

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté Égalité Fraternité



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFECTURE DES ALPES-MARITIMES

COMMUNE DE SAINT MARTIN VESUBIE

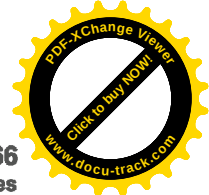
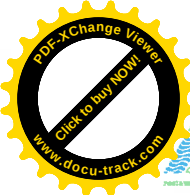
PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS PREVISIBLES RELATIF AUX CRUES TORRENTIELLES

Rapport de présentation

Pour le Préfet,
Le Secrétaire Général
DRMD 2392

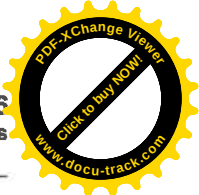
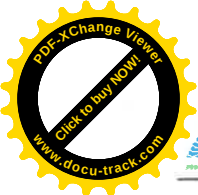

Benoît BROCARD

PRESCRIPTION DU PPR :	28 juin 2002		
ENQUETE DU :	27 octobre 2008	AU	28 novembre 2008
APPROBATION DU PPR :	28 MAI 2010		
DIRECTION DEPARTEMENTALE DES TERRITOIRES ET DE LA MER SERVICE EAUX RISQUES			



SOMMAIRE

1. OBJET ET LIMITES DE L'ÉTUDE.....	2
1.1. <i>Objet du P.P.R.</i>	2
1.2. <i>Limites de l'étude</i>	2
2. PRÉSENTATION DU BASSIN VERSANT DE LA VÉSUBIE.....	4
2.1. <i>Situation géographique</i>	4
2.2. <i>Histoire et démographie de la vallée de la Vésubie</i>	4
2.3. <i>Contexte géologique</i>	4
2.4. <i>Contexte climatique</i>	5
2.5. <i>Pluviométrie</i>	5
2.6. <i>Hydrologie</i>	6
3. ANALYSE HISTORIQUE DES CRUES DE LA VÉSUBIE ET DE SES AFFLUENTS.....	9
3.1. <i>Définition des phénomènes pris en compte</i>	9
3.2. <i>Historique des crues de la Vésubie et de ses affluents sur l'ensemble du bassin versant de la Vésubie</i>	9
3.3. <i>Etude historique des crues de la Vésubie et de ses affluents à St Martin - Vésubie</i>	11
4. ANALYSE HYDROGÉOMORPHOLOGIQUE.....	13
4.1. <i>La carte hydrogéomorphologique</i>	13
4.2. <i>Carte de localisation des ouvrages de protection</i>	14
5. CAPACITÉ DE TRANSPORT DE LA VÉSUBIE À ST MARTIN - VÉSUBIE.....	15
5.1. <i>Approche hydrogéomorphologique</i>	16
5.2. <i>Détermination semi-quantitative du transport solide à Saint Martin Vésubie</i>	18
6. QUALIFICATION DES ALÉAS.....	22
<i>Définition des différents niveaux d'aléas</i>	22
7. ÉTUDE PAR SECTEUR DU PHÉNOMÈNE DE CRUE TORRENTIELLE : ENJEUX VULNÉRABLES ET PROTECTIONS RÉALISÉES.....	26
7.1. <i>le hameau du Boréon</i>	26
7.2. <i>la traversée de l'agglomération de Saint Martin Vésubie</i>	31
8. LE ZONAGE RÉGLEMENTAIRE.....	49
8.1. <i>Définition des différentes zones</i>	49
8.2. <i>Mesures de prévention</i>	50
BIBLIOGRAPHIE.....	51
ANNEXES.....	53
ANNEXE 1.1 : DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES - STATIONS DE LANTOSQUE ET ST MARTIN - VÉSUBIE.....	53
.....	53
.....	54
ANNEXE 1.2 : CALCULS DE DÉBITS CARACTÉRISTIQUES - LE BORÉON.....	55
ANNEXE 1.3 : CALCULS DE DÉBITS CARACTÉRISTIQUES - LA MALDONE DE FENESTRE.....	59
ANNEXE 1.4 : TRANSPORT SOLIDE.....	62
ANNEXE 1.5 : MODIFICATIONS APPORTÉES AU PPR.....	66



1. Objet et limites de l'étude

1.1. Objet du P.P.R.

Ceux-ci ont pour objet en tant que de besoin :

- 1° - de délimiter les zones exposées aux risques en tenant compte de la nature et de l'intensité du risque encouru, d'y interdire tout type de construction, d'ouvrage, d'aménagement ou d'exploitation agricole, forestière, artisanale, commerciale ou industrielle ou, dans le cas où des constructions, ouvrages, aménagements ou exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles pourraient y être autorisés, prescrire les conditions dans lesquelles ils doivent être réalisés, utilisés ou exploités ;
- 2° - de délimiter les zones qui ne sont pas directement exposées aux risques mais où des constructions, des ouvrages, des aménagements ou des exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles pourraient aggraver des risques ou en provoquer de nouveaux et y prévoir des mesures d'interdiction ou de prescription telles que prévues au 1° du présent article ;
- 3° - de définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises, dans les zones mentionnées au 1° et au 2° du présent article, par les collectivités publiques dans le cadre de leur compétence, ainsi que celles qui peuvent incomber aux particuliers ;
- 4° - de définir, dans les zones mentionnées au 1° et au 2° du présent article, les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés existants à la date de l'approbation du plan qui doivent être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs.

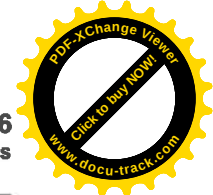
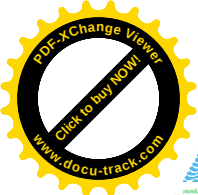
1.2. Limites de l'étude

La commune de St Martin - Vésubie ne possède pas, à ce jour, de carte réglementaire relative aux phénomènes torrentiels valant P.P.R..

La définition technique de ces différents phénomènes naturels existant sur la commune constitue le premier acte de la procédure.

Ces phénomènes sont :

- les **crues des torrents et rivières torrentielles** ;
- les **laves torrentielles**.



Le dossier comprend les pièces suivantes :

- **le rapport de présentation** avec, en annexe, la carte historique des phénomènes naturels connus (tirés des archives ou observés), présentée sur un fond topographique à l'échelle 1/10 000 ; et la carte hydrogéomorphologique, sur fond topographique à l'échelle 1/10 000.
- **la carte des enjeux** de la commune. Ce document est présenté sur un fond topographique à l'échelle 1/10 000.
- **la carte de qualification des aléas** de la commune. Ce document est présenté sur un fond topographique à l'échelle 1/10 000 ;
- **le zonage réglementaire** des zones urbanisées représenté sur un fond cadastral réduit à l'échelle 1/5 000 ; **le règlement**, qui définit les interdictions ou les prescriptions à mettre en œuvre sur les parcelles intéressées en fonction de leur exposition et de la nature des phénomènes naturels auxquels elles sont soumises.

2. Présentation du bassin versant de la Vésubie

2.1. Situation géographique

Le bassin versant de la Vésubie est situé à une quarantaine de kilomètres de Nice. Ce bassin de 390 km² est limité au Nord par les cimes du Gêlas et du Mercantour frontalières avec l'Italie. A l'Ouest, le mont Tournaret et le Brec d'Utelle le séparent de la vallée de la Tinée. A l'Est, la cime du Diable le sépare de la vallée des Merveilles et plus au Sud, la cime de Roccassera, de la vallée des Paillons. L'exutoire du bassin, confluence avec le Var, se situe en amont du hameau de Plan du Var.

Ce bassin situé à l'extrémité de l'arc alpin présente un relief important, seulement 35 km séparent le massif du Mercantour qui culmine à 3143 m et la confluence avec le Var à 132 m d'altitude.

Jusqu'à Lantosque l'amont du bassin a été façonné par plusieurs épisodes glaciaires dont le dernier date d'il y a 20 000 ans (Würm).

Exceptées les zones d'altitude, la forêt est très présente dans ce bassin.

2.2. Histoire et démographie de la vallée de la Vésubie

Les villages de la vallée ont connu le pillage par les Sardes, les Autrichiens, l'occupation sarrasine, provençale, espagnole ou savoyarde.

Les catastrophes naturelles, crues, glissements de terrains ou séismes n'ont pas épargné cette vallée. Mais de longues périodes de quiétude et de prospérité ont également existé notamment lorsque le commerce du sel entre Levens et le Piémont était florissant ou lors de l'importante fréquentation de la petite station thermale de Berthemont les Bains. Cette vallée longtemps fermée accueille de plus en plus de touristes.

L'ensemble des quatre villages exposés aux crues torrentielles compte à l'heure actuelle 5643 habitants (Lantosque 1019 habitants, Belvédère 495 habitants, Roquebillière 1513 habitants et St Martin - Vésubie 1102 habitants).

2.3. Contexte géologique

Du massif du Mercantour à la plaine du Var, le bassin versant de la Vésubie recoupe une grande variété de formations géologiques.

La partie amont du bassin versant située dans un massif alpin externe est constituée du socle cristallin du massif Argentera-Mercantour (complexe Argentera-Mercantour), la partie aval est constituée de formations sédimentaires. Au Nord et à l'Est de St Martin Vésubie, dans les vallées du Boréon et de la Madone de Fenestre, ainsi que dans la haute Gordolasque le complexe de Chastillon-Valmasque est majoritairement représenté : il s'agit de migmatites, de gneiss, de granites et d'anatexites, issus d'une fusion partielle de roches métamorphiques.

Les formations permienes, grès, arkoses, ou pélites affleurent essentiellement en Gordolasque ainsi qu'en petites zones à l'ouest de St Martin Vésubie. Plus en aval de la vallée de la Vésubie, les terrains sont essentiellement sédimentaires. A l'Ouest et à l'aval de Roquebillière, les formations calcaires et les grès datent de l'ère secondaire. Quelques zones gypseuses du Trias affleurent sur les communes de Roquebillière et de Lantosque.

De St Martin Vésubie à Lantosque, le fond de vallée est constitué d'alluvions fluviales ou glaciaires.

2.4. Contexte climatique

Le Sud-Est de la France est caractérisé par un climat particulier dû à sa position au sud de la chaîne des Alpes et à la proximité de la Méditerranée. Cette situation particulière engendre un climat où les influences méditerranéennes se confrontent aux premiers reliefs, engendrant des précipitations brèves et intenses.

Les masses d'air chargées d'humidité poussées par les vents d'est se heurtent au Massif du Mercantour, premiers reliefs des Alpes.

Le bilan d'insolation annuel est élevé.

L'hiver est caractérisé par le passage de perturbations qui circulent suffisamment bas en latitude pour traverser la Méditerranée. En cette saison, les précipitations ne sont pas très importantes. Depuis une dizaine d'années les chutes de neige sont moins abondantes l'hiver mais ne sont pas exceptionnelles au printemps (avril-mai). L'été dominant les phénomènes orageux (quasi-quotidiens en fin d'après-midi) suivis de très beau temps. Les précipitations les plus importantes ont lieu au printemps et surtout à l'automne ; comme le montre la figure 1 la majorité des crues de la Vésubie recensées ont eu lieu en automne.

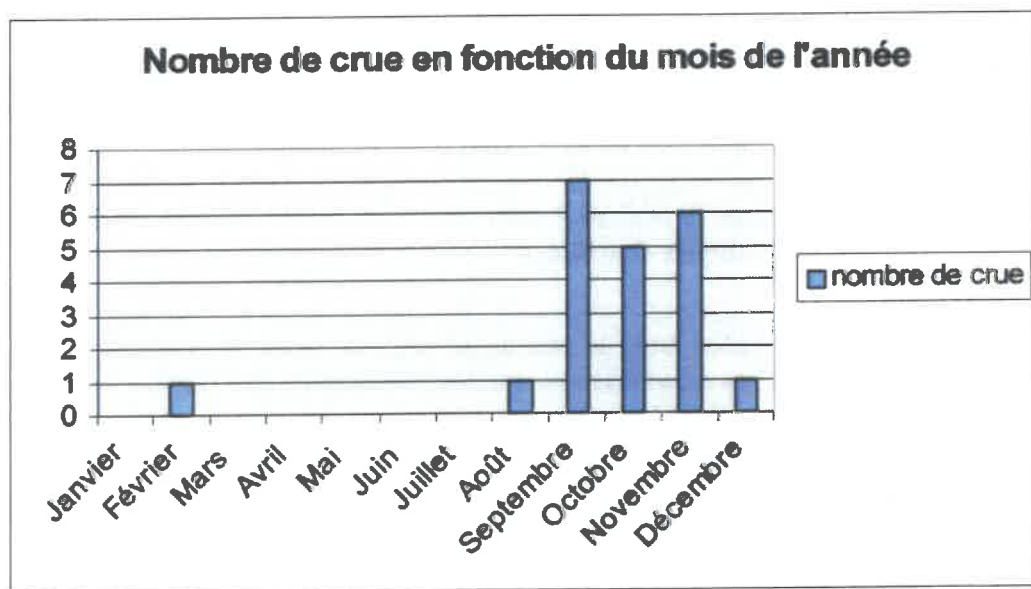
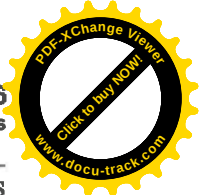
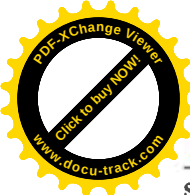


Figure 1 répartition du nombre de crue selon la période de l'année (réalisé à partir des crues recensées lors des recherches historiques : 21 crues au total).

2.5. Pluviométrie

Sur l'ensemble du bassin versant il existe trois stations pluviométriques : de l'amont du bassin vers l'aval, aux villages de St Martin - Vésubie, Lantosque et Utelle. Seule la



station de St Martin- Vésubie est équipée d'un pluviographe. Les autres stations sont des pluviomètres mesurant les hauteurs des précipitations à un pas de temps journalier.

Les données de la station de **St Martin - Vésubie** sont transmises directement à Météo France. Le service R.T.M. a acquis les données de précipitations maximales en 24 heures de 1961 à 2001 accompagnées des pluies caractéristiques (*Cf. annexe 1.1*) : la pluie décennale correspond à 140,4 mm et la **pluie centennale à 211,2 mm**.

A la station de **Lantosque**, les données sont également gérées par météo France, nous disposons des précipitations maximales en 24 heures de 1965 à 2001 accompagnées des pluies caractéristiques : la pluie décennale est égale à 126,4 mm et la **pluie centennale à 189,1 mm**.

Les données de la station d'Utelle n'ont pas été acquises compte tenu de la distance trop importante par rapport aux villages exposés et de l'hétérogénéité spatiale des pluies.

2.6. Hydrologie

La Vésubie est un des affluents de la rive gauche du Var. Depuis sa source jusqu'à sa confluence, elle draine plusieurs affluents secondaires dont les principaux sont le Boréon, l'Espaillart, le Cervagné, la Gordolasque, le Riou de Lantosque et le Riou du Figaret.

Sur l'ensemble du bassin versant, **il existe deux stations de jaugeage**. La première est située à St Jean la Rivière, à environ huit kilomètres de Lantosque. Elle est gérée par le Groupe D'Exploitation Hydraulique Var- Roya. Du fait de son éloignement de la zone d'étude et de la forte hétérogénéité spatiale des pluies, ces données n'ont pas été acquises. Depuis le début de l'année 2002, une seconde station gérée par le service d'annonce de crue de la DDE est en activité. Mais compte tenu de sa récente mise en service, les données n'ont pas été exploitées.

Les valeurs de débits présentées dans le tableau 1 sont donc des débits estimés ou calculés extraits des différentes études hydrauliques consultées.

Une synthèse des études antérieures a permis d'analyser pour la Vésubie et ses principaux affluents certaines de leurs caractéristiques telles que la taille des bassins versants, la pluviométrie et l'hydrologie. Les données non disponibles ont été calculées (*Cf. annexe 1.2*).

- La Vésubie : cette rivière torrentielle parcourt 32 km de sa source sous la cime Est de Fenestre à 2686 m d'altitude à sa confluence dans le Var à 132 m d'altitude.

Dans sa partie amont, la Vésubie coule **dans le vallon de la Madone**. En amont de la confluence avec le torrent du Boréon elle draine un bassin versant de 35,7 km². Les débits liquides décennaux et centennaux calculés sont évalués respectivement à 90 m³/s et de 200 m³/s avec 11 m³/s de débit solide en crue centennale. Le **débit liquide centennal spécifique** est : **5,4 m³/s/km²**.

Dans la traversée du **village de Roquebillière**, les débits liquides estimés sont 163 m³/s pour une crue décennale et 425 m³/s pour une crue centennale, avec un bassin versant de 150,6 km². Le **débit liquide centennal spécifique** est : **2,8 m³/s/km²**.

Toujours sur la commune de Roquebillière en aval de la confluence avec la Gordolasque, (principal affluent de la rive gauche) au **quartier Gordolon** le débit décennal calculé est de 219 m³/s et le débit centennal de 546 m³/s, pour 223,6 km² de surface de bassin versant. Le **débit liquide centennal spécifique** est : **2,4 m³/s/km²**.

Au lieu dit **Le Suquet**, à environ 35 kilomètres de la source son bassin versant est de 315 km² et les débits sont, 360 m³/s en crue décennale et 635 m³/s en crue centennale. Le **débit liquide centennal spécifique** est : 2,0 m³/s/km².

A **St Jean la rivière**, avec 348 km² de bassin versant, la Vésubie peut lors d'une crue centennale avoir un débit de 600 m³/s. Le **débit liquide centennal spécifique** est : 1,73 m³/s/km².

Enfin, à **Plan du Var** à sa confluence le débit décennal calculé est de 266 m³/s et le débit centennal de 690 m³/s. Le **débit liquide centennal spécifique** est : 1,75 m³/s/km².

- Ses principaux affluents de la rive droite :

Le Boréon : ce torrent de 10 km de longueur draine 65,3 km². Il conflue avec la Vésubie à 895 m d'altitude à l'aval immédiat du village de St Martin Vésubie. Un débit décennal a été estimé à 147 m³/s et un débit centennal à 314 m³/s. Le **débit liquide centennal spécifique** est : 4,8 m³/s/km².

Le Cervagné : ce petit torrent conflue avec la Vésubie au niveau du village de Roquebillière, son bassin versant mesure 8,5 km², le débit décennal a été estimé à 22 m³/s et le débit centennal à 61 m³/s. Le **débit liquide centennal spécifique** est : 7,2 m³/s/km².

Le Riou de Lantosque traverse le village du même nom, son bassin versant mesure une dizaine de km². Les débits calculés sont de 25 m³/s pour une crue décennale et de 75 m³/s pour une crue centennale. Le **débit liquide centennal spécifique** est : 6,8 m³/s/km². Cet affluent a connu une **crue exceptionnelle en septembre 1993** pour laquelle le débit a été estimé à 125 m³/s

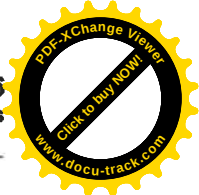
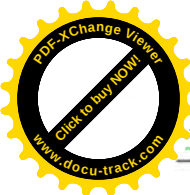
Le Riou du Figaret se jette dans la Vésubie au Suquet. Avec 22 km² de bassin versant le débit décennal calculé est de 45 m³/s et le débit centennal de 131 m³/s. Le **débit liquide centennal spécifique** est : 5,9 m³/s/km².

- Ses deux affluents de la rive gauche sont :

L'Espaillart prend sa source sous les cimes de la Palu et dispose d'un bassin versant de 15 km² environ. Les débits calculés sont de 32 m³/s pour une crue décennale et de 96 m³/s pour une crue centennale. Le **débit liquide centennal spécifique** est : 6,4 m³/s/km².

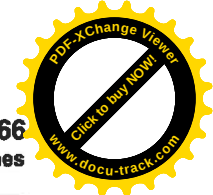
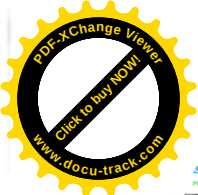
La Gordolasque, principal affluent sur cette rive, conflue avec la Vésubie en amont du quartier Gordolon de Roquebillière. Ce torrent draine 59 km² de bassin versant. Il transporte en crue de très importantes quantités de matériaux. Les débits calculés sont de 130 m³/s pour une crue décennale et de 290 m³/s pour une crue centennale. Le **débit liquide centennal spécifique** est : 4,9 m³/s/km².

Cours d'eau	Surface (km ²)	Débit décennal (m ³ /s)	Débit centennal (m ³ /s)	Débit spécifique centennal (m ³ /s/km ²)
Vésubie (vallon de la Madone)	35,7	90	200	5,4
Vésubie (village de Roquebillière)	151	163	425	2,8



Vésubie (quartier Gordolon)	224	219	546	2,4
Vésubie (au Suquet)	315	360	635	2,0
Vésubie (à St Jean la Rivière)	348		600	1,7
Vésubie (à Plan du Var)	390	266	690	1,8
Boréon	65,3	147	314	4,8
Espailart	15	32	96	6,4
Cervagné	8,5	22	61	7,2
Gordolasque	59	130	290	4,9
Riou de Lantosque	11	25	75	6,8
Riou du Figaret	22	45	131	5,9

Tableau 1 débits caractéristiques des bassins versants de la Vésubie et de ses affluents



3. Analyse historique des crues de la Vésubie et de ses affluents

3.1. Définition des phénomènes pris en compte

Les phénomènes naturels étudiés et pris en compte dans le zonage sont les **crues torrentielles des torrents et des rivières torrentielles**. Ces crues, à la différence des crues de fleuves et de rivières, sont beaucoup plus brutales et se caractérisent par des vitesses d'écoulement élevées et un transport solide important rendant l'alerte difficile.

Les **torrents et les rivières torrentielles présentent certaines similitudes** dans leurs comportements : lorsque le débit liquide est supérieur à la capacité d'écoulement ou lorsqu'il y a des obstacles à l'écoulement ils débordent sur les terrains voisins. Leurs écoulements peuvent être très concentrés. Leurs lits sont soumis à des divagations brusques. Les attaques de berges par sapement de leur pied, les affouillements intenses ou les apports solides massifs dans le lit mineur sont les principales caractéristiques de ces cours d'eau.

Cependant les **torrents** se distinguent par un lit beaucoup plus encaissé, ils présentent des pentes supérieures à 6 %, des débits irréguliers, et des écoulements très chargés. Des **laves torrentielles** peuvent se déclencher dans les parties hautes des bassins versants sur ces pentes très fortes (au-delà de 15 à 20 %). Ce sont des écoulements de grande densité où se confondent eau et matériaux (au moins 50%). Elles peuvent être générées par différents mécanismes : érosion superficielle, ruptures de berges, glissement de terrain, liquéfaction des sols. Leurs écoulements s'effectuent en bouffées avec de fortes vitesses et elles peuvent déplacer facilement des blocs par flottaison.

3.2. Historique des crues de la Vésubie et de ses affluents sur l'ensemble du bassin versant de la Vésubie

Des recherches sur la Vésubie et ses affluents ont été réalisées aux archives départementales, au service R.T.M., auprès de différentes administrations, D.D.E., C.E.T.E., D.D.A.F., D.I.R.E.N., du Groupe d'Exploitation Hydraulique Var Roya et des archives municipales des différentes communes, Lantosque, Belvédère, Roquebillière et St Martin Vésubie.

Cette recherche systématique a été complétée par un enquête de proximité auprès de certains riverains des cours d'eau concernés.

Une synthèse des données rassemblées sur l'ensemble du bassin versant est présentée dans le paragraphe suivant.

3.2.1. Chronologie des événements

L'ensemble des informations recueillies a permis de reconstituer une **chronologie des différents événements et des dégâts recensés dans l'ensemble de la vallée de la Vésubie**. Ils sont récapitulés dans le tableau suivant :

- les cases grisées hachurées indiquent les communes touchées par la crue considérée (un indice indique l'ampleur de l'événement),
- quatre colonnes désignent les différents types de dégâts en précisant la commune concernée,
- les cases blanches correspondent à un manque d'information,
- les cases encadrées en gras indiquent les communes pour lesquelles les données montrent qu'elles n'ont pas été affectées par la crue.

Date de la crue	Crue de la Vésubie à			Crue des Affluents	Attaques de berges	Dégâts sur ouvrages	Dégâts sur infrastructures routières	Dégâts sur bâtis
	St Martin Vésubie	Roquebillière	Lantosque					
1094								Roquebillière
1743							Roquebillière	Roquebillière
1772					Roquebillière			Roquebillière
1795				Espailart				Berthemont
1829					Roquebillière		Roquebillière	
1880			Suquet				Lantosque	
1889					Roquebillière			
1890				Gordolasque	Roquebillière		Belvédère	
1892					Roquebillière			
1910				Cervagné			Roquebillière	
1914					Roquebillière			
1916							Roquebillière Lantosque	
1925				Gordolasque				
1926		F	F			Roquebillière	Lantosque	
1937						St Martin V ^{bic}	St Martin V ^{bic}	
1951						St Martin V ^{bic}		
1965						St Martin V ^{bic}		
1979						St Martin V ^{bic}	Roquebillière	
1982				Boréon				
1991	F			Boréon (F) Gordolasque				
1992	F	f		Loubonnière	St Martin V ^{bic}		St Martin V ^{bic}	St Martin V ^{bic}
1993				Cervagné Gordolasque Riou de Lantosque (E) et du Figaret	Roquebillière Belvédère Lantosque Suquet		Roquebillière Belvédère Lantosque Suquet	Roquebillière Belvédère Lantosque
1994				Gordolasque	Gordolasque	St Martin V ^{bic} Roquebillière Belvédère	St Martin V ^{bic} Belvédère	
1997	F	F	Suquet	Boréon (F) Gordolasque	St Martin V ^{bic} Roquebillière	Roquebillière	Belvédère Roquebillière	Roquebillière
1999	f	f		Boréon Gordolasque	St Martin V ^{bic}	Roquebillière Belvédère	Belvédère	
2000	f			Boréon		St Martin V ^{bic}	St Martin V ^{bic}	
2002	F			Cavalet			St Martin V ^{bic}	

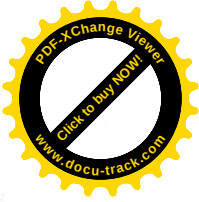
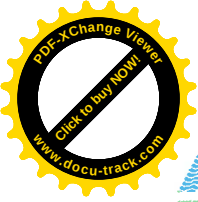
Tableau 2 Chronologie des crues et de leurs effets dans la vallée de la Vésubie

L'ampleur du phénomène est définie si cela est possible à partir des informations disponibles sur la crue :

f = crue de faible ampleur, crue décennale voire inférieure.

F = crue de grande ampleur, période de retour comprise entre 20 et 100 ans.

E = crue exceptionnelle, supérieure à une crue centennale.



Ces données sont le fruit de recherches approfondies, cependant la liste des faits n'est pas exhaustive, **il est impossible d'affirmer que se sont les seuls événements et les seuls dégâts qui ont eu lieu.**

3.3. Etude historique des crues de la Vésubie et de ses affluents à St Martin - Vésubie

3.3.1. Reconstitution chronologique des crues

L'ensemble des données recueillies pour la commune de St Martin - Vésubie est récapitulé ci-dessous, les numéros renvoient à l'annexe 1.3. Les recherches ont mis en évidence des crues de la Vésubie remontant à 1937.

- **1937** : crue de la Vésubie, la route de la Madone a été emportée, des ouvrages de défense situés sous le village ont été détruits [1 & 2].
- **19 Novembre 1951** : crue de la Vésubie (100 mm d'eau en 24 h à St Martin – Vésubie), effondrement de la digue centrale au quartier la Frairie [1 & 2].
- **1^{er} Octobre 1965** : crue de la Vésubie, affouillement des digues de protection du quartier de la Frairie et de la route d'accès au stade [14 & 15].
- **1979** : crue de la Vésubie, affouillement des digues de protection du quartier de la Frairie et de la route d'accès au stade [16].
- **8 Novembre 1982** : crue du Boréon et de la Vésubie [3].
- **29 Septembre 1991** : crue intense du Boréon et de la Vésubie [3].
- **Août 1992** : crue de la Loubonnière qui a causé d'importants dégâts sur les chalets situés sur le cône de déjection. Les intempéries ont également causé des dégâts sur le hameau de la Madone de Fenestre [4, 6, 7, 18 à 20]
- **5 et 6 Novembre 1994** : toute la vallée a été touchée. A St Martin-Vésubie, le Boréon (dégâts au niveau de la Mério et du chemin St Nicolas) et la Vésubie (dégâts au niveau du stade) étaient en crue. Les vallons du Vernet et du Villars ont également entraînés des dégâts [21 & 22].
- **6 et 7 Novembre 1997** : très forte crue ayant touché l'ensemble de la vallée de nombreuses propriétés situées sur les berges du torrent du Boréon ont été endommagées [23 à 31].
- **18 et 19 Septembre 1999** : crue du Boréon ayant causé de nombreuses érosions de berge sur les propriétés riveraines du torrent [32].
- **5 et 6 Novembre 2000** : crues du Boréon et de la Vésubie ayant entraîné l'affouillement d'ouvrages de protection en rive gauche du Boréon au niveau de l'avenue Charles Boissier, également au niveau des anciens cours de tennis du Parc Roughiéra et la déstabilisation des ouvrages de protection du stade [33].
- **17 Novembre 2002** : crue torrentielle du vallon du Cavalet (affluent du Boréon), le pont de la route de Salèze a été détruit, des traces de laves torrentielles étaient visibles sur le site, les ponts des lacets de la RD ont été endommagés.

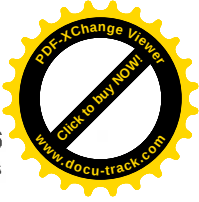
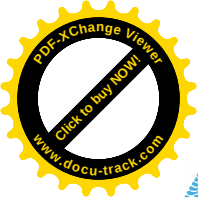


Cliché RTM-06, août 1992 – photo n°1 : Vallon de la Loubonnière après la crue



Cliché RTM-06, 1965 – photo n°2 : Digue affouillée par la crue du 1^{er} octobre 1965

**3.3.2. La carte historique des crues de la Vésubie et de ses affluents à
St Martin - Vésubie**



L'ensemble des données recensées ainsi que les descriptions des désordres occasionnés par ces événements ont été retranscrits sur la « carte historique des crues de la Vésubie et de ses affluents à St Martin - Vésubie ». Cette carte est présentée en annexe 3.2 sur un fond topographique I.G.N. à l'échelle du 1/10 000.

4. Analyse hydrogéomorphologique

4.1. La carte hydrogéomorphologique

Cette carte est à l'échelle du 1/10 000. Elle présente les **caractéristiques hydrogéomorphologiques** de la vallée et des versants. Ces éléments mettent **en évidence la dynamique du cours d'eau** et précisent les facteurs qui peuvent être aggravants : bras morts ou chenaux de crue qui peuvent être réactivés en cas de crue, zones de divagation ou de rétrécissement du lit, zones de dépôt ou d'érosion, obstacles potentiels à l'écoulement. Cette carte est présentée en annexe 3.1.

4.1.1. Déroulement de l'étude.

L'identification et la délimitation cartographique des différentes unités hydrogéomorphologiques de la Vésubie et de ses affluents ont été réalisées en utilisant **des photographies aériennes** (campagnes de 1991 et 1995) et des **orthophotoplans** (photographies aériennes géoréférencées et corrigées datant de 1999). Une **étude de terrain** systématique a permis de préciser et valider l'analyse des photographies.

4.1.2. Unités géomorphologiques

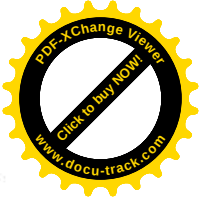
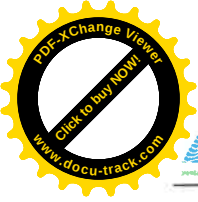
Différentes unités sont distinguées classiquement :

- le **lit d'étiage** correspond au lit du cours d'eau en période de basses eaux.
- le **lit mineur** correspond au lit de plein bord, intra-berges et aux secteurs d'alluvionnement immédiat (plages, rupture de bourrelet de berge). Il est généralement emprunté en l'absence d'interventions anthropiques par les crues fréquentes (annuelles à quinquennales).
- le **lit moyen** ou lit d'inondation fréquente présente un modelé où alternent des chenaux de crue parfois branchés directement au lit mineur, et des bancs d'alluvionnement grossier.
- le **lit majeur** ou lit d'inondation rare à exceptionnelle présente un modelé plus plat. Il est situé en contrebas de l'encaissant. Ces différentes unités sont délimitées par des talus plus ou moins marqués.

Cependant comme il a été signalé précédemment ces différentes unités ne sont pas toujours très distinguables.

Sur la carte hydrogéomorphologique figurent également les **chenaux de crue**, les **berges** et leur **niveau d'érosion**, les **terrasses alluviales** et les **encaissements**.

Les **foyers d'érosion** et les **glissements de terrains** sont également représentés car ils sont susceptibles de fournir des matériaux aux cours d'eau.



Les **cônes de déjection** sont des zones de dépôts naturels de matériaux transportés par les torrents sur lesquelles d'importantes divagations du lit peuvent se produire.

4.1.3. Points singuliers

Ponts : sur la carte sont également reportés les différents ouvrages présents dans le lit de la Vésubie et de ses affluents qui constituent des obstacles à l'écoulement.

- Pont Mayssa : le pont a été rehaussé mais la sous-poutre de l'ancien ouvrage a été conservée et limite le tirant d'air à 3,75 mètres
- Pont Saint Nicolas
- Pont de la RD 2565
- Pont du cimetière
- Pont du stade

Busages :

- vallon du Touron

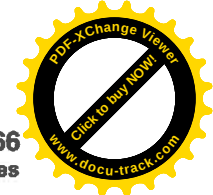
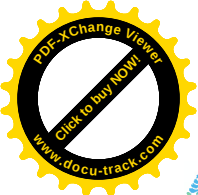
4.2. Carte de localisation des ouvrages de protection

Cette carte est à l'échelle du 1/10 000. Elle localise les **ouvrages présents dans le lit**. Cette carte est présentée en annexe 3.4.

Sur la commune de St Martin - Vésubie plusieurs ouvrages de protection ont été recensés :

Sur le Boréon :

- en amont du Pont Mayssa : en rive gauche la *protection de berge réalisée en gabions* montre d'inquiétants signes de faiblesse ; en rive droite, *un enrochement bétonné* protège une berge sur laquelle est implantée une habitation.
- Quartier de la Meirio : suite à la crue de 1997, la berge, en rive droite, a fait l'objet d'importants travaux de protection par la mise en place *d'enrochements bétonnés*.
- Quartier la Loubonnière : En rive gauche (1025 m), des habitations sont localisées à l'extrados d'un méandre à droite et sont protégées en pied de berge *par un cordon d'enrochements liés au béton*, d'une centaine de mètres de longueur. Dans ce secteur la berge est fortement sollicitée par les écoulements et on observe un démantèlement irrémédiable de la protection par affouillement.
- Quartier Saint Nicolas : vers 985 mètres, en rive gauche, *un enrochement bétonné* s'appuyant sur un sabot sommaire et un bloc de plus de 10 m³ assure une protection efficace des maisons situées juste au dessus.
- Aval du pont de RD 2565 : *Un seuil* anciennement utilisé pour l'alimentation d'une prise d'eau, a été édifié à une cinquantaine de mètres en aval de la RD2565. Sa crête est partiellement détruite et une fosse d'affouillement importante existe en aval. Elle a conduit à déstabiliser les berges sur les deux rives.
- *Quartier rive droite, en amont du cimetière* : des enrochements bétonnés assurent une protection fiable en cas de crue inférieure à la centennale.



- Le long du stade : Des aménagements de berges successifs sont visibles. Dans la partie amont, il consiste en *plusieurs rangées de gabions* particulièrement mises à mal par le Boréon, d'une hauteur totale de 2,5 mètres. La pérennité de cet ouvrage est très douteuse en cas de forte crue. Par ailleurs, son implantation a induit sur la rive opposée, une érosion de berge considérable qui met en péril la dépendance d'une habitation implantée sur une ancienne terrasse du Boréon. Dans la partie aval et jusqu'à la confluence avec la Madone de Fenestre, la protection est complétée par un perré relativement raide, haut de 3,5 mètres et constitué d'*enrochements bétonnés*.

Dans le vallon de la Madone de Fenestre :

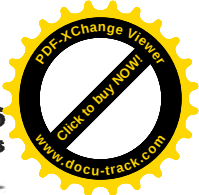
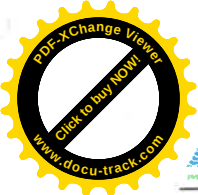
- à l'aval de la prise d'eau : vers 930 m, *un mur* en rive droite protège une habitation. Il est affouillé d'environ 2 mètres du fait de l'enfoncement du lit.
- Plus à l'aval plusieurs *enrochements bétonnés* ont été réalisés en rives droite et gauche. Compte tenu de l'enfoncement du lit, ceux-ci sont affouillés.
- Vers 925 m et jusqu'à la confluence avec le Boréon., apparaît une série de plusieurs *seuils* âgés d'une vingtaine d'années. Certains sont endommagés par l'écoulement.
- Entre le viaduc et le pont du stade : la zone canalisée est constituée d'une succession d'ouvrages de protection. En rive droite, ils consistent en plusieurs *rangées de gabions anciens* fortement endommagés. En rive gauche, *un mur en béton* a été réalisé afin de renforcer l'ancienne protection en gabions.
- A l'aval du pont du stade : des aménagements de berges successifs sont visibles essentiellement en rive droite. Il consiste, dans la partie amont, par *un mur en béton* de quelques mètres, puis plus à l'aval par *un enrochement bétonné affouillé* par endroit et entre le stade et la confluence, par *un enrochement libre*. En rive gauche la berge est très dégradée. Un *mur en béton* protège celle-ci sur quelques dizaines de mètres à l'aval immédiat du pont. Au delà la berge est fortement endommagée. Les protections consistent par endroit en *plusieurs rangées de gabions* particulièrement mises à mal par le torrent.

Sur la Vésubie :

- A l'aval de la station d'épuration et à la confluence avec le vallon du Tournon, un enrochement bétonné a été édifié en rive gauche de la Vésubie afin de protéger la berge et les habitations situées au dessus.

5. Capacité de transport de la Vésubie à St Martin - Vésubie

Les cours d'eau torrentiels comme la Vésubie ont un comportement particulier très différent des rivières de plaine. En cas de crue, leur fond présente une grande mobilité. Ils



subissent d'importantes variations en altitude ou des érosions de berges qui entraînent des pertes de sol provoquant des destructions matérielles et des submersions.

Au fil de ses différentes crues, le **lit de la Vésubie** a subi de **nombreuses transformations** aussi bien latérales que verticales ; celles-ci sont dues au transport solide.

Le charriage est une caractéristique essentielle du comportement de **la Vésubie**.

Deux approches complémentaires permettent de l'étudier ; l'étude **hydrogéomorphologique** et une approche **semi-quantitative**.

5.1. Approche hydrogéomorphologique

5.1.1 le Boréon

Le torrent du Boréon prend sa source au lac des Sagnes, sous le flanc Sud-Est de la Cime Guilié, qui avec ses 2999 mètres d'altitude constitue le point culminant du bassin versant. D'orientation générale Est-Ouest, le haut bassin du Boréon est délimité au Nord par les crêtes frontalières avec l'Italie dont les altitudes dépassent souvent 2700 mètres. Au droit du hameau du Boréon (1473 m), le barrage EDF de Cirégia contrôle les écoulements du torrent (22,9 km²), qui emprunte ensuite une zone de rapides très raides en formant de remarquables cascades.

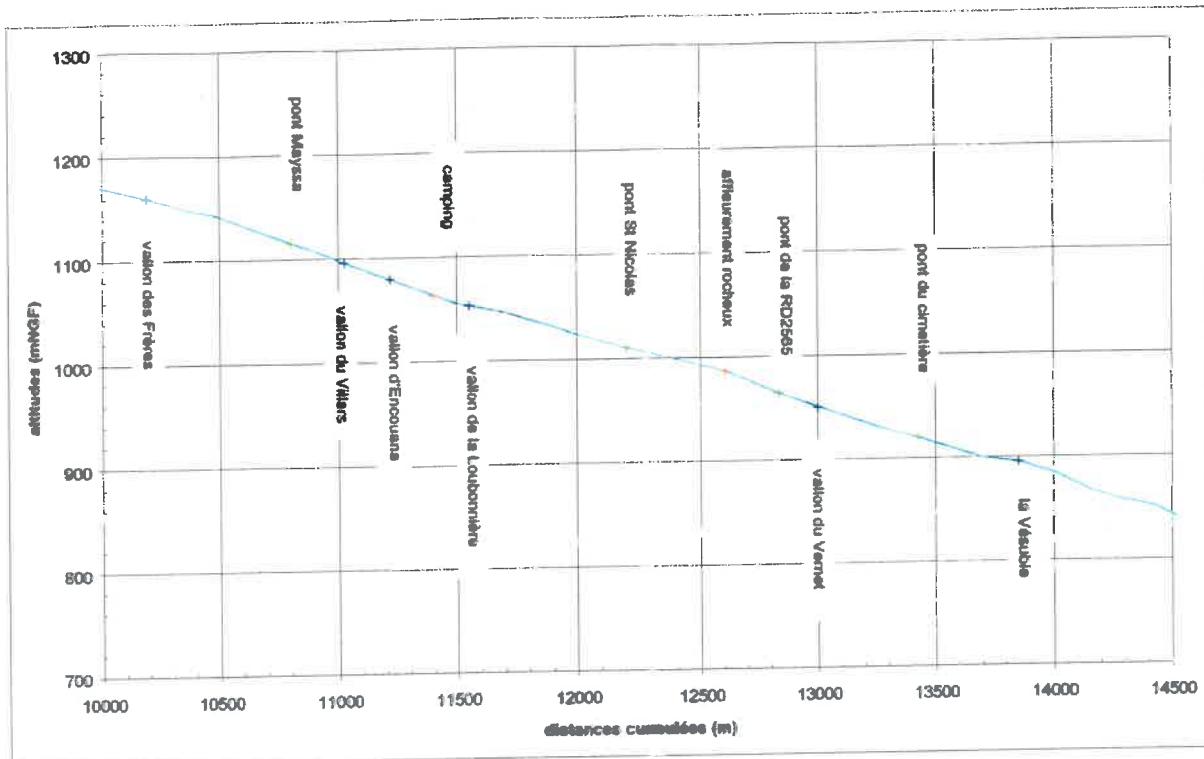
En aval immédiat de ces gorges, il est alimenté en rive droite par le vallon de Salèses. Jusqu'en amont du village de Saint Martin Vésubie, le Boréon s'écoule ensuite selon une direction Nord Est – Sud Ouest. Son lit est assez raide. Il reçoit les apports de nombreux petits émissaires .

A l'aval du vallon des Frères, le lit est fortement pavé et raide, avec néanmoins quelques ruptures de pente localisées jusqu'à la confluence avec la Madone de Fenestre.

Vers 1110 mètres d'altitude, le Boréon draine alors un bassin versant de 47,9 km². Dans la traversée de l'agglomération, au droit du quartier « la Meirio » (1100 m), il conflue avec le vallon du Villars (7,8 km²).

En aval de cette confluence, les apports liquides du torrent proviennent essentiellement de petites ravines, comme le vallon de la Loubonnière ou le vallon d'Encouana, ou directement des versants par ruissellement superficiel, exception faite du ruisseau du Vernet (3,4 km²).

Après un parcours d'environ 14 kilomètres, le Boréon draine alors un impluvium de 65,3 km² et conflue vers 895 mètres avec la Madone de Fenestre (35,7 km²), pour enfin donner naissance à la Vésubie, limite aval de la zone d'étude.



Profil longitudinal du Boréon dans la traversée de Saint Martin Vésubie

Source : Etude de l'aléa torrentiel lié au torrent du Boréon, RTM, février 2003

5.1.2 la Madone de Fenestre

La Madone de Fenestre prend sa source au pied de la Cime du Gelas (3143 m), point culminant des Alpes Maritimes dans le Parc du Mercantour. Elle suit une vallée étroite aux versants raides et reçoit, en rive droite, une série de ravins apportant d'importantes laves torrentielles.

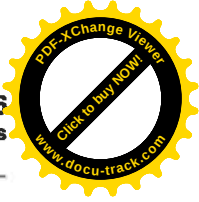
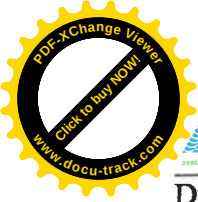
entre le confluent des Ravins du Pisset (1540 m) et le confluent du Ravin de Madame (1330 m)

La pente générale est d'environ 8%. C'est une zone de divagation du torrent et de dépôt des matériaux transportés. Le lit est assez large de 30 à 40 mètres et sa morphologie est dominée par de gros blocs.

du confluent du Ravin de Madame à celui avec le Ravin de Pomeiras

Sur ce bief, la pente est relativement forte (environ 20%) puis elle diminue (12%) et laisse place à une zone de divagation. Le lit s'élargit et un volume important de matériaux se déposent.

A l'aval, le lit de la Madone est constitué d'une succession de zones à faible pente (7 à 10%) et de seuils naturels formé par une accumulation de très gros blocs où la pente est nettement supérieure. Dans l'ensemble le lit est assez large (environ 50 mètres) pour permettre des divagations ou des débordements.

**Du confluent du Ravin de Pomeiras (1040 m) au pont Saint Antoine**

A l'aval de la confluence avec le ravin de Pomeiras, la Madone de Fenestre s'enfonce dans un talweg très encaissé, d'une dizaine de mètres de large, jusqu'à la traversée de Saint Martin Vésubie.

5.2 Détermination semi-quantitative du transport solide à Saint Martin Vésubie**5.2.1 Capacité maximale de transport**

Le transport solide par charriage est une **caractéristique essentielle du comportement des torrents** entraînant lors des crues d'**importantes variations du niveau du fond**.

Cette respiration du lit des torrents provoque de nombreuses destructions matérielles, par submersion ou par érosion (ruine d'ouvrage).

Pour les torrents du Boréon et de la Madone de Fenestre, les volumes de matériaux charriés peuvent être approchés en utilisant la formule de Lefort. Celle-ci indique la capacité maximale de transport du cours d'eau. Les débits solides calculés seront obtenus si les stocks de matériaux mobilisables dans le bassin versant sont suffisants.

La formule de Lefort tient compte des caractéristiques granulométriques des matériaux présents dans le lit du torrent.

Sur le torrent du Boréon, une étude réalisée en février 2003 par le service RTM estime la capacité de transport (en amont du pont Mayssa) à 175 000 m³ en crue d'occurrence centennale.

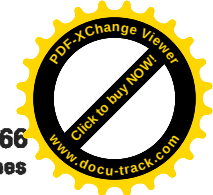
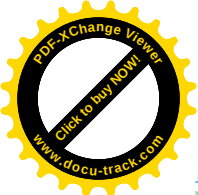
Sur le torrent de la Madone de Fenestre, une étude réalisée en septembre 1994 par le bureau d'étude ETRM estime la capacité de transport à 160 000 m³ en crue d'occurrence centennale.

L'ensemble des calculs sont présentés en annexe 1.2, 1.3 et 1.4.

5.2.2 Volume de matériaux mobilisables

Le volume de matériaux mobilisables de la Vésubie à Saint Martin Vésubie peut être déterminé en évaluant les volumes de matériaux fournis par la Madone de Fenestre et le Boréon.

L'analyse des photos aériennes disponibles a permis de repérer les zones les plus actives dans les bassins versants du Boréon et de la Madone de Fenestre. Les reconnaissances de terrain ont permis ensuite de vérifier sur la plupart des sites l'étendue des zones dégradées, d'analyser les phénomènes d'érosions et d'estimer les volumes pouvant être mobilisés.



5.2.2.1 Les apports du Boréon

Pour notre estimation nous nous sommes basés sur les résultats d'une étude réalisée sur le torrent du Boréon en février 2003 par le service de la Restauration des Terrains en Montagne.

Plusieurs pourvoyeurs en matériaux ont été recensés sur le bassin versant du Boréon.

Vallon de Salèse

Ce vallon est un des principaux affluents du Boréon. En cas de forte crue, il contribuerait certainement à fournir une part importante en matériaux. Celle-ci est estimée à environ 30 à 60000 m³. En raison des zones dégradées relativement étendues dans son bassin versant.

Vallon du Champet

La morphologie de ce torrent suggère le transit de laves torrentielles. Son bassin versant est caractérisé par des terrain localement très dégradés et faisant l'objet de ravinement intenses. Le volume de matériaux mobilisables est estimé entre 10 et 20000 m³.

Ravines du quartier « Bausset »

Au niveau du quartier « Bausset », en rive droite du Boréon, des érosions importantes entaillent le versant. Trois talwegs sont particulièrement actifs et recueillent les matériaux apportés par ravinement ou chutes de blocs.

Le volume total mobilisable au niveau de ces zones actives est évalué entre 10 à 20000 m³.

Vallon du Villars

Les versants drainés par ce torrent sont tapissés de dépôts glaciaires et on y trouve également d'importants manteaux d'éboulis. En rive gauche, l'érosion est bien active sous le flanc Sud Ouest du Mont Archas (2526), sous forme de ravinement intense dans les placages morainiques. En rive droite, l'érosion est plus modeste et limitée principalement à des ravinements dans le vallon de Patacros. On estime alors un volume solide mobilisable compris entre 25 et 50000 m³.

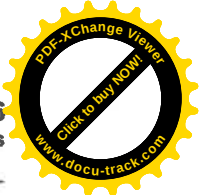
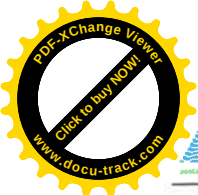
Vallon de la Loubonnière

Ce torrent à forte pente peut être le siège de laves torrentielles à l'occasion d'épisodes pluvieux intenses. L'événement du 29 août 1992 a conduit au dépôt d'environ 5000 m³ de matériaux sur le cône de déjection. La présence d'un vieux mur digue à son sommet témoigne de leurs occurrences régulières par le passé.

En cas d'événement majeur, les apports solides du vallon de la Loubonnière peuvent être de l'ordre de 5 à 15000 m³.

Compte tenu des analyses précédentes, le volume de matériaux mobilisable par le torrent du Boréon est compris entre **80000 et 160000 m³**. Cette estimation ne tient compte ni des matériaux provenant du bassin amont ni des prélèvements directs dans le lit.

5.2.2.2. Les apports de la Madone de Fenestre



Pour notre estimation nous nous sommes basés à la fois, sur les résultats d'une étude réalisée sur le torrent de la Madone de Fenestre en septembre 1994 par le bureau d'études ETRM et sur nos propres constatations.

Vallon de la Pounche

Son bassin versant s'étend sur des terrains migmatites fortement dégradés par endroit. Ce vallon a forte pente est sujet aux laves torrentielles très chargées en matériaux. On estime alors un volume solide mobilisable compris entre 5 et 10000 m³.

Ravin du Pisset

La morphologie de ce torrent suggère le transit de laves torrentielles. Son bassin versant est caractérisé par des terrains localement très dégradés et faisant l'objet de ravinement intense. Le volume de matériaux mobilisable est estimé à environ 60000 m³.

Autres ravins de la rive droite

De fortes précipitations peuvent engendrer des laves torrentielles dans la plupart des ravins de la rive droite du vallon de la Madone de Fenestre. Ces petits ravins fournissent un stock de matériaux non négligeable estimé à environ 20 000 m³.

Le ravin de Pomeiras

Il s'agit d'une vaste griffe d'érosion qui conflue un peu en amont de Saint Martin Vesubie, en rive gauche du torrent. La pente avoisine les 50%. Les volumes mobilisés durant un fort épisode pluvieux peuvent être importants. Chaque épisode de pluie significatif apporte des matériaux à la confluence avec la Madone. Le volume de matériaux mobilisables sur son cône est de l'ordre de 20000 m³.

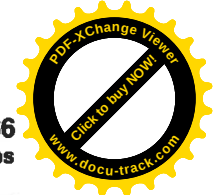
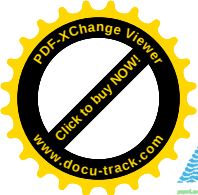
Les prélèvements directs dans le lit.

Des prélèvements de matériaux sont aussi possibles dans le lit même du torrent. Lors de notre visite, on a pu constater l'importance du volume de matériaux mobilisables dans son lit entre le vallon de la Pounche et la prise d'eau. Celui-ci est compris entre 60 et 100000 m³.

La Madone de Fenestre s'écoule dans un lit très fortement influencé par de très gros blocs. Ces affluents générateurs de laves lui fournissent un important stock de matériaux mobilisables. Celui-ci est de l'ordre de 110 000 m³. De plus ce torrent effectue des prélèvements directs dans son lit. Ceux-ci sont de l'ordre de 100 000 m³. Cette estimation ne tient pas compte des matériaux provenant du bassin amont.

conclusion

Au vu des résultats obtenus à l'aide de cette méthode, la capacité maximale de transport des torrents du Boréon et de la Madone de Fenestre lors d'une crue centennale (sur le bief en amont de la confluence) serait respectivement de l'ordre de 175 000 m³ et de 160 000 m³. Sachant que le stock de matériaux disponibles pour le torrent du Boréon est



inférieur, ce torrent n'est pas à saturation. Le torrent de la Madone de Fenestre a un stock de matériaux disponibles supérieur à sa capacité de transport. Celui-ci va donc être à saturation.

En cas de crue centennale, le torrent de la Madone de Fenestre va sortir de son lit en amont du Viaduc. Sa capacité de transport va donc diminuer et le chenal va très vite être engravé. L'écoulement va par conséquent divaguer sur l'ensemble de son ancien cône. Globalement il n'a pas le potentiel suffisant pour évacuer les matériaux déposés par le torrent du Boréon à sa confluence, si celui-ci est aussi en crue.

En cas de crue centennale du torrent du Boréon, les dépôts de matériaux à sa confluence avec la Madone seront limités. Son potentiel de charriage est supérieur à celui de la Madone. Comme il n'est pas à saturation, il va évacuer une partie des matériaux déposés par celui-ci.

6. Qualification des aléas

Définition des différents niveaux d'aléas

L'aléa peut être défini comme la «probabilité d'occurrence d'un phénomène naturel » ou «phénomène naturel d'occurrence et d'intensité donnée ». Sa détermination consiste donc à croiser deux paramètres, **occurrence et intensité**. Cette caractérisation est **ponctuelle**, les caractéristiques des phénomènes naturelles sont définies points par points.

Deux phénomènes sont étudiés : les crues des rivières torrentielles et les crues des torrents identifiés, « I » et « T ». Pour chacun sont définis différents niveaux d'aléas.

La détermination des différents niveaux d'aléas n'est pas une correspondance directe avec les unités géomorphologiques. En effet, le lit moyen n'est pas systématiquement classé en aléa modéré ni le lit majeur en aléa faible.

Les trois niveaux d'aléas, fort, modéré et faible sont définis à partir du type d'unité géomorphologique, des hauteurs d'eau, des vitesses, et de la taille des matériaux charriés déterminant l'importance des dégâts potentiels.

Cette carte est présentée en annexe 2.3.

Sur cette carte nous avons également préciser le phénomène **d'érosion des berges** lorsque celles-ci sont suffisamment élevées et lorsque ces ablations peuvent entraîner des pertes de sol sur de grandes profondeurs .

Photographie 10 érosion des berges des deux rives du torrent du Cougne dont le tracé est repéré par les flèches en trait pointillé car il n'est pas visible dans la photographie.

6.1. Choix de l'aléa de référence

L'élaboration d'un P.P.R. passe par la **détermination préalable d'un aléa de référence** (M.A.T.E. 2002).

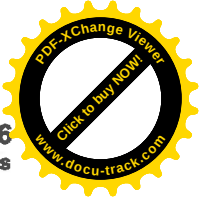
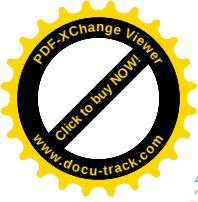
Cet aléa de référence doit être défini, il correspond à **la crue centennale ou si elle est supérieure à la plus forte crue connue**.

Pour la **Vésubie**, les différentes recherches **n'ont pas mis en évidence une crue centennale**. Pour ses affluents, les données disponibles montrent que seul le Riou de Lantosque a connu en 1993 une crue supérieure à la crue centennale et le Boréon en 1997, une crue d'occurrence centennale.

L'évènement de référence pour la Vésubie est pris égal à une crue centennale

L'évènement de référence pour la Madone est pris égal à une crue centennale

L'évènement de référence pour le Boréon est pris égal à une crue centennale



6.2. Détermination des différents niveaux d'aléas

Pour les phénomènes étudiés, soit les crues des **rivières torrentielles**, soit les **crues des torrents**, différents niveaux d'aléas sont définis.

Pour les crues torrentielles les **trois degrés d'aléa** peuvent être définis comme suit

- **Aléa fort** : il correspond aux zones où les **hauteurs d'eau seront importantes**, les **vitesses élevées** et les phénomènes de charriage importants avec des **matériaux de grande granulométrie**.

Sont donc classées en aléa fort : le lit mineur, les zones d'attaque de berges, certaines zones du lit moyen, les cônes de déjection des torrents.

Ce sont des zones de divagation du cours d'eau où il est à craindre des dégâts au gros œuvre et aux personnes se trouvant à l'intérieur ou à l'extérieur des bâtiments.

- **Aléa modéré** : il correspond aux zones où les **hauteurs d'eau** seront également **importantes** mais les **vitesses moyennes** et les **matériaux** charriés seront de **taille moins importante**.

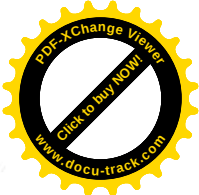
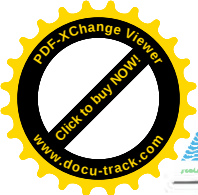
Sont donc classées en aléa modéré : les zones de retrait potentiel de berges par sapement de leur pied, les zones du lit moyen qui peuvent être submergées, les chenaux de crues, les anciens lits présents dans le lit moyen ou majeur susceptibles d'être réempruntés par le cours d'eau en crue.

Dans ces zones, il peut y avoir des dommages au bâti.

- **Aléa faible** : il correspond aux zones du lit majeur qui peuvent être touchées par les crues mais seulement par une **faible lame d'eau**, les **vitesses** seront également **faibles**. Les matériaux qui peuvent être apportés présentent une **granulométrie fine**,

Sont donc classées en aléa faible les zones du lit majeur à l'exception des anciens lits.

Dans ces zones, il peut y avoir des faibles dégâts matériels, la stabilité des bâtiments n'est pas affectée, et les personnes ne sont pas en danger.

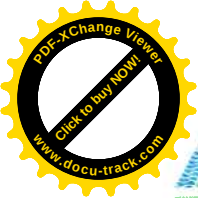


Les deux tableaux suivants indiquent les différentes clés permettant de déterminer le niveau d'aléa :

- Rivières torrentielles

Type d'Aléas Niveau d'aléas	Qualifica tion	hydrogéomorphologie	Caractéristiques Hauteurs d'eau et vitesses	Description
I 3	Fort	Lit mineur	H $\geq$ 1 m	Débordements locaux, déplacements possibles du lit. Charriage de matériaux important.
		Lit moyen	Vitesses élevées	Domages au gros œuvre, les personnes sont en danger.
I 2	Modéré	Lit majeur	H < 1 m	Berges localement attaquées ou submergées. Charriage de flottants.
			Vitesses moyennes	Stabilité des bâtiments compromise.
I 1	Faible		H < 0,5 m Faibles vitesses	Faible hauteur de la lame d'eau, matériaux apportés de faible diamètre. Faibles dégâts sur les bâtiments

Tableau 3 : Clés de classification des aléas inondation des rivières torrentielles (source R.T.M.)

- Torrents

Type d'Aléas Niveau d'aléas	Qualifica tion	Caractéristiques du phénomène		Description
		Hauteur submersion d'engravement	de ou Diamètre maximal des matériaux rocheux transportés	
T 3	Fort	$H \geq 0,5 \text{ m}$	$\varnothing > 0,5 \text{ m}$	Phénomène très violent, les berges sont attaquées, elles peuvent être emportées. Zone de passage des laves torrentielles ou d'atterrissement de matériaux. Dommage au gros œuvre.
		$H \leq 0,5 \text{ m}$	$0,5 > \varnothing > 0,1 \text{ m}$	Les hauteurs d'eau et la taille des matériaux transportés diminuent mais les dommages aux bâtiments et aux personnes se trouvant à l'extérieur peuvent être importants. Les berges sont attaquées ou submergées.
T 2	Modéré		$\varnothing = < 0,1 \text{ m}$	Dégâts modérés sur les berges. Phénomène moins violent il faut cependant s'attendre à des apports de matériaux et à des faibles laves d'eau. La structure des bâtiments n'est pas atteinte.
T 1	Faible			

Tableau 4 : Clés de classification des aléas des crues torrentielles.

7. Etude par secteur du phénomène de crue torrentielle : enjeux vulnérables et protections réalisées

7.1. le hameau du Boréon

Le hameau du Boréon se situe pour l'essentiel en rive droite du torrent du Boréon.

le Boréon

description géologique

Des héritages glaciaires sont visibles dans tout le haut du bassin du Boréon ou de ses affluents, sous forme de placages ou de cordons morainiques. Ces dépôts facilement affouillables constituent une abondante source de matériaux en cas de forte crue.

définition de l'événement de référence

L'événement de référence pour le torrent du Boréon dans sa partie haute est pris égal à une crue centennale dont le débit liquide serait d'environ 110 m³/s (crue des 06-07/11/1997).

les enjeux et les protections

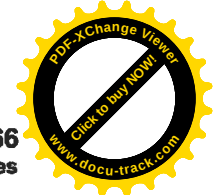
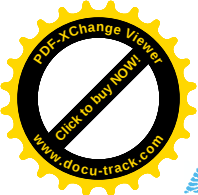
De nombreux dépôts de matériaux d'origine anthropique ont été réalisés dans le lit du Boréon entre les vacheries de Cerise et le vallon de l'Erps afin d'aménager les pistes de ski de fond. Ces remblais sont situés dans un secteur où la pente du Boréon diminue. Ainsi en cas de forte crue le torrent va divaguer dans le fond du vallon. Ceci peut conduire à la destruction des aménagements et à la reprise des matériaux déposés dans le lit.

A l'aval immédiat du vallon de l'Erps supérieur, la berge est protégée en rive droite par des enrochements bétonnés. Sur le terrain situé juste au dessus, un chalet se trouve exposé aux crues.

A l'aval de ce chalet, le Boréon est franchi par une passerelle d'accès à une propriété en rive droite (parcelle n°171). La berge est protégée par un mur en pierres sèches. Le chalet ne se trouve pas exposé aux crues du Boréon. En revanche, celui-ci se situe sur l'ancien cône de déjection du vallon de l'Erps inférieur. Il est menacé par ses laves torrentielles.

Cette passerelle peut être un obstacle en cas de crue exceptionnelle et provoquer un embâcle. Juste avant le franchissement de cette passerelle, une aire de stationnement en rive gauche a ses berges protégées par un mur en pierres sèches qui forme un arc de cercle. En cas de crue exceptionnelle ou en cas d'embâcle sous la passerelle, l'écoulement contournera l'air de stationnement en rive gauche. Le torrent divaguera dans un ancien chenal avant de revenir dans son lit initial à l'aval.

A l'amont immédiat du pont de la route départementale 89, le Boréon est en partie canalisé par des enrochements bétonnés en rive gauche et des enrochements libres en très mauvais état

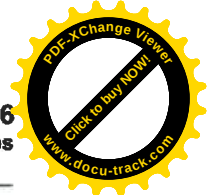
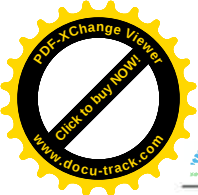


en rive droite. Le chalet situé sur la parcelle 173 est exposé aux divagations et aux débordements du torrent.

Le pont qui franchit le Boréon à l'amont du barrage représente également un obstacle à l'écoulement du torrent. Lors des dernières crues recensées le torrent est passé au dessus. Juste à l'amont de celui-ci, un chalet en rive droite (parcelle 303) se trouve très exposé aux crues du torrent.

la carte des aléas

L'aléa torrentiel susceptible de se produire sur l'ensemble de son lit majeur a une intensité élevée. Un rehaussement du lit est probable en cas de crue centennale. En observant la morphologie du terrain, d'anciens chenaux sont encore visibles. Des débordements sont à craindre en rive droite et en rive gauche. Plusieurs maisons en rive droite sont en zone d'aléa élevé.



Vallon de l'Erps

situation

Les vallons de l'Erps supérieur et inférieur se situent en rive droite du torrent du Boréon. Ils prennent naissance sur le versant méridional de la cime du Mercantour.

description géologique

Leurs bassins versants s'étendent sur quelques hectares sur des terrains morainiques sensibles à l'érosion. Ces vallons sont sujets aux laves torrentielles. Des traces d'anciennes laves sont encore visibles un peu à l'aval de l'intersection avec le GR 52.

les enjeux et les protections

Plusieurs chalets ont pris place sur l'ancien cône de déjection, entre les deux vallons des Erps. Les plus en amont sont accessibles par un chemin d'accès venant des vacheries de Cerise. Une passerelle franchit le vallon de l'Erps supérieur. Celle-ci peut présenter un obstacle à l'écoulement des eaux en cas de crue. Un peu à l'aval, un chalet en rive droite, est menacé à son pied par l'écoulement de ce torrent.

Le vallon de l'Erps inférieur quant à lui, représente une menace pour plusieurs chalets situés en rive gauche. Des traces d'anciennes laves torrentielles sont présentes dans les bois, à une cinquantaine de mètres en amont des chalets. En cas de laves, celles-ci peuvent sortir du lit actuel et divaguer à travers les bois. Plusieurs chenaux sont visibles dans la morphologie du terrain.

la carte des aléas

L'aléa torrentielle susceptible de se produire dans ce secteur a une intensité élevée au vue des traces de laves encore visibles. Le chalet situé en rive gauche à la confluence avec le Boréon est en aléa élevé. Tandis que celui situé juste un peu en amont est dans une zone d'aléa moyen.

Vallon du Cavalet

situation

Le vallon du Cavalet se situe en rive droite du torrent du Boréon. Il prend naissance sur le versant méridional de la cime de Cerise.

description géologique

Son bassin versant s'étend sur quelques hectares sur des terrains morainiques sensibles à l'érosion. Ce vallon à forte pente est sujet aux laves torrentielles. En novembre 2002, une importante crue a emporté le pont de la RD89.

définition de l'événement de référence

Cette dernière constitue notre événement de référence.

les enjeux et les protections



Source : RTM-06, novembre 2002

Le pont de la RD 89 qui franchit le vallon du Cavalet en amont de l'Hôtel représente un obstacle à l'écoulement du torrent en cas de lave. Celui-ci a été emporté par le phénomène survenu en novembre 2002, provoquant l'inaccessibilité du vallon de Salèse pendant plusieurs semaines.

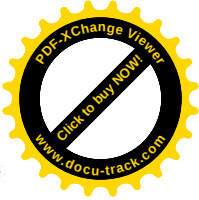
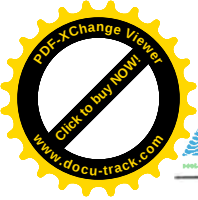
L'hôtel en contre bas du pont a été édifié sur l'ancien cône du torrent, en rive gauche du lit actuel. Il est menacé par les laves torrentielles. (cf. photo ci contre)

Plus à l'aval, la route départementale 89 a été obstruée par des matériaux lors de ce même événement.

Photo n°3 : Lit du Cavalet juste après la crue de novembre 2002

la carte des aléas

L'aléa torrentiel susceptible de se produire sur son cône de déjection a une intensité élevée. De nouveaux débordements sont à prévoir sur les terrains en rive gauche en aval du pont de la RD 89, jusqu'à l'Hôtel. A l'aval de l'Hôtel, des débordements peuvent se produire en rive gauche sur la route départementale 89, coupant ainsi l'accès au hameau du Boréon.



Vallon du Salèse

situation

Le vallon du Salèse est un des principaux affluents du Boréon. D'une superficie de quelques kilomètres carrés, il se situe en rive droite du torrent du Boréon. Il prend naissance sur le versant exposé sud de la Point de Rogué.

description géologique

Son bassin versant s'étend sur 12,6 km², sur des terrains granitiques fortement dégradés par endroit.

les enjeux et les protections

Le torrent encaissé en aval de la route départementale 89, ne présente pas une menace pour les chalets situés en rive droite.

Le pont de la route départementale représente un obstacle et peut être sujet aux embâcles.

A l'aval du pont, le torrent peut divaguer sur son cône de déjection. Un ancien chenal est visible en rive droite.

la carte des aléas

L'aléa torrentiel susceptible de se produire dans cette zone est élevé.

Vallon du Champet

situation

Le vallon du Champet se situe en rive droite du torrent du Boréon. Il prend naissance sur le versant exposé sud est du Caïre Nicoleau.

description géologique

Son bassin versant s'étend sur des terrains cristallins fortement dégradés par endroit. Ce vallon a forte pente est sujet aux laves torrentielles très chargées en matériaux (cf. photo ci-dessous).



Photo n° 4 : Cône de déjection du Vallon du Champet.

Source : RTM-06, avril 2004

les enjeux et les protections

Régulièrement la route départementale 89 est coupée par des laves torrentielles qui provoquent l'isolement du Hameau du Boréon.

la carte des aléas

Le vallon du Champet est soumis à un aléa élevé de laves torrentielles. Des débordements sont fréquents sur la route.

7.2. la traversée de l'agglomération de Saint Martin Vésubie

le Boréon

définition de l'événement de référence

L'événement de référence est pris égal à une crue centennale dont le débit liquide serait :

Site	Altitude	Superficie (km ²)	Evénement de référence
En amont du pont Mayssa	1110 m	47,9	260 m ³ /s
En aval du vallon du Villars	1090 m	55,7	295 m ³ /s
En amont de la confluence avec la Madone de Fenestre	895 m	65,3	335 m ³ /s

La capacité de transport de matériaux serait d'environ 175000 m³.

les enjeux et les protections

D'amont en aval, les secteurs qui paraissent les plus exposés sont :

- *les parcelles situées en rive gauche en amont de la colonie de vacances qui occupent un ancien bras vif du Boréon (cf. photo 5).*

De part sa situation topographique, le bâtiment de la colonie implanté sur une ancienne terrasse du Boréon, semble à l'abri de tout débordement. Cependant plus à l'amont, au droit des anciennes piscicultures, une rupture de pente peut favoriser le dépôt des matériaux et provoquer une large divagation du torrent. Ainsi en cas de crue, le torrent peut emprunter un ancien bras vif bordant les terrains au nord de la colonie et provoquer d'importantes érosions.

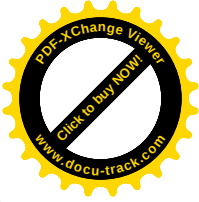
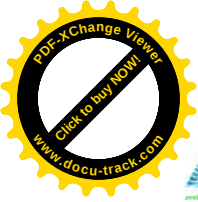
- *Le pont Mayssa*

Il a été rehaussé mais la sous-poutre de l'ancien ouvrage a été conservée et limite le tirant d'eau à 3,75 m. En amont du pont, le lit suit un coude bien marqué à droite qui ne permet pas une mise en vitesse optimale de l'écoulement sous l'ouvrage et qui induit d'importants affouillements de berges en rive gauche. Ainsi la protection de berge actuelle, réalisée en gabions, montre d'inquiétants signes de faiblesse.

- *les chalets qui occupent un ancien bras vif du Boréon en rive droite, à l'amont immédiat de la confluence avec le vallon du Villars (cf. photo 6);*

La situation de ces constructions est très préoccupante. Actuellement, un vieux mur en maçonnerie, d'à peine deux mètres de haut, assure de manière illusoire une protection contre des débordements venant de l'amont. Ainsi, lors des hautes eaux consécutives aux pluies de novembre 2002, on a pu constater l'affleurement du niveau du Boréon par rapport à la crête de « digue ». Dans ce secteur, le lit du torrent est encore pavé de blocs de très gros diamètre. Leur présence constitue un facteur aggravant en cas de crue car ils favorisent le blocage de flottants et l'atterrissement de matériaux.

- *le chalet du quartier Encouana situé en rive gauche dans une zone de divagation du Boréon. Ses berges sont protégées par un enrochement grossièrement agencé. Sa pérennité est plus que douteuse. Sur la rive opposée deux maisons ont été menacées par le torrent lors de la crue de 1997. Un enrochement bétonné a été réalisé depuis afin de protéger la berge.*



- *le camping « la Meirio », exposé à un débordement du Boréon en cas de crue supérieure à celle de fréquence décennale ;*

En cas d'événement majeur, la submersion du camping concernerait l'ensemble du terrain, avec des vitesses d'écoulement très rapides.

- *les habitations du quartier de la Loubonnière, qui sont implantées en rive droite dans une zone de divagation du Boréon ;*

Les occupants de ces maisons se retrouveraient très rapidement isolés en cas de crue et les constructions ne pourraient certainement pas résister aux fortes contraintes imposées par les débordements du torrent. On notera d'autre part le facteur aggravant constitué par le torrent de la Loubonnière, dont la présence constitue une menace directe sur le bâti et dont les écoulements interdiraient toute évacuation en cas d'événements simultanés.

- *les constructions occupant la rive opposée dans ce même secteur, exposées à d'importants phénomènes d'affouillements de berge ;*

En rive gauche (1025 m), des habitations sont construites au bord du torrent qu'elles dominent de près de 5 à 6 mètres. Elles sont localisées dans l'extrados d'un méandre à droite et sont protégées en pied de berge par un cordon d'enrochements liés au béton, d'une centaine de mètres de longueur. Dans ce secteur la berge est fortement sollicitée par les écoulements et on observe un démantèlement progressif de la protection par affouillement qu'il conviendrait de traiter (Cf. la **photo 7**).

- *La maison située en rive gauche à l'amont du pont Saint Nicolas ;*

En amont du pont Saint Nicolas (1010 m), la berge rive droite est fortement sollicitée et fait l'objet de nombreuses érosions. La parcelle occupée par une maison en rive gauche a été inondée partiellement lors de la crue de 1997. Un mur en maçonnerie assure une légère protection de berge. Toutefois, la localisation de cette construction conduirait probablement à son isolement en cas de forte crue et interdirait toute possibilité d'évacuation.

- *Le pont Saint Nicolas ;*

Le pont Saint Nicolas (ou pont de la gendarmerie) présente un tirant d'air compris entre 3,2 et 3,8 mètres. D'après certains témoignages, celui-ci aurait déjà été submergé par des crues.

- *les terrains utilisés par une entreprise de travaux publics, en aval du pont de la gendarmerie ;*

Au droit d'une entreprise de travaux publics implantée sur la rive droite, on constate un resserrement du lit. Un remblaiement du lit majeur a été réalisé réduisant la largeur du lit à 8 mètres seulement. Ce remblai est protégé sommairement par des blocs d'enrochement faiblement liaisonnés.

- *Une maison en rive gauche à l'aval du pont Saint Nicolas ;*

Cette maison occupe le lit majeur. Elle est menacée par les débordements du Boréon en raison d'une hauteur de berge de 2,5 mètres.

- *un chalet construit en rive droite du torrent, à la confluence avec le ravin Saint Nicolas (cf. **photo 8**) ;*

Au droit de la confluence avec le ravin de Saint Nicolas (980 m), en rive droite, se trouve un chalet construit au bord du Boréon qui est très exposé à un débordement massif du torrent étant donné la faible hauteur du perré vertical qui le protège (2 mètres seulement).

- *une écurie et les terrains situés en rive gauche à l'amont immédiat du pont de la RD2565.*

D'après un témoignage, la crue de 1997 aurait inondé l'écurie, si l'écoulement n'avait pas été détourné par le propriétaire.

- *les terrains de tennis, en rive gauche à l'aval de la RD2565 et l'immeuble sur la rive opposé ;*

En aval, 3 tennis occupent le lit majeur du Boréon. Compte tenu de leur localisation et de la hauteur de berge disponible, la submersion et l'érosion de ces terrains est très probable en cas de forte crue. La rive opposée dépasse de 50 cm environ ce niveau et de 1 mètre si on prend la crête du mur comme référence. L'inondation de la base de l'immeuble situé en rive droite est donc prévisible, mais ce bâtiment semble cependant moins exposé aux érosions du torrent que les terrains de tennis.

- *la zone d'activité de Pra d'Agout en rive gauche à l'amont du cimetière ;*

Sur cette zone d'activité plusieurs établissements sont menacés par les crues dont une scierie. Celle-ci entrepose du bois juste en bordure du torrent. Ce stockage constitue une aggravation des risques pour l'aval, compte tenu de sa mobilisation probable, et des risques de formation d'embâcles en amont du pont du cimetière. Sur ce même secteur un bâtiment technique situé en partie dans le lit mineur du torrent voit ces fondations affouillés un peu plus à chaque passage des crues. Il est peu probable qu'elles résistent aux contraintes imposées par l'écoulement dans le lit mineur, étant donné l'importance des désordres d'ores et déjà existants.

- *Le quartier situé en rive droite en amont immédiat du pont du cimetière, exposé à des débordements du Boréon et à des risques d'embâcles au droit du pont.*

Concernant ce quartier, la hauteur des enrochements bétonnés qui protègent la berge est très irrégulière. Elle est maximum dans la partie médiane, avec un niveau de l'ordre de 3,80 m au dessus des eaux ordinaires. En revanche, aux extrémités amont et aval, le niveau moyen de la protection ne dépasse pas 2,50 m et atteint localement seulement 2 mètres, ce qui semble tout à fait insuffisant en cas de crue centennale. Des débordements sont donc à attendre dans ces secteurs.

- Le stade situé à la confluence avec la Madone de Fenestre (cf. photo 9), submersible par ces deux torrents.
- Les constructions implantées en rive droite, au droit du stade, menacées par les affouillements de berge.

la carte des aléas

L'aléa torrentiel susceptible de se produire sur la majeure partie des secteurs énumérés ci-dessus est élevé compte tenu de la vitesse et de la hauteur des eaux du torrent en cas de crue.



le quartier Encouana sont en

Photo 5 : ancien bras vif en rive gauche du Boréon à l'amont de la Colonie

Source : RTM-06, janvier 2004



Photo 6 : Chalet situé dans un ancien bras vif du Boréon

Source : RTM-06, janvier 2004

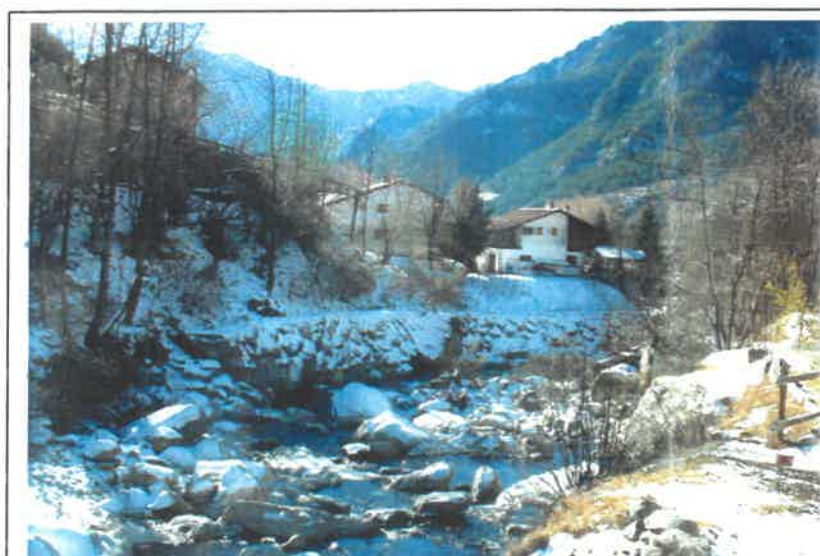
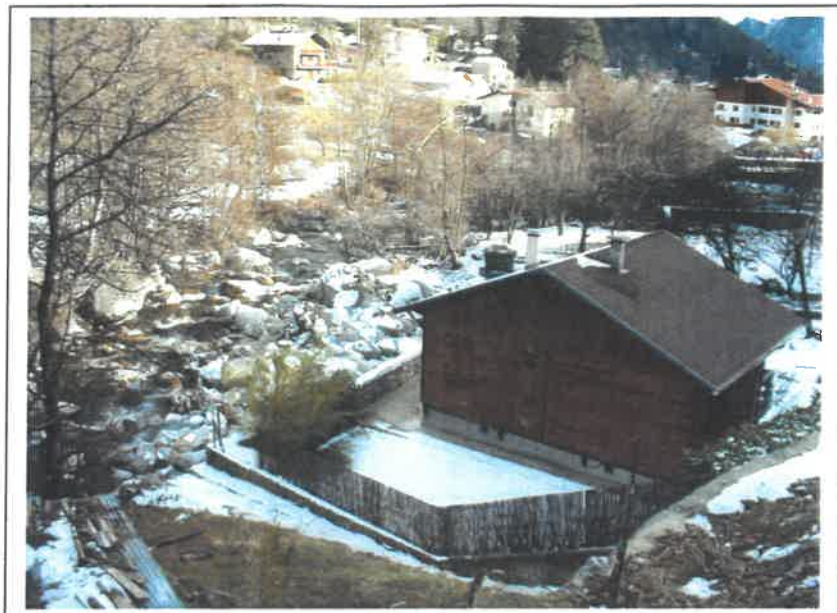


Photo 7 : protection de
berge affouillée en rive
gauche du Boréon,
quartier de la
Loubonnière

Source : RTM-06,
janvier 2004

Photo 8 : chalet en rive droite du Boréon, très exposé aux crues, quartier Saint Nicolas



Source : RTM-06, janvier 2004

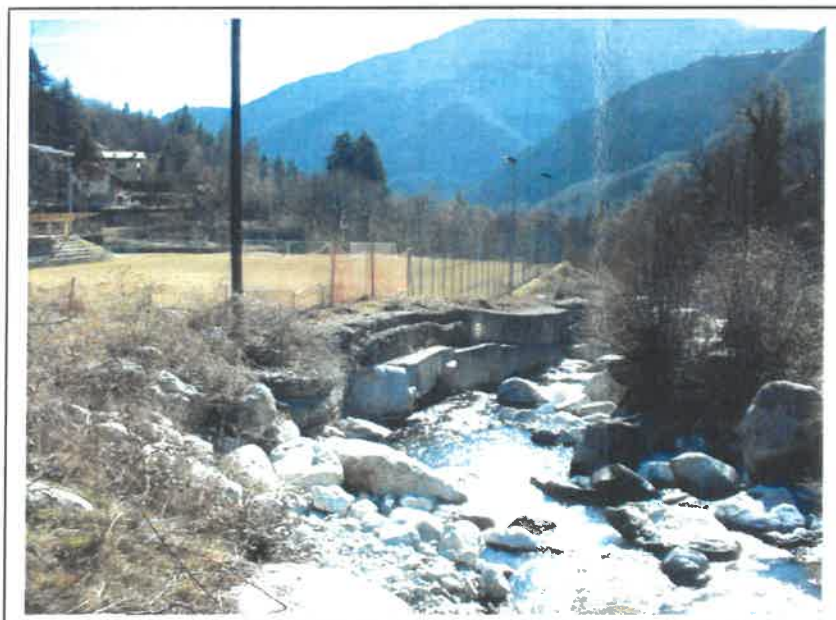
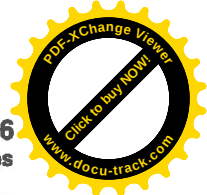
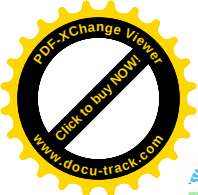


Photo 9 : protection de berge en rive gauche au niveau du stade.

Source : RTM-06, mars 2004



Vallon de la Vilette

Situation

Le vallon de la Vilette se situe en rive droite du torrent du Boréon. Il prend naissance sur le versant méridional du Balaour Inférieur.

description géologique

Son bassin versant s'étend sur quelques hectares. Les versants drainés par ce torrent sont tapissés de dépôts glaciaires et on y trouve également d'importants manteaux d'éboulis. Ce torrent est sujet à des laves torrentielles. La présence d'anciens bourrelets de laves sur son cône en témoigne.

définition de l'événement de référence

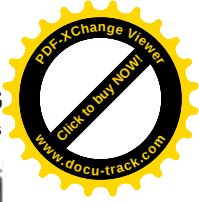
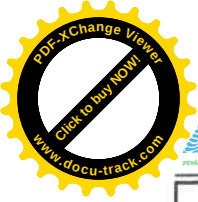
L'événement de référence est pris égal à une crue centennale dont le débit liquide serait d'environ 5 m³/s .

les enjeux et les protections

Plusieurs maisons sont édifiées sur la partie inférieure de son cône. Plusieurs d'entre elles se trouvent menacées du fait de la divagation de ce torrent sur la totalité de son cône.

la carte des aléas

Le vallon de la Vilette est soumis à un aléa élevé de laves torrentielles sur la partie supérieure de son cône et de part et d'autre de son lit mineur actuel. A l'aval l'aléa est moyen à faible.



Vallon du Villars

Situation

Le vallon du Villars se situe en rive droite du torrent du Boréon. Il prend naissance sur le versant exposé est du Mont Pépouri.

description géologique

Son bassin versant s'étend sur 7,9 km². Les versants drainés par ce torrent sont tapissés de dépôts glaciaire et on y trouve également d'importants manteaux d'éboulis. En rive gauche, l'érosion est bien active sous le flanc Sud Ouest du Mont Archas (2526 m), sous forme de ravinement intense dans les placages morainiques. En rive droite, l'érosion est plus modeste et limitée principalement à des ravinements dans le vallon de Patacros.

définition de l'événement de référence

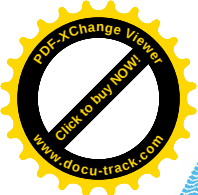
L'événement de référence est pris égal à une crue centennale dont le débit liquide serait d'environ 60 m³/s et un volume solide mobilisable compris entre 25 et 50000 m³ de matériaux.

les enjeux et les protections

Dans sa traversée de l'agglomération de Saint Martin Vésubie, le torrent est franchi à deux reprises par la route départementale 2565. L'ouvrage le plus à l'aval n'est pas suffisamment dimensionné. En cas de crue le torrent peut sortir de son lit. Deux maisons sont menacées par le torrent sur les parcelles n°80 et 109.

la carte des aléas

Le vallon du Villars est soumis à un aléa élevé de laves torrentielles. Des débordements sont à prévoir sur son cône de déjection.



Vallon de Encouana

situation

Le vallon d'Encouana se situe en rive gauche du torrent du Boréon. Il prend naissance sur le versant exposé ouest de la forêt de Brondas.

description géologique

Son bassin versant s'étend sur quelques hectares, sur des éboulis anciens pouvant être réactivés par endroit. Une griffe d'érosion est d'ailleurs visible au milieu des bois. Ce vallon a un écoulement temporaire. Dans le passé cette ravine a connu d'importantes laves qui ont conduit à former un cône d'une grande superficie. Des bourrelets de laves sont encore visibles dans la morphologie du terrain.

Aujourd'hui encore des laves torrentielles peuvent s'y former en cas de fortes précipitations en raison d'un important stock de matériaux mobilisables à l'amont.

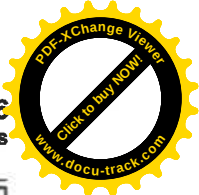
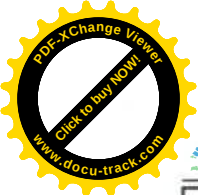
les enjeux et les protections

Au sommet de son cône de déjection des murs en pierres sont encore visibles. Ceux-ci servaient à dévier les laves et à protéger les riverains. Ces murs sont complètement atterrés et les laves peuvent les déborder.

Plusieurs maisons se sont installées sur son cône de déjection. Quelques unes sont menacées d'engravement. Les autres peuvent être envahies par une lame d'eau boueuse.

la carte des aléas

La maison située au débouché de ce vallon et sur la partie supérieure de son cône de déjection est en aléa fort. Ensuite les maisons un peu à l'aval de la première et en amont du chemin rural de Salèse sont en aléa moyen.



Vallon de la Loubonnière

situation

Le vallon de La Loubonnière se situe en rive droite du torrent du Boréon. Il prend naissance sur le versant exposé nord-est de Baus de la Frema.

description géologique

Son bassin versant s'étend sur 1,7 km², sur des terrains gréseux et parsemés par des éboulis vifs. Ce torrent à forte pente peut être le siège de laves torrentielles à l'occasion d'épisodes pluvieux intenses. L'événement du 29 août 1992 a conduit au dépôt d'environ 5000 m³ de matériaux sur le cône de déjection. La présence d'un vieux mur digue à son sommet témoigne de leurs occurrences régulières par le passé.

définition de l'événement de référence

L'événement de référence est pris égal à une crue centennale dont le débit liquide serait d'environ 16 m³/s et dont la capacité de transport de matériaux serait d'environ 15000m³, avec formation de laves torrentielles pouvant se répandre sur le cône du torrent.

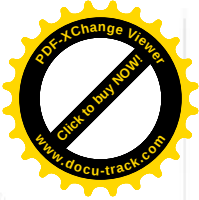
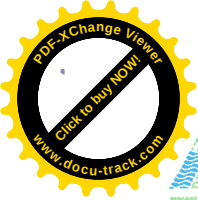
les enjeux et les protections

Plusieurs maisons sont construites sur le cône de déjection de ce torrent. Elles sont menacées par des laves torrentielles. Deux d'entre elles ont été sinistrées lors de l'événement d'août 1992 (cf. photo page 11).

Une digue de grande ampleur a été réalisée afin de protéger la maison située sur la parcelle numéro 4. Celle-ci envoie l'écoulement en rive gauche en direction du chalet voisin.

la carte des aléas

L'aléa susceptible de se produire sur ce cône de déjection a une intensité élevée sur toute la partie déjà affectée lors de l'épisode de 1992. Au delà l'aléa est qualifié de moyen.



Ravin Daniel

situation

Le ravin Daniel se situe en rive droite du torrent du Boréon. Il prend naissance sur le versant exposé nord-est du Baus de la Frema.

description géologique

Son bassin versant s'étend sur quelques hectares sur des terrains gréseux. Ce torrent à forte pente peut être le siège de laves torrentielles à l'occasion d'épisodes pluvieux intenses. La présence d'anciens bourrelets de laves sur son cône en témoigne.

définition de l'événement de référence

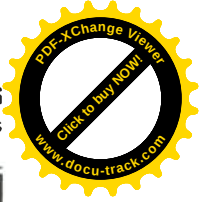
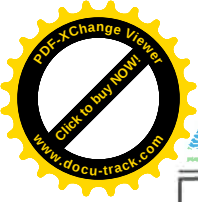
L'événement de référence est pris égal à une crue centennale dont le débit liquide serait d'environ 5 m³/s et de laves torrentielles d'un volume de 5000 m³.

les enjeux et les protections

Plusieurs maisons sont construites sur le cône de déjection de ce torrent. Elles sont menacées par des laves torrentielles.

la carte des aléas

L'aléa susceptible de se produire sur toute la partie supérieure de son cône et de part et d'autre de son lit actuel a une intensité élevée. Au delà l'aléa est moyen.



Ravin Saint Nicolas

situation

Le vallon de Saint Nicolas se situe en rive droite du torrent du Boréon. Il prend naissance sur le versant exposé est du Baus de la Frema.

description géologique

Son bassin versant s'étend sur quelques hectares, sur des terrains gréseux et parsemés par des éboulis vifs. Ce vallon a un écoulement temporaire. A la sortie de ce vallon, ce torrent n'a plus de véritable lit. Celui-ci a été remanié afin de créer des accès aux propriétés. Dans la morphologie du terrain, un talweg est encore visible mais il a été recolonisé petit à petit par la végétation.

Ce torrent à forte pente peut être le siège de laves torrentielles à l'occasion d'épisodes pluvieux intenses. La présence d'anciens bourrelets de laves sur la partie haute de son cône en témoigne.

définition de l'événement de référence

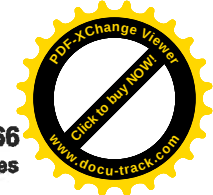
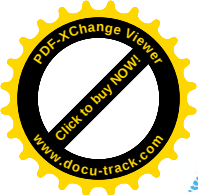
L'événement de référence est pris égal à une crue centennale dont le débit liquide serait d'environ 6 m³/s. Des formations de laves sont possibles.

les enjeux et les protections

La majeure partie de son cône est occupée par des habitations. En cas de fortes précipitations le torrent peut emprunter soit la petite route goudronnée qui descend vers la route départementale, soit un ancien talweg. Plusieurs maisons sont ainsi menacées par ces écoulements brutaux

la carte des aléas

L'aléa susceptible de se produire sur ce secteur a une intensité élevée sur la partie supérieure de son cône et tout le long de la petite route qui descend. Cette dernière est bordée par des amas de pierres de chaque côté. Le flux est ainsi bien chenalisé. A l'aval les écoulements peuvent se disperser en rive droite et gauche. Quelques maisons sont en aléa moyen.



Vallon du Vernet

Situation

Le vallon du Vernet se situe en rive droite du torrent du Boréon. Il prend naissance sur le versant exposé nord de la Cime de Colmiane.

description géologique

Son bassin versant s'étend sur 3,4 km², sur des terrains gréseux et parsemés par des éboulis vifs.

définition de l'événement de référence

L'événement de référence est pris égale à une crue centennale dont le débit liquide serait d'environ 30 m³/s.

les enjeux et les protections

Au débouché de son cône, le lit du torrent est canalisé dans un petit chenal longé par une voirie desservant les propriétés riveraines. Dans sa partie haute ce chenal est insuffisant pour contenir le torrent en cas de crue centennale. Ainsi il peut emprunter la voie d'accès et déborder sur les propriétés en rive gauche. Ce chenal est dans l'ensemble très mal entretenu. La végétation est très présente dans son lit. Plusieurs petits ponts ou passerelle franchissent ce torrent. En cas de crue, des phénomènes d'embâcles peuvent se former.

la carte des aléas

L'aléa susceptible de se produire sur ce secteur a une intensité élevée tout le long du chenal. A l'aval, les débordements s'étalent sur son cône. L'aléa devient moyen de part et d'autre du lit mineur.

la Madone de Fenestre

définition de l'événement de référence

L'événement de référence est pris égal à une crue centennale dont le débit liquide serait :

Site	Altitude	Superficie (km ²)	Evénement de référence
Confluence avec le Boréon	895 m	37	200 m ³ /s

La capacité de transport de matériaux serait d'environ 160000 m³.

les enjeux et les protections

D'amont en aval, les secteurs qui paraissent les plus exposés sont :

- *l'ancien moulin à l'aval immédiat du pont Saint Antoine* qui peut être atteint par l'eau. Dans ce secteur le lit est très profond, les risques d'affouillements sont limités et les débordements sont exclus sauf en cas d'embâcle exceptionnelle.
- *Les terrasses en rive droite au niveau de la prise d'eau* peuvent être envahies par les eaux. Juste à l'amont de la prise d'eau, une zone de dépôt en cas de crue importante peut rehausser le niveau du lit. Dans ce cas, l'écoulement quitterait son lit pour emprunter les terrasses en rive droite. Une maison est menacée par ces crues. Néanmoins les risques sont limités puisque la pente général de la terrasse repousse l'écoulement en direction du lit.
- *La maison en rive droite, à l'aval de la prise d'eau* est menacée de voir ses fondations affouillées par les crues successives. A l'aval dans sa continuité un ancien mur de protection est en ruine. A l'extrémité de ce mur, le torrent peut quitter son lit et s'écouler sur d'anciennes terrasses en rive droite avant de regagner son lit au niveau du chalet. D'anciens murs encore visibles sur ces terrasses redirigent le flux dans son lit.
- *Les trois chalets situés en rive droite* sont protégés à leur pied par des enrochements bétonnés. Néanmoins en cas de crue exceptionnelle il n'est pas exclu que ceux-ci soient menacés.
- *L'habitation en rive gauche dans le lotissement.* En cas de crue centennale, la hauteur de l'eau (en considérant une largeur de 10 m et des berges verticales) serait de 3,1 m, soit une hauteur de charge de 4,65 m. Si l'on considère une hauteur de respiration de 1,5 m, l'habitation en rive gauche est à la limite de l'inondation. Cependant lors d'une très forte crue, le lit s'élargirait probablement (au détriment de la rive gauche) de quelques mètres ce qui conduirait à une réduction de la hauteur d'eau.
- *Au niveau du viaduc,* l'écoulement va déborder sous la seconde arche en rive gauche. La route et les terrains à l'aval vont être envahis par les eaux.
- *Le stade et les tennis situés à la confluence avec le Boréon* (cf. photo 4), sont submersibles par ces deux torrents.

la carte des aléas

L'aléa torrentiel susceptible de se produire sur la majeure partie des secteurs énumérés ci-dessus est élevé compte tenu de la vitesse et de la hauteur des eaux du torrent en cas de crue .

la Vésubie

A l'aval du vallon de la Madone de Fenestre, la pente de la Vésubie est plus faible. La largeur du lit est plus importante. Le torrent se transforme en rivière torrentielle et divague sur une grande partie de son lit majeur.

les enjeux et les protections

D'amont en aval, les secteurs qui paraissent les plus exposés sont :

- La maison située en rive gauche de la Vésubie et à la confluence avec le torrent du Tournon. Un enrochement a été édifié après les dernières crues de la Vésubie afin de protéger les berges (cf. photo n° 6).
- L'usine EDF située en rive gauche de la Vésubie et à la confluence du vallon de Valenas.

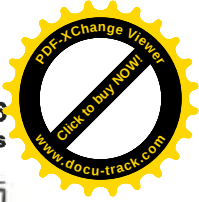
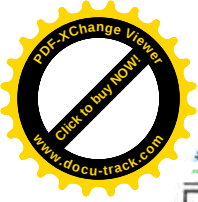


Photo n°10 : enrochements bétonnés pour protéger la berge. Le chalet au toit rouge en arrière plan est menacé par les crues de la Vésubie.

Cliché RTM-06, février 2004

la carte des aléas

L'aléa torrentiel susceptible de se produire sur la totalité de son lit majeur est élevé compte tenu de la vitesse et de la hauteur des eaux du torrent en cas de crue .



Vallon du Tournon

situation

Le vallon du Tournon se situe en rive gauche de la Vésubie. Il prend naissance sur le versant exposé sud-ouest de la Cime de la Palu.

description géologique

Son bassin versant s'étend sur quelques hectares, sur des terrains parsemés par des éboulis anciens. Ce vallon a un écoulement temporaire. A la sortie de ce vallon, ce torrent n'a plus de véritable lit. Celui-ci a été remanié afin de créer des accès aux propriétés. Dans la morphologie du terrain un talweg est encore visible mais il a été regagné petit à petit par la végétation.

définition de l'événement de référence

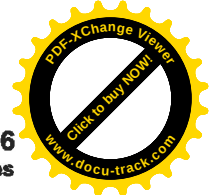
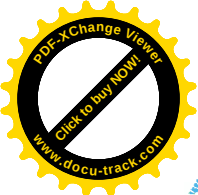
L'événement de référence est pris égale à une crue centennale dont le débit liquide serait d'environ 8 m³/s.

les enjeux et les protections

Dans la partie supérieure de son cône de déjection, ce torrent est canalisé dans un busage cadre de section $S = 1,8 \text{ m}^2$ pour le franchissement de la RD 2565. A l'amont de celui-ci un piège à flottants permet d'éviter les phénomènes d'embâcle. Néanmoins la végétation est très présente dans le lit. Le busage a été dimensionné pour évacuer la crue centennale. En cas de crue, la totalité de l'écoulement pourra être évacué par la buse. Un entretien régulier de la végétation est toutefois indispensable. A la sortie du busage, le torrent retrouve un lit bien marqué sur son cône. En rive gauche celui-ci est longé par un ancien mur jusqu'au chemin rural numéro 17. Au franchissement de ce chemin rural le torrent est busé. Cette buse peut être sujette à des phénomènes d'embâcles. L'écoulement peut passer au-dessus de la route et divaguer sur son cône. Deux maisons situées en rive gauche à la confluence avec la Vésubie sont menacées par ces débordements.

la carte des aléas

L'aléa torrentiel susceptible de se produire dans son lit mineur est élevé. Au delà, l'aléa est moyen à faible.



Vallon de Pierre du Villar

situation

Le vallon de la Pierre du Villar se situe en rive gauche de la Vesubie. Il prend naissance sur le versant exposé sud-ouest de la Cime de la Palu.

description géologique

Son bassin versant s'étend sur 1,4 km², sur des terrains aux roches migmatites et gneissiques. Son lit est bien marqué dans la morphologie. Ce vallon a un écoulement temporaire. La végétation est très présente dans son lit. Des phénomènes d'embâcles peuvent se produire.

définition de l'événement de référence

L'événement de référence est pris égal à une crue centennale dont le débit liquide serait d'environ 14 m³/s.

les enjeux et les protections

A l'amont du pont de la départementale n°2565, la route d'accès au quartier de Lou Cros longe le torrent en rive gauche. Celle-ci peut être empruntée par le torrent en crue à partir du passage à gué avant de regagner son lit juste avant le pont.

A l'aval du pont de la RD 2565, une maison est située en rive gauche du torrent juste en bordure du lit majeur. Celle-ci peut être menacée en cas de crue centennale.

la carte des aléas

L'aléa torrentiel susceptible de se produire sur cette zone est élevé.

Autres vallons

Plusieurs petits vallons en rive gauche de la Vésubie peuvent être sujets à des écoulements concentrés en cas de fortes précipitations. Ces écoulements peuvent affecter plusieurs maisons situées à proximité ou dans le lit même de ces vallons.

Vallon de Ciandolen

Au franchissement de la route départementale 2565, la buse peut être obstruée en cas de fort écoulement. L'eau passera sur la route avant de rejoindre son lit. A l'aval au niveau du chemin n°17, le vallon est obstrué par l'extension d'un chalet et le stockage de matériaux divers dans son lit (parcelle n°212). L'eau risque d'inonder le chalet et de divaguer de part et d'autre de son lit (cf photo ci-dessous).



Photo n°11 : Vallon obstrué par l'extension du chalet et par le stockage de matériaux divers.

Cliché RTM-06, février 2004

Vallon de Nantello

Au franchissement de la route départementale 2565, la buse semble assez bien dimensionnée en cas de fort écoulement. Aucun aménagement futur, dans le lit même de ce vallon, ne devra faire obstacle à son écoulement.

Vallon des châtaigniers

D'une superficie de 1,5 km², le vallon des châtaigniers présente un talweg bien encaissé. Celui-ci est busé sur une centaine de mètres à l'aval immédiat du pont de la route départementale 2565. Ce busage a permis l'installation d'une déchetterie juste au dessus. Ce busage semble suffisant pour le passage d'une crue centennale. Néanmoins un entretien régulier de la végétation est toutefois indispensable dans ce vallon afin d'éviter la formation de phénomènes d'embâcles si celui-ci n'est pas nettoyé.

8. Le zonage réglementaire

8.1. Définition des différentes zones

Méthodologie

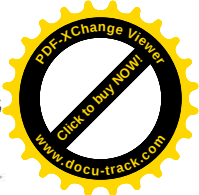
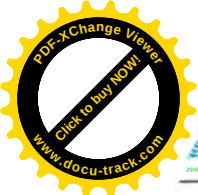
La méthode choisie consiste à faire correspondre une zone rouge, bleue ou blanche aux différents niveaux d'aléa en prenant en compte éventuellement les ouvrages de protection existants (dimensionnement, construction, état) ou ceux à mettre en place en fonction des conditions de mise en œuvre.

Ainsi, trois zones figurent sur cette carte (*Cf. document 2, plan de zonage*). :

- la **zone de danger** (ou zone rouge) délimite les zones à risque fort elles seront les plus touchées en cas de crue, les constructions y sont interdites. Cependant certains aménagements tels que les ouvrages de protection qui n'aggravent pas l'aléa peuvent être autorisés.
- la **zone de précaution** (ou zone bleue) délimite les zones à risque faible qui peuvent également être touchées par une crue mais où les phénomènes sont de moindre intensité. L'urbanisation et l'utilisation du sol sont limitées et soumises à prescription, de façon à ne pas aggraver l'aléa.
- la **zone blanche** délimite les zones non exposées aux phénomènes étudiés.

Ces trois zones sont définies à partir de la carte des aléas et des ouvrages de protection (s'ils existent selon leur dimensionnement, leur conception et leurs mesures d'entretien sinon selon le type de protection nécessaire).

- la **zone de danger** correspond aux zones où ont été définis
 - les **aléas forts**,
 - et les **aléas modérés** pour lesquels une **protection** ne peut être obtenue que par des **mesures collectives** à l'échelle de plusieurs parcelles et dont les coûts seront en conséquence très élevés.
- la **zone de précaution** correspond aux zones
 - de **faible aléa**,
 - et aux zones d'**aléa modéré** où une **protection parcellaire** est **suffisante**.
- la **zone blanche** correspond aux zones pour lesquelles l'**aléa est nul**.

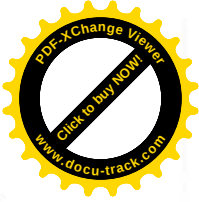
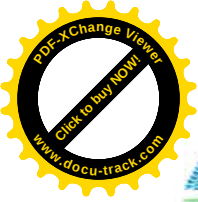


8.2. Mesures de prévention

La mise en place de certaines mesures de prévention peut nettement diminuer les conséquences d'une crue.

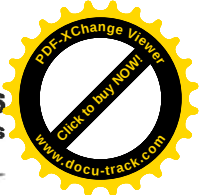
Les Ministères chargés de l'environnement et de l'équipement, des transports et du logement ont imprimé en 2002, dans le cadre de la prévention des risques naturels, en particulier du risque d'inondation, un guide sur les mesures de préventions.

Le règlement (Cf. document 2.2) présente l'ensemble des mesures à mettre en œuvre dans le cadre de ce P.P.R..



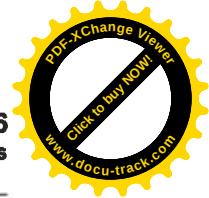
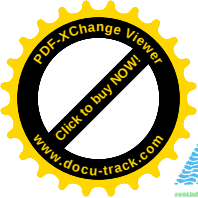
Bibliographie

- Cabinet d'études Ruby Ingénieurs Conseils, 1989. Camping municipal commune de Roquebillière Etude hydraulique du vallon de Cervagne. Mémoire, 10 p.
- CASTELA, 1971. Hydrologie des Alpes-Maritimes. Direction Départementale de l'Agriculture. 112 p.
- Direction Régionale de l'Environnement. Direction Départementale de l'Equipement Géosphair, 2000. De la carte informative à la cartographie des aléas. 31 p.
- FELIX J., 1994. La torrentialité et la crue du Riou de Lantosque. Mémoire de Licence. Université des lettres et des sciences humaines de Nice, 56 p.
- HYDROTECHNICA, 1995. Etude hydraulique Aménagement du Riou de Lantosque entre le pont de l'hôpital et le pont des Clapières. Conseil Général des Alpes-Maritimes. 12 p.
- KOULINSKI V., 1994. Etude de la traversée de St Martin Vesubie par le torrent de la Madone de Fenestre. S.I.V.O.M. St Martin Vesubie –Venanson. 51 p.
- LEFORT P., 1998. Crues de la Vesubie, expertise hydraulique, complément : quartier Gordolon. 12 p.
- LEFORT P., 1998. Crues de la Vesubie, expertise hydraulique, rapport définitif. 43 p.
- MEIGNIEN E., 1994. Note annexe sur l'estimation de la crue centennale à Roquebillière. Nice, service R.T.M., 3 p.
- Ministère de l'aménagement du Territoire et de l'Environnement & Ministère de l'Equipement des Transports et du Logement, 1999. Plans de prévention des risques naturels (PPR) Risques d'inondation Guide méthodologique. Paris, La documentation française, Coll. Guides, 123 p.
- Ministère de l'aménagement du Territoire et de l'Environnement & Ministère de l'Equipement des Transports et du Logement, 2002. Plans de prévention des risques naturels (PPR) Risques d'inondation Mesures de prévention. Paris, La documentation française, Coll. Guides, 123 p.
- Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 2001. Elaboration d'atlas de zones inondables par des techniques d'analyse géomorphologique. Nice, service R.T.M., 42 p.
- MOUGIN M.-P., 1931. La restauration des Alpes.
- MUSSO A., F. & J., 1981. Roquebillière notes d'histoire. Collection les Régionales. St Laurent du Var, éditions Serre, 33 p.
- Service R.T.M., 1993. Note sur les phénomènes torrentiels survenus dans les Alpes-Maritimes le 13 septembre 1993. Nice, service R.T.M., 34 p.
- Service R.T.M., février 2003. Etude de l'aléa torrentiel lié au torrent du Boréon sur la commune de Saint Martin-Vesubie, 32 p.
- SOGREAH, 1999. Fleuve Var Etude globale du bassin versant.



SOGREAH, 1994. Etude hydraulique Riou de Lantosque partie couverte dans Lantosque,
Conseil Général des Alpes-Maritimes Service Techniques, 13p.

SOGREAH, 1997. Etude hydraulique Prise d'eau du Suquet d'Utelle, SARL Le Suquet
d'Utelle Matzner 132p.



ANNEXES

ANNEXE 1.1 : données météorologiques - Stations de Lantosque et St Martin - Vésubie

METEO-FRANCE

CENTRE DEPARTEMENTAL DES ALPES-MARITIMES
AEROPORT DE NICE COTE D'AZUR
06281 NICE CEDEX 3
Phone : 04 92 29 48 49
Fax : 04 92 29 48 58

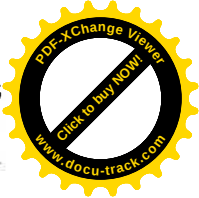
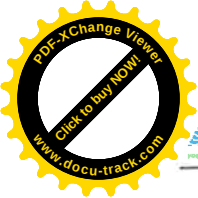
NICE CEDEX 3 le : 25/ 6/2002

Objet : Calcul des durées de retour de phénomènes rares par la méthode de GUMBEL

PRECIPITATIONS MAXIMALES EN 24H ST MARTIN VESUBIE

Taille de l'échantillon : 41 Unité : 1/10 mm

Années	Valeurs	Années	Valeurs	Fréq Cumulée %
1961	562	1969	430	2
1962	600	1964	444	5
1963	595	1995	480	7
1964	444	1978	500	10
1965	1000	1986	500	12
1966	848	1961	562	14
1967	667	1985	580	17
1968	798	1963	595	19
1969	430	1962	600	21
1970	1085	1971	616	24
1971	616	1998	625	26
1972	805	1967	667	29
1973	792	1990	682	31
1974	683	1974	683	33
1975	893	1983	701	36
1976	815	1989	750	38
1977	1182	1973	792	40
1978	500	2001	797	43
1979	1011	1968	798	45
1980	873	1972	805	48
1981	1352	1976	815	50
1982	1560	1987	830	52
1983	701	1984	840	55
1984	840	1966	848	57
1985	580	1980	873	60
1986	500	1975	893	62
1987	830	1993	960	64
1988	1160	1965	1000	67
1989	750	1979	1011	69
1990	682	1970	1085	71
1991	1550	1988	1160	74
1992	1250	1994	1170	76
1993	960	1977	1182	79
1994	1170	1992	1250	81
1995	430	2000	1267	83



METEO-FRANCE

CENTRE DEPARTEMENTAL DES ALPES-MARITIMES
AEROPORT DE NICE COTE D'AZUR
06281 NICE CEDEX 3
Phone :04 92 29 48 49
Fax :04 92 29 48 58

NICE CEDEX 3 le :25/ 6/2002

Objet :Calcul des durées de retour de phénomènes rares par la méthode de GUMBEL

PRECIPITATIONS MAXIMALES EN 24H LANTOSQUE

Taille de l'échantillon : 37 Unité : 1/10 mm

Années	Valeurs	Années	Valeurs	Fréq Cumulée %
1965	960	1998	400	3
1966	713	1985	415	5
1967	627	1969	430	8
1968	626	1986	470	11
1969	430	1990	480	13
1970	928	2001	510	16
1971	730	1972	524	18
1972	524	1974	564	21
1973	800	1968	626	24
1974	564	1967	627	26
1975	1120	1984	662	29
1976	825	1983	672	32
1977	700	1977	700	34
1978	831	1987	704	37
1979	1920	1966	713	39
1980	790	1971	730	42
1981	830	1982	735	45
1982	735	1989	747	47
1983	672	1980	790	50
1984	662	1973	800	53
1985	415	1976	825	55
1986	470	1981	830	58
1987	704	1978	831	61
1988	964	1995	868	63
1989	747	1996	870	66
1990	480	1991	900	68
1991	900	1970	928	71
1992	1000	1965	960	74
1993	1100	1988	964	76
1994	1230	1992	1000	79
1995	868	1999	1086	82
1996	870	1993	1100	84
1997	1292	1975	1120	87
1998	400	2000	1200	89
1999	1086	1994	1230	92

ANNEXE 1.2 : calculs de débits caractéristiques – le Boréon

Etude de l'aléa torrentiel lié au torrent du Boréon sur la commune de Saint Martin-Vésubie.
Service R.T.M., février 2003.

1.2.1 Débit décennal

1.2.1.1 Synthèse régionale

Dans son étude de 1994, ETRM a réalisé une synthèse régionale sommaire, à partir de valeurs de débits de crue décennaux d'une dizaine de cours d'eau des Alpes Maritimes, extraites de la banque HYDRO.

Cette synthèse, qui a montré la proportionnalité du débit décennal avec la superficie du bassin versant à la puissance 0,78, a été reprise et appliquée au cas du Boréon. La figure ci dessous présente les estimations obtenues :

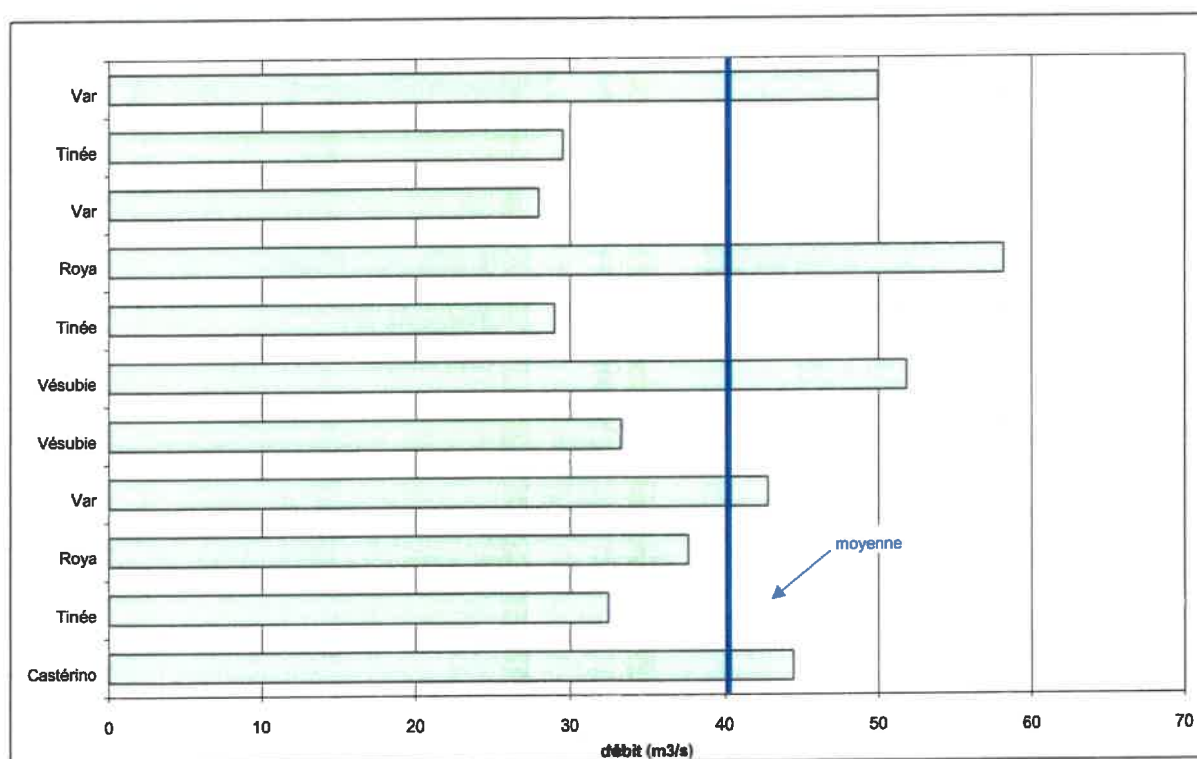


Figure 6 : estimations du débit décennal par analogie

On note que les estimations obtenues sont comprises dans une fourchette assez large qui oscille entre 28 et 58 m3/s. Ces valeurs restent néanmoins assez faibles, même pour les résultats les plus élevés.

On notera qu'à l'exception du torrent de Castérino, qui ne cumule que 4 années d'observations, les bassins témoins présentent des caractéristiques morphologiques assez différentes de celles du Boréon (notamment de superficie et de pente).

Ces résultats doivent donc être considérés avec beaucoup de prudence. On retiendra néanmoins que 70% environ des valeurs sont comprises entre 30 et 60 m³/s.

1.2.1.2 Approches synthétiques et transformations pluie-débit

Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus à partir d'approches distinctes. La méthode SOCOSE, qui paraît la moins adaptée, n'a pas été mise en œuvre. On note alors des valeurs très au dessus des estimations précédentes, approximativement comprises entre 70 et 95 m³/s.

COURS D'EAU : le Boréon à Saint Martin Vésubie													
S = 47,90 km² L = - D = 4,50 h Pa = 1400 mm Ta = 15,0 °C b = 0,565 R = 1,00 P_{J10} = 140 mm P_{D10} = 75,00 mm K = 1,30 CN = 75 Cr = 0,35	<table> <tr> <th colspan="2">Qi10 (m³/s)</th></tr> <tr> <th>SOCOSE</th><th>#VALEUR!</th></tr> <tr> <td>CRUPEDIX</td><td>68</td></tr> <tr> <td>RATIONNELLE</td><td>78</td></tr> <tr> <td>SCS</td><td>78</td></tr> <tr> <td>SCS <i>bv rapides</i></td><td>94</td></tr> </table> Restauration des Terrains en Montagne	Qi10 (m ³ /s)		SOCOSE	#VALEUR!	CRUPEDIX	68	RATIONNELLE	78	SCS	78	SCS <i>bv rapides</i>	94
Qi10 (m ³ /s)													
SOCOSE	#VALEUR!												
CRUPEDIX	68												
RATIONNELLE	78												
SCS	78												
SCS <i>bv rapides</i>	94												

Afin d'avoir une idée de l'incertitude sur les résultats, certains tests de sensibilité ont été réalisés sur les coefficients de restitution utilisés dans les méthodes pluie-débit, du type SCS et Rationnelle.

Les résultats obtenus ainsi que les marges d'erreur associées sont présentées dans le tableau ci dessous :

Méthode	Marge d'erreur	Plage de variation	Résultats
SCS	±4%	71 < CN < 78	60 < Q10 (m ³ /s) < 95
Rationnelle	±20%	0,28 < Cr < 0,42	62 < Q10 (m ³ /s) < 93

Pour mémoire, on notera qu'un débit de 30 m³/s, valeur minimum de débit estimée par analogie, correspond à un très faible coefficient de ruissellement de seulement 14%.

1.2.1.3 Débit décennal retenu

Compte tenu des estimations fournies par l'exploitation des données hydrométriques disponibles et l'application des méthodes synthétiques ou déterministes, il paraît raisonnable de considérer une valeur de débit décennal comprise entre 60 et 95 m³/s.

$$60 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{10} < 95 \text{ m}^3/\text{s}$$

1.2.2 Débit centennal

Le tableau suivant récapitule les différentes estimations obtenues, à partir des approches pluie-débit type SCS et Rationnelle et de la méthode du gradex. On notera que pour cette dernière approche, une valeur moyenne de 78 m³/s est considérée dans le calcul présenté ci-dessous.

COURS D'EAU : le Boréon à Saint Martin Vésubie

$S = 47,90 \text{ km}^2$ $D = 4,50 \text{ h}$ $Q_{10} = 78,0 \text{ m}^3/\text{s}$ $G_{qi} = -$	$G_{pD} = 17,6 \text{ mm/ug}$ $K = 1,40$ $CN = 75$ Régime hydro. : -
--	---

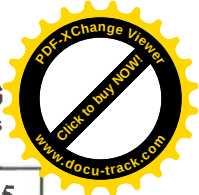
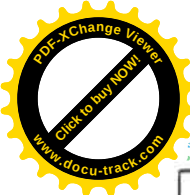
T	Pluie de durée D	Coef. de ruissellement
20 ans	-	-
50 ans	-	-
100 ans	117,0 mm	0,60

Restauration des
Terrains en
Montagne

Débit (m ³ /s)	Qi20	Qi50	Qi100
<i>Sommaire</i>	-	-	-
<i>GRADEX brutal</i>	130	198	249
<i>GRADEX progressif</i>	-	-	-
<i>RATIONNELLE</i>	-	-	208
<i>SCS</i>	-	-	206

De même que précédemment, des tests de sensibilité ont été réalisés sur les paramètres déterminants de chaque méthode. Les résultats obtenus ainsi que les marges d'erreur associées figurent dans le tableau ci dessous :

Méthode	Paramètre	Marge d'erreur	Plage de variation	Résultats
SCS	CN	±7%	70 < CN < 80	165 < Q10 (m ³ /s) < 250
Rationnelle	Cr	±25%	0,45 < Cr < 0,75	155 < Q10 (m ³ /s) < 260



Gradex	Q10	$\pm 22\%$	$60 < Q10 < 95$	$230 < Q10 \text{ (m}^3/\text{s)} < 265$
--------	-----	------------	-----------------	--

On retiendra dans ces conditions une valeur comprise entre 160 et 260 m³/s pour le débit de crue centennal du Boréon en amont du pont Mayssa.

$$160 \text{ m}^3/\text{s} < Q100 < 260 \text{ m}^3/\text{s}$$

1.2.3 Récapitulatif et extrapolation en d'autres sites

On considèrera, dans la suite de l'étude, les grandeurs caractéristiques suivantes en amont immédiat de la zone d'étude :

Site	En amont du pont Mayssa
Superficie	47,9 km ²
Temps de concentration	4 h 30
Débit décennal	$60 \text{ m}^3/\text{s} < Q10 < 95 \text{ m}^3/\text{s}$
Débit centennal	$160 \text{ m}^3/\text{s} < Q100 < 260 \text{ m}^3/\text{s}$
Débit spécifique centennal	$3,3 < q100 \text{ (m}^3/\text{s/km}^2) < 5,4$

L'extrapolation du débit centennal vers d'autres sites localisés plus en aval est réalisée en considérant que le débit est proportionnel avec la superficie du bassin versant à la puissance 0,8, soit :

Site	Altitude	Superficie (km ²)	Q100 (m ³ /s)
En aval du vallon du Villars	1110 m	55,7	$180 \text{ m}^3/\text{s} < Q100 < 295 \text{ m}^3/\text{s}$
En amont de la Madone de Fenestre	895 m	65,3	$205 \text{ m}^3/\text{s} < Q100 < 335 \text{ m}^3/\text{s}$

ANNEXE 1.3 : calculs de débits caractéristiques – la Madone de Fenestre

KOULINSKI V., 1994. Etude de la traversée de St Martin Vésubie par le torrent de la Madone de Fenestre.

1.3.1 Débit décennal

1.3.1.1 Synthèse régionale

Dans son étude, ETRM a réalisé une synthèse régionale sommaire, à partir de valeurs de débits de crue décennaux d'une dizaine de cours d'eau des Alpes Maritimes, extraites de la banque HYDRO.

Cette synthèse a montré la proportionnalité du débit décennal avec la superficie du bassin versant à la puissance 0,78. La figure ci dessous présente les estimations obtenues :

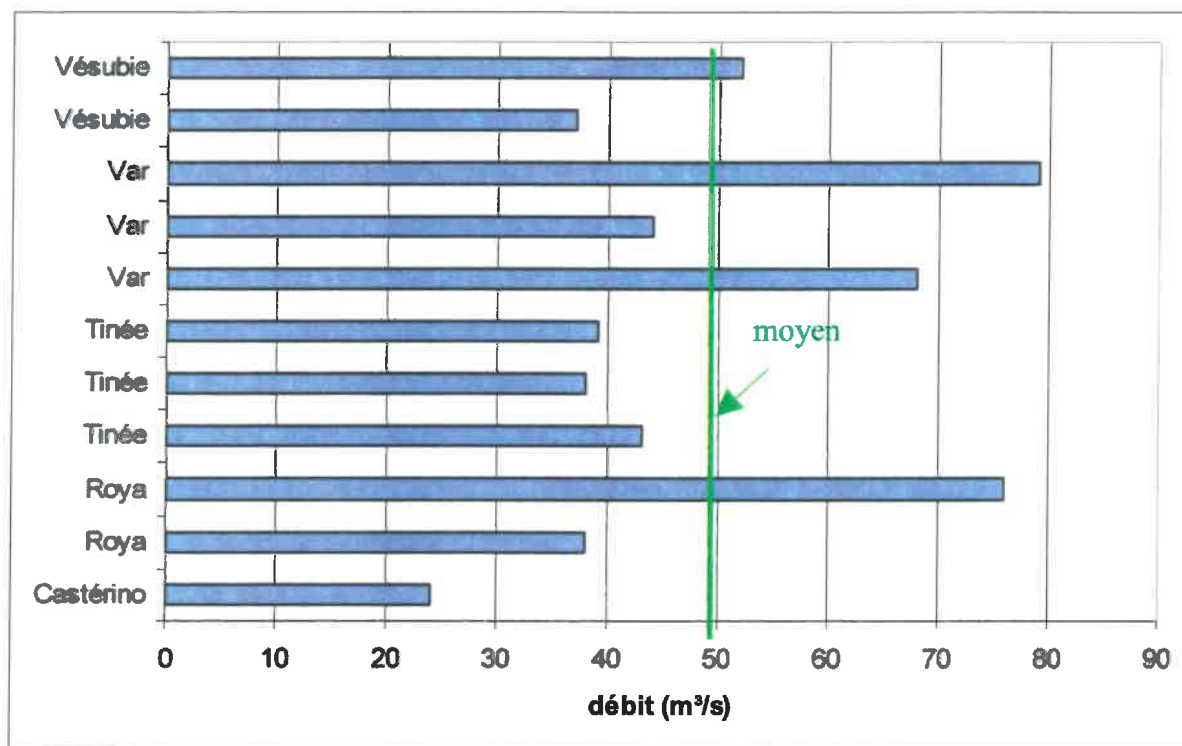


Figure 7 : estimation du débit décennal par analogie

Les résultats du bassin de Castérino doivent être exclus bien que les deux torrents présentent des caractéristiques assez proches car l'échantillon est trop faible (Octobre 1969 – Septembre 1973) pour être significatif.

On obtient alors des estimations comprises entre 38 et 79 m³/s pour le débit décennal de la Madone de Fenestre.

Etant donné les caractéristiques du bassin versant de la Madone de Fenestre (forte pente, surfaces dégradées relativement étendues ...), il semble que les résultats obtenus sous-estiment légèrement les débits.

1.3.1.2 Approches synthétiques et transformations pluie-débit

COURS D'EAU		Madone de Fenestre	
	S =	36,50 km ²	R = 1,50
	L =	10 km	P10 = 140 mm
	D =	4,5 h	PD10 = 75 mm
	Pa =	1400 mm	K = 1,4
	Ta =	15°C	Cr = 0,40
	b =	0,65	J = 60 mm
			IP = 2

méthode	Qi 10 (m ³ /s)
CRUPEDIX	81,66
Synthèse Sud-Est	57,29
S.C.S	81,34
SOGREAH	110,00

Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus à partir d'approches distinctes. On note alors des valeurs très au dessus des estimations précédentes, approximativement comprises entre 60 et 110 m³/s.

1.3.1.3 Débit décennal retenu

Compte tenu des estimations fournies par l'exploitation des données hydrométriques disponibles et l'application des méthodes synthétiques ou déterministes, il paraît raisonnable de considérer une valeur de débit décennal de 90 m³/s.

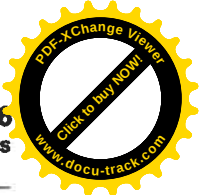
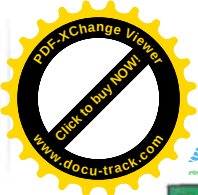
$$Q_{10} < 90 \text{ m}^3/\text{s}$$

1.3.2. Débit centennal

Le tableau suivant récapitule les différentes estimations obtenues, à partir des approches pluie-débit.

COURS D'EAU		Madone de Fenestre	
	S =	36,50 km ²	GpD = 22,98
	D =	4,5 h	K = 1,40
	Qi10 =	90 m ³ /s	CN = 75

méthode	Qi 100 (m ³ /s)
Méthode Sommaire	180



Gradex Brutal	314,2
Gradex Progressif	200

1.3.1.3 Débit centennal retenu

Compte tenu des estimations fournies par l'exploitation des données hydrométriques disponibles et l'application des méthodes synthétiques ou déterministes, il paraît raisonnable de considérer une valeur de débit centennal de 200 m³/s.

$$Q_{100} < 200 \text{ m}^3/\text{s}$$

1.3.3 Récapitulatif

Site	Confluence avec le torrent du Boréon
Superficie	36,5 km ²
Temps de concentration	3 h 30
Débit décennal	Q ₁₀ = 90 m ³ /s
Débit centennal	Q ₁₀₀ = 200 m ³ /s
Débit spécifique centennal	q ₁₀₀ (m ³ /s/km ²) = 5,5 m ³ /s

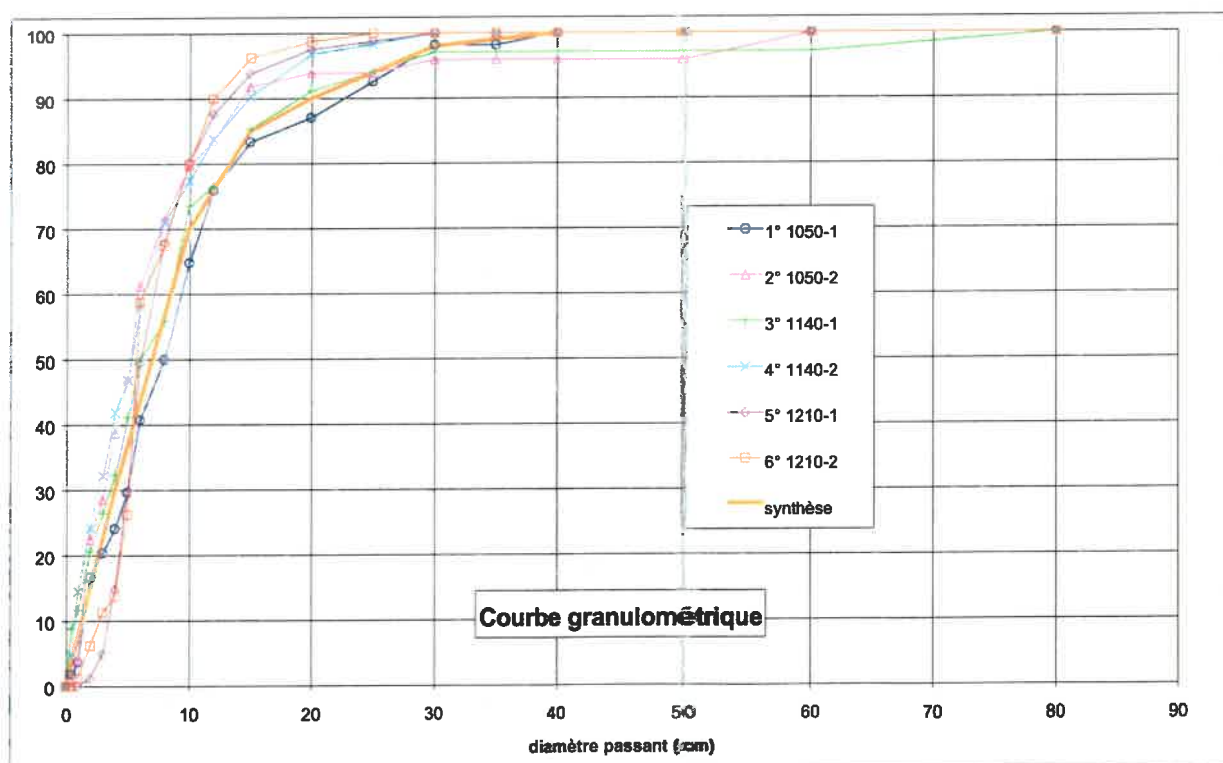
ANNEXE 1.4 : transport solide

GRANULOMETRIE, METHODE ET RESULTATS

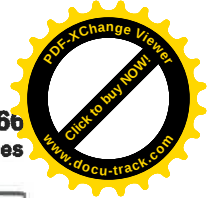
L'analyse granulométrique en rivière ou en torrent s'effectue de la manière suivante :
Il s'agit d'une granulométrie de surface (non pas volumique) qui se réalise grâce à un décimètre. Sur le terrain l'échantillonnage est linéique, il peut se réaliser le long d'une ligne brisée, en zig-zag. Le pas d'espace entre les mesures correspond au d_{90} , c'est à dire approximativement « un peu plus que la moitié du d_{max} ». Ainsi en considérant un $d_{90} = 30$ cm, et qu'il faut 100 mesures pour que l'analyse soit représentative, il faudra réaliser 100 mesures sur 30 m (une tous les 30 cm). A l'aplomb d'une graduation, il faut mesurer le diamètre du galet ou du bloc, sachant que ceux dont le diamètre est inférieur à 1 cm sont considérés comme des fines. Un galet de 4.2 cm de diamètre sera compté une fois dans la classe 4 – 5. Remarque, un bloc d'un mètre de diamètre se trouvera sous plusieurs graduations et sera donc compté plusieurs fois (il aura donc un poids plus important et se rapproche de la méthode par tamis).

La fréquence sera ensuite déterminée en comptant le nombre d'individu par classe

Le graphique du % passant cumulé en fonction du diamètre (en cm) permet de déterminer les valeurs caractéristiques de d_{30} , d_{50} , d_{90} et d_{moy} rassemblées dans le tableau ci-dessous :



Source : Etude de l'aléa torrentiel lié au torrent du Boréon. RTM 31, février 2003



Localisation	d ₃₀ (cm)	d ₅₀	d _{moy}	d ₉₀	Pente
Boréon	4	5	8	20	5,5% (bief amont de la confluence)
Madone de Fenestre	4	10	25	38	7% (bief amont de la confluence)

FORMULE DE LEFORT

$$Q_s/Q = 4,45 * (d_{90}/d_{30})^{0,2} * I^{1,5} / (s-1) * [1 - (Q_0/Q)^{0,375}]$$

AVEC

débit liquide critique (m³/s)

$$Q_0 = 0,0776 * (s-1)^{8/3} * g^{1/2} * d_m^{2,5} * I^{-13/6} * (1-1,2*I)^{8/3}$$

Détermination dans une feuille de calcul des capacités maximales de transport du torrent du Boréon à l'aide de la formule de Lefort :

Commune	Saint Martin Vésubie (06)
Torrent	de Boréon
Site	1210 mNGF

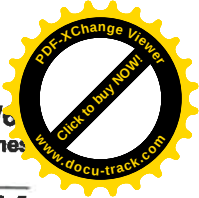
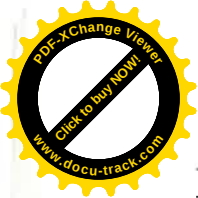
Grandeurs	Temps de concentration	Débit liquide maximum	Pente d'équilibre	dm	d90/d30	S	Q ₀	Volume solide
(unités)	(h)	(m ³ /s)	(%)	(m)			(m ³ /s)	(m ³)
Décennal	4,5	80,0	5,5%	0,080	5,0	2,65	0,75	62 043
Centennal		210,0						176 760

t	Q _{t10}	V _{t10}	Q _{t10}	V _{t10}	Q _{t100}	V _{t100}	Q _{t100}	V _{t100}
(h)	(m ³ /s)	(m ³)	(m ³ /s)	(m ³)	(m ³ /s)	(m ³)	(m ³ /s)	(m ³)
0,00	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
0,75	1,73	2336	0,02	30	4,54	6132	0,11	145
1,50	14,21	23861	0,46	676	37,31	62636	1,38	2149
2,25	36,95	92927	1,36	3132	96,98	243932	3,90	9280
3,00	59,95	223734	2,32	8105	157,37	587302	6,54	23375
3,75	75,14	406110	2,97	15245	197,25	1066039	8,30	43403
4,50	80,00	615555	3,17	23535	210,00	1615831	8,86	66569
5,25	76,09	826281	3,01	31879	199,75	2168988	8,41	89884
6,00	66,65	1018982	2,61	39456	174,95	2674827	7,31	111106
6,75	54,81	1182951	2,11	45815	143,88	3105246	5,95	129003
7,50	42,89	1314848	1,61	50827	112,59	3451476	4,58	143211
8,25	32,24	1416276	1,17	54578	84,63	3717725	3,37	153947
9,00	23,44	1491451	0,82	57260	61,54	3915059	2,39	161725
9,75	16,58	1545482	0,55	59100	43,52	4056889	1,63	167156
10,50	11,45	1583319	0,35	60313	30,05	4156212	1,08	170822
11,25	7,75	1609232	0,22	61082	20,33	4224234	0,69	173217
12,00	5,15	1626639	0,13	61546	13,51	4269928	0,43	174733
12,75	3,37	1638137	0,07	61812	8,84	4300111	0,26	175659
13,50	2,17	1645620	0,03	61953	5,71	4319752	0,15	176203
14,25	1,39	1650425	0,01	62018	3,64	4332365	0,08	176505
15,00	0,87	1653474	0,00	62040	2,29	4340370	0,04	176662
15,75	0,55	1655389	0,00	62043	1,43	4345396	0,01	176733
16,50	0,34	1656580	0,00	62043	0,88	4348522	0,00	176756
17,25	0,21	1657314	0,00	62043	0,54	4350449	0,00	176760
18,00	0,13	1657763	0,00	62043	0,33	4351628	0,00	176760
18,75	0,08	1658035	0,00	62043	0,20	4352343	0,00	176760
19,50	0,05	1658200	0,00	62043	0,12	4352775	0,00	176760
20,25	0,03	1658298	0,00	62043	0,07	4353033	0,00	176760
21,00	0,02	1658357	0,00	62043	0,04	4353187	0,00	176760
21,75	0,01	1658392	0,00	62043	0,03	4353278	0,00	176760
22,50	0,01	1658412	0,00	62043	0,01	4353332	0,00	176760

dm = diamètre moyen des particules (m)

Q₀ = débit liquide (m³/s)

S = densité du sédiment



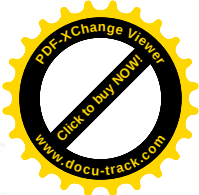
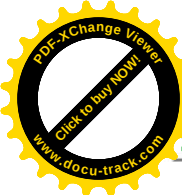
Après examen du profil en long du Boréon, la pente d'équilibre actuelle du torrent est d'environ 5,5 %. Le volume de matériaux pouvant être transporté pendant une crue centennale s'élève donc à environ 175 000 m³.

Détermination dans une feuille de calcul des capacités maximales de transport du torrent de la Madone de Fenestre à l'aide de la **formule de Lefort** :

Commune :	Saint Martin Vésubie (06)
Torrent :	La madone de Fenestre
Site :	1040 mNGF

Grandeurs	Temps de concentration	Débit liquide maximum	Pente d'équilibre	dm	d90/d30	S	Qo	Volume solide
(unités)	(h)	(m3/s)	(%)	(m)			(m3/s)	(m3)
Décennal	3,5	90,0	7,0%	0,250	9,5	2,65	7,26	58 773
Centennal		200,0						160 966
t	Q ₁₀	V ₁₀	Q ₁₀	V ₁₀	Q ₁₀₀	V ₁₀₀	Q ₁₀₀	V ₁₀₀
(h)	(m ³ /s)	(m ³)	(m ³ /s)	(m ³)	(m ³ /s)	(m ³)	(m ³ /s)	(m ³)
0,00	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
0,58	1,95	2044	0,00	0	4,33	4542	0,00	0
1,17	15,99	20879	0,32	337	35,54	46397	1,25	1312
1,75	41,56	81311	1,56	2316	92,36	180690	4,45	7294
2,33	67,44	195767	2,99	7100	149,87	435039	7,97	20332
2,92	84,54	355346	3,99	14427	187,86	789659	10,37	39591
3,50	90,00	538610	4,31	23135	200,00	1196912	11,15	62191
4,08	85,61	722996	4,05	31908	190,23	1606657	10,52	84951
4,67	74,98	891609	3,43	39757	166,62	1981353	9,02	105476
5,25	61,66	1035082	2,66	46153	137,03	2300182	7,17	122477
5,83	48,25	1150492	1,92	50970	107,23	2556649	5,34	135610
6,42	36,27	1239242	1,29	54339	80,60	2753871	3,75	145159
7,00	26,37	1305020	0,79	56523	58,61	2900044	2,49	151719
7,58	18,65	1352296	0,44	57812	41,45	3005103	1,56	155973
8,17	12,88	1385404	0,20	58473	28,62	3078675	0,90	158555
8,75	8,71	1408078	0,05	58726	19,37	3129062	0,47	159992
9,33	5,79	1423309	0,00	58773	12,87	3162910	0,19	160686
9,92	3,79	1433370	0,00	58773	8,42	3185267	0,04	160928
10,50	2,45	1439917	0,00	58773	5,43	3199816	0,00	160966
11,08	1,56	1444122	0,00	58773	3,46	3209159	0,00	160966
11,67	0,98	1446790	0,00	58773	2,18	3215089	0,00	160966
12,25	0,61	1448465	0,00	58773	1,36	3218812	0,00	160966
12,83	0,38	1449507	0,00	58773	0,84	3221127	0,00	160966
13,42	0,23	1450150	0,00	58773	0,52	3222555	0,00	160966
14,00	0,14	1450543	0,00	58773	0,31	3223428	0,00	160966
14,58	0,09	1450781	0,00	58773	0,19	3223958	0,00	160966
15,17	0,05	1450925	0,00	58773	0,11	3224277	0,00	160966
15,75	0,03	1451011	0,00	58773	0,07	3224469	0,00	160966
16,33	0,02	1451062	0,00	58773	0,04	3224583	0,00	160966
16,92	0,01	1451093	0,00	58773	0,02	3224651	0,00	160966
17,50	0,01	1451111	0,00	58773	0,01	3224691	0,00	160966

Dans le cas de la Madone de Fenestre, la pente d'équilibre du torrent est de 7 %. Le volume de matériaux pouvant être transportés pendant une crue est d'environ 160 000 m³.



ANNEXE 1.5 : Modifications apportées au PPR à la suite de l'enquête publique

Modification du règlement du PPR crues torrentielles :

L'ensemble des observations recueillies lors de l'enquête publique a été étudié attentivement par les services de la direction départementale des territoires et de la mer.

Sur la base de cette analyse, des modifications ont été apportées au règlement du projet de PPR crues torrentielles mis à l'enquête. Dorénavant, l'article III.1.2 réglementant la zone de danger du PPR crues torrentielles autorise :

« - Le remblaiement limité d'une ravine ou d'un vallon lorsque ce remblaiement est nécessaire au fonctionnement d'un service public et à condition :

- que les eaux permanentes ou temporaires soient maintenues en surface du remblai et que soit réalisé un aménagement adapté pour réduire la vitesse d'écoulement des eaux et écarter les risques d'affouillement ;

Ou

- que soit mise en place une galerie permettant le libre écoulement des eaux permanentes ou temporaires ainsi que l'accès d'agents pour la réalisation d'éventuels travaux d'entretien ou de réparation lourde ;

- Le busage des ravines et vallons pour la réalisation de voirie ou d'accès, sur une longueur d'au plus 10 (dix) mètres mesurés parallèlement à l'axe de la ravine ou du vallon et sous réserve que la longueur cumulée des buses existantes soit inférieure à 10% (dix pour cent) de la longueur totale de la ravine ou du vallon. »

Modification du rapport de présentation :

Une description des modifications apportées au plan de prévention des risques a été annexée au rapport de présentation.