



Document public

Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles
PPR de la commune d'Annecy

PREMIER LIVRET: PRESENTATION

novembre 2008



Document public

Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles
PPR de la commune d' Annecy

PREMIER LIVRET: PRESENTATION

novembre 2008



Mots clés : Annecy, Haute-Savoie, PPR, séisme, mouvement de terrain, inondation

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

P. Dominique, A. Evans, B. Le Brun, J.L. Nédellec, Th. Winter et N. Zornette, C. Mirgon et M. Imbault (2006) - Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles - PPR de la commune d'Annecy - Premier livret: Présentation.92 p, 33 Fig, 4 Tabl.,.

Synthèse

A la demande de la Préfecture de la Haute-savoie, le Brgm a été chargé d'évaluer et de cartographier les risques naturels sur le bassin annécien. Il s'agit en particulier de la réalisation d'un Plan de Prévention des Risques (PPR) naturels prévisibles sur le bassin annécien incluant les risques liés aux séismes, aux mouvements de terrain et aux inondations.

Pour le risque sismique, l'effet de rupture en surface de la faille active du Vuache, les amplifications du mouvement sismique sur les sols appelées effets de site lithologiques ou topographiques, et le phénomène de liquéfaction - qui correspond à une perte de portance des sols sous sollicitation dynamique - ont été considérés.

Pour le risque mouvements de terrain, une distinction a été faite entre les glissements de terrain et les chutes de bloc dont la cinématique est différente.

Pour le risque inondation, le Service départemental de Haute Savoie de la RTM a distingué le phénomène torrentiel, l'inondation sensu stricto et les zones humides qui peuvent aussi occasionner des risques particuliers.

Un descriptif physique des phénomènes incluant leur nature, leur ampleur et leur localisation sur le bassin annécien et même au delà pour le risque sismique permet de mieux comprendre le type des agressions susceptibles de se produire. Cet inventaire donne une première idée de la répartition géographique et de l'historique des phénomènes sur le bassin.

Après la présentation de la méthodologie employée pour cartographier les différents aléas, les zones exposées sont reportées au 1/25 000 avec pour chaque phénomène un niveau d'aléa graduel.

En complément, la carte des enjeux au 1/25 000 aide à une vision objective de tous les éléments et biens exposés en soulignant les lieux stratégiquement importants en cas de crise. Ainsi, sont reportés les bâtiments et constructions (ouvrages de classe C et D, selon l'arrêté du 29 mai 1997), les infrastructures et réseaux ou lignes de vie (transports, énergie, télécommunications,..).

Enfin, sur support cadastral au 1/5 000, la restitution d'une carte réglementaire multirisques distingue plusieurs zones bleu clair, bleu foncé ou rouge selon le degré de protection recherché. Cette carte numérique permet aisément de retrouver en tout point les prescriptions et recommandations qui lui sont rattachées par la lecture (numérique ou manuelle) de son numéro de zone renvoyant aux règlements correspondants. Un règlement précise toutes les mesures générales ou particulières à adopter sur les différents types d'ouvrages ou de réseaux en s'appuyant lorsque cela est possible sur des textes et lois réglementaires ou des recommandations d'instances reconnues dans leur domaine de compétence.

Durant ce travail, le suivi des Guides méthodologiques publiés par les Ministères concernés a été respecté autant que possible.

Sommaire

Introduction	9
Objet du PPR.....	9
motivation et Prescription du PPR.....	10
Contenu du PPR.....	10
Approbation et révision du PPR.....	11
1. Contexte général	13
1.1. Situation géographique.....	13
1.2. Démographie	14
1.3. Accessibilité	14
1.4. Histoire et développement économique	14
1.5. Espace naturel.....	15
1.6. Contexte géologique.....	15
1.6.1. Terrains du Jurassique.....	15
1.6.2. Terrains du Crétacé	16
1.6.3. Terrains du Tertiaire.....	16
1.6.4. Terrains du Quaternaire.....	18
1.6.5. Faille du Vuache	18
1.7. Réseau hydrographique	18
2. Description et historique des phénomènes naturels	21
2.1. Inventaire des données existantes	21
2.2. Les séismes.....	22
2.2.1. Tectonique des plaques et répartition de la sismicité	22
2.2.2. Qu'est ce qu'un séisme ?.....	23
2.2.3. Aléa sismique régional et zonage sismique	24
2.2.4. Historique des mouvements sismiques sur la région annécienne	26
2.2.5. Aléa sismique local	29
2.2.6. Rupture de surface le long de la faille du Vuache.....	29
2.3. Effets induits – la liquéfaction	29
2.3.1. Généralités.....	29
2.3.2. La liquéfaction	30
2.3.3. Historique des indices de liquéfaction.....	30
2.4. Effets induits - Les mouvements de terrain	31
2.4.1. Typologie des mouvements de terrain enregistrés	31
2.4.2. Evènements recensés.....	35
2.5. Phénomènes torrentiels, inondations et zones humides	39
2.5.1. Définitions	39
2.5.2. Données historiques recensées pour la commune d'Annecy	40
3. Cartographie des aléas	47
3.1. Méthodologie appliquée pour l'aléa sismique.....	47

3.2. Méthodologie appliquée pour l'alea mouvement de terrain	48
3.3. Méthodologie appliquée pour l'alea inondations et crues torrentielles	48
4. Cartographie des enjeux.....	51
4.1. Généralités	51
4.2. Collecte, saisie et validation des données.....	52
4.2.1. Constructions	52
4.2.2. Infrastructures et réseaux	53
4.3. Synthèse des enjeux sur le bassin annécien.....	55
4.4. Synthèse des enjeux sur la commune d'Annecy	55
4.4.1. Constructions	55
4.4.2. Infrastructures et réseaux	63
5. Zonage et règlement.....	69
5.1. Généralités	69
5.1.1. Les différentes zones du PPR.....	70
5.1.2. Zones « rouge »	70
5.1.3. Zones « bleu foncé ».....	71
5.1.4. Zones « bleu clair ».....	71
5.2. zonage réglementaire	71
5.2.1. Cohérence entre POS / PLU et PPR	71
5.2.2. Zonage réglementaire	72
5.2.3. Tableau récapitulatif.....	74
5.2.4. Catalogue des règlements applicables	76
Bibliographie.....	79
Documents généraux.....	79
Mouvement sismique.....	80
Rupture de Faille en surface.....	82
Liquéfaction	83
Géologie, géotechnique et mouvements de terrain	83
Inondations et crues torrentielles.....	84
Cartes	86
Personnes rencontrées (RTM)	87
Glossaire	89

Liste des illustrations

FIGURES

Figure 1 - Localisation du bassin annécien (échelle ~ 1/150 000)	13
Figure 2 - Carte géologique réinterprétée (échelle : 1/100 000)	17
Figure 3 - Réseau hydrographique principal du bassin annécien (échelle : 1/100 000)	20
Figure 4- Carte des principales plaques tectoniques et déplacements associés (Source BRGM).....	22
Figure 5 - Définition de la magnitude et de l'intensité (Source BRGM)	23
Figure 6 - Zonage sismique de la France. Zonage physique pour l'application des règles parasismiques de construction (Source BRGM)	25
Figure 7 - Carte de la sismicité régionale aux alentours du bassin annécien (extraction SisFrance – intensités supérieures ou égales à VI MSK).....	27
Figure 8 - Schéma de principe du phénomène de chute de blocs / éboulement.....	31
Figure 9- Eboulements et chutes de blocs - filets protecteurs- au lieu-dit « le Petit Port » au dessus du lotissement « les Barattes » à Annecy-le-Vieux.....	32
Figure 10 - Schéma de principe du phénomène d'effondrement.....	32
Figure 11 - Schéma de principe du phénomène d'érosion de berge.....	33
Figure 12 - Schémas de principe du phénomène de glissement.....	33
Figure 13 - Schéma de principe du phénomène de coulée de boue.....	34
Figure 14 - Filets dynamiques positionnés en amont du lieu-dit « Les Barattes »	35
Figure 15- Erosion de berges du ruisseau le Genon	36
Figure 16 - Loupe de glissement le long de la D 164 (déblayée)	37
Figure 17 - Moutonnement du placage glaciaire en amont de Combadiou à Annecy-le-Vieux.....	38
Figure 18 - Fluage le long de la route menant à Chez Levet, Epagny	38
Figure 19 – Bâtiments stratégiques - Annecy.....	56
Figure 20 : Etablissements de soin et à caractère social – Annecy	56
Figure 21 : Etablissements d'enseignement - Annecy.....	57
Figure 22 : Bâtiments administratifs- Annecy	57
Figure 23 : Etablissements touristiques - Annecy.....	58
Figure 24 : Etablissements sportifs - Annecy	59
Figure 25 : Spectacles - Annecy.....	60
Figure 26 : Monuments historiques – Annecy	61
Figure 27 : Etablissements commerciaux et industriels - Annecy	62
Figure 28 : Les transports - Annecy.....	63
Figure 29 : Les réseaux routier et ferré - Annecy	64
Figure 30 : Energie - Annecy	65
Figure 31 : Eau - Annecy	65
Figure 32 : Télécommunications - Annecy	66
Figure 33 : Traitements des déchets - Annecy	67

TABLEAUX

Tableau 1 - Les 23 séismes ayant provoqué une intensité maximale supérieure ou égale à V MSK sur le bassin annécien.	28
Tableau 2 - Types d'enjeux avec leur descriptif cartographique et leur contenu.....	54
Tableau 3 – Correspondance entre niveau d'aléa et couleur réglementaire pour chaque phénomène selon l'occupation des sols	73
Tableau 4 - Correspondance entre la codification des zones, la couleur réglementaire et les règlements associés (commune d'Annecy).....	75

Liste des planches

- Planche 1: Carte de l'inventaire des mouvements de terrain
Echelle 1/25 000
- Planche 2: Cartes de l'aléa sismique local
(spectres spécifiques, effet topographique et liquéfaction)
Echelle 1/25 000
- Planche 3: Carte de l'aléa mouvements de terrain
Echelle 1/25 000
- Planche 4: Carte des aléas inondation et crue torrentielle
Echelle 1/25 000
- Planche 5: Carte des enjeux
Echelle 1/25 000
- Planche 6: Carte réglementaire PPR
Echelle 1/5 000

Introduction

Le Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPR) de la ville d'Annecy est établi en application des articles L.561-1 et suivants du Code de l'Environnement et du décret n°95-1089 du 5 octobre 1995 relatif aux plans de prévention des risques naturels prévisibles. Pour tous ces textes, se référer à l'annexe 2 du second livret (Annexes techniques).

OBJET DU PPR

Les objectifs des PPR sont définis par le Code de l'Environnement et notamment son article L.562-1.

« I. - 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.

II - Ces plans ont pour objet, en tant que de besoin :

- 1. de délimiter les zones exposées aux risques , dites "zones de danger", 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 dites "zones de précaution", 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. »*

MOTIVATION ET PRESCRIPTION DU PPR

Le séisme du 15 juillet 1996 a entraîné près de 80 millions d'euros de dégâts sur le territoire du bassin annécien. Heureusement, l'heure très matinale du séisme (2h13) a permis d'éviter un bilan qui aurait pu être également humain en termes de victimes (blessés, morts), si des personnes s'étaient trouvées dans les rues.

Les communes du bassin annécien en liaison avec les services de la Préfecture ont décidé de se doter d'une cartographie préventive du risque sismique au travers la mise en œuvre d'un microzonage sismique. Le PPR est la procédure réglementaire à mettre en œuvre pour adapter localement les exigences réglementaires définies au niveau national, le préfet décide la prescription des PPR des 10 communes concernées par ce microzonage.

Le décret n°95-1089 du 5 octobre 1995 relatif aux Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles définit les modalités de prescription des PPR

« 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 d'Annecy a été prescrit par l'arrêté préfectoral n° DDAF.RTM.02.03 du 25 mars 2002 publié le 28 mai 2002 au recueil des actes administratifs n°6 de la Préfecture de la Haute-Savoie. Les risques naturels induits par les séismes, les mouvements de terrain, les inondations et crues torrentielles sont pris en compte par ce plan de prévention. Le périmètre d'étude contient l'ensemble du territoire communal.

CONTENU DU PPR

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 (codifié à l'article L.562-1 du Code de l'Environnement) ;*
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 (codifié à l'article L.562-1 du Code de l'Environnement) ;*
 - *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 (codifié à l'article L.562-1 du Code de l'Environnement) 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 d'Annecy comporte, outre le présent rapport de présentation, des documents graphiques, des annexes techniques et un règlement. Ce rapport qui constitue le premier livret présente succinctement la commune d'Annecy et les phénomènes naturels qui la concernent. Plusieurs documents graphiques y sont annexés : une planche de localisation des phénomènes mouvement de terrain et une planche des aléas pour chaque phénomène : mouvement de terrain, séisme, inondation. Les annexes techniques constituent le second livret. Le règlement constitue le troisième livret. Enfin, deux planches hors-texte donnent le zonage réglementaire de la commune d'Annecy. L'ensemble constitue le plan de prévention des risques naturels prévisibles.

APPROBATION ET REVISION DU PPR

Les articles 7 et 8 du décret n°95-1089 du 5 octobre 1995 (modifié par l'article 6 du décret n°2002-679 du 29 avril 2002) 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 ainsi qu'à l'avis des groupements de communes et des services départementaux d'incendie et de secours intéressés.

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 décrite 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. »

1. Contexte général

1.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

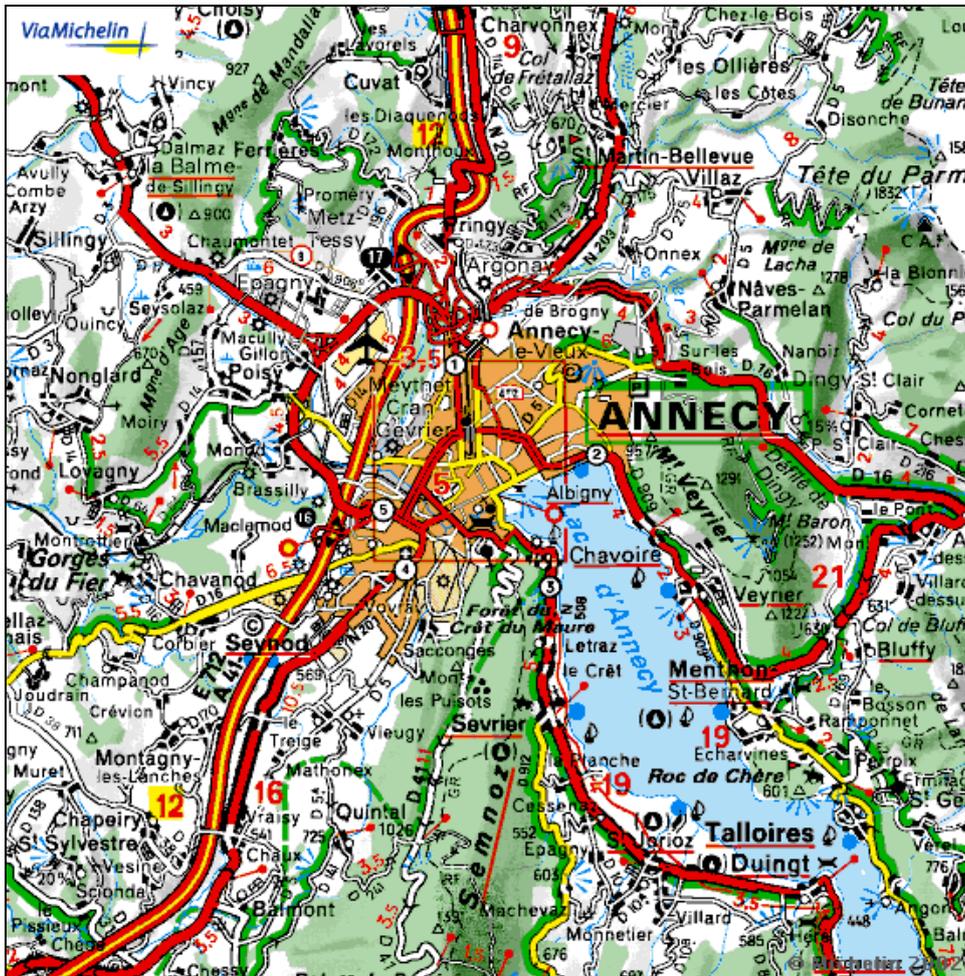


Figure 1 - Localisation du bassin annécien (échelle ~ 1/150 000)

Les dix communes (Annecy, Annecy-le-Vieux, Argonay, Cran-Gevrier, Epagny, Metz-Tessy, Meythet, Poisy, Pringy et Seynod) qui composent le bassin annécien se situent au Sud-Ouest du département de la Haute-Savoie, en bordure du lac d'Annecy. Ces communes s'étendent sur une surface de plus de 95 km² (Figure 1), dont près de 14 km² pour celle d'Annecy.

Le bassin d'Annecy est encadré à l'Est par le Mont Veyrier (commune d'Annecy-le-Vieux), au Sud par le lac d'Annecy et le Semnoz (communes d'Annecy, de Seynod et de Quintal), et au Nord-Ouest par les montagnes d'Age (commune de Poisy) et de Mandallaz (communes d'Epagny, Metz-Tessy et Pringy).

1.2. DEMOGRAPHIE

La population des dix communes composant le bassin annécien rassemblait près de 125 000 habitants (135 000 pour l'agglomération) au dernier recensement INSEE de 1999, dont 50 800 personnes (INSEE, 2004) pour la commune d'Annecy.

Cette population est en hausse sur la dernière décennie (1990-1999) avec un taux annuel d'augmentation de la population de 0,75 % sur l'ensemble des 10 communes du bassin annécien. Ce taux est le plus faible pour la commune d'Annecy avec 0,1 % d'augmentation. Cette augmentation concerne donc principalement les communes périphériques d'Annecy.

1.3. ACCESSIBILITE

Annecy est bien reliée au reste de la France (TGV et liaisons aériennes à partir de l'aéroport d'Annecy-Meythet) et même au monde (les aéroports de Genève et de Lyon sont respectivement à 30 et 50 minutes en voiture par l'autoroute A41-E712).

La ville est également au centre d'un important noeud routier qui voit se croiser de nombreuses nationales et départementales fréquentées : N203, N201/N1201, N508, N501, D14, D129, D5, D16/D916, D908, D909.

Un itinéraire de contournement (voie de Poisy, voie de Metz, voie des Aravis) permet d'éviter l'agglomération par le nord et l'ouest en empruntant une voie rapide connectée aux voies transversales et aux deux sorties d'autoroute desservant l'agglomération (Annecy nord et Annecy sud). Cette voie rapide bute contre le Semnoz au sud et contre le mont Veyrier à l'est.

1.4. HISTOIRE ET DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE

La rive nord du lac d'Annecy fut occupée au moins dès 3100 av. J.-C. et Annecy qui s'appelait alors Boutae fut une bourgade industrielle à l'époque romaine (50 av. J.-C.).

À la chute de l'empire romain les grandes invasions amenèrent une telle insécurité que la ville déperit complètement.

Au XIV^e siècle, sous l'influence du pape Clément VII, Annecy devient un centre de pèlerinage très populaire.

Dès la fin du XV^e siècle, la ville connut une reconversion majeure en devenant un centre industriel important et innovant (textile, métallurgie), lié à la force hydraulique du Thiou et à des personnalités entrepreneuriales. Ce fort développement se poursuit au XVII^e siècle avec le développement de manufactures et de fabriques textiles et métallurgiques.

Au XVIII^e siècle, la ville connaît un déclin politique, économique et religieux.

À la fin du XVIII^e siècle et au début du XIX^e siècle, l'industrie textile croît à nouveau, en particulier celle du coton.

Le développement industriel (usine de roulements à bille) s'affirma au XX^e siècle, sans nuire à son essor touristique favorisé par la proximité du lac et des montagnes environnantes qui ont connu une forte implantation hôtelière.

Aujourd'hui, l'activité économique se répartit en cinq secteurs d'activité :

- la mécanique de précision, appliquée aux industries automobile, aéronautique, nucléaire et biomédicale,
- les biens d'équipement industriel,

- les industries du sport, des loisirs et du luxe,
- l'informatique et l'électronique,
- l'agro-alimentaire.

1.5. ESPACE NATUREL

Annecy se situe à la jonction de deux grands ensembles géographiques et géologiques : les préalpes du massif des Bauges au sud et du massif des Bornes à l'est. Ces massifs sont séparés par le lac d'Annecy et les collines et plaines de l'Albanais et du Genevois à l'ouest et au nord. Le site occupé par Annecy est formé par une cluse entre le nord de la montagne du Semnoz et l'ouest du mont Veyrier. Les massifs calcaires des Bauges et des Bornes situés à l'est et au sud de la ville s'organisent en monts (Semnoz,...), en falaises (mont Veyrier, Parmelan, Tournette,...) et en dents (dents de Lafont).

Les altitudes varient entre 418 m et 926 m avec une altitude moyenne de 448 m.

La commune d'Annecy est divisée en deux parties qui se distinguent par le relief, l'urbanisme et la végétation :

le nord et le sud ouest sont plats, encadrés à l'est par la colline d'Annecy-le-Vieux et à l'ouest par la dépression occupée par le Fier et la colline de Seynod. Fortement urbanisé, la ville s'y étale et la majorité des équipements s'y trouvent.

Le sud-est est quant à lui occupé par la montagne du Semnoz (1704 m) longue de 16 km . Quasiment peu construit et aménagé sauf à son extrémité nord, il est occupé en majeure partie par une forêt de conifères plantée au XIX^e siècle.

1.6. CONTEXTE GEOLOGIQUE

La géologie conditionne pour partie l'apparition et l'évolution de nombreux phénomènes naturels tels les mouvements de terrain (glissements de terrains, chutes de pierres, coulées de boue...) ainsi que les séismes. De nombreux facteurs géologiques interviennent à des degrés divers dans la dynamique des mouvements de terrain : la nature des roches (lithologie), leur fracturation, leur perméabilité y jouent notamment des rôles importants. Les observations effectuées lors des reconnaissances de terrain, permettent quelques remarques d'ordre général.

Le substratum du secteur d'Annecy peut se diviser en trois principales zones distinctes (Figure 2):

- au Nord-Ouest, le massif du Jura, constitué par les montagnes d'Age et de Mandallaz. Ces deux anticlinaux chevauchant à l'Ouest sont principalement composés de calcaires et marnes du Jurassique et du Crétacé ;
- au Sud-Est, les massifs des Bornes et des Bauges, représentés par les anticlinaux du Mont Veyrier et du Semnoz, composés en majorité de calcaires et marnes du Crétacé ;
- enfin, entre ces deux ensembles, le sillon molassique périalpin du Miocène.

1.6.1. Terrains du Jurassique

Ces terrains n'affleurent que sur le flanc Sud-Ouest de la Montagne de Mandallaz, en dehors de la zone d'étude. Ils sont composés de calcaires, marnes et brèches du Portlandien et du Purbeckien (Jurassique supérieur).

1.6.2. Terrains du Crétacé

Formant la majorité des reliefs de la zone, ils ont la particularité de constituer pour chacun d'eux une succession de falaises calcaires et également de talus composés de roches plus tendres comme les marnes ou les grès. La formation la plus répandue est celle de l'Urgonien qui constitue une puissante falaise calcaire caractéristique que l'on retrouve sur chacun des reliefs de la zone.

1.6.3. Terrains du Tertiaire

Les terrains de l'Eocène et de l'Oligocène inférieur et moyen n'affleurent que localement sur les flancs des reliefs. Ils sont constitués de calcaires gréseux, de grès et de marnes. Certaines formations à sables siliceux renferment de fortes teneurs en fer qui ont donné lieu à des exploitations comme à Ferrières. L'épisode le plus important de cette période est le dépôt de la molasse rouge lacustre à l'Aquitaniens et au Chattien formant le sillon molassique périalpin. Cette molasse est constituée d'une succession de grès plus ou moins grossiers et de marnes pouvant atteindre jusqu'à 1000 m d'épaisseur (Série des Machurettes).

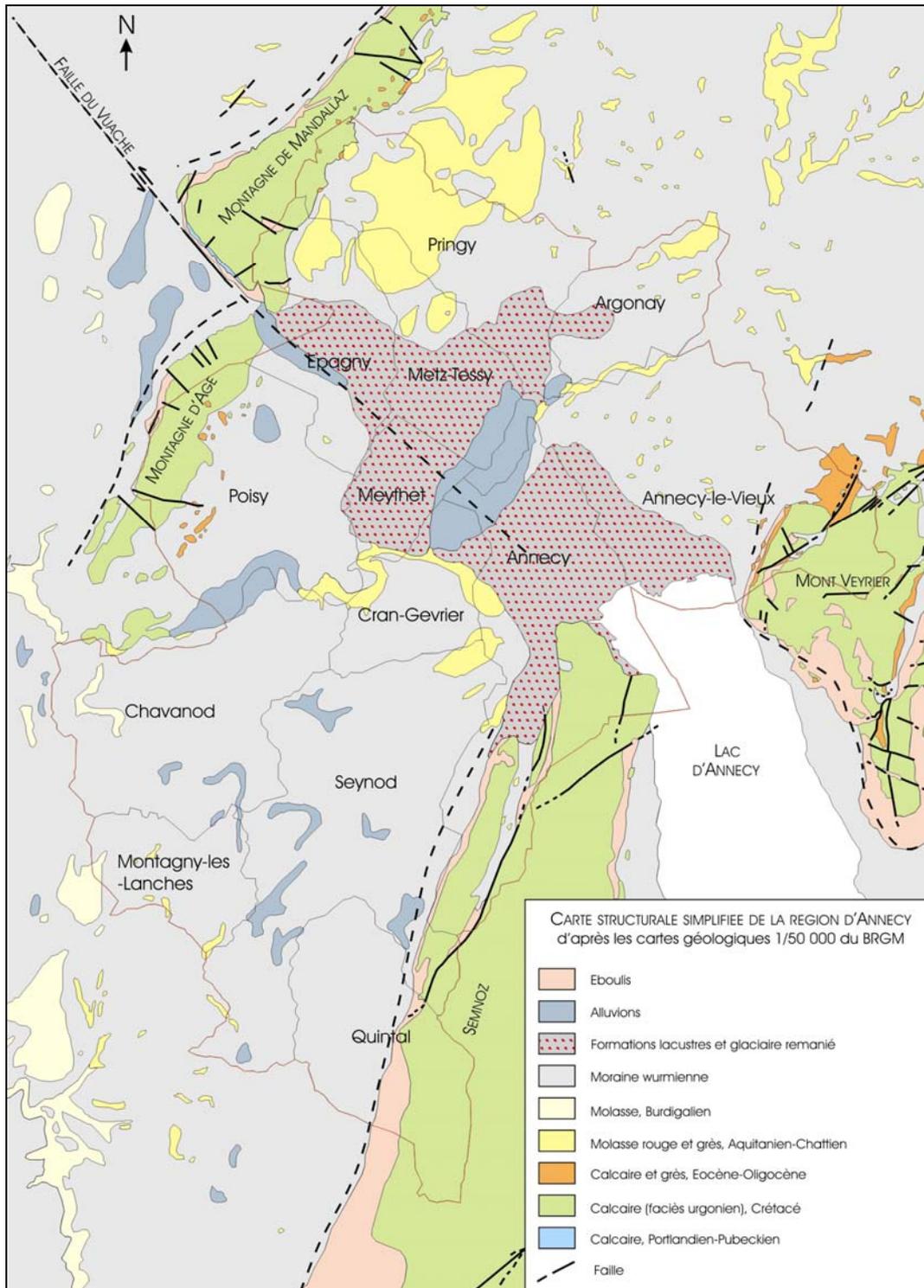


Figure 2 - Carte géologique réinterprétée (échelle : 1/100 000)

Un deuxième épisode de dépôt molassique s'est produit au Burdigalien, plus à l'Est du plateau (affleurements près de Chavanod et de Montagny-les-Lanches), composé de grès glauconieux à ciment calcaire.

1.6.4. Terrains du Quaternaire

Au Würm, les glaciers de l'Arve (provenant du Mont Blanc) et du Rhône sont venus creuser le sillon molassique et ont déposé sur la grande majorité de la zone une moraine de fond, généralement recouverte d'une moraine de retrait. Elles sont composées de blocs et de cailloux plus ou moins nombreux dans une matrice sablo-argileuse.

A certains endroits, ces glaciers ont surcreusé quelques dépressions occupées après le retrait glaciaire par des lacs tels que celui d'Annecy. Ainsi retrouve-t-on des dépôts lacustres sur les secteurs d'Epagny, Metz-Tessy, Cran-Gevrier, Meythet, Annecy et Pringy, composés de limons et d'argiles pour les dépôts distaux (Nord-Est d'Epagny et Sud d'Annecy), et de graviers et sables pour les dépôts proximaux.

Les alluvions modernes fluviales ne sont présentes qu'aux abords des principales rivières tels que le Fier et le Thiou. Elles sont constituées de graviers plus ou moins grossiers dans une matrice sablo-argileuse et forment à Cran-Gevrier un système de deux terrasses emboîtées.

1.6.5. Faille du Vuache

L'accident majeur de la zone est la faille du Vuache, située au Nord-Ouest d'Annecy et orientée Nord-Ouest – Sud-Est. Son tracé est nettement défini sur le rebord occidental de la montagne du Vuache et sur le flanc sud de la montagne de Mandallaz. De part et d'autre de ces reliefs, le tracé reste hypothétique ; il semblerait que la faille se poursuive sous le lac. L'existence de la faille du Vuache dans le bassin d'Annecy se voit essentiellement par la différence entre la structure isoclinale de la molasse au Nord-Est de la zone (vers la Montagne de Mandallaz) et sa structure plissée au Sud-Ouest.

Depuis la fin du Secondaire, la faille a connu des mécanismes variables suivant les époques (chevauchements, coulissages, extensions). Son jeu actuel est un décrochement sénestre difficile à évaluer car très faible ; il semblerait qu'il soit de quelques dixièmes de millimètres par an.

Selon une hypothèse récente, cette faille n'affecterait que la couverture sédimentaire et non le socle comme il était pensé auparavant.

1.7. RESEAU HYDROGRAPHIQUE

La composante principale du système hydrographique est le torrent du Fier dont les affluents sont le Viéran, la Fillière, le Nant de Gillon et la rivière du Thiou alimentée par le lac d'Annecy d'une superficie de 2650 ha (Figure 3).

La rivière du Fier prend sa source dans le massif des Bornes. Elle entaille la molasse aquitanaise en une longue gorge utilisée pour la production hydro-électrique et traverse ensuite le compartiment urgonien effondré de la Montagne d'Age, au Sud de Lovagny, dans une gorge étroite et profonde, très pittoresque (Gorges du Fier). La rivière, affluent du Rhône (à Seyssel), présente un régime torrentiel marqué. Ce cours d'eau prend sa source à quelques dizaines de kilomètres de la zone d'étude, au pied du Mont Charvin (2414 m), à 2100 m d'altitude environ. Bien qu'il n'y ait aucun glacier dans le bassin du Fier, les montagnes sont assez hautes pour que la fonte des neiges

qui les couvrent alimente pendant une partie du printemps et en début d'été cette rivière et ses affluents. Les crues du Fier sont brutales, avec des maximums au printemps et en automne.

Un réseau secondaire formé par de nombreux ruisseaux naît d'une part des infiltrations karstiques dans les calcaires et d'autre part des circulations d'eau dans les moraines localement peu compactées et sableuses. C'est le contexte montagnard qui implique la formation de gorges profondes (Gorges du Fier) et de nombreux talwegs creusés sur les versants. Quelques marais sont aussi à signaler sur les communes situées à l'Est du lac, essentiellement Epagny et Chavanod.

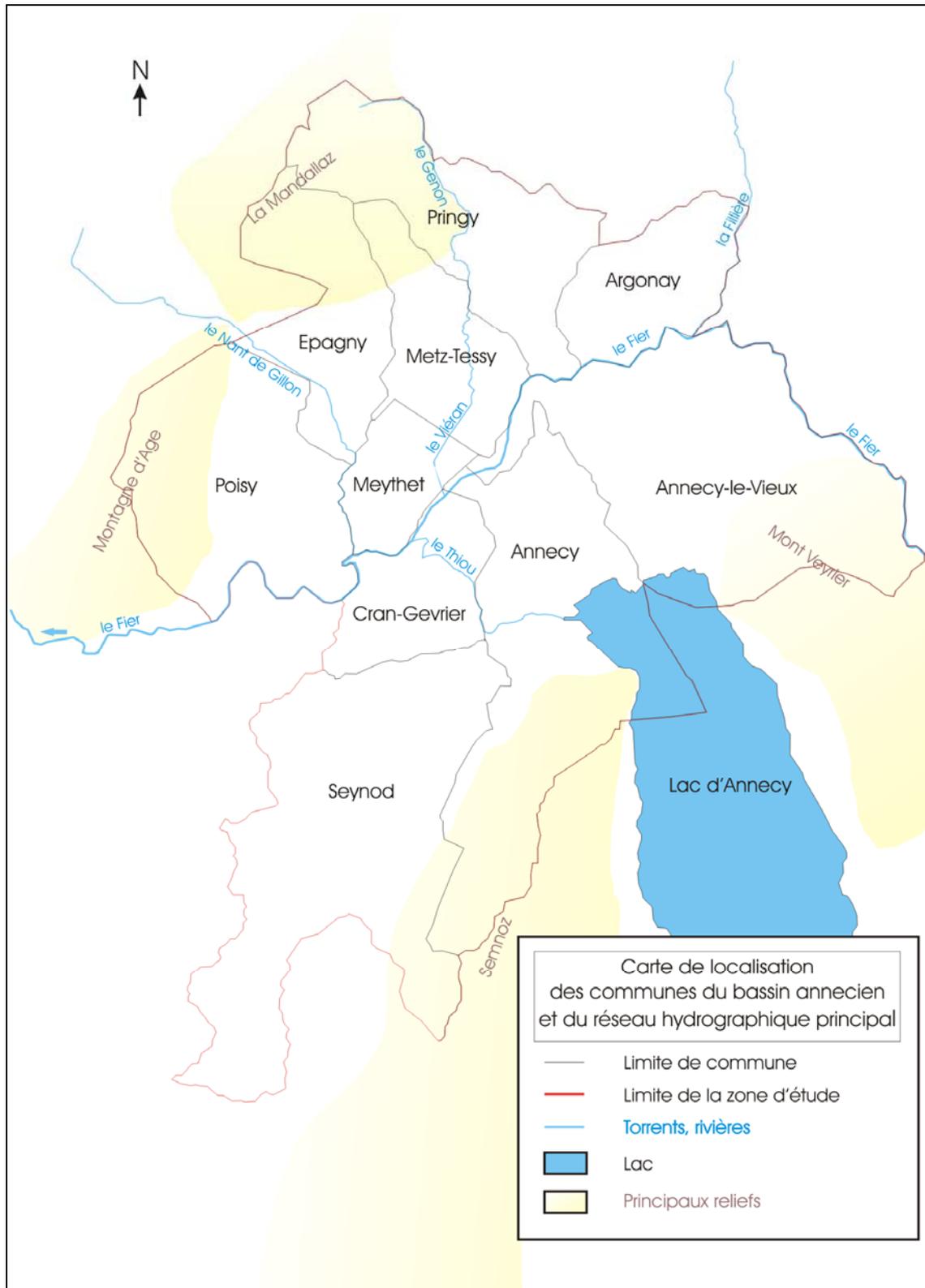


Figure 3 - Réseau hydrographique principal du bassin annécien (échelle : 1/100 000)

2. Description et historique des phénomènes naturels

2.1. INVENTAIRE DES DONNEES EXISTANTES

a) *Archives de divers organismes*

La première étape de l'étude a consisté en l'élaboration d'un inventaire des phénomènes géologiques connus (mouvements de terrain, inondations et séismes) ayant affecté la zone d'étude. A l'issue de cette phase, 132 évènements relatifs à des mouvements terrains ont été recensés.

– Restauration des Terrains en Montagne (RTM) :

Les services RTM de Haute-Savoie disposent de nombreuses notes techniques rédigées à la suite de divers évènements. L'ensemble de ces rapports a été consulté voire obtenus en copie.

– Service technique de la mairie :

Le service technique de la mairie a permis de consulter différents rapports ou renseignements en leur possession. Les documents examinés sont d'origines très diverses puisqu'il peut s'agir de documents techniques tels le dossier PER ou le POS de la commune, ou bien un simple article de journal relatant un phénomène.

– Bases de Données du BRGM (cartes géologiques, BdMvt, SisFrance) et d'autres organismes (BCSF, RéNaSS, LDG, IGN) :

Au sein du BRGM, ont été consultées les cartes géologiques au 1/50 000, les archives internes et la base de données nationale des mouvements de terrain (BdMvt) ainsi que celle concernant la macrosismicité historique et contemporaine (SisFrance).

Les bases de données du Bureau Central Sismologique Français (BCSF), du Réseau National de Surveillance Sismique (RéNaSS) et du Laboratoire de Détection Géophysique (LDG) du Commissariat à l'Energie Atomique (CEA) ont complété l'information concernant la sismicité instrumentale régionale. Les fonds MNT de l'Institut Géographique National (IGN) ont permis de modéliser la topographie à l'échelle locale et cartographier la zone d'étude du bassin annécien.

– Bureaux d'études :

Quelques évènements ont été recensés à partir de données fournies par divers bureaux d'études comme Antea ou Alp'Géorisques.

b) *Visites de terrain*

Plusieurs visites de terrains ont été effectuées durant l'opération. Ces visites ont permis de repérer la majorité des sites signalés par les différents informateurs. A l'occasion de ces visites, quelques sites non signalés mais qui ont été le siège de mouvements de terrain manifestes (et qui, pour certains, ont fait l'objet de mesures de confortement visibles), ont été repérés et ajoutés à la liste des évènements identifiés dans le bassin.

2.2. LES SEISMES

Un séisme ou tremblement de terre correspond à une fracturation des roches, en profondeur, le long d'une faille généralement préexistante. Cette rupture s'accompagne d'une libération soudaine d'une grande quantité d'énergie.

2.2.1. Tectonique des plaques et répartition de la sismicité

La surface de la Terre est constituée d'une douzaine de plaques tectoniques, de forme irrégulière et d'environ 100 km d'épaisseur. Il existe trois types de mouvements entre plaques : certaines s'écartent, d'autres convergent et enfin d'autres couissent horizontalement.

La plupart des séismes se produisent aux limites de ces plaques. Moins de 10% des séismes surviennent à l'intérieur même des plaques.

Alors que les plaques (Figure 4) se déplacent régulièrement, de quelques millimètres à quelques centimètres par an, les failles restent bloquées durant de longues périodes, puis elles coulissent brutalement rattrapant ainsi le retard accumulé et engendrant alors un séisme.

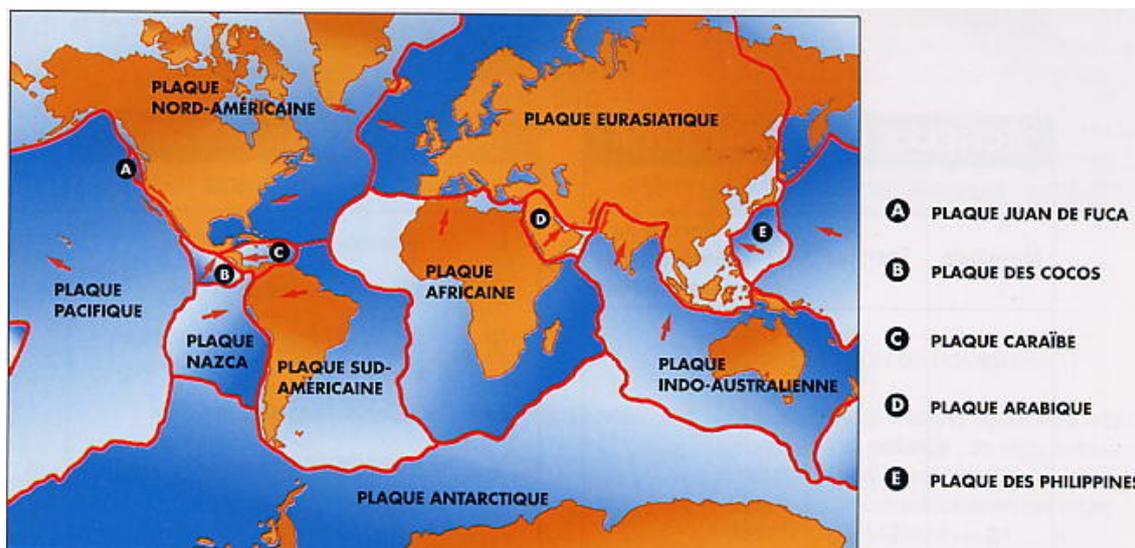


Figure 4- Carte des principales plaques tectoniques et déplacements associés (Source BRGM)

Comme plusieurs de ses voisins nord-européens, la France métropolitaine est un pays à sismicité modérée. Cependant, malgré son éloignement relatif des zones de forte activité résultant de la collision entre les plaques africaine et eurasiatique (régions actives de l'Italie, de la Grèce, de la Turquie ou de l'Afrique du Nord), des séismes violents peuvent s'y produire et méritent d'être pris en considération.

2.2.2. Qu'est ce qu'un séisme ?

Différents types d'ondes sismiques rayonnent à partir du foyer, point d'où commence le séisme. Elles se traduisent en surface par des vibrations du sol. Le point en surface, situé directement au-dessus du foyer, s'appelle l'épicentre du séisme (Figure 5).

Un séisme se caractérise par sa localisation, notamment sa profondeur, mais aussi par sa magnitude.

La **magnitude** désigne l'énergie dégagée au point de rupture dans l'écorce terrestre. Elle ne varie pas quand on s'éloigne de l'épicentre.

L'**intensité** en surface se définit par l'importance des effets du séisme sur les hommes, les constructions et l'environnement. Elle dépend étroitement de la magnitude, de la profondeur et de la distance à l'épicentre. En général, elle diminue quand on s'éloigne de l'épicentre.

En France, les séismes sont "superficiels", ils se produisent généralement dans les vingt premiers kilomètres de la croûte terrestre. Dans d'autres régions du monde, ils peuvent se produire à près de 700 km de profondeur.

Parfois, quelques semaines à quelques secondes avant un fort séisme, des séismes de moindre magnitude peuvent se produire à proximité du foyer. Ils sont appelés **précurseurs**. Souvent, d'autres séismes suivent un séisme important à proximité ou au foyer même de ce séisme. Ces **répliques** décroissent généralement en fréquence et en magnitude avec le temps. Certaines peuvent se produire jusqu'à près d'un an après le séisme principal.

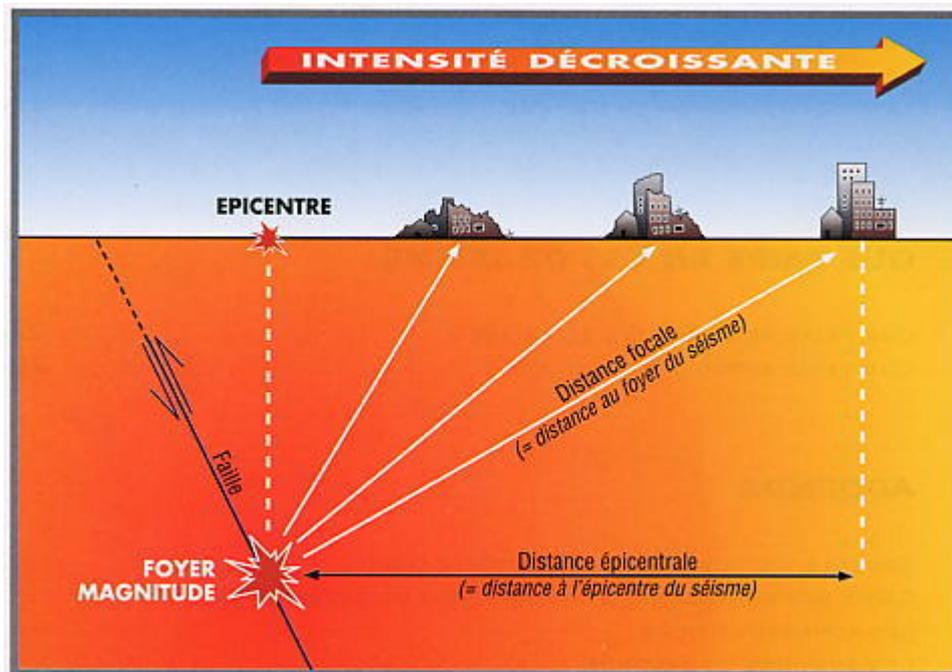


Figure 5 - Définition de la magnitude et de l'intensité (Source BRGM)

Une série de secousses sismiques regroupées dans le temps et l'espace dont aucune ne peut être identifiée comme le choc principal est appelée **essaim sismique**.

2.2.3. Aléa sismique régional et zonage sismique

Le zonage sismique est une représentation cartographique de l'aléa sismique régional en France. Datant initialement des années 1960, il a été révisé en 1985 pour donner « le nouveau zonage sismique de la France ». Entériné par le décret n°91-461 du 14 mai 1991, il décrit les différentes zones sismiques retenues pour l'application des règles parasismiques de construction.

Il distingue 5 zones de sismicité croissante :

Zone 0 : sismicité négligeable

Zone I : sismicité faible. Pas d'intensité supérieure à VIII. Subdivisée en deux sous zones :

Zone Ia : sismicité très faible (mais non négligeable), pas d'intensité supérieure à VIII, zone de transition avec la zone 0.

Zone Ib : reste de la zone I

Zone II : sismicité moyenne

Zone III : sismicité forte. Zone réservée aux Antilles, le contexte sismique étant différent.

Des travaux intégrant une approche probabiliste ont permis d'aboutir à une carte de l'aléa sismique de la France (2005) qui préfigure la future carte réglementaire.

Le bassin annécien est situé en zone Ib de sismicité du zonage sismique de la France (Figure 6).

Cependant, le contexte sismique de cette région et le récent séisme d'Epagny du 15 juillet 1996 ($M_L = 5,2$) justifiaient qu'une évaluation de l'aléa sismique régional, débouchant sur des mouvements sismiques de référence spécifiques, soit réalisée. Ces mouvements sismiques de référence, pour une condition standard de sol, c'est-à-dire au rocher horizontal affleurant sont déduits des caractéristiques des séismes associés à la Faille du Vuache. Ils sont utilisés pour évaluer la réponse de l'ensemble des sites du bassin annécien, qu'ils soient rocheux ou non.

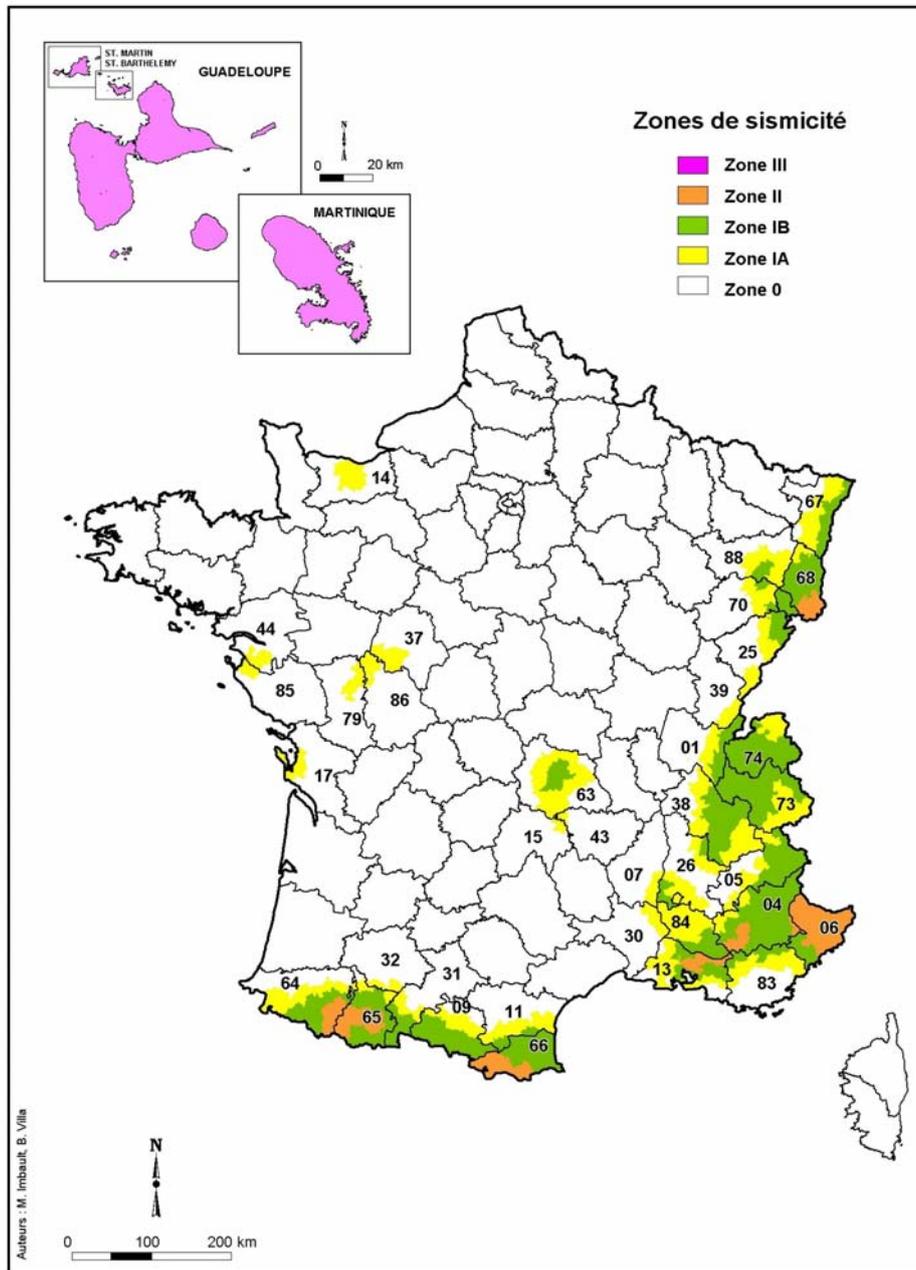


Figure 6 - Zonage sismique de la France. Zonage physique pour l'application des règles parasismiques de construction (Source BRGM)

2.2.4. Historique des mouvements sismiques sur la région annécienne

a) Généralités

Les données utilisées dans le cadre de cette synthèse sont extraites de la base de données de sismicité historique de la France "SisFrance", www.sisfrance.net gérée et mise à jour régulièrement par le BRGM (Godefroy *et al.*, 1990). A chaque séisme répertorié dans la base de donnée sont associées son intensité épacentrale selon l'échelle MSK (Annexe 3 - Second livret), sa localisation et sa (ses) intensité(s) ponctuelle(s) ressentie(s) dans la région où il a eu lieu. Un indice de qualité accompagne ces données.

La qualité Q_{lmax} de la détermination des intensités ponctuelles ressenties sur le bassin annécien est listée dans le Tableau 1. Cette qualité est qualifiée par ordre de confiance : 'A' (sûre), 'B' ou 'K' (assez sûre), 'C' (incertaine) ou 'E' (arbitraire).

Seuls les événements ayant produit une intensité sur le bassin annécien supérieure ou égale à V MSK ont été pris en compte. La qualité de la localisation de l'épicentre va de A à D, c'est-à-dire que la précision de la localisation est comprise entre quelques kilomètres et une cinquantaine de kilomètres. La qualité de la détermination de l'intensité épacentrale va de A à E. Seul un événement, le séisme du 26 janvier 1946, a une intensité épacentrale de qualité arbitraire 'E', en raison de la faible quantité et de l'éloignement des intensités ponctuelles.

Le Tableau 1 donne, pour chacun des événements, sa date, sa localisation, son intensité épacentrale I_0 , l'indice de qualité sur la détermination de l'intensité maximale Q_{lmax} provoquée sur le bassin annécien et l'intensité maximale I_{max} provoquée sur le bassin annécien. Cette intensité est qualifiée de "maximale", car si un séisme a provoqué des degrés d'intensité différents sur les communes du bassin annécien, la plus forte a été conservée. Pour certains événements, l'intensité MSK sur la zone d'étude est directement issue de la base de données "SisFrance", alors que pour d'autres, elle est évaluée par interpolation à partir de la connaissance des intensités connues sur les communes voisines. Dans ce cas, la qualité de l'intensité sur le bassin annécien est qualifiée d'"évaluée".

Certains séismes recensés dans "SisFrance" ne sont pas mentionnés comme étant ressentis sur les communes du bassin annécien. Cela ne signifie pas qu'ils n'y ont pas été ressentis, mais qu'aucune information (document, témoignage) relatant les effets du séisme sur la population ou le bâti n'a été retrouvé.

Afin de pouvoir prendre en compte ces événements, une recherche sur les plus importants séismes ayant eu lieu dans un rayon d'environ 200 kilomètres a permis d'en extraire onze dont l'intensité est qualifiée d'"évaluée" (Figure 7). Ces séismes ont manifestement été ressentis et ont même parfois engendré de légers dégâts sur le bassin annécien au vu des intensités ponctuelles relevées dans d'autres villes avoisinantes.

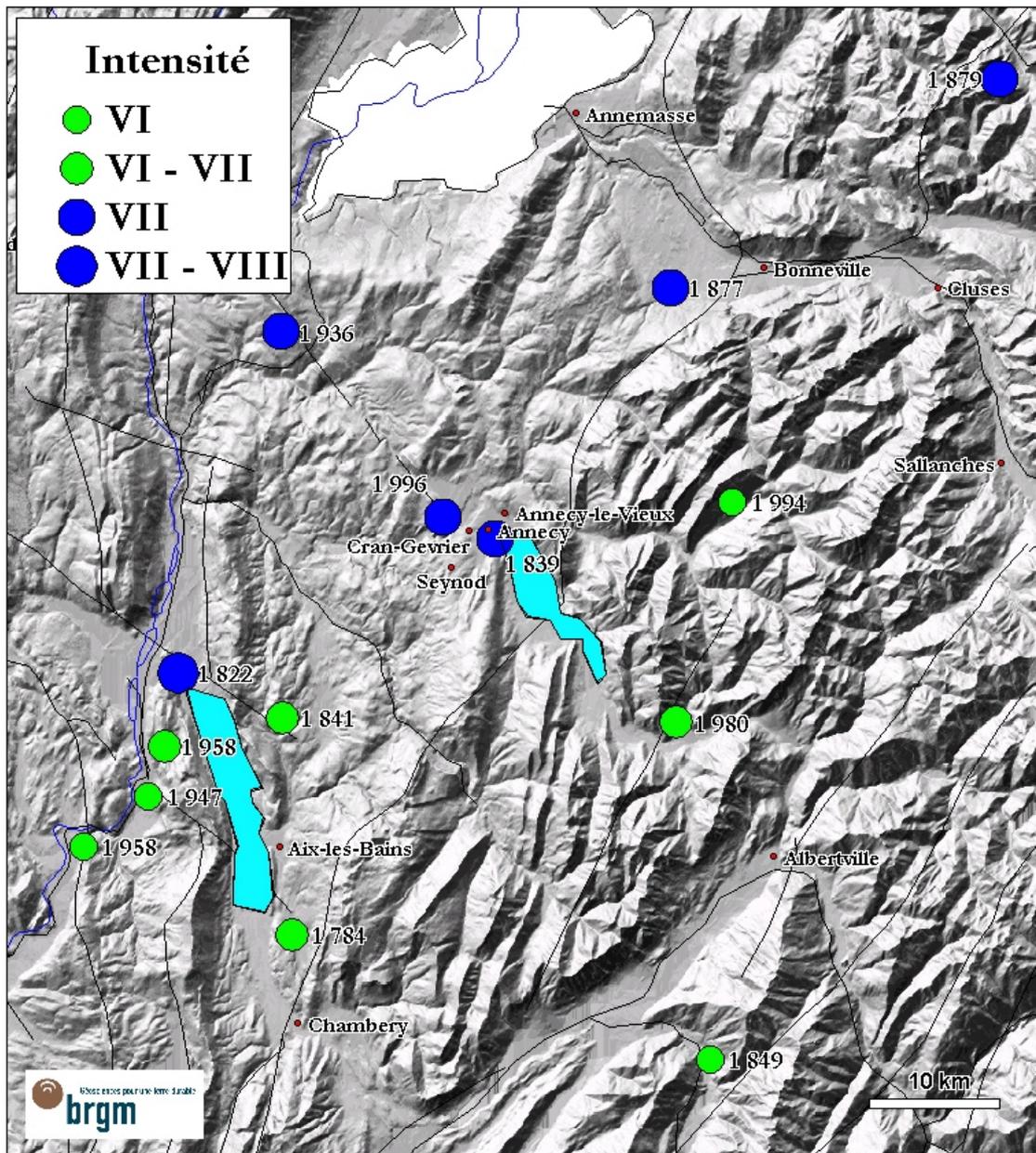


Figure 7 - Carte de la sismicité régionale aux alentours du bassin annécien (extraction SisFrance – intensités supérieures ou égales à VI MSK)

Date	Localisation (longitude, latitude)	I _o (MSK)	Q _{I_{max}}	I _{max.} sur le bassin annécien (MSK)
11.03.1584	6°54'E, 46°25'N	VII	B	V
18.09.1601	8°28'E, 46°58'N	VIII	évaluée	V
09.03.1753	7°11'E, 44°58'N	VII	évaluée	V
09.12.1755	8°00'E, 46°19'N	VIII-IX	évaluée	V
15.10.1784	5°55'E, 45°38'N	VI-VII	évaluée	V
11.03.1817	6°50'E, 45°54'N	VII	évaluée	V-VI
19.02.1822	5°49'E, 45°49'N	VII-VIII	A	VI-VII
24.01.1837	8°00'E, 46°19'N	VII	évaluée	V
11.08.1839*	6°08'E, 45°54'N	VII	A	VII
02.12.1841	5°55'E, 45°47'N	VI-VII	B	VI
25.07.1855	7°53'E, 46°14'N	IX	B	VI
26.07.1855	7°53'E, 46°18'N	VIII	évaluée	V-VI
26.07.1855	7°53'E, 46°18'N	-	évaluée	V
08.10.1877	6°19'E, 46°04'N	VII	évaluée	VI
27.11.1884	6°40'E, 44°47'N	VII	A	VI
23.02.1887	8°00'E, 43°50'N	IX	évaluée	V
29.04.1905	6°54'E, 46°05'N	VII-VIII	B	VI
25.01.1946	7°33'E, 46°17'N	VII-VIII	B	VI
26.01.1946	7°33'E, 46°17'N	VII	évaluée	V-VI
30.05.1946	7°33'E, 46°17'N	VII	B	VI
14.12.1994	6°22'E, 45°55'N	VI	A	V
15.07.1996*	6°05'E, 45°55'N	VII	A	VII
23.07.1996*	6°05'E, 45°55'N	V	A	V

séismes rattachés à la faille du Vuache

Tableau 1 - Les 23 séismes ayant provoqué une intensité maximale supérieure ou égale à V MSK sur le bassin annécien.

2.2.5. Aléa sismique local

A l'échelle du 1/25 000, l'évaluation de l'aléa sismique repose sur la réalisation d'un zonage qui vise à cartographier les différentes composantes de l'aléa sismique local, lesquelles concernent :

- les **structures tectoniques actives** (failles sismogènes) et la prise en compte des déformations tectoniques de surface qui peuvent leur être associées ; Parmi ces déformations, la **rupture de faille en surface** : qui peut apparaître en surface pour des séismes superficiels de magnitude conséquente ;
- la modification du signal sismique par les conditions géomécaniques et géomorphologiques locales, soit la quantification des **effets de site** (d'origine géologique ou topographique) ;
- les **phénomènes induits** pour lesquels les sollicitations sismiques dynamiques agissent comme des facteurs déclenchants et particulièrement pour les phénomènes de **mouvement de terrain** ou de **liquéfaction**.

2.2.6. Rupture de surface le long de la faille du Vuache

La probabilité qu'une faille émerge en surface à la suite d'un tremblement de terre est très faible en France. Il faut que le séisme soit suffisamment important (magnitude au moins égale à 5,5) et superficiel (quelques kilomètres). Dans la plupart des cas, la rupture reste confinée en profondeur et n'apparaît pas en surface.

Cependant, afin de tenir compte de l'observation de traces de rupture en surface qui seraient le prolongement de la rupture de la faille et d'une meilleure connaissance de son tracé déduit de l'analyse des répliques du séisme du 15 juillet 1996, c'est cette hypothèse qui est considérée pour l'élaboration du PPR.

La méthodologie retenue est décrite dans les annexes techniques du livret 2.

2.3. EFFETS INDUITS – LA LIQUEFACTION

2.3.1. Généralités

Le séisme peut provoquer plusieurs types d'effets induits. Ces phénomènes sont :

- les **mouvements de terrain** : en général, toutes les variétés de mouvements de pente, sous influence de la gravité. Plus concrètement, sont généralement concernés les mouvements de masses de sol et/ou de rocher le long d'un ou plusieurs plans de glissement ;
- la **liquéfaction** : perte de résistance au cisaillement d'un sol sableux lâche et saturé en eau ;
- la **seiche** : oscillation libre ou entretenue de la surface de l'eau dans une baie, un bassin, un lac engendrée par des changements atmosphériques locaux, des courants de marée ou des séismes ;

- le **retrait ou l'avancée de la mer ou le déplacement d'un cours d'eau** : modification des traits de côte ou du tracé des berges à la suite d'une rupture de faille en surface ou du soulèvement/abaissement de régions ;
- le **tsunami** : série de vagues majeures en mer engendrée par un déplacement brusque de l'eau (causé par un séisme, une éruption volcanique ou un glissement sous-marin). Il peut se propager sur de très grandes distances et cause à son arrivée sur les côtes des « raz-de-marée » destructeurs. Ce phénomène est observé surtout dans le Pacifique d'où son nom japonais ;
- l'**incendie** : la rupture des réseaux (gaz, eau, électricité) à la suite d'un séisme peut déclencher des incendies ;

La prise en compte des **mouvements de terrain** sous sollicitation dynamique fait l'objet d'un chapitre individualisé dans ce rapport de présentation du règlement. En ce qui concerne les autres phénomènes, ils sont généralement induits par un séisme de forte magnitude. En conséquence, pour la zone d'étude l'aléa les caractérisant est très faible et seule la **liquéfaction** – en plus de mouvements de terrain pré-cités - sera prise en compte dans la cartographie des effets induits.

2.3.2. La liquéfaction

Le phénomène de liquéfaction est induit par une mise en pression soudaine de l'eau interstitielle dans le sol lors de vibrations sismiques. Sous l'effet de cette surpression, certains terrains sableux ou limoneux lâches peuvent subir un réarrangement de leur squelette, provoquant divers effets :

- une **perte soudaine et momentanée de la résistance au cisaillement du sol**, le terrain étant alors littéralement liquéfié. cela se traduit essentiellement par une perte totale de portance du sol sous les fondations d'ouvrages, ceux-ci pouvant basculer ou poinçonner significativement, ainsi que par des glissements de terrain (**expansion latérale**) même avec une très faible pente ;
- un **tassement définitif de la couche liquéfiable** avec expulsion en surface d'une partie de l'eau interstitielle, pouvant former des petits cônes de sables. Ces tassements peuvent endommager des ouvrages ou des équipements, principalement lorsqu'ils présentent un caractère différentiel.

2.3.3. Historique des indices de liquéfaction

Lors du séisme de référence du 15/07/96, aucune manifestation significative de liquéfaction n'a été observée sur le bassin annécien, si ce n'est quelques petits cônes de sable à l'extrémité Sud-Ouest des pistes de l'aéroport d'Annecy-Meythet ⁽¹⁾. De petits glissements de berge ont également été signalés ponctuellement en bordure du lac d'Annecy lors de cet épisode sismique, sans toutefois que l'on puisse affirmer qu'ils soient liés à un phénomène de liquéfaction.

Il convient donc de conclure que les terrains du bassin annécien ont peu ou pas liquéfié lors du séisme de référence du 15/07/98.

La méthodologie d'analyse et de cartographie de l'aléa sismique est explicitée en annexe 1 du second livret (Annexes techniques)..

¹ "Mission d'intervention Insu effectuée à la suite du séisme d'Annecy du 15 Juillet 1996" - Observatoire de Grenoble – 12/08/96

2.4. EFFETS INDUITS - LES MOUVEMENTS DE TERRAIN

2.4.1. Typologie des mouvements de terrain enregistrés

En supposant que l'ensemble des 132 sites de mouvements de terrain recensés dans le bassin reflètent la totalité des types de phénomènes susceptibles d'être rencontrés dans le secteur, une typologie peut être proposée sur la base des observations effectuées sur le terrain. Pour chacun de ces types de mouvements de terrain, une description du phénomène est faite, accompagnée d'exemple(s) d'événements survenus dans la zone d'étude (ou proche).

a) Chute de blocs / éboulement

Il s'agit d'un phénomène purement gravitaire qui se manifeste de manière rapide et brutale, et qui affecte des matériaux rigides (rocheux) et fracturés. Il concerne principalement les affleurements rocheux, souvent fortement redressés voire subverticaux (Figure 8) Pour l'essentiel, les éléments éboulés sont des pierres (volume inférieur à 1 dm^3) ou des blocs (volume allant jusqu'à 1 m^3), le volume total de l'éboulement ne dépassant généralement pas quelques dizaines de m^3 . Cependant, il peut aussi s'agir de la ruine en grande masse d'un pan de falaise ou d'un talus rocheux. La distance de propagation peut être très variable selon la géométrie des blocs, la hauteur de chute initiale, la topographie du versant et son état de surface (présence ou non de végétation arborée, en particulier).

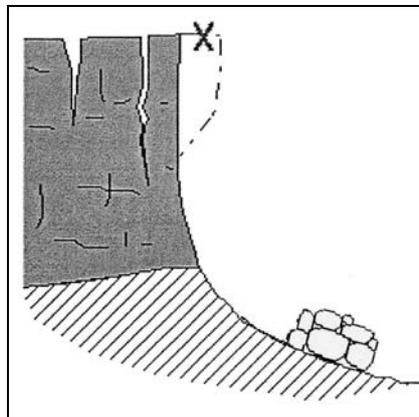


Figure 8 - Schéma de principe du phénomène de chute de blocs / éboulement

Le facteur de déclenchement principal de ce type de mouvement est la gravité, mais la pluie peut favoriser le déclenchement des phénomènes (en augmentant la poussée en fond de fissure). Le mécanisme de gel-dégel peut également jouer un rôle évident. La fracturation (parfois aggravée par la présence de végétation arborée dont les racines élargissent les fissures de la roche) est un facteur de prédisposition principal, ainsi que la pente ou le pendage défavorable. Plus les talus rocheux sont proches de la verticale (voire présentent des dévers ou des surplombs), plus le risque de chute de blocs sera élevé (figure 9). La hauteur des affleurements, quant à elle, n'influe pas sur le déclenchement du phénomène (un talus de 1 à 2 m de haut suffit pour que des blocs se détachent et obstruent momentanément une route), mais plutôt sur son amplitude

(et en particulier sur la distance de propagation, ainsi que sur l'énergie au moment de l'impact).



Figure 9- Eboulements et chutes de blocs - filets protecteurs- au lieu-dit « le Petit Port » au dessus du lotissement « les Barattes » à Annecy-le-Vieux

b) Effondrement

Ce phénomène correspond à un mouvement gravitaire brutal, à composante essentiellement verticale, lié à l'effondrement d'une cavité souterraine (Figure 10) qui dans la zone d'étude est généralement un karst calcaire.

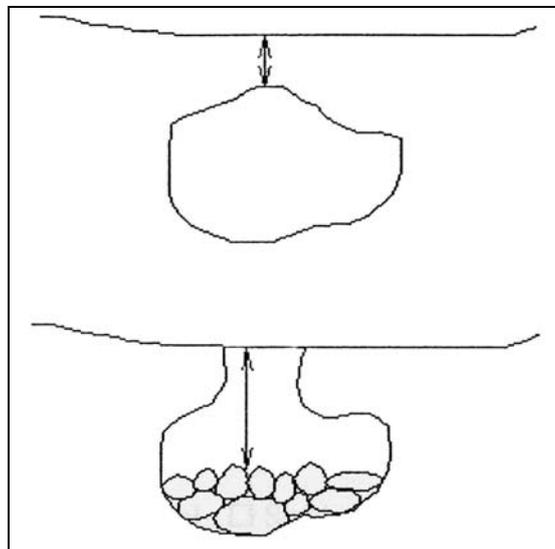


Figure 10 - Schéma de principe du phénomène d'effondrement

c) Erosion de berges

L'érosion par sous-cavage et sous-tirage et les éboulements qui y sont liés concernent principalement les falaises et les éboulis, situés en bordure de cours d'eau et qui sont soumis à une érosion de pied, notamment dans les parties concaves des méandres (Figure 11).

Cette érosion est continue avec des paroxysmes en période de crues, lorsque la vitesse du courant est maximale. A ces occasions, des pans entiers de falaise ou de talus peuvent s'effondrer de manière brutale, menaçant les habitations ou les routes situées éventuellement au sommet.

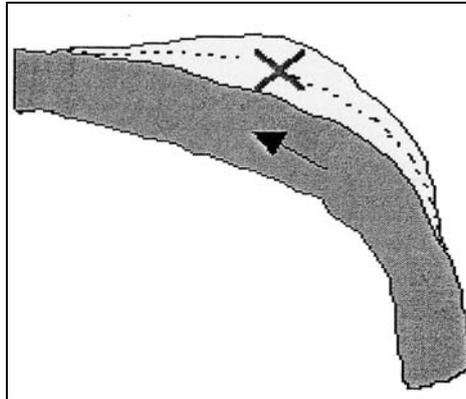


Figure 11 - Schéma de principe du phénomène d'érosion de berge

d) Glissement de terrain

Il s'agit d'un déplacement brutal, d'une masse de terrain souvent meuble, le long d'une surface de rupture. Ce phénomène se caractérise par la formation d'une niche d'arrachement, en amont, et d'un bourrelet de pied en aval (

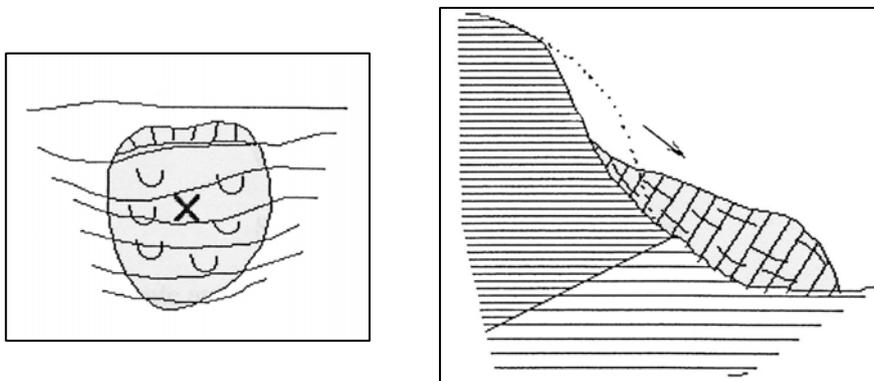


Figure 12).

Figure 12 - Schémas de principe du phénomène de glissement (vues plan et coupe)

Ce type de mouvement concerne tous les matériaux meubles, ou susceptibles de l'être, à faible cohésion (les moraines, les dépôts alluvionnaires et lacustres, les éboulis...) et des colluvions. Une pente trop redressée (parfois uniquement 20°) pour des terrains peu cohérents constitue un facteur de prédisposition principal.

La pluviométrie, accompagnée d'une remontée de la nappe, est généralement le facteur déclenchant de ce type d'instabilité.

e) Glissement de terrain / coulée de boue

Il s'agit d'un déplacement qui affecte une masse de matériaux remaniée, mise en mouvement à la suite d'un glissement mais qui se propage à grande vitesse, sous forme visqueuse avec une teneur en eau très élevée (Figure 13).

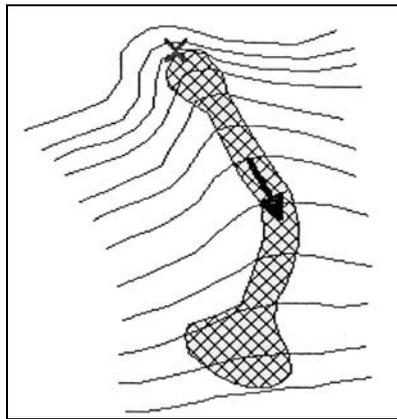


Figure 13 - Schéma de principe du phénomène de coulée de boue

Une coulée de boue se caractérise donc, comme un glissement, par une niche d'arrachement en amont, dont le diamètre peut atteindre plusieurs dizaines de mètres et le dénivelé dépasser 10 m. En revanche, la propagation se fait généralement dans un thalweg étroit (largeur habituelle de l'ordre de 2 à 4 m, pour une profondeur de 1 à 2 m), déjà marqué dans la topographie du versant mais qui se trouve décapé et surcreusé par le passage de la coulée.

Ce type de mouvement concerne exclusivement les formations à cohésion faible (lors du déclenchement du phénomène) et à composition granulométrique adéquate, tels des colluvions, des éboulis de pente reposant sur un versant constitué de marnes, d'argiles ou même de calcaires, ou des altérites. Le facteur de déclenchement principal des mouvements est la pluie qui favorise la saturation et le décollement de la couche superficielle. Une concentration des écoulements de type thalwegs ou résurgence de nappe favorise également la saturation rapide et l'entraînement du matériau. La pente (parfois aggravée par l'absence de végétation) est un facteur de prédisposition principal. La hauteur des affleurements influe sur l'amplitude du phénomène et donc en particulier sur la distance de propagation.

f) Glissement de terrain / fluage

Les glissements de terrain / fluage sont des phénomènes semblables aux glissements. Les différences essentielles sont la cinétique du déplacement de la masse de matériaux remanié et l'absence de surface de glissement clairement identifiable. En effet, il s'agit d'un déplacement lent et continu des terrains qu'on appelle fluage. De plus, contrairement aux glissements de terrain à déplacement brutal, la niche d'arrachement et le bourrelet de pied sont plus difficilement décelables. Le facteur de

déclenchement est généralement la pluviosité mais les mouvements peuvent se produire avec un certain retard.

2.4.2. Evènements recensés

Ce sont en définitive 132 sites qui ont été identifiés dans le bassin, comme ayant été le siège de mouvements de terrain. Les caractéristiques de ces sites et des phénomènes qui y ont été observés sont récapitulées dans un tableau en annexe 6 du second livret. L'inventaire est représenté sur une carte à l'échelle 1/25 000 sur la planche 1.

Pour les sites recensés, le tableau de l'annexe 6 précise l'origine de l'information qui a permis de les identifier. Pour plus de la moitié d'entre eux (72 sites), l'origine des données provient, directement ou indirectement, des services RTM. Les autres sites ont été principalement repérés directement sur le terrain (48 sites).

a) Chute de blocs / éboulement

Ce type de mouvement de terrain correspond à 24 phénomènes recensés dans le bassin annécien (18 % du nombre total), principalement situés au Mont Veyrier et au Semnoz.

De tels phénomènes ont été observés à plusieurs reprises en amont des lieux-dits « Les Barattes » et « Petit Port » du mont Veyrier où de nombreux filets dynamiques ont été installés (Figure 14) pour protéger les maisons qui se trouvent dans la trajectoire de blocs.

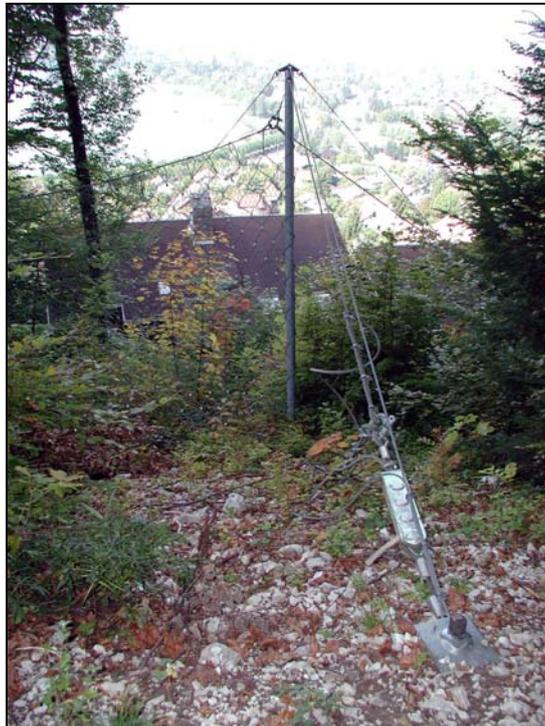


Figure 14 - Filets dynamiques positionnés en amont du lieu-dit « Les Barattes »

b) Effondrement

Dans le bassin d'étude, ce type de mouvement a été signalé uniquement à deux reprises, dans la commune d'Annecy, au lieu-dit « Les Puisots ». L'origine de ces événements n'est pas définie : débouillage d'une cavité naturelle ou détérioration de deux canalisations d'eaux pluviales.

c) Erosion de berges

Ce type de mouvement n'a été observé que 8 fois (soit 6 % des mouvements recensés). L'érosion de berges le long du ruisseau Le Genon est un exemple caractéristique de ce type de phénomène (Figure 15).

Le recensement effectué indique que ce type de phénomène n'est pas localisé et que, dans ce contexte montagneux où le Fier et ses affluents ont un cours torrentiel marqué, ce phénomène peut être fréquent lors des crues brutales au printemps ou en automne.



Figure 15- Erosion de berges du ruisseau le Genon

d) Glissement de terrain

Les glissements sont le type de phénomène le plus fréquemment rencontré, d'après le recensement effectué (80 sites de glissement, soit plus de 60 % du nombre total de mouvements recensés).

Ce type de phénomène se situe sur l'ensemble du territoire d'étude et concerne principalement les placages de moraines glaciaires dont la tenue varie énormément suivant notamment la saturation en eau (Figure 16).



Figure 16 - Loupe de glissement le long de la D 164 (déblayée)

e) Glissement de terrain / Coulée de boue

Le phénomène de glissement de terrain se propageant sous forme d'une coulée de boue a été recensé qu'à 3 reprises dans l'ensemble du bassin versant. Ce type de phénomène a deux reprises dans le vallon de Sainte Catherine à Annecy en 1916 et 1922, et également plus récemment en 1991 entre le hameau de Belleville et Chavanod bourg.

f) Glissement de terrain / Fluage

Ce phénomène se distingue, notamment sur le bassin annécien, par un « moutonnement » des terrains superficiels. Ce type de phénomènes (Figure 17 et Figure 18) a été recensé à 15 reprises (soit plus de 10 % du nombre total des mouvements de terrain inventoriés) principalement au nord de la zone d'étude. L'ampleur des glissements de terrain / fluage recensés est variable mais, même si la surface de la zone déformée peut atteindre plusieurs centaines de m², les désordres, pour l'instant, sont rares. En effet, les zones concernées sont généralement des prairies sans enjeux.



Figure 17 - Moutonnement du placage glaciaire en amont de Combadiou à Annecy-le-Vieux



Figure 18 - Fluage le long de la route menant à Chez Levet, Epagny

La méthodologie d'analyse et de cartographie de l'aléa mouvements de terrain est explicitée en annexe 1 du second livret (Annexes techniques).

2.5. PHENOMENES TORRENTIELS, INONDATIONS ET ZONES HUMIDES

D'après « Etude des aléas inondations et crues torrentielles » Service RTM – ONF – DDE, oct. 2003 ; et autres documents.

2.5.1. Définitions

Un certain nombre de phénomènes sont liés de façon spatiale et dynamique aux cours d'eau : phénomènes érosifs (affouillements), débordements, inondations, remontées de nappe, zones humides,...

Ces phénomènes peuvent être à l'origine de sérieux dommages lors de périodes de crues.

Une **crue** est l'augmentation du débit moyen d'un cours d'eau, dont la cause initiale est généralement une pluie durable ou violente. Dans les zones de montagnes cette pluie peut conduire à une fonte anormalement accélérée du manteau neigeux, qui s'ajoute aux seules précipitations.

Sur le territoire des communes étudiées trois types de manifestations, en lien avec les cours d'eau, ont été examinés et regroupés sous les termes suivants :

- Les débordements torrentiels,
- Les inondations,
- Les zones humides,

a) Les débordements torrentiels

L'essentiel des cours d'eau considérés appartient à la catégorie des rivières torrentielles ou des torrents.

Un torrent est caractérisé par une pente plus forte que les autres cours d'eau. Son lit est généralement plus irrégulier et, sauf dans le cas de gorges rocheuses, les berges sont plus rapidement affouillables.

Un torrent possède des caractéristiques hydrauliques extrêmement variables avec des écoulements turbulents, rapides et généralement chargés en matériaux solides (graviers, arbres,...). Dans ce contexte très dynamique, on assiste à de rapides transformations du lit.

Lors de crues, le pouvoir de transports et d'érosion d'un torrent est décuplé. L'enrichissement en matériaux peut provenir de l'érosion des berges ou d'un ruissellement important sur le bassin versant, amenant avec lui une certaine charge solide.

Les crues sont souvent caractérisées par une grande violence et une grande rapidité. La vitesse des eaux peut atteindre plusieurs mètres par seconde. Les délais de prévision, souvent extrêmement courts, laissant peu de possibilité pour l'alerte et l'évacuation.

Les risques à redouter, outre les débordements, sont les phénomènes d'affouillement très importants des berges, résultant des grandes vitesses des écoulements ainsi que du transport de matériaux.

b) les inondations

Les inondations caractérisent des situations où la submersion de terrain ne s'accompagne que de vitesses d'écoulement extrêmement faibles et où les eaux sont peu chargées. On classera sous cette terminologie les phénomènes de débordements liés aux plans d'eau (lac) ou de remontées de nappes.

c) les zones humides

La présence de zones humides et de marais est souvent un élément d'atténuation vis-à-vis des crues et par voie de conséquence des débordements de torrents. La zone humide joue un rôle de « tampon » et tempore les débits instantanés dans les exutoires. Pour cette raison, tout projet d'assainissement sur de grandes surfaces devrait intégrer la dimension hydraulique de cette occupation du sol.

2.5.2. Données historiques recensées pour la commune d'Annecy

Les tableaux ci-après recensent les différents événements, rattachés aux catégories susmentionnées, qui ont été identifiés sur la commune d'Annecy, par le biais des archives du service RTM ou des services communaux, ainsi que les crues historiques du Fier.

a) Commune d'Annecy

Date	Localisation	Dégâts et observations	Source
Septembre 1996	La Puya	Effondrement de la piste cyclable en bordure du lac.	D'après les archives RTM, dossiers événements.
4/5 Juillet 1996	Centre-ville Ste Catherine	Inondations suite à un violent orage : bourrasque ayant entraîné des troncs d'arbres et des branches « qui ont navigué jusqu'au lac. » Le ruisseau de Sainte Catherine, chargé de boue et de cailloux, est sorti de son lit en amont du parking d'accès au chemin forestier, ravinant profondément le chemin et une partie d'une propriété privée. Le nouveau « lit » a emprunté le parking, emportant une grande quantité de matériaux qui se sont déposés en aval de la route. Dommages à quelques maisons et la fromagerie Entremont. Intensité des pluies : 85 mm en 24 h sur la commune de Viuz-la-Chiesaz.	D'après les archives RTM, dossiers événements.
29 Juin 1993	Centre-ville d'Annecy	Dommages suite à un violent orage : 76 réclamations de dommages causés par le vent, la grêle, impacts de foudre et ruissellement urbain suite à la saturation du réseau d'évacuation des eaux pluviales (« pourtant très récent et performant »...) Hauteur des précipitations mesurées : 82 mm en 25 minutes. La station météo de Chamonix estime à plusieurs siècles la probabilité de retour d'un tel phénomène. Hauteur d'eau atteinte : 30 à 40 cm. Hauteur d'eau atteinte : 30 à 40 cm.	D'après les archives RTM, dossiers événements.
16-17 Février 1990	Centre-ville d'Annecy	Débordement du Lac : inondation du Pâquier, de l'avenue de l'Albigny et quelques points bas dans la Vieille Ville. Rapprochement niveau d'eau « à quelques centimètres de l'inondation du Centre ville ».	D'après les archives RTM, dossiers événements, le Dauphiné Libéré du 17 février 1990.

Date	Localisation	Dégâts et observations	Source
1956 ?	Centre-ville d'Annecy	Débordement du Lac.	D'après les archives RTM, dossiers évènements.
26 Novembre 1944	Centre-ville d'Annecy	Débordement du Lac, ayant atteint la côte la plus élevée depuis 1758. Inondation du Pâquier, l'avenue d'Albigny jusqu'à la rue André Theuriet, la rue Dupanloup, le boulevard Saint-Bernard de Menthon et une partie de la rue Louis Revon, ayant isolé le bâtiment de la Préfecture, les quais de la Tournette et de la Perrière et quelques points bas dans la Vieille Ville.	D'après : • « Les inondations » résumé de la conférence de Madame Rayssac, novembre 2002 • Archives municipales. • « Le lac d'Annecy » Henri Onde et la Société des amis du vieil Annecy, novembre 1986. Annesci 26.
Multiples témoignages de débordements historiques à partir du 16 ^e siècle.	Centre-ville d'Annecy	Inondations par débordement du Lac d'Annecy dans la ville. Hauteur d'eau : En 1711 : 3,10 m au-dessus la côte normale En 1918 : 1,58 m au-dessus la côte normale Débordements au cours du 20 ^e siècle : 1910, 1918, 1922, 1944, (1956 ?) et 1990.	D'après : • les archives RTM, dossiers évènements, • le Dauphiné Libéré du 12/05/1996. • « Les inondations » résumé de la conférence de Madame Rayssac, novembre 2002, Archives municipales. • « Le lac d'Annecy », Henri Onde et la Société des amis du vieil Annecy, novembre 1986. Annesci 26.

Date	Localisation	Dégâts et observations	Source
9 Avril 1922	Ste Catherine	<p>Glissement de terrain (coulée de boue). Plan de glissement à une profondeur d'environ 1,5 à 2 m sur 4 à 5 m au contact des dépôts morainiques, avec les roches calcaires et argileuses. Conditions météorologiques : Eté sec suivi d'un hiver pluvieux.</p> <p>Le glissement a été suivi par une lave torrentielle, suite à la création d'une poche d'eau par accumulation des eaux du ruisseau derrière les terrains glissés. Le chemin de Vovray fut recouvert à deux endroits par cette lave.</p> <p>Notification de traces de glissements anciens et probabilité de reproduction d'un événement.</p>	<p>D'après les archives RTM, dossiers événements; rapport « les risques naturels à Vovray au débouché du vallon de Sainte-Catherine.</p>
22 Octobre 1922		<p>Suite à des pluies abondantes du mois d'octobre : le ruisseau s'est chargé de matériaux le long du glissement, ce qui a entraîné le rétrécissement du ponceau (chemin vicinal de Vovray) et le débordement de celui-ci par les eaux courantes. Les eaux se sont déversées sur la (rive ?)gauche dans un lit ancien.</p> <p>Nombreux débordements torrentiels se seraient produits notamment au niveau du busage du ruisseau sous la piste forestière.</p>	<p>D'après les archives RTM, dossiers événements; rapport « les risques naturels à Vovray au débouché du vallon de Sainte-Catherine ».</p>
1 ^{er} Juin 1992	Quartier les Balmettes, au Sud de l'ancien tunnel SNCF.	<p>Ruissellement concentré suite à un orage entraînant des pierres sur le chemin rural. Mettant en danger la résidence des Balmettes récemment construite.</p>	<p>D'après les archives RTM, dossiers événements.</p>

b) Ensemble des communes du bassin : crues historiques du Fier

La rivière torrentielle du Fier, prend sa source sur les versants du Mont Charvin, qui culmine à 2 415 m.

Avant l'entrée du Fier, dans le périmètre des communes du bassin annécien (secteur de Dingy-St-Clair), son bassin versant est de l'ordre de 222 km². Lorsqu'il quitte ce périmètre au niveau de Brassilly, cette surface² atteint 779 km².

L'historique des crues du Fier est riche si l'on s'en réfère à l'ouvrage de P. MOUGIN : « Torrents de Savoie », 1914.

Dans cet ouvrage on trouve une citation du Sous Préfet d'Annecy qui aurait ainsi qualifié le Fier au début du XIXe siècle :

« La rivière dans tout son cours, fait constamment différentes corrosions aux terres dans bien des lieux ; dans d'autres, elle inonde les terres dans les grandes crues d'eaux qui sont très fréquentes à cause des torrents rapides qui tombent des hautes montagnes ».

Parmi les grandes crues du Fier inventoriées dans l'ouvrage de P.MOUGIN, certaines ont été dommageables pour les communes du bassin annécien. Depuis cette époque, la configuration du lit a beaucoup évolué (de façon naturelle et/ou anthropique) rendant certains risques décrits peu probables, dans les mêmes termes, de nos jours. Néanmoins, il est sage de garder à l'esprit ces témoignages du passé. On citera pour mémoire :

Date	Description
24-25 octobre 1820	« [...] au confluent avec le THIOU, il (le Fier) fait refluer ce dernier au point de mettre six pieds d'eau dans une usine située à 15 pieds au-dessus du courant ordinaire du Fier ».
14 septembre 1829	« A la suite de longues pluies, le Fier déborde et inonde les terres et les chemins de DINGY, ALEX et POISY. »
19 octobre 1855	« Grossi par des pluies qui ont duré deux jours, le Fier envahit les îles de CRAN où l'on trouva une femme noyée ».
24 mai 1856	« Très fortes, les eaux du Fier, emportent à six heures du soir une scierie à CRAN, établie près du Pont de Tassé. Les pertes s'élevèrent à 7 ou 8 000 livres ».
8 novembre 1886	« les propriétés riveraines du Fier sont envahies par les eaux ».
14 mars 1888	« Fortes crues du Fier qui coule à pleins bords ».
25-26 mars 1895	« [...] à METZ, à ARGONNEX, les eaux débordent ».
12 novembre 1895	« [...] La rivière déborde à MEYTHET et détruit deux hectares de bois ».

² Source « Expertise des débits de crue du Fier à la traversée de l'agglomération Annécienne », HYDRETUDES, 2003.

Date	Description
3 février et 19 mars 1897	« Le courant du Fier grossi par la pluie et la fonte des neiges se rapproche du chemin d'intérêt commun n°2, notamment entre les kilomètres 6.3 et 6.7 ; 6.9 et 7.1 et il menace d'emporter ces sections. Il détruit 82 ares d'aulnaies à ANNECY, METZ et MEYTHET ».
17 mai 1898	« Une crue du Fier, causée par les pluies, emporte à ANNECY et à MEYTHET 88 ares de bois estimés 160 francs ».
13 février 1900	« Grossi par la fonte des neiges et la pluie, le Fier déborde à CRAN et à MEYTHET, endommagement 70 ares de propriétés ».
6 avril 1901	Les 5 et 6 avril, il tombe à THONES 77mm de pluie par vent du Sud : aux eaux pluviales s'ajoutent celles qui proviennent de la fonte des neiges en montagne.[...]. En aval d'ANNECY, un pont en bois situé près de l'entrée du tunnel de Brassilly a été entraîné et, plus bas, la coupe affouagère de POISY qui venait d'être exploitée a aussi été emportée. Le Fier a changé de lit ».
18 mai 1902	« Le même phénomène que l'année précédente produit une crue du Fier [...]. Sur le territoire de MEYTHET, le courant envahit et entraîne plusieurs hectares de bois ».
17 octobre 1902	« Une pluie qui donne à THONES 42 mm et 44 mm à ANNECY fait monter subitement le FIER de 3 mètres, en aval de CRAN. La rivière emporte un pont de service et des batardeaux établis pour des travaux de canalisation à MARCELLAZ et à BRASSILLY ».
12 avril 1905	« Grossi par la pluie et la fonte des neiges, le Fier emporte à MEYTHET 48 ares de pré-bois estimés 150 francs. »
En 1902	« A propos des travaux de défense : Aux environs d'ANNECY, entre les ponts de BROGNY et de CRAN, le Fier divague dans une plaine longue de 3.750 mètres sur une largeur qui atteint parfois 900 mètres, attaquant tantôt une rive, tantôt l'autre. En 1832, cette rivière s'était portée contre sa berge gauche, longeant les communaux de CRAN ». Des travaux sont envisagés qui ne seront jamais entrepris.

La méthodologie d'analyse et de cartographie de l'aléa «inondations» et «crues torrentielles» est explicitée en annexe 1 du second livret (Annexes techniques).

3. Cartographie des aléas

Ce chapitre présente rapidement les méthodologies appliquées pour chaque aléa étudié. Le détail de ces études est donné dans l'annexe technique.

3.1. METHODOLOGIE APPLIQUEE POUR L'ALEA SISMIQUE

Il s'agit d'identifier les zones présentant une réponse sismique homogène et de fournir, pour chaque zone, des mouvements sismiques répondant aux exigences réglementaires. Compte-tenu des spécificités locales, l'étude réalisée est d'un niveau intermédiaire entre B et C (AFPS, 1993).

La méthodologie appliquée est basée sur une analyse déterministe articulées autour des phases suivantes:

- **Réalisation d'un zonage** géotechnique qui nécessite l'analyse géologique et géotechnique de la zone d'étude, complétée par des mesures géophysiques (méthodes SASW -Spectral Analysis of Surface Waves- et H/V) pour pallier au déficit de certaines données relatives au sous-sol comme les caractéristiques mécaniques (épaisseur des formations, vitesse Vs, densité),
- **Définition du mouvement sismique de référence**, à partir du contexte sismotectonique et structural de la région. Le séisme choisi a les caractéristiques du séisme d'Epagny du 15 juillet 1996,
- **Calcul de spectres de réponse élastiques au rocher** pour des conditions standard de sols basé sur des méthodes empirico-statistiques adaptées le plus possible au contexte sismotectonique local (compilation d'accélérogrammes réels obtenus pour des hypothèses de magnitude et de distance au site respectivement représentatives du séisme de référence). L'accélération horizontale maximale, au rocher pour le séisme de référence, source proche est de 2,0 m/s²,
- **Calcul de mouvements sismiques tenant compte des conditions de site** pour quantifier les effets de site à partir d'un modèle de comportement linéaire équivalent (Modèle CyberQuake) et simuler la réponse des sols soumis à des sollicitations sismiques. Il permet de calculer le spectre de réponse d'un site, connaissant les caractéristiques géotechniques de la colonne de sol sous-jacente et l'accélérogramme (4 réels et un synthétique) auxquels elle est soumise pour définir ensuite un spectre moyen pour chaque colonne. Les différents spectres sont regroupés selon leur forme et les niveaux d'amplification pour obtenir un zonage homogène en terme de réponse sismique des sols,
- **Réalisation du microzonage sismique** sur la base du zonage homogène en terme de réponse sismique des sols avec une cartographie des zones classées suivant les calculs spécifiques,
- **Evaluation et cartographie d'un effet induit: l'aléa liquéfaction** basées sur l'identification des zones contenant des formations lacustres ou des alluvions modernes ont été assimilées à des zones en aléa "moyen". Les autres secteurs (moraines, molasses, calcaires, alluvions anciennes ..) ont été qualifiés en aléa nul à faible.

Les mouvements de terrain font partie des effets induits déterminants d'un séisme. Aussi, ceux-ci font l'objet d'une analyse cartographique séparée décrite dans le paragraphe suivant.

3.2. METHODOLOGIE APPLIQUEE POUR L'ALEA MOUVEMENT DE TERRAIN

L'étude de l'aléa mouvement de terrain est établie sur la base d'une approche mixte A et B/C (AFPS 1993), pour pouvoir évaluer de façon satisfaisante le niveau d'aléa dans le cadre de déclenchements pseudo-statique, tout en tenant compte de l'action sismique.

La méthodologie d'évaluation de l'aléa choisie conjugue une analyse des susceptibilités par une approche d'expertise et une assistance cartographique par SIG. Elle se décline selon les étapes suivantes:

- **Inventaire détaillé des événements** déjà constatés dans le bassin, recueil historique des mouvements de terrain survenus sur l'ensemble des communes du bassin annécien pour localiser et caractériser des événements passés afin de préciser les paramètres de susceptibilité régissant les instabilités et au final de positionner les zones potentiellement instables,
- **Analyse critique des événements** pour vérifier la représentativité des données à l'échelle du bassin, établir une typologie de mouvements de terrain représentative du bassin d'étude, et identifier les contextes et configurations sensibles (lithologie, géométrie, fracturation, pente, etc.) qui prédisposent à l'apparition de tels phénomènes,
- **Evaluation des facteurs de prédisposition et de propagation**, définir les critères et les valeurs-seuil qui permettent de déterminer le niveau de susceptibilité aux instabilités, puis de cartographier des zones de susceptibilité homogène par combinaison, notamment, des données lithologiques (issues de l'interprétation des cartes géologiques) et topographiques (provenant du MNT et du terrain),
- **Réalisation d'une carte d'aléa mouvements de terrain** obtenue en combinant les différents paramètres retenus par l'expert pour chacun de ces phénomènes élémentaires (tels chute de blocs, glissement, coulée de boue, effondrement...),
- **Estimation de l'impact du séisme de référence** évaluée par des calculs de stabilité en statique et en dynamique.

3.3. METHODOLOGIE APPLIQUEE POUR L'ALEA INONDATIONS ET CRUES TORRENTIELLES

L'étude des aléas résulte, pour l'essentiel, d'un important travail de terrain basé sur une approche hydrogéomorphologique réalisée entre mars et juillet 2003.

La majorité des cours d'eau n'ont fait l'objet d'aucune étude hydraulique particulière et la définition des zones d'aléas s'appuie principalement sur **une approche naturaliste** utilisant la photo-interprétation et les études de terrain.

Les études hydrauliques, effectuées sur certains tronçons de cours d'eau du bassin, ont été exploitées lorsque nous en avons connaissance. De plus, un travail de recueil de témoignages oraux a été mené.

Ce travail se finalise par une cartographie au 1/25 000^e qui s'accompagne de tableaux décrivant chaque zone répertoriée et explicitant le niveau d'aléa retenu.

4. Cartographie des enjeux

4.1. GENERALITES

L'appréciation des enjeux permet d'identifier les personnes, biens, habitations, infrastructures, etc. exposés aux aléas sismiques.

Il est nécessaire d'identifier et d'évaluer, à l'échelle du périmètre d'étude, les enjeux d'ordre humain, socio-économique et environnemental. Cette approche permet d'asseoir les choix réglementaires, de caractériser les éléments sensibles (aggravant ou réduisant les risques) et de faire l'inventaire de ceux participant à l'intervention des secours. Il convient de distinguer les enjeux suivants :

- **Les bâtiments de classe C**, au sens de l'arrêté du 29 mai 1997 :

- o les établissements recevant du public de 1^{ère}, 2^{ème} et 3^{ème} catégorie ;
- o les bâtiments dont la hauteur dépasse 28 mètres ;
- o les bâtiments pouvant recevoir simultanément plus de 300 personnes, en particulier les établissements scolaires ;
- o les bâtiments des établissements sanitaires et sociaux ;
- o les bâtiments des centres de production collective d'énergie.

- **Les infrastructures et équipements de services et de secours**, en ne se limitant pas aux seuls bâtiments de classe D :

- o les équipements sensibles, tels que PC de crise, centres de secours, hôpitaux, centraux téléphoniques, centrales électriques, etc. ;
- o les infrastructures aéroportuaires et portuaires pour l'acheminement des secours et l'évacuation des sinistrés, etc. ;
- o les axes stratégiques pour l'intervention des secours ;
- o les réseaux d'alimentation en eau potable, électricité et gaz de ville (risque d'incendie) et réseau téléphonique ;
- o les établissements recevant du public et pouvant servir de centres d'hébergement : écoles, gymnases, etc.

Ce recensement fait l'objet de la carte présentée sur la planche 6. Le report cartographique se fait sous forme ponctuelle (localisation d'un équipement sensible etc.), linéaire (axe de communication)

Ces documents, qui sont réalisés par ou sous la responsabilité du service instructeur de l'Etat, ne sont pas exigés par les textes. Ils constituent cependant une base pertinente de réflexions et d'échanges avec les collectivités concernées.

L'analyse des enjeux destinée à la cartographie réglementaire des PPR doit rester qualitative. Elle est distincte d'une évaluation de la vulnérabilité du bâti existant qui repose sur des fonctions d'endommagement. Le PPR s'attache à réduire la vulnérabilité par des mesures applicables à l'existant et par des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde.

4.2. COLLECTE, SAISIE ET VALIDATION DES DONNEES

Les enjeux ont été identifiés à partir :

- de la documentation disponible dans les communes (PLU, dépliants d'information),
- de données recueillies au cours d'une étude méthodologique menée par le BRGM³,
- des données disponibles sur les fonds IGN,
- des données fournies par le Conseil Général (tracé de la voie des Aravis)

La validation a été effectuée par les communes concernées par le PPR, ainsi que par la DRIRE (Direction Régionale de l'Industrie de la Recherche et de l'Environnement), en ce qui concerne l'installation classée.

Les données ont été saisies à l'échelle du 1/25 000 dans le logiciel Mapinfo.

Les enjeux identifiés sont répertoriés de la façon suivante :

4.2.1. Constructions

Bâtiments stratégiques

Mairie
Préfecture
Gendarmerie, caserne
Commissariat et postes de police
Pompiers

Etablissements de soin et à caractère social

Hôpital
Clinique
Crèches, maisons de retraite, centre médico-social

Etablissements d'enseignement

Ecoles, collèges et lycées

Bâtiments administratifs (voir la légende avec BA + libellé)

Services techniques, conseil général, palais de justice

Etablissements touristiques

Hôtels
Campings

Etablissements sportifs

Stades, gymnases, terrain, salle, centre équestre etc...

³ Arnal C (BRGM), Fillod R (Nicaya), Nifle R. (Coherences), Université de Savoie, *Mise au point d'un outil d'aide à la décision dans le domaine du risque sismique. Démarche expérimentale d'appropriation de la problématique des risques par les acteurs d'une collectivité urbaine.* Rapport BRGM RP 50020-FR Oct 2000, réalisé dans le cadre du CPER Rhône-Alpes 1994-1999.

Sites culturels

Musées, Salles de spectacle ou de réunion
Monument historique

Etablissements commerciaux et industriels

Zone d'activité économique
Zone artisanale
Etablissement commercial
Etablissements industriel
Zone commerciale et/ou industrielle en projet
Industrie dangereuse (Seveso)

4.2.2. Infrastructures et réseaux

Transports

Gare,
Voie ferrée
Aéroport
Réseau routier

Energie

Electricité : postes source, ligne,
Gaz
Petrole : oleoduc, stations service

Eau

Infrastructures : château d'eau, réservoir, captage
Réseau d'eau potable
Stations de pompage

Télécommunications

Relais hertzien
Central téléphonique

Déchets

Station d'épuration
Usine d'incinération

Les fichiers utilisés sont sous les formats et avec les indications présentés dans le Tableau 2 ci-dessous.

Type d'enjeux	Type d'élément	Contenu des champs
<i>Constructions</i>		
Elements administratifs	Pts	Consei General, Banque, Justice, Archives, Ch; de Commerce, Dounes, Tresor public, HLM,..
Elements strategiques	Pts	Pompiers, Gendarmerie, Caserne, Police, Mairie, Préfecture
Enseignements	Pts	Ecoles, Collèges, Lycée, IUT
Transports	Pts	Aéroport, Gare
Infrastructure sportive	Pts	Gymnase, Stade, Terrain, Salle, Centre
Lieux culturels	Pts	Cinéma, Théâtre, Salle, Musée
Logements touristiques	Pts	Hotellerie, camping
Sante_et_Social	Pts	Hôpital, Clinique, Crèches, Maison de retraite, Centre Médico-social,
monuments Historiques	Pts	Eglise, Manoir, Château,
Zones_ActiviteEconomiq ue	Polys	Zone d'activités économiques, Commerces, Industries
installation_classee_RIS Q	Polys	Industries à risque (Classées et SEVESO)
EquipFuturs	Pts	Hôpital (Metz-Tessy) et Lycée (Annecy), Université (Annecy-le-Vieux)
<i>Infrastructures et Réseaux</i>		
Central Telecom	Pts	Télécommunication
PostesourceEDF	Pts	Postes sources Electriques
Lignes EDF 63KV	Arcs	Principales lignes électriques
oleoducAN	Arcs	Oléoduc (sur la commune d'Annecy)
PostesGAZ	Pts	Postes de Gaz
Reseau_gaz	Arcs	Canalisation de gaz (Digit d'après doc Gaz de France)
Relais hertzien	Pts	Les relais hertiens
Reseau Eau Potable	Arcs	Principal réseau d'eau potable
Reservoir	Pts	Les réservoirs, Château d'eau, Source capté
Station Carburant	Pts	Distribution de carburant
Station Epuration Pompage	Pts	Station d'épuration , de pompage
Usine Incineration	Pts	Usine d'incinération
réseauroutes	Arcs	
routes2	Arcs	
routes3	Arcs	
Voie_ferree	Arcs	

Tableau 2 - Types d'enjeux avec leur descriptif cartographique et leur contenu

4.3. SYNTHÈSE DES ENJEUX SUR LE BASSIN ANNECIEN

Sur l'ensemble du bassin annécien, il ressort de la carte des enjeux, une très forte concentration – nécessitant un zoom - des sites et établissements liés au tourisme, en particulier sur le vieil Annecy proche du Lac. Ce secteur touristique ancien rassemble de nombreux hôtels, monuments historiques ainsi que plusieurs bâtiments administratifs d'importance stratégique en cas de crise.

Les centres d'activité économique sont situés pour la plupart en dehors d'Annecy, sur les communes de Seynod, Cran-Gevrier, Meythet, Metz -Tessy, Argonay et Annecy-le-Vieux (Nord-Est), ainsi que les grands centres commerciaux tels que ceux de Seynod et Epagny. Annecy possède néanmoins quelques zones industrielles dont une installation classée Seveso en limite avec la commune de Seynod (Sud-Ouest).

La commune de Seynod rassemble quatre hôpitaux, quelques zones industrielles ainsi que la grande zone commerciale au sud du bassin annécien. Les deux autres hôpitaux du bassin se trouvent sur Annecy (ancien hôpital) et sur Metz-Tessy .

L'aérodrome se trouve en limite de Meythet, Metz-Tessy et Annecy. Les casernes de pompiers sont plutôt concentrées entre Annecy et Meythet autour de l'aérodrome.

Les établissements administratifs et établissements d'enseignement sont répartis de façon éparse sur l'ensemble du bassin avec toutefois une plus forte concentration sur Annecy et Annecy-le-Vieux, en raison d'une plus forte densité de population.

Dans les secteurs exposés aux aléas, il conviendra de veiller aux bâtiments stratégiques (Préfecture, Commissariat de Police, Hôtel de Ville), aux établissements touristiques et d'enseignement, particulièrement ceux situés le long du Thiou ainsi qu'aux installations industrielles présentant un risque.

La planche 5 situe l'ensemble des enjeux du bassin Annécien.

4.4. SYNTHÈSE DES ENJEUX SUR LA COMMUNE D'ANNECY

Les quelques figures suivantes donnent les situations des divers enjeux sur la commune d'Annecy.

4.4.1. Constructions

a) Bâtiments stratégiques

Les bâtiments stratégiques regroupent : Mairie, Préfecture, Gendarmerie, Caserne, Commissariat - postes de police et Pompiers.

La commune d'Annecy abrite une caserne de pompiers, un commissariat, un poste de police municipale et une gendarmerie (Figure 19).

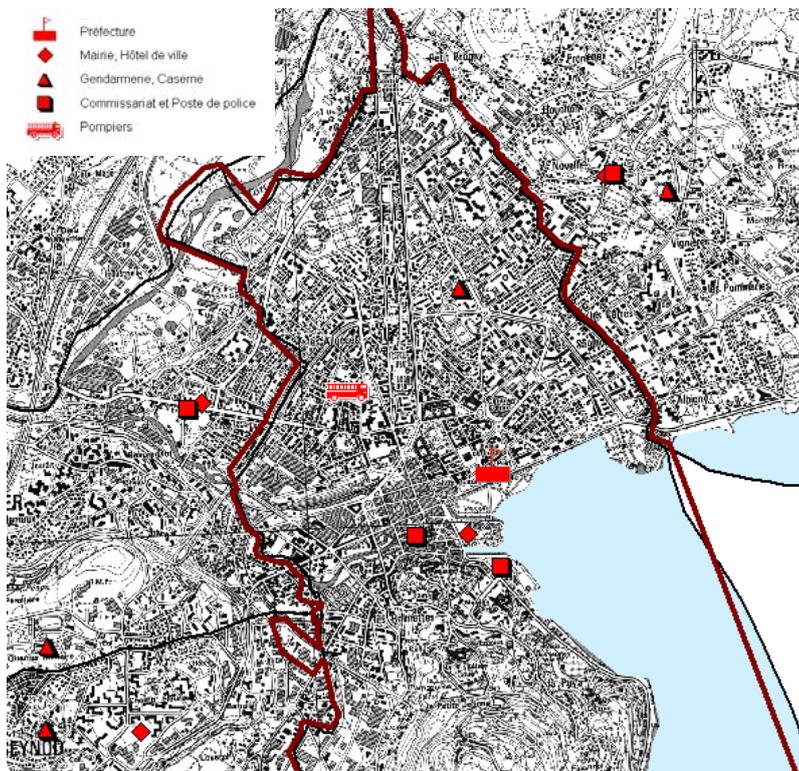


Figure 19 – Bâtiments stratégiques - Annecy

b) Etablissements de soin et à caractère social

Les établissements de soin et à caractère social sont composés d'hôpitaux, cliniques, crèches, maisons de retraite et tous types de centres médico-sociaux.

Pour la commune d'Annecy, on compte un hôpital, deux cliniques, dix-huit établissements accueillant des enfants (2 crèches, 1 crèche familiale et 1 parentale, 4 halte-garderies, 5 mini-crèches, 4 Centres Médicaux Sociaux, 1 centre aéré), cinq maisons de retraite, un établissement multi-accueil.

Leur répartition est présentée sur la Figure 20.

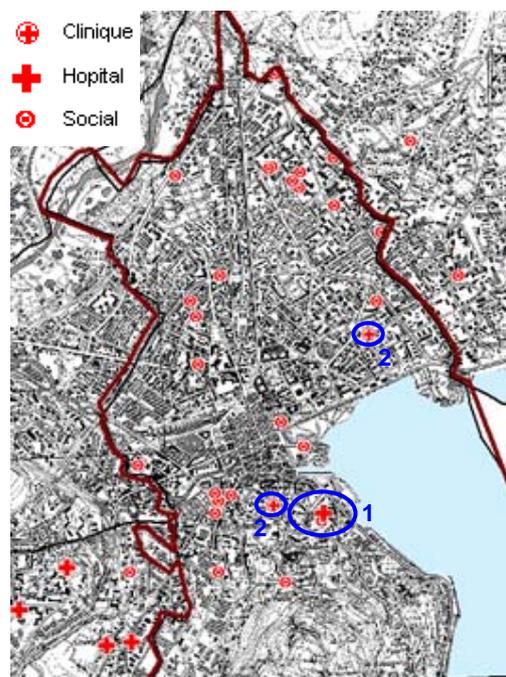


Figure 20 : Etablissements de soin et à caractère social – Annecy

c) Etablissements d'enseignement

La commune d'Annecy compte vingt écoles, 5 collèges et 4 lycées (Figure 21)

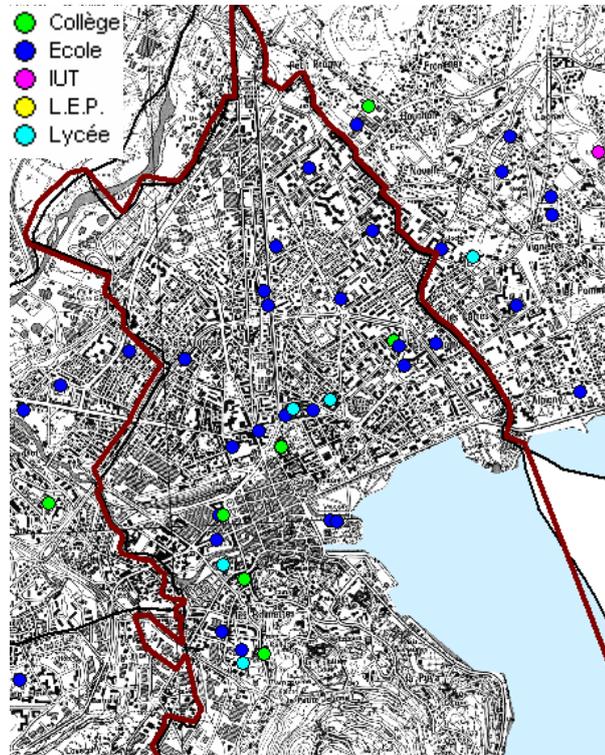


Figure 21 : Etablissements d'enseignement - Annecy

d) Bâtiments administratifs

Les bâtiments administratifs regroupent principalement : les Services Techniques, le Conseil Général, Palais de Justice.

- Conseil General Haute Savoie
- Services techniques
- Palais de justice

Les Services Techniques se trouvent sur la commune de Meythet (Figure 22).

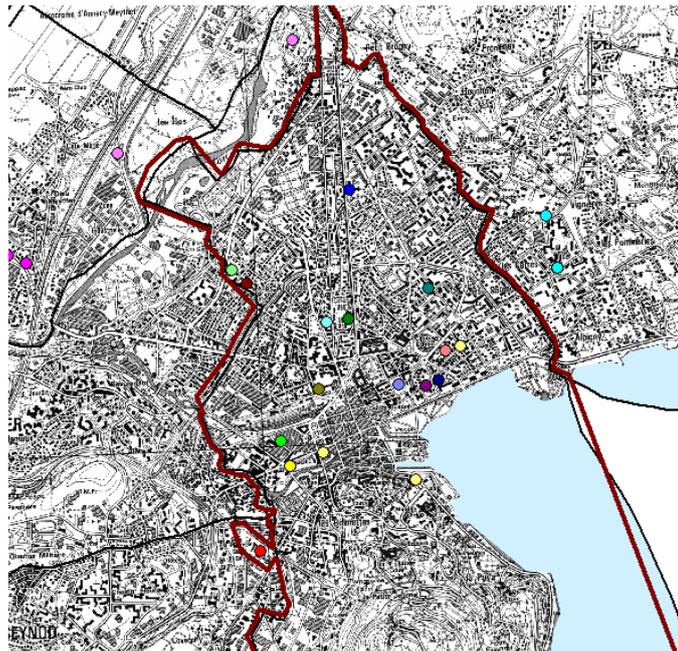


Figure 22 : Bâtiments administratifs- Annecy

e) Etablissements touristiques

La commune d'Annecy concentre principalement les hôtels (24) dans le vieil Annecy, la plupart situés au centre est, coté lac. On dénombre un seul camping (Figure 23).

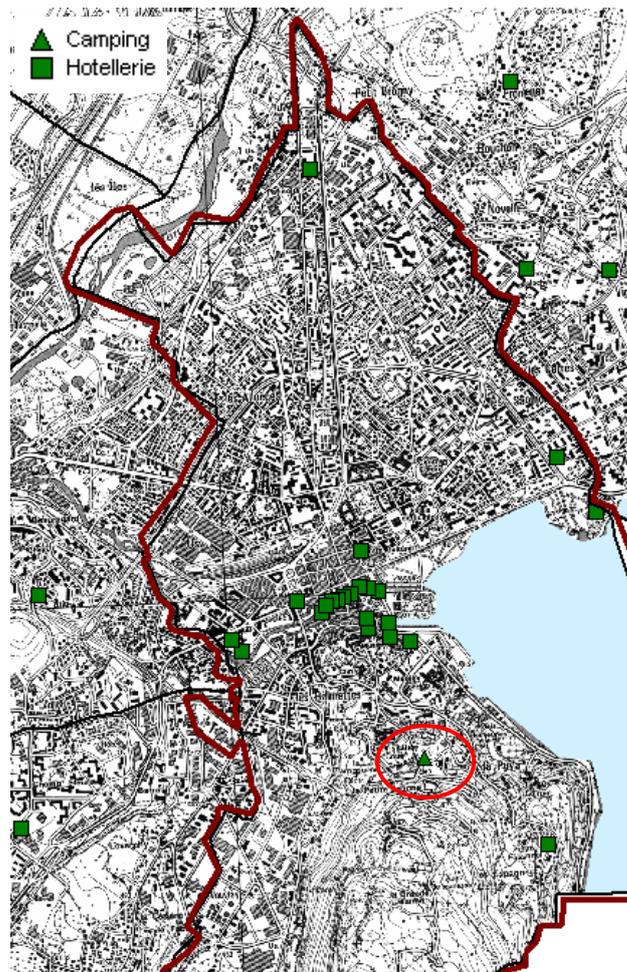


Figure 23 : Etablissements touristiques - Annecy

f) Etablissements sportifs

Les établissements sportifs regroupent les stades, gymnases, terrains de sport, salles, centre équestre, base nautique (Figure 24).

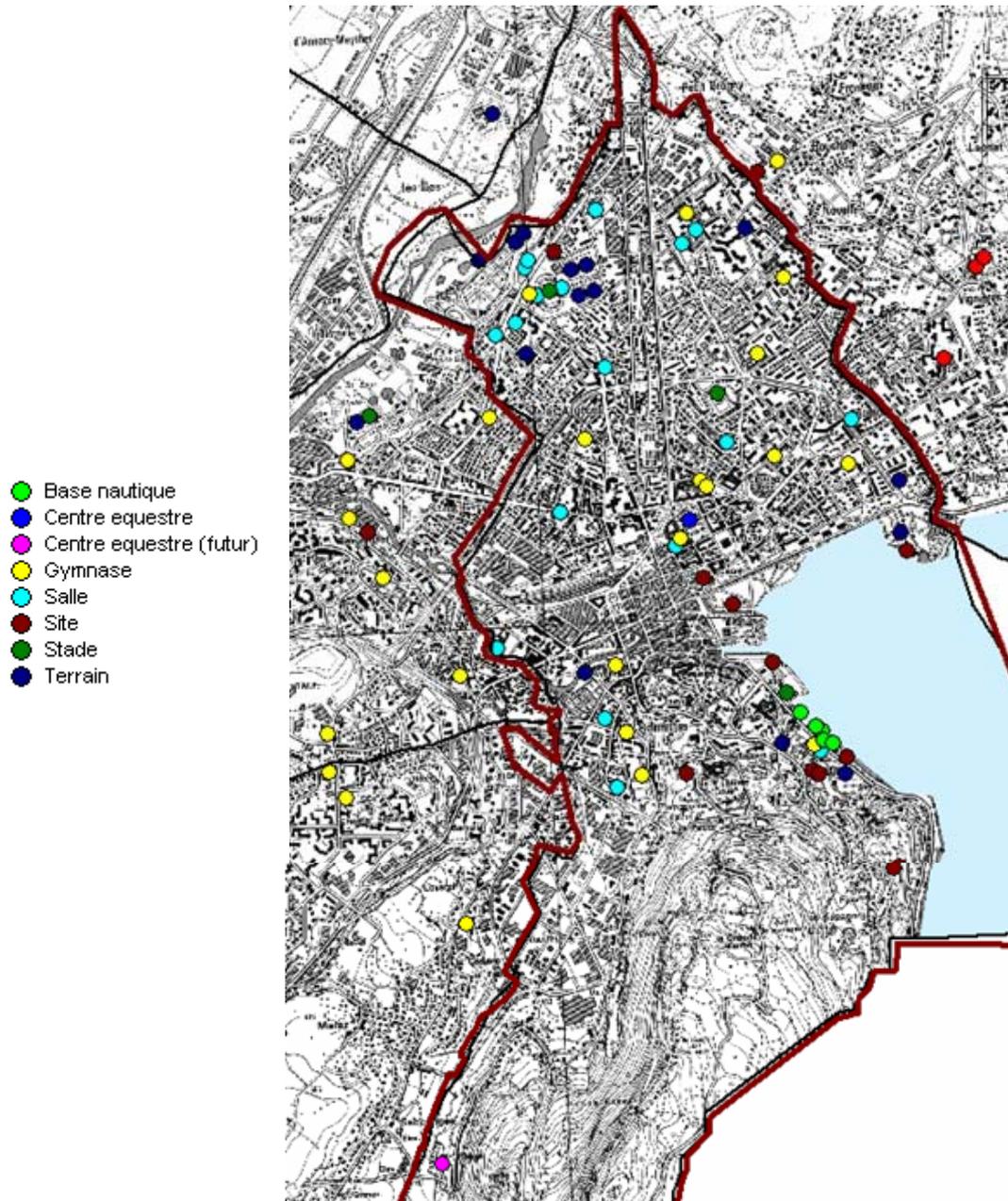


Figure 24 : Etablissements sportifs - Annecy

g) Sites culturels

Les sites culturels regroupent les musées, les salles de spectacle ou de réunion et les monuments historiques.

La Figure 25 présente cinq théâtres, une vingtaine de salles, deux musées, deux cinémas et deux bibliothèques sur la commune d'Annecy.

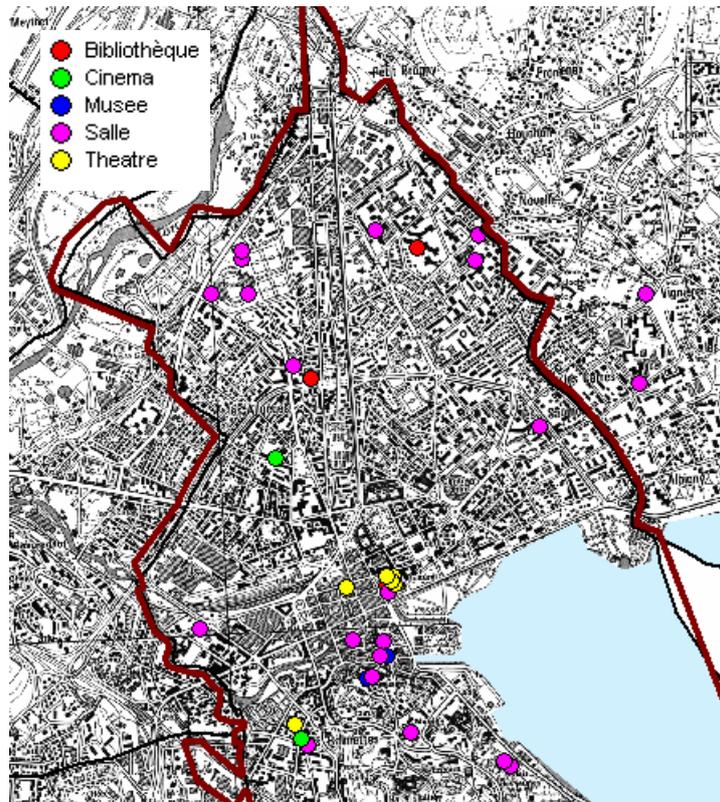


Figure 25 : Spectacles - Annecy

La Figure 26 situe une quinzaine de monuments historiques dans la commune.

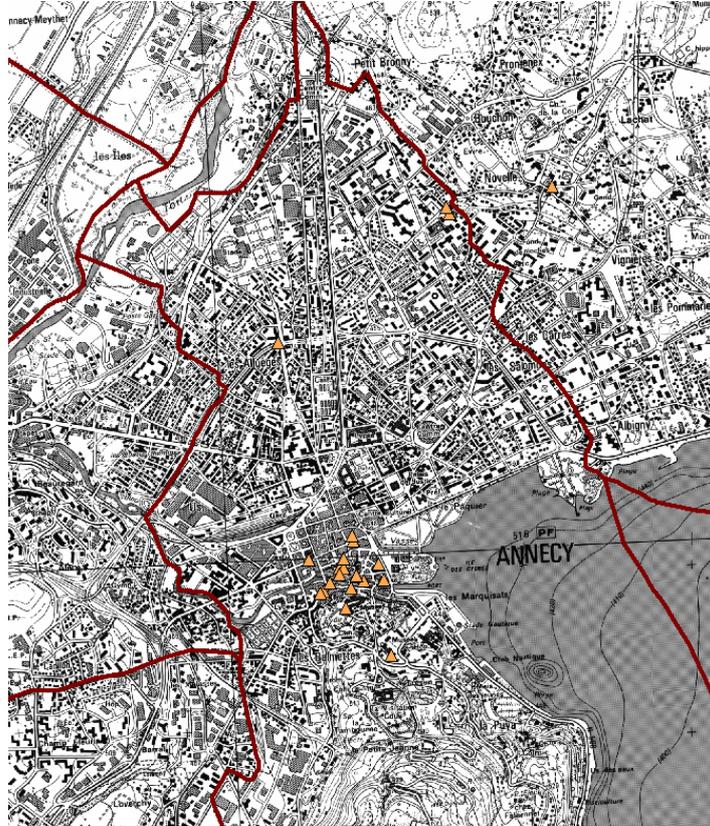


Figure 26 : Monuments historiques – Annecy

d) Etablissements commerciaux et industriels

La commune d'Annecy comporte cinq zones d'activités distinctes : les zones d'activité économique, les zones d'artisanat, les zones commerciales, les zones industrielles ainsi que les zones commerciales et/ou industrielles en projet. Elle compte également une installation classée Seveso (dépôt d'hydrocarbures) au sud de la Ville (Figure 27).

Parmi les installations classées, on distingue les types d'activité suivants : la mécanique de précision des métaux (S.I.C.N.), le traitement (tri et transit) de déchets industriels banaux (VIGNIER ET FILS), la fabrication de roulements à billes (S.N.R.), la fabrication de coussinets (GLACIER VANDERVIEL-BEARING SA), le stockage d'hydrocarbures avec un entreposage allant jusqu'à 10000 tonnes de dépôts de liquide inflammable (GROUPEMENT PETROLIER DE HAUTE SAVOIE).

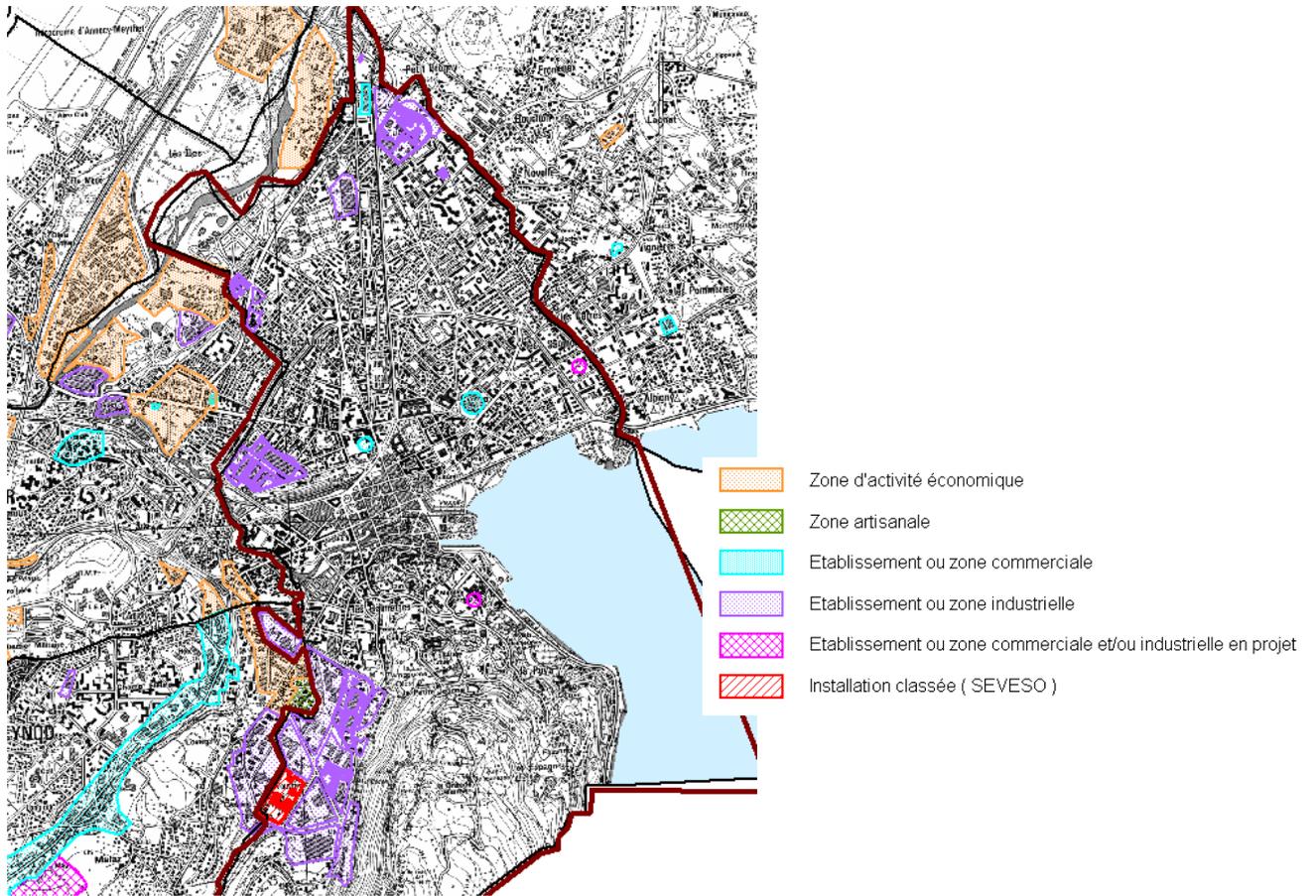


Figure 27 : Etablissements commerciaux et industriels - Annecy

4.4.2. Infrastructures et réseaux

Transports

Comme le montre la Figure 28, l'aéroport se situe à une dizaine de kilomètres d'Annecy sur la commune de Meythet (1).

Une gare SNCF (2) et deux gares routières (3) : Gare routière Nord, Gare routière Sud permettent de communiquer avec la région. Un réseau de transport en commun en Bus de la Société Intercommunale des Bus de la Région Annécienne (SIBRA) (4) dessert la Ville.

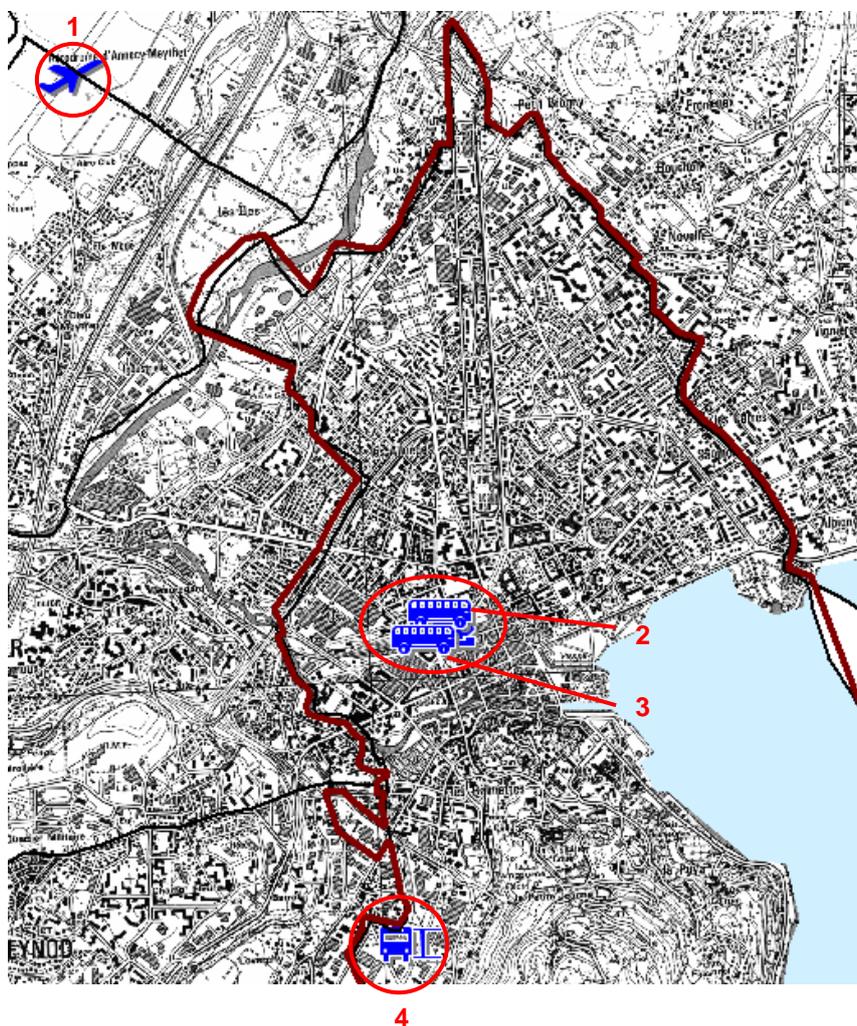


Figure 28 : Les transports - Annecy

Réseaux routier et ferré

La Figure 29 présente l'ensemble du réseau routier et des voies ferrées de la commune d'Annecy. Quelques voies rapides sillonnent la commune du nord au centre, de l'est à l'ouest en contournant le centre ancien par le nord.

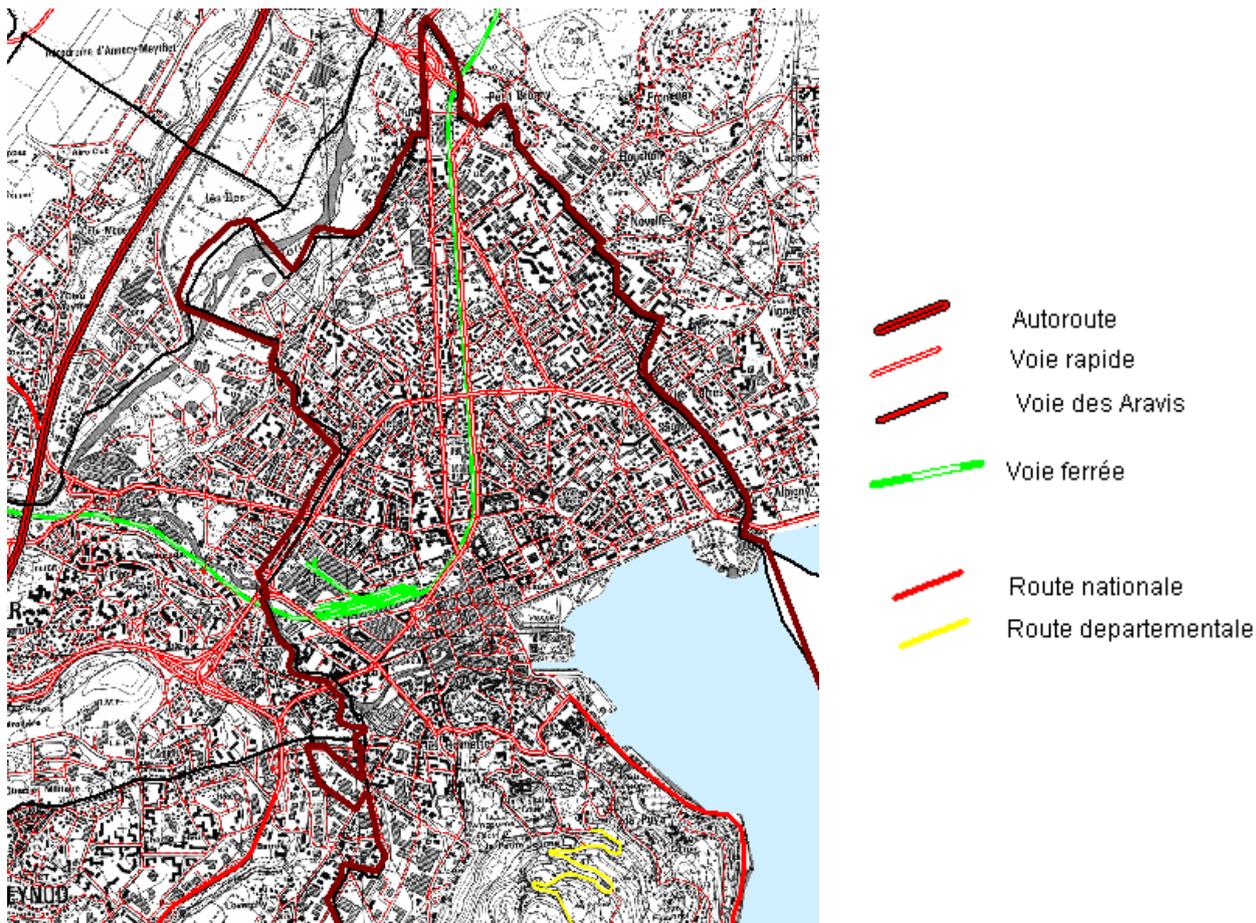


Figure 29 : Les réseaux routier et ferré - Annecy

Energie

La Figure 30 présente le réseau électrique composé de deux postes source.

Le réseau des carburants est constitué d'un oléoduc de la Société du Pipeline Méditerranée Rhône (S.P.M.R.) situé au sud-est d'Annecy et de six stations service réparties dans le nord de la commune.

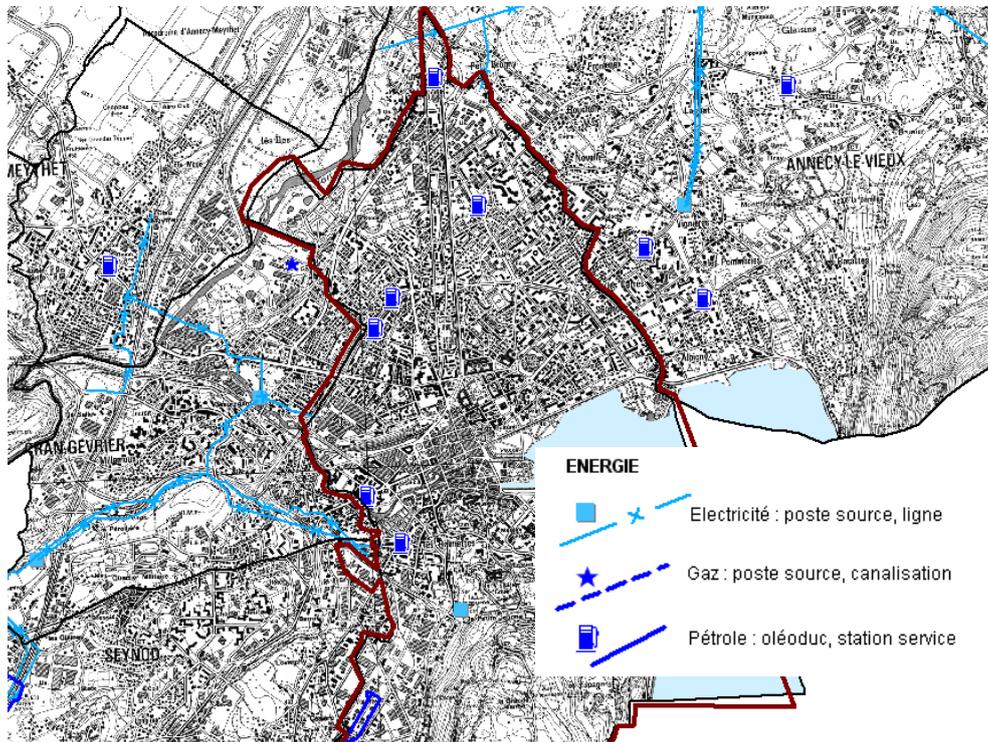


Figure 30 : Energie - Annecy

Eau

Le réseau d'eau potable est constitué d'infrastructures de types château d'eau, réservoir, captage, de canalisation d'eau potable ainsi que de stations de pompage (Figure 31).

La commune d'Annecy possède quatre réservoirs situés dans les quartiers « Les Puisots » et « Trésin », deux stations de pompage situées à « Belvédère » et « Grande Jeanne » et une unité de production à « La Puya ».

Un projet de construction d'une unité de production supplémentaire situé boulevard de la Corniche, est en cours.

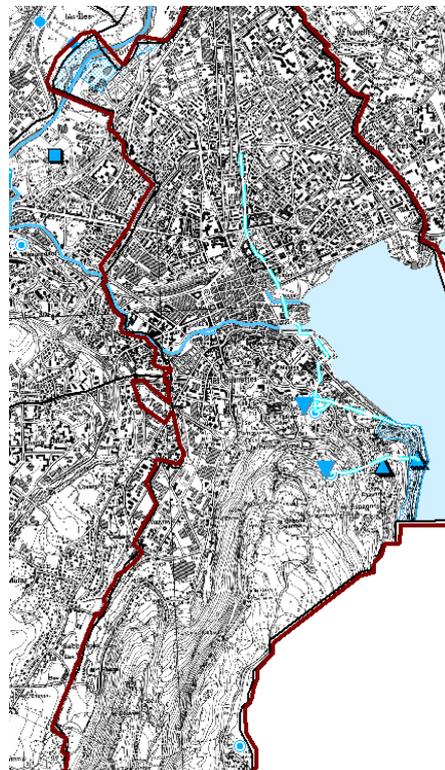
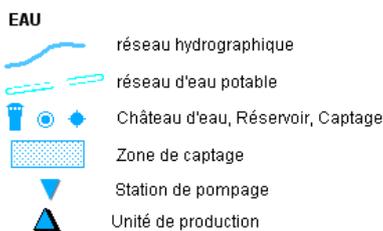


Figure 31 : Eau - Annecy

Télécommunications

Le réseau de télécommunication est composé de deux relais hertzien situés « rue F. Lévêque » et sur le quartier « La Grande Jeanne ». Le central téléphonique est situé sur la commune d'Annecy-le-vieux (Figure 32).

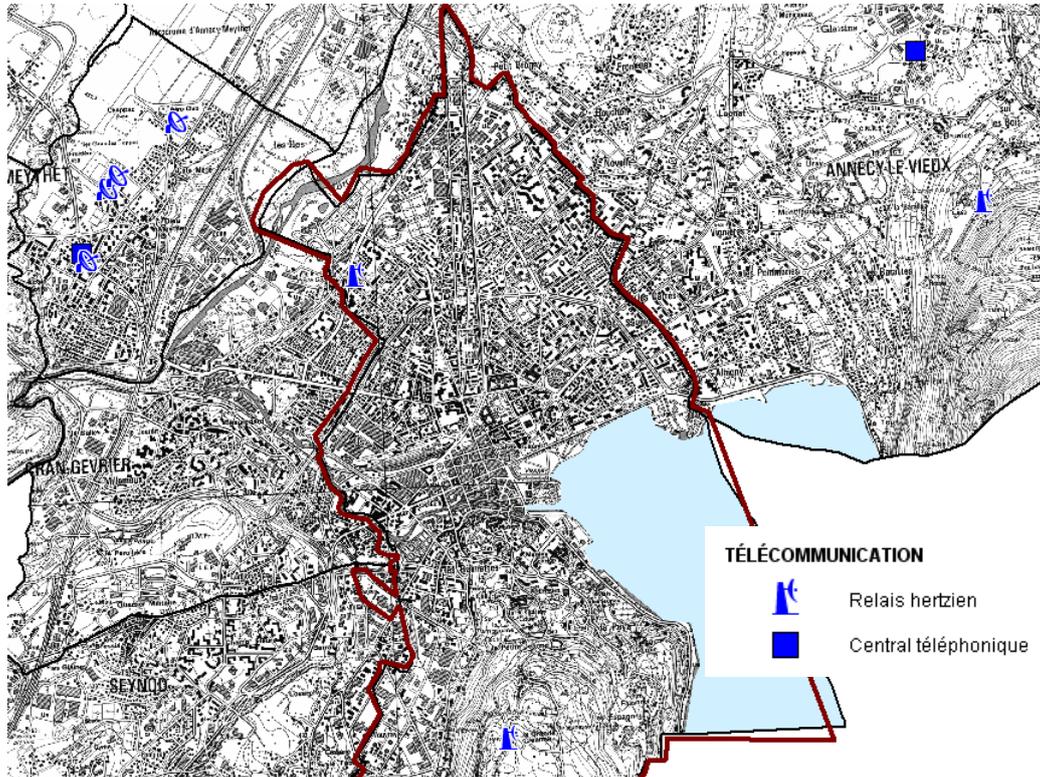


Figure 32 : Télécommunications - Annecy

Déchets

Il existe cinq déchetteries intercommunales. Celle d'Annecy se trouve route de Vovray.

L'assainissement est assuré par le Syndicat Mixte du Lac d'Annecy en charge de la collecte et de l'épuration des eaux usées et du traitement des déchets ménagers (Figure 33).

L'usine d'incinération se trouve sur la commune de Meythet.

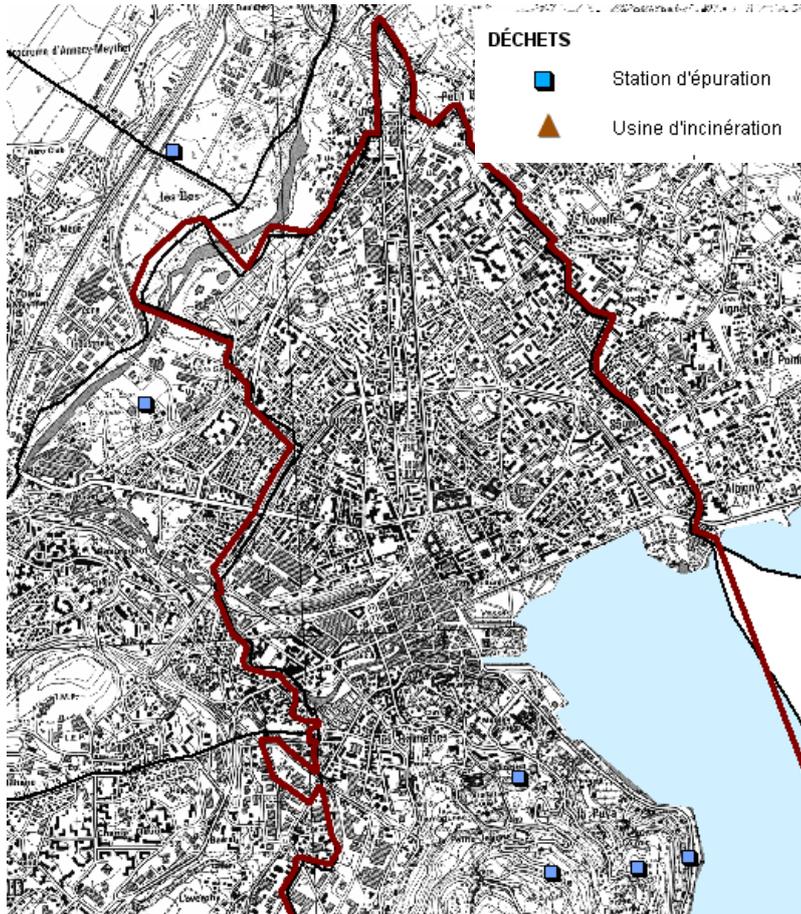


Figure 33 : Traitements des déchets - Annecy

5. Zonage et règlement

5.1. GENERALITES

Le présent règlement s'applique à la commune d'Annecy.

Il détermine les mesures de prévention particulières à mettre en œuvre contre les risques naturels prévisibles, conformément aux dispositions des articles 40-1 et suivants de la loi du 22 juillet 1987 (annexe 2 du second livret - Annexes techniques).

Les risques naturels prévisibles pris en compte au titre du présent P.P.R sont :

- les mouvements de terrains,
- les séismes,
- les inondations.

Les règlements comportent l'ensemble des prescriptions applicables pour chacune des zones à risques. Les prescriptions sont opposables et doivent figurer dans le corps de l'autorisation administrative d'occuper le sol. Les recommandations relatives à quelques règlements (chutes de blocs et glissement – aléa faible), non suivies par le pétitionnaire, sont remplacées par des prescriptions a minima..

Le fait de ne pas respecter les conditions de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation prescrites par le P.P.R (opposables) est puni des peines prévues à l'article L 480-4 du Code de l'Urbanisme (Article 40-5 de la loi 87-565 du 22 juillet 1987).

Conformément aux dispositions de la loi n° 95-101 du 2 février 1995, ainsi qu'au décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995 (annexe 2 du second livret - Annexes techniques), les actions de prescriptions du PPR s'appliquent non seulement aux biens et aux activités, mais aussi à toute autre occupation et utilisation du sol, qu'elle soit directement exposée ou de nature à modifier ou à aggraver les risques.

Le PPR peut réglementer, à titre préventif, toute occupation ou utilisation physique du sol, qu'elle soit soumise ou non à un régime d'autorisation ou de déclaration, assurée ou non, permanente ou non.

En conséquence, le PPR s'applique notamment :

- aux bâtiments et constructions de toute nature,
- aux murs et clôtures,
- au camping et au caravaning,
- aux équipements de télécommunication et transport d'énergie,
- aux plantations,
- aux dépôts de matériaux,
- aux affouillements et exhaussements du sol,
- aux carrières,
- aux aires de stationnement,
- aux démolitions de toute nature,
- aux occupations temporaires du sol,
- aux drainages de toute nature,
- aux méthodes culturales,
- aux autres installations et travaux divers.

5.1.1. Les différentes zones du PPR

On trouvera ci-après le tableau récapitulatif des zones réglementaires (zones dites « rouge », « bleu foncé » et « bleu clair », suivant les possibilités d'y construire) retenues au P.P.R :

- chaque zone est identifiée par un code qui figure sur la carte ;
- ce code est une concaténation des divers codes de:
 - l'aléa des différents phénomènes de la zone ;
 - l'occupation du sol regroupé en trois zones : zones urbaines, zones urbaines avec ouvrages de protection, zones naturelles qui comprennent les zones agricoles et les zones à aménager.

Pour chaque zone sont définis un niveau réglementaire et un ensemble de règlements qui leur sont associés en fonction du type d'aléa rencontré. Le détail des règlements est donné dans le troisième livret.

Compte-tenu du nombre important de zones à distinguer, leur codification a été simplifiée pour obtenir une meilleure lisibilité sur la carte. Ainsi la codification associée au PLU n'apparaît que si cela implique une modification de règlement, par exemple, lorsqu'une zone initialement en « bleu foncé » devient « rouge ». La longueur des étiquettes a également été réduite en codant certains aléas à l'aide de lettres minuscules. La description de ces codes est explicitée dans les paragraphes 5.2.2 et 5.2.3 suivants.

De plus, la codification « e » des petites zones, correspond à la codification de la zone englobant la petite zone à laquelle vient s'ajouter l'effet topographique. Pour exemple, une petite zone codée « e » et la zone située autour étant codée « Z1B », signifient que la petite zone est en réalité codée en « Z1eB ».

5.1.2. Zones « rouge »

Les zones « rouge », en l'état des moyens d'appréciation mis en œuvre, sont réputées à risque fort. Dans ces zones, il n'existe pas de mesure de protection efficace et économiquement acceptable, pouvant permettre l'implantation nouvelle de constructions ou d'ouvrages autres que ceux cités dans les règlements correspondants, soit du fait des risques sur la zone elle-même, soit du fait des risques que des implantations dans la zone pourraient provoquer ou aggraver.

Ces zones « rouge » sont concernées par au moins l'un des Règlements du troisième livret : paragraphes : 2.1 et 3.1 -> 3.8.

5.1.3. Zones « bleu foncé »

Les zones « bleu foncé » sont réputées à risque mais néanmoins admissible, moyennant l'application de mesures de prévention économiquement acceptables eu égard aux intérêts à protéger.

Ces mesures sont inscrites dans le corps des autorisations administratives en tant que prescriptions opposables. De plus, quelques recommandations s'y trouvant (chutes de blocs et glissement – aléa faible), non suivies par le pétitionnaire, sont remplacées par des prescriptions a minima.

Dans ce cas, la construction neuve est subordonnée à une étude préalable (ex : étude géotechnique, étude hydraulique d'ensemble), les prescriptions à appliquer devront être précisées par cette étude.

Toutes les autorisations d'occupation du sol sont réglementées par le PPR.

Typiquement, en ce qui concerne le risque sismique ces zones correspondent aux secteurs où les sols sont de faible à très faible résistance mécanique et en épaisseur conséquente (sols Z3, Z4 et Z5 selon le zonage spécifique de ce PPR).

Ces zones peuvent être concernées par au moins l'un des Règlements du troisième livret : paragraphes 2.2, 2.5 -> 2.13 et 3.2 -> 3.8.

5.1.4. Zones « bleu clair »

Les zones « bleu clair » sont réputées à risque faible.

Ces zones sont concernées par des mesures inscrites dans le corps des autorisations administratives en tant que prescriptions opposables. De plus, un certain nombre de recommandations est formulé.

Ces zones peuvent être concernées par au moins l'un des Règlements du troisième livret : paragraphes 2.3, 2.4, 2.6, 2.8, 2.10, 2.12 et 3.3, 3.5 -> 3.8.

En raison de la nécessité d'adopter obligatoirement des Règles parasismiques sur l'ensemble du territoire du bassin annécien, **aucune zone blanche réputée sans risque naturel prévisible significatif n'est représentée sur la carte réglementaire** (Planche 7).

5.2. ZONAGE REGLEMENTAIRE

5.2.1. Cohérence entre POS / PLU et PPR

Le P.P.R approuvé vaut, dans ses indications et son règlement, servitude d'utilité publique et est opposable aux tiers.

Le P.P.R doit être annexé au Plan d'Occupation des Sols de la commune, conformément à l'article L 126-1 du Code de l'urbanisme, ou au Plan Local d'Urbanisme selon l'article L-562-4 du code de l'environnement. En cas de dispositions

contradictoires entre ces documents ou de difficultés d'interprétation, les dispositions du P.P.R prévalent sur celles du P.O.S ou du PLU qui doit être modifié en conséquence.

Par contre, il est bien entendu que la constructibilité des zones « bleu foncé », « bleu clair » et blanche du P.P.R est valable sous réserve des autres servitudes d'urbanisme : ainsi, une zone blanche du P.P.R classée ND au P.O.S n'est, au final, pas constructible.

5.2.2. Zonage réglementaire

L'ensemble des phénomènes naturels et de leurs effets induits générant des risques ont dû être combinés pour définir en tout point du territoire des niveaux d'aléa croisés.

La contrainte réglementaire à associer à ces niveaux d'aléa a été ensuite déterminée en cohérence avec les informations du PLU.

Pour la commune d'Annecy, étant donné qu'il n'y a pas d'ouvrage de protection, les diverses zones du PLU ont été regroupées en deux zones :

- les zones urbaines,
- les zones naturelles comprenant les zones agricoles et les zones à aménager.

Le Tableau 3 ci-dessous montre que :

- les zones naturelles peuvent être affectées de fortes contraintes (zone rouge) pour un aléa torrentiel ou inondation faible ou moyen par rapport à une zone urbaine non protégée qui serait respectivement en zone bleu clair ou bleu foncé;
- les zones naturelles peuvent être affectées de fortes contraintes (zone rouge) pour un aléa zone humide ou mouvements de terrain (chute de blocs ou glissement) moyen par rapport à une zone urbaine non protégée qui serait en zone bleu foncé.

Ces mesures visent à **préserver** les espaces naturels, zones à aménager et espaces agricoles en cherchant à y **réduire le risque** par des prescriptions en matière de construction et d'urbanisme en particulier pour les aléas torrentiel et inondation.

Les divers traitements informatiques réalisés sous SIG pour construire la carte réglementaire est détaillée dans le livret 2.

Pour chaque phénomène, le niveau d'aléa a été identifié dans la première phase de cartographie des aléas. Il convient ensuite d'associer le niveau d'aléa de chaque phénomène et le type d'occupation des sols à une réglementation plus ou moins contraignante traduite par une couleur : bleu clair, bleu foncé ou rouge comme indiqué dans le Tableau 3 ci-dessous. **Les règlements associés y sont donnés à titre indicatif par des lettres entre parenthèses, non suivies d'un chiffre.**

La signification des symboles est donnée au paragraphe 5.2.3.

Phénomène ou effet induit	Niveau d'aléa	Zone urbaine	Zones à aménager Zones naturelles Zones agricoles
Zonage sismique PPR	Moyen (Z3, Z4, Z5)	Bleu foncé (A)	Bleu foncé (A)
Zonage sismique PPR	Faible (Z0, Z1, Z2)	Bleu clair (A)	Bleu clair (A)
Effet topographique	Faible (ET1)	Bleu clair (A)	Bleu clair (A)
Faïlle	Faible (F1)	Bleu clair (B)	Bleu clair (B)
Liquéfaction	Faible (L1)	Bleu clair (C)	Bleu clair (C)
Mouvements de terrain (Chutes de blocs/ Glissements)	Fort (B3/ G3)	Rouge (X)	Rouge (X)
Mouvements de terrain (Chutes de blocs/ Glissements)	Moyen (B2/ G2)	Bleu foncé (D/F)	Rouge (X)
Mouvements de terrain (Chutes de blocs/ Glissements)	Faible (B1/ G1)	Bleu clair (E/G)	Bleu clair (E/G)
Torrentiel	Fort (T3)	Rouge (X)	Rouge (X)
Torrentiel	Moyen (T2)	Bleu foncé (H)	Rouge (X)
Torrentiel	Faible (T1)	Bleu clair (I)	Rouge (X)
Inondation	Fort (I3)	Rouge (X)	Rouge (X)
Inondation	Moyen (I2)	Bleu foncé (J)	Rouge (X)
Inondation	Faible (I1)	Bleu clair (K)	Rouge (X)
Zone humide	Fort (H3)	Rouge (X)	Rouge (X)
Zone Humide	Moyen (H2)	Bleu foncé (L)	Rouge (X)
Zone Humide	Faible (H1)	Bleu clair (M)	Bleu clair (M)

Tableau 3 – Correspondance entre niveau d'aléa et couleur réglementaire pour chaque phénomène selon l'occupation des sols

5.2.3. Tableau récapitulatif

Le Tableau 4 présenté ci-dessous regroupe l'ensemble des zones « rouge », « bleu foncé » et « bleu clair » figurant sur le P.P.R de la commune.

Les différentes colonnes qui y figurent ont la signification suivante :

Le tableau1 présenté ci-dessous regroupe l'ensemble des zones bleues et rouges retenues au PPR d'Annecy :

- chaque zone est désignée par le code qui figure sur la carte PPR. Ce code renvoie aux règlements. Dans certains cas, il est suivi d'un numéro qui permet d'identifier les divers aléas et l'occupation du sol à l'origine de la codification (code zone). Pour toutes codifications commençant par la lettre X (zone à forte contrainte), les lettres suivantes correspondent aux règlements applicables aux biens et activités existants,
- en face de chaque zone est rappelée la couleur réglementaire et les aléas codés ainsi que l'occupation du sol de la zone.

Code zone Règlement (+ n°)	Couleur réglement aire ⁴	Aléas et PLU	Code zone Règlement (+ n°)	Couleur réglement aire	Aléas et PLU
A1	BCL	Z0ET1	XA5	R	Z0G2B2N
A2	BCL	Z1	XA6	R	Z011N
A3	BCL	Z0	XA7	R	Z0T3
AB	BCL	Z0F1	XA8	R	Z1B2N
AC1	BF	Z3L1	XA9	R	Z1B2T1N
AC2	BF	Z4L1	XA10	R	Z1ET1G2B2N
AC3	BF	Z5L1	XA11	R	Z1G2B2N
AC4	BCL	Z2L1	XA12	R	Z1T1N
ACB1	BF	Z5L1F1	XA13	R	Z1T3
ACB2	BF	Z4L1F1	XA14	R	Z0B2N
ACBH	BF	Z5L1F1T2	XAB	R	Z0F1I3
ACBJ	BF	Z4L1F1I2	XAC1	R	Z2L1H3
ACBK	BF	Z4L1F1I1	XAC2	R	Z2L1T3
ACD	BF	Z4L1B2	XAC3	R	Z3L1T3
ACDI	BF	Z4L1B2T1	XAC4	R	Z4L1I1N
ACE	BF	Z4L1B1	XAC5	R	Z4L1I2N
ACEI	BF	Z4L1B1T1	XAC6	R	Z4L1I3
ACF1	BF	Z4L1G2	XAC7	R	Z4L1T3
ACF2	BF	Z5L1G2	XAC8	R	Z5L1T3
ACF3	BF	Z3L1G2	XAC9	R	Z2L1H2T2N

⁴ BCL : bleu clair ; BF : bleu foncé ; R : rouge

ACFB1	BF	Z5L1G2F1		XACB1	R	Z4L1F1I3
ACFB2	BF	Z4L1G2F1		XACB2	R	Z4L1F1T3
ACG1	BF	Z3L1G1		XACB3	R	Z5L1F1T3
ACG2	BF	Z4L1G1		XACB4	R	Z4L1F1I1N
ACG3	BF	Z5L1G1		XACF	R	Z4L1G2B3
ACG4	BCL	Z2L1G1		XACG1	R	Z2L1G1H3
ACGB1	BF	Z5L1G1F1		XACG2	R	Z2L1G1H2T2N
ACGB2	BF	Z4L1G1F1		XAD1	R	Z1B2T3
ACGD	BF	Z4L1G1B2		XAD2	R	Z0B2T3
ACGH	BF	Z2L1G1T2		XAE1	R	Z0B1I1N
ACGLH	BF	Z2L1G1H2T2		XAE2	R	Z0B1T3
ACH1	BF	Z5L1T2		XAE3	R	Z0ET1B1T2N
ACH2	BF	Z2L1T2		XAE4	R	Z1B1H3
ACI	BF	Z4L1T1		XAE5	R	Z1B1T1N
ACJ	BF	Z4L1I2		XAE6	R	Z1B1T2N
ACK	BF	Z4L1I1		XAE7	R	Z1B1T3
ACLH	BF	Z2L1H2T2		XAE8	R	Z0B1H3
AD1	BF	Z1B2		XAF1	R	Z0G2B3
AD2	BF	Z0B2		XAF2	R	Z0G2B3T3
ADI	BF	Z0B2T1		XAF3	R	Z1ET1G2B3
AE1	BCL	Z0ET1B1		XAF4	R	Z1G2B3
AE2	BCL	Z1B1		XAF5	R	Z0ET1G2B3
AE3	BCL	Z1ET1B1		XAFD1	R	Z1ET1G2B2T3
AE4	BCL	Z0B1		XAFD2	R	Z1G2B2T3
AEB	BCL	Z0B1F1		XAFD3	R	Z0G2B2T3
AEH	BF	Z1B1T2		XAFH	R	Z0G2B3T2
AEI1	BCL	Z1B1T1		XAG1	R	Z0ET1G1B3
AEI2	BCL	Z0B1T1		XAG2	R	Z0G1B2N
AF	BF	Z1G2		XAG3	R	Z0G1B3
AFD	BF	Z0G2B2		XAG4	R	Z0G1B3T3
AG1	BCL	Z1G1		XAG5	R	Z1G1B2N
AG2	BCL	Z0G1		XAG6	R	Z1G1B2T2N
AGD	BF	Z0G1B2		XAG7	R	Z1G1B3
AGE1	BCL	Z0G1B1		XAG8	R	Z0ET1G1B2N
AGE2	BCL	Z1G1B1		XAGD1	R	Z0G1B2T3
AGE3	BCL	Z0ET1G1B1		XAGD2	R	Z1G1B2T3
AI	BCL	Z1T1		XAGD3	R	Z0G1B2H3
AJ	BF	Z0I2		XAGE1	R	Z1G1B1H3
XA1	R	Z0B3		XAGE2	R	Z1G1B1T2N
XA2	R	Z0B3T3		XAGE3	R	Z1G1B1T3
XA3	R	Z0ET1B2N		XAGE4	R	Z0G1B1H3
XA4	R	Z0ET1B3				

Tableau 4 - Correspondance entre la codification des zones, la couleur réglementaire et les règlements associés (commune d'Annecy)

5.2.4. Catalogue des règlements applicables

Règlement X : Type de zone : Chutes de blocs, glissements de terrain, Phénomènes torrentiels, Inondations et Zones humides -----contraintes fortes.

Règlement A : Type de zone : Mouvements sismiques - Effets directs – Mouvements du sol-----contraintes moyennes.

Règlement B : Type de zone : Mouvements sismiques - Effets directs – Rupture de faille en surface -----contraintes faibles.

Règlement C : Type de zone : Mouvements sismiques - Effets induits – Liquéfaction -----contraintes faibles.

Règlement D : Type de zone : Mouvements de terrain - Chutes de blocs -----contraintes moyennes.

Règlement E : Type de zone : Mouvements de terrain - Chutes de blocs -----contraintes faibles.

Règlement F : Type de zone : Mouvements de terrain - Glissement de terrain - -----contraintes moyennes.

Règlement G : Type de zone : Mouvements de terrain - Glissement de terrain - -----contraintes faibles.

Règlement H : Type de zone : Phénomène torrentiel - -----contraintes moyennes.

Règlement I : Type de zone : Phénomène torrentiel - -----contraintes faibles.

Règlement J : Type de zone : Inondation - -----contraintes moyennes.

Règlement K : Type de zone : Inondation - -----contraintes faibles.

Règlement L : Type de zone : Zone humide - -----contraintes moyennes.

Règlement M : Type de zone : Zone humide -----contraintes faibles.

Les codes d'aléa présentés dans le Tableau 4 définissent les divers niveaux d'aléas d'une zone pour chaque phénomène :

- **Z0, Z1, Z2, Z3, Z4 et Z5** : Zonage sismique PPR - Classement des différentes zones de réponse sismique selon le micro zonage sismique,

- **L1** : liquéfaction – aléa faible,
- **ET1** : prise en compte de l'effet topographique nécessaire - aléa faible,
- **F1** : prise en compte de la possibilité de rupture en surface de la Faille du Vuache – aléa faible,
- **G(1,2,3)** : niveaux d'aléa sous sollicitation dynamique affecté au glissement de terrain - **G1** - aléa faible, **G2** - aléa moyen, **G3** - aléa fort,
- **B(1,2,3)** : aléa sous sollicitation dynamique affecté aux chutes de blocs - **B1** - aléa faible, **B2** - aléa moyen , **B3** - aléa fort,
- **H(1,2,3)** : aléa affecté aux zones humides - **H1** - aléa faible, **H2** - aléa moyen, **H3** - aléa fort,
- **I(1,2,3)** : aléa affecté aux inondations - **I1** - aléa faible, **I2** - aléa moyen, **I3** - aléa fort,
- **T(1,2,3)** : niveaux d'aléa affecté au phénomène torrentiel - **T1** - aléa faible, **T2** - aléa moyen, **T3** - aléa fort.

Les zones du PLU à retenir sont celles qui vont avoir un impact sur la réglementation, soit les zones naturelles et urbaines avec ouvrages de protections. Pour la commune d'Annecy, les ouvrages de protection étant inexistant, seules les **zones naturelles** seront identifiées avec le code **N** et associées aux codes d'aléas d'une zone.

Les règlements applicables sont déterminés à partir des aléas et de l'occupation du sol. Le Tableau 3 présente la correspondance entre les divers niveaux d'aléas de chaque phénomène, la couleur réglementaire ainsi que le type de règlement applicable (entre parenthèse) résultants selon l'occupation des sols.

Le catalogue des règlements est détaillé dans le troisième livret - règlement (catalogue des règlements applicables).

Bibliographie

DOCUMENTS GENERAUX

AFNOR (1995) – Règles de construction parasismique : règles PS applicables aux bâtiments, dites règles PS-92. Paris, AFNOR, norme française NF P 06-013.

AFPS (1993) - Guide méthodologique pour la réalisation d'études de microzonage sismique. AFPS, St-Rémy-lès-Chevreuse.

Alp'Georisques - 1994. Etude des phénomènes naturels sur les communes du District de l'agglomération annécienne. Rapport.

D.I.D.P.C. - 1998. Dossier Communal Synthétique. Commune d'Argonay. 21p.

D.I.D.P.C. - 1998. Dossier Communal Synthétique. Commune de Poisy. 23p.

D.I.D.P.C. - 1998. Dossier Communal Synthétique. Commune de Pringy. 26p.

D.I.D.P.C. - 1998. Dossier Communal Synthétique. Commune de Seynod. 30p.

D.I.D.P.C. - 1997. Dossier Communal Synthétique. Commune d'Annecy.30p.

D.I.D.P.C. - 1997. Dossier Communal Synthétique. Commune d'Annecy-le-Vieux. 21p.

D.I.D.P.C. - 1997. Dossier Communal Synthétique. Commune de Cran-Gevrier. 27p.

D.I.D.P.C. - 1997. Dossier Communal Synthétique. Commune d'Epagny. 26p.

D.I.D.P.C. - 1997. Dossier Communal Synthétique. Commune de Metz-Tessy. 24p.

D.I.D.P.C. - 1997. Dossier Communal Synthétique. Commune de Meythet. 22p.

D.D.A.F. & R.T.M. - 1988. Plan des Zones Exposées aux Risques Naturels. 18p.

Fabriol H. et Garry G. (2002) Guide de réalisation des PPR sismiques. © La Documentation française, Paris, 2002 – ISBN : 2-11-005156-6

Martin C., Samarcq F. (1997) - Méthodologie adoptée pour l'évaluation de l'aléa sismique local. Note technique BRGM SGN/UPE/RNG/NT/97/016.

Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement & Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement - 2001. Votre Atout pour la prévention des risques naturels. PPR- Une action concertée entre l'Etat et les collectivités locales. Brochure d'information. Paris. 16p.

Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement & Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement - 1997. Guide Général PPR. La Documentation Française, Paris. 50p. et annexes.

Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement & Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement - 1999. Guide méthodologique PPR – Risques d'Inondation. La Documentation Française, Paris. 84p. et annexes.

Ministère de l'Écologie et du Développement Durable & Ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer - 2002. Plans de prévention des risques naturels (PPR). Risques sismiques. La Documentation Française, Paris. 112 p.

Ministère de l'Intérieur et de l'Aménagement du Territoire Ministère de l'Équipement, des Transports et du Tourisme & Ministère de l'Environnement - 1994 : Circulaire aux préfets relative à la prévention des inondations et à la gestion des zones inondables. Polycopié, 5p.

Ministère de l'Équipement, des Transports et du Tourisme & Ministère de l'Environnement - 1996 : Circulaire aux préfets relative aux dispositions applicables au bâti et ouvrages existants en zones inondables. Polycopié, 3p.

NF P 06-013 (1996) – règles de construction parasismique. Règles PS applicables aux bâtiments – PS 92, Edition Eyrolles.

RTM - 2003. Guide méthodologique pour la représentation cartographique des PPR sous Mapinfo. Polycopié : 10p.

RTM. Archives du service départemental de la Haute-Savoie. Consultation des PPR existants.

MOUVEMENT SISMIQUE

Abrahamson N.A. & W.J. Silva (1997) - Empirical response spectral attenuation relations for shallow crustal earthquakes. *Seism. Res. Lett.*, Vol 68, p 94-126.

AFPS (1993) - Guide méthodologique pour la réalisation d'études de microzonage sismique. AFPS, St-Rémy-lès-Chevreuse.

Ambraseys N.N., Simpson K. and J.J. Bommer (1996) - Prediction of horizontal response spectra in Europe. *Earth. Eng. Struc. Dyn.*, Vol 25, p 371-400.

Bitri A., Le Bégat S., Baltassat J. M., Goury J.C. (1997) – Détermination des vitesses de cisaillement des sols à partir de la dispersion des ondes de Rayleigh, Rapport BRGM R39877, 49 p, 24 fig, 7 tab.

Boore D.M., Joyner W.B. and T.E. Fumal (1997) - Equations for estimating horizontal response spectra and peak acceleration from western north American earthquakes : a summary of recent work 1997. *Seism. Res. Lett.*, Vol 68 p 128-153.

Campbell K.W. (1997) – Empirical new source attenuation relationships for horizontal and vertical components of peak ground acceleration, peak ground velocity, and pseudo absolute acceleration response spectra. *Seism. Res. Lett.*, vol. 68, p. 154-179.

- Crouse C.B., 1991. Ground motion attenuation equations for earthquakes on the Cascadia subduction zone. *Earthquake spectra*, Vol 7, p 201-236.
- Dominique D. (2000) - Etude de l'aléa sismique - Détermination des mouvements sismiques de référence - Site du nouvel Hôpital d'Annecy (Haute-Savoie). BRGM/RC-50060-FR, 29 pages, 5 figures, 3 tableaux, 1 annexe.
- Dominique P., Fabriol H., Le Brun B, Monge O., Vermeesch F. avec la coll. De R. Baudu (1998) - Microzonage sismique du bassin d'Annecy : 2^{ème} phase. BRGM R 40273, 99 pages, 21 figures, 25 tableaux, 1 carte, 4 planches h.t., 4 annexes.
- Dominique P., Samarcq F. (1997) - Microzonage du bassin d'Annecy. 1^{ère} phase. BRGM R 39810, 43 pages, 7 figures, 2 tableaux.
- Gasparini D. and Vanmarcke E.H. (1976). Simulated earthquake motions with prescribed response spectra. M.I.T. Department of Civil Engineering Research Report R76-4, order n°527, January 1976
- Le Brun B. (1997) – Les effets de site : étude expérimentale et simulation de trois configurations. Thèse d'université J. Fourier, Grenoble 1. 208 p.
- Martin Ch., Combes Ph. (2002) – Révision du zonage sismique de la France. Etude probabiliste. Rap. GEO-TER GTR/MATE/0701-150, 119 p., 7 annexes.
- Mandroux F., Dominique P. (1996) - Evaluation probabiliste de l'aléa sismique : développement d'une chaîne de calcul. Application au Sud-Est de la France. Rap. BRGM R38537, 57 p., 5 annexes.
- Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable & Ministère de l'Equipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer - 2002. Plans de prévention des risques naturels (PPR). Risques sismiques. La Documentation Française, Paris. 112 p.
- Modaressi H., Foerster E., Mellal A. (1997) – Computer-aided seismic analysis of soils, Proc. Of th 6th Int. Symp. On Numerical models in Geomechanics, NUMOG VI, Montréal, Québec, CCanada July 2-4.
- Mohammadioun B., Pecker A. (1993) - Préviation du mouvement sismique au rocher à partir des données de mouvements forts actuellement disponibles. 3^e Colloque National AFPS "Génie parasismique et aspects vibratoires dans le génie civil", vol. III, ASA, p. 23-31.
- Nakamura Y. (1989) - A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface. *QR of RTRI*, 30, 1, p. 25-33.
- Nogoshi M., and T. Igarashi (1971). On the propagation characteristics of microtremors. *Jour. Seism. Soc. Japan*, Vol 23, 264-280.
- Sabourault P. (1999). Du microzonage à la prédiction de mouvements forts : Confrontation de mesures de terrain, de simulations numériques et de modélisations

sur modèles réduits centrifugés. Thèse de doctorat de l'université de Marne la Vallée.

Sabourault P., Bitri A. (2001). Détermination de la géométrie des formations sédimentaires de la vallée du Grésivaudan, autour du forage Montbonnot (Isère) : Utilisation des méthodes H/V et SASW. Rapport BRGM RP 51161 FR, Septembre 2001, 33 p, 12 fig, 6 tab.

Sadigh K., Chang C.-Y., Egan J.A., Makdisi F. and R.R. Youngs (1997) - Attenuation relationships for shallow crustal earthquakes based on California strong motion data. *Seism. Res. Lett.*, Vol 68, p 180-189.

Tento A., Franceschina L. and A. Marcellini (1992) - Expected ground motion evaluation for Italian sites. *Proc. 10th World Conference on Earthquake Engineering*, A.A. Balkema, Rotterdam, Vol 1, p 489-494.

Vermeersch F., Bour M., (1998) - C.P.E.R. Guadeloupe : évaluation et réduction du risque sismique en Guadeloupe - Evaluation de l'aléa sismique régional. Rap. BRGM, R 40253, 42 p., 14 fig., 5 tabl.

Youngs R.R, Chiou S.-J., Silva W.J. and J.R. Humphrey, 1997. Strong ground motion attenuation relationships for subduction zone earthquakes. *Seism. Res. Lett.*, Vol 68, p 58-73.

RUPTURE DE FAILLE EN SURFACE

Blondel et al. (1988). La faille du Vuache (Jura méridional) : un exemple de faille à caractère polyphasé. *Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat.*, 79, 65-91.

Calais, E., Crustal deformation in the Western Alps from continuous GPS measurements, 1996-1998, *Geophys. J. Int.*, 38, 221-230, 1999

Charollais et al. (1983). Etude préliminaire de la faille du Vuache (Jura méridional). *Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat.*, 76, 217-256.

Ferhat, G., K. Feigl, J. F. Ritz and A. Souriau, 1998 - Geodetic measurement of tectonic deformation in the southern Alps and Provence, 1947-1994, *Earth Planet. Sci. Letters*, 159, 35-46.

Meghraoui, M., J. L. Morel, J. Andrieux, and M. Dahmani, 1996 - Néotectonique de la chaîne Tello-Rifaine et de la Mer d'Alboran: une zone complexe de convergence continent-continent, *Bull. Soc. Géol. France*, 167, 143-159.

Morel, J. L., and M. Meghraoui, 1996 - The Goringe-Alboran-Tell (GALTEL) tectonic zone, a transpression system along the Africa-Eurasia plate boundary, *Geology*, 24, 755-758.

Morel, J.L., M. Zouine, J. Andrieux, M. Dahmani and A. Faure-Muret, 1999 - Morphometric analysis of the High-Atlas. Mountain Range (Morocco) shortening rates. Geodynamic implications. *Annales tectonicae*, XIII, (1 - 2), 5 - 15.

Morel, J.L., M. Zouine, J. Andrieux, Faure-Muret A., 2000.- Déformations néogènes et quaternaires de la bordure nord haut atlasique (Maroc) : rôle et conséquences structurales. *Journal of African Earth Sciences*, 30,1,119-131.

Thouvenot et al. (1998). The Ml 5.3 Epagny (French Alps) earthquake of 1996 July 15 : a long-awaited event on the Vuache Fault. *Geophys. J. Int.*, 135, 876-892.

Wells, D. L. and K. L. Coppersmith, 1994, New empirical relationships among magnitude, rupture width, rupture area, and surface displacement, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 84, 974-1002.

LIQUEFACTION

Cassan M. (1978) – les essais in situ de mécanique des sols, Tome 1. Edition Eyrolles

Seed B.B., Idriss i.M., Arango J. (1983) - evaluation of liquefaction potential using field performance data. *Journal of geotechnical engineering*, ASCE, vol. 113, n°8

Iwasaki t., Tokida K., Tatsuoka F., Watanabe S., Yasuda S., and Sato H. (1982) – Microzonation for soil liquefaction using simplified methods. *Proc. 3rd Int. Earthquake microzonation Conf.*, Seattle, 3 pp 1319 – 1330.

Youd T.L., Perkins D.M. (1978) - Mapping of liquefaction induced ground failure potential. *J. Geotech. Engng. Div.*, ASCE (GT4), p. 433-446.

GEOLOGIE, GEOTECHNIQUE ET MOUVEMENTS DE TERRAIN

Audru J.C. et M. Messin (2000) - Plan de prévention des risques naturels pour les vallées de la Largue et du Traubach (68) : cartographie de l'aléa mouvements de terrain. Rapport BRGM/RP-50292-FR, 48 pages, 9 figures, 8 planches, 15 photos.

Besson L., J.L. Durville, G. Garry, E. Graszka, T. Hubert et M. Toulemont (1999) - Plans de prévention des risques naturels (PPR) - Risques de mouvements de terrain - Guide méthodologique. MATE. ISBN 2-11-004354-7.

Charollais J., Busnardo R., Cardin M., Clavel B., Decrouez D., Delamette M., Gorin G., Lepiller M., Mondain P.H., Rosset J., Villars F. (1988) - Notice explicative de la feuille Annecy-Bonneville à 1/50 000. Editions du BRGM.

Doudoux B., Barféty J.C., Carfantan J.C., Tardy M., Nicoud G. (1992) - Notice explicative de la feuille Annecy-Ugine à 1/50 000. Editions du BRGM.

Enay R., Donze P. (1972) - Notice explicative de la feuille Seyssel à 1/50 000. Editions du BRGM.

Gasparini D. and E. H. Vanmarcke (1976) - Simulated Earthquake Motions Compatible with Prescribed Response Spectra. M.I.T. Department of Civil Engineering Research. Report R76-4, Order n°527.

- Gidon M. (1970) - Notice explicative de la feuille Rumilly à 1/50 000. Editions du BRGM.
- Moiriat D., Kramers E. (2002) - Evaluation et cartographie de l'aléa mouvements de terrain dans la région de Ribeuvoillé (68) : étude détaillée. BRGM/RP-51999-FR, 39 pages, 7 figures, 6 planches, 6 photos.
- PPR - Plan de Prévention des Risques mouvements de terrain et sur-risque sismique des vallées de la Largue et du Traubach - Note de présentation. D.D.E. du Haut-Rhin
- PPR - Plan de Prévention des Risques mouvements de terrain et sur-risque sismique des vallées de la Largue et du Traubach - Règlement. D.D.E. du Haut-Rhin
- PPR - Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles. PPR de Dingy-Saint-Clair. Service R.T.M.
- PPR - Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles de la commune de Dingy-Saint-Clair - Règlement. Service R.T.M.
- PPR - Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles de la commune de La Chapelle d'Abondance - Règlement. Service R.T.M.
- Zornette N., Nédellec J.L. et Vincent M. (2002) avec la collaboration de P. Le Strat – Démonstrateur du projet PACTES. Module « mouvements de terrain » – Cartographie de l'aléa « mouvements de terrain » dans le bassin versant de l'Hérault. BRGM/RP-51923-FR, 107 p., 47 fig., 7 ann.

INONDATIONS ET CRUES TORRENTIELLES

- Les Amis du Nant de Gillon et de son environnement - 1993. Etat du Nant de Gillon – De la confluence du Fier aux Marais Noirs (Epagny).
- Cabinet Montmasson - 2002. Etude Générale Assainissement et Eaux Pluviales. Commune d'Epagny.
- Cabinet Montmasson - 1997. Etude générale du Nant de Gillon. Diagnostic hydraulique. SIVM des Iles.
- CABINET MONTMASSON & SED HAUTE SAVOIE - 1997. Parc d'Activité « Altaïs ». Loi sur l'eau, article 10, Dossier de demande d'autorisation. Communes de Cran-Gevrier et de Chavanod.
- CABINET MONTMASSON - 1996. Dossier de demande de subvention – Bassin de retenue de Loverchy. Ville de Seynod.
- DDE, Service de Gestion Routière, Cellule Ouvrages d'Art - 1996. L'Effondrement de la piste cyclable à la Puya. Rapport.

- DDE, SEECL, Cellule Eau et Environnement, Archives (courriers et rapports divers).
Hydrétudes - 2003.Requalification du vallon du Fier. Diagnostic hydraulique –
Définition des aménagements hydrauliques. C2A. 29p.
- Hydrétudes - 2003. Expertise des débits de crue du Fier à la traversée de
l'agglomération annecienne. Note technique. C2A. 33p.
- Hydrétudes - 2000. Etude Générale du bassin versant du Viéran. Rapport de phase 2.
SIVM des Iles.
- Hydrétudes - 1994. Eaux Pluviales Commune d'Argonay– Rapport définitif. Commune
d'Argonay.
- Hydrétudes - 1994. Voie des Aravis, Etude des bassins Versants. Schéma Directeur
d'Assainissement. Document d'étape. Conseil Général de la Haute-Savoie.
- ONDE, H. et al. - 1986. Le lac d'Annecy. Société des amis du vieil Annecy. Annesci
n°26. Revue.
- Mougin, P. Les torrents de la Savoie., Société d'histoire naturelle de Savoie, Grenoble
- 1914.
- REYDET, C. L'eau dans la ville, le Thiou et ses canaux. Annecy et Cran-Gevrier.
Société des amis du vieil Annecy. Annesci n°34. Revue.
- RAYSSAC - 2002. Les inondations. Résumé de conférence. Archives municipales
d'Annecy.
- R.T.M.74. Archives du service départemental de la Haute-Savoie. Dossiers
Evènements et Travaux. Annecy.
- R.T.M.74 - 1993.Carte de localisation des phénomènes naturels sur la commune
d'Argonay.
- R.T.M.74 - 1988. Les risques naturels à Vovray au débouché du vallon de Sainte
Catherine. Rapport. 5p.
- R.T.M.74 - 1987. Document de reconnaissance des zones à risques naturels.
Commune d'Argonay.
- SA Gestion de l'Environnement - 2002. ZAC de Périaz et aménagements connexes.
Dossier d'instruction mixte à l'échelon local. Ville de Seynod.
- SA Gestion de l'Environnement - 2000. Etude d'impact - ZAC de Périaz.
- SA Gestion de l'Environnement&SED HAUTE SAVOIE - 1997. Parc d'activités d'Altais
– le ruisseau de l'Herbe. Diagnostic de l'état actuel. 21p. et annexes.
- SA Gestion de l'Environnement - 1995. Dossier Principal d'Impact – Extension de la
station d'épuration des eaux résiduaires. SIVM des Iles.

SA Gestion de l'Environnement - 1993. Chute de Chavaroche sur le Fier - Demande de concession. Etude d'impact sur l'environnement. E.D.F.

SGI - 1993. Etude du Fier dans l'Agglomération Annecienne - Diagnostic et étude des conditions d'écoulement, Phase A.140p.

SOGREAH - 1985. Création de retenues pour l'amortissement des crues. 25p.

SOGREAH - 1984. Etude des bassins versants de l'Isernon et de Loverchy.

SOGREAH - 1983. Etude Hydraulique Générale de la Fillière, Grenoble. D.D.A.F.74.

Ville d'Annecy - 1996. Plan du réseau séparatif d'eaux pluviales. Plan général au 1/5000e.

Ville d'Annecy - 1877. Lac d'Annecy : règlement des barrages régulateurs.

VILLE de CRAN GEVRIER & SED Haute Savoie - 1986. Aménagement du centre-ville. Déclaration d'Utilité Publique – Enquête préalable.

VILLE de CRAN GEVRIER & SED Haute Savoie - 1989. « Chorus » Aménagement du Thiou. Avant Projet Sommaire et dossier de plans.

Ville de SEYNOD - 2001. Plan général du réseau d'eaux pluviales de la commune de Seynod au 1/5000e.

Ville de SEYNOD - 1991. Régulation hydraulique des ruisseaux Loverchy – Isernon.

CARTES

Carte géologique de la France au 1/50000e - Feuille n°702 (Annecy-Ugine). Editions du BRGM -1992.

Carte géologique de la France au 1/50000e - Feuille n°678 (Annecy-Bonneville). Editions du BRGM - 1988.

Carte géologique de la France au 1/50000e - Feuille n°XXXIII-30 / 677 (Seyssel). Editions du BRGM - 1972.

Carte géologique de la France au 1/50000e - Feuille n°XXXIII-31 (Rumilly). Editions du BRGM - 1970.

Carte géologique de la France au 1/80000e - Feuille n°160B (Annecy). Editions du BRGM - 1963.

Carte topographique au 1/25000e TOP 25 n°3431 OT (Lac d'Annecy).IGN, Paris - 1996.

Carte topographique au 1/25000e TOP 25, n°3430 OT (Salève). IGN, Paris - 1996.

PERSONNES RENCONTREES (RTM)

Monsieur Marin (Services Techniques), Mairie de Seynod, le 31/03/2003.

Messieurs MICHAUD et MILLET, (Services Techniques), Annecy, le 23/04/2003.

Messieurs GENOUD (Services Techniques), Lafontaine(Elu) et Fournier(Elu) Mairie de Poisy, le 27/05/2003.

Monsieur GUERS (Service Urbanisme), Mairie de Meythet, le 02/06/2003.

Monsieur MAULET (Services Techniques), Mairie d'Epagny, le 10/06/2003.

Monsieur JOSSERAND (Services Techniques), Mairie de Pringy, le 19/06/2003.

Monsieur Pelletier (Services Techniques), Maire de Metz-Tessy, le 23/06/2003.

Monsieur Demolis (Services Techniques), Mairie d'Argonay, le 24/06/2003.

Monsieur Amaral (Services Techniques), Mairie d'Annecy-le-Vieux, le 15/07/2003.

Entretien téléphonique avec monsieur FRISE (Services Techniques), Mairie de Cran-Gevrier, le 11/07/2003.

Glossaire

- **Aléa :**
Événement menaçant ou probabilité d'occurrence d'un phénomène pouvant engendrer des dommages.

- **BCSF**
Bureau Central Sismologique Français. Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre de Strasbourg (EOST) - Centre National de la Recherche Scientifique - Institut National des Sciences de l'Univers. www.sismo.prd.fr

- **Cohérent (sol, roche, couche ou matériau)**
Propriété qui témoigne d'une liaison étroite (cohésion). Roche, sol ou formation consolidé.

- **Compétent (sol, roche, couche ou matériau)**
Propriété qui témoigne d'une plus grande aptitude à se rompre qu'à se déformer.

- **Croûte terrestre**
Couche supérieure de la surface de la Terre, d'une épaisseur d'environ 10 km sous les océans, de 70 km sous les chaînes de montagne et de 30 à 40 km sous les continents.

- **Essaim sismique**
Série de faibles séismes, dont aucun d'entre eux n'est identifié comme séisme principal, se produisant dans une période et sur une zone limitée.

- **Echelle MSK**
Echelle d'intensité des séismes, mise au point en 1964 par Medvedev, Sponheuer et Karnik.

Historiquement, en France, l'échelle la plus communément utilisée est l'échelle MSK (cf. glossaire). C'est la première échelle à prendre en compte la diversité des types d'ouvrages. La base de données de sismicité historique SisFrance gérée par le BRGM, en collaboration avec Electricité de France (EDF) et l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN) est toujours en échelle MSK.

En 1998, une nouvelle échelle « l'Echelle Macrosismique Européenne » EMS (Grünthal, 2001) prend en compte l'évolution récente des techniques de construction. Ainsi, depuis début 2000, les enquêtes macrosismiques du BCSF sont en échelle d'intensité EMS.

Degré I : Secousse non perceptible mais ressentie par les instruments

Degré II : Secousse à peine perceptible, ressentie par des personnes au repos et aux étages élevés de bâtiments.

Degré III : Secousse faible, ressentie de façon partielle ; balancement des objets suspendus

Degré IV : Secousse largement ressentie dans et hors les habitations, tremblement des objets

Degré V : Secousse forte, réveil des dormeurs, chutes d'objets, parfois de légères fissures dans les plâtres.

Degré VI : Frayeur de nombreuses personnes, légers dommages, parfois fissures dans les murs.

Degré VII : Dommages aux constructions, chutes de cheminées, larges lézardes dans les murs de nombreuses habitations.

Degré VIII : Destructions des bâtiments dégâts massifs de tous les types de constructions.

Degré IX : Dommages généralisés aux constructions, même de bonne qualité, chutes de monuments et de colonnes.

Degré X : Destruction générale des bâtiments

Degré XI : Catastrophe, toutes les constructions sont détruites.

Degré XII : Changement de paysage, vallées barrées, lits de rivières déplacés.

- [Epicentre](#)

Point, à la surface de la Terre, situé à la verticale du foyer.

- [Faille](#)

Zone de faiblesse de la croûte terrestre où les différentes couches de roches se rompent et glissent parallèlement à la surface de la fracture.

- [Faille active](#)

Une faille est dite active si les deux blocs qu'elle sépare sont déplacés l'un par rapport à l'autre durant les derniers 100 000 ans.

- [Faille sismogénique](#)

Une faille est dite sismogénique lorsque les contraintes accumulées au cours du temps par le mouvement relatif des deux blocs qu'elle sépare sont relâchées brutalement sous la forme d'un séisme. Par opposition, une faille asismique est caractérisée par un lent déplacement plus ou moins continu au cours du temps, appelé [fluage](#).

- [Formation](#)

Terrains possédant des caractères communs, et constituant un ensemble que l'on juge utile de distinguer ou ensemble de strates formant une unité lithologique à laquelle on associe généralement un nom de lieu.

- [Foyer \(ou hypocentre\)](#)

Point à l'intérieur de la Terre où commence la rupture et qui génère le premier mouvement du séisme.

- [Intensité](#)

Mesure des effets d'un séisme sur les hommes et/ou les structures en un lieu donné à la surface. L'intensité en un point dépend non seulement de la taille du séisme (magnitude) mais aussi de la distance au foyer, de la géologie locale et de la topographie. Il existe plusieurs échelles d'intensité.

- [Krigeage](#)

Méthode géostatistique d'estimation de valeurs locales en considérant l'organisation spatiale des variables étudiées. C'est une interpolation spatiale.

- [LDG/CEA](#)

Laboratoire de Détection et de Géophysique - Commissariat à l'Energie Atomique.
www-dase.cea.fr

- [Ligne isoséiste](#)

Ligne reliant les points de même intensité à la surface de la Terre. Il s'agit couramment de lignes entourant l'épicentre.

- [Limite de plaque](#)
Endroit où deux plaques tectoniques ou plus se rencontrent.
- [Macrosismicité](#)
Sismicité historique.
- [Magnitude](#)
Mesure de la force d'un séisme ou de son énergie libérée, déterminée à partir des enregistrements sur les sismographes. Il existe plusieurs échelles de magnitude.
- [Microsismicité](#)
Sismicité instrumentale.
- [Mur](#)
Surface inférieure d'une formation, ou bien les terrains situés immédiatement sous elle.
- [Ondes sismiques](#)
Ondes (élastiques) générées par un séisme et se propageant à l'intérieur de la Terre.
- [Plaque tectonique](#)
Grande structure géométrique qui compose la croûte terrestre. Les plaques tectoniques sont en continuel mouvement.
- [Précurseur](#)
Petit séisme qui précède de quelques secondes à quelques semaines un fort séisme. Le précurseur a lieu à l'emplacement ou à proximité du gros séisme.
- [Portance](#)
Capacité d'un sol à supporter une charge.
- [RéNaSS](#)
Réseau National de Surveillance Sismique. renass.u-strasbg.fr
- [Réplique](#)
Séisme qui suit un important séisme, dit principal, et qui a lieu à proximité ou sur le foyer de celui-ci. Généralement, les très forts séismes sont suivis par un grand nombre de répliques qui décroissent en fréquence et en énergie avec le temps. Elles peuvent se produire jusqu'à près d'un an après le choc principal.
- [Seiche](#)
Variation du niveau de l'eau près du littoral ou dans un lac.
- [Sismicité](#)
Distribution géographique des séismes en fonction du temps.
- [Sismogramme](#)
Enregistrement écrit d'un séisme.
- [Sismographe ou sismomètre](#)
Instrument qui enregistre les mouvements du sol, de la Terre.

- [Sismotectonique \(étude\)](#)

Etude ayant pour but de mettre en relation la sismicité, la géologie et les déformations récentes.

- [Source sismique](#)

Zone de la faille, dont la rupture et le glissement sont à l'origine du tremblement de terre.

- [Substratum](#)

Terme très général désignant ce sur quoi repose une formation géologique prise comme référence. On parle ainsi de substratum géologique, sismique ou géotechnique.

- [Toit](#)

Surface supérieure d'une formation, ou bien les terrains la surmontant immédiatement.



BRGM
SERVICE ARN
Unité Risques Sismiques / Unité Risques Mouvements de terrain
BP 6009 – 45060 Orléans cedex 2 – France – Tél. : 33 (0)2 38 64 34 34