvrement...).

Le niveau statique de la nappe est situé environ à la cote 640 m en basses eaux, soit environ 3-4 m sous le niveau du sol.

La zone de chantier de Saint-Félix

La zone de chantier de Saint-Félix est implantée sur la commune de Saint-Martin-la-Porte, en rive droite de l'Arc, au nord-est du hameau de Saint-Félix (rive gauche de l'Arc). Une zone de friche occupe une grande partie du secteur ouest. Sur le secteur est, une plate-forme en remblai est aménagée. Elle est utilisée par une entreprise pour le stockage et le traitement de granulats.

L'altitude du secteur est comprise entre 655 et 675 m environ. La surface de l'emprise du site est d'environ 10,8 ha.

La zone est située sur les alluvions de l'Arc dans lesquels s'écoule la nappe alluviale.

Le niveau statique de la nappe est entre 655 et 665 m en basses eaux soit au moins 4-5 m sous le niveau du sol.

► Géologie de la logistique

La bande transporteuse entre le site d'attaque intermédiaire du Plan des Saussaz et la zone de chantier de Saint-Félix

Le site de la bande transporteuse qui relie le site d'attaque au site de chantier, longe l'Arc en rive droite, en fond de vallée. Il est donc situé uniquement sur les alluvions modernes de l'Arc. Le secteur appartient à la zone subbriançonnaise de la « Nappe du Pas du Roc ».

Partant de 695 m d'altitude au niveau du site d'attaque intermédiaire du Plan des Saussaz, il s'abaisse de 40 m pour atteindre 655 m au niveau du site de chantier de Saint-Félix.

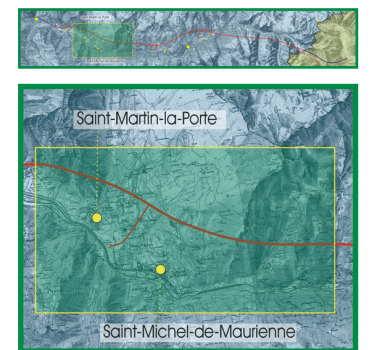
La logistique d'accès entre le site d'attaque intermédiaire de Plan de Saussaz et le site de dépôt de La Porte

Le site d'accès de Plan des Saussaz à La Porte s'effectue en majeure partie sur les éboulis calcaires. Seule l'extrémité nord affecte la zone des gypses.

Partant de 695 m d'altitude au niveau du site d'attaque intermédiaire du Plan des Saussaz, il s'élève de 190 m pour atteindre 885 m au niveau du site de dépôt de La Porte.

Milieu physique

Contexte géologique



Secteur 2 :
Saint-Martin-la-Porte

7 – Étude d'impact



Secteur 3: contexte géologique à La Praz

► Données géologiques générales

Le secteur appartient à la zone briançonnaise (Houiller). Les roches sont constituées de grès, schistes micacés et conglomérats, qui peuvent être localement injectés de roches volcaniques.

Le Houiller affleure au droit des versants raides, particulièrement bien développés en rive gauche entre la Bissortette et Le Freney; mais également sous le Villeret, en amont des Sarrazins vers l'est jusqu'au lieu-dit Montruard.

Cette formation est largement recouverte par des éboulis instables et des dépôts morainiques. Les pentes sont alors modérées et localement affectées par des glissements de terrains.



Site de chantier des Sarrazins.

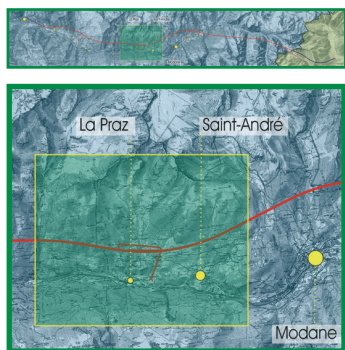
► Géologie des zones de chantier: le site d'attaque intermédiaire des Sarrazins

Le site des Sarrazins a une altitude comprise entre 960 et 975 m. Il est implanté en fond de vallée, à l'ouest de la commune de Saint-André au droit du hameau des Sarrazins. La tête d'attaque de la descenderie se trouve au pied du versant qui borde la limite nord du site, à 974 m d'altitude environ. La surface de l'emprise du site est d'environ 7,6 ha.

Le site est implanté en majorité sur les alluvions récentes de l'Arc et pour une petite partie (frange nord) le sous-sol de la zone est constitué de houiller stérile recouvert localement par des éboulis.

Milieu physique

Contexte géologique



Secteur 3:
La Praz

Secteur 4: contexte géologique à Modane-Villarodin-Bourget

Données géologiques générales

Les formations affleurantes, appartenant au Briançonnais siliceux, sont :

- les quartzites du Trias inférieur. Ces roches dures, très fracturées constituent les versants surmontant le Bourget ;
- les calcaires et dolomies du Trias moyen, sont souvent accompagnés de cargneules en rive droite de l'Arc. Ces roches forment la barre des forts de l'Esseillon ;
- les gypses du Trias, compose une couche puissante, affleurante en fond de vallée de l'Arc, entre Modane et Termignon. Ils constituent également des reliefs importants, tels le Rocher des Amoureux et la falaise verticale en face des Moulins.

Ces gypses forment la semelle de la zone piémontaise, représentés par des schistes lustrés.

Les formations superficielles occupent une surface importante :

- la formation glaciaire würmienne, étendue, constitue la formation prépondérante ;
- les éboulis forment une composante importante des pentes sous les crêtes en rive gauche de l'Arc. Plus bas, un éboulis important est à signaler derrière le Roc du Bourget et sur les versants en amont de Villarodin. Ce dernier est sujet à glissement de terrain ;
- le cône de déjection récent du ruisseau de Saint-Antoine et le cône ancien du Saint-Benoît ;
- les alluvions modernes, pas très importantes en volume et surface, composées des alluvions charriées par l'Arc et déposées en périodes de crues.



Site de dépôt des Tierces.

Géologie du site de dépôt des Tierces

Le site est situé en rive gauche de l'Arc en aval de la RN6 à environ 1 125 m d'altitude. La surface de l'emprise du site est d'environ 27,6 ha. Le versant se caractérise par une zone de replat dont la pente est inférieure à 10°, ouvert sur le cours de l'Arc en partie ouest à environ 50-70 m au-dessus du niveau de la rivière. Un promontoire rocheux (gypse) d'une quinzaine de mètres de dénivelé occupe la partie centrale du replat.

Le substratum gypseux du Trias supérieur, est recouvert par une forte épaisseur de formations quaternaires :

- de type alluvions fluvio-glaciaires sablo-graveleux à sablo-limoneux sur les replats ;
- de type colluvions de pentes limoneuses sur la rupture de pente amont et de qualité moindre ;
- de nature sablo-argileuse et de qualité très médiocre, en partie est du site, correspondant à une ancienne coulée du Ravin Saint-Joseph.

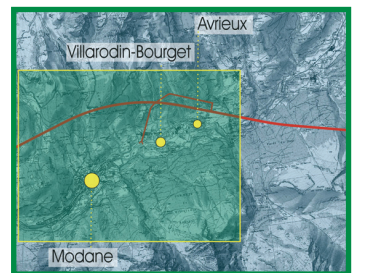
Le substrat n'affleure que sur les zones à forte pente. Il est situé à plus de 20-25 m de profondeur sur la plus grande partie du site. Les figures de dissolution et les indices de dolines indiquent la présence de cavités souterraines.

D'anciennes galeries d'exploitation du gypse sont présentes de part et d'autre de la RN6.



Milieu physique

Contexte géologique



Secteur 4 :
Modane – Villarodin – Bourget

7 – Étude d'impact



Site de chantier de Modane-Villarodin-Bourget.

Le site est dominé par les quartzites du Trias qui sont visibles à l'affleurement. Une langue de moraines et de colluvions recouvre partiellement le thalweg présent à l'extrémité nord-est du site.

L'influence du massif de gypse bordant la partie est du site se traduit par plusieurs entonnoirs et fontis sur le site même, avec présence probable de cavités souterraines (en partie rencontrées lors des sondages).

Des remblais préexistants ont été reconnus en sondage le long de l'Arc, en partie ouest du site.

Le substratum rocheux n'a pas été atteint lors des reconnaissances pratiquées entre 7 et 8 m de profondeur.

Le puits de ventilation d'Avrieux

Le site se situe dans la Zone de Couverture Briançonnaise décollée, constituée d'une séquence d'âge Permo-Triasique intensément fracturée et composée de haut en bas de calcaires ou cargneules, d'une série de quartzites du Trias inférieur et de micaschistes quartzitiques ou de quartzites phylliteux du Permo-Trias et enfin de micaschistes du Permien (Arcadis-SEA-Silene-Baptendier; 2003).

La surface de l'emprise du site est d'environ 3 ha.

► Géologie de la logistique

La logistique de transport par camions entre Modane et l'A 43

Le site de la liaison entre Modane et l'A 43 est localisé entièrement en rive gauche de l'Arc.

D'est en ouest il traverse :

- le cône de déjection récent du Saint-Antoine;
- le cône de déjection récent du Rieux Roux.

Partant de 1080 m d'altitude au niveau de Modane, le site s'élève de 65 m pour atteindre 1145 m au niveau de l'ancienne entrée du tunnel ferroviaire

La logistique de réactivation de la voie ferrée entre le site d'attaque intermédiaire de Modane-Villarodin-Bourget et Modane

Le site de la liaison entre l'attaque de Modane et la ville de Modane est localisé en rive droite de l'Arc jusqu'à sa traversée au niveau de Modane. La pente est quasi nulle.

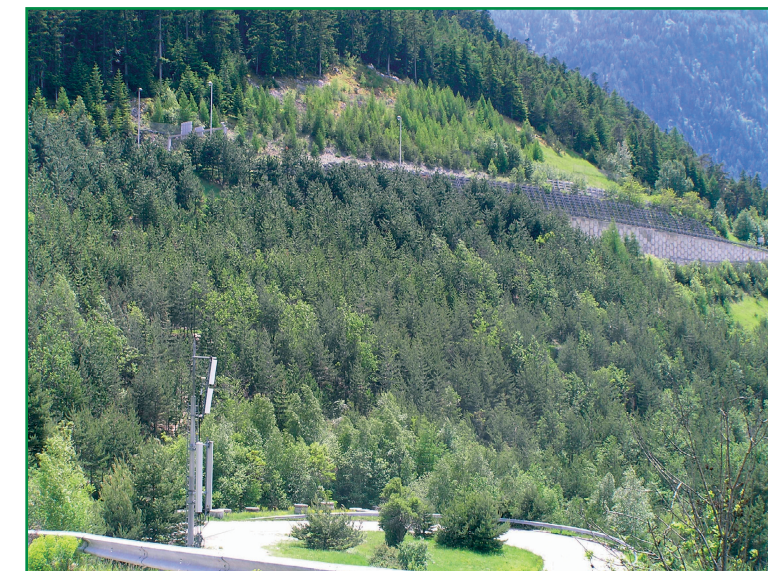
Le site se trouve en totalité sur les alluvions modernes de l'Arc.

La bande transporteuse entre le site d'attaque intermédiaire de Modane-Villarodin-Bourget et le site de dépôt des Tierces

Le site de la bande transporteuse coupe l'Arc de façon perpendiculaire en aval du pont de la Glaire.

Partant de 1080 m d'altitude au niveau de Modane, il s'élève de 45 m pour atteindre 1125 m au niveau du site de dépôt des Tierces.

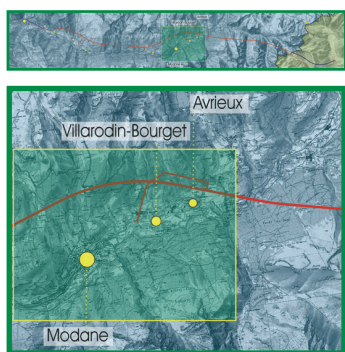
Il recoupe les alluvions modernes de l'Arc et une zone d'éboulis en rive gauche.



Site d'accès entre Modane et l'ancienne entrée du tunnel ferroviaire (Scetauroute, 22 juin 2005). En arrière-plan : l'autoroute A 43.

Milieu physique

Contexte géologique



Secteur 4:
Modane – Villarodin – Bourget

► Géologie des zones de chantier

Le site d'attaque intermédiaire de Modane-Villarodin-Bourget

Le site est situé en rive droite de l'Arc entre le pied de versant en contrebas du village du Bourget et la rive nord de l'Arc, à 1080 m d'altitude environ. La surface de l'emprise du site est d'environ 18,5 ha. Le site se caractérise par une terrasse alluviale de faible pente à quelques mètres à peine au-dessus du niveau de la rivière.

Le site est traversé en longueur (sens est-ouest) par la piste ONERA, en remblai.

Le substratum du site est constitué d'alluvions récentes au sud de la piste ONERA, et d'alluvions anciennes au nord. Ces alluvions sont constituées de sables gris sur 1,5 à 4,8 m d'épaisseur qui deviennent sablo-graveleuses en profondeur. Elles sont peu plastiques.

Secteur 5: contexte géologique au Mont-Cenis

► Données géologiques générales

Le secteur appartient à la zone interne des Alpes. Il se situe dans l'unité liguro-piémontaise, caractérisée dans ce secteur par des roches métamorphisées. Les roches affleurantes sont d'âge crétacé supérieur. On distingue :

- les marbres philliteux, formés de bancs plurimétriques de marbres clairs et de rares interlits calcschisteux ;
- les schistes lustrés.

Des évaporites et cargneules affleurent largement dans la dépression du Mont-Cenis. Elles forment une partie du fond de la retenue du Mont-Cenis.

Le substrat est recouvert par :

- des éboulis, peu épais au pied des barres rocheuses et parfois mis en mouvement sous forme de glacier rocheux (cône d'avalanche) ;
- des moraines würmiennes sujettes à des glissements ;
- des remblais mis en place pour la construction de la retenue et le barrage du Mont-Cenis.

Au sud et à l'est, les Micaschistes des unités briançonnaises internes, affleurent au droit de la route du Col du Mont-Cenis.



Site de dépôt du Paradis.

► Géologie du site de dépôt du Paradis

La dépression du col et du lac du Mont Cenis est creusée dans les gypses de base de la nappe des schistes lustrés. Elle est parsemée d'entonnoirs de dissolution.

Le site de dépôt du Paradis, situé à une altitude d'environ 2000 m, est constitué de marbres philliteux. La surface de l'emprise du site est d'environ 78 ha. Il correspond à une ancienne carrière exploitée en dent creuse (40 m de profondeur environ), dans les années 60 pour la réalisation du barrage du Mont-Cenis.

La carrière est abandonnée mais des dépôts, autorisés par la commune de Lanslebourg-Montcenis et provenant d'Italie, ont toutefois été constatés au cours des visites de terrain de l'inventaire floristique et faunistique en 1999 et en 2005.

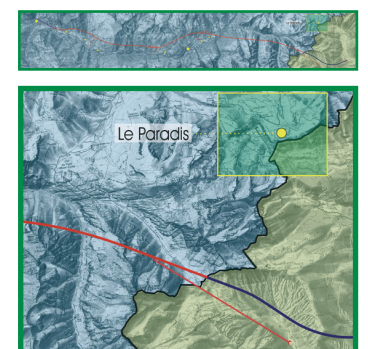
► Géologie de la logistique télébenne jusqu'au site du Paradis

Le site de la télébenne est localisé au sud-est de la carrière du Paradis. Il s'élève de 1800 à 1950 m d'altitude. Il recoupe les formations du Crétacé supérieur basal : marbres philliteux et calcschistes et marbres impurs.



Milieu physique

Contexte géologique

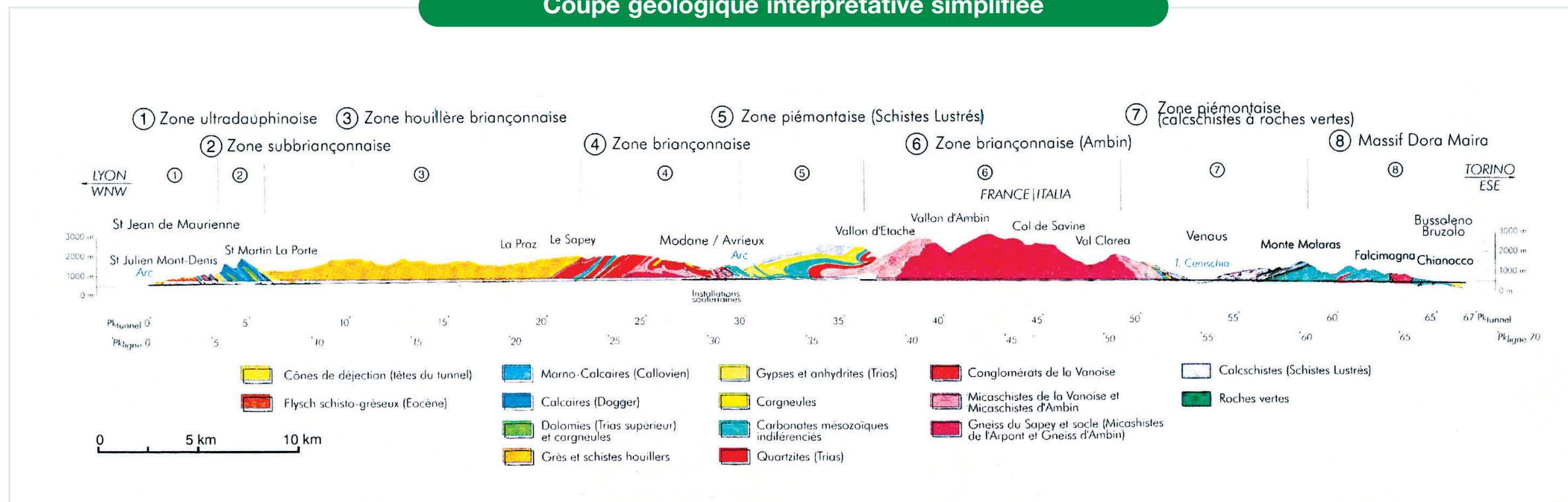


Secteur 5:
Mont-Cenis

7 – Étude d'impact



Coupe géologique interprétative simplifiée



Coupe géologique interprétative simplifiée établie en mai 2000 (Source: Synthèse géologique par secteurs, Alpetunnel GEIE, juin 2000).

Milieu physique

Contexte géologique

Géologie du tunnel

Le projet franchit l'arc alpin d'ouest en est. Il traverse les deux grands ensembles structuraux :

- *le domaine externe (zone ultradauphinoise) caractérisé par des terrains sédimentaires ;*
- *le domaine interne (zone subbriançonnaise, briançonnaise et piémontaise) caractérisé par un état très fracturé des roches et un métamorphisme très élevé.*

Ces zones sont séparées par des accidents au sens géologique, constituant généralement des contraintes fortes (fracturations, venues d'eau, présence de gypse).

D'ouest en est, les principales unités géologiques traversées sont (voir coupe géologique page précédente):

- **1 :** la zone ultradauphinoise (flyschs et calcaires) ;
- **2 :** la zone subbriançonnaise (série plissée de carbonates et schistes) ;
- **3 :** la zone houillère briançonnaise (grès et schistes) ;
- **4 :** la zone briançonnaise (terrains siliceux et carbonatés, d'une grande complexité structurale) ;
- **5 :** la zone piémontaise (semelle de gypse et anhydrite de la Nappe des schistes lustrés) ;
- **6 :** la zone briançonnaise (gneiss et micaschistes) ;
- **7 :** la zone piémontaise (schistes lustrés).

Ces zones géologiques principales sont décrites plus précisément dans le tableau pages suivantes. Les points kilométriques permettent de caler ces informations par rapport à la tête de tunnel de Saint-Julien-Montdenis.

Les terrains traversés sont très hétérogènes et de qualité géotechnique très variable depuis les matériaux meubles (éboulis, cargneules) aux matériaux très durs (gneiss, micaschistes, dolomies) et abrasifs (quartzites), souvent fracturés voire broyés.

D'une façon générale, le contexte géologique et géomorphologique s'avère assez contraignant. Les contraintes sont principalement liées :

- aux accidents géologiques avec des risques de circulation d'eau sous pression peu ou pas contrôlable et risques de rencontre de terrains très fracturés à broyés, et notamment ceux injectés d'évaporites (risques de cavités avec circulations d'eau, instabilité) ;
- aux réseaux karstiques de la nappe des Gypses, de la semelle évaporitique de la nappe des Schistes Lustrés, présentant également un risque de fluage et des formations carbonatées de la Nappe du Roc ;
- au Houiller productif grisouteux et géotechniquement défavorable (niveaux charbonneux, pendages défavorables, hétérogénéité de la roche avec une forte proportion de schistes importante), et susceptible de contenir des gaz ;
- au gradient thermique théorique moyen de 20 à 30 °C/km ;
- à l'excès de contraintes résultant du poids des terrains ;
- aux séismes, conséquences d'ondes de cisaillement de surface ;
- aux fortes températures et risques de décompression violente des micaschistes et gneiss profonds d'Ambin ;
- aux anomalies chaudes (45 °C à 600 m de profondeur) probablement hydrothermale dans le Houiller de La Praz.

Les accidents actifs présentent plus de risques par cumul de déplacements que par les séismes de faible amplitude qu'ils pourraient engendrer. De plus, pour les ouvrages enterrés, les risques associés aux séismes sont faibles.

Un gradient thermique s'observe également en fonction de l'épaisseur des terrains sus-jacents. Le maximum correspond au secteur de plus forte couverture (48 °C).

La réalisation du tunnel est également soumise à des contraintes hydrogéologiques au sein du massif rocheux, liées à la structure de celui-ci :

- arrivée brutale d'eau avec un débit et/ou une pression très importante dans la galerie ;
- effondrement du terrain avec remblaiement partiel de la galerie (débouillage).

Ces aspects sont abordés dans le chapitre Eaux souterraines.



Milieu physique

Contexte géologique

7 – Étude d'impact



Milieu physique

Contexte géologique

Caractéristiques des formations géologiques

PK TUNNEL	FORMATIONS GÉOLOGIQUES - CARACTÉRISTIQUES
0 à 0,8	<p>Zone Ultra-dauphinoise</p> <p>Les formations récentes rattachées au quaternaire du cône ancien de Saint-Julien-Montdenis sont potentiellement évolutives et instables (glissements, tassements).</p>
0,8 à 3,6	<p>Zone Ultra-dauphinoise</p> <p>Les flyschs schisteux et schisto-gréseux de l'Eocène présentent des caractéristiques à priori globalement favorables. Il s'agit toutefois de matériaux hétérogènes, emballés dans une matrice argileuse. Le pendage est compris entre 40 et 50° vers l'est.</p>
3,6 à 3,9	<p>Le Chevauchement Pennique Frontal correspondant au contact de la nappe du Pas du Roc, voit la traversée d'une zone de gypse-anhydrite et de brèche, présentant une qualité géotechnique médiocre.</p>
3,9 à 6,1	<p>Zone Subbriançonnaise</p> <p>Elle constitue un ensemble de plis carbonatés à cœur de Trias gypseux dont le pendage général est de 40 à 60° vers l'est.</p> <p>La nappe du Pas du Roc, présente des vides karstiques dans sa partie orientale (calcaires du Dogger), potentiellement étendus à toute la formation (Pk 4,3 à 5,3).</p> <p>La descenderie de Saint-Martin-la-Porte (2050 m) recoupe les calcaires de cette nappe (Pk 0,3 à 0,8 de la descenderie), et peut être soumise au même type de contrainte. Elle recoupe ensuite la base du Front du Houiller (gypses et anhydrite), puis le Houiller productif (schistes, schistes charbonneux, schistes gréseux).</p>
6,1 à 6,6	<p>Le Front du Houiller correspondant à un autre accident tectonique majeur, présente une structure complexe :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Écailles très tectonisées de calcaires karstifiés et de terrains argileux et argilo-schisteux gonflants et/ou fluants, • Écailles d'anhydrite et de houiller enchevêtrées, • Semelle d'anhydrite très tectonisée, présentant des risques de cavités en eau associées. <p>Les pendages sont compris entre 30 et 50° vers l'est.</p> <p>Ces matériaux, globalement prédominés par des faciès schisteux et charbonneux, avec une proportion importante de niveaux broyés (15 %) sont de mauvaise qualité.</p> <p>La zone est actuellement en mouvement. Plusieurs séismes ont été localisés entre 7 et 9 km de profondeur.</p>
6,6 à 7,9	<p>Zone Briançonnaise (Houiller briançonnais productif)</p> <p>Les Schistes du Houiller produisent du méthane, avec des risques potentiels très importants pour les travaux, même si le charbon de ces séries schisteuses apparaît comme faiblement grisouteux.</p> <p>Comportant en outre 10 % de niveaux broyés, cette série très hétérogène (des argilites aux conglomérats), à pendages variables de strates mixtes dont les fines fragilisent le faciès, posent des problèmes géotechniques potentiels de stabilité du tunnel lors du creusement.</p> <p>La qualité est définie comme médiocre à moyenne.</p>

* PK : point kilométrique.

Nota: la frontière franco-italienne se situe au pk 46,768.

F – Analyse de l'état initial du site

Caractéristiques des formations géologiques

PK TUNNEL	FORMATIONS GÉOLOGIQUES - CARACTÉRISTIQUES
7,9 à 20,1	<p>Zone Briançonnaise (Houiller briançonnais stérile) Les Grès du Houiller Stérile, à matrice très peu perméable, ne comportent que 5 % de niveaux broyés, mais révèlent des zones fracturées du Pk 15 à 17, en eau sous pression. Des plans de mouvement ont été détectés. Le pendage est compris entre 15 et 30° vers l'ouest. La qualité des matériaux apparaît moyenne à bonne. La descenderie de La Praz (2650 m) est située entièrement dans ce Houiller stérile (grès et schistes rarement charbonneux).</p>
20,1	<p>Les accidents de Modane-Chavière, contact Houiller Stérile à l'ouest et Briançonnais siliceux à l'est correspondent à un coulisage tardif actuel. Les éléments disponibles font état d'accidents à quartzites fissurées (en eau) et d'injections de gypses, potentiellement défavorables sur le plan géotechnique. Le sondage dirigé d'Avrieux, combiné aux sondages traditionnels ont montré toutefois une géologie favorable. Les mouvements actuels montrent une contrainte orientée nord-sud. Le pendage moyen est de 30 à 40° vers l'ouest.</p>
20,1 à 23,6	<p>Zone briançonnaise (Briançonnais siliceux, Partie ouest) Les conglomérats de Loutraz (Permien) s'organisent en plis isoclinaux à pendage 30-40° vers l'ouest. Les quartzites, carbonates et anhydrites présents à l'ouest sont susceptibles de poser des problèmes géotechniques.</p>
23,6 à 29,6	<p>Zone Briançonnaise (Briançonnais siliceux, Partie est) Les micaschistes, quartzites, dolomies et cargneules triasiques et socle cristallin de la Vanoise, présentent une qualité moyenne à bonne malgré une tectonique complexe. Le projet traversera presque exclusivement des micaschistes. Une faille subverticale importante (Chatalamia) est localisée au voisinage du Pk 25,9. La descenderie de Modane (7 000 m) traverse également essentiellement des micaschistes, mais aussi des quartzites vers le site d'attaque, qui assurent une meilleure stabilité de l'ouvrage que les gypses, dolomies, calcaires rencontrés à l'extrémité est.</p>
29,6 à 33,4	<p>Zone Piémontaise (nappe des Gypses) Ce secteur, formé de gypses et d'anhydrites du Trias Supérieur avec un pendage d'environ 30° vers l'est ou d'évaporites indifférenciées, présente d'importants phénomènes de dissolution (karstification intense). La profondeur atteinte par la dissolution reste inconnue, ainsi que l'extension exacte des évaporites vers l'est. Malgré les nombreuses incertitudes, les résultats des investigations montrent un faciès de carbonates dominants présentant une lithologie favorable. Les mouvements actuels désignent un niveau élevé de contrainte.</p>
33,4 à 51,7	<p>Zone Briançonnaise Les micaschistes et gneiss d'Ambin (PK 35 à la frontière) présentent une température élevée de l'ordre de 45 à 50 °C en traversée. Il pèse également des incertitudes sur la stabilité des terrains sous forte couverture (plus de 2 000 m au droit du tunnel).</p>
51,7 à 53,1	<p>Zone Piémontaise interne Les calcschistes et la semelle triasique fortement tectonisée présentent une mauvaise qualité géotechnique.</p>



Milieu physique

Contexte géologique

7 – Étude d'impact



Milieu physique

Eaux souterraines

Les eaux souterraines*

La majeure partie des informations de cette section est issue du dossier de police de l'eau, réalisé par le Groupement SAGE Environnement / SOGREAH.

► Alimentation en eau potable de la vallée de la Maurienne

L'Arc supérieur et la nappe associée étant de bonne qualité jusqu'à Termignon, potentiellement ces ressources en eau pourraient faire l'objet d'un usage pour la production en eau potable. Néanmoins, les communes de ce secteur préfèrent s'alimenter depuis les sources présentes sur les versants. Seule la commune de Lanslevillard dispose d'une prise d'eau (10 l/s) sur la galerie EDF du Châtel pour sa production en eau potable (utilisation très limitée).

Plus bas, il convient également de signaler l'existence du forage de Fourneaux (secteur 3), dans la nappe phréatique de l'Arc. Cette ressource n'est néanmoins utilisée que pour secourir le réseau de sources de versant constituant le dispositif AEP primaire de la commune.

En redescendant la vallée de la Maurienne, la nappe est non seulement de mauvaise qualité (sulfates) mais elle est également très vulnérable aux pollutions de surface ce qui la rend impropre à l'alimentation en eau potable.

En conclusion, hormis celui de Fourneaux, il n'existe aucun captage dans l'Arc ou sa nappe alluviale destiné à l'alimentation en eau potable. L'alimentation en eau potable est uniquement assurée par le captage des sources des versants, ou par le forage dans des formations plus profondes (quartzite du forage de Loutraz – débit pompage de 10 l/s).

Dans les chapitres suivants, les données 2002 de la consommation en eau potable des communes de la vallée entre Saint-Jean-de-Maurienne et la frontière franco-italienne sont présentées dans un tableau issu des données de l'Agence de l'Eau RMC. Il précise par commune et par famille de points de prélèvement identifiée le volume capté annuellement. Il est complété par les éléments fournis par le Conseil Général de la Savoie extraits de l'enquête « patrimoine » sur les réseaux AEP des communes du département.

Sur les feuillets cartographiques ne sont reportés que les captages AEP officiellement recensés par la DDASS de la Savoie.

De nombreux captages de maîtrise privée sont également à signaler sur le bassin versant. Largement dispersés, ils permettent l'alimentation en eau potable d'une population globalement limitée. Aucun recensement quantitatif des volumes captés en ces différents points n'est disponible. Notons toutefois, qu'il peut s'agir de sources captées alimentant des habitations isolées (résidences principales ou secondaires sur la partie inférieure du versant, châteaux d'alpage et refuge en partie supérieure du versant).

► Prélèvements industriels

Il n'existe pas de prélèvements en eaux industrielles dans l'Arc amont, au-dessus de l'agglomération de Saint-Michel-de-Maurienne. Notons d'ailleurs que sur ce secteur, les principaux sites industriels (La Saussaz, Prémont, La Praz, Orelle) ont cessé toute activité.

Entre Saint-Michel-de-Maurienne et Saint-Jean-de-Maurienne, se trouvent en revanche quelques forages industriels en nappe, recensés par l'Agence de l'Eau RMC (voir description dans les chapitres ci-après).



Milieu physique

Eaux souterraines

* Le présent volet est illustré par le feuillet cartographique « Eaux souterraines » dans le tome 5 Pièces cartographiques.

7 – Étude d'impact



► Prélèvements pour la production de neige de culture

Avec le développement des sports d'hiver et le problème de l'enneigement en début et fin de saison, les stations de sports d'hiver ont été amenées à mettre en place des systèmes de production de neige de culture. L'eau nécessaire à leur fonctionnement peut provenir de différentes origines : trop-plein de réseau AEP public, retenues collinaires ou cours d'eau.

Les données disponibles auprès du SEATM sont rassemblées dans ce chapitre. Pour la saison hivernale 2003-2004, le volume d'eau prélevé pour la production de neige de culture au niveau de la vallée de la Maurienne représente environ 900 000 m³. Cette consommation annuelle concerne la vingtaine de stations de sports d'hiver disposant de canons à neige sur la Maurienne.

Parmi les stations présentes sur le bassin versant supérieur, depuis Saint-Jean-de-Maurienne, l'origine de certains prélèvements d'eau peut être précisée :

- Albiez : sur trop-plein du réseau AEP public
- Aussois : depuis le barrage de Plan d'Amont
- Karellis : depuis une retenue de 10 000 m³
- La Norma : depuis une retenue de 6 000 m³
- Orelle : en rivière
- Saint-Sorlin-d'Arves : en rivière
- Termignon : en rivière et depuis une retenue de 4 000 m³
- La Toussuire : depuis une retenue de 25 000 m³
- Val Cenis : depuis le barrage du Mont-Cenis
- Valfréjus : en rivière
- Valloire : en rivière
- Valmeinier : depuis une retenue collinaire de 22 000 m³

Notons que seules deux stations de sports d'hiver sont localisées en aval de Saint-Jean-de-Maurienne : Saint-François-Longchamp et Saint-Colomban-des-Villards.

► Prélèvements agricoles

Il s'agit souvent de dérivations ou de pompages « sauvages » aménagés principalement sur les affluents de l'Arc, pour irriguer certaines prairies, cultures ou jardins familiaux. Ces prélèvements anecdotiques n'ont pas été répertoriés mais observés au moins sur les sites suivants concernés par le projet : La Praz, Sous-Villard-Clément, Plan d'Arc. Il peut également y avoir l'utilisation d'une ressource en eau sur le versant pour alimenter un cheptel ou une exploitation agro-alimentaire (laiterie-fromagerie) à l'écart des zones agglomérées desservies par le réseau AEP communal. Ce recensement n'est actuellement pas disponible.

Milieu physique

Eaux souterraines

Secteur 1 : les eaux souterraines à Saint-Jean-de-Maurienne

► Le système aquifère

Trois types d'aquifères sont présents dans la zone d'étude :

La nappe des alluvions de l'Arc

La nappe alluviale s'établit à faible profondeur, soit à 4 m par rapport au terrain naturel au droit de la RD 906 et à moins de 10 m au droit du site de Alcan.

En amont de la confluence entre l'Arvan et l'Arc, l'Arc draine la nappe d'accompagnement sauf au niveau des torrents latéraux.

Lors des crues de l'Arc, la réalimentation de la nappe est importante et entraîne une remontée piézométrique (observée notamment en septembre 1993 au droit de l'usine Alcan de Saint-Jean-de-Maurienne).

La nappe est vulnérable car recouverte par des couches de limons graveleux qui la protègent moyennement des infiltrations de surface. Le transfert vers la nappe est donc assez rapide au droit des zones non imperméabilisées.

Les écoulements de versants

La zone ultra-dauphinoise présente des circulations souterraines superficielles à travers les éboulis de flyschs et les moraines. Les émergences sont caractérisées par de faibles débits. Les précipitations alimentent directement ces aquifères, qui peuvent être directement en relation avec le réseau hydrographique et le réseau fissural et fracturé très intense.

La nappe du cône de déjection ancien de Saint-Julien-Montdenis

Le cône de déjection qui se développe sur tout le flanc rive droite de la vallée de l'Arc abrite une nappe libre qui devient progressivement captive (mise en charge d'environ 2 bars) dans le secteur de Villard-Clément. L'extension de cette nappe est mal connue.

Le ruisseau Saint-Julien présente des pertes de débit dans le remplissage fluvioglacière et alimente ainsi la nappe. Cette dernière semble être également alimentée par le ruisseau du Claret.

Les alluvions de la nappe sont perméables en petit (porosité d'interstice). Ses principales caractéristiques sont les suivantes :

- Transmissivité : $5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$
- Perméabilité : $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$
- Coefficient d'emmagasinement : $10^{-4} < s < 3 \cdot 10^{-3}$

Son fonctionnement est complexe. Les circulations sont profondes (à plus de 10 m en général), très irrégulières et changeantes.

Au-dessus du cône de déjection, les petites nappes perchées de versant créent de nombreuses émergences au front des principaux placages morainiques reposant sur le substratum de flyschs.

La zone de contact entre le cône de déjection et le versant (flyschs) est le lieu de circulations localisées dans des zones fracturées et/ou altérées.

► Exploitation de la ressource

Alimentation en eau potable

Il n'existe aucun captage, dans l'Arc ou sa nappe alluviale, destiné à l'alimentation en eau potable. L'alimentation en eau potable des communes du secteur 1 est uniquement assurée par le captage des sources des versants.

Certaines de ces sources bénéficient de périmètres de protection réglementaire. Ces périmètres, communiqués par la DDASS de Savoie en octobre 2005 portent les dénominations suivantes (voir également feuillet cartographique) :

- Captages de Tourmentier - Saint-Julien-Montdenis ;
- Captages du Bochet et des Karellis - Montricher-Albanne.

Usages industriels

L'usage de la nappe alluviale de l'Arc est spécifiquement industriel. Les forages industriels concernent (selon les données Agence de l'Eau RMC 2002) :

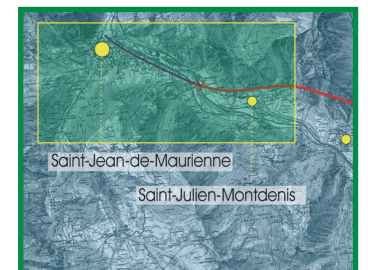
- Alcan à Saint-Jean-de-Maurienne ($394\,000 \text{ m}^3/\text{an}$) pour permettre le rabattement de la nappe phréatique sous les ateliers ;
- un forage au Bochet sur Saint-Julien-Montdenis ($20\,000 \text{ m}^3/\text{an}$).

Notons également un prélèvement d'eau réalisé par l'unité industrielle Alcan, sur l'Arc au niveau de la prise d'eau de Saint-Félix, pour permettre le refroidissement de certaines cuves. L'exploitation de la nappe engendre une augmentation des teneurs en fluorures à l'aval du site.



Milieu physique

Eaux souterraines



Secteur 1 :
Saint-Jean-de-Maurienne

Alimentations en eau potable

COMMUNES	RESSOURCES UTILISÉES	SITES DE CAPTAGES/SOURCES	VOLUMES CAPTÉS
Saint-Jean-de-Maurienne	souterraine	13 sources entre 740 m et 2005 m + 20 l/s du SAAEM et du SIVAV	1 053 000 m ³ /an
Saint-Julien-Montdenis	souterraine	Loyes, Culaz, Revet, Baillery, Costerg, Fontanettes, Solliet	139 400 m ³ /an
Villargondran	souterraine	Montricher (amont, aval), Les Resses	71 200 m ³ /an
Montricher-Albanne	souterraine souterraine	Loyes 12 sources entre 700 m et 2200 m	46 500 m ³ /an 103 500 m ³ /an

Données de l'Agence de l'Eau RMC.

7 – Étude d'impact



► Hydrogéologie du bassin Saint-Jeannais

La section à l'air libre est située sur la rive gauche de l'Arc, sur des formations essentiellement alluviales et perméables, avec une nappe alluviale à faible profondeur en lien avec l'Arc. Quelques mètres de matériaux moins perméables recouvrent les alluvions.

Le site de la terrasse paysagère est situé sur les alluvions de l'Arc recouvertes par quelques mètres de limons moins perméables. Le niveau statique est situé à quelques mètres sous le niveau du terrain naturel. Il varie en altitude selon les phénomènes d'alimentation ou de drainage par l'Arc avec laquelle la nappe est en relation.

► Hydrogéologie des sites de dépôts

Le site de dépôt de La Combe des Moulins

Aucune venue d'eau importante n'a été constatée lors des visites sur site et des entretiens avec le responsable de la carrière exploitée en amont du site (source, résurgence, suintement prononcé). Les circulations d'eaux souterraines sont d'ailleurs peu développées au sein du massif.

Le site est toutefois situé à proximité de l'Arvan et de sa nappe d'accompagnement. De plus, d'anciennes galeries, bien que complètement effondrées lors de la réhabilitation du site, pourraient constituer des drains préférentiels.

Par ailleurs, la réalisation d'infrastructures pour l'acheminement des matériaux par bandes transporteuses, jusqu'au site de dépôt se fera au droit de terrains caractérisés essentiellement par des nappes superficielles vulnérables.

Le site de dépôt des Resses

Le versant est drainé par trois torrents non pérennes, caractérisés par des crues torrentielles et des atterrissements importants. Compte tenu des nombreuses pertes d'eau repérées avec d'importants débits (plusieurs litres/s), ces observations montrent le caractère a priori très perméable des éboulis de pente. Sous ces éboulis de pente, on rencontre très probablement les alluvions anciennes de l'Arc et sa nappe d'accompagnement, au moins dans la partie du site localisée à proximité de l'Arc.

Des émergences se localisent au droit des zones fracturées, correspondant généralement aux sites d'anciennes exploitations d'ardoises.

Dans la partie centrale du site, une source importante, captée par la commune de Villargondran, émerge dans une ancienne galerie d'exploitation dans une zone fracturée du rocher à environ 170 m de l'entrée de la galerie.

Ce captage non protégé est actuellement utilisé par la commune comme source de secours.

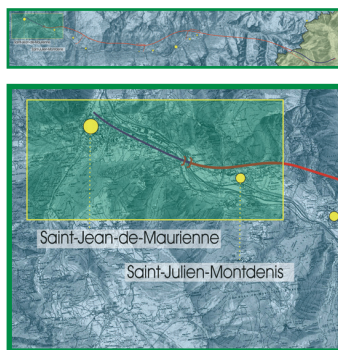
Le débit de cette source varie entre 1 et 15 m³/h avec une période d'étiage en période estivale. Sa conductivité est de l'ordre de 800 µS/cm. Le débit peut augmenter brutalement, l'alimentation se faisant vraisemblablement au sein de fractures relativement ouvertes reliées au bassin versant.

À la sortie de la galerie, l'eau captée est acheminée vers un déversoir communal.

- Le trop plein de la galerie s'écoule en surface au droit des éboulis de pente et se perd en totalité dans la zone urbanisée à l'altitude 583 m environ. Dans la zone où l'eau s'infiltré, un affaissement est bien visible. Il pourrait être dû à un phénomène d'infiltration diffuse dans les éboulis (entraînement de fines dans l'eau);
- Le trop plein du réservoir communal s'écoule en surface le long de la RD 81, alimente une zone de stagnation au pied des voies ferrées et se perd en totalité à la base du remblai ferroviaire.

Milieu physique

Eaux souterraines



Secteur 1 :
Saint-Jean-de-Maurienne



Source des Resses.

F – Analyse de l'état initial du site

Le site de dépôt de Plan d'Arc

La présence de deux nappes souterraines superposées a été mise en évidence sur le site :

- entre 10 et 12 m de profondeur, une nappe libre dans les alluvions de l'Arc de perméabilité moyenne 10^{-3} m/s ;
- entre 18 et 22 m de profondeur, une nappe captive dans la zone d'altération du substratum. Elle est en charge sous les résidus de coulées boueuses plus argileuses qui recouvrent le substratum. Compte tenu des mesures de résistivité des eaux réalisées sur l'ensemble du secteur d'étude, cette nappe semble être alimentée par d'importantes pertes liées au torrent du Claret au niveau de son cône de déjection.

Ces apports d'eau en profondeur peuvent être aussi favorisés par la présence probable d'un ancien chenal emprunté par le torrent du Claret et qui semble déboucher à proximité de la zone d'étude.

La coupe synthétique du site donne :

- 1,5 à 5 m de limons sableux ;
- 15 m d'alluvions récentes (graviers et galets à matrice sableuse)

Le niveau statique de la nappe libre s'établit vers 600 m d'altitude, soit 8 m sous la ligne d'eau de l'Arc.

Hydrogéologie des zones de chantier

Cette partie concerne les zones de chantier de Villard-Clément, Sous-Villard-Clément, Saint-Julien et les Resses d'en bas qui sont situées de part et d'autre de l'Arc.

Tous ces sites possèdent des caractéristiques géologiques et hydrogéologiques relativement proches car ils sont situés à proximité de l'Arc sur des alluvions de l'Arc abritant la nappe alluviale.

Les deux sites de Villard-Clément et de Saint-Julien localisés en rive droite de l'Arc, sont néanmoins différents. Dans ce secteur, les matériaux issus du torrent du Saint-Julien (cône de déjection, voir paragraphe « Le système aquifère ») se sont imbriqués aux dépôts alluviaux de l'Arc.

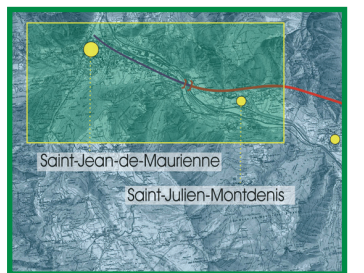
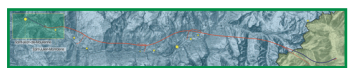
L'hydrogéologie du cône de déjection de Saint-Julien, a été étudiée principalement par l'Université de Savoie (Crouzet et Rampoux).

L'examen des différences de charges montre qu'il n'y a pas des relations directes, au niveau de Villard-Clément, entre l'Arc et la nappe des alluvions anciennes. Des traçages ont été réalisés sur site et confortent cette hypothèse.



Milieu physique

Eaux souterraines



Secteur 1 :
Saint-Jean-de-Maurienne

7 – Étude d'impact



Secteur 2: les eaux souterraines à Saint-Martin-la-Porte

► Le système aquifère

Le système aquifère du secteur est complexe. Cinq modalités de circulations souterraines se distinguent :

- **Drainage préférentiel:** la présence de gypse et de cargneules crée une zone localisée de drainage préférentiel des eaux de surface avec la naissance en aval de sources sulfatées impropres à la consommation ;
- **Circulation karstique:** les formations carbonatées renferment une circulation d'eau potentielle liée aux réseaux de karsts et de fractures. Des venues d'eau au sein des calcaires sont reconnues au niveau de la carrière Calypso ;
- **Pertes:** les accidents sous le torrent Saint-Bernard à Saint-Martin-la-Porte, La Grollaz..., induisent des pertes et des venues d'eau occultes ;
- **Fracturation:** le Houiller globalement imperméable, est caractérisé par des circulations parfois importantes au droit des fractures drainant les formations superficielles et le massif, sous un recouvrement ;
- **Nappes superficielles.**

Enfin, on observe une circulation « en cascade » dans le versant, les émergences amont alimentant les zones aquifères aval.

La nappe des alluvions de l'Arc

La nature géologique des versants qui alimentent en partie la nappe de l'Arc (grès et schistes siliceux et gypse) se traduit par une forte minéralisation des eaux.

La nappe alluviale de l'Arc draine :

- le bassin de la Valloirette en rive gauche : sources émergeant du Flysch gréseux et les moraines dominant les villages de Montricher- Albanne et Villargondran ;
- le bassin de taille réduite de La Grollaz à Saint-Michel-de-Maurienne en rive droite : émergences dans les schistes et grès du Houiller à l'est et eaux très minéralisées issues des gypses et cargneules.

Au droit de l'usine Métal Temple à Saint-Michel-de-Maurienne, deux nappes superposées sont séparées par un horizon argileux vers - 6 m à - 8 m par rapport au terrain naturel. Plus à l'est, en amont, une seule nappe libre existe vers - 6,50 m sous le terrain naturel.

Les écoulements des versants

Les formations meubles qui tapissent les versants (éboulis, cônes de déjection, moraines...) permettent des circulations souterraines superficielles dans un milieu hétérogène à la faveur de zones plus perméables. Elles donnent naissance à des sources de versants qui offrent une eau de bonne qualité et en quantité assez importante.

Ces sources permettent d'assurer l'alimentation en eau potable des communes.

La zone houillère est également caractérisée par des circulations plus profondes en aval de la zone glissée (réseau fissural du substratum rocheux affecté par de grands glissements), alimentée directement par les précipitations et/ou par les pertes du réseau hydrographique.

Le torrent de la Grollaz à Saint-Martin-la-Porte est d'ailleurs sujet à des pertes ou des apports significatifs.

Données hydrogéologiques profondes disponibles¹

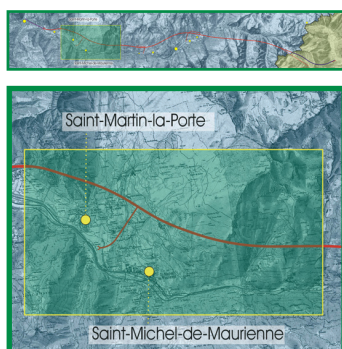
Trois aquifères ont été identifiés :

- un aquifère lié aux calcaires, qui présente de l'eau circulant vite, à grande profondeur et d'origine superficielle, avec des perméabilités moyennes (10^{-6} m/s) et présentant de nombreux accidents géologiques impliquant de forts débits instantanés ;
- un aquifère lié au Front du Houiller, dans les anhydrites et les schistes fortement tectonisés, caractérisé par un milieu à faible perméabilité (10^{-7} m/s) ;
- un aquifère lié au Houiller, dans lequel aucune venue d'eau n'a été observée et pour lequel les perméabilités mesurées sont très faibles (10^{-8} à 10^{-9} m/s).

Les formations du subbriançonnais sont susceptibles de contenir des karsts.

Milieu physique

Eaux souterraines



Secteur 2:
Saint-Martin-la-Porte

1. Données issues de dossiers relatifs aux descenderies et galeries de reconnaissance (Loi sur l'eau, études d'impacts).

► Suivi des points d'eau

Le suivi des points d'eau qui peuvent avoir des interactions avec les aquifères profonds a été mené par Alpetunnel GEIE / LTF à partir du mois de novembre 1995. Environ 480 points (sources, captages privés et publics, ruisseaux et forages) ont été ainsi suivis, sur les communes de Saint-Martin-la-Porte et Saint-Michel de Maurienne.

La majorité des sources correspond à des aquifères superficiels, notamment les sources situées sur les versants glissés. En pleine zone houillère, la minéralisation importante de quelques sources atteste d'une origine plus profonde.

On peut distinguer les sources dont l'origine est superficielle :

- les colluvions de versant, en partie amont des zones glissées des communes de Saint-Martin-la-Porte et Saint-Michel-de-Maurienne ;
- le contact tectonique à gypse (aquifère du Front du Houiller), avec des écoulements profonds ;
- les formations quaternaires (moraines et éboulis) en amont et à l'est de Saint-Michel-de-Maurienne ;
- au contact entre moraines et Houiller.

ou profonde :

- réseau fissural du Houiller.

► Exploitation de la ressource

Alimentation en eau potable

Rappel: la mauvaise qualité des eaux de la nappe alluviale et sa grande vulnérabilité aux pollutions de surface la rendent impropre à l'alimentation en eau potable.

Certaines des sources situées sur la commune de Saint-Michel-de-Maurienne bénéficient de périmètres de protection réglementaire. Ces périmètres, communiqués par la DDASS de Savoie en octobre 2005, portent les dénominations suivantes (voir également feuillet cartographique) :

- Captages de La Traversaz sur le versant rive droite de l'Arc ;
- Captages de La Saussaz et de Chapelu sur le versant rive gauche.

Usages industriels

L'usage de la nappe alluviale de l'Arc est spécifiquement industriel. Les forages industriels concernent (selon les données Agence de l'eau RMC 2002) :

- Métal-Temple à Saint-Michel-de-Maurienne (719000 m³/an) ;
- deux forages au niveau de la carrière Calypso sur Saint-Martin-la-Porte (20000 m³/an).

Alimentations en eau potable

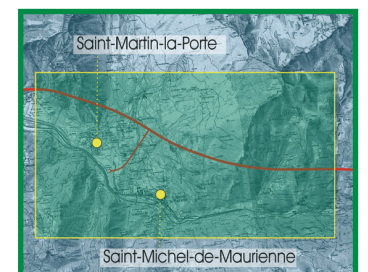
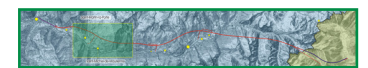
COMMUNES	RESSOURCES UTILISÉES	SITES DE CAPTAGES/SOURCES	VOLUMES CAPTÉS
Saint-Martin-d'Arc	souterraine	La Tour	6900 m ³ /an
	souterraine	Serraz (amont, aval), Crozat, Grandes Seignières	48000 m ³ /an
Saint-Martin-la-Porte	souterraine	Champieu, Buffaz, Bachelerie, Beaune, Praz Garin	85300 m ³ /an
Saint-Michel-de-Maurienne	souterraine	Beaune, Chapela, Etraz (amont, aval, milieu), Fontaine Froide, Grange Bertrand, Saussaz, Fortunes, Millat, Sainte-Marguerite, Vernay, Bertrand, Praz Garin	277 100 m ³ /an

Données de l'Agence de l'Eau RMC.



Milieu physique

Eaux souterraines



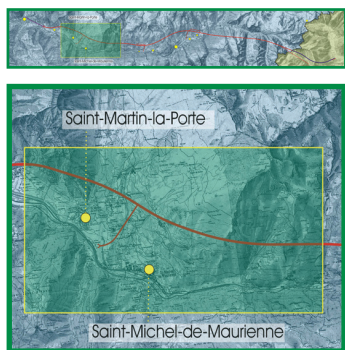
Secteur 2:
Saint-Martin-la-Porte

7 – Étude d'impact



Milieu physique

Eaux souterraines



Secteur 2:
Saint-Martin-la-Porte

Hydrogéologie du site de dépôt de La Porte

La nature des terrains sous-jacents du site permet de considérer qu'aucun écoulement de surface ou de subsurface n'intervient au droit de la dépression marquée dans laquelle s'inscrit le site de dépôt de La Porte. Les gypses, présentant localement des phénomènes de dissolution en amont du site au niveau du plateau du Pas du Roc (le plus important des deux bassins-versants correspondant à la dépression), ont en effet permis le développement d'un réseau de perméabilité souterraine en grand.

À la nature des terrains s'ajoute la probabilité d'une structure faillée à l'origine de la dépression de La Porte, de disposition Est-Ouest et sécante sur l'alignement général Nord-Sud des structures géologiques et géomorphologiques locales. Les systèmes faillés sont généralement le siège d'écoulements préférentiels rapides.

De fait, aucun niveau piézométrique ni venue d'eau n'ont été reconnus lors des campagnes de reconnaissances mécaniques sur le site, à savoir 5 puits à la pelle mécanique de 3,8 m de profondeur, et deux forages de 20 m de profondeur équipés de piézomètres.

Il faut également noter la présence d'une décharge municipale en partie nord-ouest du site, dont l'influence sur la qualité des eaux souterraines n'est pas connue.

Hydrogéologie des sites de chantier

Le site d'attaque intermédiaire de Plan des Saussaz

Cette zone de chantier est déjà fonctionnelle. Aucune source captée n'est située dans l'emprise de la zone de chantier.

La zone de chantier de l'Illez

Le site de chantier de l'Illez est localisé en rive droite de l'Arc, à l'aval immédiat d'un verrou rocheux. La zone est située sur les alluvions de l'Arc dans lesquelles s'écoule la nappe alluviale. Ces alluvions sont probablement recouverts de matériaux plus argileux (limons de recouvrement...). Le niveau statique de la nappe phréatique est situé à la cote 640 m (Tahar, 1998) en basses eaux, soit 3-4 m sous le niveau du sol.

La zone de chantier de Saint-Félix

Le site de chantier de Saint-Félix est localisé en rive droite de l'Arc, à l'amont du site de l'Illez. La zone est située sur les alluvions de l'Arc dans lesquelles s'écoule la nappe alluviale. Le niveau statique de la nappe est entre 655 et 665 m (Tahar, 1998) en basses eaux, soit au moins 4-5 m sous le niveau du sol. Les écoulements souterrains sont perturbés par le barrage de Saint-Félix, situé immédiatement à l'amont. Du fait de cette situation, l'Arc draine probablement la nappe alluviale dans cette zone.

Secteur 3: les eaux souterraines à La Praz

► Le système aquifère

On distingue deux types d'aquifères :

- le Houiller globalement imperméable, est caractérisé par des circulations parfois importantes au droit des fractures drainant les formations superficielles et le massif, sous un recouvrement (aquifère du réseau fissural du Houiller). Il est alimenté soit directement par les précipitations, soit par des pertes du réseau hydrographique ;
- les nappes superficielles dans les éboulis de pente et les moraines, au contact du Houiller.

Le Houiller est globalement imperméable et le Houiller productif est encore plus imperméable que le Houiller stérile. L'eau se situe au niveau d'aquifères profonds à porosité de fissures qui peuvent être localement actifs, notamment entre 300 et 700 m de profondeur. Dans cette formation, des circulations hydrothermales à environ 55 °C ont été détectées au niveau d'un couloir de failles.

En conséquence, l'eau infiltrée reste préférentiellement dans les niveaux superficiels perméables plus ou moins désagrégés (éboulis ouverts, blocailles morainiques, moraines sur Houiller, colluvions...). Les sources sont donc nombreuses mais leur débit est faible et, en général, elles sont non pérennes. L'eau est faiblement minéralisée. Enfin, comme pour le secteur 2, on observe dans tout le secteur 3 des phénomènes de circulation « en cascade » dans le versant, les émergences amont alimentant les zones aquifères aval. Aucune source profonde de type thermo-minéral n'a été décelée.

► Suivi des points d'eau

70 points d'eau (sources, captages et cours d'eau) ont été suivis entre 1995 et 1999 par Alpetunnel dans le cadre des travaux de la descenderie et de la galerie de reconnaissance.

Actuellement, 43 points d'eau risquant une interférence avec le projet sont suivis :

- 8 captages communaux, 5 captages privés et 9 sources aménagées à Saint-André ;
- 13 captages communaux, 1 captage privé et 7 sources aménagées à Orelle.

Une grande partie de ces sources correspondent à des aquifères superficiels (principalement des colluvions de versant, mais aussi des éboulis au nord-est de Saint-André et au contact entre le Houiller et les moraines en amont de Bonvillard).

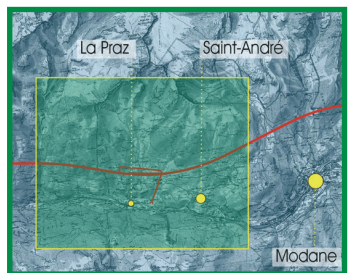
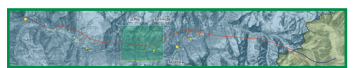
En revanche, les caractéristiques physico-chimiques de certaines sources sur Orelle et à l'est de Saint-André attestent d'une origine profonde :

- Montruard, Chapelle Saint-Blaise, Pré de la Cure et le Reclotet semblent être des exutoires du réseau fissural du Houiller ;
- la source non captée du Planay nord est une émergence de l'aquifère profond des évaporites.



Milieu physique

Eaux souterraines



Secteur 3 :
La Praz

7 – Étude d'impact



► Exploitation de la ressource

Alimentation en eau potable

Rappel: la mauvaise qualité des eaux de la nappe alluviale et sa grande vulnérabilité aux pollutions de surface la rendent impropre à l'alimentation en eau potable.

Les communes rurales de la vallée sont alimentées par les sources. Mais ce mode d'alimentation déficitaire pour les centres habités et en période d'étiage (hiver), nécessite de dériver des ruisseaux comme eaux d'appoint. Les nombreuses sources captées (voir pièces cartographiques) ne font l'objet d'aucun zonage réglementaire.

Certaines de ces sources bénéficient de périmètres de protection réglementaire. Ces périmètres, communiqués par la DDASS de Savoie en octobre 2005, portent les dénominations suivantes (voir également pièces cartographiques):

- Captages de Polset - Saint-André;
- Captage de Fourneaux. (utilisé en secours pour soutenir le réseau de sources) – Fourneaux.

Usages industriels

Le site industriel de La Praz ayant cessé toute activité, il n'existe pas de forage industriel.

► Hydrogéologie des sites de chantier

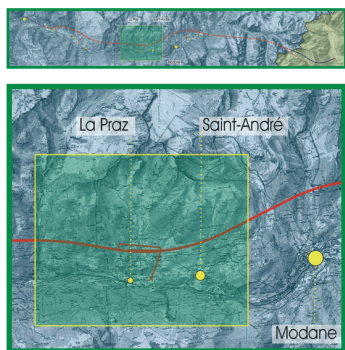
Le site d'attaque intermédiaire des Sarrazins

Le sous-sol du chantier est constitué de houiller stérile recouvert localement par des dépôts morainiques glaciaires wurmiens. La partie basse du site est implantée sur les alluvions de l'Arc, qui présentent probablement un aquifère en profondeur.

Aucune source captée n'est située dans l'emprise de la zone de chantier.

Milieu physique

Eaux souterraines



Secteur 3:
La Praz

Alimentations en eau potable

COMMUNES	RESSOURCES UTILISÉES	SITES DE CAPTAGES/SOURCES	VOLUMES CAPTÉS
Orelle	souterraine	Cochonière, Ste Barbe, Replat, Arpont, Verney, Crozes, Bonvillard, Pont de la Balme	48800 m ³ /an
Freney	souterraine	Sarpin, Voute Palne (amont, aval)	Pas de données
Fourneaux	souterraine souterraine superficielle	Arplane (1, 2, 2 Casse Ratel, 3), Freney Charmaix Pompagement de Charmaix	86800 m ³ /an 3900 m ³ /an 0 m ³ /an
Saint-André	souterraine souterraine souterraine souterraine	Reclotet Pré de la Cure Drière Châtel, Fontaine Bénite, Champ de la Côte, Penet	379000 m ³ /an 198200 m ³ /an 59000 m ³ /an 10600 m ³ /an

Données de l'Agence de l'Eau RMC.

Secteur 4: les eaux souterraines à Modane-Villarodin-Bourget

► Le système aquifère

L'hydrogéologie de cette zone est complexe d'un point de vue de la localisation des eaux et de leur circulation :

- les micaschistes, peu fissurés et imperméables, présentent des circulations au niveau des failles ;
- les quartzites possèdent une perméabilité de fractures importante. Elles constituent l'aquifère majeur du secteur pouvant donner naissance à de nombreuses sources ;
- les grands accidents majeurs nord-sud, accompagnés de gypse et cargneules, peuvent créer des drains préférentiels profonds ;
- les formations quaternaires diverses recouvrant le secteur sont le siège de circulations souterraines superficielles.

En rive gauche, les calcaires du Trias, karstifiés donnent des résurgences importantes, notamment en pied de falaise calcaire au droit des terrasses quaternaires. Les schistes lustrés présentent de nombreuses analogies avec les terrains du Houiller : sources nombreuses, de débit moyen et liées à l'altération superficielle de la formation.

En rive droite, les terrains du Trias quartzitique ou calcaire ont une perméabilité très faible, mais du fait de leur fracturation, peuvent constituer des réservoirs aquifères notables, avec des circulations très rapides. Ils sont potentiellement en relation hydraulique profonde avec les gypses voisins, responsable de pertes d'eau importantes et de circulations souterraines (karsts).

Le lit du torrent Saint-Benoît est caractérisé par des pertes significatives, entre le Pont du Droset et la cote 1 420 m et des apports entre la cote 1420 et l'aval de la cascade Saint-Benoît (cote 1230).

La présence de fractures dans les micaschistes, en amont d'Aussois, laisse présager une relation avec les écoulements souterrains.

La nappe alluviale de l'Arc

Sur le site d'attaque intermédiaire de Modane-Villarodin-Bourget, la nappe alluvionnaire est vraisemblablement de faible puissance. À l'ouest et à l'aval du Pont de la Glaire, les alluvions abritent une nappe profonde sous la nappe superficielle.

En amont de Modane, l'eau souterraine de la nappe alluviale de l'Arc est très sulfatée du fait de la présence à l'affleurement d'amas de gypse très épais. La teneur en sulfate dépend :

- de la température (variations saisonnières) ;
- des déversements de la retenue du Mont-Cenis.

Les apports latéraux torrentiels au droit de Modane confèrent une meilleure qualité physico-chimique à la nappe souterraine (dilution des sels) en aval de cette commune.

Les écoulements de versants

Sur l'ensemble du secteur, on rencontre un aquifère superficiel de versant, probablement en relation aval avec la nappe de l'Arc. Il est localisé dans les quartzites, cargneules et gypses, qui sont le siège de circulations d'eau à fort débit mais à faible pression.

Des écoulements superficiels existent également au sein des diverses formations quaternaires.

Des sources importantes, issues des quartzites, sortent à la base des reliefs en amont de Modane. D'autres sources sortent des gypses mais ne sont pas utilisables car trop sulfatées.

► Suivi des points d'eau

La plupart des sources sont d'origine superficielle, en liaison avec les terrains de couverture (moraines et éboulis).

Dans le cadre des travaux de la descenderie et des galeries de reconnaissance, 80 points d'eau ont été recensés et suivis de 1995 à 1999 par Alpetunnel sur les communes de Modane, Villarodin-Le Bourget, Avrieux et Aussois. Une cinquantaine de sources et de captages se trouvent dans les bassins versants concernés par la descenderie et le tunnel de base.

Depuis janvier 2000, seuls les 25 points risquant une interférence avec l'excavation des tunnels sont suivis :

- 6 captages et 3 sources aménagées à Aussois ;
- 1 captage et 3 sources aménagées à Avrieux ;
- 4 captages et 8 sources à Modane et Villarodin-Le Bourget.

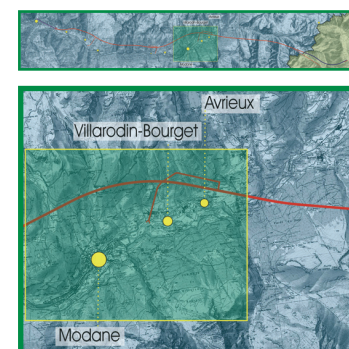
Sur ces 25 points, on peut citer par exemple :

- les captages publics du Bourget, servant à l'alimentation des fontaines et l'arrosage, et les captages privés du Bourget, alimentés par une nappe superficielle ;
- les nombreuses émergences de la nappe superficielle ou sources privées aménagées du secteur d'Amodon - Chatalamia. Le captage du Rimollard Bas pourrait, quant à lui, être un exutoire d'aquifère profond ;
- les sources du secteur Saint-Benoît et Pont du Diable (zone à évaporites) ;
- les sources et captages d'Aussois à l'amont du projet, dans un secteur éminemment sensible anthropiquement parlant (captages, barrages...), et très fracturé.



Milieu physique

Eaux souterraines



Secteur 4 :
Modane – Villarodin – Bourget

7 – Étude d'impact



► Exploitation de la ressource

Alimentation en eau potable

Rappel: la mauvaise qualité des eaux de la nappe alluviale et sa grande vulnérabilité aux pollutions de surface la rendent impropre à l'alimentation en eau potable.

Les communes sont alimentées par les sources gravitaires de versant. Ces nombreuses sources captées (voir feuillet cartographique) ne font l'objet d'aucun zonage réglementaire.

Certaines de ces sources bénéficient de périmètres de protection réglementaire. Ces périmètres, communiqués par la DDASS de Savoie en octobre 2005, portent les dénominations suivantes (voir également feuillet cartographique):

- Captages de Loutraz - Modane;
- Captages de l'Orgère en versant rive droite de l'Arc, de La Norma et d'Eterlouz en versant rive gauche - Villarodin-Bourget;
- Captages de Grizzli - Avrieux;
- Captages de Plan d'Aval - Aussois;
- Captages de Bramans - Bramans.

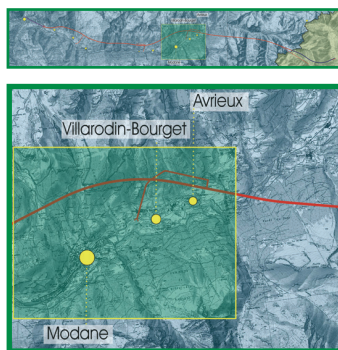
Alimentations en eau potable

COMMUNES	RESSOURCES UTILISÉES	SITES DE CAPTAGES/SOURCES	VOLUMES CAPTÉS
Modane (hors Valfréjus)	souterraine	Génie, Roitelet, Combacile, Claret	375 600 m ³ /an
Villarodin-Le-Bourget	souterraine	Fontaines oiseaux E, Avenières	50 200 m ³ /an
	souterraine	Fontaines oiseaux W, Gros Mélèze, Eves et St Joseph	83 700 m ³ /an
Avrieux	souterraine	Soliet (en Bas, en Haut), Bonnerette, St Benoît	79 800 m ³ /an
Aussois	souterraine	Fournache, Plan d'Aval	133 400 m ³ /an
Bramans	souterraine	Pré Clément, Fenêtre du Suiffet, Lorrains, Plan Pommier	91 900 m ³ /an

Données de l'Agence de l'Eau RMC.

Milieu physique

Eaux souterraines



Secteur 4:
Modane – Villarodin – Bourget

► Hydrogéologie du site de dépôts des Tierces

En partie ouest du site, la couverture est assez perméable. Les figures de dissolution et les indices de dolines indiquent une infiltration rapide des eaux drainées dans le substrat gypseux. Ainsi, la perte de plusieurs petits cours d'eau temporaires et le faible débit du ruisseau Saint-Joseph résultent d'une infiltration importante à travers les terrains gypseux (phénomènes de dissolution).

L'ensemble des replats est également bien drainé par les alluvions sablo-graveleuses.

En partie est du site, la couverture est plus argileuse et réduit l'importance de l'infiltration. Ainsi, au niveau de la coulée du ruisseau Saint-Joseph et au niveau du pied de pente près de l'Arc, les pâturages comportent des rigoles humides correspondant à un réseau d'irrigation alimenté par le ruisseau.

Les piézomètres implantés au droit des zones d'assise prévisionnelle du dépôt n'ont pas rencontré d'eau.

Enfin, l'acheminement des déblais depuis l'attaque de Modane, s'effectuera sur le versant en contrebas du site. Il est à noter que ce site est susceptible d'être potentiellement affecté par des écoulements souterrains superficiels, par la présence d'un réseau karstique et par la nappe d'accompagnement de l'Arc.

► Hydrogéologie des zones de chantier

Le site d'attaque intermédiaire de Modane-Villarodin-Bourget

Le site est implanté sur une terrasse, dominant la rivière de quelques mètres. Les alluvions sont constituées d'un niveau superficiel de sables gris reposant sur un banc profond sablo-graveleux.

La nappe alluviale, de faible puissance et tantôt alimentée par le versant, tantôt par l'Arc, se situe dans les alluvions sablo-graveleuses ou au contact entre ces dernières et les sables gris.

Compte tenu de la distance à la rivière, le niveau statique de la nappe alluviale s'établit à des valeurs proches de la cote de la ligne d'eau de l'Arc. Son niveau varie de -1 m (partie sud du site, en bordure de l'Arc, sous remblais) à -3,5 m au nord du site. Les niveaux piézométriques enregistrés en juillet 2002 faisaient état d'une nappe située entre 1 et 2 m sous la surface.

Les perméabilités sont de l'ordre de 10^{-2} m/s en surface (sables gris) à 10^{-3} m/s dans les alluvions sablo-graveleuses sous-jacentes.

Aucune source captée n'est située dans l'emprise de la zone de chantier.

Le puits de ventilation d'Avrieux

Dans ce secteur, le modèle hydrogéologique retenu est celui du groupement Arcadis/SEA Consulting/SILENE-Baptendier, 12/2003).

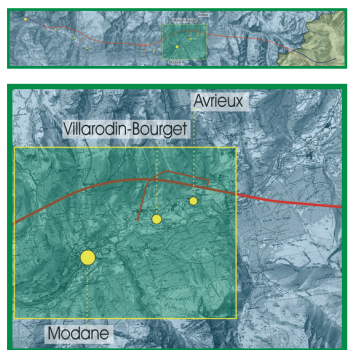
La synthèse des études et notamment l'analyse des logs thermiques permettent de préciser la nature et le fonctionnement de l'aquifère profond.

L'aquifère principal correspond aux quartzites du Trias. Il est alimenté depuis la surface grâce à la fracturation intense des calcaires et cargneules de couverture qui permettent des écoulements descendants rapides. Sous les quartzites, la fermeture progressive des fractures drainantes ralentit les circulations au sein des micaschistes Permo-Triasiques. Enfin elles sont absentes dans les micaschistes du Permien sous-jacent.



Milieu physique

Eaux souterraines



Secteur 4 :
Modane – Villarodin – Bourget

7 – Étude d'impact

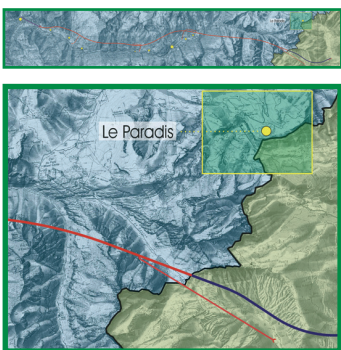


Secteur 5: les eaux souterraines au Mont-Cenis

*Le sous-sol du site du Paradis correspond au substratum de schistes lustrés de cette ancienne carrière.
Ces formations n'accueillent aucun aquifère identifié.
Aucune source n'est recensée dans l'enceinte ou à proximité immédiate de la zone de chantier.
Cette section ne fait donc pas l'objet d'une représentation cartographique.*

Milieu physique

Eaux souterraines



Secteur 5:
Mont-Cenis

Eaux souterraines du tunnel

Le tunnel de base traverse des formations rocheuses plus ou moins fracturées sous une forte couverture (porosité fissurale ou de fracture). Les différentes formations géologiques ont été regroupées en formations aquifères, présentant une homogénéité en terme de lithologie et de perméabilité moyenne.



Les formations aquifères traversées

GROUPE	LITHOLOGIE	PERMÉABILITÉ
Q	Dépôts quaternaires	Perméabilité de porosité élevée (10^{-3} m/s) Cône de Saint-Julien-Montdenis
1	Roches karstiques	Roches carbonatées ou sulfatées à perméabilité très haute (type karstique) Zones Sub-briançonnaise, Briançonnaise et Piémontaise Les écoulements se situent le long de conduits karstiques, plus ou moins interconnectés et localisés de préférence à proximité des contacts tectoniques
2	Roches carbonatées	Masses rocheuses avec une perméabilité de fracture moyenne à faible : 10^{-6} m/s Zones Sub-briançonnaise, Briançonnaise et Piémontaise
3	Calcschistes	Zones Piémontaise (Italie) : 10^{-5} m/s
4	Quartzites 4a et 4c Métabasites 4b	Masses rocheuses avec une perméabilité de fracture moyenne ou localement haute au-dessus de zones de dissolution de roches carbonatées et/ou sulfatées (4c) Zone Briançonnaise (4a): 10^{-6} m/s et (4c) : 10^{-6} à 10^{-3} m/s Zone Piémontaise (4b): 10^{-7} m/s
5	Micaschistes et gneiss	Masses rocheuses (grès...) avec une perméabilité moyenne à faible : 10^{-8} m/s Zone Briançonnaise La perméabilité pourrait être plus élevée dans les secteurs les moins schisteux
6	Calcschistes et flyschs	6a : Masses rocheuses avec perméabilité de fracture faible à très faible : $\leq 10^{-8}$ m/s 6b : Calcschistes très fracturés (liés à la dissolution des terrains carbonatés sus-jacents) : $\geq 10^{-6}$ m/s Zones Piémontaise (calcschistes et gneiss) et Briançonnaise
7	Houiller (schistes et grès)	Masses rocheuses avec une perméabilité de fracture faible à moyenne (aquifères non caractérisés), diminuant dans les niveaux schisteux et/ou riches en charbon 7a (Houiller stérile avec charbon) 7b (Houiller productif avec présence de gaz éventuel) Zone Houillère
8	Anhydrites (8a) – Dolomies - marbres dolomitiques (8b)	Masses rocheuses avec perméabilité de fracturation très faible à faible : $\leq 10^{-8}$ m/s Des secteurs localisés à perméabilité karstique élevée pourraient exister le long de certains contacts tectoniques (8a)

Milieu physique

Eaux souterraines

7 – Étude d'impact



► Les principales circulations d'eaux souterraines

Les circulations d'eau se localisent ainsi essentiellement dans les zones très fracturées et broyées, associées ou non à des accidents géologiques. La pression et le débit peuvent être importants.

Les caractéristiques physico-chimiques sont fonction de la nature des terrains et du contexte tectonique :

- eaux plus ou moins agressives (séléniteuses dans les formations d'anhydrites et de gypses) ;
- hydrothermalisme (eaux chaudes et/ou gazeuses) en particulier dans le Houiller de La Praz.

► Les contraintes

Les différentes contraintes sont :

- les circulations karstiques et/ou d'eaux sulfatées dans les zones de gypse et cargneules (contrainte généralement forte voire très forte). Cela concerne, le Front Pennique, le Front du Houiller, les limites de part et d'autre des Schistes lustrés ;
- le couloir profond de circulations hydrothermales dans la zone de La Praz (contraintes estimées très fortes) ;
- les importantes venues d'eau potentielles dans le Houiller stérile ;
- l'aquifère complexe silicaté et sulfaté de la cicatrice Modane-Chavière (contrainte potentielle très forte) ;
- l'aquifère profond du réseau de fracturation des mica-schistes du Briançonnais siliceux (contrainte potentielle forte) ;

- les circulations potentielles dans le contact Briançonnais Siliceux- Nappe des Gypses, notamment le passage d'eau avéré de l'accident dit « de l'Arc » (contrainte moyenne à forte) ;
- les possibles circulations dans les zones broyées du massif d'Ambin, ainsi que dans des drains ou au droit des contacts injectés de gypses (contraintes correspondantes sont supposées fortes).

La synthèse des caractéristiques hydrogéologiques et des risques afférents figure dans le tableau de la page suivante.

Milieu physique

Eaux souterraines

F – Analyse de l'état initial du site

Caractéristiques géologiques – Risques potentiels

PK TUNNEL	CARACTÉRISTIQUES GÉOLOGIQUES - RISQUES POTENTIELS
0 à 0,8	Groupe aquifère Q: Nappe captive des alluvions anciennes de l'Arc à l'ouest: perméabilité 10^{-3} à 10^{-4} m ² /s Terrains meubles pouvant être sujets à quelques venues d'eau parfois légèrement en charge Débit (Q) total: 20 l/s Venue d'eau ponctuelle: 50 l/s
0,8 à 3,6	Zone ultradauphinoise Perméabilité faible à très faible (groupe aquifère 6a): circulations profondes et fissurales dans les flyschs globalement imperméables Débit (Q) total: 42 l/s Venue d'eau ponctuelle: 100 l/s
3,6 à 3,9	Front Pennique Perméabilité faible à nulle des évaporites (groupe aquifère 8a) mais circulations karstiques possibles (groupe aquifère 1). De plus, le tunnel se trouve à une altitude inférieure au niveau de base de l'aquifère. Débit (Q) total (l/s): 2,3 l/s Venue d'eau ponctuelle: 200 l/s
3,9 à 6,1	Zone subbriançonnaise Aquifère de perméabilité moyenne (groupe 2), séparé en surface des roches de moindre perméabilité (groupe 6a) et coupé par la vallée de l'Arc (communication directe possible avec le niveau de base) Communication avec l'aquifère de type 1 du Front Pennique Débit (Q) total: 110 l/s Venues d'eau ponctuelles avec les distributions de débits suivantes le long de la section concernée de tunnel: 50 l/s et 20 l/s Venue d'eau ponctuelle: 100 l/s
6,1 à 6,6	Front Houiller Terrains argileux et schisto-gréseux très peu perméables Perméabilité faible à nulle des évaporites (groupe aquifère 8a) mais circulations karstiques possibles (groupe aquifère 1) Débit (Q) total: 2,2 l/s Venue d'eau ponctuelle: 5 l/s
6,6 à 20,1	Houiller Briançonnais Aquifères de surface et circulations dans les failles injectées de cargneules dans les schistes houillers Débit (Q) total: 351 l/s Nombreuses venues d'eau ponctuelles: 100, 50, 50, 100 et 5 l/s Houiller productif: groupe aquifère 7b de perméabilité faible (Pk 6,6 à 7): <ul style="list-style-type: none"> • Faibles venues d'eau (très faibles débits) • Faciès bicarbonaté sodique et potassique • Circulations froides dans la semelle de gypse • Émissions de gaz et d'eau à composantes chlorurées anormale dans les niveaux à charbon Houiller stérile: roche gréseuse de perméabilité faible à très faible groupe aquifère 7a (Pk 7,9 à 20,1), mais réseau fissural dense des grès: venues d'eau très importantes (pressions et débits moyens à élevés) Du PK 7+120 à PK 440, les couches du Trias ne sont pas traversées. Seuls des calcaires marneux sont traversés. La prévision du débit d'exhaure est de 20 l/s dans ce secteur.
14,8	Couloir profond de circulations hydrothermales Conditions de température et de pression contraignante PK 14+000 à 27+000: les circulations d'eau sont développées dans la partie décomprimée et fracturée du versant. PK 15+500 à 17+600: Un gradient géothermique anormal est détecté dans ces secteurs: des températures de 36 °C sont prévues dans le tunnel avec des possibles remontées d'eau chaude.



Milieu physique

Eaux souterraines

7 – Étude d'impact



Milieu physique

Eaux souterraines

Caractéristiques géologiques – Risques potentiels

PK* TUNNEL	CARACTÉRISTIQUES GÉOLOGIQUES - RISQUES POTENTIELS
20,1 à 23,6	<p>Accidents de Modane-Chavrières Bande aquifère complexe silicaté et sulfaté à perméabilité moyenne relativement élevée (gypses et carbonates perméables en grand du groupe 2 et les quartzites fissurés du groupe 4a) et coupée par la vallée de l'Arc; mais couches moins perméables (roches du groupe 8 et 4) peuvent à l'origine d'une compartimentation Zone à circulation rapide et froide (Pk 20,1) Débit (Q) total: 133,5 l/s Nombreuses venues d'eau ponctuelles: 100, 40, 40 et 60 l/s. Possibilité d'un système d'écoulement descendant au niveau du tunnel de base. Venue d'eau ponctuelle: 100 l/s</p>
23,6 à 29,6	<p>Briançonnais siliceux Superposition de niveaux aquifères (quartzites 4a, cargneule groupe 1 et Trias peu perméable 8b) et aquiclude (socle groupe 5) La source de Rimollard Bas (PK 26,3) est alimentée par des eaux provenant en partie de ces aquifères de profondeur, mal connus. La recharge de la nappe se fait par le versant droit de la vallée de l'Arc. Débit (Q) total: 95 l/s Nombreuses venues d'eau ponctuelles avec les distributions de débits suivantes: 100, 160, 200 et 100 l/s</p>
29,6 à 30,4	<p>Accident dit « de l'Arc », reconnu par le forage d'Avrieux: le contact faillé d'une épaisseur apparente de 100 m (dolomies/anhydrite) montre une transmissivité de l'ordre de 1 à 5 m²/s Aucune zone hydrauliquement active dans les formations carbonatées: contexte plutôt favorable Données à vérifier: grandes potentialités de débit et de connexion avec la surface</p>
30,4 à 33,4	<p>Zone piémontaise Perméabilité généralement basse du fait des anhydrites et des dolomies injectées (8a et 8b), mais réseau karstique (groupe 1) sous la nappe des Schistes Lustrés: aquifère très ouvert, drainant les eaux des formations quaternaires par infiltration et des eaux profondes par les fissures de versants Débit (Q) total: 85 l/s dont seulement 22 l/s évacués vers le portail ouest en France Venues d'eau ponctuelles avec les distributions de débits suivantes: 10, 10, 10 et 100 l/s dont seulement 10 l/s évacués en France</p>
33,4 à 51,7	<p>Zone briançonnaise Possibles circulations en zone broyée du massif d'Ambin (groupe 5), au contact nappe des Schistes Lustrés avec le massif (reconnue en sondage au PK 34,4), ainsi que dans des drains de micaschistes à circulations propres très limitées ou au droit des contacts injectés de gypses, ramenant probablement des eaux profondes vers la vallée de l'Arc (PK 35 à frontière, zone mal connue): importantes venues d'eau potentielles Fortes températures Débit et venues d'eau drainées vers le portail italien</p>
35,1	Perte d'eau du ruisseau Saint-Bernard
51,7 à 53,1	<p>Zone piémontaise interne Les deux derniers kilomètres bénéficient du drainage du massif engendré par les nouveaux aménagements hydro-électriques de Pont Ventoux.</p>

Le volume total d'eau d'exhaure, sortant côté français, est estimé dans une fourchette variant de 0,8 à 2,3 m³/s en phase exploitation. Ces eaux sortiront essentiellement au portail ouest, et faiblement à Modane.

* PK : point kilométrique.

Nota: la frontière franco-italienne se situe au pk 46,768.

Les enjeux et points en suspens

Les enjeux et points à éclaircir sont :

- les circulations potentielles dans les systèmes karstiques du subbriançonnais ;
- localiser les discontinuités productives d'eau dans le Houiller et déterminer la distribution spatiale des niveaux charbonneux (eaux chlorurées) ;
- localiser les failles avec des circulations d'eau de la zone d'accidents de Modane Chavière ;
- l'hydrothermalisme à l'ouest des accidents de Modane Chavière ;
- comprendre les liaisons entre l'accident de l'Arc et les failles en surface pour évaluer les potentielles arrivées d'eau au droit du tunnel et l'impact sur la source du Rimollard.

Le secteur du Houiller stérile apparaît comme le plus contraignant au niveau de l'hydrogéologie, du fait des nombreuses venues d'eau.

Par ailleurs, sur les six premiers kilomètres du projet de tunnel, la différence de cotes avec le fond de la vallée de l'Arc (niveau de base de la nappe d'accompagnement), n'est que de l'ordre de 100 m.

Enfin, suite aux mesures de débits des torrents pour déterminer les relations-connexions (eaux souterraines est eaux superficielles) et ainsi définir les risques de pertes et/ou tarissement de certains torrents et sources lors du creusement, certaines interrogations persistent quant au fonctionnement hydrologique des bassins versants :

- Saint-Benoît aval (circulation avec les cargneules) ;
- Le Saint-Bernard de Modane.



Milieu physique

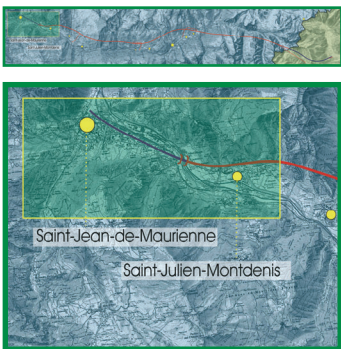
Eaux souterraines

7 – Étude d'impact



Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 1 :
Saint-Jean-de-Maurienne

Les eaux superficielles*

Cette partie relative aux eaux superficielles a été rédigée notamment à partir du dossier de police des eaux réalisé par le groupement SAGE Environnement / SOGREAH.

Pour la qualité physico-chimique des cours d'eau, cette partie se base sur :

- la carte de qualité des eaux 1998-1999 (Sources: Conseil Général 73 et Agence de l'eau R.M.C.),
- la carte des objectifs de qualité des eaux 2000 (source: C.G.73).

Secteur 1 : les eaux superficielles à Saint-Jean-de-Maurienne



L'Arc en aval du Rieubel.

Le régime des eaux superficielles, sur ce secteur, concerne l'Arc (qui s'écoule en fond de vallée vers le nord-ouest avant de se jeter dans l'Isère à Saint-Pierre d'Albigny), et les affluents de l'Arc :

- le Saint-Julien et Le Claret en rive droite de la zone d'étude ;
- la Torne, L'Arvan, les ruisseaux des Roches Noires (versant nord de l'Arc à l'ouest de Villargondran), Le Rieubel, les ruisseaux des Resses et Le Bochet en rive gauche de la zone d'étude.

► L'Arc Caractéristiques générales du bassin versant de l'Arc, de la limite nord de la commune de Saint-Jean-de-Maurienne à l'aval de l'usine Alcan

L'Arc coule dans un lit large permettant des divagations. Ce secteur présente un déficit de débit liquide maximum de 90 m³/s pour les régimes courants. Le lit semble stable en amont du pont ferroviaire existant. Dans la plaine de l'Echaillon et jusqu'au confluent de l'Arvan, le lit est plus large qu'en amont malgré des remblais sauvages importants en rive gauche. Le lit marque une tendance à la divagation (zone dépôt-érosion). La pente moyenne est de 0,85 %.

La confluence avec l'Arvan est caractérisée par un rétrécissement notable du lit. Il n'y a pas de zone d'épandage des apports solides de l'Arvan. L'essentiel des dépôts s'effectue dans sa partie terminale.

De l'Aval de l'usine Alcan à la commune de Saint-Julien-Montdenis

Dans ce secteur, l'Arc est endigué en rive gauche. Le lit est plaqué contre le massif montagneux du fait de l'emprise des usines Alcan.

Le tronçon d'Arc situé au droit de la confluence du Rieubel est un peu plus large et constitue un espace de régulation du transport solide, où les matériaux se déposent en crue et causent d'importantes divagations de l'Arc. De plus, les apports potentiels du Rieubel peuvent obstruer le lit de l'Arc. La pente moyenne dans ce secteur est de 1 %.

Usages de l'Arc

L'Arc constitue le milieu récepteur des eaux usées des agglomérations non munies de station d'épuration (STEP) : Saint-Michel-de-Maurienne, Saint-Martin-la-Porte, hameau de Villard-Clément (commune de Saint-Julien-Montdenis), Les Resses (commune de Villargondran)...

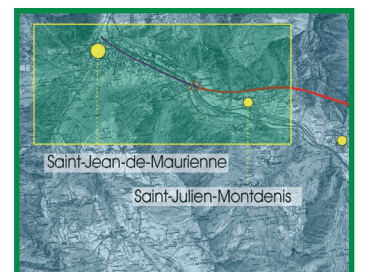
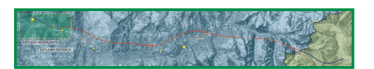
La STEP de Saint-Jean-de-Maurienne de capacité de 22000 EH (Équivalent Habitant) localisée au nord de la ville, rejette ses eaux épurées dans l'Arc. Les communes et industries connectées sont : Hermillon, Jarrier, Saint-Jean-de-Maurienne, Saint-Julien-Montdenis, Saint-Pancrace, Villargondran ainsi que les centres hospitaliers.

Le seul pompage dans l'Arc est réalisé par Alcan à Saint-Jean-de-Maurienne pour son alimentation en eau de secours.



Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 1 :
Saint-Jean-de-Maurienne

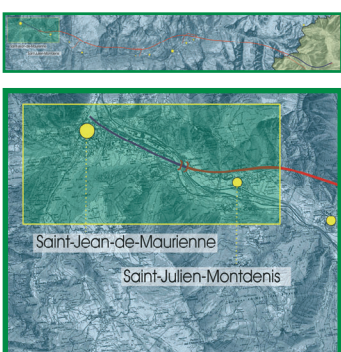
* Le présent volet est illustré par deux feuillets cartographiques « Eaux superficielles - hydrologie » et « Eaux superficielles - qualité des cours d'eau » dans le tome 5 Pièces cartographiques.

7 – Étude d'impact



Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 1 :
Saint-Jean-de-Maurienne

Qualité physico-chimique de l'Arc

La qualité physico-chimique est connue pour la section allant de l'Arvan jusqu'au barrage de Saint-Martin-la-Porte, au travers de la campagne de suivi 1998-1999 du C.G. 73. Les eaux, du fait des rejets, précédemment évoqués sont de qualité 2 de Saint-Jean-de-Maurienne jusqu'à Saint-Julien-Montdenis puis de qualité 1B en amont. On note une eutrophisation importante mais occasionnelle ou de faible intensité sur toute cette zone. Le débit réservé est jugé faible et les apports de matières en suspension (MES) importants à partir des nombreux affluents.

L'objectif de qualité à atteindre est de 1B : pour cela, les actions doivent porter sur le traitement des rejets bruts et l'amélioration du fonctionnement des traitements existants. Enfin, de par la nature du bassin versant, l'Arc se caractérise par une « pollution » naturelle minérale : sulfates dus aux gypses et anhydrites.

La situation de l'Arc vis-à-vis de la pollution toxique est globalement satisfaisante. On note cependant une légère contamination chronique par le manganèse et le plomb, ainsi que la présence occasionnelle, en aval de Saint-Jean-de-Maurienne de substances extractibles au chloroforme (huiles et graisses).

Qualité piscicole de l'Arc

On note la présence de secteurs infranchissables pour les poissons à partir de Saint-Jean-de-Maurienne et en allant vers l'amont.

L'Arc est classé en 1^{re} catégorie piscicole (Salmonidés dominants) dans le tronçon de la commune de Saint-Julien-Montdenis. On y trouve des truites Fario ainsi que des

truites Arc-en-ciel. Le peuplement piscicole est faible et il n'y a pas de reproduction naturelle. Une gestion piscicole est pratiquée : mise à l'eau de 3000 truites Fario, de 9 à 12 cm environ et de 200 kg de truites Arc-en-ciel.

Des améliorations sont préconisées dans le cadre du Schéma Départemental à vocation piscicole et notamment :

- un contrôle de l'application de la loi pêche en matière de débit réservé ;
- une gestion des lâchés d'eau compatible avec la vie piscicole ;
- une gestion piscicole adaptée aux caractéristiques du cours d'eau ;
- un classement en rivière réservée.

Perturbations d'origine hydrologique

Le régime hydrologique de l'Arc est fortement tributaire du mode d'exploitation des ouvrages hydroélectriques situés en amont (retenues).

Les déversements sont en général faibles sur ce secteur (< 50 m³/s), pouvant atteindre occasionnellement un débit de 120 m³/s à 150 m³/s sur le secteur du barrage de Saint-Martin-la-Porte et de l'usine Alcan de Saint-Jean-de-Maurienne.

L'Arc au droit de Villard-Clément, correspond au tronçon court-circuité de la chute d'Hermillon. Le débit de l'Arc, à hauteur de Villard-Clément, correspond au débit restitué de 930 l/s auxquels s'ajoutent les débits intermédiaires qui sont très variables selon la période. Le débit de l'Arc est de près de 120 m³/s en juin et 10 m³/s en hiver.

Quelques caractéristiques hydrométriques de l'Arc au droit d'Hermillon et de Saint-Julien-Montdenis

	BASSIN-VERSANT EN KM ²	MODULE INTERANNUEL EN M ³ /S	MODULE INTERANNUEL SPÉCIFIQUE EN L/S/KM ²	DÉBIT DE RÉFÉRENCE D'ÉTIAGE QMNA ₅ EN M ³ /S	QMNA ₅ SPÉCIFIQUE EN L/S/KM ²
Hermillon	1505	45,1	30	10,4	6,9
Saint-Julien-Montdenis	1228	35,5	28,9	-	-

F – Analyse de l'état initial du site

Risques saisonniers de crues

Les risques de crue se situent de mai à octobre avec une pointe critique en juin et juillet pour les crues les plus fréquentes soutenues par la fonte des neiges.

Les risques sont quasiment nuls en hiver et au début du printemps (de décembre à avril).

Le débit de crue de période de retour centennial estimé (de l'aval Saint-Michel-de-Maurienne à l'amont de Saint-Jean-de-Maurienne) est de 860 m³/s.

Un réseau de captages, déviations, restitutions, mis en place par EDF, a pour effet de modifier d'une façon importante la répartition des débits par rapport à une distribution naturelle. La fréquence des petites (annuelles, biennales) et

moyennes crues, dont le rôle est de curer l'Arc des apports solides des torrents, est ainsi considérablement diminuée.

De la limite nord de la commune de Saint-Jean-de-Maurienne à l'aval de l'usine Alcan, du point de vue des écoulements: la crue centennale est débordante ce qui peut poser des problèmes par rapport aux habitations situées en aval rive gauche du pont de la déviation de la RN6. Ce pont calé très bas, est en charge pour la crue décennale si toutefois l'on ne tient pas compte des creusements pouvant apparaître du fait de vitesses plus élevées localement.

De l'aval de l'usine Alcan à la commune de Saint-Julien-Montdenis, il existe un risque ponctuel de submersion pour la crue centennale, par-dessus le mur en rive gauche.



Débits saisonniers des crues faibles à moyennes de l'Arc à Saint-Jean-de-Maurienne

	BIENNALE Q ₂			QUINQUENNALE Q ₅			DÉCENNALE Q ₁₀		
	Automne	Printemps été	Année	Automne	Printemps été	Année	Automne	Printemps été	Année
Saint-Jean-de-Maurienne	110	230	250	200	330	340	290	440	450

Débits de pointe exprimés en m³/s.

Fonctionnement physique

En partant de Saint-Jean-de-Maurienne et en remontant vers l'amont, on note une altération de l'Arc selon des causes multiples (usines hydroélectriques et extraction dans le lit mineur).

Principaux ouvrages et aménagements

Concernant les aménagements EDF, deux installations majeures sont exploitées:

- la chute de l'Echaillon pour laquelle les eaux sont dérivées au barrage de prise de Saint-Martin-la-Porte (débit maximum d'équipement de l'usine d'Hermillon: 90 m³/s);
- la dérivation Arc-Isère qui capte l'Arc à la sortie de la chute de l'Echaillon (bassin de compensation de Longefan) ainsi que le Glandon (débit d'équipement de l'usine du Cheylas: 72 m³/s).

Un aménagement privé a été construit sur l'Arc: il s'agit de la micro-centrale d'Argentine (Alcan).

Quelques autres petits aménagements l'ont été sur des affluents de l'Arc.

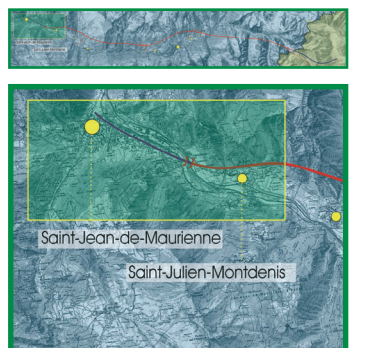
Anciennement, l'Arc avait été aménagé par des digues sardes en pierres sèches appareillées (principalement en amont de Saint-Jean-de-Maurienne) dont la fonctionnalité, toujours actuelle pour les quelques secteurs restants, est de:

- stabiliser les divagations du lit mineur en matérialisant un chenal plutôt rectiligne;
- laisser le lit majeur (prairie) s'inonder lors de grandes crues, en évitant ainsi une concentration des écoulements.

Les cours d'eau affluents sont présentés de l'aval vers l'amont d'abord en rive droite puis en rive gauche.

Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 1 :
Saint-Jean-de-Maurienne

La dérivation du barrage de prise de Saint-Martin-la-Porte

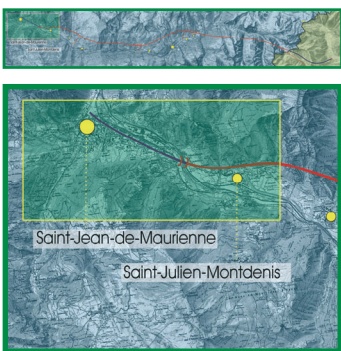
RETENUE	ANNÉE DE CONSTRUCTION	DÉBIT RÉSERVÉ PERMANENT (L/s)	VOLUME RETENU (M ³)	DÉBIT DÉRIVÉ (M ³ /s)
Saint-Martin-la-Porte	1972-1975	920	150000	90 (Centrale Hermillon)

7 – Étude d'impact



Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 1 :
Saint-Jean-de-Maurienne

► Le torrent à l'ouest de Villard-Clément

Ce torrent sans dénomination est non pérenne mais très actif et le transport solide de laves torrentielles est important.

► Le Saint-Julien

Le torrent du Saint-Julien parcourt plus de 10 km depuis la Pointe du Vallon où il prend sa source à 2700 m d'altitude jusqu'à sa confluence avec l'Arc en aval de Saint-Julien-Montdenis. Son parcours est très accidenté et jalonné d'un grand nombre d'ouvrages de renforcement visant à contrôler son érosion et ses apports de matériaux. Une vingtaine de seuils a ainsi été construite sur son haut bassin versant en amont de Montdenis, sur son bassin inférieur en amont de Saint-Julien-Montdenis et en amont de son débouché dans la plaine de l'Arc. Le transport solide est extrêmement important sur ce torrent.

Il est situé en rive droite de l'Arc et possède un bassin versant de 19,77 km².

Le lit du Saint-Julien est canalisé depuis 1900 sur tout le cône de déjection. Le canal perreyé (section 24 m²) a été conçu avec des biefs affouillables et est régulièrement entretenu.

Il a permis de transiter la plupart des laves dans des conditions satisfaisantes. Son débouché dans l'Arc se fait en face

du cône de déjection du Bochet, torrent très actif, et est partiellement occupé par des remblais et décharges qui diminuent le volume de stockage des matériaux dans l'Arc.

Le torrent de Saint-Julien ne présente aucune valeur piscicole mais il alimente un petit canal utilisé pour l'irrigation des cultures et des jardins potagers présents.

C'est un des affluents de l'Arc le plus redoutable vis-à-vis des crues torrentielles, surtout estivales. Une idée de la variabilité des débits est donnée dans le tableau ci-dessous, reprenant un exemple annuel de débits saisonniers observés du Saint-Julien (facteur 8 entre mars, début de la fonte des neiges, et septembre, début de la période hivernale et de l'étiage) :

Les crues de Saint-Julien en 1999

DATE	DÉBIT (M ³ /s)
12/11/99	0,480
24/03/99	0,717
17/09/99	0,089
08/12/99	0,141

La protection contre les crues a nécessité un endiguement dans un canal d'écoulement jusqu'à sa confluence avec l'Arc.

Le service départemental de Restauration des Terrains en Montagne (RTM Savoie) a réalisé des ouvrages sur ce cours d'eau dans le cadre des travaux d'aménagement autoroutier :

Les travaux d'aménagement du Saint-Julien en 1995

OUVRAGE	DATE DE CONSTRUCTION	VOLUME DE STOCKAGE (M ³)	FONCTIONNEMENT DEPUIS L'ORIGINE
Plages de dépôts du Saint-Julien	1995	20000	Construit pour l'autoroute mais n'a pas fonctionné depuis



Le Claret, en amont de sa confluence avec l'Arc.

► Le Claret

Le Claret, affluent rive droite de l'Arc, est situé à l'est du village de Saint-Julien-Montdenis. Son bassin versant est de 2,74 km².

À l'aval, au débouché dans la vallée de l'Arc, le Claret circule sur son propre cône alluvial de déjection où il a été canalisé et où il peut, en partie, s'infiltrer. Des pertes ont été observées en 2000 le long du cours du Claret.

Les apports sulfatés, issus des évaporites, expliquent les fortes conductivités mesurées dans les eaux du ruisseau.

Selon les données des études réalisées en juin 2000, les caractéristiques du Claret amont et aval sont :

Amont (vers La Raie) :

- Température : 14,7 °C
- Débit : 39,8 l/s
- Conductivité : 2250 µS/cm

Aval (vers l'Arc) :

- Température : 19,9 °C
- Débit : 17,6 l/s
- Conductivité : 2190 µS/cm

Le service RTM de Savoie a réalisé des ouvrages sur ce cours d'eau afin de mieux protéger les zones habitées des coulées de laves ou des débordements torrentiels.

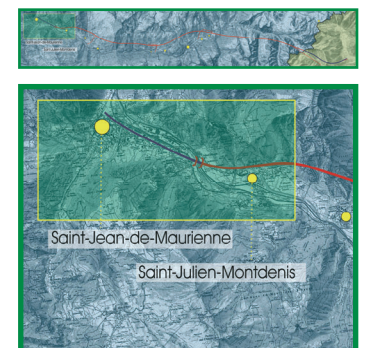
Les aménagements RTM sur le Claret

OUVRAGE	DATE DE CONSTRUCTION	VOLUME DE STOCKAGE (M ³)	REMARQUES FONCTIONNEMENT DEPUIS L'ORIGINE
Plages de dépôts du Claret	1991	23000	A fonctionné 3 fois de 1994 à 1999, nécessite un curage complet après l'obstruction rapide de l'ouvrage régulateur aval



Milieu physique

Eaux superficielles



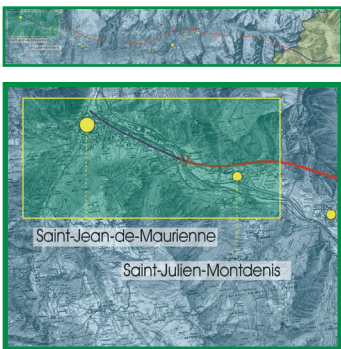
Secteur 1 :
Saint-Jean-de-Maurienne

7 – Étude d'impact



Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 1 :
Saint-Jean-de-Maurienne



La Torne.

La Torne

- Surface du bassin versant : 5 km²
- Longueur du thalweg principal : 5,4 km
- Pente moyenne : 19 %

Impluvium

Le bassin versant du torrent de la Torne est limité au nord et au nord-est par les falaises et versants rocheux du massif granitique du Sapey.

À l'ouest, sa séparation avec le torrent voisin de la Grolière, qui appartient au bassin versant du Bonrieu, est mal définie dans une vaste zone de terrains « mouilleux » et de prairies marécageuses sur la commune de Jarrier, entre les hameaux de la Balme et du Mollard Rocher.

Enfin, tout le versant nord du Rocheray, donne lieu à de nombreux ruissellements et qui rejoignent la Torne ou alimentent ses débordements en rive gauche

Lit d'écoulement

Dans la zone d'étude, le lit du torrent peut être décomposé en deux tronçons de caractères distincts :

- le tronçon « urbain » d'altitude comprise entre 600 et 545 m environ, où le lit traverse les quartiers périurbains d'habitat dispersé de Saint-Jean-de-Maurienne. Ce lit de pente régulière décroissante (10 % à 8 %) et de 4 à 6 m² de section est fixé par plusieurs ponceaux et éléments de murs. Son tracé presque rectiligne est surélevé par rapport au niveau du terrain naturel en plusieurs endroits (rive gauche surtout), ce qui résulte de l'engraissement progressif du lit par les apports de matériaux. Le lit fixé en plan (depuis plus d'un siècle), s'exhausse peu à peu sans que les terrains riverains, et l'ensemble du cône naturel de déjections, ne soient plus balayés par les divagations du torrent ;
- le tronçon aval, d'altitude comprise entre 545 et 520 m environ, où le lit traverse la terrasse alluviale en rive gauche de l'Arc, qu'il rejoint après un parcours de 800 m à 3 % de pente moyenne. Sur ce tronçon, la pente très faible des terrains (1 % à l'aval) est insuffisante pour assurer le transport des alluvions jusqu'à l'Arc. C'est la raison pour laquelle, depuis 1893, un canal artificiel maintient une pente régulière décroissante. Ce canal se trouve en surélévation par rapport au terrain naturel et par rapport à la route RD 906 elle-même construite antérieurement en remblai.

Qualité physico-chimique et piscicole

La qualité de ce cours d'eau n'est pas connue à l'heure actuelle (pas de bibliographie disponible). Il ne présente pas de valeur piscicole particulière.

Origine des perturbations hydrologiques

La brutalité des crues de la Torne est liée à la topographie de son bassin versant, qui favorise une concentration équilibrée des écoulements (bassin piriforme) parvenant en même temps au lit encaissé.

L'écoulement d'un débit liquide, même élevé, ne pose pratiquement pas de problèmes de capacité du lit, alors qu'un transport solide bien inférieur entraîne des débordements importants : c'est bien le problème majeur de ce torrent qui, dans l'état naturel, balaye son cône de déjection en déposant ses alluvions et en changeant de lit à chaque forte crue.

De plus, fixé artificiellement sur son cône sans qu'une évacuation complète des déjections apportées à chaque crue soit assurée, il exhausse son lit en « toit » et augmente au fur et à mesure les risques et les conséquences des débordements.

Évaluation hydraulique

- $Q_{\text{étiage}} = 0,03 \text{ m}^3/\text{s}$.
- $Q_{\text{eau ordinaire}} = 0,08 \text{ m}^3/\text{s}$.
- $Q_{\text{hautes eaux}} = 2,19 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Le débit décennal a été évalué à $Q_{10} = 5,3 \text{ m}^3/\text{s}$ (selon l'étude SOGREAH 1993).
- Le débit centennal a été évalué à $Q_{100} = 9,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (selon l'étude SOGREAH 1993).

Évaluation des écoulements

Suite aux recherches effectuées auprès des services locaux, services RTM, archives, il en ressort les éléments suivants :

- les crues sont provoquées à la fois par les phénomènes de fortes précipitations survenant après une séquence préalable de saturation ou de redoux avec fonte de neige ou par les précipitations violentes de type orageux (généralement sur les versants de la Balme et sur les Chamossières situées au nord-ouest de Saint-Jean-de-Maurienne). Suivant leur origine, elles peuvent survenir à toute époque de l'année ;
- le processus classique observé est l'engravement par les matériaux charriés, avec débordement et étalement des eaux chargées sur les deux rives. Le retour du torrent dans son lit exige le dégagement des dépôts, au moins partiel ;
- les crues historiques notées peuvent être classées en deux périodes : avant et après la construction de l'ouvrage de canalisation du torrent, qui date d'un siècle environ. Avant, de nombreux débordements graves ont eu lieu, autant à l'amont (quartier de l'hôpital) qu'à l'aval (quartier de Bonne Nouvelle, Mas du Rocheray, pré de la Charité, route Royale). Une douzaine de fortes crues sont enregistrées entre 1801 et 1895. Après les travaux, les crues débordantes sont un peu moins fréquentes. On note néanmoins quelques crues en 1897, 1910, trois à cinq crues avant la guerre, 1965 et une crue vers 1975-1977 ;
- le risque d'obstruction du lit aval par les éboulements du Rocheray, situation qui s'était déjà produite lorsque le lit sinuait plus près du pied du versant, a à peu près disparu avec la construction du canal.

F – Analyse de l'état initial du site



La Torne, au droit du gymnase Pierre Rey.

Transports solides

Les matériaux charriés par la Torne sont principalement des particules schisteuses, de granulométrie fine (boues fluides), avec une proportion faible d'éboulis ou de matériaux morainiques plus grossiers.

Aucune « régulation » naturelle des transports solides n'est à escompter pour la Torne, faute de zone de replat ou de pentes suffisamment faibles sur son cours.

Le risque d'une rétention importante et d'un déclenchement massif est par contre faible, tout au moins du seul point de vue du charriage (la mise en mouvement de masses importantes sous l'effet d'un glissement de terrain de grande ampleur reste toutefois possible).

L'évaluation des volumes d'apports possibles peut être approchée par les dépôts observés, par les valeurs plausibles d'érosion spécifique sur le bassin versant concerné et par le bilan du transit possible de matériaux par une crue. L'ordre de grandeur, homogène pour les trois approches et relativement précis, est de quelques milliers de m³ pour une forte crue de type décennale.

Les corps flottants (débris végétaux, déchets divers) accroissent beaucoup le risque d'embâcle et de débordement prématuré consécutif à l'obstruction du lit : un risque localisé de ce type est particulièrement flagrant à l'amont du pont de la piscine, où deux conduites traversent le lit à 0,5 m au-dessus du fond seulement.

Les prévisions de volume de charriage par fréquence de crues sont portées dans le tableau ci-dessous.

Principaux ouvrages et aménagements

Face aux problèmes d'instabilité rencontrés, des aménagements ont été effectués en amont afin que les boues issues de la Torne soient déviées vers un autre bassin versant. Des protections artificielles ont été réalisées le long de ce cours d'eau :

- confortement des berges au niveau de la Charité (non signalé sur la carte). Ils sont dispersés et n'assurent que des protections ponctuelles ;
- murs en rives gauche et droite sur le tronçon longeant la RD 906.

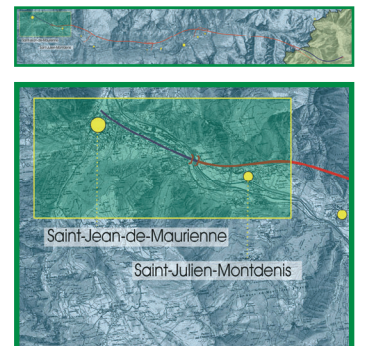
Principaux projets

La déviation établie sur la Torne a provoqué quelques désagréments. Le souhait actuel est de rétablir le transport des eaux de la Torne pour rester dans le bassin versant et revenir par conséquent à l'état initial.



Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 1 :
Saint-Jean-de-Maurienne

Crues et volumes de charriage de la Torne

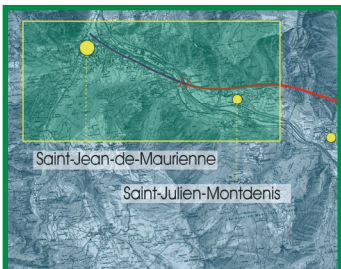
CRUE DÉCENNALE		CRUE CENTENNALE	
Q ₁₀	Volume de matériaux charriés	Q ₁₀₀	Volume de matériaux charriés
4 à 5 m ³ /s	1 000 à 3 000 m ³	10 m ³ /s	4 000 à 5 000 m ³

7 – Étude d'impact



Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 1 :
Saint-Jean-de-Maurienne



L'Arvan, à la traversée de Saint-Jean-de-Maurienne.

► L'Arvan

L'Arvan est l'affluent rive gauche le plus important de l'Arc avec un bassin versant couvrant 220 km². Il prend sa source au glacier de Saint-Sorlin (Massif des Grandes Rousses altitude 2960 m) et conflue à Saint-Jean-de-Maurienne (530 m).

Sa longueur totale est de l'ordre de 28 km et sa pente moyenne de 6 % (3 % sur le cône de déjection).

Le bassin versant, peu végétalisé est constitué de roches tendres très érodables (schistes, gypse, marne, calcaire), favorables à la création de ravins, de torrents et de glissements. La réserve de matériaux mobilisables est donc importante.

L'Arvan est redoutable par ses crues liquides et son potentiel important de charriage de matériaux solides.

Facteurs de l'engravement du lit

Le lit de l'Arvan et la confluence Arc/Arvan constituent des zones particulièrement favorables aux dépôts des matériaux solides charriés par l'affluent. Les facteurs principaux expliquant cette tendance sont :

- l'endiguement de l'Arvan sur l'extrémité de son cône de déjection qui n'autorise pas l'épandage latéral des matériaux ;
- le différentiel de pente entre les deux cours d'eau : la pente de l'Arc est de l'ordre de 0,93 %, la pente de l'Arvan d'environ 1,65 %. Lors des crues de l'Arvan, des dépôts solides se font dans le lit de l'Arc et un remous solide se forme dans la partie aval du lit de l'Arvan.

Ces dépôts sont ensuite évacués par effet d'érosion régressive, à la faveur des crues de l'Arc, et engraisent le lit de l'Arc en aval. Ce phénomène provoque au droit de la confluence une variation de la cote du lit en fonction des différents cycles de crues respectives de l'Arc et de l'Arvan, phénomène classique de respiration du lit qui se retrouve avec plus ou moins d'acuité au droit des différents torrents affluents de l'Arc.

Volume et pentes d'engravement

L'engravement du lit de la crue de l'Arvan de novembre 1992 s'est fait suivant une pente de l'ordre de 0,6 %, entre la confluence et le pont ferroviaire, et d'environ 1,5 % dans le lit de l'Arc en aval de la confluence. Le volume solide total a été estimé à 40000 m³ par la DDE.

Les hypothèses retenues pour les conditions d'engravement des lits de l'Arc et de l'Arvan sont les suivantes :

- pente de l'engravement aval dans le lit de l'Arc proche de la pente naturelle de l'Arvan ;
- dépôt allant jusqu'au pont ferroviaire de Longefan (soit environ 800 m en aval de la confluence). Après ce pont, le profil en long de l'Arc présente une pente plus forte (0,9 % contre 0,65 %) qui favorise l'entraînement des matériaux ;
- volumes de dépôts supposés du même ordre de grandeur que les apports de charriage de l'Arvan.

Impact des points singuliers

Dans la situation actuelle, les ouvrages aval (pont RN6 sur l'Arvan, conduite eaux usées) sont calés très bas et totalement engravés lors d'épisodes de crue avec charriage important.

Ces ouvrages créent ainsi un remous liquide et solide qui peut avoir un impact notable jusqu'au pont ferroviaire en amont. Cet impact disparaît lorsque le tablier du pont RN6 est entièrement recouvert par les dépôts solides (ce qui serait probablement le cas pour une crue exceptionnelle).

Usages de l'Arvan

L'exploitation du cours d'eau vise essentiellement à la production d'énergie électrique.

L'Arvan n'est pas, à ce jour, une source d'alimentation en eau potable.

Il constitue, par contre, le milieu récepteur des eaux usées des agglomérations non munies de STEP.

Qualité physico-chimique et piscicole de l'Arvan

La qualité de l'Arvan est actuellement mauvaise et présente des problèmes cruciaux en terme de MES (origine naturelle). Elle est de classes 2 et 3. L'objectif de qualité est principalement de 2.

L'enjeu biologique est limité.

Origine des perturbations hydrologiques

Le torrent de l'Arvan est très sensible aux précipitations ; suite aux orages et fortes pluies, le débit peut atteindre plusieurs dizaines de m³ en 24 heures.

Synthèse des crues de l'Arvan et conséquences à Saint-Jean-de-Maurienne :

- petite crue en 1984 (qui aurait submergé la conduite d'eau usée de Saint-Jean-de-Maurienne) ;
- crue moyenne en 1987 qui n'aurait pas causé de dommage à Saint-Jean-de-Maurienne ;
- petite crue en 1988 ;
- crue de novembre 1992 (avec d'importants dépôts solides) ;
- crue d'octobre 2000.

En amont de l'agglomération de Saint-Jean-de-Maurienne, le lit de l'Arvan divague dans la plaine des Moulins, qu'il peut inonder lorsque ses crues sont conjuguées à des apports solides importants du torrent le Merderel d'Albiez.

F – Analyse de l'état initial du site

Les débits moyens de l'Arvan sont donnés dans les tableaux suivants :

Débits moyens de l'Arvan

DATE	DÉBIT MOYEN (M ³ /S)
Mois d'hiver jusqu'en mars (débit d'étiage)	1 à 2
Mai à juin (débit max)	> 6,5
Mois d'août et septembre	3 à 5

Quelques caractéristiques hydrométriques de l'Arvan à Entraigues

	BASSIN-VERSANT EN KM ²	MODULE INTERANNUEL EN M ³ /S	MODULE INTERANNUEL SPÉCIFIQUE EN L/S/KM ²	DÉBIT DE RÉFÉRENCE D'ÉTIAGE QMNA ₅ EN M ³ /S	QMNA ₅ SPÉCIFIQUE EN L/S/KM ²
Entraigues	145	3,38	23,3	0,735	5,1

Les débits attendus des crues exceptionnelles sont :

- $Q_1 = 40$ à 50 m³/s
- $Q_{10} = 140$ à 160 m³/s
- $Q_{100} = 280$ à 320 m³/s

Ce cours d'eau se caractérise non seulement par des crues liquides assez violentes mais également par une importante capacité de charriage en matériaux solides :

- événement d'ordre décennal : 50 000 m³
- événement d'ordre centennal : 100 000 m³ (source modélisation ETRM, 2003)

Les écoulements de crue de l'Arvan sont très importants (régime subcritique à torrentiel). Le lit endigué concentre le débit de crue et les bas quartiers de Saint-Jean-de-Maurienne sont ainsi inondables.

Fonctionnement physique de l'Arvan

L'équipement hydroélectrique EDF sur l'Arvan comprend :

- le barrage de Belleville fonctionnant au fil de l'eau ;
- une prise d'eau sur le Rieu Gilbert avec rejet dans la galerie d'amenée à la centrale ;
- une prise d'eau sur le ruisseau du Pradin avec rejet dans la retenue de Belleville.

Ces équipements sont situés dans la haute vallée de l'Arvan (hors carte sur les feuillets cartographiques).

Le bassin versant total concerné est de 145 km² (dont 114 km² sur la prise principale).

La mise en service a eu lieu en 1950. Le débit maximal turbiné à la centrale est de 6,6 m³/s. En cas d'arrêt, le débit est reporté par déversement sur le barrage de Belleville.

Le débit de chasse est programmé et se produit plusieurs fois par an.

Caractéristiques du barrage de Belleville

RETENUE	ANNÉE DE CONSTRUCTION	DÉBIT RÉSERVÉ PERMANENT (L/S)	DÉBIT RÉSERVÉ EN PÉRIODE DE HAUTES EAUX (MAI-JUIN) (M ³ /S)	DÉBIT DÉVERSÉ SUITE À UN DÉCLENCHEMENT DES TURBINES DE LA CENTRALE D'ARVAN (M ³ /S)	DÉBIT DE CRUE DU PRINTEMPS 2001 (M ³ /S)
Barrage de Belleville	1948-1950	65	15	6,6	50

Principaux ouvrages et aménagements sur l'Arvan

Une usine hydroélectrique est présente en amont de la Combe des Moulins.

Dans la traversée de Saint-Jean-de-Maurienne, l'Arvan a été endigué sur les deux rives au cours du siècle dernier, la largeur moyenne du lit canalisé variant entre 70 à 90 m. L'essentiel des dépôts s'effectue dans la partie terminale. Un remblai a été également réalisé au niveau du Plan des Thibaud.

Quatre ponts franchissent l'Arvan à Saint-Jean-de-Maurienne :

- le pont d'Arvan, ouvrage à 6 arches qui paraît bien dimensionné (d'autres ponts situés à cet emplacement ont été détruits à de nombreuses reprises par le passé) ;
- le pont Cizeron, à 3 arches dont la section de passage est plus réduite que celle du pont d'Arvan ;
- le pont ferroviaire qui a été amputé en rive droite pour créer un passage routier protégé par un mur et en rive gauche par l'aménagement d'un chemin piétonnier ;
- le pont RN6 de la déviation de Saint-Jean-de-Maurienne, ouvrage calé très bas dont la section de passage est très réduite (de l'ordre de 50 m²). Ce pont, plus récent, serait en charge pour des crues moyennes de l'Arvan et ne résisterait probablement pas à une forte crue.

Plus en amont, entre la Combe des Fourneaux et la Combe des Moulins, on note la présence de trois digues en tout venant, une digue en enrochement et un mur maçonné prolongé par un remblai.

Principaux projets concernant l'Arvan

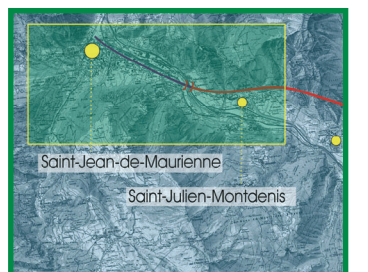
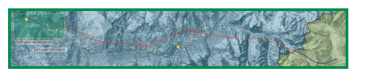
Les aménagements prévus à plus ou moins court terme sont :

- des travaux en cours de réalisation sur la commune de Saint-Jean-de-Maurienne afin de sécuriser le hameau de la Combe des Moulins, dont les rives de l'Arvan sont sujettes à une érosion relativement importante à cet endroit ;
- un projet en cours de discussion afin de créer une plage de dépôts juste avant Saint-Jean-de-Maurienne.



Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 1 :
Saint-Jean-de-Maurienne

7 – Étude d'impact



► Le Bonrieu

Le torrent du Bonrieu est un affluent rive gauche de l'Arvan. Il draine un bassin versant de 14 km², soit à peine plus de 6 % de la superficie drainée par l'Arvan.

► Le Bras de l'Arvan

La dérivation de l'Arvan permet de faire fonctionner un moulin à gypse fabriquant du plâtre chirurgical, situé le long de la RD110 au niveau de la Combe des Moulins.

Qualité physico-chimique et piscicole du Bras de l'Arvan

La dérivation prenant sa source sur l'Arvan, à 750 m en amont du site de la Combe des Moulins, la qualité des eaux de la dérivation peut-être considérée comme équivalente à celle des eaux de l'Arvan décrite ci-dessus.

État physique du Bras de l'Arvan

Après l'arrêt définitif des travaux d'exploitation de la carrière à plâtre, les eaux météoriques en provenance de l'amont de la carrière (à partir de la RD926) ont été drainées (par une buse Béton Armé de 500 mm de diamètre) vers la RD110 en partie nord du site. Cette buse de drainage se raccorde en pied de talus (le long de la RD110) à la dérivation de l'Arvan. Un bassin écrêteur, d'une capacité d'environ 700 m³, a été mis en place sur un gradin de la carrière, aux environs de la cote 676,30 m NGF.

Au droit du site de la Combe des Moulins, la dérivation de l'Arvan présente des parties à l'air libre et des parties en souterrain (busées). La section à l'air libre a une profondeur d'environ 2 m et une largeur de 2,50 m. La dérivation prend sa source sur l'Arvan, 750 m en amont du site de la

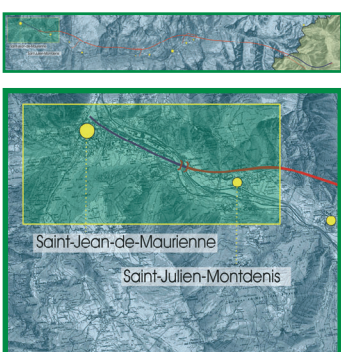
Combe des Moulins, au lieu-dit « Le Larmuiseret » (au niveau du pont de la RD110 sur l'Arvan), à 644 m d'altitude. La dérivation de l'Arvan longe ensuite la RD110 sur plus d'un kilomètre pour rejoindre 2 km plus loin l'Arvan au lieu-dit Beau Soleil à 562 m d'altitude.

Hydrologie

Aucun risque d'inondation n'a été identifié. La dérivation de l'Arvan est un ouvrage totalement artificiel.

Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 1 :
Saint-Jean-de-Maurienne



► Les ruisseaux des Roches Noires

Ces ruisseaux affluents rive gauche de l'Arc actuellement présents sur la plaine des Roches Noires ne sont pas pérennes.

Ils sont aujourd'hui au nombre de trois et présentent des crues torrentielles :

- Combe Chenal,
- Combe Varcin,
- Combe Paillarde.

Actuellement, aucune donnée n'est disponible concernant les débits.

Des protections artificielles ont été établies afin de limiter l'impact des crues de ces cours d'eau :

- plages de dépôts ;
- seuils ;
- bassins de sédimentation ;
- déviation de la Combe Chenal dans la Combe Varcin ;
- reprofilage des lits à l'aval des plages de dépôts avec mise en place de canaux d'écoulement trapézoïdaux bétonnés et création de lit majeurs.

Les Roches Noires.



Le Rieubel.

Le Rieubel

Le bassin versant du Rieubel (affluent rive gauche de l'Arc), d'une surface de 2,59 km², est taillé dans un terrain très affouillable constitué de schistes marneux du Lias. Les terrains de la rive droite sont surplombés par des falaises de calcaire noir et de grès, alimentant le lit en blocs. Les terrains de l'ensemble du bassin présentent les caractères des mauvais terrains à schiste houiller. Ils se débitent sous l'action des circulations internes et alimentent le torrent de matériaux de type roche meuble à boue argileuse.

Qualité physico-chimique et piscicole du Rieubel

La qualité de ce cours d'eau n'est pas connue à l'heure actuelle (pas de bibliographie disponible). Il est toutefois d'ores et déjà établi que le Rieubel ne présente pas de valeur piscicole particulière.

Origine des perturbations hydrologiques

Le Rieubel est reconnu pour l'importance de ses crues. Depuis 1830, une vingtaine de crues avec débordement a été répertoriée. La plupart des crues se sont produites sous le fait d'orages (juin à octobre).

Ces dernières durent en moyenne une à deux heures. Une demi-heure après le début de l'orage arrive une coulée de boues et de blocs, dont la hauteur peut atteindre 2 à 3 m dans le canal. Cet écoulement dure entre une demi-heure et une heure. Notons qu'un certain stockage des matériaux intervient dans le canal, puisque son curage par des engins est régulièrement nécessaire.

Les phénomènes de transport solide intervenant peuvent être désignés sous la dénomination « d'écoulements fortement chargés », allant du charriage à la lave torrentielle.

Ce cours d'eau se caractérise par une capacité d'apports en matériaux solides hétérogènes relativement importante, caractérisant un transport solide en crue d'un autre ordre que le débit liquide :

- événement d'ordre décennal : 10 000 m³
- événement d'ordre centennal : 60 000 m³

Il s'agit d'un cours d'eau assez redoutable et susceptible de provoquer des dégâts dont l'activité a d'ailleurs tendance à augmenter ces derniers temps.

Ses coulées, qui ont formé au fil des siècles le cône de déjection important du torrent, ont repoussé l'Arc au pied du versant rive droite de la vallée. Les matériaux sont ensuite transportés par l'Arc.

Principaux ouvrages et aménagements du Rieubel

Depuis le début du siècle, des actions sont menées pour stabiliser les terrains (drainage, végétalisation), ce qui n'empêche pas le bassin de conserver une forte aptitude à alimenter le torrent en matériaux.

Au début du siècle, le Rieubel, qui s'écoulait librement sur son cône, est canalisé dans sa partie aval pour permettre le passage en tunnel de la voie ferrée. Jusqu'en 1962, les débordements se poursuivent en amont du canal. Un canal amont est alors mis en place par le service RTM, de façon à protéger le hameau des Resses, reconstruit après la crue de 1957.

La confluence Arc/Rieubel a fait l'objet en 1959 d'un aménagement, afin de faciliter le transit des déjections jusqu'à son confluent avec l'Arc et de supprimer l'attaque érosive de la RD906 en rive droite de l'Arc, déportée en période de crue par le cône de déjection du Rieubel.

Les travaux du service RTM de Savoie concernent, outre des ouvrages de correction torrentielle, des ouvrages aval dominant les zones sensibles, appelés « plages de dépôts » qui peuvent piéger tout ou partie des matériaux de charriage ou des laves torrentielles.

Ces derniers ouvrages modifient les apports solides à l'Arc et peuvent nécessiter un entretien périodique après chaque événement torrentiel.

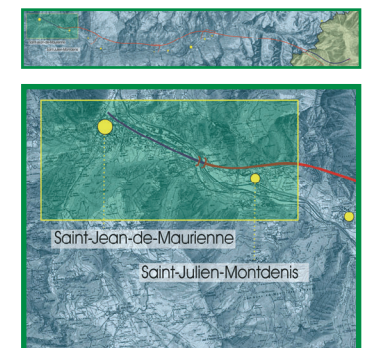
Plages de dépôts du Rieubel

TORRENT	DATE DE CONSTRUCTION	VOLUME DE STOCKAGE (M ³)	FONCTIONNEMENT DEPUIS L'ORIGINE
Rieubel	1990	5 000	Deux ouvrages en série qui ont fonctionné deux fois



Milieu physique

Eaux superficielles



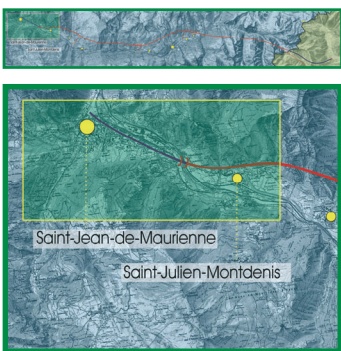
Secteur 1 :
Saint-Jean-de-Maurienne

7 – Étude d'impact



Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 1 :
Saint-Jean-de-Maurienne

Les ruisseaux des Resses

Il s'agit d'affluents rive gauche de l'Arc. Le site comporte trois ravins majeurs :

- le ravin ouest arrive en amont du nouveau terrain de sport, au hameau des Moulins ;
- La Ravoire occupe une position plus centrale ;
- La Combe de Menet draine un grand bassin versant dans sa partie supérieure. Il rejoint ensuite une combe très nette mais remplie d'éboulis.

D'autres ravins drainant des bassins versants encore plus petits, sillonnent le versant.

L'érosion est très limitée dans le haut bassin versant, couvert pour l'essentiel, de forêts et de très fortes pentes (70 %). Cela s'explique en particulier par des talwegs peu marqués, une forte infiltration et un étalement vraisemblablement important des écoulements.

Il en va différemment dans la partie inférieure, lorsque les ravins traversent les falaises de schistes (à partir de 1 100 m d'altitude). En effet, la pente est beaucoup plus importante et, surtout, les torrents trouvent de grandes quantités de matériaux pour s'alimenter.

Ces matériaux proviennent pour l'essentiel d'éboulements de falaise et se retrouvent dans le lit, vraisemblablement sur des épaisseurs très importantes (plusieurs mètres à plusieurs dizaines de mètres localement).

Deux phénomènes agissent de façon opposée :

- l'infiltration joue un rôle très important, au moins pour les crues moyennes (de fréquence décennale) ;
- l'érosion du lit et la formation de laves torrentielles sont favorisées par l'abondance des matériaux disponibles et la très forte pente. En effet, les matériaux schisteux sont très favorables à la formation de laves boueuses, à l'image de celles qui se produisent sur les torrents immédiatement voisins (Rieubel et Bochet).

Au pied de la falaise, la pente diminue rapidement, jusqu'à être quasiment nulle au niveau des habitations. Il s'agit donc d'un secteur à forte tendance au dépôt, et de grande instabilité du tracé des lits.

Aucune trace de crue n'a pu être trouvée dans les archives. Ce constat n'est pas surprenant étant donnée la faiblesse des enjeux anciens dans le secteur et la relative modestie des phénomènes.

Aucun ouvrage spécifique de correction torrentielle n'a été mis en place. Par contre, les différents bassins versants sont mités par les anciennes mines de schiste, jusqu'à des altitudes importantes. Ces mines contribuent fortement à la fourniture de matériaux, d'une part à cause des déchets miniers qui sont entreposés dans le lit, d'autre part à cause des éboulements et effondrements liés à l'affaissement des anciennes galeries.

Le Ravin ouest

Il draine le plus petit bassin versant des trois ravins principaux (18 ha). Il présente le lit le plus marqué. L'érosion se produit sur l'ensemble du chenal, jusqu'à l'amont du cône de déjection. Ce torrent arrive en amont du stade de football. C'est là qu'il s'étalerait en cas de forte crue. Des inondations sont possibles jusqu'à la RD81.

La Ravoire

Ce torrent occupe une place centrale mais s'approche beaucoup, sur son cône de déjection, du lit du Ravin ouest. Le bassin versant est de 32 ha. Il draine une partie supérieure où l'érosion est relativement modérée. Dans tout le cours aval, les stocks de matériaux mobilisables sont considérables. La hauteur des écoulements récents est de l'ordre du mètre.

Comme le Ravin ouest, la Ravoire divague à l'aval de son cône de déjection et se perd dans la forêt lors de petites crues. Les crues plus importantes peuvent vraisemblablement franchir la RD81.

La Combe de Menet

Il draine le plus grand versant (70 ha). Aucune trace de lit n'est visible dans le cours inférieur de ce torrent. Seule une combe remplie de matériaux est observée. Les crues courantes, au moins jusqu'à la crue décennale, peuvent s'infiltrer dans les matériaux de couverture. Les écoulements ne se produisent alors que pour les conditions exceptionnelles mais peuvent alors être particulièrement dangereux car ils traversent d'importants volumes de matériaux gorgés d'eau et en limite de stabilité.

Il semble être le torrent le moins actif.

La Combe de Menet présente un caractère très tranché, l'écoulement étant absent, sauf pour les crues très exceptionnelles pour lesquelles on risque un départ en masse et une arrivée brutale et massive de matériaux.

F – Analyse de l'état initial du site

Concernant les trois torrents (Ravin ouest, Ravoire, Combe de Menet)

Tous sont susceptibles de former des laves torrentielles dans ces secteurs à très forte pente. Les ordres de grandeur des volumes de matériaux ainsi apportés sont les suivants :

Volumes charriés lors de crues décennales et exceptionnelles

TORRENT	CRUE DÉCENNALE (M ³)	CRUE EXCEPTIONNELLE (M ³)
Ravin ouest	500	4 000
Ravoire	1 000	10 000
Combe de Menet	0	20 000

Les trois torrents s'écoulent à très forte pente jusqu'à l'amont du dépôt prévu. Ils arrivent sur leur cône de déjection et divaguent largement en déposant une partie des matériaux. Enfin, une fois parvenus dans la zone urbanisée, la très faible pente impose le dépôt de tous les matériaux grossiers et un écoulement de boue rejoint l'Arc après être passé sous la voie ferrée.



Le Bochet, en amont de sa confluence avec l'Arc.

Le Bochet

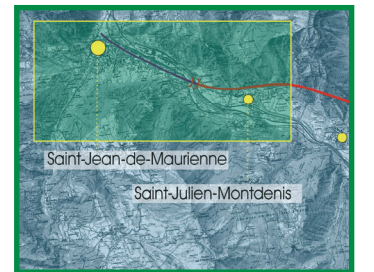
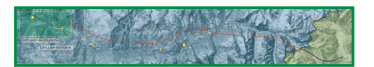
Le Bochet est un affluent rive gauche de l'Arc. Son bassin versant est de 4,8 km².

Il s'agit d'un torrent partiellement contraignant du point de vue hydraulique et dynamique donnant parfois lieu à d'importantes laves torrentielles (apports solides décennaux = 3 000 m³).



Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 1 :
Saint-Jean-de-Maurienne

7 – Étude d'impact



Hydrologie des sites de dépôt

Le site de dépôt de la Combe des Moulins

Après l'arrêt définitif des travaux d'exploitation, les eaux météoriques en provenance de l'amont de la carrière (à partir de la RD926) ont été drainées (par une buse en béton armé de 500 mm de diamètre) vers la RD110 en partie nord du site. Un bassin écrêteur, d'une capacité d'environ 700 m³, a été mis en place sur le replat aux environs de la cote 676,30 m NGF.

Cette buse de drainage est raccordée en pied de talus (le long de la RD 110) à un bras de l'Arvan d'environ 2 m de profondeur et 2,50 m de largeur.

Il n'y a pas de risque d'inondation identifié sur ce secteur.

Le site de dépôt des Resses

D'une façon générale, au niveau du site de dépôt, on note peu d'eau visible en surface. Toutefois, la contrainte hydraulique est importante sur le site :

- Le Ravin ouest, La Ravoire et La Combe Menet, décrits précédemment, sont caractérisés par des écoulements torrentiels ;
- la source dans la partie centrale du secteur d'étude, est captée par la commune de Villargondran. Elle émerge dans une ancienne galerie d'exploitation, à environ 170 m de distance de l'entrée de la galerie. À la sortie de la galerie, l'eau captée est acheminée vers un réservoir communal :
 - le trop plein de la galerie s'écoule en surface au droit des éboulis de pente et se perd en totalité dans la zone urbanisée à l'altitude 583 m environ. Dans la zone où l'eau s'in-filtre, un affaissement est bien visible ;
 - le trop plein du réservoir communal s'écoule en surface le long de la RD81, alimente une zone de stagnation importante au pied des voies ferrées et se perd en totalité à la base du remblai ferroviaire ;

- un petit écoulement est visible au niveau de l'extrémité est de la zone potentielle de dépôt en contrebas de la RD81. L'eau rejetée dans ce secteur, provient d'un petit ruisseau qui s'écoule dans la combe de l'Avalanche plus à l'est. Cette eau est en partie captée et alimente des zones de stagnation au niveau du secteur urbanisé à l'aval.

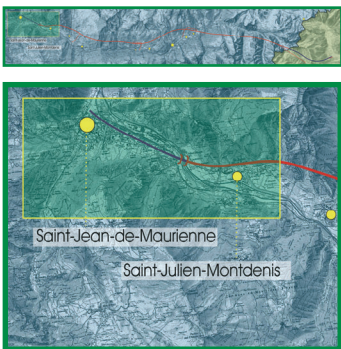
Un petit plan d'eau existe en aval du site de dépôt au-delà de la voie ferrée et de la RD 81.

Une digue protège le site des inondations de l'Arc, et le coupe de la rivière. L'environnement du site est par ailleurs artificialisé, avec l'autoroute A43 et la RD79 en rive nord de l'Arc, le péage autoroutier à l'est, la voie ferrée et des habitations au sud ainsi que la commune de Villargondran à l'ouest. Sa partie sud est déjà utilisée comme aire de loisirs.

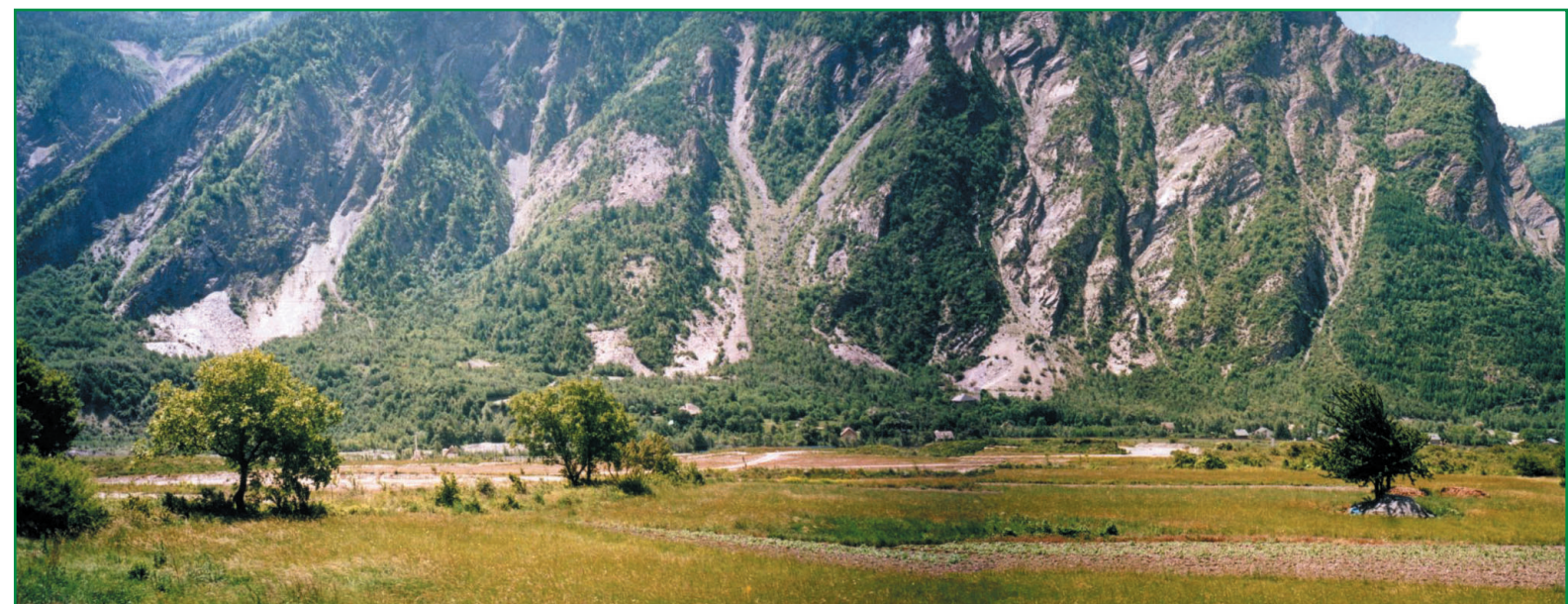
Ce site n'est pas concerné par les écoulements de l'Arc. Il est néanmoins concerné par les écoulements de plusieurs ruisseaux, les ruisseaux des Resses : Ravin ouest, la Ravoire et la Combe Menet.

Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 1 :
Saint-Jean-de-Maurienne



Les ruisseaux des Resses (H. Lambert).

F – Analyse de l'état initial du site

Le site de Plan d'Arc

D'une façon générale au niveau du site de dépôt, on note peu de circulation d'eau en surface.

Les seules traces d'écoulement observées sont liées à la présence :

- **D'un petit ruisseau**

Il est visible dans la partie centrale du secteur d'étude. Ce petit ruisseau temporaire a pour origine un petit bassin versant visible à l'amont du village de Saint-Julien-Montdenis en rive gauche du torrent du Saint-Julien.

La surface de son bassin versant est faible et est de l'ordre de 54 ha (donnée SETEC). Le débit centennal correspondant est égal à $Q_{100} = 1,90 \text{ m}^3/\text{s}$ (donnée SETEC).

Une partie des eaux de ruissellement de la plate forme de la Route Nationale est rejetée dans ce petit ruisseau à l'aval du remblai routier. Au niveau du secteur d'étude, les observations montrent :

- que les eaux cheminent dans un petit lit naturel jusqu'à un replat (le lit est localement surcreusé) ;
- qu'au droit du replat, les eaux divaguent et finissent par s'infiltrer généralement en totalité avant d'atteindre la zone du remblai autoroutier ;
- que localement de petits dépôts de matériaux ont été observés en surface, ils proviennent principalement du passage du ruisseau dans les fortes pentes visibles en contrebas du remblai de la RN6 (érosion locale des berges).

- **D'un secteur très humide**

Au niveau du point bas du secteur d'étude à proximité du remblai autoroutier (au voisinage de l'arrivée de la piste principale).

Ce secteur semble être alimenté par les eaux météoriques qui ruissellent et sont canalisées au niveau du point bas du secteur, ainsi que des apports temporaires du petit ruisseau précédent.

Les eaux semblent s'infiltrer dans cette zone lentement du fait qu'en surface les matériaux paraissent à dominante plus argileuse.

Trois buses d'équilibre ont été implantées sous le remblai autoroutier dans cette zone. Notons que la pente en long de ces buses reste très faible et inférieure à 1 – 2 %. Des traces d'écoulements temporaires néanmoins sont visibles dans certaines buses. Plus à l'aval, au débouché des buses, une nouvelle zone humide est visible entre le remblai autoroutier et celui des voies ferrées (des traces d'écoulement localement y sont observées).

Aucun exutoire n'existe au droit de cette nouvelle zone plus humide (absence de traversée sous le remblai des voies ferrées).

- **De traces d'écoulement en surface**

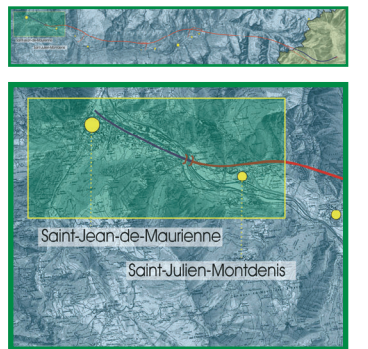
Des traces sont visibles au droit de l'ouvrage de franchissement sous la RN6 dans la zone ouest du secteur d'étude. Plus à l'amont, ces traces d'écoulement empruntent la piste visible en rive gauche du torrent du Saint-Julien. À l'aval de l'ouvrage, les eaux ont tendance à cheminer dans la pente et donc à s'écouler latéralement au secteur d'étude. Ces eaux s'infiltrent en totalité à l'amont de l'autoroute.

Ces eaux semblent provenir d'un petit bassin versant dont la surface est proche de 22 ha (donnée SETEC).



Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 1 :
Saint-Jean-de-Maurienne

7 – Étude d'impact



► Hydrologie des zones de chantier

Le bassin Saint-Jeannais

Cette section est concernée par plusieurs cours d'eau, dont l'Arc, l'Arvan, la Torne.

• L'Arvan

Le passage d'une crue équivalente à la crue de projet (pointe de débit à 260 m³/s, période de retour de 150 ans environ) provoque des inondations importantes de l'Arvan sur le secteur compris entre la confluence et le pont Cizeron, les différents ouvrages de franchissement de l'Arvan (pont Cizeron, pont ferroviaire actuel, pont de la RN6, conduite d'eaux usées) étant alors en charge. Le passage de la crue décennale (Q = 112 m³/s) ne conduit pas à des débordements de l'Arvan sur le secteur étudié.

Les problèmes hydrauliques qui apparaissent lors de crues de l'Arvan résultent des quantités très importantes de matériaux solides que transporte le torrent et qui se déposent à la confluence de l'Arvan avec l'Arc. Ces engravements conséquents provoquent un remous solide qui se propage vers l'amont et entraîne de nombreux débordements de l'Arvan.

• La Torne

La Torne est susceptible de déborder, malgré l'ouvrage actuel de canalisation limitant le champ d'inondation. Les crues, provoquées par des fortes précipitations, se manifestent par un engravement dans la partie aval, entraînant le débordement sur les deux rives. Les débordements commencent pour une fréquence d'ordre décennal (4 à 5 m³/s) et se produisent d'aval vers l'amont, au fur et à mesure de l'importance de la crue.

Il existe également un risque d'obstruction de l'entrée de la buse au niveau de l'hôpital. La Torne emprunte alors la route longeant l'hôpital.

• Le cordon paysager

On note des débordements en rive gauche de l'Arc.

• De la limite nord de la commune de Saint-Jean-de-Maurienne à l'aval de l'usine Alcan : du point de vue des écoulements, la crue centennale est débordante ce qui peut poser des problèmes par rapport aux habitations situées en aval rive gauche du pont de la déviation de la RN6. Ce pont calé très bas, est en charge pour la crue décennale si toutefois l'on ne tient pas compte des creusements pouvant apparaître du fait de vitesses plus élevées localement. Le pont ferroviaire existant serait en charge pour la crue centennale.

• De l'aval de l'usine Alcan à la commune de Saint-Julien-Montdenis : il existe un risque de submersion ponctuel pour la crue centennale, par-dessus le mur en rive gauche.

• Le viaduc sur l'Arc

Le tracé projeté pour la nouvelle ligne ferroviaire franchit l'Arc environ 250 m à l'aval du confluent du Rieubel, et 300 m à l'amont du pont de la RN6 (Pont d'Arc), lui-même 250 m environ en amont du viaduc de l'autoroute A43.

Du fait de la présence en amont de torrents affluents chargés de sédiments, ce secteur correspond à une zone de régulation du transport solide.

La respiration du lit est maximale au droit du cône du Rieubel.

• Le remblai ferroviaire

Le remblai ferroviaire actuel est concerné par les écoulements des ruisseaux des Roches Noires : ruisseau de Combe Paillarde, ruisseau de Combe Varcin, ruisseau de Combe Chenal.

Ce remblai est transparent du point de vue des écoulements superficiels car ce bassin est drainé par un de décharge sous la voie ferrée.

De plus, les ruisseaux des Roches Noires, drainant un secteur de schistes et de calcschistes très raviné et très dégradé, charrient beaucoup de matériaux argileux et limoneux.

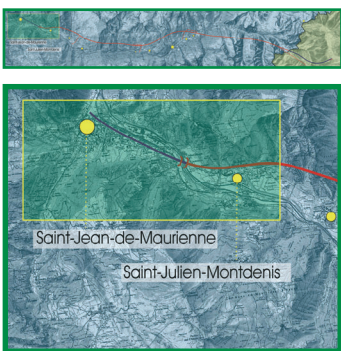
Les faibles pentes à l'amont de la RD 906 conduisent à des débordements fréquents, sur des épaisseurs relativement faibles avec de fortes charges solides. La réalisation de nombreuses protections artificielles sur les trois ruisseaux s'écoulant vers la zone industrielle (4 plages de dépôts, 2 seuils, 5 bassins de sédimentation, et le reprofilage des lits à l'aval des plages de dépôts) permet de maîtriser les débordements et d'évacuer les débits de crues centennales.

La zone de chantier de Villard-Clément

Le site n'est concerné ni par les écoulements de l'Arc, ni par ses ruisseaux affluents.

Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 1 :
Saint-Jean-de-Maurienne

F – Analyse de l'état initial du site

La zone de chantier de Sous-Villard-Clément

Elle se situe en rive droite de l'Arc dans la zone du franchissement prévu pour la ligne ferroviaire nouvelle, directement derrière le mur crénelé qui fait face au confluent du Rieubel. Ce site n'est a priori pas sollicité de manière directe par l'Arc en temps normal, car il est protégé par un mur béton crénelé. Mais lors des grandes crues de l'Arc, il peut être mis en eau. De plus, il a pour fonction d'accueillir les écoulements de l'Arc lorsque le lit principal est obstrué par une lave du Rieubel.

La zone de chantier des Resses d'en Bas

La plate-forme des Resses d'en Bas se situe en rive gauche de l'Arc, immédiatement en amont du confluent du Rieubel, à l'aval de la plaine de Villargondran. Ce site est vulnérable car il s'agit d'un secteur connu pour les divagations de l'Arc au cours de chacune des crues récentes.

En effet, à l'amont du pont ferroviaire des Resses, l'Arc ne dispose que d'un lit relativement étroit depuis Saint-Martin-La-Porte, et reçoit de nombreux apports solides par les torrents affluents, très actifs (laves torrentielles notamment). En aval du pont ferroviaire et jusqu'au Rieubel, le lit de l'Arc s'élargit. Ce tronçon correspond donc à un espace de régulation du transport solide, où les matériaux se déposent en crue et causent d'importantes divagations de l'Arc. Celles-ci ont provoqué la rupture des protections de berges rive droite et rive gauche dans pratiquement toutes les grandes crues récentes.

En outre, du fait des apports potentiels du Rieubel qui peuvent obstruer le lit de l'Arc (celui-ci devant basculer derrière le mur crénelé rive droite), la respiration du lit peut atteindre 4 m, causant des surélévations hydrauliques importantes.

La zone de chantier de Saint-Julien

Le site du Saint-Julien se trouve en rive droite de l'Arc en amont du confluent du Saint-Julien, et à l'aval de l'ancien seuil du Bochet.

Au sortir du seuil du Bochet, l'Arc s'engage dans un fort coude à gauche, accentué par l'implantation en rive droite d'un site de stockage de granulats, à proximité duquel se trouve l'aire de chantier envisagée. Ce site est actuellement protégé par des enrochements libres installés au sommet d'une ancienne conduite (voûte en béton certainement reliée à l'ancien seuil du Bochet), mais cette conduite est extrême-

ment sollicitée par les écoulements incidents en crue du fait du coude brutal pris par l'Arc, et elle est très affouillée: des vides de plus de 2 m apparaissent à sa base dans la partie amont, et la partie aval est détruite.

L'Arc frappe ensuite en rive gauche l'ancien cône de déjection du Bochet (sur lequel est implanté le hameau éponyme), protégé par un mur en béton suite à la crue de 1957 qui avait mis en péril quelques habitations, et qui se trouve très sollicité lui aussi du fait de l'étranglement du lit et de l'angle d'incidence des écoulements. Ses fondations ont été mises à jour voire affouillées par la crue d'octobre 2000.

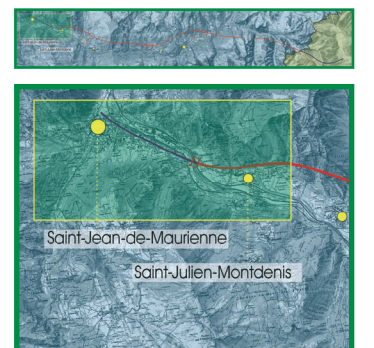
À l'aval, l'Arc se trouve ensuite pris en étau entre les confluent du torrent du Bochet et celui du Saint-Julien, et son lit se déplace en plan et en hauteur en fonction de l'importance de leurs apports respectifs. Le niveau du lit de l'Arc est donc très variable selon les événements torrentiels et les crues, et la respiration atteint 2,5 à 3,4 m.



Le Saint-Julien.

Milieu physique

Eaux superficielles



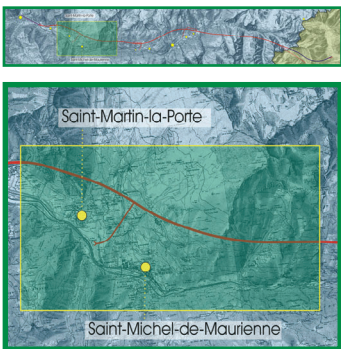
Secteur 1 :
Saint-Jean-de-Maurienne

7 – Étude d'impact



Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 2:
Saint-Martin-la-Porte

Secteur 2: les eaux superficielles à Saint-Martin-la-Porte

Le régime des eaux superficielles, sur ce secteur, concerne l'Arc qui s'écoule en fond de vallée vers le nord-ouest. Il reçoit d'aval en amont:

- en rive droite de la zone d'étude: *Le Rieu Sec, Le Saint-Bernard, Le Ruisseau des Combes, La Grollaz, Le Vigny, Ruisseau de Pré Bérard, Le Poucet;*
- en rive gauche de la zone d'étude: *La Valloirette et La Neuvache.*

► L'Arc

Entre Saint-Martin-la-Porte et Villargondran, l'Arc possède les caractéristiques morphologiques suivantes:

- une pente moyenne du lit élevée, comprise entre 1,5 et 2%;
- une forte influence de torrents à lave actifs en rive droite (Saint-Bernard, La Grollaz, Le Vigny, Le Poucet, très actifs) et en rive gauche (la Valloirette et la Neuvache, aux apports modérés), qui apportent des quantités importantes de matériaux. Les torrents de rive droite étant prédominants, le lit de l'Arc se trouve repoussé contre le versant rive gauche par leurs imposants cônes de déjection sur l'essentiel du secteur;
- la dérivation des débits courants au barrage de Saint-Martin-la-Porte (aménagement Arc – Isère), avec un débit résiduel habituel très faible, qui concourt à l'engraissement du lit hors période de crue;
- une forte puissance érosive en crue, les débits dérivés étant alors nuls ou négligeables. Cette puissance érosive se trouve renforcée par le fait des occupations multiples du lit majeur par des remblais dans presque toutes les zones de divagation et de régulation initiales.

Usages de l'Arc

L'exploitation du cours d'eau vise essentiellement à la production d'énergie électrique. La retenue de Saint-Martin-la-Porte a les caractéristiques suivantes:

- Capacité: 165 000 m³
- Cote maxi: 684 m
- Cote mini: 682,80 m
- Capacité maxi de passage: 1 000 m³/s

Une chasse est réalisée tous les ans.

L'Arc n'est pas, à ce jour, une source d'alimentation en eau potable. Il constitue, par contre, le milieu récepteur des eaux usées des agglomérations en amont non munies de stations d'épuration: Saint-Michel-de-Maurienne, Saint-Martin-la-Porte, Saint-Martin-d'Arc, Valmeinier. Une station d'épuration STEP est actuellement en cours de mise en service à Saint-Martin-la-Porte sur le site de Calypso. Gérée par la communauté de communes de Maurienne-Galibier, elle regroupe Valloire, Saint-Michel-de-Maurienne, Saint-Martin d'Arc, Montricher-Albanne et Valmeinier.

Qualité physico-chimique de l'Arc

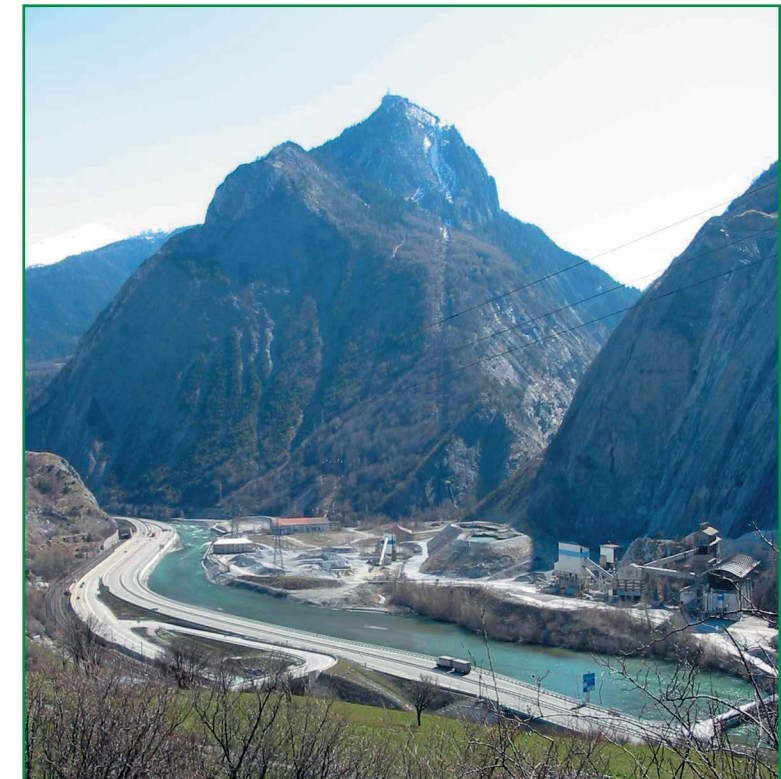
Actuellement, la qualité du cours d'eau est 1B excepté en amont du cours d'eau la Valloirette jusqu'au cours d'eau de La Neuvache où la qualité est de 2. On note une eutrophication importante mais occasionnelle ou de faible intensité sur l'ensemble de ce secteur.

L'objectif de qualité de l'Arc est tel que défini par le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du Bassin Rhône Méditerranée Corse:

- 1B sur Saint-Martin-la-Porte jusqu'au cours d'eau La Valloirette;
- 1A de la Valloirette au cours d'eau Le Poucet;
- 1B à nouveau jusqu'à la fin du secteur.

Bien que l'objectif soit atteint pour une partie de ce cours d'eau, il est préconisé des installations de protections de décantation au niveau des carrières.

En effet, il est à noter des apports de matières en suspension par les carrières. Ces apports sont décantés dans la retenue présente en rive gauche de l'Arc et qui fait l'objet de dragages réguliers par les entreprises de la région, en accord avec EDF.



L'Arc au droit du Plan des Saussaz.

De par la nature du bassin versant, l'Arc se caractérise par une pollution naturelle de sulfates due aux gypses.

Qualité piscicole de l'Arc

Concernant l'aspect piscicole, l'Arc est classé en 1^{re} catégorie (Salmonidés dominants). Dans le tronçon de la commune de Saint-Julien-Montdenis, on trouve des truites Fario et truite Arc-en-ciel. Une gestion piscicole limitée est pratiquée.

Des améliorations sont préconisées dans le cadre du Schéma Départemental à vocation piscicole et notamment:

- un effort d'alevinage en truite Fario;
- le maintien des lâchés surdensitaires;
- un classement en rivière réservée.

L'Arc entre Saint-Michel-de-Maurienne et la retenue de Saint-Martin-la-Porte est sensible vis-à-vis de l'environnement aquatique:

- existence d'une ripisylve génératrice d'habitat;
- faciès variés et hospitaliers;
- habitats particuliers (zone de reproduction et de refuge).



L'Arc et ses affluents.

État physique de l'Arc – Origine des perturbations

Le régime de l'Arc est fortement tributaire du mode d'exploitation des ouvrages hydroélectriques. L'Arc à hauteur du site, est constitué par la retenue du barrage de Saint-Martin-la-Porte.

Le débit moyen mensuel de l'Arc varie entre les mois « secs » (janvier à avril et octobre à décembre) avec des débits inférieurs à 20 m³/s et des mois « chargés », avec un pic à 120 m³/s en juin.

Le débit résiduel de l'Arc en période de basses eaux toutes centrales à l'arrêt est de l'ordre de 5 à 7 m³/s. En production maximum des centrales électriques sur la vallée, le débit peut atteindre environ 150 m³/s au droit de Calypso.

Les principales caractéristiques hydrométriques de l'Arc à Saint-Michel-de-Maurienne sont présentées dans le tableau suivant :

Quelques caractéristiques hydrométriques de l'Arc à Saint-Michel-de-Maurienne

	BASSIN-VERSANT EN KM ²	MODULE INTERANNUEL EN M ³ /S	MODULE INTERANNUEL SPÉCIFIQUE EN L/S/KM ²	DÉBIT DE RÉFÉRENCE D'ÉTIAGE QMNA ₅ EN M ³ /S	QMNA ₅ SPÉCIFIQUE EN L/S/KM ²
Saint-Michel-de-Maurienne	939	30,7	32,7	6,9	7,3

Risques saisonniers de crues de l'Arc

Les risques de crue se situent de mai à octobre avec une pointe critique en juin et juillet pour les crues les plus fréquentes soutenues par la fonte des neiges.

Les risques sont quasiment nuls en hiver et au début du printemps (de décembre à avril).

Les petites crues (annuelles, biennales) peuvent être atténuées par les aménagements hydrauliques EDF, ce qui n'est pas le cas des crues moyennes à fortes.

La crue centennale de l'Arc a un débit de 800 m³/s.

Débits saisonniers des crues faibles à moyennes de l'Arc à Saint-Martin-la-Porte et Saint-Jean-de-Maurienne

	BIENNALE Q ₂			QUINQUENNALE Q ₅			DÉCENNALE Q ₁₀		
	Automne	Printemps été	Année	Automne	Printemps été	Année	Automne	Printemps été	Année
Saint-Martin-la-Porte	100	195	195	155	290	290	215	380	390
Saint-Michel-de-Maurienne	80	170	170	120	270	270	120	340	340

Débits de pointe exprimés en m³/s.

Principaux ouvrages et aménagements sur l'Arc

Sur le secteur, sont présents le barrage du Pont des Chèvres et la centrale de la Saussaz :

De Saint-Jean-de-Maurienne à Avrieux, les poissons ne peuvent pas remonter l'Arc.

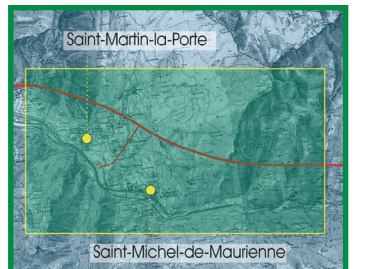
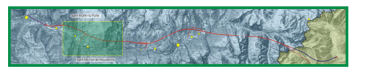
La dérivation du barrage de prise du Pont des Chèvres

RETENUE	ANNÉE DE CONSTRUCTION	DÉBIT RÉSERVÉ PERMANENT (L/s)	VOLUME RETENUE (M ³)	DÉBIT DÉRIVÉ (M ³ /s)	REMARQUES
Pont-des-Chèvres	1970-1972	720	1 200 000	90 (centrale de Saussaz)	Pompage-turbinage avec lac de Bissorte 60-75 m ³ /s



Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 2 :
Saint-Martin-la-Porte

7 – Étude d'impact



Le Saint-Bernard.

Le bassin versant est situé sur les bordures ouest et nord de la commune de Saint-Martin-la-Porte. Il est de 22,2 km². Il se superpose au tracé du Front du Houiller, contact anormal jalonné par une épaisse semelle d'évaporites. De nombreux petits ruisseaux annexes de rive gauche s'écoulent sur un revêtement gorgé d'eau et instable. Il en résulte de vastes glissements de terrain plus ou moins stabilisés par les travaux du service RTM sous forme de plages de dépôts.

Usages du Saint-Bernard

On dénombre quelques prises d'eau particulières pour l'arrosage des jardins.

Qualité physico-chimique et piscicole du Saint-Bernard

Les eaux du Saint-Bernard sont fortement minéralisées liées aux conditions géologiques. En juin 2000, les caractéristiques suivantes ont été enregistrées pour le Saint-Bernard :
Amont (ouest Plan Villard) :

- Température : 8,5 °C
- Conductivité : 2080 µS/cm

Aval (vers les Carraz) :

- Température : 13,8 °C
- Conductivité : 1634 µS/cm

Son débit moyen annuel calculé est de 57 l/s.

Depuis son aménagement, en vue de limiter les risques de glissements de terrain, il fait l'objet d'une gestion piscicole. Il est réempoissonné tous les ans avec 2000 à 3000 alevins provenant de la pisciculture de l'AAPPMA « La Gaule Mauriennaise ».

Origine des perturbations hydrologiques du Saint-Bernard

D'une manière générale, son débit augmente d'amont en aval. Lors de mesures réalisées en septembre 1995, on observait des pertes d'un peu moins de 100 l/s entre 1300 m d'altitude et la partie aval du ruisseau. Elles étaient attribuées à des infiltrations dans les évaporites du Front du Houiller.

Les mesures de juin 2000 ne confirment pas ce déficit global d'amont en aval. Néanmoins, ceci ne permet pas de conclure à l'absence de perte vers le substratum. Ainsi, lors de cette mesure, on observe une augmentation globale d'amont en aval, par des apports sulfatés occultes (données 22/06/2000) :

- Amont (ouest Plan Villard) : Débit : 301 l/s,
- Aval (vers les Carraz) : Débit : 2 198 l/s.

Il se caractérise par un régime torrentiel.

Le débit décennal est 30 m³/s et le débit centennal de 70 m³/s, mais ce torrent peut produire des laves très importantes. Le volume mobilisable peut ainsi dépasser les 100 000 m³.

Le tableau ci-dessous présente quelques débits saisonniers du Saint-Bernard en 1999 :

Les débits saisonniers du Saint-Bernard en 1999

DATE	DÉBIT (M ³ /s)
12/11/99	0,782
24/03/99	0,353
17/09/99	0,242

Principaux ouvrages et aménagements sur le Saint-Bernard

Le service RTM de Savoie a réalisé des ouvrages sur ce cours d'eau dans le cadre des travaux d'aménagement autoroutier.

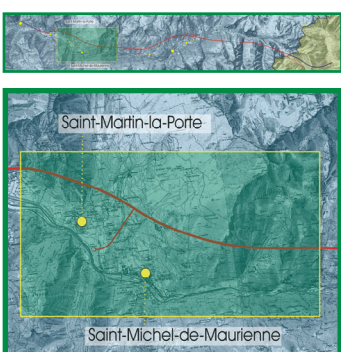
Une digue, dans la partie aval du Saint-Bernard, et un barrage au droit de Saint-Martin-la-Porte, ont aussi été construits par le service RTM.

Les plages de dépôts aménagées pour le Saint-Bernard

TORRENT	OUVRAGES	DATE DE CONSTRUCTION	VOLUME DE STOCKAGE (M ³)	REMARQUES FONCTIONNEMENT DEPUIS L'ORIGINE
Saint-Bernard amont	Plage de dépôts	1991	12000	Deux fois en 1993
Saint-Bernard aval	Plage de dépôts	1995	20000	Pour l'autoroute, n'a pas fonctionné depuis 1995

Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 2 :
Saint-Martin-la-Porte

Nous présentons ci-dessous les affluents de l'Arc de l'aval vers l'amont et dans l'ordre suivant : affluents rive droite puis affluents rive gauche.

Le Rieu Sec

Il s'agit d'un torrent non pérenne, partiellement contraignant du point de vue hydraulique et dynamique donnant parfois lieu à d'importantes laves torrentielles. Les coulées de laves, tous les 2 à 3 ans, sont brutales et très visqueuses, avec de gros blocs en grande quantité.

Des aménagements ont été réalisés dans sa partie aval par le service RTM de Savoie afin de maîtriser ces crues torrentielles.

Le Saint-Bernard

Le torrent du Saint-Bernard prend sa source sur les pentes du Grand Perron des Encombres après la confluence du ruisseau Benoît et de la Baisse à une altitude 1 690 m. Il suit un tracé de plus de 5 km depuis cette confluence jusqu'à l'Arc.

C'est un cours d'eau très actif avec des phénomènes accentués de laves torrentielles et un transport solide important. Le tronçon amont a fait l'objet de nombreux travaux rendant artificiel son lit.

► Le ruisseau des Combes

Ce ruisseau est un affluent du torrent Saint-Bernard, peu d'éléments sont connus en matière d'hydrologie. Il fait l'objet d'une prise d'eau en amont de l'école d'escalade, pour alimenter des bassins de grossissement de l'AAPP « La Gaule Mauriennaise », situé le long de la RN6.

Ces bassins sont à l'origine d'une production de 35 000 à 50 000 alevins par an. Le tronçon en amont de l'école d'escalade est aleviné depuis quelques années : c'est un secteur de pêche pratiqué.

Une éclosérie, alimentée par une source dont l'origine est mal connue, est associée à ces bassins.

Il est important de noter qu'en fin d'été, des problèmes liés à l'alimentation en eau apparaissent : insuffisance de débits, élévation de température...

► La Grollaz

Le torrent de La Grollaz prend sa source sur le plateau de Bellecombe vers 2 300 m d'altitude. Il suit un tracé de plus de 7 km avant de se jeter dans l'Arc à Saint-Michel-de-Maurienne. C'est un cours d'eau très actif avec de forts phénomènes de laves torrentielles et un transport solide important. Il est sujet à des éboulements fréquents et a fait l'objet d'ouvrages de stabilisation de versants. Ce torrent a une pente assez forte et on note la présence par secteurs de seuils artificiels.

Son bassin versant, d'une surface de 7 km², est affecté par de vastes glissements de terrain stabilisés toutefois par des travaux entrepris par le service RTM (plages de dépôt).

L'étude des débits mesurés lors de la campagne de septembre 1995 faisait apparaître des bilans sensiblement équilibrés dans la partie amont de ces cours d'eau. Par contre, en aval de la confluence, on observe un bilan excédentaire de l'ordre de 16 à 17 l/s. Compte tenu des conductivités beaucoup plus élevées en aval de la

confluence (1 200 µS/cm) qu'en amont (650 µS/cm), il est vraisemblable que les excédents constatés sur ce ruisseau proviennent d'un bassin versant différent. Une interprétation possible serait que ces apports occultes proviennent d'une partie des pertes observées sur le ruisseau du Saint-Bernard.

Les eaux collectées par le ruisseau sont de minéralisation faible. Les mesures faites en juin-juillet 2000 ne permettent pas de confirmer ces interactions entre le ruisseau du Saint-Bernard et les ruisseaux de La Grollaz et de La Perousaz. Il semblerait que les deux axes hydrographiques ne soient pas en relation directe. Ces mesures font apparaître l'existence d'apports occultes relativement faibles dans la partie amont du ruisseau de La Grollaz et des pertes dans la partie aval du ruisseau de La Perousaz.

En aval de la confluence entre ces deux ruisseaux, La Grollaz enregistre de très forts apports liés au ruisseau de La Perousaz (données 13/07/2000) :

Amont (vers la Croix de Bellecombe) :

- Débit : 73,6 l/s
- Température : 10,5 °C
- Conductivité : 109 µS/cm

Aval (vers Margillan) :

- Débit : 583,4 l/s
- Température : 13,5 °C
- Conductivité : 151 µS/cm

Le débit moyen calculé du ruisseau est de 238 l/s.

Le tableau suivant présente quelques données saisonnières de débit de La Grollaz :

Les débits saisonniers de La Grollaz en 1999

DATE	DÉBIT (M ³ /s)
12/11/99	0,038
24/03/99	0,048
22/06/99	0,058

► Le Vigny

Le torrent du Vigny prend sa source vers 2 300 m d'altitude sous le col de la vallée étroite. Il suit un tracé de 5,5 km avant de se jeter dans l'Arc à Saint-Michel-de-Maurienne, en aval de l'usine Métal Temple. C'est un cours d'eau très actif avec de forts phénomènes de laves torrentielles et un transport solide important.

C'est un torrent très comparable à son voisin la Grollaz.

Il est sujet à des éboulements fréquents et a fait l'objet d'ouvrages de stabilisation de versants. Le ruisseau a une pente assez forte et on note la présence par secteurs de seuils artificiels.

Son bassin versant a une surface de 7,3 km² affectée par de vastes glissements de terrain.

Les eaux collectées par le ruisseau sont de minéralisation faible.

À l'amont, ce cours d'eau est représenté par différents bras dont les débits diminuent d'amont en aval.

Les mesures réalisées en juin 2000 révèlent une perte importante dans la partie amont du cours d'eau (250 l/s), entre 1650 et 1330 m, d'origines principalement naturelles (infiltrations dans les éboulis) mais aussi anthropiques (biefs de dérivation vers les alpages).

Dans la partie médiane du cours d'eau, à l'amont immédiat de Villard Bernon, on observe une faible zone d'apport (15 l/s). En revanche, dans la partie aval, on observe des zones d'apports plus conséquentes (plus de 400 l/s). Le débit moyen calculé est de 248 l/s.

Les données du 22/06/2000 sont :

Amont (en aval de la jonction des différents bras) :

- Débit : 327,9 l/s
- Température : 13,7 °C
- Conductivité : 115 µS/cm

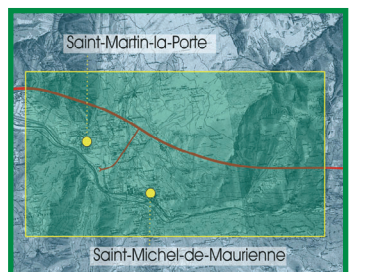
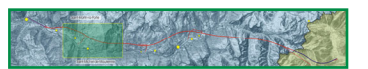
Aval (vers Margillan) :

- Débit : 790,3 l/s
- Température : 12,9 °C
- Conductivité : 130 µS/cm



Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 2 :
Saint-Martin-la-Porte

7 – Étude d'impact



► Le Ruisseau de Pré Bérard

Le torrent du Pré Bérard prend sa source au même niveau que le Vigny, vers 2300 m d'altitude sous le col de la vallée étroite. Il suit un tracé d'un peu moins de 5 km avant de se jeter dans l'Arc en amont de La Saussaz. C'est un cours d'eau temporaire, très pentu, de type fossé de versant.

Les eaux du ruisseau sont de minéralisation faible. Les mesures réalisées en juin 2000 tout au long du ruisseau, montrent une augmentation modeste mais régulière des débits par des apports diffus latéraux.

Dans la partie basse du cours d'eau, la conductivité augmente. Cette augmentation est à mettre en relation avec les apports des sources de la Buffaz qui correspondent également à des anomalies de conductivité compte tenu du contexte géologique.

Les données du 22/06/2000 sont :
Amont (vers les Chalets du Thyl) :

- Débit : 4,9 l/s
 - Température : 11,6 °C
 - Conductivité : 130 µS/cm
- Aval (vers le Mollard de la Saussaz) :
- Débit : 15,3 l/s
 - Température : 13,6 °C
 - Conductivité : 430 µS/cm

Les mesures ponctuelles de débit réalisées sur cet affluent en août 2004 sont 7 l/s pour Le Thyl, et 5 l/s pour La Buffaz.

► Le Poucet

Il s'agit d'un torrent très actif avec de forts apports de laves torrentielles et d'importants charriages solides (apport décennal : 20 000 m³). Les coulées importantes peuvent conduire une partie des matériaux charriés dans le lit de l'Arc.

C'est un cours d'eau d'un peu moins de 2 km. Son bassin versant est de 4,4 km².

Les mesures de débit de 1998 (13 et 14/08) ont mis en évidence une succession de pertes et gains qui se compensent.

► La Valloirette

Son bassin versant est de 148,9 km².

La qualité actuelle de ce cours d'eau est de 1B en aval. L'objectif de qualité est de 1A.

La valeur piscicole de ce cours d'eau est digne d'intérêt : il constitue une zone de reproduction pour les poissons. Il joue un rôle important dans l'équilibre biologique de l'ensemble du système Arc.

La Valloirette présente des variations de débit liées au débit turbiné qui peut varier de 0 à 4,4 m³/s.

Le tableau suivant présente quelques caractéristiques hydrométriques de la Valloirette à Entraygues :

Quelques caractéristiques hydrométriques de la Valloirette à Entraygues

TORRENT	SURFACE BASSIN KM ²	DÉBITS DE CRUE THÉORIQUES (M ³ /S)		TYPE D'ACTIVITÉ	VOLUMES SOLIDES (M ³)		EXEMPLES D'ÉVÉNEMENTS RÉCENTS
		décennale	centennale		Événement rare (5/10 ans)	Événement exceptionnel (20/100 ans)	
Valloirette	148,9	100	216	charriage	faible	faible	-

Débit à Calypso (Bassin Versant de 136 km²) :

- Q₁₀ = 63 m³/s
- Q₁₀₀ = 133 m³/s
- Q₁₀₀₀ = 200 m³/s

Crues exceptionnelles de la Valloirette :

- Q₁₀ = 100 m³/s
- Q₁₀₀ = 216 m³/s
- Mode de transport solide : charriage.

► La Neuvache

Son bassin versant est de 52 km².

La qualité actuelle de ce cours d'eau est de 1B en aval. L'objectif de qualité est de 1A.

La valeur piscicole de ce cours d'eau est digne d'intérêt : il constitue une zone de reproduction pour les poissons.

Il joue un rôle important dans l'équilibre biologique de l'ensemble du système Arc.

La Neuvache est un torrent peu actif.

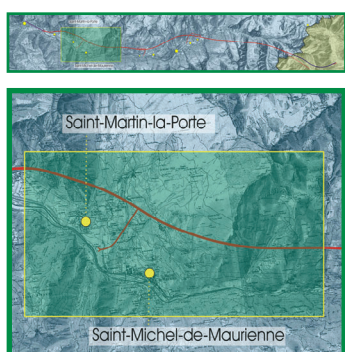
Le tableau suivant présente quelques caractéristiques hydrométriques de la Neuvache à Valmeinier (hors carte – commune située sur le cours supérieur du ruisseau) :

Quelques caractéristiques hydrométriques de la Neuvache à Valmeinier

	BASSIN-VERSANT EN KM ²	MODULE INTERANNUEL EN M ³ /S	MODULE INTERANNUEL SPÉCIFIQUE EN L/S/KM ²	DÉBIT DE RÉFÉRENCE D'ÉTIAGE QMNA ₅ EN M ³ /S	QMNA ₅ SPÉCIFIQUE EN L/S/KM ²
Valmeinier	41	1,63	39,8	0,140	3,4

Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 2 :
Saint-Martin-la-Porte

► Hydrologie du site de dépôt de La Porte

Ce site n'est pas concerné par les écoulements de l'Arc. Il n'y a pas d'écoulement de surface sur le site, hormis des risques d'écoulements temporaires et de faible importance en provenance des versants (talus amont de la RD 219, plateau sommital du Pas du Roc); les formations superficielles reconnues lors des études géotechniques ne font état que de colluvions limoneuses en placages superficiels. Le paragraphe hydrologie présente les caractéristiques locales à l'origine de l'absence d'écoulement enregistré sur le site (nature des terrains sous-jacents du site, probabilité d'une structure faillée dans l'axe de la dépression de La Porte).

► Hydrologie des zones de chantier

Le site d'attaque intermédiaire du Plan des Saussaz

Sur ce site, on note l'existence d'un ruisseau non pérenne, le Merderel des Saussaz. Le ruisseau prend sa source à l'est du hameau du Mollard Durand à un kilomètre en amont du Plan des Saussaz. Lorsqu'il s'écoule son débit est très faible.

Le Merderel des Saussaz n'est pas identifié comme présentant des risques majeurs.

Par ailleurs, ce site n'est pas exposé aux risques liés aux débordements et inondations de l'Arc.

La zone de chantier de l'Ilaz

Le site d'Ilaz se trouve en rive droite de l'Arc à l'aval du confluent du Rieu Sec et du viaduc ferroviaire à proximité de celui-ci. Dans ce secteur, le lit de l'Arc garde une certaine largeur, malgré les remblais effectués ces dernières décennies sur le site de chantier envisagé, qui empiètent sur le lit majeur de l'Arc. La situation est surtout critique au droit du coude de l'Arc en pied de versant, où les remblais en rive droite ont laissé un lit d'à peine 15 à 20 m de largeur à l'Arc, causant une sollicitation forte du remblai en rive gauche, très érodé lors de la crue de 2000. Les écoulements sont ensuite revenus frapper la rive droite un peu à l'aval.

Dans ce secteur, la respiration du lit est liée aux apports des torrents comme le Rieu Sec, et la variation du fond du lit est de l'ordre de 2 m.

La zone de chantier de Saint-Félix

Le site de chantier de Saint-Félix se trouve en rive droite de l'Arc, à l'aval immédiat du torrent du Saint-Bernard. Il se décompose en 2 secteurs différents, à l'amont et à l'aval d'un pont qui conduit à une ancienne usine en rive gauche.

À l'amont, la pente y est élevée (de l'ordre de 2 %) et le niveau du lit varie fortement en fonction des apports du Saint-Bernard et des crues de l'Arc. L'enfoncement du lit cette dernière décennie a laissé une terrasse rive gauche perchée et relativement peu inondable. Le lit mineur présente une largeur de 40 m, et les vitesses y sont élevées.

À l'aval du pont, le lit s'élargit dans un large coude. Un chenal secondaire est présent le long du mur de protection de la berge rive gauche (au droit de l'ancienne usine), et mesure 10 m à 20 m de largeur. Il est séparé du lit principal par une « île » très boisée et assez haute : elle atteint 4 m au-dessus du fond du lit mineur, comme la berge rive droite.

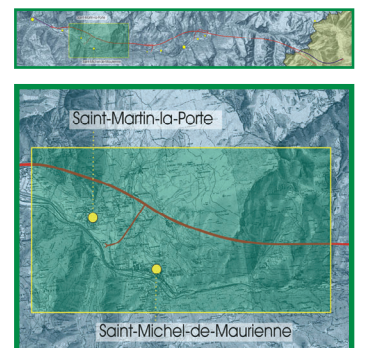
À cet endroit, débouche le torrent des Moulins, un affluent de rive gauche de l'Arc, qui draine un bassin versant de 7,4 km². À l'amont immédiat du confluent, sa pente est très forte et son lit est pavé de gros blocs, mais ce torrent n'est pas connu des services RTM en ce qui concerne son activité torrentielle. Il s'agit probablement de charriage classique lors des fortes crues, dont les apports sont facilement repris par l'Arc. Cela ne crée pas a priori de contraintes particulières pour le site envisagé, dans ce secteur où le lit de l'Arc est relativement large.

Plus à l'aval, le lit se resserre pour passer sous la section de contrôle constituée par le deuxième pont menant à l'usine, de 40 m de large environ, puis passe sous le viaduc ferroviaire en direction du confluent du Rieu Sec.



Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 2:
Saint-Martin-la-Porte

7 – Étude d'impact



Secteur 3: les eaux superficielles à La Praz

Le régime des eaux superficielles, sur ce secteur, concerne l'Arc qui s'écoule en fond de vallée vers le nord-ouest. Il reçoit d'aval en amont:

- en rive droite de la zone d'étude: Le Bonrieu, Les Moulins, Le Rieu Bénit et le ruisseau de Sainte-Claude;
- en rive gauche de la zone d'étude: La Bissorte, Le Savoutier, Le Bonnenuit, Le Saint-Benoît et Le Charmaix.



L'Arc au droit des Sarrazins.

► L'Arc

Caractéristiques et usages de l'Arc

Cf. Secteur 1 : Saint-Jean-de-Maurienne et secteur 2 : Saint-Martin-la-Porte.

Qualité physico-chimique et piscicole de l'Arc

L'objectif de qualité de l'Arc, tel que défini par le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du Bassin Rhône Méditerranée Corse est de 1B (bonne

qualité, pollution modérée). Les données les plus récentes sur la qualité de l'Arc dans le secteur de La Praz font état d'une qualité 1B (pollution modérée) en 1998/99.

Origine des perturbations hydrologiques de l'Arc

Les données hydrométriques récentes disponibles concernent en fait la partie amont de l'Arc, à Bramans :

Quelques caractéristiques hydrométriques de l'Arc à Bramans

	BASSIN-VERSANT EN KM ²	MODULE INTERANNUEL EN M ³ /S	MODULE INTERANNUEL SPÉCIFIQUE EN L/S/KM ²	DÉBIT DE RÉFÉRENCE D'ÉTIAGE QMNA ₅ EN M ³ /S	QMNA ₅ SPÉCIFIQUE EN L/S/KM ²
Bramans	-	22	-	4,3	-
Modane				5	

Principaux ouvrages et aménagements de l'Arc

Ce secteur, de Saint-Jean-de-Maurienne à Avrieux, est infranchissable pour les poissons.

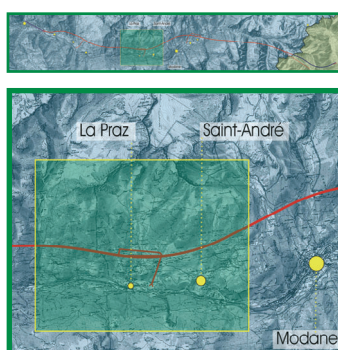
Le barrage du Freney est présent sur ce secteur :

Le barrage du Freney

RETENUE	ANNÉE DE CONSTRUCTION	DÉBIT RÉSERVÉ PERMANENT (L/s)	VOLUME RETENU (M ³)	DÉBIT DÉRIVÉ (M ³ /s)
Freney	1969-1970	675	150 000	70

Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 3:
La Praz

Nous présentons ci-dessous les affluents de l'Arc de l'aval vers l'amont et dans l'ordre suivant : affluents rive droite puis affluents rive gauche.

► Le Bonrieu

Le torrent du Bonrieu prend sa source vers 2500 m d'altitude. Il suit un tracé d'environ 2,5 km avant de se jeter dans l'Arc en amont de Francoz.

Il draine un bassin versant d'environ 21 km² dominé par le Mont Bréquin (3155 m), le glacier et la pointe de Thorens (3264 m) et la pointe du Bouchet (3407 m).

Le versant est fortement instable avec à l'aval, le très important glissement actif de Bonvillard (valeur du déplacement évaluée entre 4 et 10 cm/an).

La prise d'eau EDF en amont vers Plan Py peut prélever près de 2 m³/s.

Ce torrent présente ainsi un débit liquide important (débit moyen calculé de 727 l/s), aux conséquences sur l'équilibre du lit dommageables (manque d'auto-nettoyage du lit). Il présente un volume important de corps flottants et de débris végétaux. Le débit solide est faible, avec un potentiel exceptionnel de plusieurs milliers de m³, voire de laves torrentielles. Tout le long de ce cours d'eau, on note des zones d'apports en amont, ainsi que des zones de pertes plus en aval, notamment entre 1700 et 1600 m (données de 1998 et 2000).

Données du 29/06/2000 :

Amont (vers Plan Py, sous le refuge de Plan Bouchet) :

- Débit : 7 738 l/s
- Température : 5,8 °C
- Conductivité : 51 µs/cm

Données du 26/01/2000 :

Aval (vers La Fusine) :

- Débit : 101,9 l/s
- Température : 0,1 °C
- Conductivité : 132 µs/cm

Les mesures d'août 2004 sont de 140 l/s pour la Raverotte, 104 l/s pour La Fusine et 58 l/s pour Francoz.

► Les Moulins

Le torrent des Moulins est un petit cours d'eau d'un peu moins de 1,7 km qui prend sa source en aval du Reclotet et se jette dans l'Arc en aval de La Praz.

► Le Rieu Bénit

Le torrent du Rieu Bénit prend sa source vers 2330 m d'altitude. Il suit un tracé d'un peu plus de 3 km avant de se jeter dans l'Arc à La Praz. C'est un cours d'eau très pentu dont les caractéristiques physiques sont peu connues. La présence de seuils laisse cependant penser qu'il nécessite une stabilisation de son profil.

Son bassin versant est de 5,8 km².

Le profil longitudinal du ruisseau est assez variable avec des secteurs de cascades naturelles comme c'est le cas au-dessus de la route reliant Pralognan au Villard, des secteurs plus calmes de type saltatoires (petits rapides). À partir de l'amont de La Praz, le lit est artificialisé avec des berges en béton et un profil en U ou en V et des seuils béton d'1 m de dénivelé environ.

Son débit moyen annuel calculé est de 197 l/s.



Le Rieu Bénit entre le Villard et Pralognan (Sage).

► Le Sainte-Claude

Le torrent prend sa source en amont du hameau du Villard et il est busé dans sa partie aval au franchissement de la zone industrielle des Sarrazins.

► La Bissorte

L'activité de ce torrent rive gauche de l'Arc est actuellement modérée.

Le débit décennal (Q_{10}) est de 12,2 m³/s, le débit centennal (Q_{100}) de 26 m³/s (à Bissorte – hors carte).

► Le Savoutier

Il s'agit d'un torrent partiellement contraignant du point de vue hydraulique et dynamique donnant lieu parfois à d'importantes laves torrentielles.

► Le Bonnenuit et le Saint-Benoît

Aucune donnée n'est disponible sur ces deux torrents.

► Le Charmaix

Son bassin versant est de 53,6 km².

C'est un torrent très actif avec de forts apports de laves torrentielles et d'importants charriages solides (apports décennaux : 10 000 m³).

► Hydrologie des zones de chantier : le site d'attaque intermédiaire des Sarrazins

Le principal cours d'eau en présence est l'Arc.

Deux ruisseaux coulent à proximité du site :

- un ruisseau sans dénomination au Nord puis à l'ouest du site ;
- le ruisseau de Sainte-Claude situé à l'est. Il est assez actif.

Les risques hydrauliques dus aux deux ruisseaux à proximité du site sont les suivants :

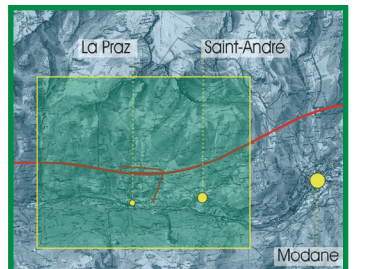
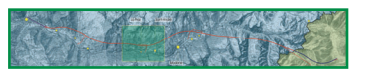
- le ruisseau longeant le site au Nord ne présente pas de danger particulier ;
- le ruisseau ouest est non pérenne ;
- le ruisseau de Sainte-Claude est busé dans sa partie aval.

Le site d'attaque de la descenderie est exposé à des risques hydrauliques, dus aux deux ruisseaux à proximité du site : la zone d'atterrissement s'étend sur la zone de chantier.



Milieu physique

Eaux superficielles



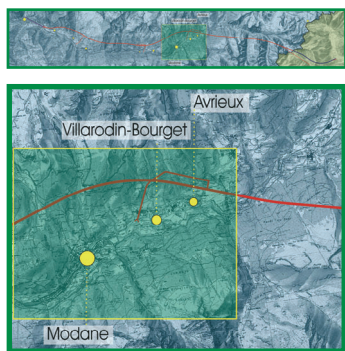
Secteur 3 :
La Praz

7 – Étude d'impact



Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 4 :
Modane – Villarodin – Bourget

Secteur 4: les eaux superficielles à Modane-Villarodin-Bourget

Le régime des eaux superficielles, sur ce secteur, concerne l'Arc qui s'écoule en fond de vallée vers le sud-ouest.

Il reçoit d'aval en amont :

- *en rive droite de la zone d'étude: le Saint-Bernard, le Povaret, les Pariotes (ou Rival), le Saint-Benoît, le Saint-Pierre;*
- *en rive gauche de la zone d'étude: le Rieux Roux (pas de données), le Saint-Antoine, le Saint-Joseph, le Nant, les Tannettes, la Croix Rousse, l'Ambin (et ses trois affluents: La Savine, l'Etache et le Saint-Bernard de Bramans).*



L'Arc en amont de Modane.

► L'Arc

L'Arc présente une pente moyenne d'écoulement de 6,5 % en aval de Villarodin. La superficie du bassin versant est de 635 km² à la station de Bramans (amont de la zone étudiée). À l'aval du pont de la Glaire, sur la commune de Villarodin-Bourget, l'Arc présente un cours relativement rectiligne sur environ 300 m, puis vient buter sur l'éperon rocheux qui l'oblige à tourner vers la droite. Au pied de cet éperon, l'action érosive de l'Arc est importante, et provoque des éboulements d'autant plus fréquents que le caractère gypseux de la roche la rend très sensible à cette attaque.

En revanche le long de la partie rectiligne et plus particulièrement en rive gauche, on ne note pas d'indice particulier d'érosion des berges. Ces dernières présentent une végétation arbustive bien installée. Des études antérieures montrent un possible risque d'enfoncement dans le secteur du Pont de la Glaire. La proximité et l'instabilité de la falaise gypseuse en rive gauche peuvent provoquer une certaine variabilité du niveau du lit de l'Arc en cas d'éboulement rocheux.

Usages de l'Arc

Cf. Secteur 1 : Saint-Jean-de-Maurienne et secteur 2 Saint-Martin.

Qualité physico-chimique et piscicole de l'Arc

La carte de la qualité des eaux 1998/1999 révèle des qualités diverses de l'Arc :

- 1B jusqu'à la confluence de l'Arc et du Saint-Pierre;
- 1A de cette confluence à celle avec l'Ambin;
- 1B à nouveau jusqu'à la fin du secteur.

Les objectifs de qualité à atteindre sont :

- 1A de Modane à l'aval de la confluence de l'Arc et du Saint-Benoît;
- 1B de cette confluence à celle entre l'Arc et le cours d'eau Saint-Pierre;
- 1A à nouveau jusqu'à la fin du secteur 4.

Hormis entre le cours d'eau Saint-Benoît et l'Ambin, la qualité actuelle de l'Arc est en dessous des objectifs. Les actions doivent porter sur le traitement des rejets bruts et l'amélioration du fonctionnement des traitements existants.

Origine des perturbations de l'Arc

Le régime de l'Arc est fortement influencé par le fonctionnement de la chute de Villarodin, d'Aussois et de la combe d'Avrieux à partir des eaux des barrages du Mont-Cenis et de Plan d'Aval.

L'Arc présente des débits différents d'un secteur à un autre du fait de la présence d'ouvrages en cascade. Néanmoins, on peut dire qu'en situation normale, on peut trouver un débit pouvant varier de 10 à 100 m³/s.

Le débit résiduel de l'Arc en période de basses eaux toutes turbines à l'arrêt est de l'ordre de 6 à 7 m³/s.

Le débit moyen inter annuel à la station de Bramans est de 21,7 m³/s (calculé sur 28 ans). La valeur maximale de débit de crue instantanée observée entre 1972 et 1993 est de 390 m³/s (1993).

Géométrie du lit de l'Arc au niveau du pont de La Glaire :

- Largeur du lit mineur: 35 m
- Cote fond du lit mineur: 1 078,10 m
- Cote berge rive droite: 1 083,40 m
- Cote berge rive gauche: > 1 084,40 m
- Superficie du bassin versant: 730 km²

Les calculs hydrauliques réalisés sur cette base ont donné les résultats suivants (Valeur EFISYS) :

Modélisation hydraulique des crues de l'Arc au pont de la Glaire

	DÉCENNALE	CENTENNALE
Débits en m ³ /s	250 à 300	409 à 680
Cote ligne d'eau (m NGF)	1080,50	1083,60
Vitesse en m/s	3,5	5,4
Hauteur d'eau (m)	3,4	5,5

F – Analyse de l'état initial du site

Le débit de la crue de 1957 (la plus forte connue sur l'Arc) est estimé au niveau du pont de La Glaire à une valeur comprise entre 600 et 700 m³/s, soit un ordre de grandeur un peu supérieur à la crue centennale. Les débits estimés en 1993 sont très supérieurs aux observations sur la station de Bramans (crue décennale de 140 m³/h).

Le tirant d'air du pont de la Glaire est de l'ordre de 6 m, et semble, sur la base des données précédentes, juste suffisant pour la crue centennale.

Principaux ouvrages et aménagements sur l'Arc

Les premières chutes hydroélectriques de l'Arc datent du début du siècle, la modernisation et/ou la création de nouveaux aménagements de l'Arc supérieur précèdent celles de l'Arc moyen et aval.

Les centrales existantes sur le secteur sont les suivantes :

Centrales hydroélectriques sur l'Arc supérieur		
CENTRALE	ANNÉE DE CONSTRUCTION	DÉBIT TURBINÉ (m ³ /s)
Avrieux	1921	16,5
Villarodin	1969	51
Aussois	1950	28
La Combe d'Avrieux	1975	28

L'aménagement de l'Arc supérieur est actuellement dominé par le complexe du Mont Cenis datant des années 1960 ; le réservoir du Mont Cenis sur le versant coté Italie recueille par dérivation l'essentiel des eaux du versant rive gauche entre Bonneval et Modane, et les écoulements du versant rive droite sont dérivés vers les deux barrages d'Aussois. La majeure partie des torrents affluents est ainsi dérivée, l'Arc lui-même est capté par deux fois à l'Ecot et à Bramans. C'est dans le bassin d'Avrieux que se situent les restitutions des centrales de haute chute avec une modulation des débits dans la journée pour optimiser l'énergie produite.

La Haute Vallée de la Maurienne, au-delà de Modane a, en grande partie, échappé à l'endiguement et à l'artificialisation du lit, en comparaison de la moyenne et basse Maurienne où le lit de l'Arc est beaucoup plus contraint. Des protections ponctuelles (murs, perrés bitumineux...) y ont été toutefois édifiées pour protéger des sites industriels (Saint-Gobain, installation EDF d'Avrieux), des villages (Lanslebourg, Lanslevillard, Bessans, Bonneval), la RN6, la RD902 et leurs ouvrages d'art.

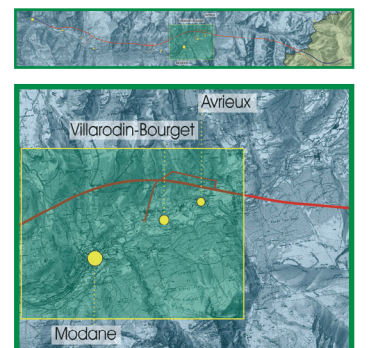
Il est à noter que des digues secondaires sont en place sur les terrains de la zone des Moulins. Elles jouent un rôle lors des crues de plus faible amplitude (crue décennale par exemple).

Au niveau du pont de la Glaire, il existe dans le cas d'une crue centennale, un risque d'accrochage du tablier et de contournement de l'appui du pont en rive droite en raison d'un point bas sur la route.



Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 4 :
Modane – Villarodin – Bourget

7 – Étude d'impact



► Le Saint-Bernard

Le torrent du Saint-Bernard prend sa source vers 2000 m d'altitude. Il suit un tracé d'environ 6 km avant de se jeter dans l'Arc à Modane. Ce torrent a actuellement une activité modérée. La remontée du poisson depuis l'Arc semble possible.

Le bassin versant de ce torrent a une superficie de 22,2 km². Les débits de pointe décennal et centennal à l'exutoire du bassin versant (confluence avec l'Arc) sont respectivement de 33 et 71 m³/s. Son module est de 754 l/s.

Caractéristiques du Saint-Bernard.

TORRENT	SURFACE BASSIN (KM ²)	MODE TRANSPORT SOLIDE	APPORTS SOLIDES M ³	
			T = 5/10 ans	T = 20/50 ans
Saint-Bernard	22,2	Charriage	Faible	Faible

Les débits mesurés lors des campagnes menées par Sage Environnement en août 2004 font état des résultats suivants :

- station amont au Plan du Say : 47 l/s ;
- station aval à Loutraz : 530 l/s.

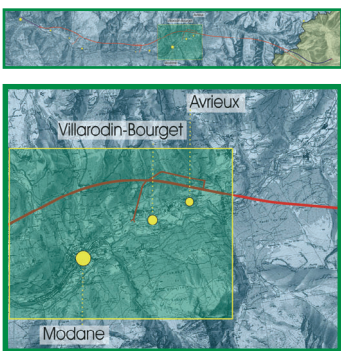
La prise d'eau EDF peut prélever près de 3 m³/s.

L'étude hydrogéologique met en évidence le fait que le Saint-Bernard de Modane est le siège d'importants échanges entre les écoulements superficiels et souterrains. Ce cours d'eau récupère des eaux de circulations profondes dans des gypses et cargneules avec des débits très élevés, de l'ordre de 1000 l/s entre le pont du Polset et Loutraz. Localement ces mêmes eaux se réinfiltrent.

Les mesures réalisées par l'Université de Savoie dans le cadre de ce projet ont montré des pertes de débits sur plusieurs secteurs : en août 1998, deux secteurs accusaient des pertes : entre 1910 et 1780 m d'une part et entre 1670 et 1220 m d'autre part. En juillet 2000, des pertes étaient mises en évidence entre 1900 et 1800 m d'une part et entre 1400 et 1100 m d'autre part. Deux secteurs semblent donc sujets à des infiltrations : le secteur de Polset et la fin du bassin versant en amont de Loutraz. Les mesures réalisées dans l'étude hydrogéologique 2002-2004 pour LTF n'ont pas confirmé ces données mais ont montré que le cours d'eau récupérait des eaux de circulation profondes sur la fin de son linéaire à Loutraz.

Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 4 :
Modane – Villarodin – Bourget

F – Analyse de l'état initial du site

Qualité hydrobiologique et piscicole : les invertébrés benthiques

Des Indices Biologiques Globaux Normalisés (IBGN) ont été réalisés en 2003 (les 17/03 et 30/06) par le cabinet Vallet au lieu-dit « Loutraz » en amont proche de la station de pêche aval sur un secteur non artificialisé. Les notes obtenues sont respectivement de 16 et 15/20. L'analyse de la liste faunistique montre une bonne qualité hydrobiologique avec comme facteurs limitants le caractère très lotique du milieu (absence de faciès lentique et difficulté d'échantillonnage) ainsi que la température très basse malgré l'été caniculaire de 2003.

Les poissons

• Station amont : en aval du Plan du Say à Vallon Polset

La pêche a permis la capture, sur un linéaire de 70 m et à l'issue de 2 passages, de 19 truites fario. Malgré une faible biomasse en place qu'on peut mettre en relation avec le caractère très minéral du ruisseau à hauteur de la station, les trois stades développement sont présents avec des alevins inférieurs à 5 cm attestant d'une reproduction naturelle, des truitelles et des adultes d'une belle taille (20-22 cm) pour les dimensions du lit. Ce résultat qui reste minime en biomasse (biomasse estimée d'environ 48 kg/ha) montre que le ruisseau offre cependant un habitat permettant aux individus déversés les années précédentes de rester sur place, s'y nourrir, grandir et s'y reproduire même si le stock en place reste modéré.

• Station aval : Loutraz

La pêche a permis la capture, sur un linéaire de 70 m et à l'issue de deux passages, de 70 truites fario. Cette population est abondante et très bien équilibrée. Elle est soutenue par la gestion piscicole mais on ne peut exclure une colonisation depuis l'Arc. De plus, la présence d'alevins de taille réduite (4 à 6 cm) penche en faveur d'une reproduction naturelle.

Enfin, les conditions de pêche étaient difficiles avec un chenal puissant limitant l'efficacité malgré la présence de deux anodes (2 martin-pêcheurs) et 5 épuisettes. On peut donc penser que les résultats sont légèrement sous estimés et que la biomasse estimée de 120 kg/ha est un minimum.

Le Saint-Bernard est un torrent qui présente des atouts indéniables qui en font l'intérêt piscicole : hydrologie soutenue, ombrage, morphologie variée avec des sous-berges et des fosses de belles dimensions par rapport aux autres cours d'eau pêchés. Il abrite à Loutraz une belle population de truites qui trouvent là un habitat intéressant, des possibilités de frayères et une libre circulation avec l'Arc.

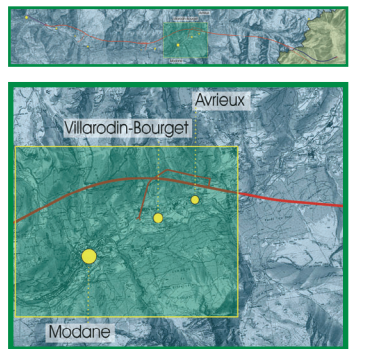
La qualité piscicole du Saint-Bernard sur son bas bassin versant est une caractéristique intéressante liée à une bonne morphodynamique et à une confluence circulante avec l'Arc. C'est un atout relativement rare pour les affluents de l'Arc. Il justifie à lui seul à considérer le Saint-Bernard comme un torrent à préserver sur tout son linéaire.

Au vu de cette qualité biologique, les venues d'eaux souterraines sur son bas bassin versant justifient de porter une attention particulière à son devenir.



Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 4 :
Modane – Villarodin – Bourget

7 – Étude d'impact



Le Povaret à Modane (Sage).

La confluence avec l'Arc permet la remontée du poisson mais les dimensions du cours d'eau en aval immédiat de la confluence en diminuent la capacité d'accueil (type fossé). De plus, la présence de ruptures peu ou pas franchissables en fonction du débit, bloque très rapidement la remontée du poisson, dès les premiers cent mètres.

Les débits mesurés lors des campagnes menées par Sage Environnement en août 2004 font état des résultats suivants :

- station amont au refuge de l'Orgère : 15 l/s ;
- station aval à Loutraz : 17 l/s.

La prise d'eau peut prélever près de 1,5 m³/s. Les apports du bassin versant intermédiaire sont faibles entre les deux stations. De plus, il semble qu'il y ait un départ sous Pierre Brune d'une partie du débit en direction d'Amodon, sous forme d'une diffluence (séparation d'un cours d'eau en plusieurs bras). Les données existantes font état de plusieurs secteurs d'infiltrations plutôt constatées sur le haut bassin versant vers 1990 et 1880 m ainsi que vers 1745 m en août 2000, entre 1950 et 1900 m en juillet 2000, mais également vers sa confluence vers 1160 m en août 2000. Il n'a pas été suivi en 2002.

L'étude hydrogéologique a mis en évidence les points suivants :

- une infiltration du torrent dans les formations alluviales de la plaine de l'Orgère ;
- un gain de débit entre le refuge de l'Orgère et vers la cote 1700 m, où le torrent est dérivé vers Amodon. Ce gain peut s'expliquer par une restitution du stockage dans l'ombilic de l'Orgère, du fait du verrou des quartzites ;
- en aval de la dérivation qui se dirige vers Amodon, nous n'avons pas mesuré de modification du débit.

Qualité hydrobiologique et piscicole : les invertébrés benthiques

Deux Indices Biologiques Globaux Normalisés (IBGN) ont été réalisés par SAGE ENVIRONNEMENT dans l'été 2004.

• Station amont : plan du refuge de l'Orgère

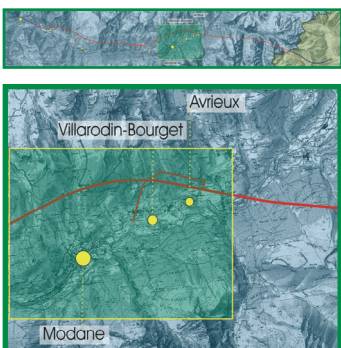
Il s'agit à ce niveau d'un petit milieu qui serpente dans l'alpage. La station correspond au premier secteur productif du ruisseau. En effet, plus en amont, on atteint certainement sa limite de productivité avec un milieu de haute montagne très minéral. Le cours d'eau a acquis ici une belle mosaïque de faciès et une couverture biologique relativement bien développée pour l'altitude. Il reste cependant lotique (milieu d'eau courante) et les faciès de bordure sont absents. Les résultats mettent en évidence une diversité taxonomique moyenne avec 21 familles présentes. Les groupes apicaux sont présents mais certains autres comme les Trichoptères sont peu représentés. La qualité résultante est bonne avec un IBGN de 15/20.

• Station aval : à Loutraz

La disparition de certains groupes dont des organismes apicaux dénote une légère atteinte du milieu. Cette perturbation semble plutôt d'ordre mécanique : en effet, les fonds sont totalement colmatés par un granulat blanc grossier en provenance de l'éboulement qui affecte un versant du ruisseau dans la combe située en amont sous Pierre Brune. La raréfaction des faciès qui en découle explique cette diminution de la diversité taxonomique qui est la plus forte observée sur tous les affluents échantillonnés en août 2004 (à part le Saint-Julien). On observe corrélativement une forte diminution de l'abondance, trois fois moins élevée que sur la station amont. Il en résulte une baisse de la qualité hydrobiologique qui devient passable (IBGN de 11/20).

Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 4 :
Modane – Villarodin – Bourget

Le Povaret

Le torrent du Povaret prend naissance sous La Pointe de l'Echelle vers 1600 m d'altitude. Il suit un tracé d'un peu plus de 7 km avant de se jeter dans l'Arc à Modane. On ne dispose pas de données hydrologiques et morphologiques sur ce torrent. Il semble peu érosif sur ses deux premiers tiers. Par contre, sous Pierre Brune, un glissement de terrain entraîne un gros transport de matériaux qui se retrouve à son arrivée dans la plaine de l'Arc où un fond de gravier blanc très meuble colmate le lit.

Les poissons

• Station amont: sous l'Orgère dans la forêt

La pêche a permis la capture, sur un linéaire de 80 m et après 2 passages, de 58 truites fario. On retrouve dans cette population, les alevins qui ont été déversés cette année mais aussi une bonne représentation (abondante et équilibrée) des autres classes de taille. Le ruisseau présente d'ailleurs des habitats très propices à la truite avec de nombreux refuges sous berges, un ombrage important, une alternance de petits rapides et de belles vasques, une grande diversité granulométrique et un fort développement de bryophytes. C'est un beau parcours qui permet, après plusieurs années de soutien piscicole, de voir se développer une population en place qui peut circuler par paliers et se reproduire.

La biomasse estimée est de l'ordre de 125 kg/ha, ce qui est intéressant pour un ruisseau de petites dimensions et à cette altitude.

• Station aval: à Loutraz

Ce secteur prend place le long des habitations. Il a plus l'allure d'un fossé et le colmatage évoqué ci-avant finit d'annihiler sa capacité d'accueil pour la truite. Seul un individu isolé (une truite fario adulte de 25 cm) a été capturé sur les 60 m pêchés. Ce constat est représentatif du ruisseau à sa confluence avec l'Arc: il a perdu à ce niveau tout intérêt piscicole.

Le Povaret est un cours d'eau tout à fait intéressant dès son haut bassin versant sur le plateau de l'Orgère. Il présente des caractéristiques morphodynamiques naturelles propres à l'installation d'une population de truites, à son développement et à sa reproduction.

Il perd en fin de parcours, dans la zone urbanisée de Loutraz tout son intérêt du fait d'une transformation en fossé, d'une coupure avec l'Arc liée à des ruptures naturelles infranchissables, à son busage en aval du dernier pont avant l'Arc sur une quinzaine de mètres.

Cette situation finale ne doit pas faire oublier que 70 % du linéaire (entre le début de la zone productive en amont de l'Orgère et le secteur du glissement de terrain sous Pierre Brune) correspond à un milieu très accueillant pour la faune. La petitesse du milieu et la faiblesse des débits en été montrent que l'équilibre du ruisseau reste fragile.

La qualité hydrobiologique de ce ruisseau en fait l'un des fleurons du patrimoine piscicole local. Toute remise en cause de son régime hydrologique constituerait un préjudice notoire pour le milieu naturel et pour le monde de la pêche. Hors, les données hydrologiques disponibles tendent à montrer qu'il est sujet à plusieurs zones d'infiltrations.

► Le Rival (Les Pariotes)

Le torrent du Rival (Les Pariotes) est particulièrement redoutable en raison de la soudaineté et de la violence de ses crues.

Le débit de la crue décennale serait environ $Q_{10} = 0,55 \text{ m}^3/\text{s}$ et celui de la centennale $Q_{100} = 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

- Débit solide pour une largeur de lit de 2 m : $Q_s = 0,47 \text{ m}^3/\text{s}$;
- Débit centennal avec transport solide : $Q_{t100} = 2 \text{ m}^3/\text{s}$.

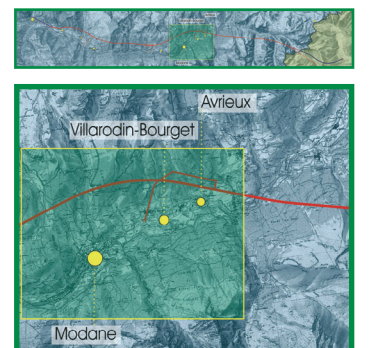
L'étude hydrogéologique a mis en évidence les points suivants :

- on note la présence de pertes dans le cône de déjection, probablement en direction des gypses sous-jacents ;
- les débits mesurés sont faibles. Le ruisseau est régulièrement tari à l'amont de sa confluence avec l'Arc (6 mois sur 12).



Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 4 :
Modane – Villarodin – Bourget

7 – Étude d'impact



► Le Saint-Benoît

Le torrent du Saint-Benoît prend sa source vers 2320 m d'altitude dans le secteur du Fonds d'Aussois. Il suit un tracé de 2 km environ avant de se jeter dans les lacs de barrage de Plan d'Amont et Plan d'Aval. La confluence avec l'Arc est située en amont d'Avrieux, à 4,5 km environ en aval du second lac de barrage. Il traverse la commune d'Avrieux et passe à l'est du futur chantier.

Depuis le barrage de Plan d'Aval, le torrent draine un versant de 4,4 km² jusqu'à l'Arc, sa pente moyenne est de 20 % (800 m pour environ 4 000 m de cours) et son orientation est Sud.

C'est un cours d'eau caractérisé par une activité actuellement modérée. Il présente une faible capacité d'accueil. La confluence avec l'Arc ne permet pas la remontée du poisson.

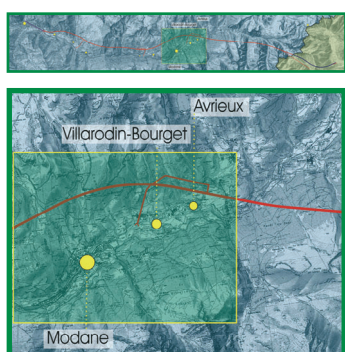
Caractéristiques du ruisseau :

- Superficie du bassin versant (km²) 53,8
- Longueur du plus long thalweg (m) 10985
- Point haut du bassin (m) 3639
- Point haut du plus long thalweg (m) 2750
- Exutoire (m) 1 100
- Pente pondérée du plus long thalweg 0,15
- Débit moyen annuel calculé (l/s) 1 827
- Débit minimal selon la loi française (l/s) 183

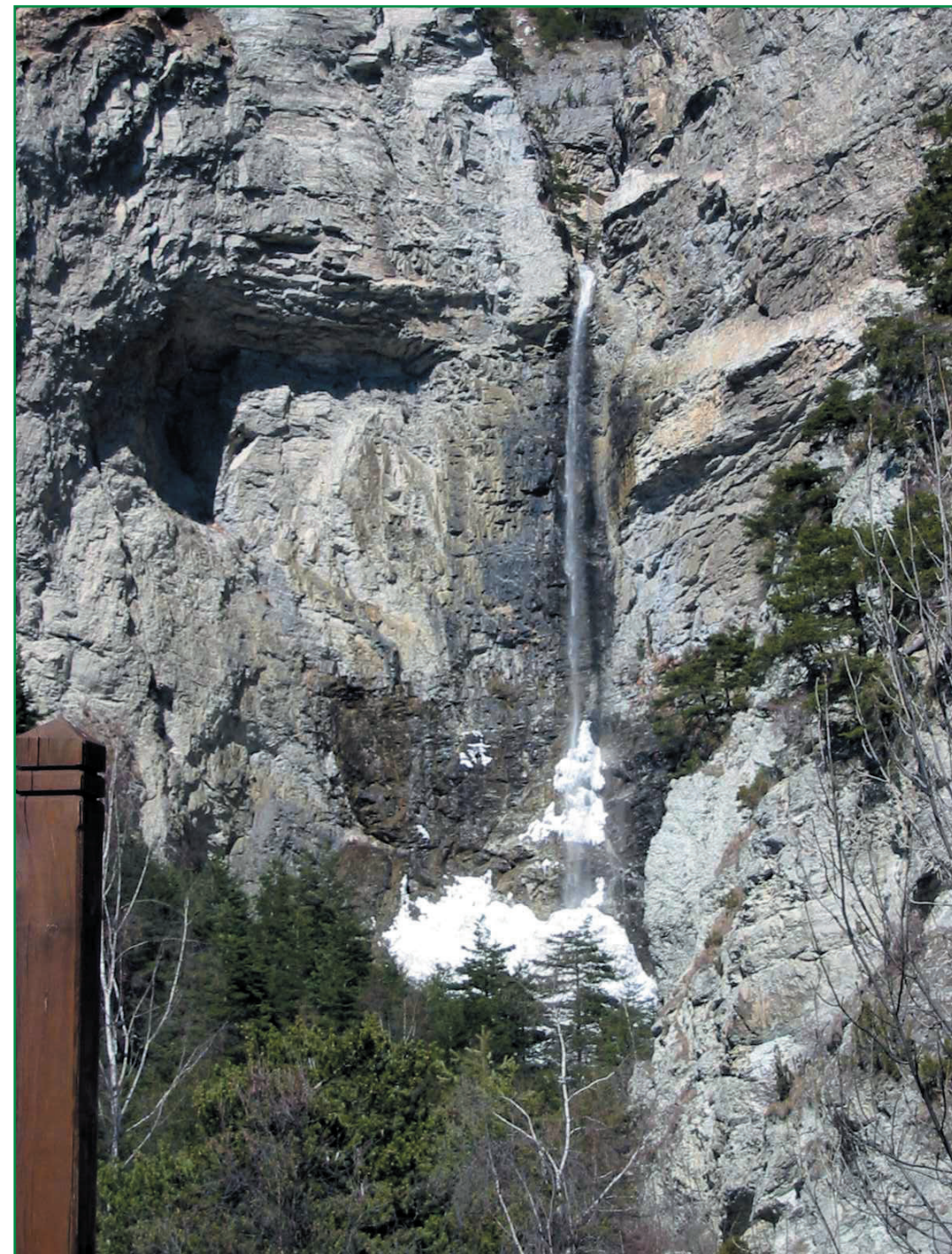
Le bassin versant de ce torrent a une superficie de 53,8 km². Les débits de pointe décennal et centennal à l'exutoire du bassin versant (confluence avec l'Arc) sont respectivement de 66 et 131 m³/s. Son module est de 1 827 l/s.

Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 4 :
Modane – Villarodin – Bourget



La cascade Saint-Benoît.

L'hydrologie est de régime nivo-glaciaire avec des hautes eaux au printemps et des étiages en hiver. Le débit est géré par le barrage de Plan d'Amont et le barrage de Plan d'Aval.

Caractéristiques du Saint-Benoît

TORRENT	SURFACE BASSIN (KM ²)	MODE TRANSPORT SOLIDE	APPORTS SOLIDES M ³	
			T = 5/10 ans	T = 20/50 ans
Saint-Benoît	53,8	Charriage	Faible	Faible

Caractéristiques du Saint-Benoît à Plan d'Amont (Bassin Versant 20,6 km²)

- $Q_{10} = 14 \text{ m}^3/\text{s}$;
- $Q_{100} = 28 \text{ m}^3/\text{s}$;
- $Q_{1000} = 40 \text{ m}^3/\text{s}$.

L'étude hydrogéologique a mis en évidence une zone d'infiltration du débit entre les cotes 1 405 et 1 205 m entre un point situé au droit d'Aussois et l'aval de la cascade.

Son débit est artificiel et dépend de la gestion appliquée aux plans d'eau qu'il traverse. L'étude hydrogéologique de septembre 2002 a mis en évidence une zone d'infiltration du débit entre les cotes 1 405 et 1 205 m entre un point situé au droit d'Aussois et l'aval de la cascade. Des résultats de 1995, cités dans cette étude, avaient au contraire mis en évidence une zone d'infiltration en amont d'Aussois. Des mesures complémentaires en 2003 étaient donc préconisées pour éclaircir cette situation.

Qualité hydrobiologique et piscicole: les invertébrés benthiques

Des Indices Biologiques Globaux Normalisés (IBGN) ont été réalisés en 2003 (les 17/03 et 30/06) par le cabinet Vallet à la hauteur d'Avrieux, 350 m en amont de la confluence avec l'Arc.

Ils ont fourni tous deux une note de 15/20. L'analyse de la liste faunistique montre une bonne qualité hydrobiologique avec comme hypothèse de facteur limitant le caractère peu nutritif du milieu.

Les poissons

Une pêche électrique sur deux secteurs de la partie terminale du ruisseau a été réalisée en 2003 par le cabinet Vallet dans le cadre de ce projet. Elle a mis en évidence la présence d'une communauté mono-spécifique à truite commune. La reproduction naturelle y est attestée. La comparaison entre les deux secteurs montrait que les caractéristiques de l'habitat (en particulier la disponibilité en abris) limitaient la présence d'adultes sur le secteur le plus amont tandis qu'en aval les jeunes de l'année étaient peu nombreux. La situation des deux secteurs, la méthode utilisée, l'organisme intervenant et la date de réalisation de cette opération ne sont pas précisés.

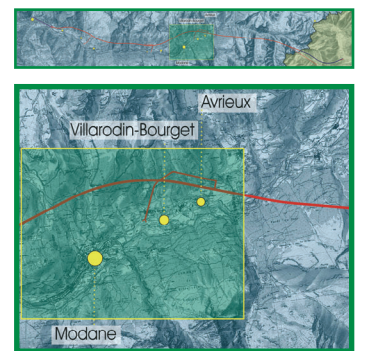
Une estimation de la capacité piscicole à partir de l'analyse morphodynamique du ruisseau sur quatre secteurs entre le barrage du Plan d'Aval et l'Arc, basée sur la classification de Frissel *et al.* 1986, a été effectuée dans l'étude hydrobiologique réalisée par Al Eng et GRAIA en 2003. Elle conclut à une bonne capacité d'accueil du ruisseau pour une population de truites entre le barrage et le pont de la RD 108, à une capacité limitée pour les adultes en terme d'abris entre ce pont et Aussois, et en terme de circulation entre Aussois et Avrieux (cascades infranchissables). La confluence avec l'Arc y est signalée comme infranchissable du fait d'un ouvrage empêchant la remontée du poisson.

Le Saint-Benoît est un ruisseau particulier parmi les affluents de la rive droite: son régime est largement artificiel par la gestion EDF des plans d'eau qui jalonnent son cours, son bas bassin versant est morphologiquement très chahuté et les obstacles infranchissables nombreux. Il est cependant capable d'accueillir une population de truites mais il présente un déficit en habitat pour l'adulte. Il affiche de grosses variations de débits le long de son linéaire mais son bilan hydrogéologique reste pour l'heure à approfondir. Ce bilan hydraulique laisse présager d'une forte sensibilité aux infiltrations.



Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 4:
Modane – Villarodin – Bourget

7 – Étude d'impact



► Le Saint-Pierre

La qualité de ce cours d'eau est hors classe, du fait de rejets d'origine anthropique à Aussois. L'analyse des résultats des mesures de débits effectuées sur le ruisseau 02/02/98 et le 21/08/98 a montré :

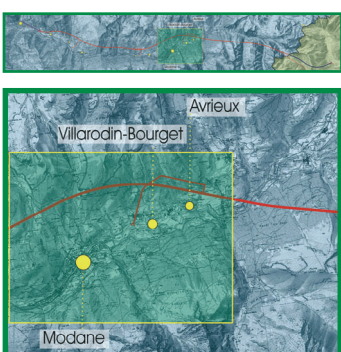
- une zone d'apport (33 l/s) dans la partie haute du ruisseau due aux restitutions du substratum fait de cargneules ou à des phénomènes anthropiques (trop plein du réservoir),

- une zone de faibles pertes (4,8 l/s) dans la partie médiane au droit des dolomies et des calcaires triasiques karstifiés,
- et une zone d'apport (environ 50 l/s) dans la partie aval, probablement due à un confortement du débit du ruisseau par des apports latéraux, issus des placages morainiques des plateaux enserrant la vallée.

En période sèche, les pertes sont observées entre 1 460 et 1 415 m. Les apports anthropiques sont également importants.

Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 4 :
Modane – Villarodin – Bourget

► Le Saint-Antoine

Son bassin versant est de 6,8 km².

Le débit de ce torrent n'a pas été mesuré, il est toutefois très actif avec de forts apports de laves torrentielles et d'importants charriages solides.

Caractéristiques du Saint-Antoine

TORRENT	SURFACE BASSIN (KM ²)	MODE TRANSPORT SOLIDE	APPORTS SOLIDES M ³		REMARQUES
			T = 5/10 ans	T = 20/50 ans	
Saint-Antoine	6,8	Charriage laves	15 000	60 000	Seuils de correction et plage de dépôts aval

F – Analyse de l'état initial du site

► Le Saint-Joseph

Il s'agit d'un petit torrent de montagne qui prend sa source juste au-dessus de la pointe de la Norma est s'écoule du sud/sud-est vers le nord/nord-ouest. Il se jette dans l'Arc à l'aval immédiat du pont de la Glaire. Le cours d'eau permanent présente une longueur de 3800 m, et une pente moyenne de 40 %. Son lit est bien marqué dans la topographie par un net sillon.

Le bassin versant culmine à 2918 m, et son point bas est à 1080 m. La superficie drainée est de 2,5 km². Celle-ci n'inclut pas la station de la Norma dont les eaux pluviales se jettent dans une doline située à l'ouest de la station.

La valeur calculée du débit décennal (Q_{10}) du ruisseau Saint-Joseph varie de 1,2 à 1,8 m³/s.

En réalité, les débits de crue du ruisseau Saint-Joseph semblent plus limités: le passage du ruisseau sous la RN6 est assuré par un busage de 800 mm de diamètre, présentant une pente longitudinale de 5 %. Le débit maximal de ce genre d'ouvrage est de 1 m³/s.

Cette différence entre le calcul et les observations de terrain peut s'expliquer par une infiltration importante à travers les terrains gypseux comme l'atteste la perte de plusieurs petits cours d'eau temporaires des environs.

Les risques de débordement du Saint-Joseph apparaissent nuls.

Qualité hydrobiologique et piscicole

Il n'existe pas, à l'heure actuelle, de donnée sur ce cours d'eau.

► Les Tannettes

Les débits mesurés lors des campagnes menées par SAGE ENVIRONNEMENT en août 2004 font état des résultats suivants:

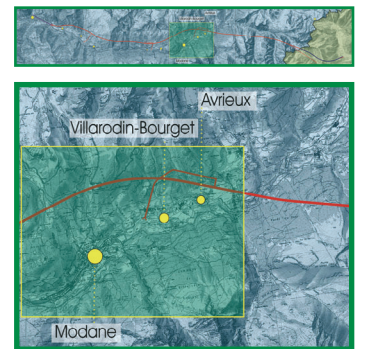
- station amont à la route forestière : 0,4 l/s;
- station aval à la RN 6 : 7 l/s.

C'est un écoulement qui ne présente pas d'intérêt biologique.



Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 4:
Modane – Villarodin – Bourget

7 – Étude d'impact



► La Croix-Rousse

C'est un écoulement temporaire qui était à sec en août 2004. Les débits mesurés lors des campagnes menées par SAGE ENVIRONNEMENT en août 2004 font état des résultats suivants :

- station amont à la route forestière: 0 l/s;
- station aval à la RN 6: 16 l/s

C'est un écoulement qui ne présente pas d'intérêt biologique.

► Le ruisseau d'Ambin

C'est un affluent rive gauche de l'Arc en amont de Bramans. Il prend naissance au lac d'Ambin à 2683 m d'altitude et parcourt environ 16 km avant de se jeter dans l'Arc. Ce torrent reçoit les eaux de 3 affluents principaux :

- La Savine;
- L'Etache;
- Le St Bernard de Bramans.

La prise d'eau EDF peut prélever près de 4 200 l/s.

Les données bibliographiques les plus récentes remontent à 1998. Elles correspondent au suivi de qualité de 1998 pour le Conseil Général de la Savoie et font état des données suivantes pour ce cours d'eau :

- Bonne qualité hydrobiologique (donnée datant de 1993);
- Peuplement piscicole de truite fario avec un potentiel moyen et avec une reproduction naturelle possible.

En ce qui concerne son hydrologie, les mesures réalisées en août 1990 par l'Université de Savoie et citées dans l'étude hydrogéologique 2002-2004 de LTF font état de pertes entre 1 600 et 1 100 m d'altitude.

L'étude hydrogéologique a mis en évidence les points suivants:

- une augmentation régulière du débit provenant des affluents comme La Savine, l'Etache ou le St Bernard de Bramans. Sur la partie aval, on note une augmentation rapide 150 l/s en moins de 3 km;
- des circulations importantes entre les formations de base et les écoulements superficiels, surtout pour ce qui concerne les formations évaporitiques qui probablement sont des aquifères karstiques, avec des zones de dissolution près de la surface.

► Saint-Bernard de Bramans

Ce torrent est un affluent rive gauche du torrent de l'Ambin. Son bassin versant débouche dans l'Ambin au droit de formations évaporitiques.

Le torrent est alimenté par des venues diffuses provenant du secteur du refuge de Bramanette. Ce secteur amont constitue un vaste réservoir des eaux circulant à l'amont, dans l'ombilic glaciaire.

Le cours du torrent n'est effectivement constitué qu'en aval de la cote altimétrique de 2000 m.

Le débit du torrent croît régulièrement vers l'aval.

Les circulations d'eau dans le bassin versant du St Bernard de Bramans semblent superficielles.

► L'Etache

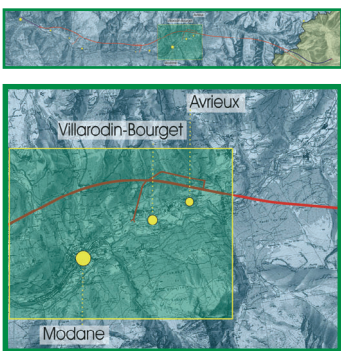
Ce torrent est un affluent rive gauche du torrent de l'Ambin. La prise d'eau EDF peut prélever près de 2 800 l/s.

► La Savine

Ce torrent est un affluent rive droite du torrent de l'Ambin. La prise d'eau EDF peut prélever près de 2 200 l/s.

Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 4:
Modane – Villarodin – Bourget

► Hydrologie du site de dépôt des Tierces

Le site des dépôts des Tierces est soumis à l'influence de l'Arc et du ruisseau Saint-Joseph.

• L'Arc

Au droit du site des Tierces, à l'aval du pont de la glaire, l'Arc présente un cours relativement rectiligne sur environ 300 m, puis vient buter sur l'éperon rocheux qui l'oblige à tourner vers la droite.

Au pied de cet éperon, l'activité érosive de l'Arc est importante, et provoque des éboulements d'autant plus fréquents que le caractère gypseux de la roche la rend très sensible à cette attaque.

En revanche, le long de la partie rectiligne, et plus particulièrement en rive gauche, on ne note pas d'indice particulier d'érosion des berges. Ces dernières présentent d'ailleurs une végétation arbustive bien installée.

• Le Saint-Joseph

La pente du ruisseau s'atténue jusqu'à une valeur de 20 à 25 %. Le profil en travers présente un fond plat d'environ 1 m de largeur et des talus latéraux inclinés à environ 35 % sur une hauteur minimale de 2,50 m. Compte tenu de ce profil et des débits de crue attendus, les risques de débordement sont inexistantes.

En revanche, les vitesses d'écoulement sont probablement élevées, de l'ordre de plusieurs m/s. Le risque d'érosion qui en découle est limité par la végétation boisée des berges dont les racines fixent le lit. Dans l'état actuel, en dehors de la chute locale d'arbres, les risques d'embâcles sont faibles au droit du site. En dehors du site, les franchissements de la RN6 et de la route de La Norma constituent des points de retenue qui pourraient être plus critiques si le ruisseau n'était pas entretenu.

Le 29/07/99, le débit était de quelques dizaines de litres par seconde. En dépit d'une minéralisation limitée (conductivité 390 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25 °C, température 13,3 °C), on note sur le fond la présence d'un concrétionnement jaunâtre et tendre de nature probablement sulfatée.

• Les écoulements sur le site

En théorie, le bassin versant du site devrait s'étendre jusqu'au petit sommet situé à l'ouest de la station de La Norma (cote 1424). En réalité, on ne note au niveau de la RN6 que trois passages sous la chaussée. La géométrie des lieux et les indices d'écoulement relevés indiquent qu'ils évacuent uniquement les eaux en provenance de la chaussée. Il n'y a donc pas d'arrivée d'eau superficielle en provenance du versant amont.

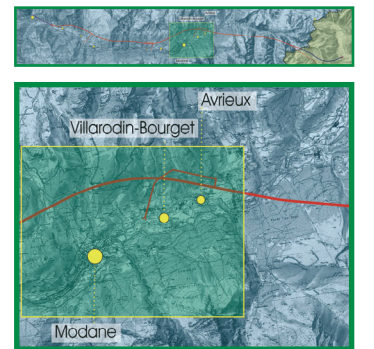
En partie ouest du site, le terrain est sec. L'absence de trace de ruissellement en surface indique un bon drainage de la couverture quaternaire. Il est probable que les eaux météoriques s'infiltrent dans la masse gypseuse en cheminant selon les lignes de plus grande pente, et réapparaissent au niveau de l'Arc sous forme d'émergences plus ou moins diffuses. Sur les secteurs d'affleurement, le gypse présente de nombreuses figures de dissolution avec des vides de tailles décimétriques qui expliquent la perméabilité en grand du massif.

En partie est du site, notamment au niveau de la coulée du ruisseau Saint-Joseph et au niveau du pied de pente près de l'Arc, les pâturages comportent des rigoles humides correspondant à un réseau d'irrigation alimenté par le ruisseau. La protection actuelle des berges du ruisseau vis-à-vis de l'érosion est assurée en grande partie par la végétation, et en particulier par un tapis de racines qui stabilise le lit.



Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 4 :
Modane – Villarodin – Bourget

7 – Étude d'impact



► Hydrologie des zones de chantier

Le site d'attaque intermédiaire de Modane-Villarodin-Bourget

Le site est traversé par le ruisseau le Rival (les Pariotes), particulièrement redoutable en raison de la soudaineté et de la violence de ses crues.

La partie du site située au sud-est de la zone du site d'attaque intermédiaire et comprise entre la piste et l'Arc, est sujette aux inondations exceptionnelles de l'Arc.

• L'Arc

Le site est une terrasse alluviale en bordure immédiate de l'Arc, qui subit le régime de crues pluvio-nivales durant la période de juin à avril, ainsi que des crues d'automne en septembre et octobre. Le site possède des digues le protégeant partiellement des crues décennales (parties inondables au sud de la piste ONERA).

Le débit moyen mensuel de l'Arc longeant la zone du site d'attaque intermédiaire, pour la période 1982-1990 est de 23,1 m³/s. Le QMNA₅ (débit moyen mensuel sec ou débit de référence d'étiage, pour une période de retour de 5 ans) est de 4,3 m³/s à Bramans (à l'amont du secteur) et de 5 m³/s à Modane.

L'Arc est, comme la plupart des cours d'eau de montagne, un cours d'eau torrentiel aux crues pouvant être dévastatrices.

Toute la partie sud-est du site, comprise entre la piste et l'Arc (exception faite de la piste ONERA) est définie comme zone inondable et est complètement submergée pour une crue de retour centennale (680 m³/s). Lors de ces crues, le débit sur est de 30 m³/s.

La crue décennale (300 m³/s) est légèrement débordante et affecte la zone du site d'attaque intermédiaire à la marge alors que les terrasses situées en amont du Pont de la Glaire sont submergées.

En aval de la zone, un endiguement a été réalisé en rive droite de façon à rejoindre l'endiguement de la zone industrielle plus en aval.

• Autres cours d'eau

Les écoulements de la partie supérieure du bassin versant sont repris par le torrent du Rival (Les Pariotes) à l'ouest et le couloir d'avalanche de Sainte-Apolonie à l'est. Ce dernier est apparemment un écoulement temporaire.

Un bief traverse tout le site et sert pour irriguer les jardins.

Le site du puits de ventilation d'Avrieux

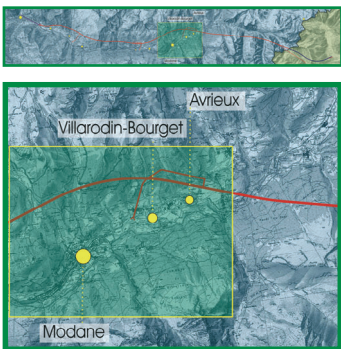
Le site du chantier n'est pas directement concerné par la présence proche d'eaux superficielles. Il appartient cependant au bassin versant de l'Arc.

Le torrent Saint-Benoît traverse la commune d'Avrieux et passe à l'ouest du futur chantier.

Il n'y a pas de risque d'inondation identifié.

Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 4:
Modane – Villarodin – Bourget

Secteur 5: les eaux superficielles à Mont-Cenis

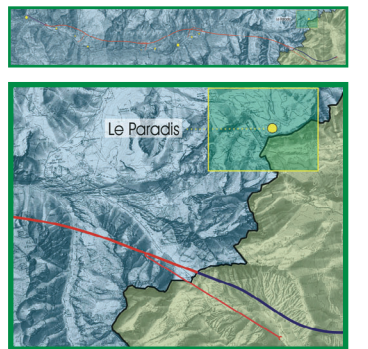
Ce secteur n'est concerné qu'au droit du site de dépôt du Paradis. Aucun écoulement temporaire ou permanent n'a été recensé sur le site ou à sa proximité.

Les feuillets cartographiques ne représentent donc pas ce secteur.



Milieu physique

Eaux superficielles



Secteur 5:
Mont-Cenis

7 – Étude d'impact



Milieu physique

Eaux superficielles

Données complémentaires

► Les pertes

Les mesures effectuées sur les variations de débits le long des cours d'eau les plus sensibles, lors des diverses campagnes, ont abouti aux conclusions suivantes :

Les pertes mesurées

DATES DE MESURES	RUISSEAUX	RÉSULTATS
7 et 22/09/95	Saint-Julien	Pas de pertes en partie aval
21/06/00 11/12/00	Le Claret	Pertes sur 1,5 km entre 771 m et 676 m
11 et 23/09/95 22/06/00	Saint-Bernard (Saint-Martin-la-Porte)	Débits multipliés par 10 entre amont et aval Apports occultes
5 et 15/09/95 26 et 27/01/00 29/06/00	La Grollaz	Apports sur la partie aval du cours
22/06/00	La Pérousaz	Pertes sur 500 m vers Villard Zembrun
22/06/00	Le Vigny	Pertes entre 1650 et 1330 m
21/06/00	Le Pré Bérard	Apports tout au long du cours
13 et 14/08/98	Le Poucet	Succession de gains et pertes se compensant
16/08/98		
27/01/00 29/06/00	Le Bonrieu	Pertes sur 0,5 km entre 1 700 m et 1 600 m
10/01/00	Le Rieu Bénit	Pertes entre 1100 et 1000 m
05/09/95	Le Saint-Benoît	Bilan équilibré
05/07/00	Saint-Bernard (Modane)	Pertes amont entre 1900 et 1800 m et 1400 à 1 100 m
6 et 7/08/98		Débits multipliés par 20 entre amont et aval
06/07/00	Le Povaret	Pertes entre 2000 m et 1900 m et entre 1745 m et 1 160 m
08 et 09/08/00		
05/01/00	Le Rival (Les Pariotes)	Pertes sur les 100 m aval
20 et 22/08/98	Le Nant	Pertes entre 1245 m et 1270 m
02/02/98	Le Saint-Pierre	Pertes entre 1460 et 1415 en périodes sèches
21/08/98		Apports anthropiques importants
01/08/00	Ambin	Apports et prise d'eau Pertes entre 1600 m et 1100 m
01/08/00	L'Etache	Apports

Les écoulements des eaux superficielles sont étroitement liés :

- aux fonctionnements de l'EDF dans les prélèvements (100% du débit prélevé à l'Etache) et la restitution d'un débit (le Saint-Benoît) ;
- aux nombreuses dérivations sur presque tous les torrents,
- aux interconnexions des bassins versants entre eux comme le Saint-Bernard à Saint-Martin-la-Porte et La Grollaz ou encore le Saint-Benoît et le Saint-Pierre ;
- au contexte géologique local avec des pertes et des apports importants, la relation du torrent avec les écoulements souterrains se traduit localement par des variations hautement significatives de la minéralisation ;
- aux apports dominants de la couverture quaternaire qui restitue les eaux de surface comme pour La Pérousaz, La Grollaz et Vigny sur leur partie amont.

Les variations de débit sont parfois très importantes (ex : les 2 torrents Saint-Bernard).

► La qualité hydrobiologique et piscicole des cours d'eau

Le tableau ci-après extrait du dossier de police de l'eau (SAGE Environnement/ SOGREAH octobre 2004) présente une synthèse de la qualité hydrobiologique et piscicole des cours d'eau de la zone d'étude :

Les deux dernières colonnes du tableau suivant tiennent uniquement compte d'investigations de terrain de différents bureaux d'études et excluent les estimations théoriques.

F – Analyse de l'état initial du site

Qualité hydrologique et piscicole des cours d'eau

NOM DU COURS D'EAU	SITUATION	AMÉNAGEMENTS PRÉVUS PAR LTF	INVESTIGATIONS SAGE ENVIRONNEMENT	STATIONS SUIVIES PAR SAGE ENVIRONNEMENT EN AOÛT 2004	QUALITÉ HYDROBIOLOGIQUE	QUALITÉ PISCICOLE
Ambin					bonne	moyenne
Tannettes	en face d'Aussois RG de l'Arc	tunnel de base	2 Q*	1 : route forestière 2 : à la RN6	pas de données	pas de données
Croix Rousse	en face d'Aussois RG de l'Arc	tunnel de base	2 Q	1 : au sentier cote 1 700 2 : à la RN 6	pas de données	pas de données
St Benoît					bonne	assez bonne
Povaret	Modane Est RD de l'Arc	tunnel de base	-2 IBGN** -2 pêches -2 Q	1 : refuge de l'Orgère (APPMA d'Avrieux) 2 : Loutraz	bonne à passable	très bonne
St Bernard	Modane Ouest RD de l'Arc	tunnel de base	-2 pêches -2 Q	1 : Plan du Say 2 : amont ou pont de Loutraz	bonne	bonne
Rieu Bénit	La Praz RD de l'Arc	tunnel de base	-2 IBGN -2 pêches -3 Q	1 : cote 1362 entre Pralognan et Le Villard 2 : entre Les Champs et Villard 3 : dans le hameau de La Praz	bonne à excellente	bonne
Les Moulins	Pralognan et aval La Praz RD de l'Arc	tunnel de base	-2 IBGN -2 pêches -2 Q	1 : entre Pralognan et Le Récotet 2 : entre Les Champs et Le Villeret	bonne à excellente	médiocre à nulle
Bon Rieu	Francoz RD de l'Arc	tunnel de base	-2 pêches -3 Q	1 : cote 1599 La Raverotte 2 : cote 1054 La Fusine 3 : Francoz	pas de données	moyenne
Poucet					pas de données	pas de données
Pré Bérard	à l'Est du Thyl RD de l'Arc	tunnel de base	-2 IBGN -2 pêches -3 Q	1 : rte de la Fromentière pour le Q 2 : à Le Thyl 3 : à La Buffaz	bonne	nulle
Vigny	entre Villard Bernon et La Traversaz RD de l'Arc	tunnel de base	-2 pêches -3 Q	1 : cote 1318 entre La Traversaz et Beaune 2 : au hameau des Teppes 3 : Q à la confluence	bonne	bonne (ruisseau non aleviné depuis 3 ans)
Grollaz	entre Vilette et Villard Bernon RD de l'Arc	tunnel de base	-2 pêches -3 Q	1 : amont de Beaune 2 : au niveau du hameau de La Porte 3 : Q à la confluence	bonne	bonne
Saint-Bernard	Saint-Martin la Porte				nulle	médiocre
Rieu Très Sec					pas de données	pas de données
Rieu Sec					pas de données	pas de données
St Julien	St Julien Montdenis RD de l'Arc	- tunnel de base - zones de dépôts et de stockages vers sa confluence avec Arc	-2 IBGN -2 pêches -2 Q	1 : limite amont de St Julien 2 : amont immédiat de la confluence avec l'Arc	nulle	nulle
Allfluents rive gauche	à St Julien Montdenis				pas de données	pas de données
Arvan					nulle	nulle
Arc					médiocre	médiocre a priori (données anciennes)



Milieu physique

Eaux superficielles

*Q : correspond aux mesures de débit effectuées.

**IBGN : Indices Biologiques Globaux Normalisés.

7 – Étude d'impact



Milieu physique

Eaux superficielles

Méthodologie

Les investigations de terrain menées par Sage Environnement se sont déroulées du 19 août au 17 septembre 2004. Elles ont permis de disposer de :

- 10 stations d'IBGN ;
- 18 stations de pêches ;
- 26 stations de mesures de débits.

• Indice Biologique Global Normalisé (I.B.G.N.)

C'est une méthode normalisée (AFNOR NF T 90-350, 1992), d'échantillonnage de la faune des invertébrés aquatiques benthiques (larves vivant sur le fond de l'eau) permettant de donner une note de qualité aux cours d'eau sur 20. Elle est considérée comme une expression synthétique de la qualité d'un cours d'eau dans la mesure où les organismes en question intègrent la qualité morphologique et physico-chimique du milieu où ils vivent : ils sont donc des bons témoins du vécu du cours d'eau et reflètent sa qualité hydrobiologique. Appliquée comparativement, la méthode permet d'évaluer l'effet d'une perturbation sur le milieu récepteur.

• Les inventaires piscicoles

La faune des poissons est appréhendée par pêche électrique en appliquant la méthode des captures successives (plusieurs pêches successives sur un même linéaire) permettant une estimation de la biomasse piscicole en place. Les poissons capturés sont déterminés, pesés et mesurés et leur état sanitaire observé.

L'analyse de l'habitat est faite au regard de la classification de Frissel *et al.* (1986) proposant une classification des typologies d'habitats et en se positionnant au niveau de l'unité morphologique.

• Les mesures de débits (Q)

Elles sont effectuées par micromoulinet. Elles permettent une estimation du débit instantané du ruisseau.

Les risques naturels*

Les risques naturels développés dans ce chapitre correspondent :

- à la sismicité,
- aux risques hydrauliques liés aux crues et aux laves torrentielles,
- aux chutes de pierres et de blocs, aux glissements de terrain et aux écroulements,
- aux affaissements de terrain,
- aux avalanches.

► Sismicité

Le paragraphe relatif à la sismicité ne sera pas repris pour les différents sites, compte tenu de l'étendue géographique du risque, couvrant toute la vallée à l'étude. Les autres risques seront traités par secteur et par site, selon la pertinence des thématiques concernées.

Les dispositions réglementaires relatives aux Plans de Prévention des Risques des communes concernées par le projet (lorsqu'ils existent) figurent au paragraphe consacré aux servitudes communales.

Les tremblements de terre sont un risque très général, concernant l'ensemble de la Savoie et même au-delà, la majeure partie du massif alpin.

La carte officielle établie d'après le Décret n° 91-461 du 14 mai 1991 relatif à la prévention du risque sismique (JO du 17 mai 1991), montre que les cantons suivants concernés par le projet sont classés comme suit (et figure page suivante également) :

Niveaux sismiques		
ZONE	CANTONS	COMMUNES
1b	Bourgneuf, Chamousset	Bourgneuf, Chamousset
	Saint-Jean-de-Maurienne	Saint-Jean-de-Maurienne Saint-Julien-Montdenis Villargondran
1a	Lanslebourg-Montcenis	Bramans Lanslebourg-Montcenis Sollières Sardières
	Modane	Saint-André Le Freney Fourneaux Modane Villarodin/Bourget Aussois Avrieux
	Saint-Michel-de-Maurienne	Saint-Michel-de-Maurienne Saint-Martin-la-Porte

Décret: 27 janvier 1993 (J.O. du 29 janvier 1993).

Le niveau 1a correspond à une sismicité très faible mais non négligeable et le niveau 1b à une sismicité faible. Dans la vallée de l'Arc, le risque sismique est donc considéré comme légèrement plus important en aval de Saint-Martin-la-Porte.

Les ondes émises lors de séismes présentent des dangers pour les fondations et les ouvrages du fait de la propagation d'ondes de cisaillement. Pour les ouvrages enterrés, les risques sont moindres en raison de la contrainte répartie sur toute la section de la voûte. Au titre du décret du 14 mai 1991, les ouvrages du projet sont considérés comme étant à « risque normal » et classés en catégorie C selon les termes de l'article 3, repris ci-après :

« La catégorie dite "à risque normal" comprend les bâtiments, équipements et installations pour lesquels les conséquences d'un séisme demeurent circonscrites à leurs occupants et à leur voisinage immédiat. Les bâtiments, équipements et installations de classe C sont ceux dont la défaillance présente un risque élevé pour les personnes et ceux présentant le même risque en raison de leur importance socio-économique (extraits du décret du 14 mai 1991) ».

Les ouvrages enterrés sont moins impactés par les séismes.



Milieu physique

Risques naturels

* Le présent volet est illustré par le feuillet cartographique « Risques naturels » dans le tome 5 Pièces cartographiques.

7 – Étude d'impact



La vallée de la Maurienne est épisodiquement ébranlée par des séismes de magnitude faible à moyenne ayant leur épicentre en profondeur.

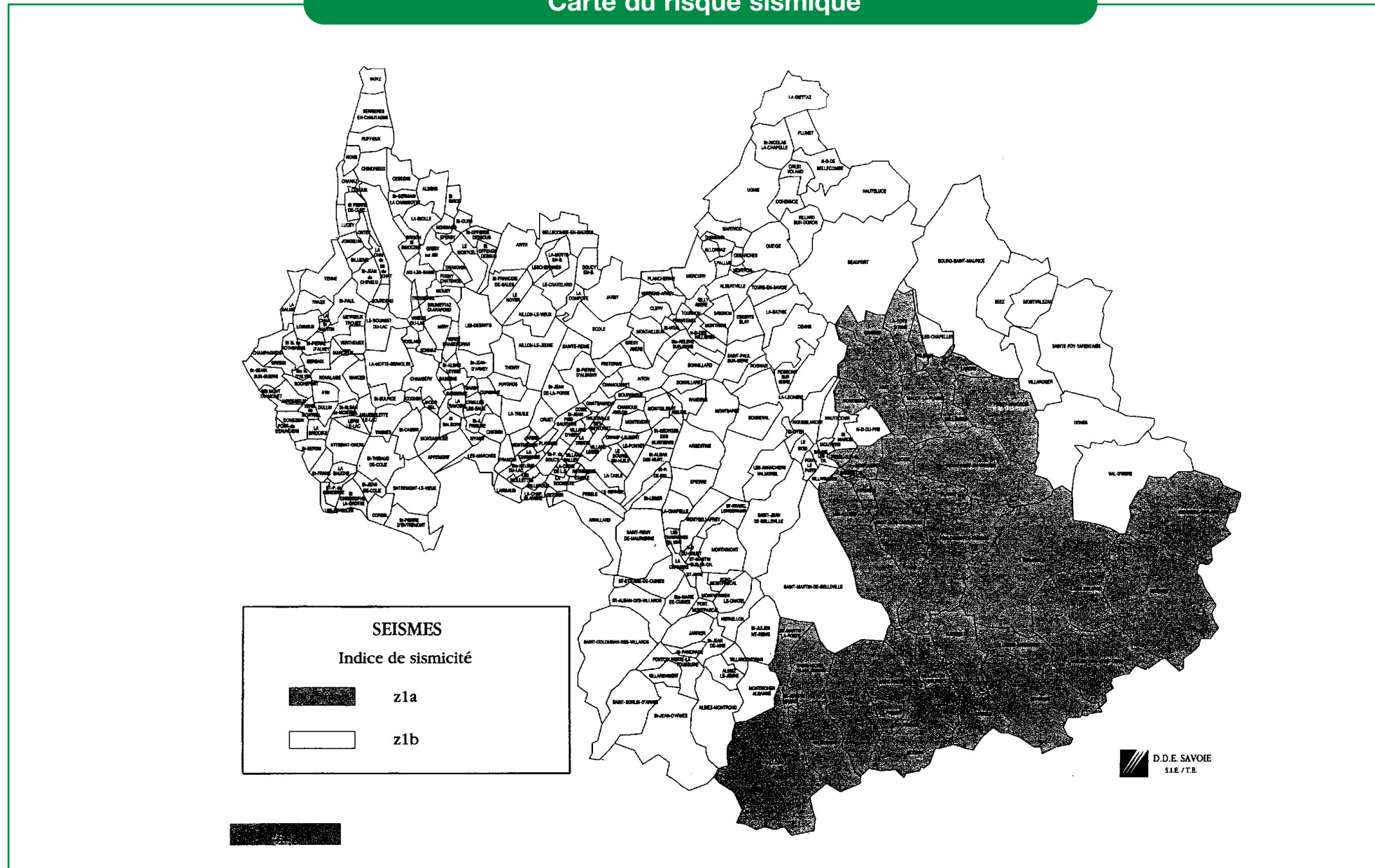
Séismes de la vallée de la Maurienne

DATE DE L'ÉVÈNEMENT	RÉGION	MAGNITUDE
2 février 2002	Epicentre situé à 10 km au sud est de Valloire (74)	3,2
10 août 2000	Région est de Cluses (74)	3,4
14 septembre 1999	Région de Crémieu (38)	3,5
28 août 1999	Epicentre au nord est de Saint-Michel-de-Maurienne	3,1
15 mai 1997	Région de Modane (73) Enquête macrosismique sur les communes des cantons Bozel, Lanslebourg, Modane, Saint-Michel-de-Maurienne	3,1
15 juillet 1996	Région d'Epagny (74)	7
21 novembre 1995	10 km à l'ouest de Turin	3,5
4 septembre 1995	Région Le Châtelard (74)	3,2
28 août 1995	Région d'Albertville (73)	3,3
2 août 1995	Avant pays savoyard	4
14 décembre 1994	Région du plateau des Glières (74)	5
3 février 1994	Région du Belley (01) et Lac d'aiguebellette (74)	2,8 et 5
21 juillet 1993	Région La Plagne (73)	3,1
11 février 1991	Région Briançon (05)	
11 février 1990	Région Turin (Italie) Enquête macrosismique Lanslebourg-Montcenis	4,6
20 janvier 1990	Haute Maurienne (73) Enquête macrosismique des communes de Lanslebourg-Montcenis, Lanslevillard, Termignon, Sollières Sardières, Bessans, Bonneval, Bramans	3,5
29 octobre 1988	Maurienne (Epière) (73)	
5 janvier 1985	Maurienne (Saint-Julien-Montdenis) (73)	
5 novembre 1984	Maurienne (Saint-Jean-de-Maurienne) (73)	4
22 novembre 1982	Maurienne (Saint-Jean-de-Maurienne) (73)	

Milieu physique

Risques naturels

Carte du risque sismique



Source: DDRM de Savoie.



Milieu physique

Risques naturels

7 – Étude d'impact



Secteur 1 : les risques naturels à Saint-Jean-de-Maurienne

► Risques rencontrés

Risques d'avalanche

Les risques d'avalanche enregistrés pour le secteur 1 correspondent aux couloirs de la Combe Menet, de la Combe de l'Avalanche et au couloir du Bochet.

Risques de chutes de pierres et de blocs

Les formations superficielles en présence sur le secteur de Villard-Clément (cônes de déjection ancien et récent, zone d'éboulis) sont actives et génèrent encore actuellement des chutes de pierre. Ces incidents récurrents se situent cependant en amont et relativement loin du secteur des têtes de tunnel.

Le versant sud-est du Rocheray, caractérisé par des couloirs d'éboulis vifs très pentus et par la présence de gros blocs jusque dans la plaine alluviale, constitue une importante zone d'instabilité.

Les événements répertoriés sont les suivants :

- 1984 : éboulement au nord de la Croix de la Chevrotière, vers le stade Pierre Rey ;
- 1987 : éboulement en masse en avril à partir des Crevasses vers le stade Pierre Rey ;
- 1990 : chute de blocs au Pas de l'Ours ;
- 1994 : chute de rochers en mars en amont de la Grotte de Saint-Thècle, vers la piscine municipale ;
- 1995 : glissement de terrain à la chapelle Bonne Nouvelle ;
- 2002 : chute de rochers en mars dont un bloc de 8,5 m³, près du stade Pierre Rey.

Risques de mouvements de terrain

Les formations superficielles en présence sur le secteur de Villard-Clément (cônes de déjection ancien et récent, zone d'éboulis), encore actives, présentent des risques de glissements de terrain, également en amont et relativement loin du secteur des têtes de tunnel.

Risques d'affaissements et d'effondrements

Aucun risque d'affaissement de terrain n'est identifié sur la zone d'étude

Risques d'inondations

Le champ d'inondation pour les crues ordinaires (de fréquence inférieure à 10 ans) se limite aux bancs de graviers situés en bordure ou au milieu du lit, à la mince frange de terrains situés entre ces derniers et les ouvrages de protection et aux secteurs permettant encore une divagation naturelle :

- zone d'expansion en aval du Pont de Fer, remontant quasiment jusqu'au Stade Pierre Rey ;
- zone d'expansion de l'Echaillon ;
- zone d'expansion des Resses ;
- zone d'expansion du Bochet.

Deux autres secteurs ont également été cartographiés en terme d'aléa d'inondation :

- Longefan, et le quartier « Sous le Bourg » ;
- le quartier de Plan Pinet, la zone industrielle des Plans et l'usine Alcan.

Les débordements étaient autrefois assez importants (Alcan, quartier « Sous le Bourg »), mais ont beaucoup régressé suite aux divers aménagements du fond de vallée et des berges :

- digues et perrés de protection de la RN6 en rive droite, sous Villard-Clément ;
- chenal amont du Pont d'Arc de 40 m de large, réalisé en 1957 ;
- chenal Alcan, réalisé dans le cadre de l'A43, entre le Pont d'Arc et la passerelle routière variant de 35 à 50 m de largeur et stabilisé par une série de seuils ;
- ouvrages de protection des zones urbanisées de Saint-Jean-de-Maurienne en rive gauche et déversoir notamment du quartier « Sous le Bourg » ;
- espace de divagation du lit de l'Arc servant de régulation au transport solide à l'amont du viaduc de l'Echaillon.

Pour les crues centennales, le secteur de l'usine Alcan, inondé en 1957, du Plan Pinet et de la zone industrielle est bien protégé par la digue. La carte d'aléa indique une intensité faible du phénomène (hauteur d'eau inférieure à 0,5 m et vitesse inférieure à 0,5 m/s).

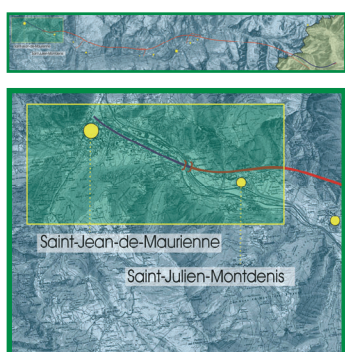
Les pompages par quatre forages entre Le Bochet et le site industriel de l'usine Alcan, permettent de préserver celui-ci des remontées piézométriques de la nappe de l'Arc observées en période de crue.

Devant l'importance de l'alluvionnement en amont de Pont d'Arc, observé lors de la crue de 2000, l'étude hydraulique associée au contrat de rivière (HYDRATEC 2001) a conclu que la surélévation de la digue en rive gauche permettrait de protéger Saint-Jean-de-Maurienne plus efficacement.

Dans la situation actuelle, pour le quartier « Sous le Bourg », le risque d'inondation subsiste jusqu'à la cote 524.50 IGN69, dans l'hypothèse d'un engravement du lit de l'Arc de 1,50 m et d'un événement d'occurrence supérieure à la crue centennale.

Milieu physique

Risques naturels



Secteur 1 :
Saint-Jean-de-Maurienne

Risques de crues torrentielles

• L'Arvan

Malgré les aménagements existants (protection latérale continue sur le cône, drainage et boisement en amont), la traversée de Saint-Jean-de-Maurienne constitue un point faible. Les risques de débordements, du fait de l'obstruction du lit aval, sont importants, en particulier au niveau des ponts à cause des embâcles.

En cas de crue centennale, des débordements se produiront sur l'ensemble du linéaire situé sur la commune en rive droite, et à partir du Pont Cizeron en rive gauche.

Par ailleurs, la destruction de la conduite traversant l'Arvan en aval du pont ferroviaire et de l'épi en rive droite barrant partiellement l'Arvan, a eu un impact positif sur l'écoulement des crues.

• Les ruisseaux issus des Roches Noires

Ces ruisseaux, drainant un secteur de schistes et de calc-schistes très raviné et très dégradé, charrient beaucoup de matériaux argileux et limoneux.

Les faibles pentes à l'amont de la RD 906 conduisent à des débordements fréquents, sur des épaisseurs relativement faibles avec de fortes charges solides. La réalisation de nombreuses protections artificielles sur les trois ruisseaux s'écoulant vers la zone industrielle (4 plages de dépôts, 2 seuils, 5 bassins de sédimentation, et le reprofilage des lits à l'aval des plages de dépôts) permet de maîtriser les débordements et d'évacuer les débits de crues centennales.

• Le Rieubel

Le Rieubel est redoutable par ses crues sous forme de coulées de laves, contribuant aux inondations de l'Arc et à la dégradation de son bassin versant (glissement de terrain). Sa partie aval totalement canalisée (plage de dépôt, canal sur le cône de divagation, aménagement de la confluence avec l'Arc), permet de limiter le champ d'inondation.

• La Torne

Dans une moindre mesure, la Torne est susceptible de déborder, malgré l'ouvrage actuel de canalisation limitant le champ d'inondation. Les crues, provoquées par des fortes précipitations, se manifestent par un engravement dans la partie aval, entraînant le débordement sur les deux rives. Les débordements commencent pour une fréquence

d'ordre décennal (4 à 5 m³/s) et se produisent d'aval vers l'amont.

Il existe également un risque d'obstruction de l'entrée de la buse au niveau de l'hôpital. La Torne emprunte alors la route longeant l'hôpital.

Plan de prévention des risques naturels prévisibles

L'ensemble des risques énumérés ci-avant est répertorié dans le Plan de Prévention des Risques de Saint-Jean-de-Maurienne (PPR), approuvé en 1999, a été modifié en avril 2002, suite aux travaux hydrauliques que la commune a réalisés. Ce plan comprend un zonage des risques assorti de prescriptions constructives (voir le plan de zonage page suivante).

Le projet traverse une zone constructible au titre des risques naturels, à l'exception du passage de la Torne et de l'Arvan. La zone comprise entre les versants du Rocheray et la RD 906 (9.01)¹ est également inconstructible, en raison des menaces de chutes de blocs et d'écroulements très importants. D'autre part, cette zone constitue une aire d'expansion pour les crues de l'Arc.

De nombreuses prescriptions ou recommandations affectent le territoire de la commune. On peut citer notamment, qu'au regard du risque d'inondation par la Torne, l'Arvan et l'Arc, qu'il est recommandé d'éviter toute installation d'équipements sensibles au-dessous :

- de la cote des 0.50 premiers mètres de part et d'autre de la Torne (3.05),
- de la cote du premier mètre (3.08),
- de la cote 524,50 IGN69 pour certains secteurs compris entre la RD 906 et le remblai ferroviaire (8.06),
- de la cote 532 IGN 69, au carrefour de la rue Louis Sibué et de la rue de la Gare (8.11),
- de la cote 537 IGN69 entre la rue Sommelier et la rue de la Gare (8.10),
- de la cote du premier mètre près de la gare et jusque sous Les Chaudannes (8.09).

Enfin, les secteurs longeant l'Arc, entre la gare et l'Amoudon (8.01) font l'objet des recommandations suivantes :

- mesures d'information de la population ;
- surveillance et entretien des ouvrages de protection ;
- suivi de l'engravement de l'Arc ;
- préparation de mesures d'assistance, de secours et d'évacuation en cas de crue.

Pour une partie du secteur compris entre la RD906 et le remblai ferroviaire existant, le PPR :

- préconise la réalisation d'une étude pour définir les protections vis-à-vis des chutes de blocs (5.03) ;
- interdit toute modification de la topographie du terrain (8.06).

Sur Saint-Jean-de-Maurienne, le risque d'inondation, par ruissellement pluvial urbain, est qualifié d'ubiquiste dans le règlement du PPR.

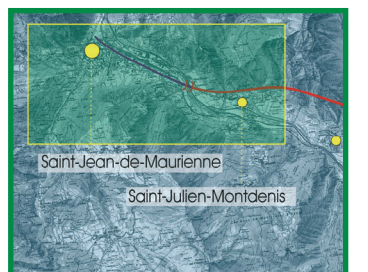
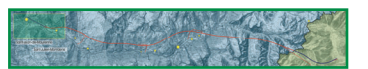
La prescription d'ordre général associée, précise que : « *Quels que soient les aménagements autorisés, les variations de volume et de débits, les écoulements de surface devront être maîtrisés afin de rester supportables, principalement par les urbanisations et les aménagements structurants de la commune, mais aussi des communes voisines, ce pour le long terme et sans qu'il soit nécessaire de renforcer les équipements existants de gestion des eaux pluviales* ».

Enfin, le secteur de l'Arc compris entre le barrage de Saint-Martin-la-Porte et l'usine Alcan est interdit à toute activité ou présence humaine par arrêté préfectoral.



Milieu physique

Risques naturels



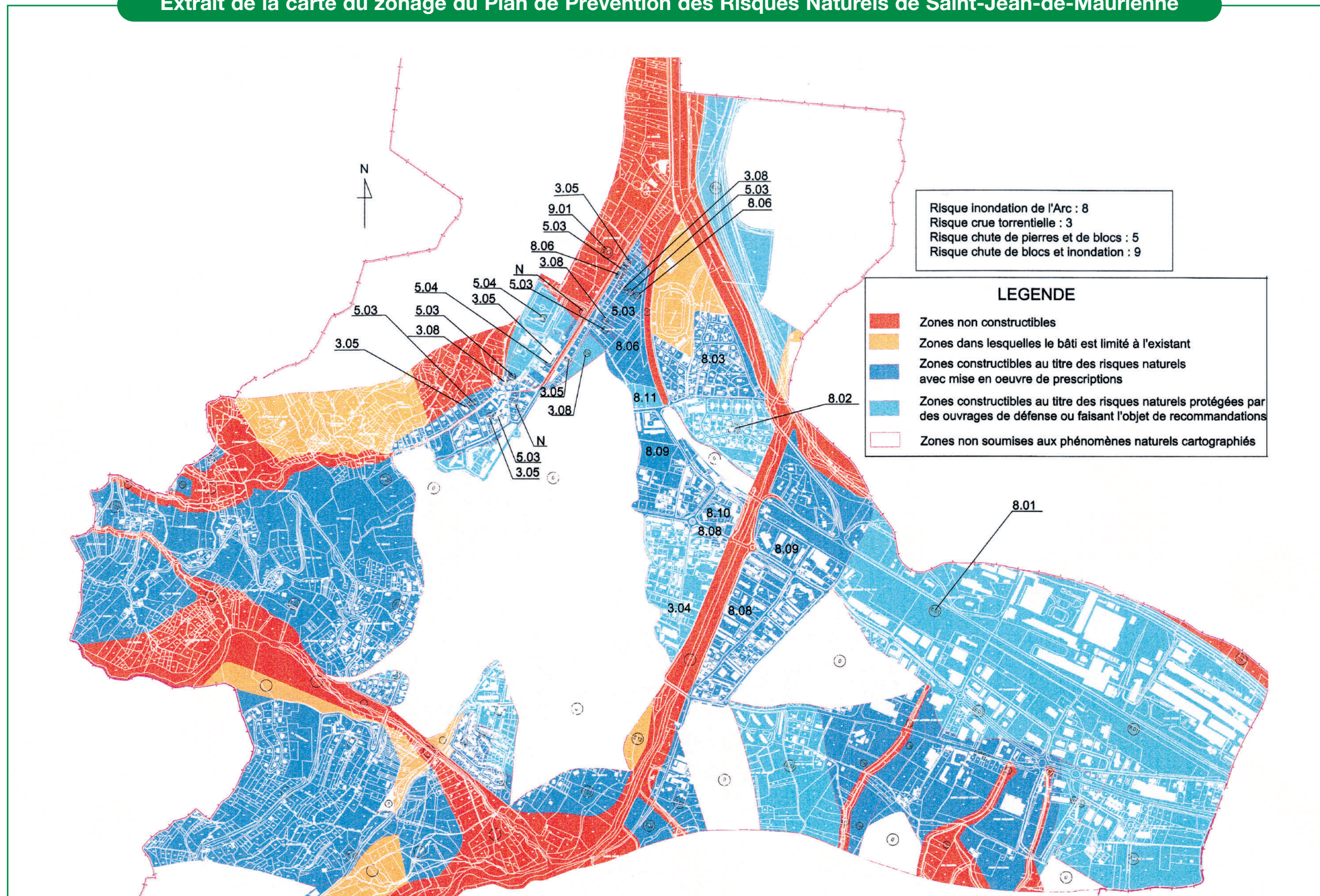
Secteur 1 :
Saint-Jean-de-Maurienne

¹ Ces chiffres entre parenthèses font référence au zonage du PPR de Saint-Jean-de-Maurienne (cf. figure page suivante).

7 – Étude d'impact



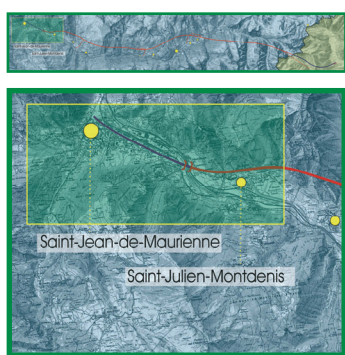
Extrait de la carte du zonage du Plan de Prévention des Risques Naturels de Saint-Jean-de-Maurienne



Source: Service de la protection civile du Conseil Général de Savoie et commune de Saint-Jean-de-Maurienne.

Milieu physique

Risques naturels



Secteur 1 :
Saint-Jean-de-Maurienne

► Risques naturels sur la section l'air libre du bassin Saint-Jeannais

Le remblai ferroviaire actuel est concerné par les écoulements des ruisseaux des Roches Noires; ce remblai est transparent vis-à-vis des écoulements. Les aménagements réalisés au droit de la zone industrielle permettent l'évacuation sans difficultés de la crue centennale.

Le bassin Saint-Jeannais est concerné par les crues torrentielles de la Torne et de l'Arvan ainsi que par les inondations de l'Arc.

En particulier, le site de la terrasse paysagère est soumis aux débordements en rive gauche de l'Arc, principalement entre le nord du site et l'aval de l'entreprise Alcan (Pechiney). La crue centennale est débordante, avec des problèmes liés aux deux ponts existants, qui seraient alors en charge (ferroviaire et RN6).

► Au droit des sites de dépôt

Au droit du site de dépôt de La Combe des Moulins

Le site de La Combe des Moulins est inclus dans le zonage d'aléa et dans les prescriptions et recommandations du PPR de Saint-Jean-de-Maurienne.

- **Sismicité** : Le secteur est situé en zone de sismicité 1b.
- **Chutes de blocs et écroulements** : La configuration actuelle de la carrière est globalement satisfaisante, malgré l'inclinaison des couches suivant la pente topographique. Par ailleurs, un glissement volumineux apparaît peu probable. Seule la partie supérieure, sur 10-15 m d'épaisseur, de l'éperon sud-ouest présente un risque d'instabilité.

Des ruptures isolées peuvent localement se produire et générer épisodiquement des chutes de blocs de faibles volumes.

Les ruissellements potentiels constituent un facteur aggravant du risque d'instabilité.

- **Acheminement des déblais** : Les secteurs à l'aval des Roches Noires et la vallée de l'Arvan sont caractérisés, par des débordements importants des ruisseaux des combes des Roches Noires, de l'Arvan et du Bonrieu et une instabilité des versants.

Au droit du site de dépôt des Resses

Le POS/ PLU de Villargondran précise que le secteur n'est pas constructible pour cause d'exposition à des risques naturels (zone ND).

- **Sismicité** : Le secteur est situé en zone de sismicité 1b.
- **Avalanches** : La Combe de Menet et la Combe de l'avalanche ont déjà été affectées par des avalanches.
- **Chutes de blocs, écroulements et crues torrentielles** : La présence d'anciennes galeries et de murets sont les vestiges d'une exploitation passée du sous-sol (ardoises). Elles constituent le siège privilégié d'instabilité de versant. Les remblais de résidus d'exploitation imposent une contrainte géotechnique non négligeable.

Le site est soumis à des risques liés :

- Au régime torrentiel des trois torrents (Le Ravin ouest, La Ravoire et La Combe Menet). Ils s'écoulent à très fortes pentes, puis divaguent largement dans leur cône de déjection. La très faible pente de la zone urbanisée impose le dépôt des matériaux grossiers au droit de cette zone. Un écoulement de boue rejoint l'Arc après être passé sous la voie ferrée. La Combe Menet, de par son écoulement catastrophique (écoulement absent hormis pour les crues très exceptionnelles), est susceptible d'engendrer un départ en masse et une arrivée brutale et massive de matériaux. Les matériaux parvenant à l'Arc sont donc curés afin d'éviter un engravement du site.
- Aux chutes de blocs provenant de glissement plan suivant la schistosité et /ou d'écroulement des crêtes de flyschs ou d'effondrements d'anciennes galeries d'exploitation.

Au droit du site de dépôt de Plan d'Arc

Le site est implanté au droit d'un vaste replat situé entre la RN6 et l'A43, à 610 m d'altitude.

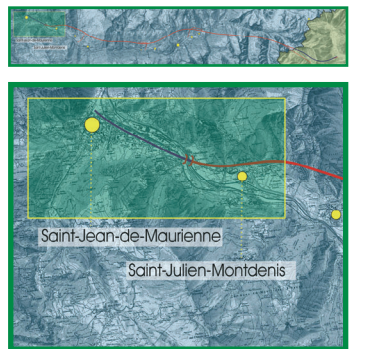
Le secteur est situé en zone de sismicité 1b.

Le site est sujet à des érosions locales au droit des berges du petit ruisseau en contrebas du remblai de la RN6. Il draine d'ailleurs les eaux de ruissellement de cette dernière. Par ailleurs, l'existence d'une zone de stagnation d'eau à proximité du remblai autoroutier indique un mauvais drainage et l'absence d'exutoire. Ce dernier point implique de mauvaises caractéristiques du sol, engendrant des risques de compressibilité, d'instabilité...



Milieu physique

Risques naturels



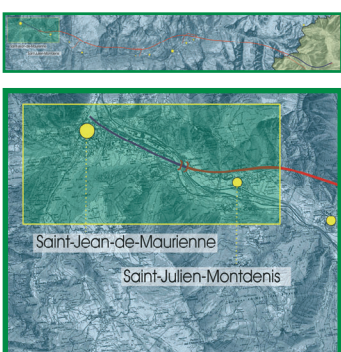
Secteur 1 :
Saint-Jean-de-Maurienne

7 – Étude d'impact



Milieu physique

Risques naturels



Secteur 1 :
Saint-Jean-de-Maurienne

► Au droit des zones de chantier

Au droit de la zone de chantier de Villard-Clément

Le hameau a été évacué il y a quelques années pour cause de risque d'éboulement : un merlon de protection a été mis en place.

Au droit de la zone de chantier de Sous Villard-Clément

La contrainte majeure de cette zone tient à son implantation dans le lit majeur de l'Arc (risque d'inondation). Le classement en zone ND dans le POS/ PLU de Villargondran, autorise les installations techniques liées au domaine ferroviaire. En revanche les exhaussements ou affouillements du sol et dépôts sont interdits. La zone est partiellement submergée à partir de la crue trentennale de l'Arc.

Au droit de la zone de chantier des Resses d'en Bas

Cette zone de chantier est également implantée dans le lit majeur de l'Arc. La zone est sensible et connue pour être sujette aux inondations exceptionnelles de l'Arc au cours de chacune des crues récentes. En outre l'extrémité nord de la zone est touchée par les crues torrentielles du Rieubel, même si l'aménagement de sa confluence avec l'Arc limite son champ d'inondation.

Au droit de la zone de chantier de Saint-Julien

Le site est soumis à un risque d'inondation à partir de la crue trentennale de l'Arc. En outre l'écoulement du Saint-Julien est également sujet à des débordements violents sur son cône de déjection. La totalité de la zone chantier est exposée à des crues torrentielles en cas de débordement ou de divagation du Saint-Julien.



Villard-Clément.



Sous Villard-Clément.

Secteur 2: les risques naturels à Saint-Martin-la-Porte

► Risques rencontrés

Risques d'avalanches

En rive droite de l'Arc, au-dessus du Plan des Saussaz, la RD 219 a fait l'objet d'un aménagement au droit du couloir d'avalanche de la Chapelle de Bon Secours.

En rive gauche de l'Arc, on rencontre un couloir d'avalanche au nord-est de Montricher, rejoignant le site de l'Ilaz, et deux couloirs d'avalanches au-dessus du site de Saint-Félix.

Risques de chutes de pierres et de blocs

Dans le contexte géologique évoqué précédemment, les escarpements calcaires sont particulièrement soumis à des chutes de pierres et de blocs :

- dans le secteur du Pas du Roc, de part et d'autre de l'Arc sur les communes de Saint-Michel-de-Maurienne et Saint-Martin-la-Porte. La RN6 fait d'ailleurs l'objet d'un suivi par le service SRT¹ de la DDE ;
- dans le secteur de la RD 219 sous Mollard Durand ;
- sur les versants du massif de la Croix des Têtes (Les Oeillettes, La Casse).

Risques de mouvements de terrains

L'ensemble des formations superficielles revêt un caractère instable potentiel.

Le glissement des Encombres concerne la partie supérieure de la commune de Saint-Martin-la-Porte au-delà de 1 000 m d'altitude.

D'importants travaux pour limiter ses effets ont été entrepris par la commune entre 1986 et 1989, en partenariat avec les services RTM Savoie.

Risques d'affaissements et d'effondrements

Il n'y a pas de risque de cette nature sur ce secteur.

Risques d'inondation et de crues torrentielles

La largeur minimum du lit de l'Arc est de 35 m. Son régime est fortement tributaire du mode d'exploitation de la retenue EDF, implantée sur la commune de Saint-Martin-la-Porte, au lieu-dit « Saint-Félix ». Cette retenue constitue une zone d'engravement potentielle. En rive droite, il existe une protection en enrochements le long de la RN6, sur une bonne partie du linéaire de l'Arc. Trois secteurs sont soumis à des risques d'inondations, tous en rive gauche :

- sous la Colombette ;
- en aval du site Calypso (carrière et centrale électrique) ;
- au droit de Saint-Félix, en aval du barrage.

Plus en amont, sur Saint-Michel-de-Maurienne, la faible pente favorise les dépôts, rendant cette zone très vulnérable aux inondations.

Outre les risques d'inondations dus à l'Arc, le secteur est soumis également au risque d'inondation liée au torrent du Rieu Sec, du Saint-Bernard (ou Saint-Martin) et de la Valloirette. Ces risques sont maintenant maîtrisés par :

- un réseau de drains, l'entretien des plages de dépôts et des actions sur le lit de 8 ruisseaux réalisés notamment entre 1986 et 1989, sur le Saint-Bernard ;
- la canalisation de la Valloirette.

Plan de prévention des risques naturels prévisibles

Le secteur de Saint-Martin-la-Porte n'est pas inclus dans le périmètre d'un PPR approuvé à ce jour et ne fait donc l'objet d'aucune recommandation particulière.

La note de cadrage sur les enjeux communaux de Saint-Martin-la-Porte du 05/11/2001, liée à la révision de la carte communale, rappelle les prescriptions générales sur la prise en compte des risques naturels :

- les zones exposées à des risques forts doivent être considérées comme inconstructibles ;
- l'ouverture à l'urbanisation d'une zone comportant des terrains ou accès exposés à un risque naturel doit être accompagnée d'une étude permettant de la justifier ;
- des prescriptions spéciales peuvent être imposées aux constructions conformément à l'article R111-2 du code de l'urbanisme.

La carte communale de Saint-Martin-la-Porte apporte des précisions quant au risque d'inondation sur ce secteur. Dans cette carte, un indice « I » a été affecté pour signaler le risque potentiel sur les deux sites suivants :

- en aval du site Calypso (carrière et centrale électrique) ;
- au droit de Saint-Félix, en aval du barrage.

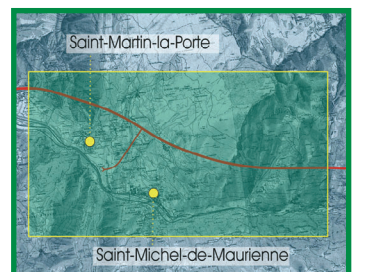
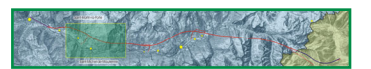
La rive droite s'élevant rapidement au-dessus du lit, aucune prescription particulière n'a été effectuée.

Rappel: le secteur de l'Arc compris entre le barrage de Saint-Martin-la-Porte et l'usine Alcan à Saint-Jean-de-Maurienne est interdit à toute activité ou présence humaine par arrêté préfectoral.



Milieu physique

Risques naturels



Secteur 2:
Saint-Martin-la-Porte

¹ Service des Routes et des Transports

7 – Étude d'impact



► Risques naturels au droit du site de dépôt de La Porte

Le site de dépôt (décharge existante et combe) est exposé à des risques potentiels (peu actifs) de chutes de pierres. La route d'accès côté Saint-Martin-la-Porte est directement concernée par une zone restreinte, mais active à très active de chutes de pierres et blocs. Un ouvrage couvert de protection contre ces aléas existe sur une partie de la zone concernée.

La zone de transports à travers les prairies en friche ne présente pas de risques de chutes de pierres et blocs ou instabilités et glissements du terrain. Le site de dépôt et l'emprise des terrains concernés par le transport des matériaux ne sont pas concernés par les risques d'avalanches.

► Risques naturels au droit des zones de chantier

Au droit du site d'attaque intermédiaire du Plan des Saussaz

Le site est caractérisé par un risque élevé de chutes de blocs et de pierre, surtout dans la partie est du Plan des Saussaz. La formation de versant est susceptible de présenter des risques d'instabilités. Des contraintes d'emprise et géotechniques sont imposées par la proximité et la présence possible de déchets divers sur la zone de chantier, le site d'attaque et au droit de la future installation de ventilation.

Le thalweg du Merderel de Saussaz (torrent non pérenne) se trouve dans l'axe du chantier. Il est soumis à des crues soudaines mais aucune trace de laves torrentielles n'a été observée.

Au droit de la zone de chantier de l'Illaz

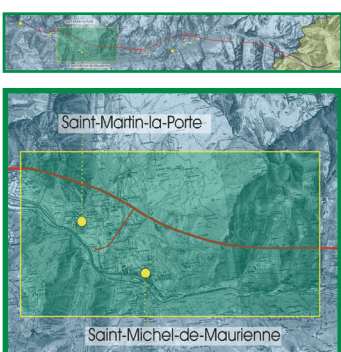
La zone de chantier de l'Illaz est soumise à un risque d'inondation par l'Arc à partir de la crue trentennale.

Au droit de la zone de chantier de Saint-Félix

La zone de chantier de Saint-Félix est soumise à un risque d'inondation par l'Arc à partir de la crue trentennale. Elle outre, elle est soumise à un risque d'avalanche à partir du couloir répertorié au nord-est de Montricher.

Milieu physique

Risques naturels



Secteur 2:
Saint-Martin-la-Porte



L'Arc au droit du site de l'Illaz.

Secteur 3: les risques naturels à La Praz

► Les risques rencontrés

Risques d'avalanche

En rive droite de l'Arc, deux couloirs d'avalanches parallèles en amont du Villeret atteignent la route des Champs. En rive gauche, deux couloirs sont répertoriés. L'un face à La Praz dévale à travers le Bois de Chézel, l'autre à l'ouest de Fourneaux emprunte le vallon du Saint-Benoît.

Risques de chute de pierres et de blocs

La rive gauche de l'Arc est entièrement exposée aux risques de chutes de pierres et de blocs, issus des affleurements houillers.

En rive droite, ce risque est plus localisé :

- vers les versants entre le Villeret et La Praz ;
- vers la RD 215 sous les Rochettes ;
- en amont des Teppes.

Risques de mouvements de terrain

Des glissements potentiels affectent la rive droite de l'Arc, au droit des zones recouvertes par des formations morainiques et des éboulis glissés :

- dans le Bois de Saint-André et sous le Rocher des Dents, très en amont de la vallée ;
- en rive droite du Rieu Bénit, entre Pralognan et les Champs ;
- et sous le Villard, juste en amont des Sarrazins.

L'écroulement ancien dit de « Saint-André » a pour origine un détachement en rive gauche sur la commune du Freney, qui a barré la vallée. La partie active du glissement (« Grandes Murailles ») est suivie dans le cadre de la surveillance de la RN6, par le service SRT de la DDE.

Risques d'affaissements et d'effondrements

Des phénomènes d'affaissement ou d'effondrement sont également possibles. Un événement de ce type a eu lieu sur la route des Champs près du ruisseau des Moulins (entre Les Champs et Villeret) en 1981. Les vestiges des anciennes concessions minières (zones de grattage, dépressions, galeries) pour la majeure partie remblayée peuvent être à l'origine de ces instabilités.

Une dépression fermée est située sous Saint-Etienne.

Risques d'inondation et de crues torrentielles

La présence de plusieurs seuils de stabilisation et la chenalisation semi-continue par les aménagements hydrauliques de la RN6, ont circonscrit la zone inondable de l'Arc. La retenue du Pont des Chèvres est une zone d'engrèvement. Le secteur n'est pas exposé au risque d'inondation et de débordement de l'Arc, mais des crues de type torrentiel issues du Rieu Bénit ou des cours d'eau issus de part et d'autre du Villard sont à redouter en cas de débordement et de divagation.

► Risques naturels au droit des zones de chantier

Au droit du site d'attaque intermédiaire des Sarrazins

Le site d'attaque est particulièrement exposé :

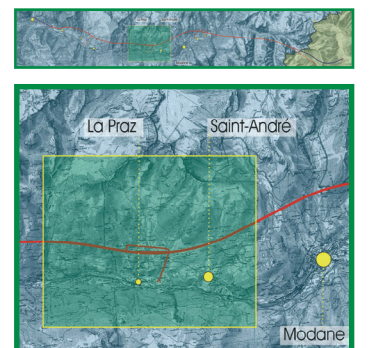
- à des risques élevés ou potentiels de chutes de pierres et de blocs ;
- à des glissements de terrains : la zone au nord du site est considérée comme potentiellement instable et exposée à terme ;
- à des risques hydrauliques, dus aux deux ruisseaux à proximité du site : la zone d'atterrissement s'étend sur la zone de chantier.

Le ruisseau situé à l'est est canalisé au franchissement de la ZI.



Milieu physique

Risques naturels



Secteur 3:
La Praz

7 – Étude d'impact



Secteur 4: les risques naturels à Modane-Villarodin-Bourget

► Les risques rencontrés

Risque d'avalanches

Les couloirs de Saint-Appolonie, des Perdrix et Barbrier ont été étudiés dans le cadre d'une expertise pour la protection paravalanche de la RD 15 entre Modane et Aussois. Cette étude a montré une période de retour des avalanches de l'ordre de 3 ans, à l'amont immédiat de la RD 215, au droit du couloir Saint-Appolonie et des Perdrix.

En rive gauche, le couloir de La Norma, empruntant la vallée du Saint-Joseph est sécurisé.

Le secteur n'est donc pas particulièrement exposé aux risques d'avalanche. De plus, la protection du tronçon routier de la RD 215 permet de réduire efficacement ceux-ci.

Risques de chutes de pierres et de blocs

Les secteurs exposés se localisent sur les versants situés de part et d'autres du ruisseau Saint-Antoine, le versant situé en contrebas de La Norma, le versant surplombant le village du Bourget et les gorges de l'Esseillon. Les volumes d'écroulement les plus importants et les plus massifs sont liés à des ruptures en bas de falaises (présence de gypse). Au droit de l'éperon en rive gauche des Moulins, l'aléa estimé à un apport de 3000 m³ par événement est susceptible de modifier le cours de l'Arc (érosion en rive droite) et d'entraîner une respiration du lit (variabilité du niveau du lit). Les risques de chutes de pierres et de blocs présentent un aléa faible à moyen.



Falaise de gypse au droit du site.

Risques de glissements de terrain

Les secteurs d'affleurement de gypse et/ou recouverts par des moraines sont potentiellement exposés aux risques de glissements de terrain (lacets de la RD 215 entre Amodon et Le Bourget, site au nord de la piste ONERA).

Les éboulis situés au-dessus de Villarodin, en rive droite du Saint-Joseph et le cône d'éboulis à la confluence du Saint-Joseph et de l'Arc, sont également le lieu de glissements.

Les risques de glissement de terrain présentent un aléa faible à moyen sur le secteur de Modane-Villarodin-Bourget.

Risques d'affaissements et d'effondrements

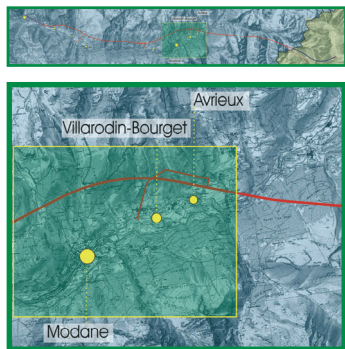
Des effondrements locaux, liés à la dissolution du gypse, représentent également un risque dans ce secteur, essentiellement en rive gauche de l'Arc entre Le Nant et Modane et sur Aussois.

La dissolution des gypses par les eaux souterraines forme des entonnoirs de taille variable visibles dans le paysage. Des affaissements de terrain locaux suivis de tassements plus ou moins importants ont déjà eu lieu dans le vieux Modane).

Tous travaux dans ce secteur devront faire l'objet de recherche de cavités souterraines afin d'assurer la sécurité des ouvrages.

Milieu physique

Risques naturels



Secteur 4:
Modane – Villarodin – Bourget

F – Analyse de l'état initial du site

Risques d'inondation

L'Arc est divisé en quatre parties :

- les gorges rocheuses très encaissées de l'Esseillon ;
- le secteur chenalisé avec des berges artificialisées au droit de l'usine électrique, de la soufflerie et de la ZI (murs, enrochements) sur Avrieux et Villarodin ;
- le secteur chenalisé et rectiligne dans la traversée de Modane (perré bitumineux par endroits) est soumis aux apports torrentiels du Saint-Antoine.

Il s'agit ici, d'un secteur principalement de transit et où il est indispensable de maintenir la capacité hydraulique du chenal compte tenu des enjeux économiques et humains.

L'Atlas des zones inondables indique les principales zones exposées aux risques hydrauliques, d'amont en aval :

- la zone de la passerelle d'Avrieux, avec en rive gauche l'inondation de l'usine EDF et en rive droite la submersion du « Quartier Bas » ;
- les jardins du Bourget (ou les Moulins) qui sont des terrains inondables ;
- à Modane, la zone en amont du pont Loutraz.

La zone inondable de l'Arc se développe également en rive gauche entre le Rocher des Amoureux et le pont du Fort Saint-Gobain (bassin de l'Illaz).

En cas de crue centennale :

- Au niveau du Pont de La Glaire, il existe, un risque d'accrochage du tablier et de contournement de l'appui du pont en rive droite en raison d'un point bas sur la route.
- Sur les Moulins, la zone est inondable jusqu'à la piste insubmersible ONERA (H: 1,5 à 2 m).
- La zone industrielle de Saint-Gobain, inondée en 1957, peut être atteinte.
- L'Illaz est submergé et la digue emportée,
- La rive gauche en amont du Pont de Loutraz est inondée (passage des eaux sous les remblais ferroviaire, inondation de la RN6, du quartier au-delà et de la voie ferrée). L'impact d'une crue centennale est estimé à une hauteur d'eau de 2 m au-dessus du chenal de l'Arc.

Pour une crue débordante, les niveaux sont supérieurs de 0,40 m au débit centennal et la mise en charge du Pont de la Glaire est certaine.

Les aménagements existants de lutte contre les inondations sont :

- les enrochements au droit de l'usine EDF d'Avrieux ;
- l'ancienne voie de chemin de fer ou piste ONERA insubmersible ;
- des digues secondaires, sur le site de Moulins, évitent les inondations décennales et permettent de ralentir les courants en cas de crues plus importantes ;
- endiguement rectiligne de l'Arc sur 500 m en partie ouest de la zone de chantier du projet en 1997, rejoignant l'endiguement de la ZI aval.
- les enrochements secs en rive droite face à l'éperon des Tierces, pour lutter contre l'érosion des berges suite aux éboulements en rive gauche, qui repoussent l'Arc sur la rive opposée ;
- les digues et confortements discontinus depuis la ZI jusqu'à Fourneaux ;
- la plage de dépôts sur le Saint-Antoine, limitant les apports solides à l'Arc.

Tous les ouvrages sur la commune de Modane sont dimensionnés pour un débit de 1 000 m³/s.

Risques de crues torrentielles

Les torrents du Saint-Antoine et dans une moindre mesure du Rival sont sujets à des crues de type torrentiel, particulièrement redoutables en raison de la soudaineté et de la violence de ses crues.

Le Saint-Antoine a fait l'objet d'une étude de faisabilité d'une nouvelle plage de dépôt (RTM Restauration des Terrains en Montagne, janvier 2000), en plus de celle de 1988 (20 000 m³) afin de protéger la ville et les infrastructures de Modane contre les laves torrentielles. En effet, cette dernière ne permet pas de stocker complètement les matériaux amenés par une crue du type de celle de 1987 (100 000 m³).

Par ailleurs, des seuils et des barrages de correction torrentielle, sous maîtrise d'ouvrage de l'Etat, et les travaux de restauration des sols, ont été réalisés en amont, entre Mont Rond et Plan Marin. Leur efficacité est bonne, tant que leur entretien est assuré.

Les débits de crue du Saint-Joseph semblent quant à eux limités : le passage du ruisseau sous la RN6 est assuré par un busage de 800 mm de diamètre. Pour autant, les vitesses d'écoulement élevées de l'ordre de plusieurs mètres par seconde, induisent un risque d'érosion des berges et d'embâcles au droit du franchissement de la RN6 et de la route de La Norma. La végétation boisée et l'entretien du ruisseau limitent ces risques.

Plan de prévention des risques naturels prévisibles

Le Plan de Prévention des Risques (PPR) de la commune de Modane porte la prescription générale suivante, qui concerne l'ensemble du territoire de la commune :

« Toute création de voirie d'accès sera interdite si la voie est soumise à un ou plusieurs risques naturels et/ou si elle induit et/ou aggrave un ou plusieurs risques naturels. Cette interdiction ne sera levée que si la totalité de ces risques a été jugulée par la réalisation d'ouvrages adaptés. »

Par ailleurs, des prescriptions et des recommandations s'appliquent sur une partie du secteur concerné par le projet (bassin de l'Illaz et zone industrielle de Modane).

La carte des aléas associée au PPR de Modane, datant de 1997, met en évidence :

- des affaissements et effondrements potentiels en rive gauche entre la ZI et le poste électrique et au droit de la zone industrielle. L'aléa est faible à moyen sur l'ensemble du secteur 4 ;
- le risque de crues torrentielles du Saint-Antoine, sur son cône de déjection. Les abords du Saint-Antoine sont inconstructibles ;
- le risque d'inondation de l'Arc avec un aléa moyen à faible selon la distance au cours d'eau.

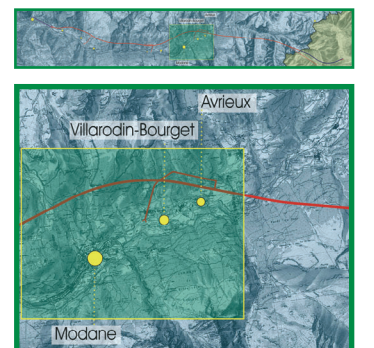
Les abords de l'Arc et les abords de la voie ferrée sont inconstructibles.

Le PPR prévoit une étude par un bureau d'étude spécialisé, préalable à tout aménagement, visant à définir les caractéristiques du sol (caractérisation et géométrie des cavités, état de fracturation du toit des cavités, circulations d'eau souterraine...).



Milieu physique

Risques naturels



Secteur 4 :
Modane – Villarodin – Bourget

7 – Étude d'impact



► Risques naturels au droit du site de dépôt des Tierces

La stabilité du terrain apparaît satisfaisante actuellement, en dehors des pentes et ravins qui dominent l'Arc :

- des indices de mouvements diffus, souvent superficiels sont localisés en bordure du ruisseau Saint-Joseph et sur la partie basse du site ;
- la crête des falaises gypseuses est affectée par des ruptures de pans rocheux ;
- un risque d'affaissement ou d'effondrement de la couverture quaternaire lié à la présence ou à l'apparition de dolines dans le substrat est présent, particulièrement à l'ouest, à proximité des crêtes rocheuses.

De plus, l'hétérogénéité du recouvrement (gypse et moraine) et la nature argileuse de certains terrains de couverture confèrent au site une contrainte géotechnique forte.

Par ailleurs, les risques de débordement lié au ruisseau Saint-Joseph sont faibles. Le risque d'érosion, lié à des vitesses d'écoulement élevées de l'ordre de plusieurs mètres par seconde, est limité par la végétation boisée des berges. En dehors de la chute locale d'arbres le risque d'embâcles est faible au droit du site.

Enfin, le site est caractérisé par des risques de tassements liés à la nature des matériaux et la présence éventuelle de cavités.

En ce qui concerne le couloir d'acheminement des déblais, les contraintes sont liées :

- à la traversée de l'Arc ;
- et aux instabilités du terrain particulièrement entre la plaine alluviale de l'Arc et la rupture de pente et à proximité du Saint-Joseph (chutes de blocs au droit de l'éperon, mouvements diffus et risque d'affaissements...).

► Risques naturels au droit des zones de chantier

Au droit du site d'attaque intermédiaire de Modane-Villarodin-Bourget

Au niveau du chantier, les risques sont :

- les éboulements rocheux des falaises de gypse longeant les installations de chantiers ;
- les chutes de blocs au niveau du carreau provenant des quartzites surplombant le portail de la descenderie ;
- le débordement du Rival (Les Pariotes) sur la plate-forme du chantier ;
- un possible risque d'engravement au droit du Pont de la Glaire ;
- la divagation et la respiration du lit de l'Arc au droit de la falaise verticale de gypse en cas d'écroulements rocheux ;
- l'érosion et l'affouillement par l'Arc en rive droite, en face des éperons rocheux (extrémité ouest du site des Moulins et extrémité est de la zone industrielle de Modane) ;
- le débordement de l'Arc en période de crue.

Par ailleurs des affaissements et effondrements peuvent survenir en rive gauche de l'Arc, en face du site.

Le lit de l'Arc est soumis à deux éléments conditionnant ses écoulements :

- en amont le Pont de la Glaire est susceptible d'être mis en charge par suite de l'accrochage de corps flottants ; sa sauvegarde réside dans la possibilité qu'a l'écoulement de le contourner par la rive droite ;
- en aval, des matériaux gypseux situés en aval menacent de s'écrouler dans le lit de l'Arc, entraînant une variabilité du niveau de l'Arc et une érosion accrue en rive opposée (droite).

Cette terrasse alluviale de 120 à 190 m de large, est caractérisée par des alluvions récentes susceptibles d'être compressibles.

Le périmètre de la zone de chantier située sur la Zone Industrielle (commune de Modane) est soumis au PPR de cette commune, au sujet des risques d'affaissements, d'effondrements et d'inondation.

Au droit du puits de ventilation d'Avrieux

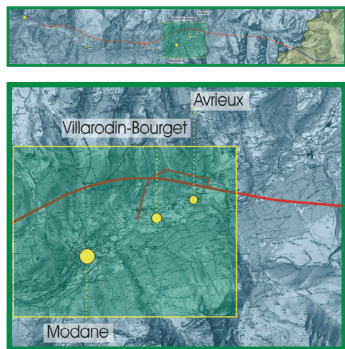
Des chutes de pierres et de blocs issus de la falaise de calcaires et dolomies sont susceptibles d'affecter le site.

Le substratum quartzitique limite les risques de présence de karsts. Pour autant, la nature des terrains de couverture associée aux ruissellements temporaires impliquent un risque d'instabilité et une contrainte géotechnique forte.

Par ailleurs, les accès et le site lui-même sont caractérisés par des conditions climatiques rudes (gel, enneigement, risques d'avalanches sur la RD 215...).

Milieu physique

Risques naturels



Secteur 4 :
Modane – Villarodin – Bourget

Secteur 5: les risques naturels au Mont-Cenis

Dans ce contexte montagnard, les événements sont particulièrement liés aux conditions climatiques :

- avalanches ;
- chutes de pierres et de blocs accentués par la thermoclastie¹ ;
- mouvements de terrains en période de fonte des neiges.

Des écroulements et tassements affectent les versants présentant des contraintes topographiques fortes. Les formations meubles, de type moraine, et les évaporites peuvent également être instables et donner lieu à des glissements de terrain importants en bordure est du lac du Mont-Cenis. Ces événements sont suivis par le gestionnaire du barrage.

Le ruisseau du Court constitue un couloir d'avalanche, reconnu par enquête sur le terrain. Les versants encadrant la RN6 dans la plaine Saint-Nicolas sont répertoriés comme des zones présumées avalancheuses. Quatre couloirs repérés par photo-interprétation sont susceptibles d'atteindre la RN6. Des couloirs d'avalanches sont repérés sur le massif Cime Bard. Ils affectent en particulier la route du Col.

Le **site de dépôt du Paradis** en lui-même n'est pas affecté par des risques naturels, mais la position en contexte montagnard impose des conditions très contraignantes dans le secteur :

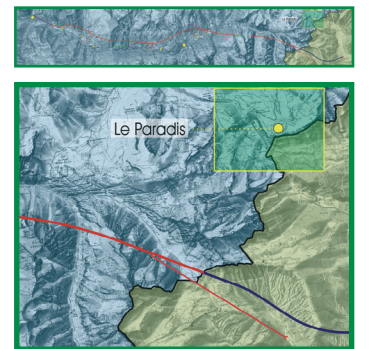
- zones avalancheuses ;
- avalanches rocheuses ;
- thermoclastie ;
- mouvements de terrain dans les versants instables ;
- périodes de gel et d'enneigement longues.

De plus, des chutes de blocs peuvent survenir au droit du front de taille.



Milieu physique

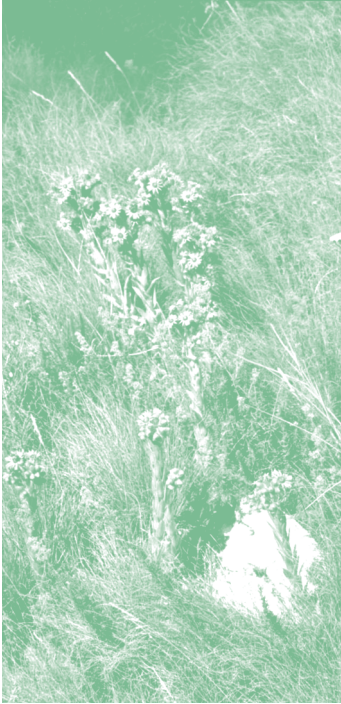
Risques naturels



Secteur 5 :
Mont-Cenis

¹ Fracturation naturelle sous l'influence des différences de température air-roche.

7 – Étude d'impact



Milieu naturel