

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS PREVISIBLES

P.P.R. INONDATION DE L'ARVE

Commune de BONNEVILLE

PREFECTURE DE LA HAUTE-SAVOIE

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET

OFFICE NATIONAL DES FORETS

SERVICE DE RESTAURATION DES TERRAINS EN MONTAGNE

PREFECTURE DE LA HAUTE-SAVOIE

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE
L'AGRICULTURE ET DE LA FORET



SERVICE R.T.M.

OFFICE NATIONAL DES FORETS

P.P.R. INONDATION DE L'ARVE

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS PREVISIBLES DE LA COMMUNE DE BONNEVILLE

Rapport de présentation

Sommaire (Rapport de présentation)

1.	<u>Préambule</u>	3
2.	<u>La procédure PPR</u>	5
2.1	Objet du P.P.R.	5
2.2	Prescription du P.P.R.	6
2.3	Contenu du P.P.R.	7
2.4	Approbation et révision du P.P.R.	8
3.	<u>Présentation générale de la vallée de l'Arve</u>	11
3.1	Un mot sur le Contrat de Rivière Arve	11
3.2	Le développement socio-économique de la vallée de l'Arve	13
3.2.1	La moyenne vallée de l'Arve	13
3.2.2	La basse vallée de l'Arve	14
3.3	Le contexte naturel	15
3.3.1	Les précipitations	15
3.3.2	Le contexte géologique	17
3.3.2.1	La basse vallée de l'Arve (à l'aval de Bonneville)	17
3.3.2.2	La vallée de l'Arve entre Cluses et Bonneville	18
3.4	L'Arve	21
3.4.1	Caractéristiques générales de l'Arve	21
3.4.1.1	Différences hydrologiques sur le bassin versant	22
3.4.1.2	Le caractère torrentiel de l'Arve	26
3.4.2	Historique des crues torrentielles de l'Arve	27
3.4.3	La transformation contemporaine de la dynamique fluviale	45
4.	<u>L'Arve sur la commune de Bonneville</u>	47
4.1	Présentation de la commune	47
4.2	L'Arve à Bonneville	51
4.2.1	L'Arve	51
4.2.2	Les ouvrages	55
4.2.3	Les affluents de l'Arve à Bonneville	59
4.2.3.1	Le Borne au niveau de sa confluence avec l'Arve	59
4.2.3.2	Le Torrent de Bronze	65
4.2.3.3	Les autres torrents et ruisseaux	65
5.	<u>Description des phénomènes naturels liés à l'Arve et recensement des phénomènes potentiels</u>	67
5.1	Description	67
5.1.1	Sources de renseignements	67
5.1.2	Définition des phénomènes torrentiels liés à l'Arve	68
5.1.3	Les séismes	68
5.2	Phénomènes potentiels: les aléas	69
5.2.1	Évaluation du niveau d'aléa	69
5.2.2	L'aléa torrentiel	70
5.2.3	La carte des aléas	71
6.	<u>Risques naturels, vulnérabilité et zonage réglementaire</u>	81
6.1	Élaboration du zonage réglementaire	81
6.2	Étude de vulnérabilité	82
6.3	Mesures de prévention	85
6.3.1	Généralités et recommandations	85
6.3.2	Rappel de dispositions réglementaires existantes	85
6.3.2.1	Dispositions relatives à la protection des espaces boisés	85
6.3.2.2	Dispositions relatives à l'entretien des cours d'eau domaniaux (Arve)	86
6.3.2.3	Dispositions relatives à l'entretien des cours d'eau non domaniaux	87

6.3.2.4	Dispositions relatives à la réglementation parasismique	88
6.3.3	Les travaux de correction et de protection	89
<u>7.</u>	<u>Bibliographie</u>	<u>93</u>
<u>8.</u>	<u>Annexes</u>	<u>97</u>

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS PREVISIBLES

BONNEVILLE (HAUTE-SAVOIE)

1. Préambule

Un des objectifs du contrat de rivière est de « redonner à l'Arve une latitude de respiration partout où c'est possible dans le respect d'une cohérence de l'occupation de l'espace ».

Par ailleurs la loi du 2 Février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement a relancé la politique générale de prévention contre les risques naturels.

Si les principes généraux de gestion et d'aménagement de l'Arve ont été définis, il convient maintenant de préciser plus finement les zonages relatifs à l'aménagement futur du territoire en prenant en compte, en cohérence avec les programmes des travaux déjà entrepris, les risques naturels (essentiellement inondation et divagation mais aussi érosion de berge) et les espaces de liberté à maintenir pour la rivière.

Cette volonté se traduit par l'établissement d'un **Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPR)** sur la commune de Bonneville, comme sur l'ensemble des zones riveraines de l'Arve, de Cluses à Gaillard (cette procédure a déjà été menée pour les communes à l'amont).

2. La procédure PPR

Le plan de prévention des risques naturels prévisibles (P.P.R.) des secteurs en bordure de l'Arve de la commune de Bonneville est établi en application de la loi n°87-565 du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs modifiée par la loi n°95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement et du décret n°95-1089 du 5 octobre 1995 relatif aux plans de prévention des risques naturels prévisibles.

2.1 Objet du P.P.R.

Les objectifs des P.P.R. sont définis par la loi n°87-565 du 22 juillet 1987 et notamment par son article 40-1.

« *Art. 40-1.* - L'État élabore et met en application des plans de prévention des risques naturels prévisibles tels que les inondations, les mouvements de terrain, les avalanches, les incendies de forêt, les séismes, les éruptions volcaniques, les tempêtes ou les cyclones.

« Ces plans 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 des prescriptions 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 leurs compétences, ainsi que celles qui peuvent incomber aux particuliers ;

« 4° de définir dans les zones mentionnées au 1° et 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.

2.2 Prescription du P.P.R.

Le décret n°95-1089 du 5 octobre 1995 relatif aux plans de prévention des risques naturels prévisibles définit les modalités de prescription des P.P.R.

Art. 1^{er}. - L'établissement des plans de prévention des risques naturels prévisibles mentionnés aux articles 40-1 à 40-7 de la loi du 22 juillet 1987 susvisée est prescrit par arrêté du préfet. Lorsque le périmètre mis à l'étude s'étend sur plusieurs départements, l'arrêté est pris conjointement par les préfets de ces départements et précise celui des préfets qui est chargé de conduire la procédure.

Art. 2. - L'arrêté prescrivant l'établissement d'un plan de prévention des risques naturels prévisibles détermine le périmètre mis à l'étude et la nature des risques pris en compte ; il désigne le service déconcentré de l'État qui sera chargé d'instruire le projet. L'arrêté est notifié aux maires des communes dont le territoire est inclus dans le périmètre ; il est publié au Recueil des actes administratifs de l'État dans le département.

Le plan de prévention des risques naturels prévisibles de BONNEVILLE a été prescrit par l'arrêté préfectoral D.D.A.F. - R.T.M. 99/19 du 25 Juin 1999. Les risques naturels induits par les **mouvements de terrain** et les **crues torrentielles** sont pris en compte par ce plan de prévention. Le périmètre d'étude contient uniquement les secteurs du territoire communal riverains de l'Arve.

2.3 Contenu du P.P.R.

L'article 3 du décret n°95-1089 du 5 octobre 1995 définit le contenu des plans de prévention des risques naturels prévisibles :

Art. 3. - Le projet de plan comprend :

1° Une note de présentation indiquant le secteur géographique concerné, la nature des phénomènes naturels pris en compte et leurs conséquences possibles compte tenu de l'état des connaissances ;

2° Un ou plusieurs documents graphiques délimitant les zones mentionnées aux 1° et 2° de l'article 40-1 de la loi du 22 juillet 1987 susvisée ;

3° Un règlement précisant en tant que de besoin :

- les mesures d'interdiction et les prescriptions applicables dans chacune de ces zones en vertu du 1° et du 2° de l'article 40-1 de la loi du 22 juillet 1987 susvisée ;
- les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde mentionnées au 3° de l'article 40-1 de la loi du 22 juillet 1987 susvisée et les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en cultures ou plantés existants à la date de l'approbation du plan, mentionnées au 4° du même article. Le règlement mentionne, le cas échéant, celles des mesures dont la mise en œuvre est obligatoire et le délai fixé pour leur mise en œuvre.

Conformément à ce texte, le plan de prévention des risques naturels prévisibles de Bonneville comporte, outre le présent rapport de présentation, des documents graphiques et un règlement. Ce rapport présente succinctement la commune de Bonneville et les phénomènes naturels qui concernent le périmètre d'étude. Deux documents graphiques y sont annexés : une carte de localisation des phénomènes et une carte des aléas. Ces documents sont présentés et commentés aux chapitres 4 et 5. Le règlement et le plan de zonage réglementaire constituent le second livret du plan de prévention des risques naturels prévisibles.

2.4 Approbation et révision du P.P.R.

Les articles 7 et 8 du décret n°95-1089 du 5 octobre 1995 définissent les modalités d'approbation et de révision des plans de prévention des risques naturels prévisibles :

Art. 7. - Le projet de plan de prévention des risques naturels prévisibles est soumis à l'avis des conseillers municipaux des communes sur le territoire desquelles le plan sera applicable.

Si le projet de plan contient des dispositions de prévention des incendies de forêts ou de leur effets, ces dispositions sont aussi soumises à l'avis des conseillers généraux et régionaux concernés.

Si le projet de plan concerne des terrains agricoles ou forestiers, les dispositions relatives à ces terrains sont soumises à l'avis de la chambre d'agriculture et du centre régional de la propriété forestière.

Tout avis demandé dans le cadre des trois alinéas ci-dessus qui n'est pas rendu dans un délai de deux mois est réputé favorable.

Le projet de plan est soumis par le préfet à une enquête publique dans les formes prévues par les articles R. 11-4 à R. 11-14 du code de l'expropriation pour cause d'utilité publique.

A l'issue de ces consultations, le plan, éventuellement modifié pour tenir compte des avis recueillis, est approuvé par arrêté préfectoral. Cet arrêté fait l'objet d'une mention au Recueil des actes administratifs de l'État dans le département ainsi que dans deux journaux régionaux ou locaux diffusés dans le département.

Une copie de l'arrêté est affichée dans chaque mairie sur le territoire de laquelle le plan est applicable pendant un mois au minimum.

Le plan approuvé est tenu à la disposition du public en préfecture et dans chaque mairie concernée. Cette mesure de publicité fait l'objet d'une mention avec les publications et l'affichage prévus aux deux alinéas précédents.

Art. 8 - Un plan de prévention des risques naturels prévisibles peut être modifié selon la procédure décrites aux articles 1 à 7 ci-dessus. Toutefois, lorsque la modification n'est que partielle, les consultations et l'enquête publique mentionnées à l'article 7 ne sont effectuées que dans les communes sur le territoire desquelles les modifications proposées seront applicables. Les documents soumis à consultation ou enquête publique comprennent alors :

1° Une note synthétique présentant l'objet des modifications envisagées ;

2° Un exemplaire du plan tel qu'il serait après modification avec l'indication, dans le document graphique et le règlement, des dispositions faisant l'objet d'une modification et le rappel, le cas échéant, de la disposition précédemment en vigueur.

L'approbation du nouveau plan emporte abrogation des dispositions correspondantes de l'ancien plan.

3. Présentation générale de la vallée de l'Arve

3.1 Un mot sur le Contrat de Rivière Arve

Le contrat de rivière Arve, signé en 1994, vise à atteindre plusieurs objectifs :

- Redonner à l'Arve un espace de liberté tout en assurant la sécurité des personnes et des biens.
- Améliorer la qualité des eaux.
- Préserver et valoriser le milieu naturel.
- Mettre en place une structure pour l'entretien des ouvrages restaurés.
- Sensibiliser la population à la bonne gestion de son patrimoine naturel.

Ce contrat est conclu entre :

- L'Etat
- La Région Rhône-Alpes
- Le Département
- L'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse
- Electricité de France
- Le Syndicat Mixte d'Aménagement de l'Arve et de ses Abords
- Les industriels du traitement de surface
- Le canton de Genève
- La société autoroutière ATMB

La période de réalisation du contrat s'échelonne sur 10 ans (entre 1995 et 2005).

Un programme d'actions a été défini dans ce contrat. Certaines de ces actions concernent directement le projet de PPR avec :

- des actions hydrauliques de remise en état du cours d'eau et de protection des personnes et des biens (création de seuils, réfection de digues etc ...)
- des actions d'aménagement d'espace naturel, de certains espaces riverains, pour retrouver des conditions de fonctionnement plus naturelles pour la rivière
- des études ponctuelles relatives au cheminement, aux décharges, au foncier, à la mise en valeur de l'Arve, aux aménagements.

Les 5 syndicats intercommunaux regroupant 33 communes dont 26 riveraines de l'Arve sont représentés par le Syndicat Mixte d'Aménagement de l'Arve et de ses Abords et c'est lui qui a la charge d'assurer la coordination du programme de travaux proposé dans le cadre du contrat de rivière.

L'élaboration de ce PPR s'est donc faite en concertation avec l'ensemble de ces syndicats et en particulier avec le SM3A.

3.2 Le développement socio-économique de la vallée de l'Arve

Source : Extrait du document « la moyenne vallée = vers une conurbation ? » - Direction Départementale de l'Équipement de la Haute-Savoie, 1995-1996.

La Vallée de l'Arve s'étend sur une soixantaine de kilomètres et relie le Massif du Mont-Blanc à Genève. Elle se compose comme toute vallée glaciaire alpine d'un fond de vallée dans lequel se sont côtoyées pendant très longtemps différentes activités comme l'habitat, des activités économiques ainsi que de l'agriculture (les deux premières ayant pris le pas sur la troisième), de flancs de coteaux où l'on pouvait retrouver principalement l'activité agricole ainsi qu'un peu d'habitat (l'habitat ayant tendance à se développer de plus en plus par manque de place dans le fond de vallée), et des alpages traditionnellement voués au secteur agricole.

Depuis 1965, date de raccordement de la vallée de Chamonix à la vallée d'Aoste par le tunnel du Mont-Blanc, ce territoire a vu son rôle de vallée de transit s'intensifier. De même, berceau d'activités spécialisées (industrie du décolletage principalement), la vallée a su tirer parti de ce positionnement pour développer son savoir faire et l'étendre en développant les lieux d'accueil de zones d'activités en son sein.

C'est la première région économique du département au contact de la Suisse et de l'Italie. Entre Annemasse et Sallanches, 7 échangeurs autoroutiers assurent l'accès aux stations de sports d'hiver et desservent les pôles urbains et les zones d'activité. Les routes nationales et le réseau ferroviaire sont également présents avec le TGV qui transite par la vallée jusqu'au terminus du Fayet.

3.2.1 La moyenne vallée de l'Arve

Cette zone dite moyenne vallée de l'Arve s'étend de Cluses à Arenthon. Ce secteur connaît une forte croissance démographique : entre 1982 et 1990, l'agglomération de La Roche sur Foron / Bonneville / Cluses a gagné 7518 habitants (taux de croissance de 1,13 %, plus de deux fois supérieurs à la moyenne nationale). Entre 1990 et 1999, l'agglomération a connu une augmentation de 8315 habitants, soit une évolution continue et régulière du rythme d'accroissement de la population. La moyenne vallée de l'Arve constitue de plus le premier bassin d'emplois industriels de Haute-Savoie. L'économie de ce territoire industriel est donc particulièrement dynamique.

Le dynamisme démographique qui anime cette vallée devrait perdurer : les projections démographiques réalisées par l'INSEE annoncent 100 000 habitants en 2010 et 116 000 en 2020. Conséquence de cette progression démographique, le foncier se fait de plus en plus rare et au rythme des constructions des décennies précédentes, en 2015, il ne devrait plus y avoir de terrain disponible.

3.2.2 La basse vallée de l'Arve

Source : Extrait du document « Schéma d'aménagement du Genevois Haut-Savoyard » - Document provisoire, S.I.M.B.A.L, Syndicat Mixte Intercommunal pour la Gestion du Contrat Global, Février 2000.

Ce secteur regroupe :

- les agglomérations d'Annemasse, de Gaillard et d'Etrembières pour ce qui est des zones urbaines,
- les communes de Reignier, Arthaz-Pont-Notre-Dame et Contamine-sur-Arve où la pression de l'urbanisation se fait de plus en plus ressentir.

Là aussi, le dynamisme démographique et urbanistique se fait ressentir ; en 15 ans, plus du 1/3 de la surface utile¹ serait occupée, ce qui représente plus du 1/3 de la surface agricole actuelle. L'espace disponible va être de plus en plus rare car la pression foncière liée à la demande résidentielle va se poursuivre.

¹ La surface « utile » par commune correspond à la surface totale (source INSEE) moins la surface déjà bâtie, moins les espaces naturels inaccessibles et 50 % de la surface agricole correspondant à des zones « peu » constructibles (forte pente par exemple).

3.3 Le contexte naturel

La dynamique des phénomènes naturels qui nous intéressent est complexe ; un grand nombre de facteurs naturels et anthropiques interviennent et interagissent. Notre compréhension de cette dynamique n'est que partielle mais quelques-uns de ses éléments peuvent être décrits ici. Certaines conditions critiques pour le déclenchement ou l'accélération des phénomènes naturels peuvent ainsi être mieux appréciées. C'est notamment le cas des précipitations et de la géologie.

3.3.1 Les précipitations

Elles jouent évidemment un rôle prépondérant en ce qui concerne les phénomènes torrentiels. Il est donc intéressant d'analyser ces précipitations sur l'ensemble du bassin versant de l'Arve pour mieux comprendre l'origine des phénomènes torrentiels, leur nature et leur intensité.

Les précipitations moyennes annuelles calculées sur la période 1951 / 1980 sont de **1184 mm** à Ayse (alt 450 m), de **1265 mm** à Chamonix (alt 1035 m) et de **1056 mm** à Contamine-sur-Arve (alt 450 m). A titre de comparaison, on relève sur l'ensemble du département de la Haute-Savoie entre 900 mm et 2000 mm. Les précipitations les plus faibles sont observées au cours du mois d'avril et les plus importantes au cours du mois de Juin et Août, sans que cela amène de tendances saisonnières marquées.

Tableau 1 : Précipitations extrêmes enregistrées sur la période 1951 / 1991

Poste (période d'observation)	Maximum sur 24 h	Maximum sur 10 jours	Maximum sur 1 mois	Maximum sur 1 an
Chamonix (alt 1035 m)	130 mm (01/Avr/1989)	259 mm (Janvier 1955)	337 mm (Oct 1981)	1644 mm (1952)
Cluses (alt 475 m)	136 mm (13/Jui/1964)	197.8 mm (Jui 1964)	288 mm (Sept 1960)	1637 mm (1960)
Contamine-sur-Arve (alt 450 m)	88 mm (30/Août/1955)	146.5 mm (Août 1963)	273.5 mm (Jui 1990)	1419 mm (1960)
Sallanches (alt 545 m)	87 mm (14/Fev/1990)	262 mm (Jan 1955)	342.5 mm (Fév 1990)	1628 mm (1952)
Genève (alt 375 m)	76 mm (07/Août/1978)	149.5 mm (Sept 1955)	247.4 mm (Août 1968)	1402 mm (1977)

d'après l'Atlas climatique de la Haute-Savoie (Météo France, 1991)

La région étudiée se situe dans une zone de transition entre le régime atlantique, le régime continental et parfois même le régime méditerranéen, dont les influences s'opposent particulièrement en été et en hiver, d'où les variations brusques du temps au cours d'une saison et les différences importantes d'une année à l'autre.

L'altitude et l'exposition modifient le régime des précipitations, ce qui permet de différencier les zones suivantes :

- les basses régions (dans la cuvette lémanique protégée à l'Ouest par le haut Jura, les précipitations annuelles restent inférieures à 1 mètre et oscillent autour de 1100 mm en moyenne),
- les collines de l'avant-pays (les totaux annuels s'élèvent avec l'altitude en raison d'une augmentation relative des précipitations hivernales),
- le montagnard et les zones de Piedmont (les rebords occidentaux des massifs reçoivent annuellement plus de 1700 mm d'eau vers 700 mètres d'altitude).

La pénétration au sein des massifs montagneux entraîne une légère diminution des précipitations.

3.3.2 Le contexte géologique

La géologie a son importance dans les phénomènes torrentiels ; en effet, la sensibilité à l'érosion de certains terrains favorise l'approvisionnement des torrents en matériaux entraînant des phénomènes de charriage aux énergies destructrices. La géologie détermine également en partie le lit du cours d'eau (gorges encaissées, lit stable sur un substratum rocheux, lit divaguant sur une plaine alluviale...). De façon plus indirecte, la nature des terrains, leur sensibilité au ravinement, sont des éléments qui déterminent la fragilité des sols et les possibilités de développement de la végétation, de la forêt en particulier, qui joue le rôle d'atténuateur de crue.

3.3.2.1 La basse vallée de l'Arve (à l'aval de Bonneville)

Dans la basse vallée de l'Arve, l'essentiel des formations associées au système Arve correspond à des formations quaternaires avec toutefois des formations secondaires autochtones, des formations tertiaires molassiques (pouvant être charriées), des formations tertiaires et secondaires charriées avec le flysch ultrahelvétique.

Les formations secondaires autochtones sont représentées par les massifs du Salève et des Bornes. Ce sont des séries essentiellement calcaires avec notamment les faciès de falaises urgoniennes.

La molasse forme le substratum de toute la basse vallée de l'Arve et de la Menoge. Elle repose en concordance sur le massif du Salève. On la trouve essentiellement sous deux faciès :

- la molasse grise formant un complexe « marno-calcaréo-gréseux » relativement monotone.
- la molasse rouge, plus riche en faciès marneux que la molasse grise.

L'épaisseur de cette série peut dépasser localement 1500 m.

La formation charriée des Voirons représente la limite nord de la basse vallée de l'Arve avec :

- la molasse subalpine à faciès flysch qui chevauche à l'ouest la molasse autochtone, que l'on trouve en rive droite de la Menoge.
- la nappe ultrahelvétique (flysch) qui chevauche vers l'ouest la molasse subalpine qui représente la limite nord de l'Arve par les collines de Faucigny. Elle compose la première unité des Préalpes externes.

L'étude des ensembles quaternaires a mis en évidence l'abondance et la diversité des formations liées au retrait glaciaire dans la basse vallée de l'Arve. Il apparaît que le dispositif dominant s'apparente à une terrasse glacio-lacustre édifiée derrière un barrage formé par le glacier ou des cordons morainiques latéraux. On trouve dans ce système une nette prédominance de faciès argileux sur les faciès sablo-graveleux.

Ce système peut être schématisé par les formations suivantes :

- des moraines de fond en placage sur le substratum.
- des lames morainiques interglaciaires qui forment la partie inférieure des terrasses.
- des alluvions glacio-lacustres plus ou moins argileuses ou sableuses.
- des alluvions fluvio-glaciaires provenant des cônes fluvio-glaciaires latéraux
- des alluvions récentes de l'Arve (avec d'anciens méandres) et des moraines latérales remaniées.

Il faut souligner un point important lié à la présence de sillons de surcreusement glaciaire imprimés dans le substratum molassique (sillons de l'Arve et de la Menoge). En effet, les différents sondages profonds et les études géophysiques mettent en évidence la présence de ces sillons, et leur remplissage par une formation graveleuse et sableuse compacte dont la puissance peut atteindre plus de 20 mètres. Cette formation serait due à un épisode de comblement alluvial fluvio-glaciaire d'allure torrentielle. L'extension latérale de cette formation est très variable.

3.3.2.2 La vallée de l'Arve entre Cluses et Bonneville

Pour les formations quaternaires, il s'agit essentiellement d'alluvions, alternances de sables plus ou moins fins avec graviers et galets, d'argiles limoneuses et de limons gris noir. De nombreux débris végétaux et horizons tourbeux sont également présents et peuvent atteindre plusieurs mètres.

Ces alluvions ont généralement une puissance de 10 à 20 mètres et les variations latérales sont très importantes.

Au-dessous de ces formations généralement séparées par une couche d'argile, on retrouve des sables et graviers avec des blocs, pouvant être plus ou moins consolidés. Cette formation atteint à Marignier 70 mètres d'épaisseur.

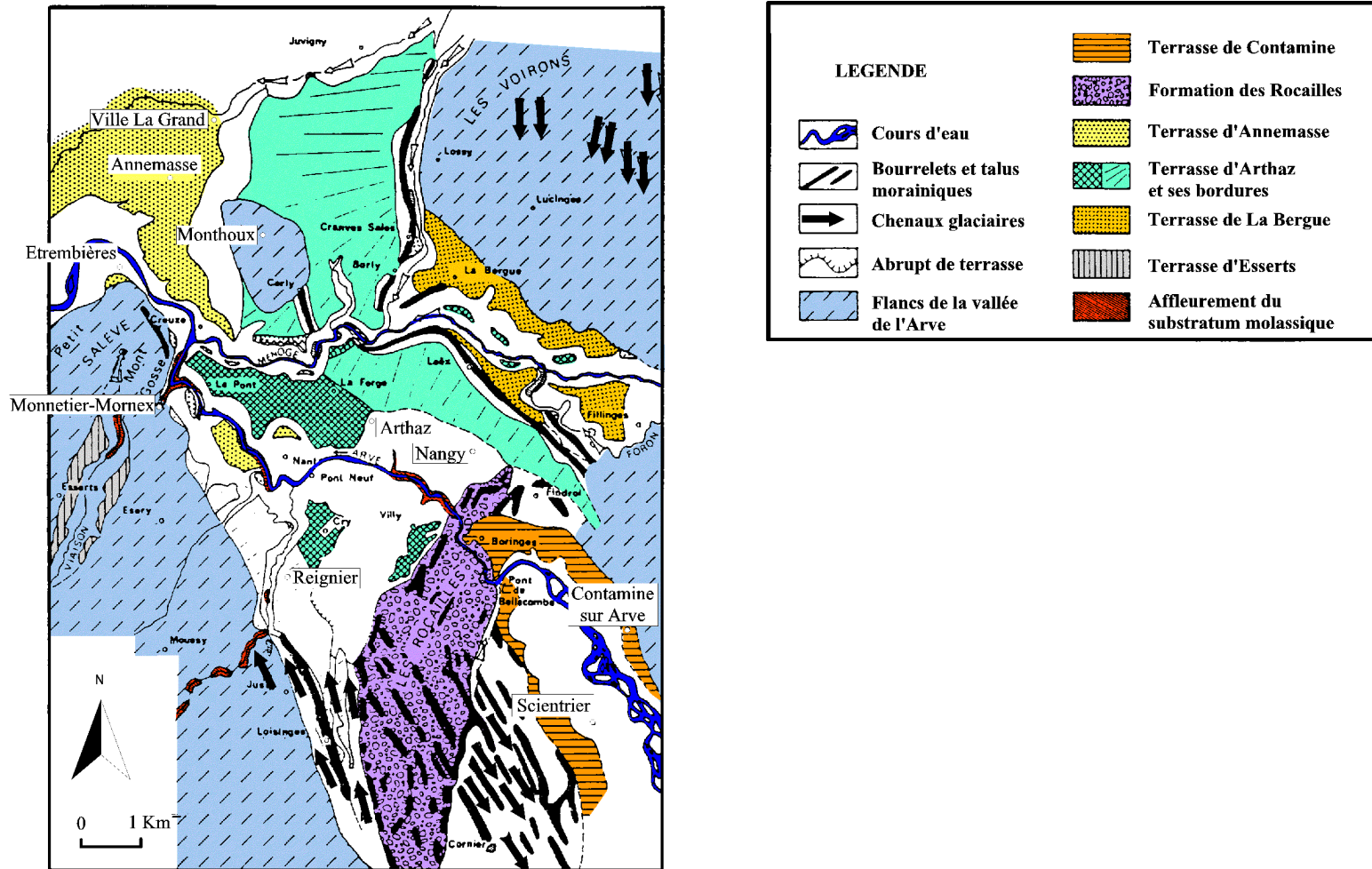


Figure 1 : Carte récapitulative des principales formations quaternaires (Source : Thèse J.L Peiry, 1988)

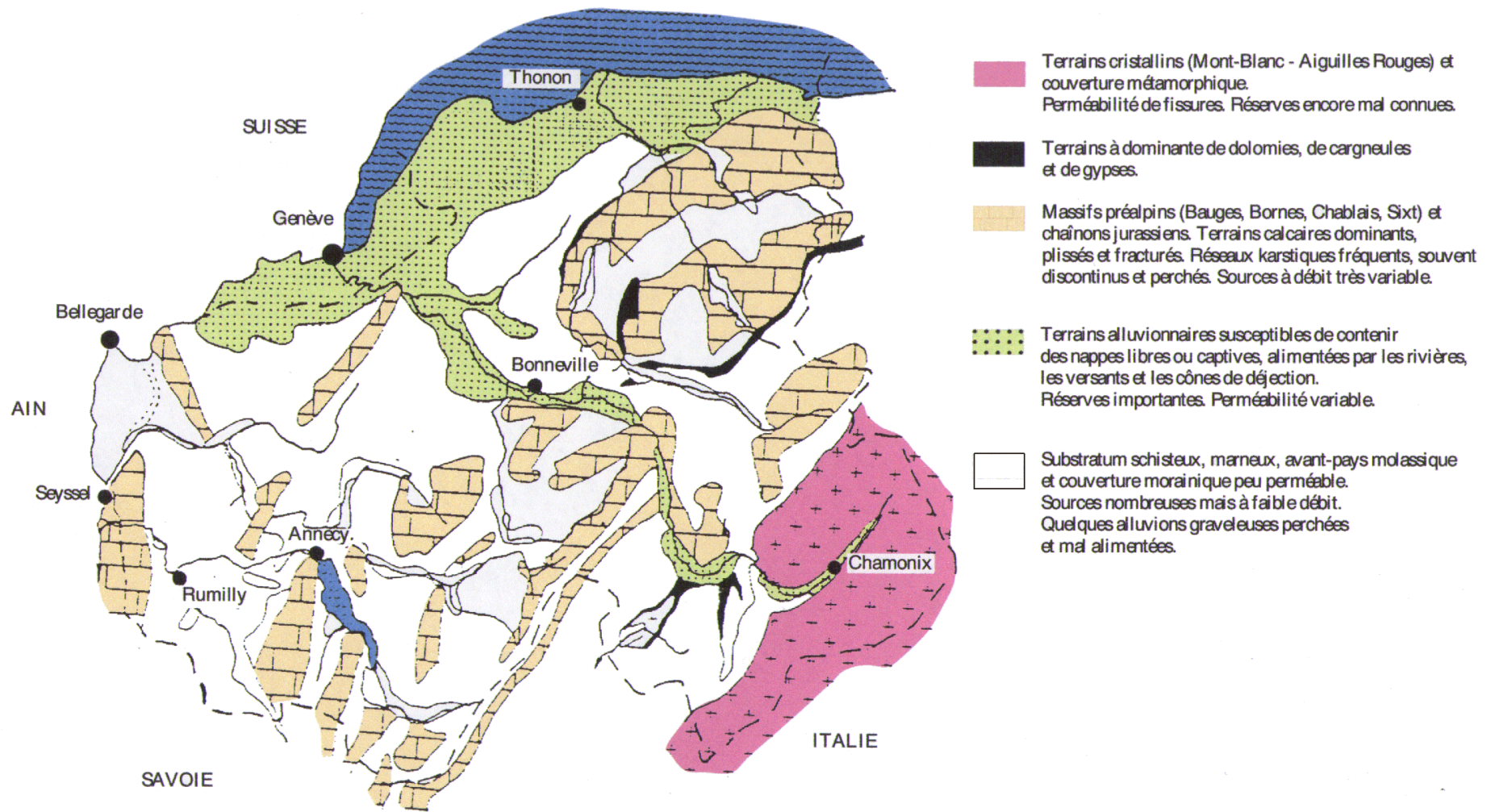


Figure 2 : Les systèmes hydrogéologiques de la Haute-Savoie (Source : Thèse J.L Peiry, 1988)

3.4 L'Arve

3.4.1 Caractéristiques générales de l'Arve

Pour mieux comprendre le fonctionnement de l'Arve sur la portion qui nous intéresse, il est important de prendre en compte l'ensemble du bassin versant. La présentation qui suit développe donc les caractéristiques de l'Arve sur tout son cours.

(P. MOUGIN- Les torrents de la Savoie / J-L PEIRY- Thèse)

L'Arve est un affluent de rive gauche du Rhône qu'il rejoint (alt. 372 m) un peu au-dessous de Genève. Elle prend sa source sur la commune de Chamonix au col de Balme, près de la frontière suisse du Valais (2202 m). De son origine jusqu'au village des Houches, elle coule du N-E au S-W, pendant 25 kilomètres, suivant le plissement qui sépare la chaîne du Mont-Blanc et celle des Aiguilles Rouges ; elle pénètre ensuite dans des gorges jusqu'à Chedde. De Chedde jusqu'au hameau de Luzier (530 m), l'Arve arrose la plaine de Sallanches puis s'engage dans un défilé dominé à droite et à gauche par des escarpements calcaires, qui se termine à Cluses (alt 485 m). Au sortir de cet étranglement la vallée s'élargit considérablement, orientée de l'Est à l'Ouest jusqu'à Bonneville (alt 450 m), puis du S-E au N-W entre cette ville et le pont de Bellecombe (alt 423 m). En cet endroit, la rivière suivant la même direction générale, se resserre dans un lit creusé dans les formations des Préalpes, entre les massifs des Voirons (alt 1486 m) au Nord et du Salève (alt 1379 m) au Sud. A l'aval du Pont d'Etrembières (alt 400 m), l'Arve sinue dans la plaine genevoise sur le territoire helvétique.

La plaine alluviale de l'Arve demeure très large jusque dans la basse vallée où la rivière a profondément incisé les formations pléistocènes² mises en place lors du retrait des glaciers de l'Arve et du Rhône, il y a 13 000 ans. La rivière demeure encaissée jusqu'à sa confluence avec le Rhône, en dépit d'un modeste élargissement à proximité d'Annemasse.

L'Arve a une longueur totale de 104 kilomètres dont 9 kilomètres sont sur le territoire suisse. Le bassin de l'Arve renferme les sommets les plus élevés d'Europe, le Mont-Blanc (4807 m) et les divers pics de ce massif. A côté de cette puissante montagne, il possède aussi parmi les chaînes calcaires des sommets abrupts, comme la pointe de Tenneverges (2930 m) aux sources du Giffre, le Mont-Ruan (2858 m), la pointe des Fiz (1769 m) au-dessus de Servoz, la pointe d'Areu (2468 m) et le pic de Jalouvre (2438 m) dans le massif des Bornes sans compter la Pointe Percée, les Aiguilles de Varens et la Croix de Fer. Les vallées étant très profondes, les pentes des versants sont fortes, et l'érosion agit donc particulièrement sur les terrains tendres, dénudés ou mal protégés.

² Partie inférieure de l'ère quaternaire.

Comme ce bassin englobe les horizons géologiques les plus divers depuis les granits jusqu'aux boues glaciaires, depuis les calcaires compacts jusqu'aux éboulis, depuis les grès carbonifères jusqu'aux schistes si délitables du Lias et aux gypses solubles du Trias, il offrira dans les formations les plus affouillables forcément des ravinements d'autant plus importants que le manteau végétal fera plus complètement défaut.

Le bassin supérieur de l'Arve renferme de nombreux glaciers, dont la majeure partie appartient au massif du Mont-Blanc. Ces glaciers jouent le rôle de « tampon » lorsqu'ils emmagasinent les neiges ou qu'ils arrivent, par leur fusion estivale, à alimenter le Giffre et l'Arve dont le régime présente ainsi à l'inverse des autres cours d'eau un maximum de débit pendant la saison chaude. Ils donnent en grande partie à cette rivière son caractère torrentiel. Par les débris morainiques qu'ils transportent et que remanient les eaux des torrents glaciaires, ils fournissent une quantité énorme de matériaux de charriage. Des pluies abondantes et tièdes, accompagnées de vent chaud du Sud, peuvent amener une fonte brusque des glaces et des névés. Cet apport d'eau supplémentaire, dû à la fonte, peut engendrer des crues violentes et soudaines.

3.4.1.1 Différences hydrologiques sur le bassin versant

L'hydrologie permet de mieux comprendre les phénomènes de crue, de transport et d'érosion, qui nous intéressent dans l'analyse des risques naturels.

Le régime de la rivière n'est pas le même sur l'ensemble du bassin versant : il se transforme graduellement et devient plus complexe d'amont vers l'aval. On peut définir de façon schématique 3 secteurs sur l'ensemble du bassin versant :

- La haute-Arve à Chamonix est fortement marquée par l'influence de la haute-montagne englacée ; le taux d'englacement à la station limnimétrique du pont de Favrand (bassin versant : 205 km²) est de 33 %. Son hydrologie, en apparence simple, est qualifiée « d'excessive » par Pardé (1925) aussi bien par les débits estivaux élevés et la puissance des crues que par la pénurie des écoulements pendant l'étiage hivernal. Le régime de la haute-Arve est caractérisé par une bonne corrélation entre les débits et les températures (Gaudet, 1973) et peut être subdivisé en trois phases :
 - la période des basses eaux est très longue puisqu'elle s'étend sur une durée de 4 à 5 mois. Le débit minimum se produit en février ;
 - l'accroissement du débit est très tardif ; il ne se manifeste qu'au mois de Mai et se produit de manière très brutale. La fonte nival va constituer la plus grande partie des eaux alimentant la rivière pendant le printemps et favoriser des écoulements extrêmement abondants. Elle est renforcée pendant l'été par les eaux de fusion glaciaire ;
 - la décroissance saisonnière et brutale du débit intervient dès septembre avec l'épuisement des réserves nivales et le fort ralentissement de la fusion glaciaire. La chute du débit va se produire de manière continue pendant tout l'automne jusqu'à atteindre l'étiage hivernal.



Photo 2 : L'Arve à Chamonix (Cliché RTM – 08/06/2000)

- L'Arve à Sallanches présente déjà un régime très différent du précédent. Son caractère glaciaire s'est fortement atténué : la montée du débit sous l'effet de la fonte des neiges est beaucoup plus précoce que sur la haute-Arve englacée, puisqu'elle se produit dès le mois d'Avril ; le pic de débit se produit en Juillet. Les parties les plus hautes du bassin versant, où la fonte des neiges est tardive, contribuent à alimenter l'Arve ; l'étiage est moins long, puisqu'il ne dure environ que trois mois. Le mois de Janvier est le mois où l'étiage est le plus profond. Comme pour l'Arve chamoniarde, la chute du débit se produit de manière très brutale en Septembre, ce qui démontre que le régime estival est encore fortement tributaire de l'alimentation glaciaire.



Photo 3 : L'Arve à Sallanches (Cliché RTM – 21/09/1999)

- L'Arve à Genève est caractérisée par un régime complexe, des écoulements abondants et des variations saisonnières de grande amplitude qui reflètent les influences multiples de chacune des parties du versant. A la jonction, confluence de l'Arve et du Rhône, le taux d'englacement du bassin versant n'est plus que de 6 % de la superficie totale ; son altitude moyenne de 1360 mètres demeure cependant relativement élevée. Quatre grandes phases caractérisent le régime de la basse Arve : dès le mois de Février et Mars, sous l'influence des premières fontes nivales dans les parties basses du bassin versant, le débit commence à croître d'abord lentement puis plus rapidement avec la généralisation progressive de la fonte. En Mai, la fusion nivale touche la presque totalité des montagnes situées entre 1500 et 2000 mètres. Dès le mois de Juin , la haute-montagne alpine prend le relais des Préalpes. Ses apports viennent renforcer les débits de la rivière qui passent par un premier maximum très marqué en Juillet ; pendant l'été, la tendance s'inverse ; le débit commence à baisser avec l'épuisement des réserves neigeuses. Cependant au mois d'Août, la chute du débit est en partie compensée par les eaux de fonte des glaciers du Mont-Blanc, ainsi que par les précipitations orageuses. La chute du débit s'accélère en Septembre avec la fin de la période d'alimentation glaciaire. Elle conduit à un premier minimum en Octobre ; le mois de Novembre constitue le second pic du régime de la rivière ; il est cependant nettement moins prononcé que le maximum de Juillet. Il marque le retour des pluies d'origine cyclonique qui touchent les montagnes d'une altitude inférieure à 2500 mètres. Ces précipitations sont souvent accompagnées de brusques réchauffements de la température qui provoquent la fonte des premières neiges. Les massifs cristallins internes plus élevés ne sont soumis qu'à des précipitations neigeuses pendant plusieurs mois ; ils sont moins sensibles aux élévations de la température et participent dans une moindre mesure à l'alimentation hydrique de l'Arve ; dès le mois de Décembre, on se trouve en situation d'étiage ; la rétention nivale qui s'est progressivement généralisée à la presque totalité du bassin versant va conduire au second minimum en Janvier qui est le plus marqué. On notera la relativement courte durée de cet étiage par rapport à ceux des parties supérieures du bassin.

3.4.1.2 Le caractère torrentiel de l'Arve

Des crues violentes affirment le caractère torrentiel de la rivière :

- sur l'Arve chamoniarde, les crues se produisent uniquement en été, lorsque le débit de l'Arve est déjà élevé sous l'influence des eaux de fonte nivales et glaciaires. Elles peuvent aussi avoir une origine accidentelle, lors de la vidange brutale de poches ou de lacs intra ou supra-glaciaires;
- les grandes crues de l'Arve à Genève se produisent aussi bien pendant la saison froide que pendant les hautes eaux estivales.

Les mécanismes des crues diffèrent suivant les saisons :

- pendant la saison froide, les crues ordinaires sont provoquées par un brusque réchauffement des températures qui favorise la fonte nivale aux altitudes basses et moyennes. Les crues extraordinaires sont dues à un double phénomène associant un relèvement rapide des températures provoquant la fusion nivale et des précipitations pluviales violentes et durables ;
- les crues d'été semblent d'un mécanisme beaucoup plus simple. Les eaux sont à cette époque très hautes, donc d'autant plus facilement renforcées vers des valeurs extrêmes. Les pics du débit sont imputables aux précipitations ou aux violents orages qui se produisent sur les reliefs des Préalpes et de la haute-montagne alpine ;
- en automne, la genèse des crues est à nouveau liée aux fortes précipitations cycloniques qui se produisent sous une forme liquide dans les parties basses du bassin versant et sur les reliefs d'altitude moyenne. Les écoulements peuvent éventuellement être renforcés par les apports de reliefs plus élevés, si les températures d'altitude demeurent douces.

3.4.2 Historique des crues torrentielles de l'Arve

Les phénomènes historiques ont, pour l'essentiel, été recensés à partir des archives du service départemental de Restauration des Terrains en Montagne (R.T.M.) de la Haute-Savoie et de celles de la mairie. L'essentiel des données provient de l'ouvrage de référence « Les Torrents de Savoie » écrit par P. MOUGIN et publié en 1914. L'exploitation de données historiques implique un certain nombre de précautions : les multiples modifications des aménagements (ponts, digues, routes, etc...), du paysage (zones forestières...) et de l'occupation du sol (désertification de certains secteurs, aménagements d'autres...) au fil du temps interdisent toute transposition simpliste des témoignages ou chroniques consultées. Ceci est tout spécialement vrai pour l'Arve qui a vu en quelques décennies, la morphologie de son lit changer considérablement.

Tableau 2 : Historique des crues de l'Arve

Date	Localisation	Dégâts et observations	Source
1298	L'Arve	Une très forte crue du Giffre qui inonda toute la plaine de Taninges dut certainement, comme on put le constater d'autres fois, avoir sa répercussion sur le cours inférieur de l'Arve.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
1401	L'Arve	Bonneville fut presque entièrement détruite par une inondation extraordinaire de l'Arve et réduite à quelques maisons.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
03/12/1572	L'Arve	Débordement de l'Arve.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
06/11/1651	L'Arve	Ainsi que beaucoup d'autres cours d'eau du Nord de la Savoie, l'Arve déborde encore. Cette inondation comme la précédente, semble due à des pluies chaudes accompagnées de vent du midi.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie

Date	Localisation	Dégâts et observations	Source
23/06/1673	L'Arve	Inondation de la Vallée. L'Arve était si grosse que ses eaux refoulant celles du Rhône firent tourner en sens inverse les roues du Moulin de Genève.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
28-29/12/1680	L'Arve	« L'abondante pluie qui tomba le samedi et le dimanche 27 et 28 décembre, accompagnée d'un vent chaud qui fit fondre la neige sur les montagnes fournirent une si grande quantité d'eau qui descendait de toutes parts avec impétuosité qu'ils firent enfler la rivière d'Arve subitement et tout à coup, que personne ne l'a vue enfler de la façon en si peu de temps, étant montée jusques aux plants du pont et emply la chapelle du bout du pont plus d'un pied d'haut y ayant laissé les marques. Le débordement des rivières, ruisseaux et torrents qui se dégorgeant dans le fleuve d'Arve fut si grand que l'on voyait de toutes parts descendre des grands arbres qui venaient battre contre les piliers et batardeaux avec tant d'impétuosité que sans les dits piliers et plantations, le grand pont (de Bonneville, alors en construction) aurait été entièrement emporté ». Les batardeaux furent cependant enfoncés.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
10/02/1711	L'Arve	On pu observer à Genève le même phénomène qu'en 1673.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
03/02/1727	L'Arve	« L'Arve ... fait des ravages considérables rière la paroisse de Thy (Thiez) menaçant même d'inonder l'église, cimetièrre, presbitaire et maisons contingues. ». L'intendant du Faucigny dut ordonner aux habitants « de travailler incessamment à contenir Arve dans son lict ». Il ne fallut pas moins de 12 jours 30 hommes aidés de 10 chariots pour arriver à protéger cette commune.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
14/09/1733	L'Arve	Sur tout son cours l'Arve déborda et on trouve sur la Mappedes dégâts considérables qu'elle causa aux propriétés riveraines. Les eaux dans la vallée ont envahi à Cluses 91 ha. 00 14, à Scionzier 81 ha. 41 16, à Thyez 91 ha. 53 67, à Marignier 111 ha 01 02, à Ayse 16h. 28 09, à Pontchy 66 ha. 74 57, à Saint-Maurice 32 ha. 54 59, à Bonneville 51 ha. 57 70, à Arenthon 34 ha. 36 62, à Scientrier 57ha. 49 39, à Etrembières 23ha. 49 43.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
06/06/1735	L'Arve	Dans la nuit une crue de la rivière envahit le chantier du pont d'Etrembières, remblaie les fouilles des culées et des murs en aile, entraîne des pilots et des planches.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie

Date	Localisation	Dégâts et observations	Source
03/01/1737	L'Arve	Une fois encore, le pont d'Etrembières est dégradé par les eaux. Le mur en aile de la culée de gauche, construit trois mois auparavant, long de 16 m 43 fut renversé sur 7 m 18. Deux digues en maçonnerie placées à l'amont du pont ont également souffert : l'une a eu sa tête enlevée sur 3 m 42 de longueur ; l'autre a été ruinée sur 2 m 31, leur épaisseur au couronnement était de 1 m 70.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
Juillet 1742	L'Arve	On était en train de réparer le pont de Bonneville construit en 1648 à 1680 ainsi que les digues à proximité de cette ville, quand une crue de l'Arve vint emporter 18 des 21 pilotes de chêne, de 16 pieds de long, « sur 10 à 12 pouces de diamètre, plantés à refus de mouton et liés par 10 toises de longuereines et crossés par 10 livres de crosses ». <i>Et pourtant il ne restait au-dessus du sol que 3 pieds de chaque pilot.</i>	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
Novembre 1763	L'Arve	La rivière d'Arve cause des dégâts dans la plaine d'Ayse.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
31/10/1765	L'Arve	Des pluies abondantes ont, par deux fois fait déborder l'Arve qui a fortement dégradé les ponts et les chemins notamment entre Bonneville et Saint-Martin. La rivière a encore raviné la plaine de Bonneville et de Pontchy et coupé les rampes d'accès du pont de la ville et elle fut sur le point « d'abandonner le susdit pont ».	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
14/09/1773	L'Arve	Crue de l'Arve.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie

Date	Localisation	Dégâts et observations	Source
26/10/1778	L'Arve	Des pluies abondantes tombées pendant tout le mois d'octobre amenèrent « <i>un si horrible débordement des rivières que les plaines situées le long de leurs bords n'ont été pendant les derniers jours qu'un lac continu. Le pont d'Etrembières sur l'Arve a été emporté et la crue des eaux a fait changer le lit de cette rivière en quelques endroits. Le Faucigny est dans un état vraiment pitoyable. L'intendant Patria écrit qu'on ne pouvait sortir de Bonneville que par un débouché qui est resté du côté de Genève. Dans la nuit du 25 au 26, l'Arve et les autres torrents étaient tellement enflés que les plaines et les chemins avaient l'eau à 10 pieds de hauteur. La plupart des digues, le pont Saint-Martin qui avait coûté 50 000 livres, des maisons, des édifices et les bords les plus précieux ont été emportés. Il n'y a pas longtemps que cette province avait essuyé un semblable désastre</i> ». Les digues protégeant Thiez avaient été gravement endommagées.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
24/07/1787	L'Arve	Une violente crue de l'Arve, causée probablement par une brusque fonte des neiges rompt par le milieu le pont en pierre de Bonneville et détruit encore celui d'Etrembières.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
20/10/1825	L'Arve	« <i>La rivière l'Arve s'éleva à la hauteur de 1778 ; elle a offert pendant quelques heures un spectacle effrayant, roulant dans ses eaux limoneuses des bois de toute espèce, des débris de ponts, des voitures et même des chevaux... Les environs de Bonneville ont aussi beaucoup souffert</i> ».	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
18/09/1829	L'Arve	A la suite de mauvais temps les cours d'eau du Faucigny, l'Arve notamment, causent de sérieux dégâts.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
15-16/07/1830	L'Arve	Très grossie par la fonte des neiges et des glaces, l'Arve se jette contre sa rive gauche, à l'aval du confluent du Borne ; elle emporta sur 100 mètres de longueur la digue et la chaussée établie en arrière. Les syndics de Pontchy, Saint-Pierre et Saint-Maurice-de-Rumilly durent commander en corvée les propriétaires de bœufs et de chevaux pour apporter les quantités de pierre nécessaires pour réparer la brèche ouverte.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
16-17/11/1839	L'Arve	L'Arve inonde les terres de la plaine de Bonneville.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie

Date	Localisation	Dégâts et observations	Source
16/11/1840	L'Arve	L'automne très pluvieux de 1840 détermina une crue prolongée de l'Arve et de ses affluents. Dès le 9 Novembre, la rivière enlève 3 mètres du bord de la route provinciale, au lieu dit Vers le Rocher en amont de Cluses. Une semaine après, les eaux montent d'une façon anormale, recouvrant toute la plaine de Bonneville, envahissent les parties basses de cette ville qu'il fallut évacuer et interrompent les communications. Le 17 Novembre, à la tombée de la nuit, la crue a cessé et, le 18, le niveau de la nappe liquide avait baissé de plus d'un mètre. Les routes et chemins surtout avaient souffert.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
03/03/1842	L'Arve	La route provinciale est très menacée par l'Arve entre Bonneville et la Côte d'Hyot. <i>« Les pluies abondantes tombées dans les mois d'octobre et de novembre de la même année ont occasionné des crues extraordinaires qui ont contribué à affouiller et à dégrader les digues construites sur le territoire de Cluses. Les eaux ont aussi affouillé la route provinciale à l'endroit où elle est resserrée entre la montagne et le lit de la rivière. »</i>	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
Fin Juillet 1843	L'Arve	La fonte des glaciers amena une forte crue de l'Arve qui a dégradé les travaux de protection des routes allant de Bonneville à Sallanches. La défense de ces voies a exigé 1328 livres.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
02/08/1843	L'Arve	Des précipitations abondantes sur le Faucigny renforcent encore la crue : les digues sous Bonneville sont rompues et la plus grande partie de la plaine de Pontchy se trouve submergée. Pour empêcher les dégâts causés aux digues de s'étendre, il a fallu une nouvelle dépense de 1496 livres.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
15-16/10/1843	L'Arve	L'intendant de Bonneville rend compte ainsi des inondations survenues à l'automne suivant : <i>« Les pluies continuelles qui ont commencé à tomber dimanche dernier, accompagnées d'un vent chaud qui a fait fondre la neige sur les plus hautes montagnes ont encore produit dans les journées de lundi et mardi, une crue extraordinaire de l'Arve... crue qui a couvert une grande extension de la plaine de Bonneville et de Pontchy dans la portion attiguë à la rivière et aussi à la route provinciale de Bonneville à Genève, tout de suite à la sortie de cette ville. Heureusement que ces pluies ont cessé depuis hier matin et que le temps froid qui est survenu a empêché la fonte ultérieure des neiges. Mais en attendant les dommages causés à la propriété des particuliers sont de quelque considération, vu que les semailles étaient achevées en plusieurs endroits... la chaussée de la digue rive gauche de l'Arve, presque aux limites du territoire de Bonneville a souffert sur une extension de 25 à 30 m. »</i>	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie

Date	Localisation	Dégâts et observations	Source
Avril 1845	L'Arve	L'Arve endommage la digue de Vorzier sous Saint-Roch et, en 1848, elle affouille celle située aux confins de Bonneville et d'Ayse et y détermine des affaissements. La réparation de ces brèches est évaluée à 2500 livres.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
01/08/1851	L'Arve	Les terrains bas avoisinant les routes de Bonneville à Sallanches, Annecy et Genève sur les territoires de Cluses, Thyez, Marignier, Ayse et Bonneville sont envahis par les eaux débordées de l'Arve.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie

Date	Localisation	Dégâts et observations	Source
1852	L'Arve	<p>Cette année n'a été pour le Faucigny qu'une succession de désastres. Dès le 16 janvier, l'Arve a une crue plus forte que celle du mois d'Août précédent ; mais les digues édifiées aux abords de Bonneville résistent parfaitement.</p> <p>Du 3 au 20 Août, énorme, furieuse, grossie par des pluies et par la fusion intense des glaciers du Mont-Blanc sous l'influence de vents brûlants, l'Arve déborde 5 fois ! Neuves ou vieilles, les digues sont submergées ou renversées. Les deux routes de Bonneville à Cluses (rive droite et rive gauche) sont couvertes d'eau. De Cluses à Arenthon la plaine n'est qu'un lac où l'on ne circule que sur des barques. Toutes les cultures y sont perdues. A Magland, il y a 2 pieds d'eau dans le village. Les habitants du hameau des Buttes sous Cluses, où il y avait 1 m, ceux du Faubourg des Places à Bonneville où les flots atteignent la hauteur de 2 m par endroits, doivent fuir leurs maisons : 200 personnes se trouvent ainsi chassées de leurs demeures.</p> <p>En aval du confluent de Borne, la vieille digue de rive gauche fut renversée : deux brèches, l'une de 45 m l'autre de 60 m de longueur et une hauteur de 0m.80 livrèrent passage au courant qui prit à revers la digue nouvelle construite en face de Corman sur 80 m de longueur.</p> <p>La route provinciale de Bonneville à Annecy a été coupée et affouillée vers le ponceau des Moulins à Bonneville.</p> <p>Ce ne fut que le 27 Août que les eaux rentrèrent dans leur lit : la crue du 20 Août avait atteint 2m 35 au-dessus de l'étiage ; les précédentes n'avaient pas dépassé 2 m 05.</p> <p>17/09/1852.- Sous l'influence d'un nouveau régime de vent du Midi dans la nuit du 15 au 16 Septembre, les neiges du Mont-Blanc recommencèrent à fondre avec rapidité. Une pluie chaude et continuelle dura pendant toute la journée du 16. L'Arve se mit à grossir ; à 6 heures du matin, elle arrivait à l'échelle de Bonneville à la hauteur de 2 m 50. Toutes les digues étaient noyées et les faubourgs de Bonneville inondés. En aval de l'embouchure du Borne, le débit de l'Arve fut évalué à 1250 mètres cubes.</p> <p>06/10/1852.- La réapparition du vent du Sud pendant la journée du 5 Octobre, la chute à partir de 9 heures du soir d'averses tièdes et violentes eurent les mêmes effets qu'en Septembre. A 4h du matin, le 6, l'Arve débordait déjà ; « à 6 heures, tout le faubourg des Places à Bonneville, les routes de Sallanches, d'Annecy et de Genève étaient couvertes par les eaux... ».</p>	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie

Date	Localisation	Dégâts et observations	Source
08/04/1853	L'Arve	Le retour du printemps amena une crue de l'Arve et le 8 Avril, à 2h du matin, le niveau de l'eau atteignit à Bonneville 0 m 90 au-dessus de l'étiage ; les flots envahirent une partie de la plaine de Crève-Cœur près de cette ville.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
01/07/1853	L'Arve	Des pluies prolongées font grossir la rivière. La route provinciale de Bonneville à Genève est déjà en partie recouverte par les eaux, près de la Côte d'Hyot. L'Arve, sur le territoire de Thiez change de lit, envahit les propriétés particulières et communales de la plaine et menace l'église et le chef-lieu.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
02/09/1853	L'Arve	C'est un sac d'eau tombé sur le haut bassin du Giffre qui produit le débordement de l'Arve sur la région de Bonneville. Les routes de Sallanches, Annecy et Genève sont submergées, ainsi que la plaine ; le faubourg des Places est de nouveau envahi. Les corrosions de l'Arve ayant dégradé la route d'Etrembières à Chêne « <i>au point de la rendre très dangereuse</i> » la dépense nécessaire pour sa restauration a été évaluée à 17 500 livres.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
14/06/1855	L'Arve	Les eaux ont menacé d'inonder Thiez et elles ont recouvert, près de Bonneville, les routes de Sallanches et de Genève.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
18/10/1855	L'Arve	L'Arve déborde encore mais sans causer de dégâts.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
20/10/1855	L'Arve	1 heure de l'après-midi, le débit de l'Arve s'est élevé à 492 mètres cubes ; le niveau de l'eau était de 1 m 98 au-dessus de l'étiage et la vitesse superficielle du courant atteignait 3 mètres.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
01/11/1859	L'Arve	Après trois jours de pluie tiède et d'un fort vent d'Ouest qui amena la fonte d'une grande quantité de neige, « <i>de nombreuses brèches ont été ouvertes dans les digues entre Giffre et Corman</i> ». A Bonneville, le faubourg des Places fut inondé de même que la plaine de Crève-Cœur et la vallée jusqu'à Cluses.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie

Date	Localisation	Dégâts et observations	Source
01/09/1860	L'Arve	« De Sallanches à Bonneville, l'Arve avait débordé et causé beaucoup de ravages. Trois personnes avaient été emportées par l'inondation et, entre autres, un maire des environs de Bonneville. » Pendant les années suivantes, sans avoir de crues désastreuses, l'Arve continue à attaquer les berges et les ouvrages qui les défendent.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
11-12-13/08/1866	L'Arve	Les matériaux de charriage exhausant le lit de la rivière, même dans les parties endiguées, les crues n'ayant plus qu'un espace restreint deviennent plus désastreuses. Le 10 Août 1866, à 6h du soir, une bourrasque accompagnée d'un sac d'eau fit monter les 11 et 12 Août, l'Arve à 1 m 81 au dessus de l'étiage. Le 13, à la suite d'une nouvelle pluie le niveau de l'eau atteignit 2 m 50. Cette crue « faillit emporter tout un côté du faubourg des Places » à Bonneville.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
1869	L'Arve	Une brèche s'ouvre dans la digue de rive droite en amont du pont de Bonneville.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
1874	L'Arve	Il se forme à Contamines-sur-Arve, un nouveau bras de rivière qui menace les terres de la rive droite.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
09/11/1875	L'Arve	Les habitants de Bonneville eurent une alerte ; ils firent même évacuer les écuries des faubourgs afin de mettre leurs bestiaux à l'abri de l'Arve que des pluies torrentielles accompagnées de vent du Midi avait fait grossir énormément. La crue dura toute la nuit, mais ne causa aucun dommage. Le lendemain soir, à 5h l'Arve monta encore à Bonneville mais cette crue venait de la vallée du Giffre.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
25/05/1878	L'Arve	Un orage accompagné de précipitations abondantes fit déborder l'Arve sur plusieurs points de son cours ; le faubourg de la Colonne à Bonneville fut inondé et des bestiaux y furent noyés. Les routes de Bonneville à Cluses par Scionzier et Marignier ont été submergées.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
17/08/1881	L'Arve	« Dans la soirée du 17 Août, à 7h, un violent orage accompagné d'une pluie torrentielle a éclaté dans la vallée de l'Arve et a occasionné une crue subite, de plus de 1 mètre des eaux de la rivière ... »	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie

Date	Localisation	Dégâts et observations	Source
02/06/1887	L'Arve	La fonte des neiges et une série de jours pluvieux ont fait grossir l'Arve très rapidement ; sous Bonneville, les eaux envahirent la plaine de Pontchy et charrièrent des débris de tous genres.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
10/12/1887	L'Arve	Grâce à une température exceptionnellement douce et humide, la neige récemment tombée fondit. A Bonneville, l'Arve inonda le faubourg de la Liberté et la plaine de Pontchy.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
14/03/1888	L'Arve	Les eaux d'Arve s'écoulant à pleins bords, affleurent les digues.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
2-3/10/1888	L'Arve	Les précipitations énormes qui se produisirent sur le Nord de la Savoie eurent cependant pour le bassin de l'Arve des conséquences moins désastreuses que pour celui de la Dranse. La lame d'eau tombée à Annemasse atteignit 160 millimètres ; à Bonneville, le 3, l'Arve monta à 2 m 45, de midi à deux heures du matin ; sa vitesse superficielle était de 12 mètres. En aval du pont d'Etrembières, toutes les cultures maraîchères de la commune de Gaillard ont été submergées ; la digue a été emportée sur 155 mètres ; à Genève, le courant était tel que le Rhône dut refluer dans le lac !	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
15/06/1889	L'Arve	Après une série d'orages, un régime pluvieux s'établit. L'Arve déborde sur le territoire de Contamine-sur-Arve, au village de la Perrine, arrête toute circulation sur la route de Genève à Bonneville. Ce jour-là, le pluviomètre accusa une chute de 37 millimètres de pluie à Chamonix et de 66 millimètres de pluie à Bonneville.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
13/11/1895	L'Arve	L'automne 1895 fut particulièrement humide (Bonneville : octobre, 11 jours et 143 m/m 4 de pluie ; novembre, 12 jours et 143 m/m 2 de pluie ; Annemasse : octobre, 7 jours et 112 m/m 9 de pluie ; novembre, 10 jours et 141 m/m 3 de pluie) ; l'Arve très grosse eut une crue extraordinaire le 13 novembre ; elle endommagea ou détruisit divers ouvrages d'art de la route nationale n° 202. Les réparations s'élevèrent à 11 500 francs. A Bonneville, le faubourg de la Liberté fut inondé et les habitants n'eurent que le temps de faire sortir leurs bestiaux ; à neuf heures du soir, le niveau de la rivière était à 2 m 97 au-dessus de l'étiage, au pont de Bonneville. En aval, l'usine électrique d'Arthaz fut enlevée par le courant.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie

Date	Localisation	Dégâts et observations	Source
06/09/1897	L'Arve	Des orages font monter l'Arve qui déborde en plusieurs endroits, mais sans amener de bien grands dommages.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
10-11/07/1902	L'Arve	Des orages sur le haut Faucigny entraînent une crue de l'Arve.	P. MOUGIN Les torrents de la Savoie
2/7/1910	L'Arve	<i>« Une inondation a causé des ravages immenses dans tout l'arrondissement de Bonneville et en particulier dans la plaine de Vougy. En certains endroits de Bonneville, l'eau est montée jusqu'au premier étage des immeubles, notamment au quartier des Places. »</i>	Coupure de presse du journal Le Messenger Archives RTM, dossier événements Bonneville.
06/08/1914	L'Arve	Crue générale importante (débit :872 m3/s).	Etude SOGREAH, CERREP, GAY Contrat de rivière Arve (Nov 1991) Etudes détaillées : 2 hydrologie
24/09/1920	L'Arve		Etude SOGREAH, CERREP, GAY Contrat de rivière Arve (Nov 1991) Etudes détaillées : 2 hydrologie

Date	Localisation	Dégâts et observations	Source
15/09/1940	L'Arve	<p>« A travers toute la Haute-Savoie, de graves inondations ont causé bien des troubles et d'énormes dégâts qui viennent ajouter aux misères du temps. Ainsi entre Sallanches et Cluses, la rivière a recouvert les terres dans un rayon de 200 à 400 mètres autour de son lit. Les cultures n'ont pas été ménagées et l'on évacue les objets des maisons envahies par les eaux.</p> <p>A Saint-Martin où l'eau attaqua le vieux pont, la route de Passy fut coupée. A Magland, on comptait 80 centimètres d'eau dans l'église et dans l'école des filles. A Cluses, plus d'un mètre d'eau dans le quartier Saint-Vincent. L'Arve a fait s'effondrer les murs et a arraché des arbres de dimension respectable, c'est un torrent complètement déchaîné. L'Arve a également ravagé les vergers d'Étrembières.</p> <p>.....</p> <p>Le Borne et le Giffre en furie ont détruit dans la région de Bonneville, des récoltes et des bâtisses. On note des dégâts à Thoisinges, Mieussy, Talinges, Marignier, et la circulation dans ce secteur est interrompue, car de nombreuses routes et voies ferrées sont submergées. Le Clévieu, à Samoëns, est sorti de son lit, déracinant des arbres, tandis qu'à Gaillard le Foron a fait des dégâts considérables chez les maraîchers. »</p>	<p>Coupure de presse du journal Le Messenger du Lundi 20/09/1940</p> <p>Archives RTM, dossier événements Cluses.</p>
24/11/1944	L'Arve	Crue importante (débit évalué à 610 m ³ /s).	<p>Etude SOGREA, CERREP, GAY</p> <p>Contrat de rivière Arve (Nov 1991)</p> <p>Etudes détaillées : 2 hydrologie</p>

Date	Localisation	Dégâts et observations	Source
26/11/1952	L'Arve	Crue de l'ensemble du bassin (débit évalué à 715 m ³ /s).	Etude SOGREAH, CERREP, GAY Contrat de rivière Arve (Nov 1991) Etudes détaillées: 2 hydrologie
14/06/1957	L'Arve	Crue générale sur les Alpes, moins forte sur l'Arve que sur l'Isère.	Etude SOGREAH, CERREP, GAY Contrat de rivière Arve (Nov 1991) Etudes détaillées: 2 hydrologie

Date	Localisation	Dégâts et observations	Source
22/09/1968	L'Arve	<p><i>« Bonneville, 22 Septembre.- Les inondations qui ont dévasté la Haute Vallée de l'Arve, n'ont pas épargné Bonneville. Alors que Samedi dans la journée le quartier du Manet était le premier en état d'alerte, ce qui se produit d'ailleurs assez souvent, la situation prenait une tout autre tournure dans la soirée.</i></p> <p><i>A 21h30, la sirène retentissait pour appeler les pompiers, l'eau commençait à envahir certaines rues du quartier du Bouchet et la circulation devenait quasi impossible à partir du pont sous la voie du chemin de fer.</i></p> <p><i>Il fallut évacuer matériel et provisions de la plupart des caves, tout en commençant à pomper l'eau. Toute la nuit, les pompiers restèrent sur place, mais la situation devait considérablement s'aggraver peu après 4 heures du matin.</i></p> <p><i>Non seulement le quartier du Bouchet allait se retrouver inondé, mais aussi celui des Places, et un peu plus tard celui du Bois Jolivet, les eaux de l'Arve conjuguant leurs efforts néfastes avec celles du Borne, celles du Canal et de tous les ruisseaux, le Veudey en particulier. La Place de la Liberté devenait rapidement un petit lac, l'avenue des Glières, à la descente de la Place de la Colonne, se trouvait à son tour envahie jusqu'à hauteur de la cour de la maison Dénarié, tandis que le lotissement Métral-Glière, était bientôt atteint puis le Bois Jolivet, la nouvelle maison d'arrêt départementale (encore inoccupée) devenant un véritable îlot et l'école comme celle du Bouchet, quelques minutes plus tôt, étaient sous les eaux.</i></p> <p><i>Pendant ce temps, nombre de Bonnevillois, découvraient l'étendue du désastre, car dans les caves, on ne comptait plus les dégâts.</i></p> <p><i>D'autre part, de nombreuses installations de chauffage étaient endommagées ; tandis que les transformateurs de la régie électrique l'étaient également, ce qui provoqua des pannes de courant pour le moins inopportunes, le personnel de la régie s'efforçant de parer au pire.</i></p>	<p>Coupure de presse du journal Le Dauphiné Libéré du 23/9/1968 Archives RTM, dossier événements Bonneville.</p>

Date	Localisation	Dégâts et observations	Source
22/09/1968	L'Arve	<p>Jusqu'à 11 h., l'inquiétude resta très vive car l'Arve, qui avait depuis longtemps dépassé la cote d'alerte continuait de monter. Mais la situation s'améliorait très lentement et, comme le soleil brillait, l'eau commença à se retirer progressivement de l'avenue des Glières puis de la Place de la Liberté et du Bois Jolivet, où les nappes avaient atteint entre 20 et 50 centimètres.</p> <p>Par contre en fin d'après-midi le quartier du Bouchet était toujours presque complètement inondé, l'eau ayant même envahie de nouvelles rues, en début d'après-midi.</p> <p>Sur la brèche en permanence, les pompiers continuaient à pomper l'eau dans les caves et à aider les commerçants à sauver ce qui pouvait l'être.</p> <p>Notons que le matin, à 10h30, nos pompiers avaient pu se rendre maîtres rapidement d'un commencement d'incendie dû à un court-circuit, conséquence vraisemblable des infiltrations d'eau dans l'immeuble de la Société Savoisienne de Crédits, rue Pertuiset.</p> <p>Notons encore qu'à la sortie de la ville, en direction de Genève, le quartier de Iles justifia pour une fois son nom, les champs étant partout inondés.</p> <p>En début de soirée, l'Arve continuait de baisser très lentement, mais les pompiers se trouvent toujours en divers points de la cité, partout où on a besoin d'eux, tandis que l'on mesure l'étendue de dégâts qui atteindront largement des centaines de milliers de francs. »</p>	<p>Coupure de presse du journal Le Dauphiné Libéré du 23/9/1968</p> <p>Archives RTM, dossier événements Bonneville</p>
19/01/1979	L'Arve	<p>« La région de Bonneville n'a pas été épargnée Dimanche par la pluie et entre 6h30 et 17 heures, les pompiers durent intervenir une trentaine de fois.</p> <p>A Bonneville, dans plusieurs quartiers et dans des hameaux, notamment à Dessy, l'Epargny, Saint-Etienne et la Côte d'Hyot, les caves étaient inondées, les ruisseaux engorgés parfois en raison de la glace, des caniveaux bouchés, mais dans l'ensemble, il n'y eut pas trop de mal.</p> <p>Les pompiers durent également se rendre à plusieurs reprises à Faucigny, Peillonex, Marcellaz, Contamines-sur-Arve, pour les mêmes faits, des congélateurs devant plus ou moins souffrir dans quelques caves.</p> <p>Entre Bonneville et Contamine-sur-Arve, la circulation a du être interrompue et détournée sur la RN 205 durant toute la journée, la chaussée étant envahie par l'eau et la boue. »</p>	<p>Coupure de presse du journal Le Dauphiné Libéré du Lundi 20/01/1979</p> <p>Archives RTM, dossier événements Bonneville.</p>

Date	Localisation	Dégâts et observations	Source
05/07/1980	L'Arve	Forte crue. Débit évalué à 720 m ³ /s.	Etude SOGREA, CERREP, GAY Contrat de rivière Arve (Nov 1991) Etudes détaillées: 2 hydrologie
11/10/1981	L'Arve	Crue forte à l'aval de Passy (débit : 680 m ³ /s). Seuil de la Sardagne emporté.	Etude SOGREA, CERREP, GAY Contrat de rivière Arve (Nov 1991) Etudes détaillées: 2 hydrologie
10 et 11/10/1988	L'Arve	<p>« Les violentes pluies tombées dans la nuit de Dimanche à Lundi et qui se sont poursuivies toute la journée ont grossi les eaux de l'Arve qui a débordé en aval de Reignier et Arthaz-Pont-Notre-Dame. Il était environ 14 heures quand les usagers et les habitants du hameau du Pont-Neuf remarquèrent le début de l'inondation sur les prés environnant le ferme Contat, très vite la rivière roulant des eaux noires, charriant branchages et autres matériaux s'étendit dans la campagne coupant vers 16 heures la circulation sur le CD 202.</p> <p>Au début quelques véhicules 4x4 ou tracteurs réussirent à franchir un véritable lac, mais la crue augmentant toujours, la circulation fut définitivement coupée, la route vicinale menant au hameau du Nant étant également menacée. Pour les riverains c'était l'angoisse, cours et jardins commençaient à être inondés, chacun avait encore en mémoire ce Dimanche matin du 18 Septembre 1968 où pareille crue emporta comme un fétu de paille le vieux pont neuf qui, ne l'oublions pas, était le premier pont en béton armé en France. »</p>	Coupure de presse du journal du Dauphiné Libéré du 11/10/1988 Archives RTM, dossier événements Reignier

Date	Localisation	Dégâts et observations	Source
15/02/1990	L'Arve	Crue du bassin moyen et aval seulement (débit : 651 m ³ /s).	Etude SOGREA, CERREP, GAY Contrat de rivière Arve (Nov 1991) Etudes détaillées: 2 hydrologie
24 et 25 Juillet 1996	L'Arve	Suite à un orage violent, l'Arveyron de la Mer de Glace et l'Arve entrent en crue. Cette crue serait principalement due à trois facteurs : orages violents, fonte glaciaire et formation de poches sous-glaciaires. D'importants dégâts sont occasionnés sur la commune de Chamonix. Les quantités d'eau en jeu ne sont pas la seule raison de la gravité des crues : le débit maximal de l'Arve à Chamonix, observé dans la nuit du 24 au 25 est légèrement inférieure au débit décennal (125 m ³ /s contre un débit décennal de 160 m ³ /s au barrage des Houches). Les débordements très importants peuvent s'expliquer par un engravement du lit de l'Arve qui a relevé les niveaux de façon considérable.	Rapport RTM 01/09/1996 Archives RTM, dossier événements Chamonix

Sources :

- Paul MOUGIN, **Les torrents de la Savoie** (Grenoble, 1914), archives RTM.
- Etude SOGREA, CERREP, GAY. **Contrat de rivière Arve** (Nov 1991), archives RTM.
- Archives RTM.

3.4.3 La transformation contemporaine de la dynamique fluviale

Un chenal naturel en équilibre dynamique s'établit sur la base de combinaisons d'éléments morphologiques, acquis pour un débit et une charge donnée (Hickin, 1983) ; il dispose d'au moins huit degrés de liberté pour changer : la largeur, la profondeur, la granulométrie des sédiments, le volume des transports solides, la vitesse de l'écoulement, la pente, la rugosité du fond et le tracé en plan. Dans un chenal artificiel, un certain nombre de degrés de liberté sont supprimés ou restreints : ainsi, le tracé en plan de l'Arve dans les sections endiguées, la largeur maximale de son lit sont des paramètres géomorphologiques fixés une fois pour toutes au moment des travaux. Néanmoins, il subsiste de nombreuses possibilités de réponse par réaction : chaque perturbation des flux hydriques ou de la charge alluviale va provoquer l'adaptation du chenal et la recherche d'un nouvel équilibre, résultant du jeu des paramètres.

La transformation de la dynamique fluviale sous l'effet de l'accroissement de la pression anthropique s'est produite pratiquement sur la totalité du cours de l'Arve dans sa plaine alluviale, aussi bien dans les sections de la rivière peu perturbées par les travaux d'endiguement que dans les tronçons corrigés. Les premiers signes d'un changement géomorphologique sont apparus au début de la décennie 1950.

Le développement très rapide des extractions dans le lit mineur, dès le début de la décennie 1950, est le principal responsable de la profonde chute de la ligne d'eau de l'Arve dans le bassin de Sallanches, dans le bassin de Cluses, dans la plaine alluviale de Contamine-sur-Arve comme d'ailleurs sur toutes les sections de sa plaine alluviale. L'évolution de la ligne d'eau de l'Arve dans les sections encaissées de son cours n'a pas été aussi dramatique que dans les bassins alluviaux intra-montagnards. Les volumes extraits réagissent sur l'équilibre global du lit :

- les abaissements dans les souilles d'extraction provoquent de fortes ruptures locales de pentes ou points d'entaille qui sont des zones de forte instabilité du lit. Ils se propagent à l'amont par érosion régressive. Ils accroissent le volume des transports solides dans la section amont déstabilisée, ce qui assure le comblement rapide de la souille ;
- les souilles assurent le piégeage de la charge graveleuse transitant par le roulage au contact du fond. Celle-ci ne contribue plus à l'équilibre des sections situées à l'aval de la zone d'extraction, où l'incision résulte d'un déficit d'apports grossiers. Ce processus, à la différence de l'érosion régressive ne génère pas de fortes ruptures locales de la pente. L'ajustement est très progressif, par réduction de pente lorsque la fourniture sédimentaire diminue.

L'incision de la rivière consécutive aux extractions de gravier a eu pour conséquence la déstabilisation des berges de la rivière ainsi que de nombreux ouvrages d'art. Elle a nécessité la construction de plusieurs seuils barrant la rivière. Leurs objectifs sont multiples :

- contrôler la chute de la ligne d'eau en bloquant l'érosion régressive ;
- compenser la réduction de la pente d'équilibre par une chute d'eau ponctuelle pouvant atteindre une hauteur de plusieurs mètres
- diminuer la puissance érosive de la rivière en créant une fosse de dissipation énergétique en aval de la chute

L'incision du lit de l'Arve s'est accompagnée d'une modification des sections d'écoulement et du style fluvial de la rivière. Jusqu'au début des années 1950, toutes les sections non-endiguées présentaient un style tressé, les chenaux instables divaguant entre des bancs de galets très mobiles et remaniés lors de chaque hausse du débit. Dès les premières extractions massives dans le chenal et en quelques années, la rivière a perdu ses caractéristiques de cours d'eau tressés. Les bras multiples ont disparu au profit d'un chenal unique, les écoulements se concentrant progressivement avec le développement de l'incision.

4. L'Arve sur la commune de Bonneville

4.1 Présentation de la commune

La commune de Bonneville s'étend sur environ 2715 hectares dont 875 hectares de bois et forêts et compte 10350 habitants.

Les communes limitrophes sont :

- commune d'Ayze,
- commune de Vougy,
- commune de Faucigny,
- commune de Contamine-Sur-Arve,
- commune d'Arenthon.

Bonneville, Sous-Préfecture de Haute-Savoie, est située au cœur de la vaste plaine glaciaire de l'Arve qui s'étend de Cluses au Nord jusqu'à Annemasse et Genève au Sud. On peut alors distinguer sur la commune deux grands types de zone : le fond de vallée et les coteaux.

Bonneville se situe de plus relativement proche des agglomérations d'Annecy, de Genève et Annemasse, des stations touristiques du Chablais et des pays du Mont-Blanc. Elle fait partie du SIVOM de Bonneville.

Figure 3 : Plan de localisation de la commune (extrait de la carte IGN au 1 : 125 000, département de la Haute-Savoie)

Figure 4 : Communes riveraines de l'Arve, membres du SIVOM de Bonneville (Extrait de la carte Didier Richard Chablais/Faucigny/Genevois au 1/50 000)

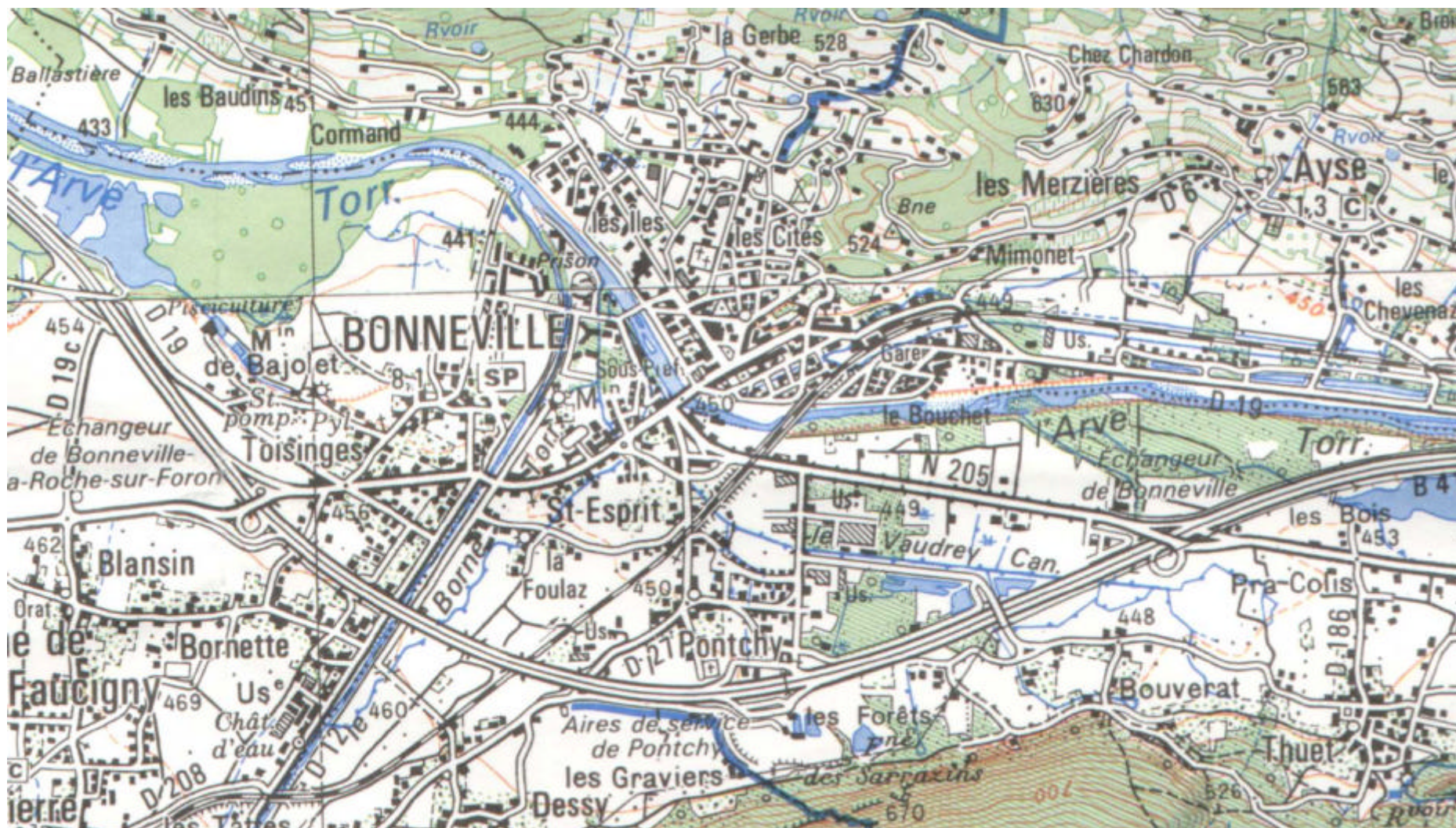


Figure 5 : extrait de la carte IGN TOP 25 3429 ET au 1/25 000 centré sur la commune

4.2 L'Arve à Bonneville

4.2.1 L'Arve

Le secteur, à l'aval de Bonneville (plaine de Contamine, Scientrier, Arenthon, Saint-Pierre-En-Faucigny), correspond à une large zone de divagations anciennes dans une plaine alluviale entre le verrou de Bellecombe et le confluent du Borne (longueur : 10 kilomètres). Au 19^{ème} et 20^{ème} siècle, le lit a été endigué en partie, à l'amont.

Le profil en long avait une stabilité relative jusqu'en 1960 environ. De nombreuses extractions dans le lit majeur d'abord en rive droite, puis étendues aux deux rives sur toute la zone, y compris à l'arrière des digues, ont été réalisées entre 1970 et 1973.

Le lit mineur s'est donc réduit entre des cordons instables avec l'abaissement lent du profil en long (de 1,00 à 4,00 mètres).

Cette zone, malgré son aspect très dégradé, constitue un espace potentiel fondamental pour la recréation d'une dynamique alluviale de reconstitution du lit majeur.



Photo 4 : L'Arve à l'aval de la traversée de Bonneville (Cliché RTM – 21/09/1999)

Un peu plus en amont, l'Arve dans sa traversée de l'agglomération de Bonneville a été maintenue par des protections depuis longtemps (plusieurs siècles). Ces endiguements et protections ont surtout concerné la rive droite, et, jusqu'au 19^{ème} siècle, la rive gauche est restée largement et fréquemment inondable, d'autant plus que les divagations et submersions du Borne s'ajoutaient à celles de l'Arve. Le pont de Bonneville, emporté et reconstruit plusieurs fois depuis le moyen âge, a d'ailleurs été à l'origine beaucoup plus large. L'ouvrage actuel et l'endiguement protégé par des perrés en pierres taillées, réalisés au milieu du 19^{ème} siècle, comporte encore une travée de rive gauche qui doit rester disponible pour les fortes crues.

Les abaissements importants de la plaine de Contamine ne se sont heureusement propagés que partiellement jusqu'au pont de Bonneville. En effet, un seuil naturel précaire (blocs) et le pavage au débouché du Borne, confortés à partir de 1986 par un seuil en enrochements, ont permis de limiter à 3,00 / 3,50 mètres l'abaissement à l'aval du pont.

L'abaissement important du lit, malgré la fixation par le seuil à l'aval, a largement sollicité les protections de berge et le risque de déstabilisation des berges est donc élevé.



Photo 5 : L'Arve au niveau de la traversée de Bonneville (Cliché RTM – 07/05/1999)

En ce qui concerne le tronçon en amont de Bonneville, un endiguement du lit a été réalisé entre 1828 et 1845. Le lit est resté stable jusqu'en 1967 puis il s'est abaissé progressivement.

En 1983-1984, les abaissements étaient de 2,00 mètres à l'aval et de 2,80 mètres à l'amont. En 1991, ils étaient de 2,50 mètres à l'aval et de 4,00 mètres à l'amont avec localement 4,50 mètres au maximum.



Photo 6 : L'Arve en amont de Bonneville (Cliché RTM – 12 / 01 / 2000)

4.2.2 Les ouvrages

Le tableau suivant présente les ouvrages et leurs caractéristiques tout le long de l'Arve sur la commune de Bonneville. Chacun de ces ouvrages est repéré et numéroté sur la carte de localisation. La majorité des informations conciliées dans le tableau suivant proviennent de l'étude SOGREAH, inventaires des ouvrages, Contrat de rivière Arve (Novembre 1991).



Photo 7 : Pont SNCF à Bonneville (Cliché RTM – 07/05/1999)

Tableau 3 : Les ouvrages

Désignation de l'ouvrage	Situation et numéro de l'ouvrage sur la carte de localisation	Caractéristiques	Observations
Pont du Pénitencier	Bonneville 11		Pont sur le Borne, juste en amont de la confluence avec l'Arve.
Digue	Bonneville 12		
Digue	Bonneville 13		
Seuil	Bonneville 14	Seuil en enrochements. Les berges au niveau de ce seuil sont également protégées par des enrochements.	
Digue	Bonneville 15		
Protections de berges	Bonneville 16	Protections de berges en enrochements.	
Pont routier de Bonneville (RN 205)	Bonneville 17	Il s'agit d'un pont en maçonnerie à 4 voûtes de largeur totale entre culées de 91 mètres. La côte sous-poutre minimale est de 448,5 mètres. Ce pont a été reconstruit au 19 ^{ème} siècle.	Les piles de ce pont ont été protégées à plusieurs reprises par des caissons en palplanches et des enrochements. Un seuil de fixation du lit a été construit en 1985.

Désignation de l'ouvrage	Situation et numéro de l'ouvrage sur la carte de localisation	Caractéristiques	Observations
Seuil du Pont de Bonneville	Bonneville 17	Il s'agit d'un seuil, construit en 1985, en enrochements de largeur en crête 80 mètres et de dénivelée 2 mètres.	
Pont SNCF	Bonneville 18	Il s'agit d'une structure métallique en piles maçonnées sur caissons injectés fond de fouille. Sa largeur totale est de 139,3 mètres et sa côte sous-poutre à 449,58 mètres.	La travée en rive gauche est pratiquement obstruée.
Passerelle	Bonneville 19		
Protection de berges	Bonneville 20	Protections de berges en enrochements.	
Mur de protection	Bonneville 21	Murs en pierres, protection de berges.	
Protection de berges	Bonneville 22	Protections de berges en enrochements.	
Digue	Bonneville 23		
Digue	Bonneville 24		
Digue	Bonneville 25	Réhausse en enrochements le long de la route (haut de la digue).	

Désignation de l'ouvrage	Situation et numéro de l'ouvrage sur la carte de localisation	Caractéristiques	Observations
Protections de berges.	Bonneville 26	Protections de berges en enrochements.	
Digue	Bonneville 27	Digues anciennes en rive gauche (les premiers ouvrages datent de 1860).	

4.2.3 Les affluents de l'Arve à Bonneville

4.2.3.1 Le Borne au niveau de sa confluence avec l'Arve

P. MOUGIN- Les torrents de la Savoie :

Le plus important tributaire de droite de l'Arve est le Borne. Ce cours d'eau qui a sa source à 1710 mètres d'altitude sur le flanc méridional du Mont-Fleury, d'où sort au Nord le Foron de Scionzier, coule d'abord dans la vallée du Grand-Bornand de l'Est à l'Ouest, pendant 12 kilomètres 5 jusqu'au pont des Eculés à Saint-Jean-de-Sixt, suivant l'orientation générale des chaînes du massif. A partir de ce pont, (altitude 858 m), il tourne brusquement au Nord et traverse par une série de cluses les plissements montagneux dont les communes d'Entremont et du Petit-Bornand occupent les dépressions. Après avoir franchi un dernier cañon à Rumilly, il débouche dans la plaine de l'Arve, la traverse sur 3 kilomètres 7 de longueur et atteint enfin la rivière en face de Bonneville (445 m). La longueur de son cours est de 31 kilomètres.



Photo 8 : Le Borne au niveau de sa confluence avec l'Arve (Cliché RTM – 21/09/1999)

La vallée du Grand-Bornand est enserrée à l'Est et à l'Ouest par les falaises calcaires (Urgonien) de la Pointe Percée (2752 m) à la Grande Forclaz (2466 m) et du Pic de Jalouvre (2438 m) au roc de Lachat (2026 m). Aux sources du Borne, entre la Pointe Percée et le pic de Jalouvre, du col des Annes au col d'Auferrand, les pointes d'Almet (2221 m) et de Lachat (2064 m), s'étend une nappe de schistes liasiques ceinturés par les cargneules triasiques. Tout le fond de la dépression est occupé par les schistes du flysch. De la Cluses des étroits à celle de Rumilly, la vallée du Borne est constituée par des calcaires marneux et des schistes du néocomien que dominant, à droite et à gauche, des escarpements de calcaires urgoniens (rochers de Lescaud 1940 m, Pointe d'Andey 1879 m à l'Est du Borne. Montagne des Frettes 1905 m et de Soudine 2003 m à l'Ouest). Trois bandes de schistes tertiaires du flysch alternent avec les affleurements d'urgonien et sont comme eux orientés N-E S-W. Quelques dépôts d'origine glaciaire se rencontrent en placages sur les pentes.

Le bassin du Borne comprend 15 493 hectares ; 14 438 hectares sont au-dessous de 2000 mètres et 1055 entre 2000 et 2500 mètres d'altitude. L'altitude considérable des sommets, leur dénudation, la forte déclivité des versants amènent rapidement les eaux dans les thalwegs, favorise les érosions de sorte que les crues arrivent avec impétuosité dans la vallée de l'Arve où elles ont formé un cône de déjection de 3 kilomètres de longueur.

Ce cône a une pente assez faible, de l'ordre de 1%. Dans le passé (avant 1750), il n'y avait pratiquement pas de protection (quelques digues locales en bois). Le torrent dévastait régulièrement une plaine productive et coupait régulièrement la route de La Roche à Bonneville. Il divaguait sur son cône de déjection. Le hameau du Cohendier, situé en rive gauche peu après la sortie des gorges, était régulièrement attaqué.

Au 18^e siècle, les riverains ont cherché à se protéger des débordements du cours d'eau. Ils ont commencé par endiguer la rive gauche à la sortie des gorges (vers 1730-1750) jusqu'à Cohendier. La sortie des gorges est, encore aujourd'hui, la zone la plus exposée sur la commune de Saint-Pierre-en-Faucigny. Les travaux se sont poursuivis vers l'aval au cours du 18^e siècle et du 19^e siècle. Des destructions nombreuses de digues ont eu lieu. En 1823, les deux rives du Borne étaient munies de digues continues depuis la sortie des gorges de Rumilly jusqu'au pont de la route de Bonneville à La Roche. Fin 1825, le Borne était complètement endigué jusqu'à l'Arve. Dans la suite, les travaux exécutés ne concernent que l'entretien et des réparations ; en 1841, le débouché du Borne dans l'Arve fut modifié. Il fut incliné vers l'aval de façon à éviter la formation d'un barrage de l'Arve lors des apports brusques du Borne.

On peut dire que les problèmes très importants que posaient le Borne à son arrivée dans la vallée de l'Arve sont pratiquement réglés depuis 1840. Actuellement, les problèmes qui se posent sont les suivants :

- Un petit seuil de protection d'une canalisation au confluent avec l'Arve a été sérieusement endommagé lors de la crue de Juillet 1987.
- Au débouché des gorges de Rumilly, le Borne effectue un large coude dans lequel plusieurs désordres sont constatés et méritent une intervention (reprise de certaines protections de berges, réfection de seuils en cours de destruction).

Pour le reste l'endiguement du Borne est généralement en bon état et permet l'évacuation d'une crue aussi importante que celle de Juillet 1987.

Le Borne est endigué jusqu'au niveau de sa confluence avec l'Arve. Lors de la crue de 1968, la protection du Borne rive droite a été détériorée au Bois Jolivet, juste en amont de la confluence (source : archives de la Mairie de Bonneville). Ce secteur reste sensible car les eaux de l'Arve en crue peuvent gêner le bon écoulement des eaux du Borne et le Borne, repousser les eaux de l'Arve en rive droite.

D'après l'étude hydraulique, étude générale d'aménagement hydraulique du Borne (SOGREAH Ingénierie Novembre 1998), la divagation naturelle du torrent sur son cône a été maîtrisée lors de la construction progressive de l'endiguement de Bonneville. Cet aménagement possède une capacité hydraulique suffisante. Cependant, son profil en « toit » induit un risque de déferlement sur la plaine en cas de débordement ou de rupture.



Photo 9 : le Borne à l'aval du Pont de Toisinges (Cliché RTM - 12/ 01 / 2000)

Sur une quarantaine de fortes crues répertoriées depuis 1733, les trois crues les plus exceptionnelles semblent celles de 1875, 1936 et 1987. La crue de 1987 a atteint des débits de pointe de 215 m³/s en amont du déversoir du barrage de Beffay et 200 m³/s au Pont des Etroits. Cette crue se caractérise donc par un temps de retour supérieur à 100 ans sur le secteur qui nous intéresse.

La section hydraulique n'a pas subi de transformations majeures depuis au moins 10 ans et la capacité hydraulique du lit aménagé dès le franchissement de la voie ferrée permet d'évacuer une crue supérieure à 230 m³/s. Il existe tout de même un point faible en ce qui concerne un ouvrage ; en effet un calcul spécifique montre que le Pont du Pénitencier est capable de transiter le débit d'une crue de 230 m³/s avec seulement 20 cm de tirant d'air. De plus, à l'aval de ce Pont, des amas de blocs disposés dans le lit posent problème : le courant vif contourne ces obstacles en affouillant un bras et en engravant l'autre, avec un risque élevé de déstabilisation des protections de berge et/ou de réduction de capacité du lit. Le confinement des écoulements dans ce secteur (accélération, affouillements) peuvent provoquer en crue soit une surélévation importante des niveaux, soit une érosion dangereuse des berges, capables d'aboutir pour une forte crue à une rupture des digues anciennes.

Plus en amont, en dehors de notre zone d'étude des phénomènes liés à l'Arve, dans la zone du Pont SNCF, le remaniement des berges sur plus d'une centaine de mètres a laissé des talus engazonnés en bordure du lit mineur sans aucune protection et évidemment très vulnérables à l'érosion. ces érosions se sont développées rapidement et peuvent faire craindre le découverture et le déchaussement des perrés latéraux de l'ancien endiguement de Bonneville. A fortiori, le dégagement des murs-culées, longs d'une trentaine de mètres environ, et hydrauliquement lisses, accélérera fortement la vitesse des écoulements au contact, et risque de provoquer des affouillements importants, capables de déstabiliser les anciennes digues, voire même les murs-culées, si ceux-ci n'ont pas été spécifiquement protégés. Une possibilité de correction de cette situation pourrait consister à réaliser une terrasse de berge submersible sur chacune des berges, stabilisée par une protection basse et permettant de réduire le risque de découverture des perrés latéraux.

Nous avons quelques informations concernant les apports du Borne (étude SOGREAH des transports solides sur l'Arve, Avril 2000) : la hauteur du dépôt initial du Borne à sa confluence est de 40 cm. Cette hauteur diminue rapidement avec la montée de crue. Elle n'est plus que de 20 cm lorsque le débit atteint sa valeur biennale, 10 cm lorsque le débit atteint sa valeur décennale et 5 cm pour le débit centennal. Il n'y a pas d'incidence notable plus à l'aval.

4.2.3.2 Le Torrent de Bronze

P. MOUGIN- Les torrents de la Savoie :

Né au pic de Jalouvre (2438 m), une des pointes principales du massif des Bornes, le torrent de Bronze s'engage dans une gorge resserrée, sinueuse et profonde, au sortir de laquelle il débouche dans la plaine de Pontchy. Après avoir traversé la route départementale n°4 de Bonneville à Chamonix, il atteint la rive gauche de l'Arve à la cote 454 mètres, à 3 kilomètres 5 au-dessus de Bonneville. Sa longueur est de 12 kilomètres 2, sa pente moyenne générale est d'environ 10 %.

Au point de vue géologique, il comprend surtout une nappe de schistes argileux du flysch qui tapisse le fond de toute la vallée jusqu'à Brison : les crêtes, au contraire, sont de calcaire urgonnien. Ce sont ces mêmes calcaires très résistants qui forment l'étau où est enserré le torrent avant de déboucher dans la plaine ainsi que le promontoir qui oblige les eaux à décrire leur courbe avant d'arriver à Brison. D'importants dépôts d'origine glaciaire couvrent les versants et le thalweg ; 2725 hectares du bassin se trouvent au-dessous de 2000 mètres et 217 entre 2000 et 2500.

Les archives du RTM relatent en particulier la crue du 30 Septembre au 1^{er} Octobre 1960 au cours de laquelle, le torrent a débordé à son débouché dans la vallée de l'Arve à la hauteur du hameau de Thuet : 1 hectare fut engravé, 9 hectares inondés et des bâtiments d'exploitation agricole menacés.

En ce qui concerne le torrent au niveau de la confluence avec l'Arve, nous n'avons pas d'informations particulières. On peut tout de même imaginer qu'en cas de forte crue de l'Arve, les eaux du torrents le Bronze auront du mal à s'écouler dans le secteur de la confluence.

4.2.3.3 Les autres torrents et ruisseaux

Les autres torrents ou ruisseaux n'ont pas de rôle significatif vis-à-vis de l'Arve et des phénomènes qui lui sont liés.

5. Description des phénomènes naturels liés à l'Arve et recensement des phénomènes potentiels

5.1 Description

Sur la commune de Bonneville, on peut différencier trois types de phénomènes naturels tous liés plus ou moins directement aux phénomènes induits par l'Arve sur le secteur de l'étude PPR : il s'agit de glissements de berges, de manifestations torrentielles et de zones humides. Tous ces phénomènes seront définis et décrits ci-après ; de plus, les séismes sont évoqués d'une manière globale et très rapide.

Ces différents phénomènes (sauf les séismes) font l'objet, dans une première phase de l'élaboration du P.P.R., d'une carte de localisation. Cette carte est réalisée sur un fond au 1/10 000e (agrandi du 1/ 25 000e) de l'I.G.N., et recense tous les événements qui se sont produits d'une manière certaine (archives, témoignages...) ou supposée (indices sur le terrain...). A ce stade, il n'est généralement pas fait d'appréciation de l'intensité des phénomènes mais seulement de leur nature. Cette carte constitue donc une sorte "d'état des lieux" à la date de l'élaboration du P.P.R.. On notera également sur cette carte tous les ouvrages qui bordent ou traversent l'Arve (ponts, seuils, barrages ...). Les zones inondées par le passé ont été reportées sur la carte de localisation uniquement si cela avait encore un sens dans la configuration actuelle.

Pour des raisons pratiques, on a choisi de réaliser cette carte de localisation par syndicats. En l'occurrence, pour la commune de Bonneville, il s'agit du SIVOM de Bonneville.

5.1.1 Sources de renseignements

Afin de recenser et d'étudier les différents phénomènes, nous avons utilisé les documents suivants:

- les photographies aériennes permettent une visualisation stéréoscopique du relief et du boisement ; nous avons utilisé les missions de l'Inventaire Forestier National en noir et blanc (1973) ou en infrarouge (1984) et la mission de l'Institut Géographique National en couleurs de 1993;
- la carte I.G.N. au 1/25 000e Bonneville, Cluses (3429 ET)
- les archives R.T.M. ainsi que celles de la mairie : rapports du service, coupures de journaux, anciens rapports des Eaux et Forêts...
- les études hydrauliques disponibles au service RTM ;
- les informations et études fournies par SM3A

Ce travail d'investigation est complété par la prospection sur le terrain qui s'est faite au cours de l'année 1999, et la rencontre avec certains habitants.

5.1.2 Définition des phénomènes torrentiels liés à l'Arve

Cette appellation regroupe tous les phénomènes d'érosion, de transport et dépôt de matériaux, de laves torrentielles (coulées de boue liées à l'activité torrentielle) et de submersion provoqués par les cours d'eau (réguliers ou non). Les phénomènes de ravinement (érosion due au ruissellement) y ont été rattachés.

Figurent donc sur la carte de localisation des phénomènes le cours des rivières et torrents non busés et leurs débordements ; les zones de ravinement ou d'érosion sont indiquées par un à-plat brun.

Les instabilités de berge observées sur le terrain sont dues au travail d'érosion et de déstabilisation de l'Arve. En effet, au-delà du ravinement de berges, l'activité torrentielle peut également jouer un rôle dans la stabilité des versants en supprimant au cours du temps, avec l'érosion, des butées de pied essentielles au maintien des terrains. Sont distingués sur la carte de localisation:

- les loupes de glissement, présentant des indices de fonctionnement actuel (fissures, terrain à nu...);
- les fluages généralisés où le terrain se déforme sans qu'il y ait de surface de rupture (forme caractéristique des terrains "moutonnés").

La carte de localisation fait également mention des zones humides ; en effet celles-ci posent non seulement des problèmes pour la construction (proximité de la nappe et forte compressibilité des sols généralement très organiques), mais influent aussi sur les phénomènes torrentiels (amortissement des crues par rétention) et sur les glissements de terrain (alimentation en eau). Ces zones humides dépendent sans doute étroitement de la nappe de l'Arve et de ses fluctuations mais certainement également d'autres systèmes hydrogéologiques et circulations souterraines.

5.1.3 Les séismes

Ces phénomènes diffèrent des précédents par leur échelle bien plus grande ; de plus, il est impossible de les analyser hors d'un contexte géologique régional. En conséquence, il sera fait référence au zonage sismique de la France. Ce document établi par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (B.R.G.M.), révisé en 1985, classe le canton de Bonneville en zone de sismicité faible dite " Ib " (décret n°91-461 du 4 mai 1991 relatif à la prévention du risque sismique pour l'application des nouvelles règles de construction parasismique).

5.2 Phénomènes potentiels: les aléas

Un aléa est un phénomène naturel *potentiel* pouvant affecter un secteur géographique donné. La carte des aléas est donc le fruit d'une démarche prospective, et décrit zone par zone les différents aléas affectant le secteur de notre étude en bordure d'Arve sur un fond topographique au 1/10 000e. Comme pour la carte de localisation et pour les mêmes raisons, on a choisi de réaliser cette carte par syndicats. Ces aléas sont ainsi limités dans l'espace : ces limites, compte tenu de la prospective réalisée, ne correspondent pas nécessairement à ce qui a été historiquement observé. Leur précision en est, au mieux, celle du fond topographique.

Précisons dès maintenant que cette étude se limite aux phénomènes de fréquence centennale ou moins : cette échelle du siècle correspond à peu près à l'espérance de vie des constructions humaines. De plus, l'évolution radicale des conditions climatiques, du boisement, de l'occupation des sols (déprise agricole, montée du tourisme...) depuis la fin du siècle dernier démontre qu'il serait illusoire de mener une prospective au-delà du siècle.

Notons, par ailleurs que les phénomènes étudiés ici, c'est à dire les phénomènes torrentiels, sont régis par la météorologie : les crues torrentielles dépendent étroitement des précipitations récentes. Dans la mesure où l'aléa météorologique fait l'objet d'une analyse prévisionnelle, on peut appliquer ces prévisions à l'aléa naturel correspondant.

5.2.1 Évaluation du niveau d'aléa

L'estimation du niveau d'aléa est complexe; elle se rapporte à celle de l'intensité et de la fréquence de l'aléa, qui sont fonction de nombreux paramètres. On a essayé de donner ci-après quelques critères permettant d'évaluer le caractère fort, moyen, faible ou négligeable d'un aléa de nature donnée, mais il ne faut pas perdre de vue que l'appréciation finale du niveau d'aléa est avant tout une démarche d'expert ; les critères qui suivent sont donc à prendre plutôt comme des exemples que comme des définitions strictes de chaque niveau d'aléa.

L'intensité d'un aléa peut être appréciée de manière variable, selon la nature du phénomène: vitesse, hauteur d'eau, étendue des zones inondables pour les phénomènes torrentiels. Compte tenu de la finalité réglementaire du P.P.R., il peut parfois être intéressant de relier cette intensité aux dommages causés à d'éventuelles habitations ; les termes "faible" et "important" utilisés dans les descriptions se rapportent souvent à ce critère.

La fréquence d'un aléa est plus complexe à estimer. Il s'agit en fait de sa probabilité d'occurrence sur une période donnée, que l'on quantifie par une période de retour. Un phénomène de période de retour décennale ne se produira pas régulièrement tous les dix ans, mais plutôt en moyenne tous les dix ans, c'est-à-dire de l'ordre d'une dizaine de fois dans le siècle ; on voit que cette notion implique de disposer de séries de mesures du phénomène suffisamment longues pour être utilisées de manière statistique, ce qui est rarement le cas.

Le croisement de ces deux paramètres, intensité et fréquence, permet alors de déterminer le niveau d'aléa ; le principe directeur est, pour les intensités faibles ou modérées, de considérer qu'un phénomène de fréquence faible génère un aléa plus faible qu'un même phénomène de fréquence plus forte. Le problème n'est plus tout à fait le même pour des intensités fortes : dans le cas d'une logique d'assurances des biens, le même raisonnement probabiliste reste valable (fréquence plus faible, aléa plus faible) ; mais dans l'optique de protection des personnes, le risque de mort d'homme est intolérable ne serait-ce qu'une fois dans le siècle et conduit à afficher un aléa fort.

5.2.2 L'aléa torrentiel

Sont pris en compte sous ce vocable l'action des cours d'eau dans leur lit (incision, affouillement, ravinement), les débordements torrentiels et inondations, les laves torrentielles ainsi que les submersions dues aux ruissellements et aux remontées de nappe. Le tableau des aléas précise, quand cela est possible, lesquels de ces phénomènes sont mis en jeu.

Ici aussi, une bonne corrélation avec les phénomènes météorologiques permet d'obtenir de bonnes informations sur la fréquence des phénomènes : on peut ainsi estimer avec une relative précision le débit de la crue centennale d'une rivière, par exemple.

En général, un aléa **fort** se rapporte aux cas de fortes hauteurs d'eau (> 1m), fort courant (une voiture peut être emportée), fort transport solide et laves torrentielles, ou transport solide et hauteur d'eau modérés (quelques dm à 1 m) pour une fréquence forte (annuelle), soit le lit mineur de presque tous les torrents. En ce qui concerne l'Arve, il s'agit comme on vient de le dire de son lit mineur qui est défini par les études hydrauliques dont nous disposons ou, le cas échéant, défini lors de relevés de terrain effectués pour l'élaboration du PPR.

Un aléa **moyen** se rapporte aux cas de transport solide, hauteur d'eau et courant tous trois modérés, ainsi qu'aux zones concernées par les crues annuelles dans les cas d'intensité très faible. Pour l'Arve, si l'on dispose d'une étude hydraulique, la zone d'aléa torrentiel, niveau d'aléa moyen, correspond à la limite de la zone de débordement calculée par l'étude pour une crue décennale.

Un aléa **faible** se rapporte aux cas restant de submersions sans courant, remontées de nappe... On parle plus précisément d'*inondation* pour désigner ce phénomène. Pour l'Arve, si l'on dispose d'une étude hydraulique, la zone d'aléa torrentiel, niveau d'aléa faible, correspond à la limite de la zone de débordement calculée par l'étude pour une crue centennale.

Pour les autres phénomènes plus ou moins liés à l'Arve, (glissements de berge, zones humides), on définit également trois types d'aléas : aléa fort, aléa moyen et aléa faible.

5.2.3 La carte des aléas

La carte des aléas prend donc quatre types de phénomènes en compte:

- les glissements de berge sous la lettre **G**,
- les zones humides sous la lettre **H**,
- les manifestations torrentielles sous la lettre **T**.

Le niveau d'aléa est indiqué par un chiffre en indice:

- **1** pour un aléa faible,
- **2** pour un aléa moyen,
- **3** pour un aléa fort.

Bien entendu, une zone peut cumuler différents types d'aléa : ainsi, la mention **T₃H₂** indique un aléa fort de manifestation torrentielle ainsi qu'un aléa moyen de zone humide. Dans un tel cas, on retient le niveau d'aléa le plus fort: la coloration de cette zone sur la carte fera ressortir un niveau d'aléa fort.

On trouvera ci-après la description des différentes zones d'aléa, dont le numéro figure sur la carte des aléas incluse dans le dossier.

Tableau 4 : symboles utilisés pour la carte des aléas

Phénomène	Degré d'aléa	Symbole	Phénomène	Degré d'aléa	Symbole
Glissement de terrain ou glissement de berge	Faible	G ₁	Zone humide	Faible	H ₁
	Moyen	G ₂		Moyen	H ₂
	Fort	G ₃		Fort	H ₃
Crue torrentielle	Faible	T ₁	Zone blanche	Aléas considérés comme négligeables sauf aléa sismique (sismicité faible)	
	Moyen	T ₂			
	Fort	T ₃			

Sur la carte des aléas, on trouve également le symbole I₁ qui définit l'aléa « inondation » lié au phénomène « remontée de nappe ». Il est très difficile de zoner ce genre de phénomène :

- il n'est pas forcément lié uniquement à l'Arve,
- nous ne possédons que peu d'informations.

Le zonage réalisé a donc été fait à partir du peu d'éléments dont nous disposions et n'est pas exhaustif.

Tableau 5 : Description des zones d'aléa de la commune de Bonneville

N° DE ZONE	LOCALISATION	TYPE DE PHENOMENE	DEGRE D'ALEA	DESCRIPTION - HISTORICITE	OCCUPATION DU SOL
1	L'Arve	Torrentiel	Fort	La description et l'historicité de l'Arve sont déjà détaillées aux paragraphes 3.4 et 4.2.1 du rapport de présentation. Le lit de l'Arve sur la commune de Bonneville est différent selon que l'on considère la zone à l'aval de Bonneville, ou la zone en amont de Bonneville. Ces différences sont explicités dans le paragraphe 4.2.1 du rapport de présentation.	Lit de l'Arve.
3	Berge de l'Arve (secteur sous Barby)	Glissement de terrain	Fort	Zone d'érosion importante.	Berges de l'Arve.
4	Barby	Inondation Zone humide	Faible Faible	Ce secteur ne correspond pas d'après l'étude hydraulique d'Hydrétudes à une zone de débordement. Toutefois, compte-tenu de la topographie et des traces d'humidité visibles sur le secteur, une remontée de nappe en cas de forte crue n'est pas à exclure sans que l'on puisse définir exactement si elle est directement liée à l'Arve.	Prés, habitation, entrepôt.
8	Secteur Sous Barby	Torrentiel Zone humide	Faible Faible	Zone inondable en cas de crue centennale de l'Arve (pour un débit de 930 m ³ /s). Ce secteur, qui comprend de nombreuses gravières, reste humide et marécageux par endroits.	Marécage.
9	Secteur les Ilages	Zone humide	Fort	Ancienne gravière transformée en étang.	Marécage.

N° DE ZONE	LOCALISATION	TYPE DE PHENOMENE	DEGRE D'ALEA	DESCRIPTION - HISTORICITE	OCCUPATION DU SOL
10	Secteur les Iles de Clermont	Zone humide	Fort	Ancienne gravière transformée en étang.	Marécage.
16	Secteur Sous la Balme, les Iles de Clermont	Torrentiel	Faible	Zone inondable en cas de crue centennale de l'Arve (pour un débit de 930 m3/s).	Marais, forêt alluviale.
17	Ruisseau de Sous chez Balon	Torrentiel	Fort	Au niveau de la route nationale, une petite plage de dépôts a été aménagée. Ce ruisseau est capable de charrier une certaine quantité de matériaux et peut déborder en rive gauche.	Pré, forêt alluviale, traversée de la route nationale.
18	Les Iles de Clermont	Zone humide	Fort	Anciennes gravières transformées en étangs.	Marécage
23	Sous La Balme	Zone humide	Fort	Anciennes gravières transformées en étangs.	Marécage.
24	Sous Chez Balon	Torrentiel Inondation	Faible Faible	Cette zone correspond à une zone de débordement potentielle du ruisseau de Sous chez Balon. Elle peut correspondre également à une zone de remontée de nappe de l'Arve en cas de forte crue même si l'étude hydraulique ne définit pas cette zone comme une zone de débordement de l'Arve en cas de crue centennale.	Pré, culture, forêt alluviale.
30	Ruisseau sous la Boège	Torrentiel	Fort	Pas de remarques particulières concernant ce ruisseau dans notre zone d'étude.	Pré, forêt alluviale.
33	Secteur Sous Boège, Les Villards Sud Les Montfordes	Inondation	Faible	Cette zone peut correspondre à une zone de remontée de nappe de l'Arve, en cas de forte crue, même si l'étude hydraulique ne définit pas cette zone comme une zone de débordement de l'Arve en cas de crue centennale.	Forêt alluviale, pré.

N° DE ZONE	LOCALISATION	TYPE DE PHENOMENE	DEGRE D'ALEA	DESCRIPTION - HISTORICITE	OCCUPATION DU SOL
37	Les Villards Sud	Torrentiel	Faible	Zone inondable en cas de crue centennale de l'Arve (pour un débit de 930 m ³ /s).	Marais, forêt alluviale.
38	Les Villards Sud Les Montfordes	Glissement de terrain	Faible	Cette zone correspond à une zone de remblais. Selon la nature des remblais et leur mise en place, des problèmes du type tassements différentiels peuvent apparaître dans le cas où l'on réaliserait une construction par exemple.	Remblais.
39	Ruisseau secteur Les Contamines	Torrentiel	Fort	Pas de remarques particulières concernant ce ruisseau dans notre zone d'étude.	Prés, forêt alluviale.
44	Les Iles de la Barque	Zone humide	Fort	Ancienne gravière transformée en étang.	Marécage.
45	Ruisseau secteur Les Villards-Sud	Torrentiel	Fort	Pas de remarques particulières concernant ce ruisseau dans notre zone d'étude.	Prés, forêt alluviale.
46	Ruisseau des Chavannes	Torrentiel	Fort	Pas de remarques particulières concernant ce ruisseau dans notre zone d'étude.	Prés, forêt alluviale.
51	L'Enclos de Menecy	Inondation	Faible	Cette zone ne correspond pas à une zone définie par l'étude hydraulique d'Hydrétudes comme zone de débordement de l'Arve en cas de crue centennale. Toutefois, compte-tenu de la topographie et de la nature des terrains, des phénomènes type remontée de nappe ou débordements de ruisseaux lors de crues de l'Arve ne sont pas à exclure et cette zone pourrait alors se retrouver inondée.	Prés, bois.
52	Ruisseau des Macherettes	Torrentiel	Fort	Pas de remarques particulières concernant ce ruisseau dans notre zone d'étude.	Prés.
68	Secteur des abattoirs de Bonneville	Torrentiel	Faible	D'après l'étude hydraulique de SOGREAH 1999, cette zone est inondable en cas de crue centennale.	Abattoirs à proximité.

N° DE ZONE	LOCALISATION	TYPE DE PHENOMENE	DEGRE D'ALEA	DESCRIPTION - HISTORICITE	OCCUPATION DU SOL
69	Les Iles	Torrentiel	Moyen	D'après l'étude hydraulique de SOGREAH 1999, cette zone est inondable en cas de crue décennale.	Parking.
70	Secteur station d'épuration de Bonneville	Torrentiel	Faible	D'après l'étude hydraulique de SOGREAH 1999, cette zone est inondable en cas de crue centennale.	Station d'épuration, prés, bois.
71	Secteur Prison de Bonneville	Torrentiel	Faible	D'après l'étude hydraulique de SOGREAH 1999, cette zone est inondable en cas de crue centennale.	Prison de Bonneville.
72	Secteur Prison de Bonneville	Torrentiel	Faible	Zone qui d'après l'étude hydraulique n'est pas inondable mais d'après la topographie peut l'être (compte-tenu du tracé de la zone inondable 71 directement tiré de l'étude hydraulique).	Habitations.
73	Secteur Prison de Bonneville	Torrentiel	Faible	Zone qui d'après l'étude hydraulique n'est pas inondable mais d'après la topographie peut l'être (compte-tenu du tracé de la zone inondable 71 directement tiré de l'étude hydraulique).	Immeuble.
74	Les Revées, Les Iles	Inondation	Faible	Compte-tenu de l'urbanisation dense et de l'imperméabilisation des surfaces de ces secteurs, le terme remontée de nappe n'a pas de sens. Nous ne réalisons pas de zonage concernant les remontées d'eau par mise en charge des réseaux (problème de dimensionnement des réseaux et non risque naturel). Cependant, certains secteurs de cette zone ayant déjà été inondés historiquement (en particulier en 1968), nous signalons que des remontées d'eau sont possibles.	Habitations, stade, abattoirs, gendarmerie.
75	Le Borne	Torrentiel	Fort	La description du Borne est déjà détaillée au paragraphe 4.2.3.1 du rapport de présentation.	Lit du torrent

N° DE ZONE	LOCALISATION	TYPE DE PHENOMENE	DEGRE D'ALEA	DESCRIPTION - HISTORICITE	OCCUPATION DU SOL
76	Bois de Jolivet	Inondation	Faible	Zone qui d'après l'étude hydraulique n'est pas inondable mais d'après la topographie peut l'être (compte-tenu du tracé de la zone inondable 71 directement tiré de l'étude hydraulique).	Zone urbanisée.
77	Les Bordets	Inondation	Faible	Cette zone ne correspond pas à une zone définie par l'étude hydraulique SOGREAH comme zone de débordement de l'Arve en cas de crue centennale. Toutefois, compte-tenu de la topographie et de la nature des terrains, des phénomènes type remontée de nappe ou débordements de ruisseaux lors de crues de l'Arve ne sont pas à exclure et cette zone pourrait alors se retrouver inondée.	Zone artisanale et commerciale.
78	Le Bouchet	Inondation	Faible	Compte-tenu de l'urbanisation dense et de l'imperméabilisation des surfaces de ces secteurs, le terme remontée de nappe n'a pas de sens. Nous ne réalisons pas de zonage concernant les remontées d'eau par mise en charge des réseaux (problème de dimensionnement des réseaux et non risque naturel). Cependant, certains secteurs de cette zone ayant déjà été inondés historiquement (en particulier en 1968), nous signalons que des remontées d'eau sont possibles.	Zone fortement urbanisée.

N° DE ZONE	LOCALISATION	TYPE DE PHENOMENE	DEGRE D'ALEA	DESCRIPTION - HISTORICITE	OCCUPATION DU SOL
79	Bois de Jolivet, Les Places	Inondation	Faible	Compte-tenu de l'urbanisation dense et de l'imperméabilisation des surfaces de ces secteurs, le terme remontée de nappe n'a pas de sens. Nous ne réalisons pas de zonage concernant les remontées d'eau par mise en charge des réseaux (problème de dimensionnement des réseaux et non risque naturel). Cependant, certains secteurs de cette zone ayant déjà été inondés historiquement (en particulier en 1968), nous signalons que des remontées d'eau sont possibles.	Habitations.
81	Ruisseau des Lacs	Torrentiel	Fort	Pas des remarques particulières concernant ce ruisseau.	
83	Les Bordets	Inondation	Faible	Cette zone ne correspond pas à une zone définie par l'étude hydraulique SOGREAH comme zone de débordement de l'Arve en cas de crue centennale. Toutefois, compte-tenu de la topographie et de la nature des terrains, des phénomènes type remontée de nappe ou débordements de ruisseaux lors de crues de l'Arve ne sont pas à exclure et cette zone pourrait alors se retrouver inondée.	Prés, forêt alluviale
84	Les Bordets	Zone humide	Faible	Zone humide correspondant à l'ancien tracé d'un ruisseau.	Zone humide.
85	Les Bois d'Avaz	Torrentiel	Fort	Exutoire de l'étang des Bois d'Avaz à Thuet. De l'autre côté de l'autoroute son tracé est envahi par la végétation, puis s'estompe.	Ruisseau.

N° DE ZONE	LOCALISATION	TYPE DE PHENOMENE	DEGRE D'ALEA	DESCRIPTION - HISTORICITE	OCCUPATION DU SOL
86	Les Bordets	Inondation	Faible	Cette zone ne correspond pas à une zone définie par l'étude hydraulique SOGREAH comme zone de débordement de l'Arve en cas de crue centennale. Toutefois, compte-tenu de la topographie et de la nature des terrains, des phénomènes type remontée de nappe ou débordements de ruisseaux lors de crues de l'Arve ne sont pas à exclure et cette zone pourrait alors se retrouver inondée.	Prés, forêt alluviale.
90	Le Bouchet	Inondation Zone humide	Faible Faible	Cette zone ne correspond pas à une zone définie par l'étude hydraulique SOGREAH comme zone de débordement de l'Arve en cas de crue centennale. Toutefois, compte-tenu de la topographie et de la nature des terrains, des phénomènes type remontée de nappe ou débordements de ruisseaux lors de crues de l'Arve ne sont pas à exclure et cette zone pourrait alors se retrouver inondée. De plus elle présente un caractère humide (végétation hydrophile).	Prés, marais.
91	Les Charbonnières	Inondation	Faible	Cette zone ne correspond pas à une zone définie par l'étude hydraulique SOGREAH comme zone de débordement de l'Arve en cas de crue centennale. Toutefois, compte-tenu de la topographie et de la nature des terrains, des phénomènes type remontée de nappe ou débordements de ruisseaux lors de crues de l'Arve ne sont pas à exclure et cette zone pourrait alors se retrouver inondée.	Prés, cultures.
92	Les Charbonnières	Zone humide	Fort	Ancienne gravière transformée en étang.	Marais.
93	Torrent Le Bronze	Torrentiel	Fort	La description du torrent de Bronze est déjà détaillée au paragraphe 4.2.3.2 du rapport de présentation.	Anciennes gravières, dépôts de matériaux.

N° DE ZONE	LOCALISATION	TYPE DE PHENOMENE	DEGRE D'ALEA	DESCRIPTION - HISTORICITE	OCCUPATION DU SOL
94	Les Charbonnières	Zone humide	Fort	Ancienne gravière transformée en étang.	Marais.
95	Les Charbonnières	Zone humide	Fort	Ancienne gravière transformée en étang.	Marais.
97	Les Etangs	Zone humide	Fort	Ancienne gravière transformée en étang.	Marais.

6. Risques naturels, vulnérabilité et zonage réglementaire

Les paragraphes précédents ont pu, dans la mesure du possible, détailler l'activité actuelle puis potentielle des phénomènes naturels liés à l'Arve.

On s'intéresse ici non plus seulement aux phénomènes naturels, mais aux *risques naturels*, qui traduisent l'existence simultanée dans une zone donnée d'un aléa et de dommages possibles, aux personnes ou aux biens. On appelle *vulnérabilité* ces dommages possibles.

Afin de cadrer au mieux le développement futur de la vulnérabilité, on considère plus souvent la vulnérabilité potentielle d'un site que sa vulnérabilité actuelle : ainsi, pour une zone de pâtures non bâtie mais constructible (vulnérabilité actuelle peu importante), on retient la vulnérabilité de la zone comme si elle était bâtie (vulnérabilité importante).

La commune de Bonneville fait l'objet de deux arrêtés portant reconnaissance de catastrophe naturelle :

- Séisme, du 15/07/1996 au 23/07/1996 ; arrêté du 1^{er} Octobre 1996.
- Séisme, le 14/12/1994 ; arrêté du 3 Mai 1995.

6.1 Élaboration du zonage réglementaire

La carte réglementaire est établie sur un fond cadastral au 1/5 000^e ; elle est accompagnée d'un règlement. Ces deux documents constituent le zonage réglementaire : à chaque zone de la carte réglementaire correspond un numéro, qui permet de retrouver la zone d'aléa d'après le tableau du règlement, et une ou plusieurs lettres correspondant à un règlement. Pour chacun de ces règlements, on retrouve un certain nombre de prescriptions ou recommandations. Certaines de ces mesures de protection sont obligatoires et d'autres conseillées ; elles visent généralement certains types d'occupation et d'utilisation du sol (ex : constructions nouvelles, destinées ou non à l'occupation humaine, camping, utilisation agricole...).

Le zonage est établi sur une partie seulement du territoire communal qui prend en compte les secteurs de la commune riverains de l'Arve.

A partir de la carte des aléas au 1/10 000^e et en fonction des aléas et des conséquences possibles de ces aléas, les zones de risques sont définies comme étant :

- Zone blanche, c'est à dire constructible (sous réserve d'autres réglementations du sol), si l'aléa est considéré comme nul ou négligeable ;
- Zone rouge, c'est à dire inconstructible sauf exceptions, pour les zones exposées à un risque *suffisamment fort pour ne pas justifier de protections*, soit qu'elles soient irréalisables, soit trop coûteuses vis-à-vis des biens à protéger, soit que l'urbanisation de la zone ne soit pas souhaitable compte tenu des risques aggravés sur d'autres zones (maintien de zones d'expansions de crue) ;

- Zone bleue, c'est à dire constructible sous conditions (sous réserve d'autres réglementations du sol), si l'aléa est faible, moyen, ou de manière exceptionnelle fort : c'est le cas inverse du paragraphe précédent, où l'occupation actuelle ou potentielle de la zone justifie des mesures de protections.

La délimitation entre zones à risques (rouges et bleues) et zones hors risques (blanches) résulte de la prise en compte de critères purement techniques et historiques.

La délimitation, à l'intérieur des zones de risques, entre zones rouges et zones bleues, résulte de la prise en compte conjointe :

- de critères techniques et historiques (intensité et probabilité d'occurrence du phénomène : l'aléa),
- de critères d'opportunité économique : rapport entre le coût et l'efficacité des protections à mettre en œuvre, eu égard aux intérêts socio-économiques à protéger.

Chaque zone porte un numéro et une lettre. Le numéro est celui de la zone dans le tableau des zones du règlement, la lettre désigne le ou les règlements applicables sur la zone.

6.2 Étude de vulnérabilité

Le Plan de Prévention des Risques s'attache, dans ses mesures réglementaires, à contrôler principalement l'urbanisation. Ce chapitre se veut attirer l'attention sur d'autres utilisations du sol pouvant présenter une vulnérabilité particulière, dans l'état de l'utilisation du sol à la date de l'élaboration du P.P.R.. Il ne saurait être qu'informatif compte tenu des moyens d'expertise limités mis en œuvre.

À Bonneville, dans notre périmètre d'étude, on étudie pour chacun des risques liés à l'Arve :

- la possibilité d'un phénomène majeur, son ampleur, sa rapidité d'occurrence... vu l'imprécision d'une telle démarche *a priori*, on a plutôt cherché à majorer ces estimations ; il convient cependant d'être conscient qu'on ne saurait prévoir ici que les évolutions prévisibles des aléas déterminés dans l'état des moyens d'appréciation mis en jeu.
- les conséquences possibles de ce phénomène majeur, en essayant de porter une attention particulière au danger pour les personnes, aux conséquences indirectes et à celles dépassant les terrains concernés par le phénomène : exploitation des réseaux, établissements recevant du public, équipements sensibles, etc...

L'analyse de la portion de l'Arve à l'aval de Bonneville repose essentiellement sur l'étude hydraulique d'HYDRETUDES.

La route départementale située en rive droite de l'Arve sur la commune de Bonneville reste sensible à une éventuelle crue de l'Arve (crue centennale). La revanche de sécurité entre le niveau de la crue centennale et le niveau de la route est faible. Sur la partie endiguée de l'Arve, d'après l'étude hydraulique, il n'y a pas de débordement même en cas de crue centennale. En revanche, plus à l'aval, comme pour la commune de Contamine-sur-Arve, là où la rivière n'est plus endiguée, d'importants débordements en rive droite de l'Arve sont possibles en cas de crue centennale (occupation du sol : forêt et zone agricole).

Pour la traversée de Bonneville et la partie amont, l'étude SOGREAH, Seuil de Pressy / Confluence Borne détaille les problèmes rencontrés par tronçon (on retrouve le détail des problèmes rencontrés et des solutions proposées au paragraphe 6.3.3) :

- Zone endiguée : Aval confluence Giffre / Amont de Bonneville

Le profil en long du lit de l'Arve dans ce secteur n'a que très peu évolué au cours des dix dernières années. Cependant, le tronçon linéaire de l'Arve a subi également l'abaissement de l'Arve « historique » et se trouve tout de même encore en déséquilibre. D'autre part, compte tenu du confinement de l'Arve entre deux digues, et compte tenu du caractère brutal des « petites crues », des chenaux d'affouillements pourraient se créer. Ces chenaux (surcreusements dus aux écoulements d'un bras étroit de l'Arve) pourraient venir affouiller les berges et créer des dégâts importants.

- Traversée de Bonneville

Le lit est actuellement fixé par le seuil du Pont de l'Europe. Toutefois au pied de ce seuil, un affouillement a été décelé lors de l'analyse de l'évolution du profil en long de l'Arve entre 1989 et 1999. Le seuil devra donc être conforté.

En rive droite et rive gauche, les berges de l'Arve non protégées sont menacées par la s érosion dues aux écoulement de la rivière.

Le seuil de l'Europe est actuellement soumis à l'abaissement du lit par l'aval et à des désordres ponctuels. Il a été soumis à des dégradations et confortements successifs qui ne permettent pas de juger actuellement avec certitude de la sécurité du radier.

En rive droite de l'Arve, au droit du Quai Jean-Baptiste Rey, entre les ponts SNCF et de l'Europe, la berge naturelle présente des signes évidents d'affouillements. De plus les zones d'habitations riveraines sont protégées des débordements de crues de l'Arve par une digue en pierre maçonnées situées à quelques mètres de la berge affouillée.

Sur le tronçon compris entre le nouveau seuil et la passerelle piétonne, la berge rive gauche de l'Arve est affouillable et présente un caractère désorganisé.

- Zone à l'aval de la passerelle piétonne.

En rive gauche de l'Arve, le secteur de la prison de Bonneville se trouve en zone inondable pour la crue centennale de la rivière. La berge actuelle présente un caractère naturel avec la présence de nombreux arbres.

En rive droite, la revanche de la berge par rapport aux écoulements en crue centennale est faible.

De plus, il faut rappeler les risques induits par le torrent du Borne dans notre zone d'étude avec en particulier un secteur sensible au niveau de la confluence (pour retrouver en détail les problèmes liés au Borne au niveau de sa confluence et légèrement en amont, se reporter au paragraphe 4.2.3.1 du rapport de présentation).

Il faut également signaler dans ce paragraphe une remarque faite dans l'étude générale de l'aménagement hydraulique du Borne (SOGREAH, Avril 1999) et qui concerne notre secteur d'étude : en aval du Pont du Pénitencier, des amas de blocs, d'une taille souvent supérieure à 20 m³, constituent des obstacles et des sources de perturbation des écoulements. Ils peuvent provoquer :

- des surélévations de ligne d'eau par piégeage d'embâcles et réduction de la section utile,
- des attaques de berge en générant des courants incidents sur les perrés.

L'étude SOGREAH, étude des transports solides sur l'Arve précise les problèmes liés au transport solide :

- Tronçon seuil d'Anterne / Bonneville

A l'aval du Bronze, du fait de possibles atterrissements, la ligne d'eau est susceptible de se relever de 30 cm. Il est impératif de curer les atterrissements dans cette zone car la revanche des digues, aussi bien en rive droite qu'en rive gauche, est nulle.

Au droit de la prison de Bonneville, l'engravement est susceptible de relever la ligne d'eau de 40 cm. Le curage est impératif. En l'absence de curage, et malgré l'aménagement proposé dans l'étude du tronçon Pressy-Bonneville, on retrouverait la zone inondable actuellement identifiée en l'absence d'aménagement.

6.3 Mesures de prévention

6.3.1 Généralités et recommandations

Au-delà des prescriptions et recommandations du règlement de ce P.P.R., qui constituent les mesures de prévention fondamentales à appliquer, ce paragraphe veut formuler quelques remarques de portée générale, qui sans être obligatoires peuvent contribuer à la prévention des risques naturels.

Du point de vue des **Établissements Recevant du Public** (E.R.P.), une étude particulière relative à la sécurité vis-à-vis des risques naturels, examinant notamment les possibilités d'évacuation en cas de crise, est recommandée. On pourra se baser sur les indications de la carte et du tableau des aléas pour déterminer le ou les phénomènes à prendre en compte.

Dans les cas de risques torrentiels, on a à la fois des conséquences locales non négligeables, essentiellement par submersion des niveaux bas des bâtiments, et aussi des conséquences indirectes par blocage des réseaux. Signalons, de façon générale, que les dommages locaux peuvent être considérablement réduits **en évitant notamment tout stockage de biens de valeur dans un niveau inondable** (rez-de-chaussée ou sous-sol, garage...).

Du point de vue des conséquences indirectes, signalons aussi les problèmes dus à la **saturation des réseaux d'eaux pluviales** en cas d'inondation (même partielle), qui étendent considérablement les zones inondées. Ici, la prévention passe par un bon dimensionnement, voire un surdimensionnement par rapport à certaines pratiques actuelles (dimensionnement décennal, notamment).

6.3.2 Rappel de dispositions réglementaires existantes

Indépendamment du règlement du Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles, des réglementations d'ordre public concourent à la prévention des risques naturels. C'est notamment le cas de certaines dispositions législatives relatives à la protection des espaces boisés, à la police des eaux, ou du code forestier.

6.3.2.1 Dispositions relatives à la protection des espaces boisés

La protection des espaces boisés est importante puisque la forêt, communale ou privée joue un rôle important en matière de protection contre les risques naturels. Rappelons que toute régression importante de la forêt sur un versant dominant un site vulnérable peut conduire à une

modification du zonage des aléas et du zonage réglementaire du P.P.R.. Sur le secteur d'étude en bordure de l'Arve de la commune de Bonneville, la forêt permet de stabiliser plus ou moins certaines berges.

La gestion sylvicole de la forêt soumise au régime forestier de la commune de Bonneville est assurée, au nom de la commune, par les services de l'Office National des Forêts (O.N.F.). Les dispositions du code forestier relatives au classement de forêts publiques ou privées en Forêts de protection (art. R 411-1 à R 412-18) pourraient trouver, le cas échéant, une application justifiée dans certaines zones particulièrement sensibles : le seul rôle de protection que peut jouer la forêt dans notre secteur d'étude serait un rôle de stabilisation des berges.

En application de l'article L 130-1 du code de l'urbanisme, des espaces boisés publics ou privés de la commune peuvent être classés en espace boisés à conserver au titre du P.O.S.. Par ailleurs l'arrêté préfectoral D.D.A.F./A n° 023 du 19 Mars 1992 décrit sept catégories de dispense d'autorisations préalable aux coupes. Les coupes rases sur de grandes surfaces (>4 ha) et sur des versants soumis à des phénomènes naturels sont en principe proscrites.

6.3.2.2 Dispositions relatives à l'entretien des cours d'eau domaniaux (Arve)

Le lit des cours d'eau domaniaux appartient au domaine public de l'Etat : « les limites des cours d'eau domaniaux sont déterminées par la hauteur des eaux coulant à pleins bords avant de déborder » (art 8 du code du domaine public fluvial). Les opérations de curage et d'entretien, visant à assurer le bon écoulement des eaux est à la charge de l'Etat (art 14 du même code). Ces opérations d'entretien ne comprennent pas la lutte contre le déplacement latéral des cours d'eau (érosion de berges) : une telle évolution des cours d'eau modifie de fait l'emprise du domaine public fluvial.

A signaler que les propriétés riveraines d'un cours d'eau domanial sont grévées d'une servitude de 3,25 m dite servitude de marchepied, devant permettre l'accès pour tous travaux d'entretien.

6.3.2.3 Dispositions relatives à l'entretien des cours d'eau non domaniaux

Les lits des cours d'eau non domaniaux appartiennent, jusqu'à la ligne médiane, aux propriétaires riverains (art. 98 du Code Rural). Ce droit implique des obligations d'entretien rappelées par l'article 114 du Code Rural, créé par l'art. 23 de la loi 95-101 du 02/02/1995 (Livre I^{er}, Titre III, Chapitre III, Section I).

Art. 114 – Sans préjudice des articles 556 et 557 du Code Civil et des dispositions de la loi 92-3 du 3/1/1992 sur l'eau, le propriétaire riverain est tenu à un curage régulier pour rétablir le cours d'eau dans sa largeur et sa profondeur naturelle, à l'entretien de la rive par élagage et recépage de la végétation arborée et à l'enlèvement des embâcles et débris, flottants ou non, afin de maintenir l'écoulement naturel des eaux, d'assurer la bonne tenue des berges et de préserver la faune et la flore dans le respect du bon fonctionnement des écosystèmes aquatiques.

Ces obligations concernent donc les curages *remettant le lit dans son état naturel* et l'entretien des rives et du lit (nettoyage de la végétation). Il est à noter que la clause visant « l'état naturel » du lit limite l'obligation d'entretien des riverains aux travaux d'enlèvement des matériaux et débris encombrant le lit ; cette obligation ne vise pas les travaux importants de curage, qui relèvent de l'aménagement et donc d'un régime de déclaration ou d'autorisation (cf. Décret 93-742 du 29/03/1993). D'une façon générale, ces travaux de curage doivent être menés avec une vision globale du cours d'eau pour ne pas créer de déséquilibres.

6.3.2.4 Dispositions relatives à la réglementation parasismique

Un certain nombre de règles de construction destinées à la prévention du risque sismique sont applicables à l'ensemble du territoire national. Les modalités de leur application sont définies par le Décret n° 91.461 du 14 Mai 1991 (JO du 17 Mai 1991) relatif à la prévention du risque sismique et par les arrêtés du 10 Mai 1993 (JO du 17 Juillet 1993) fixant les règles parasismiques applicables aux installations soumises à la législation sur les installations classées, et du 29 Mai 1997 (JO du 3 Juin 1997) relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicable aux bâtiments de la catégorie dite « à risque normal ».

La commune de Bonneville est située en « **zone de sismicité – Ib** » « sismicité faible ».

On retiendra qu'il faut appliquer les règles PS 92 (remplaçant désormais les règles PS 69/82) dans le cas général ; on peut y substituer, pour les maisons individuelles et pour les zones 0 à II (cf. arrêté du 29 Mai 1997), les règles simplifiées PS-MI 89/92. Il convient de préciser que ce dernier arrêté est applicable depuis le 1er Janvier 1998 aux bâtiments d'habitation collective de hauteur inférieure ou égale à 28 m (jusqu'à cette date pour ce type de bâtiment les règles PS 69/82 restaient admises).

6.3.3 Les travaux de correction et de protection

Ces travaux, qu'ils *corrigent* l'activité d'un phénomène naturel à la source (protection *active*) ou qu'ils *protègent* de ses effets (protection *passive*), sont un des volets fondamentaux de la prévention des risques naturels.

La commune de Bonneville dans notre secteur d'étude en bordure d'Arve compte divers ouvrages destinés à la protection des personnes et biens menacés par des phénomènes naturels liés au torrent.

Dans les actions proposées par le Contrat de rivière, différents problèmes sont soulevés sur la commune de Bonneville concernant des aménagements à entretenir, à restaurer ou à réaliser.

Secteurs concernés	Problème	Action prévue	Observations
Espace Borne / Pont de Bellecombe	Débordements brutaux et imprévisibles de l'Arve. Erosions. Sédimentation peu efficace.	Principe : améliorer la reconstitution du lit alluvial. Action possible à deux degrés : - Remodelage des surfaces pour favoriser les divagations et submersions par la suppression des obstacles. Limitation si nécessaire par des protections discontinues localisées. – Aménagement pour favoriser le réalluvionnement progressif : relèvement du profil en long par des seuils. Protections localisées des biens.	
Traversée de Bonneville Confluent Borne	Seuil du Pont de Bonneville. Abaissement du lit.	Relèvement du lit dans la traversée de Bonneville : seuil à créer et confortement des berges.	
Tronçon endigué du Giffre à Bonneville	Protections de berge des digues anciennes rendues caduques par l'abaissement du lit.	Réfection ou confortement des protection. Seuils de fixation.	

L'étude SOGREAH, Seuil de Pressy / Confluence Borne détaille les problèmes rencontrés et les solutions proposées par tronçon :

- Zone endiguée : Aval confluence Giffre / Amont de Bonneville

Le profil en long du lit de l'Arve dans ce secteur n'a que très peu évolué au cours des dix dernières années. Cependant, le tronçon linéaire de l'Arve a subi également l'abaissement de l'Arve « historique » et se trouve tout de même encore en déséquilibre. D'autre part, compte tenu du confinement de l'Arve entre deux digues, et compte tenu du caractère brutal des « petites crues », des chenaux d'affouillements pourraient se créer. Ces chenaux (surcreusements dus aux écoulements d'un bras étroit de l'Arve) pourraient venir affouiller les berges et créer des dégâts importants. Aussi le profil en long du lit mineur de l'Arve doit être stabilisé sur toute la partie linéaire.

En rive droite et rive gauche, les berges de l'Arve sur l'ensemble du linéaire de la partie endiguée (à quelques sites près) sont menacées par les érosions dues non seulement aux crues importantes de l'Arve (toute la largeur du lit est utilisée), mais aussi aux impacts des chenaux d'écoulement divaguants. Elles seront donc à protéger.

L'aménagement de stabilisation du lit sera composé de trois seuils de faible chute répartis sur l'ensemble de la partie endiguée.

- Traversée de Bonneville

Le lit est actuellement fixé par le seuil du Pont de l'Europe. Toutefois au pied de ce seuil, un affouillement a été décelé lors de l'analyse de l'évolution du profil en long de l'Arve entre 1989 et 1999. Le seuil devra donc être conforté.

En rive droite et rive gauche, les berges de l'Arve non protégées sont menacées par la s'érosion dues aux écoulements de la rivière. Il s'agira de les équiper de protections.

Le seuil de l'Europe est actuellement soumis à l'abaissement du lit par l'aval et à des désordres ponctuels. Il a été soumis à des dégradations et confortements successifs qui ne permettent pas de juger actuellement avec certitude de la sécurité du radier. Afin de le conforter, il est nécessaire de stabiliser (ou de relever légèrement) le profil en long de l'Arve à l'aval. Aussi un seuil devra être réalisé à 100 mètres à l'aval du seuil existant. La conception, la nature et les formes de l'ouvrage sont précisées dans l'étude SOGREAH, Seuil de Pressy / Confluence Borne (Avril 1999).

En rive droite de l'Arve, au droit du Quai Jean-Baptiste Rey, entre les ponts SNCF et de l'Europe, la berge naturelle présente des signes évidents d'affouillements. De plus les zones d'habitations riveraines sont protégées des débordements de crues de l'Arve par une digue en pierre maçonnées situées à quelques mètres de la berge affouillée. De ce fait une protection de cette berge est nécessaire afin d'éviter une déstabilisation potentielle de la digue existante.

Sur le tronçon compris entre le nouveau seuil et la passerelle piétonne, la berge rive gauche de l'Arve est affouillable et présente un caractère désorganisé. Afin de protéger cette berge contre les affouillements, une protection en enrochements calée sur la crue quinquennale sera réalisée. Un muret maçonné de 0,50 mètre de hauteur servira de revanche pour les écoulements de la crue centennale (mur parapet). En rive droite, le mur existant doit être maintenu. Toutefois un massif d'enrochements doit être prévu au pied de ce mur de manière à éviter tout risque de déstabilisation par des affouillements éventuels.

- Zone à l'aval de la passerelle piétonne.

En rive gauche de l'Arve, le secteur de la prison de Bonneville se trouve en zone inondable pour la crue centennale de la rivière. La berge actuelle présente un caractère naturel avec la présence de nombreux arbres ; L'aménagement à prévoir devra protéger le site contre les inondations.

En rive droite, la revanche de la berge par rapport aux écoulements en crue centennale est faible. On prévoira donc un aménagement selon le même principe que la rive gauche.

L'aménagement prévu ici en rive gauche est la réalisation d'un mur en maçonnerie de pierres, de 1,0 mètre de hauteur, à implanter le long de la berge. Pour la rive droite, le mur aura une hauteur de 0,50 mètre.

L'étude SOGREAH, étude des transports solides sur l'Arve précise les problèmes liés au transport solide :

- Tronçon seuil d'Anterne / Bonneville

A l'aval du Bronze, du fait de possibles atterrissements, la ligne d'eau est susceptible de se relever de 30 cm. **Il est impératif de curer les atterrissements dans cette zone** car la revanche des digues, aussi bien en rive droite qu'en rive gauche, est nulle.

Au droit de la prison de Bonneville, l'engravement est susceptible de relever la ligne d'eau de 40 cm. **Le curage est impératif.** En l'absence de curage, et malgré l'aménagement proposé dans l'étude du tronçon Pressy-Bonneville, on retrouverait la zone inondable actuellement identifiée en l'absence d'aménagement.

L'étude HYDRETTUES, Aménagement de l'Arve et de ses Berges, zone de divagation entre le Pont de Bellecombe et la confluence avec le Borne (Volet B : Propositions et Aménagements), détaille les problèmes rencontrés et les solutions proposées par tronçon et en particulier sur une partie de la commune de Bonneville :

- Création d'un épis

Cette technique est proposée pour protéger la berge en rive droite entre les PK 24,8 et 25,3. La mise en œuvre suivante est proposée :

- construction d'un épis plongeant assurant l'équilibre aval du courant vis à vis des résistances mécaniques de la technique biologique ;
- protection de la berge par application des techniques biologiques.

- Renforcement de la rive droite en amont du seuil existant (au niveau du P.K 25,4)

Du fait d'une érosion très régressive du talus, il est nécessaire d'intervenir rapidement en utilisant des enrochements libres sur une longueur de 220 mètres à l'aval du seuil existant.

De plus, l'étude générale de l'aménagement hydraulique du Borne (SOGREAH, Avril 1999) met en évidence un problème sur notre secteur d'étude au niveau du Borne : en aval du Pont du Pénitencier, des amas de blocs, d'une taille souvent supérieure à 20 m³, constituent des obstacles et des sources de perturbation des écoulements. Ils peuvent provoquer :

- des surélévations de ligne d'eau par piégeage d'embâcles et réduction de la section utile,
- des attaques de berge en générant des courants incidents sur les perrés.

A court terme, les obstacles doivent donc être éliminés par ensouillement ou retrait hors du lit des blocs excédentaires.

On insistera sur la nécessité d'entretien des ouvrages de protection. On gardera également à l'esprit qu'ils sont conçus pour un *événement de référence* donné, c'est-à-dire une intensité donnée. Si cette intensité de référence est dépassée, l'efficacité des ouvrages de protection n'est plus assurée (notons que l'on sort généralement de l'objectif de protection centennale du présent P.P.R.).

7. Bibliographie

AFNOR, 1995

Règles parasismiques applicables aux bâtiments

Norme NF P 06-013, DTU Règles PS 92

Association Française de Normalisation, Paris

Besson, 1996

Les risques naturels en montagne : traitement, prévention, surveillance

Éditions artès-publiaip, Grenoble

CSTB, 1995

Constructions parasismiques des maisons individuelles et bâtiments assimilés

Norme NF P 06-014, DTU Règles PS-MI 89/92

Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Paris

Debelmas, 1982

Guides géologiques régionaux

Alpes de Savoie

Masson, Paris

Flageollet, 1989

Les mouvements de terrain et leur prévention

Masson, Paris

Foucault et Raoult, 1988

Dictionnaire de géologie

Masson, Paris

Météo-France, 1991

Atlas climatique de la Haute-Savoie

Association météorologique départementale

Conseil Général de la Haute-Savoie, Annecy

Ministère des Transports, Direction de la Météorologie, 1983

Normales climatologiques 1951 / 1980

Données et statistiques

Mougin, 1914

Les Torrents de la Savoie

Imprimerie générale, Grenoble

Vogt et al., 1979

Les tremblements de terre en France

Mémoire du BRGM n°96

Éditions du BRGM, Orléans

IGN., 1991

IGN TOP 25 3429 ET. Bonneville - Cluses

IGN, Paris 1991.

Photographies aériennes, 1984

74 IFN 84/150 P+IRC

Photographies n° 736, 1267, 1349, 1350, 1351, 1545 et 1546.

IGN., 1998

IGN 125 000 ; Département de la Haute-Savoie

Carte routière et administrative

IGN, Paris 1998.

SOGREAH Consultants, SAGE, 1999

Syndicat Mixte d'Aménagement de l'Arve et de ses Abords
Etude pour l'aménagement de l'Arve et de ses berges dans les
secteurs Pressy - aval confluence Giffre – traversée de Bonneville
 SOGREAH, Grenoble, décembre 1999.

Photographies aériennes, 1973

FR.1973 2437-210P/2437-150 IR

Photographies n° 1265, 1266, 1267, 1243, 1244, 1245, 1392, 1393,
 1394, 1395 et 1396.

J.L Peiry, 1988

Thèse

Approche géographique de la dynamique spatio-temporelle des
sédiments d'un cours d'eau intra-montagnard : l'exemple de la
plaine alluviale de l'Arve

Didier Richard, 1996

Les tracés grand air 3. Carte 1 :50 000

Chablais Faucigny Genevois

Didier Richard, Grenoble 1996.

SOGREAH Ingénieurs Conseils, CERREP, Cabinet GAY, 1993

Contrat de Rivière Arve

Les actions proposées

SOGREAH, Grenoble 1993.

SOGREAH Ingénieurs Conseils, CERREP, Cabinet GAY, 1991

Contrat de Rivière Arve

Diagnostic de l'état actuel – Etudes détaillées - Hydrogéologie

SOGREAH, Grenoble 1991.

SOGREAH Ingénieurs Conseils, CERREP, Cabinet GAY, 1991

Contrat de Rivière Arve

Diagnostic de l'état actuel – Etudes détaillées - Hydrogéologie

SOGREAH, Grenoble 1991.

SOGREAH, Avril 1991

ZAC des Bordets

Assainissement eaux pluviales

SOGREAH, Grenoble 1991.

SOGREAH Ingénieurs Conseils, CERREP, Cabinet GAY, 1991

Contrat de Rivière Arve

Diagnostic de l'état actuel – Etudes détaillées - Hydraulique

SOGREAH, Grenoble 1991.

SOGREAH Ingénieurs Conseils, CERREP, Cabinet GAY, 1991

Contrat de Rivière Arve

Diagnostic de l'état actuel – Etudes détaillées - Hydrologie

SOGREAH, Grenoble 1991.

HYDRETUDES ingénierie de l'eau, 1998

Aménagement de l'Arve et de ses berges

Volet A – Diagnostic

Volet B – Propositions et Aménagements

HYDRETUDES, Pringy 1998.

SOGREAH INGENIERIE, 1998

Syndicat Intercommunal d'Aménagement du Borne

Etude générale d'aménagement hydraulique du Borne

SOGREAH, Grenoble 1998.

TERRITOIRES ET TRANSVERSALES, 1999

Commune de Bonneville.

Révision n°2 du plan d'occupation des sols, rapport de présentation.

TRANSVERSAL et TERRITOIRE, Annemasse 1999.

SOGREAH Ingénierie, 2000

Syndicat Mixte d'Aménagement de l'Arve et de ses Abords

Etude des transports solides sur l'Arve

SOGREAH, Grenoble, Avril 2000.

8. Annexes

Liste des photographies et figures

Loi n°95-101 du 2 février 1995

Renforcement de la protection de l'environnement

Titre II - Dispositions relatives à la prévention des risques naturels

Décret n°95-1089 du 5 octobre 1995

relatif aux plans de prévention des risques naturels prévisibles

Arrêté préfectoral DDAF/RTM 99/19 du 25 Juin 1999

prescrivant le P.P.R.

Décret n°91-461 du 14 mai 1991

relatif à la prévention du risque sismique

Arrêté du 29 Mai 1997

relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la catégorie dite « à risque normal »

Liste des figures

Figure 1 : Carte récapitulative des principales formations quaternaires (Source : Thèse J.L Peiry, 1988)	19
Figure 2 : Les systèmes hydrogéologiques de la Haute-Savoie (Source : Thèse J.L Peiry, 1988)	20
Figure 3 : Plan de localisation de la commune (extrait de la carte IGN au 1 : 125 000, département de la Haute-Savoie).....	48
Figure 4 : Communes riveraines de l'Arve, membres du SIVOM de Bonneville (Extrait de la carte Didier Richard Chablais/Faucigny/Genevois au 1/50 000)	49
Figure 5 : extrait de la carte IGN TOP 25 3429 ET au 1/25 000 centré sur la commune.....	50

Liste des photographies

Photo 1 : Photo de couverture (Cliché RTM – 07/07/2000)	
Photo 2 : L'Arve à Chamonix (Cliché RTM – 08/06/2000).....	23
Photo 3 : L'Arve à Sallanches (Cliché RTM – 21/09/1999)	24
Photo 4 : L'Arve à l'aval de la traversée de Bonneville (Cliché RTM – 21/09/1999).....	52
Photo 5 : L'Arve au niveau de la traversée de Bonneville (Cliché RTM – 07/05/1999)	53
Photo 6 L'Arve en amont de Bonneville (Cliché RTM – 12 / 01 / 2000)	54
Photo 7 : Pont SNCF à Bonneville (Cliché RTM – 07/05/1999)	55
Photo 8 : Le Borne au niveau de sa confluence avec l'Arve (Cliché RTM – 21/09/1999)	60
Photo 9 : le Borne à l'aval du Pont de Toisinges (Cliché RTM - 12/ 01 / 2000)	62

LOI n° 95-101 du 2.02.95 relative au renforcement de la protection de l'environnement (J.O./3.02.95)

TITRE II : DISPOSITIONS RELATIVES A LA PREVENTION DES RISQUES NATURELS

Extrait du chapitre II "des Plans de Prevention des Risques naturels prévisibles"

Art. 16 - La loi n° 87-565 du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs est ainsi modifiée :

I. - Les articles 40-1 à 40-7 ci-après sont insérés au début du chapitre IV :

"Art. 40-1. - L'Etat élabore et met en application des plans de prévention des risques naturels prévisibles tels que les inondations, les mouvements de terrain, les avalanches, les incendies de forêt, les séismes, les éruptions volcaniques, les tempêtes ou les cyclones.

"Ces plans 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 des prescriptions 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 leurs compétences, 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.

"La réalisation des mesures prévues aux 3° et 4° du présent article peut être rendue obligatoire en fonction de la nature et de l'intensité du risque dans un délai de cinq ans, pouvant être réduit en cas d'urgence. A défaut de mise en conformité dans le délai prescrit, le représentant de l'Etat dans le département peut, après mise en demeure non suivie d'effet, ordonner la réalisation de ces mesures aux frais du propriétaire, de l'exploitant ou de l'utilisateur.

"Les mesures de prévention prévues aux 3° et 4° ci-dessus, concernant les terrains boisés, lorsqu'elles imposent des règles de gestion et d'exploitation forestière ou la réalisation de travaux de prévention concernant les espaces boisés mis à la charge des propriétaires et exploitants forestiers, publics ou privés, sont prises conformément aux dispositions du titre II du livre III et du livre IV du code forestier.

"Les travaux de prévention imposés en application du 4° à des biens construits ou aménagés conformément aux dispositions du code de l'urbanisme avant l'approbation du plan et mis à la charge des propriétaires, exploitants ou utilisateurs ne peuvent porter que sur des aménagements limités.

"**Art. 40-2** - Lorsqu'un projet de plan de prévention des risques contient certaines des dispositions mentionnées au 1° et au 2° de l'article 40 1 et que l'urgence le justifie, le représentant de l'Etat dans le département peut, après consultation des maires concernés, les rendre immédiatement opposables à toute personne publique ou privée par une décision rendue publique.

"Ces dispositions cessent d'être opposables si elles ne sont pas reprises dans le plan approuvé ou si le plan n'est pas approuvé dans un délai de trois ans.

"**Art. 40-3** - Après enquête publique et après avis des conseils municipaux des communes sur le territoire desquelles il doit s'appliquer, le plan de prévention des risques est approuvé par arrêté préfectoral.

"**Art. 40-4** - Le plan de prévention des risques approuvé vaut servitude d'utilité publique. Il est annexé au plan d'occupation des sols, conformément à l'article L.126-1 du code de l'urbanisme.

"Le plan de prévention des risques approuvé fait l'objet d'un affichage en mairie et d'une publicité par voie de presse locale en vue d'informer les populations concernées.

"Art. 40-5 - Le fait de construire ou d'aménager un terrain dans une zone interdite par un plan de prévention des risques ou de ne pas respecter les conditions de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation prescrites par ce plan est puni des peines prévues à l'article L.480-4 du code de l'urbanisme.

"Les dispositions des articles L. 460-1, L.480-1, L. 480-2, L. 480-3, L. 480-5, L. 480-9, L. 480-12 du code de l'urbanisme sont également applicables aux infractions visées au premier alinéa du présent article, sous la seule réserve des conditions suivantes :

"1° Les infractions sont constatées, en outre, par les fonctionnaires et agents commissionnés à cet effet par l'autorité administrative compétente et assermentés ;

"2° Pour l'application de l'article L. 480-5, le tribunal statue au vu des observations écrites ou après audition du maire ou du fonctionnaire compétent, même en l'absence d'avis de ces derniers, soit sur la mise en conformité des lieux ou des ouvrages avec les dispositions du plan, soit sur leur rétablissement dans l'état antérieur ;

"3° Le droit de visite prévu à l'article L. 460-1 du code de l'urbanisme est ouvert aux représentants de l'autorité administrative compétente.

"Art. 40-6 - Les plans d'exposition aux risques naturels prévisibles approuvés en application du I de l'article 5 de la loi n° 82-600 du 13 juillet 1982 relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles valent plan de prévention des risques naturels prévisibles à compter de la publication du décret prévu à l'article 40-7. Il en est de même des plans de surfaces submersibles établis en application des articles 48 à 54 du code du domaine public fluvial et de navigation intérieure, des périmètres de risques institués en application de l'article R.111-3 du code de l'urbanisme, ainsi que des plans de zones sensibles aux incendies de forêt établis en application de l'article 21 de la loi n° 91-5 du 3 janvier 1991 modifiant diverses dispositions intéressant l'agriculture et la forêt. Leur modification ou leur révision est soumise aux dispositions de la présente loi.

"Les plans ou périmètres visés à l'alinéa précédent en cours d'élaboration à la date de promulgation de la loi n° 95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement sont considérés comme des projets de plans de prévention des risques naturels, sans qu'il soit besoin de procéder aux consultations ou enquêtes publiques déjà organisées en application des procédures antérieures propres à ces documents.

"Art. 40-7 - Un décret en Conseil d'Etat précise les conditions d'application des articles 40-1 à 40-6. Il définit notamment les éléments constitutifs et la procédure d'élaboration et de révision des plans de prévention des risques, les conditions dans lesquelles sont prises les mesures prévues aux 3° et 4° de l'article 40-1."

II. - L'article 41 est ainsi rédigé :

"Art. 41. - Dans les zones particulièrement exposées à un risque sismique ou cyclonique, des règles particulières de construction parasismique ou paracyclonique peuvent être imposées aux équipements, bâtiments et installations.

"Si un plan de prévention des risques est approuvé dans l'une des zones mentionnées au premier alinéa, il peut éventuellement fixer, en application de l'article 40-1 de la présente loi, des règles plus sévères.

"Un décret en Conseil d'Etat définit les modalités d'application du présent article."

DECRET n° 95-1089 du 5 octobre 1995 relatif aux Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles

Le premier ministre

Sur le rapport du ministre de l'environnement,

Vu le code de l'expropriation pour cause d'utilité publique ;

Vu le code de l'urbanisme ;

Vu le code forestier ;

Vu le code pénal ;

Vu le code de procédure pénale ;

Vu le code de la construction et de l'habitation, notamment son article L.111-4 ;

Vu la loi n° 87-565 du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs, notamment ses articles 40-1 à 40-7 issus de la loi n° 95-101 du 2 février 1995 ;

Vu la loi n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau, et notamment son article 16 ;

Vu le décret n° 90-918 du 11 octobre 1990 relatif à l'exercice du droit à l'information sur les risques majeurs ;

Vu le décret n° 91-461 du 14 mai 1991 relatif à la prévention du risque sismique ;

Vu le décret n° 95-630 du 5 mai 1995 relatif au commissionnement et à l'assermentation d'agents habilités à rechercher et à constater les infractions à la loi n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau ;

Vu l'avis de la mission interministérielle de l'eau

Le Conseil d'Etat (section des travaux publics) entendu,

Décète :

TITRE I

DISPOSITIONS RELATIVES A L'ELABORATION DES PLANS DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS PREVISIBLES

Art. 1er - L'établissement des plans de prévention des risques naturels prévisibles mentionnés aux articles 40-1 à 40-7 de la loi du 22 juillet 1987 susvisée est prescrit par arrêté du préfet. Lorsque le périmètre mis à l'étude s'étend sur plusieurs départements, l'arrêté est pris conjointement par les préfets de ces départements et précise celui des préfets qui est chargé de conduire la procédure.

Art. 2. - L'arrêté prescrivant l'établissement d'un plan de prévention des risques naturels prévisibles détermine le périmètre mis à l'étude et la nature des risques pris en compte ; il désigne le service déconcentré de l'Etat qui sera chargé d'instruire le projet. L'arrêté est notifié aux maires des communes dont le territoire est inclus dans le périmètre ; il est publié au Recueil des actes administratifs de l'Etat dans le département.

Art. 3. - Le projet de plan comprend :

1° Une note de présentation indiquant le secteur géographique concerné, la nature des phénomènes naturels pris en compte et leurs conséquences possibles compte tenu de l'état des connaissances ;

2° Un ou plusieurs documents graphiques délimitant les zones mentionnées aux 1° et 2° de l'article 40-1 de la loi du 22 juillet 1987 susvisée ;

3° Un règlement précisant en tant que de besoin :

- les mesures d'interdiction et les prescriptions applicables dans chacune de ces zones en vertu du 1° et 2° de l'article 40-1 de la loi du 22 juillet 1987 susvisée ;
- les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde mentionnées au 3° de l'article 40-1 de la loi du 22 juillet 1987 susvisée et 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, mentionnées au 4° du même article. Le règlement mentionne, le cas échéant, celles de ces mesures dont la mise en oeuvre est obligatoire et le délai fixé pour leur mise en oeuvre.

Art. 4. - En application du 3° de l'article 40-1 de la loi du 22 juillet 1987 susvisée, le plan peut notamment :

- définir des règles relatives aux réseaux et infrastructures publics desservant son secteur d'application et visant à faciliter les éventuelles mesures d'évacuation ou l'intervention des secours ;
- prescrire aux particuliers ou à leurs groupements la réalisation de travaux contribuant à la prévention des risques et leur confier la gestion de dispositifs de prévention des risques ou d'intervention en cas de survenance des phénomènes considérés ;
- subordonner la réalisation de constructions ou d'aménagements nouveaux à la constitution d'associations syndicales chargées de certains travaux nécessaires à la prévention des risques, notamment l'entretien des espaces et, le cas échéant, la réalisation ou l'acquisition, la gestion et le maintien en condition d'ouvrages ou de matériels.

Le plan indique si la réalisation de ces mesures est rendue obligatoire et, si oui, dans quel délai.

Art. 5. - En application du 4° de l'article 40-1 de la loi du 22 juillet 1987 susvisée, pour les constructions, ouvrages, espaces mis en culture ou plantés, existants à la date d'approbation du plan, le plan peut définir des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde. Ces mesures peuvent être rendues obligatoires dans un délai de cinq ans, pouvant être réduit en cas d'urgence.

Toutefois le plan ne peut pas interdire les travaux d'entretien et de gestion courants des bâtiments implantés antérieurement à l'approbation du plan ou, le cas échéant, à la publication de l'arrêté mentionné à l'article 6 ci-dessous, notamment les aménagements internes, les traitements de façade et la réfection des toitures, sauf s'ils augmentent les risques ou en créent de nouveaux, ou conduisent à une augmentation de la population exposée.

En outre, les travaux de prévention imposés à des biens construits ou aménagés conformément aux dispositions du code de l'urbanisme avant l'approbation du plan et mis à la charge des propriétaires, exploitants ou utilisateurs ne peuvent porter que sur des aménagements limités dont le coût est inférieur à 10p.100 de la valeur vénale ou estimée du bien à la date d'approbation du plan.

Art. 6. - Lorsqu'en application de l'article 40-2 de la loi du 22 juillet 1987 susvisée, le préfet a l'intention de rendre immédiatement opposable certaines des prescriptions d'un projet de plan relatives aux constructions, ouvrages, aménagements ou exploitations nouveaux, il en informe le maire de la ou des communes sur le territoire desquelles ces prescriptions seront applicables. Ces maires disposent d'un délai d'un mois pour faire part de leurs observations.

A l'issue de ce délai, ou plus tôt s'il dispose de l'avis des maires, le préfet rend opposables ces prescriptions, éventuellement modifiées, par un arrêté qui fait l'objet d'une mention au Recueil des actes administratifs de l'Etat dans le département et dont une copie est affichée dans chaque mairie concernée pendant un mois au minimum.

Les documents relatifs aux prescriptions rendues ainsi opposables dans une commune sont tenus à la disposition du public en préfecture et en mairie. Mention de cette mesure de publicité est faite avec insertion au Recueil des actes administratifs et avec l'affichage prévu à l'alinéa précédent.

L'arrêté mentionné en 2° alinéa du présent article rappelle les conditions dans lesquelles les prescriptions cesseraient d'être opposables conformément aux dispositions de l'article 40-2 de la loi du 22 juillet 1987 susvisée.

Art. 7. - Le projet de plan de prévention des risques naturels prévisibles est soumis à l'avis des conseils municipaux des communes sur le territoire desquelles le plan sera applicable. Si le projet de plan contient des dispositions de prévention des incendies de forêt ou de leurs effets, ces dispositions sont aussi soumises à l'avis des conseils généraux et régionaux concernés.

Si le projet de plan concerne des terrains agricoles ou forestiers, les dispositions relatives à ces terrains sont soumises à l'avis de la chambre d'agriculture et du centre régional de la propriété forestière.

Tout avis demandé en application des trois alinéas ci-dessus qui n'est pas rendu dans un délai de deux mois est réputé favorable.

Le projet de plan est soumis par le préfet à une enquête publique dans les formes prévues par les articles R.11-4 à R.11-14 du code de l'expropriation pour cause d'utilité publique.

A l'issue de ces consultations, le plan éventuellement modifié pour tenir compte des avis recueillis, est approuvé par arrêté préfectoral. Cet arrêté fait l'objet d'une mention au Recueil des actes administratifs de l'Etat dans le département ainsi que dans deux journaux régionaux ou locaux diffusés dans le département.

Une copie de l'arrêté est affichée dans chaque mairie sur le territoire de laquelle le plan est applicable pendant un mois au minimum.

Le plan approuvé est tenu à la disposition du public en préfecture et dans chaque mairie concernée. Cette mesure de publicité fait l'objet d'une mention avec les publications et l'affichage prévus aux deux alinéas précédents.

Art. 8. - Un plan de prévention des risques naturels prévisibles peut être modifié selon la procédure décrite aux articles 1er à 7 ci-dessus. Toutefois, lorsque la modification n'est que partielle, les consultations et l'enquête publique mentionnées à l'article 7 ne sont effectuées que dans les communes sur le territoire desquelles les modifications proposées seront applicables.

Les documents soumis à consultation ou enquête publique comprennent alors :

- 1° Une note synthétique présentant l'objet des modifications envisagées ;
- 2° Un exemplaire du plan tel qu'il serait après modification avec l'indication, dans le document graphique et le règlement, des dispositions faisant l'objet d'une modification et le rappel, le cas échéant, de la disposition précédemment en vigueur.

L'approbation du nouveau plan emporte abrogation des dispositions correspondantes de l'ancien plan.

TITRE II

DISPOSITIONS PENALES

Art. 9. - Les agents mentionnés au 1° de l'article 40-5 de la loi du 22 juillet 1987 susvisée sont commissionnés et assermentés dans les conditions fixées par le décret du 5 mai 1995 susvisé.

TITRE III

DISPOSITIONS DIVERSES

Art. 10. - Le code de l'urbanisme est modifié ainsi qu'il suit :

I. - L'article R.111-3 est abrogé.

II. - L'article R.123-24 est complété par un 9° ainsi rédigé :

"9° Les dispositions d'un projet de plan de prévention des risques naturels prévisibles rendues opposables en application de l'article 40-2 de la loi n° 87-565 du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs."

III. - L'article R.421-38-14, le 4° de l'article R.442-6-4 et l'article R.442-14 du code de l'urbanisme sont abrogés. Ils demeurent toutefois en vigueur en tant qu'ils sont nécessaires à la mise en oeuvre des plans de surface submersibles valant plan de prévention des risques naturels prévisibles en application de l'article 40-6 de la loi du 22 juillet 1987 susvisée.

IV. - Le dernier alinéa de l'article R.460-3 est complété par le *d* ainsi rédigé :

"**d**) Lorsqu'il s'agit de travaux réalisés dans un secteur couvert par un plan de prévention des risques naturels prévisibles établi en application de la loi n° 87-565 du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs."

V. - Le **B** du **IV** (Servitudes relatives à la salubrité et à la sécurité publique) de la liste des servitudes d'utilité publique annexée à l'article R.126-1 est remplacé par les dispositions suivantes :

"B. - Sécurité publique

"Plans de prévention des risques naturels prévisibles établis en application de la loi n° 87-565 du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs.

"Document valant plans de prévention des risques naturels prévisibles en application de l'article 40-6 de la loi n° 87-565 du 22 juillet 1987 précitée.

"Servitudes instituées, en ce qui concerne la Loire et ses affluents, par les articles 55 et suivants du code du domaine public fluvial et de la navigation intérieure.

"Servitudes d'inondation pour la rétention des crues du Rhin résultant de l'application de la loi n° 91-1385 du 31 décembre 1991 portant diverses dispositions en matière de transports.

"Servitudes résultant de l'application des articles 7-1 à 7-4 de la loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement."

Art. 11. - Il est créé à la fin du titre II du livre I^{er} du code de la construction et de l'habitation un chapitre VI intitulé :

"Protection contre les risques naturels" et comportant l'article suivant :

Art. R.126-1. - Les plans de prévention des risques naturels prévisibles établis en application des articles 40-1 à 40-7 de la loi n° 87-565 du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs peuvent fixer des règles particulières de construction, d'aménagement et d'exploitation en ce qui concerne la nature et les caractéristiques des bâtiments ainsi que leurs équipements et installations."

Art. 12. - A l'article 2 du décret du 11 octobre 1990 susvisé, le 1° est remplacé par les dispositions suivantes :"

"1° Où existe un plan particulier d'intervention établi en application du titre II du décret du 6 mai 1988 susvisé ou un plan de prévention des risques naturels prévisibles établi en application de la loi du 22 juillet 1987 susvisée ;".

Art. 13. - Sont abrogés :

- 1° Le décret du 20 octobre 1937 relatif aux plans de surfaces submersibles ;
- 2° Le décret n° 92-273 du 23 mars 1992 relatif aux plans de zones sensibles aux incendies de forêt ;
- 3° Le décret n° 93-351 du 15 mars 1993 relatif aux plans d'exposition aux risques naturels prévisibles.

Ces décrets demeurent toutefois en vigueur en tant qu'ils sont nécessaires à la mise en oeuvre des plans de surfaces submersibles, des plans de zones sensibles aux incendies de forêt et des plans d'exposition aux risques naturels prévisibles valant plan de prévention des risques naturels prévisibles en application de l'article 40-6 de la loi du 22 juillet 1987 susvisée.

Art. 14. - Le garde des sceaux, ministre de la justice, le ministre de l'aménagement du territoire, de l'équipement et des transports, le ministre de l'intérieur, le ministre de l'agriculture, de la pêche et de l'alimentation, le ministre du logement et le ministre de l'environnement, sont chargés chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait à Paris, le 5 octobre 1995.

Extrait du décret 91-461 du 14 Mai 1991 relatif à la prévention du risque sismique (*Journal officiel* du 17 Mai 1991)**Article 2**

Pour la prise en compte du risque sismique, les bâtiments, les équipements et les installations sont répartis en trois catégories, respectivement dites "à risque normal" et "à risque spécial".

Article 3

La catégorie dite "à risque normal" comprend les bâtiments, équipements et installations pour lesquelles les conséquences d'un séisme demeurent circonscrites à leur occupants et à leur voisinage immédiat.

Ces bâtiments, équipements et installations sont répartis en quatre classes :

- ⇒ *Classe A* : ceux dont la défaillance ne présente qu'un risque minime pour les personnes et l'activité économique ;
- ⇒ *Classe B* : ceux dont la défaillance présente un risque moyen pour les personnes ;
- ⇒ *Classe C* : ceux dont la défaillance présente un risque élevé pour les personnes et ceux présentant le même risque en raison de leur importance socio-économique.

En outre, la catégorie "à risque normal" comporte une classe D regroupant les bâtiments, les équipements et les installations dont le fonctionnement est primordial pour la sécurité civile, pour la défense ou pour le maintien de l'ordre public.

..../....

Article 4

Pour l'application des mesures de prévention du risque sismique aux bâtiments, équipements et installations de la catégorie dite "à risque normal", le territoire national est divisé en cinq zones de sismicité croissante :

- ⇒ zone 0 ;
- ⇒ zone Ia ;
- ⇒ zone Ib ;
- ⇒ zone II ;
- ⇒ zone III.

La répartition des départements, des arrondissements et des cantons entre ces zones est définie par l'annexe au présent décret.

Article 5

Des mesures préventives, et notamment des règles de construction, d'aménagement et d'exploitation parasismiques sont appliquées au bâtiments, aux équipements et aux installations de la catégorie dite "à risque normal", appartenant aux classes B, C et D et situés dans les zones de sismicité Ia, Ib, II et III, respectivement définies aux articles 3 et 4 du présent décret.

Pour l'application de ces mesures, des arrêtés pris conjointement par le ministre chargé de la prévention des risques majeurs et les ministres concernés définissent la nature et les caractéristiques des bâtiments, des équipements et des installations, les mesures techniques préventives ainsi que les valeurs caractérisant les actions des séismes à prendre en compte.

..../....

Article 6

La catégorie dite "à risque spécial" comprend les bâtiments, les équipements et les installations pour lesquels les effets sur les personnes, les biens et l'environnement de dommages même mineurs résultant d'un séisme peuvent ne pas être circonscrits au voisinage immédiat desdits bâtiments, équipements et installations.

Article 7

Des mesures préventives, et notamment des règles de construction, d'aménagement et d'exploitation parasismiques sont appliquées aux bâtiments, aux équipements et aux installations de la catégorie dite "à risque spécial".

Pour l'application de ces mesures, des arrêtés pris conjointement par le ministre chargé de la prévention des risques majeurs et les ministres concernés définissent la nature et les caractéristiques des bâtiments, des équipements et des installations, les mesures techniques préventives ainsi que les valeurs caractérisant les actions des séismes à prendre en compte.

..../....

Extrait de l'arrêté du 29 Mai 1997 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la catégorie dite "à risque normal" telle que définie par le décret 91-461 du 14 Mai 1991 relatif à la prévention du risque sismique

(Journal officiel du 3 Juin 1997)

Article 1^{er}

Le présent arrêté définit les règles de classification et de construction parasismique pour les bâtiments de la catégorie dite "à risque normal" en vue de l'application de l'article 5 du décret du 14 mai 1991 susvisé mentionnant que des mesures préventives sont appliquées aux bâtiments, équipements et installations de cette catégorie, et vise notamment l'application des règles aux bâtiments nouveaux ainsi que, dans les conditions définies à l'article 3 du présent arrêté, à certains bâtiments existants faisant l'objet de certains travaux de construction.

Article 2

I – Classification des bâtiments

Pour l'application du présent arrêté, les bâtiments de la catégorie dite "à risque normal", sont répartis en quatre classes définies par le décret du 14 mai 1991 susvisé et précisées par le présent arrêté. Pour les bâtiments constitués de diverses parties relevant de classes différentes, c'est le classement le plus contraignant qui s'applique à leur ensemble.

Les bâtiments sont classés comme suit :

En classe A :

- ⇒ les bâtiments dans lesquels est exclue toute activité humaine nécessitant un séjour de longue durée et non visés par les autres classes du présent article.

..../....

En classe B :

- ⇒ les bâtiments d'habitation individuelle ;
- ⇒ les établissements recevant du public des 4^e et 5^e catégories au sens des articles R.123-2 et R.123-19 du code de la construction et de l'habitation ;
- ⇒ les bâtiments d'habitation collective ou dont la hauteur est inférieure ou égale à 28 mètres :
 - bâtiments d'habitation collective,
 - bâtiments à usage de bureaux, non classés établissements recevant du public au sens de l'article R.123-2 du code de la construction et de l'habitation, pouvant accueillir simultanément un nombre de personnes au plus égal à 300 ;
- ⇒ les bâtiments destinés à l'exercice d'une activité industrielle pouvant accueillir simultanément un nombre de personnes au plus égal à 300 ;
- ⇒ les bâtiments abritant les parcs publics de stationnement ouverts au public.

En classe C :

- ⇒ les établissements recevant du public des 1^{ère}, 2^e et 3^e catégories au sens des articles R.123-2 et R.123-19 du code de la construction et de l'habitation ;
- ⇒ les bâtiments dont la hauteur dépasse 28 mètres :
 - bâtiments d'habitation collective,
 - bâtiments à usage de bureaux ;

..../....

- ⇒ les autres bâtiments pouvant accueillir simultanément plus de 300 personnes appartenant notamment aux types suivants :
 - les bâtiments à usage de bureaux non classés établissements recevant du public au sens de l'article R.123-2 du code de la construction et de l'habitation,
 - les bâtiments destinés à l'exercice d'une activité industrielle ;
- ⇒ les bâtiments des établissements sanitaires et sociaux, à l'exception de ceux des établissements publics de santé au sens de l'article L.711-2 de la loi du 31 juillet 1991 susvisée qui dispensent des soins de courte durée ou concernant des affections graves pendant leur phase aiguë en médecine, chirurgie et obstétrique et qui sont mentionnés à la classe D ci-dessous ;
- ⇒ les bâtiments des centres de production collective d'énergie, quelle que soit leur capacité d'accueil.

En classe D :

- ⇒ les bâtiments dont la protection est primordiale pour les besoins de la sécurité civile et de la défense nationale ainsi que pour le maintien de l'ordre public et comprenant notamment :
 - les bâtiments abritant les moyens de secours en personnels et matériels et présentant un caractère opérationnel,
 - les bâtiments définis par le ministre chargé de la défense, abritant le personnel et le matériel de la défense et présentant un caractère opérationnel ;
- ⇒ les bâtiments contribuant au maintien des communications, et comprenant notamment ceux :
 - des centres principaux vitaux des réseaux de télécommunications ouverts au public,
 - des centres de diffusion et de réception de l'information,
 - des tours hertziennes stratégiques ;

.../....

- ⇒ les bâtiments et toutes leurs dépendances assurant le contrôle de la circulation aérienne des aéroports des catégories A, B et C2 suivant les ITAC édictées par la DGAC, dénommées respectivement 4C, 4D et 4E suivant l'OACI ;
- ⇒ les bâtiments des établissements publics de santé au sens de l'article L.711-2 de la loi du 31 juillet 1991 susvisée qui dispensent des soins de courte durée ou concernant des affections graves pendant leur phase aiguë en médecine, chirurgie et obstétrique ;
- ⇒ les bâtiments de production et de stockage d'eau potable ;
- ⇒ les bâtiments des centres de distribution publique de l'énergie ;
- ⇒ les bâtiments des centres météorologiques.

II – Détermination du nombre de personnes

Pour l'application de la classification ci-dessus, le nombre des personnes pouvant être simultanément accueillies dans un bâtiment est déterminé comme suit :

- ⇒ pour les établissements recevant du public : selon la réglementation en vigueur ;
- ⇒ pour les bâtiments à usage de bureaux ne recevant pas du public : en comptant une personne pour une surface de plancher hors œuvre nette égale à 12 mètres carrés ;
- ⇒ pour les autres bâtiments : sur déclaration du maître d'ouvrage.

..../....

Article 3

Les règles de construction, définies à l'article 4 du présent arrêté, s'appliquent dans les zones de sismicité Ia, Ib, II ou III définies par le décret du 14 mai 1991 susvisé :

1. A la construction de bâtiments nouveaux des classes B, C et D ;
2. Aux bâtiments existants des classes B, C et D dans lesquels il est procédé au remplacement total des planchers en superstructure ;
3. Aux additions par juxtaposition de locaux :
 - à des bâtiments existants de classe C ou D dont elles sont désolidarisées par un joint de fractionnement,
 - à des bâtiments existants de classe B dont elles sont ou non solidaires.
4. A la totalité des bâtiments, additions éventuelles comprises, dans un au moins des cas suivants :
 - addition par surélévation avec création d'au moins un niveau supplémentaire, même partiel, à des bâtiments existants de classe B, C ou D,
 - addition par juxtaposition de locaux solidaires, sans joint de fractionnement, à des bâtiments existants de classe C ou D,
 - création d'au moins un niveau intermédiaire dans des bâtiments existants de classe C ou D.

Pour l'application des 3^e et 4^e ci-dessus, la classe à considérer est celle des bâtiments après addition ou transformation.
Au cas où l'application des critères ci-dessus ne permet pas de définir sans ambiguïté la nature des travaux d'addition ou de transformation et notamment, d'opérer la distinction entre la surélévation et la juxtaposition, c'est la définition la plus contraignante qui s'applique.

..../....

Article 4

- I-** Les règles de construction applicables aux bâtiments mentionnés à l'article 3 du présent arrêté sont celles de la norme NF P 06-013 référence DTU, règles PS 92 "règles de construction parasismiques, règles applicables aux bâtiments, dites règles PS 92".

Ces règles doivent être appliquées avec une valeur de l'accélération nominale a_N résultant de la situation du bâtiment au regard de la zone sismique telle que définie par l'article 4 du décret du 14 mai 1991 susvisé et son annexe, et de la classe telle que définie à l'article 2 du présent arrêté à laquelle appartient le bâtiment.

Les valeurs minimales de ces accélérations, exprimées en mètres par seconde au carré, sont données par le tableau suivant :

ZONES	CLASSES			
	A	B	C	D
0	0	0	0	0
Ia	0	1,0	1,5	2,0
Ib	0	1,5	2,0	2,5
II	0	2,5	3,0	3,5
III	0	3,5	4,0	4,5

- II-** Pour les bâtiments appartenant à la classe B définis au paragraphe 11 (Domaine d'application) de la norme NF P 06-014 "Construction parasismique des maisons individuelles et des bâtiments assimilés, règles PS/MI 89 révisées 92" et qui sont situées dans l'une des zones Ia, Ib ou II, l'application des dispositions définies dans cette même norme dispense de l'application des règles indiquées au I du présent article.