PROGRAMME DE RECHERCHE 2004 DU POLE GRENOBLOIS D'ETUDE DES RISQUES



TORRENTS ET CHANTOURNES DU GRESIVAUDAN

LABORATOIRE D'ETUDE DES TRANSFERTS EN HYDROLOGIE ET ENVIRONNEMENT
CEMAGREF-ETNA

PHILIPPE BELLEUDY
ANNE DE BECDELIEVRE

VERSION 2 ; MARS 2006

Sommaire

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS 2
1.1. ZONE D'ETUDE 2
1.2. LES ALEAS 3
1.3. LA DEMANDE ET LES PREOCCUPATIONS 4
1.4. OBJECTIFS 5

2. UN TERRITOIRE EN MUTATION 6
2.1. FONCTIONNEMENT DES DIFFERENTS COMPOSANTS 6
2.2. RESULTATS : INVENTAIRE ET CARTOGRAPHIE 4

3. LA CRUE 5
3.1. MODELISATION 5
3.2. PREMIERE ANALYSE 5
3.3. COMMUNICATION, SOLLICITATIONS 7

4. PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS 7
4.1. PERSPECTIVES ET QUESTIONS SCIENTIFIQUES 7
4.2. QUESTIONS ET BESOINS DANS LE CADRE D'UNE POLITIQUE D'AMENAGEMENT 8

ANNEXE 1 : PRESENTATION DE LA COMMUNE DE VILLARD-BONNOT 9
LE CADRE GEOGRAPHIQUE 9
LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE 9
LES CONDITIONS CLIMATIQUES 9
LE CADRE GEOLOGIQUE 10
LE CONTEXTE ECONOMIQUE ET HUMAIN 10

ANNEXE 2 : LES BASSINS VERSANTS DE BELLEDONNE 11

SOURCES ET REFERENCES 13

Torrents et chantournes du Grésivaudan

Ce rapport est structuré de la façon suivante :

- le rappel du contexte, de la demande et la présentation des objectifs
- les résultats du travail préliminaire de collecte et d'analyse de la commune de Villard-Bonnot : une analyse des différents compartiments hydrologiques et la présentation de la base de données qui a été constituée.
- un ensemble de fiches descriptives en annexe

Il est accompagné du rapport complémentaire rédigé à la suite de la crue des 22 et 23 août à Domène.

1. Contexte et objectifs

1.1. zone d'étude

La zone d'étude est une portion de plaine alluviale de l'Isère en amont de Grenoble, comprise entre les reliefs de Belledonne et la voie-ferrée Grenoble-Chambéry, donc en rive gauche sur les communes de Tencin, La Pierre, Champ-près-Froges, Froges et Villard-Bonnot.

Cette zone est caractéristique des différentes questions posées sur le comportement hydrologique et hydraulique de sous bassins versants de plaine en urbanisation rapide.

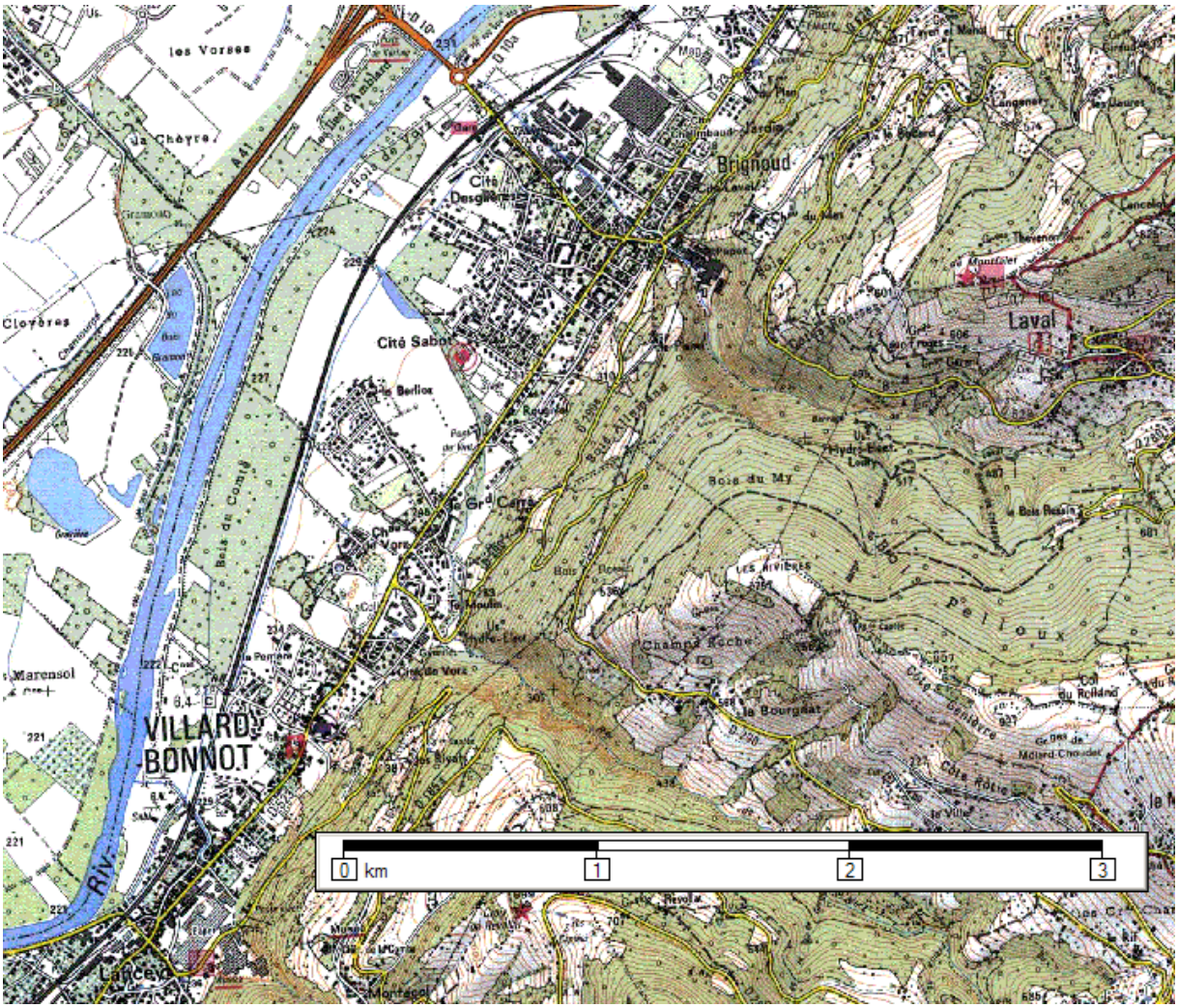
La plaine alluviale est bordée au sud-est par les coteaux de Belledonne et au nord-ouest par la voie ferrée (voir carte). Le système forme sensiblement une bande de terre rectangulaire d'environ 9 km de long sur 1 km de large.

Les torrents qui proviennent du versant sont chenalisés pour franchir perpendiculairement ce territoire et rejoindre soit la Chantourne, soit l'Isère au delà de la voie-ferrée. Le drainage des terrains et des ruissellements est assuré depuis la construction de la voie ferrée par la « chantourne » : un fossé qui longe la voie ferrée, franchit les torrents par des tronçons maçonnés ou busés, et rejoint l'Isère en aval sur la commune de Villard-Bonnot

Dans ce travail préliminaire, on se limitera au territoire de la commune de Villard-Bonnot, donc la partie aval de la zone d'étude. Ce territoire concentre les problèmes posés sur l'ensemble de la zone d'étude (et plus généralement en de nombreuses communes du département de l'Isère).

Cette zone d'étude a subi les inondations catastrophiques au mois d'août 2005 pendant le déroulement de la recherche.

figure : partie sud de la zone d'étude (extrémité aval)



1.2. les aléas

Du point de vue des inondations, ce territoire est soumis à trois d'aléas d'origine distincte :

- Les crues de l'Isère. Par rupture éventuelle des digues ou par remontée des eaux par les différentes connexions hydrauliques.
- Les crues des torrents. Ces crues se forment sur les versants de Belledonne. L'aléa provient d'une capacité limitée de ces torrents dans la traversée du territoire étudié.
- Les ruissellements et les infiltrations qui naissent des précipitations sur le territoire lui-même

Les crues de l'Isère ne sont qu'un des aléas qui menacent ce territoire ; c'est le plus grave en terme d'étendue et de conséquences . Les risques induits sont donc les plus couramment assimilés par les riverains et les politiques d'aménagement sur ce territoire. Les études et la concertation en cours par le SYMBHI pour la protection des zones urbanisées contre le risque qui résulte des crues de l'Isère ont pour effet indirect de masquer les risques inondations qui résultent des deux autres sources d'aléa [Belleudy et coll., rapport intermédiaire RiZéRiLi].

Le fonctionnement des différents composants vis a vis de ces aléas et une éventuelle concomitance sont détaillés au paragraphe 2.1

1.3. la demande et les préoccupations

Cette recherche a été définies pour initier une réponse aux préoccupations exprimées par le service RTM et le Syndicat Mixte du Schéma Directeur Région Urbaine Grenobloise SDAU lors d'une réunion tenue au Pôle le 10 mars 2004 et précisées lors d'une visite du site le 13 avril 2004 en en présence de représentants de la DDE, du service RTM et de l'AD.

Ces préoccupations s'expriment et se résument par les trois idées suivantes :

- **Un comportement incertain.** Les terrains agricoles ont été progressivement aménagés et urbanisés. Ce changement de caractère a entraîné en premier lieu un accroissement des ruissellements, une diminution de la capacité d'infiltration. Au fur et à mesure de cette urbanisation différents systèmes de drainage et d'évacuation des eaux pluviales et des ruissellements ont été superposés.
- **Des données peu fiables.** Surtout en ce qui concerne la caractérisation de l'aléa. Le réseau de mesure pluviométrique est insuffisant étant donné le caractère des bassins versants en amont de la zone d'étude (forte influence orographique sur la structure des pluies en particulier). La densité et la méthode de mesure ne sont pas adaptées (on le vérifiera a posteriori au lors des événements d'août 2005 ou on ne dispose que de cumuls journaliers de la pluie, bien imparfaits pour des bassins versant dont le temps de concentration est de l'ordre de 12h). Cette insuffisance se traduit aussi par des difficultés pour définir les événements de projet. Cette insuffisance connue de longue date par les ingénieurs des services gestionnaires et des bureaux d'étude qui cherchent à dimensionner les ouvrages au pied des versants dans l'agglomération grenobloise.
- **Une structure de décision morcelée.** Il n'y a pas de structure administrative compétente ni d'outil administratif efficace pour traiter efficacement les différentes questions relatives à un aménagement raisonné de cette zone, qui prendrait en particulier en considération des impacts relatifs au risque inondation.



photo 1 : commune de Froges. Urbanisation en contrebas du ruisseau des Adrets. La vulnérabilité de ces constructions récentes semble peu compatible avec la capacité du lit à évacuer les crues du torrent.

Ce dernier caractère se traduit de manière évidente sur le terrain, par exemple par les constats suivants (visite le 13 avril 2004).



photo 2 : torrent des Adrets, communes de Froges (RD) et de Villard-Bonnot (RG). Utilisation anarchique du lit du torrent.





photo 3 : torrent de Vorz, commune de Villard-Bonnot. La capacité du lit et la fragilité évidente de la digue semblent peu compatible avec les enjeux menacés par ce torrent (lotissement, centre de tri postal).

1.4. objectifs

Les objectifs initiaux de ce travail préliminaire étaient relativement ambitieux. Ces objectifs initiaux définissaient trois phases :

- Une instrumentation minimale d'une zone limitée pour initier une analyse du comportement hydrologique des différents composants, en particulier le rôle et la capacité respective des réseaux et du sol pour évacuer les surplus au moment de fortes pluies. Le suivi d'une saison devait permettre d'évaluer les options méthodologiques pour le diagnostic du milieu.
- La rédaction d'un cahier des charges et l'assistance pour la maîtrise d'œuvre d'un réseau de mesure et d'une étude d'ingénierie exhaustive sur le fonctionnement hydrologique.
- Ces deux premières phases déboucheraient de manière conditionnelle sur l'élaboration d'outils d'aide à la gestion et à la décision.

Cette demande a été réajustée à la demande du Pôle Grenoblois d'étude des risques. L'instrumentation a été abandonnée et ce travail préliminaire a été redéfini avec les objectifs suivants :

- un inventaire des données existantes, le rassemblement de ces données et la constitution d'une base de données ;
- plus généralement une action de contact et de sensibilisation des différents acteurs

Le travail réalisé est présenté par la suite en trois parties :

- Une analyse des différents compartiments et un diagnostic des données disponibles et de la structure institutionnelle.
- L'implication du projet au moment de la crue catastrophique survenue au cours de la recherche.
- Une ébauche de diagnostic et des pistes pour répondre aux différentes questions relatives



photo 4 : commune de Villard-Bonnot. La chantourne





photos 5 et 6 : commune de Villard-Bonnot. L'encombrement de la chantourne au passage de la voie ferrée et du ruisseau de Lancey n'est pas un exemple d'efficacité hydraulique.

au risque inondation dans le contexte plus global de gestion du territoire concerné.

2. Un territoire en mutation

Le bassin versant est divisé en deux entités dont le fonctionnement est très différent :

- Les versants amont de Belledonne. Ils ne font pas à proprement parler partie du territoire étudié mais les ruisseaux et torrents qu'ils nourrissent sont une composante majeure du fonctionnement de la plaine aval. Les différents bassins versants et les ruisseaux et torrents résultants sont décrits en annexe et résumés sur le tableau suivant :

tableau 1 : les bassins versants de Belledonne.

ruisseau	superficie	Q10	Q100	exutoire
Vortz	31.6 km²	17.5 m3/s	35 m3/s	Chenalisé vers l'Isère
t. de Laval	31.15 km²	20 m3/s	40 m3/s	Chenalisé vers l'Isère
combe de Lancey	16.4 km²	15 m3/s	30 m3/s	Chenalisé vers l'Isère
Bois Rossin	0.24 km²	0.57 m3/s	1.14 m3/s	busé vers la Chantourne
Dorgeval	0.24 km²	0.64 m3/s	1.28 m3/s	busé vers la Chantourne
Pépinière	0.20 km²	0.51 m3/s	1.02 m3/s	busé vers la Chantourne

- La plaine alluviale qui est bordée au sud-est par les coteaux de Belledonne et au nord-ouest par la voie ferrée. Le système forme sensiblement une bande de terre rectangulaire d'environ 9 km de long sur 1 km de large.

2.1. fonctionnement des différents composants

Le fonctionnement hydrologique est complexe. Il est le résultat du fonctionnement respectif de différents composants et de leur interactions. Ci-après une analyse de ces différents composants et de leur principales caractéristiques.

En regard de l'analyse actuelle, on trouvera la description faite par Raoul Blanchard en 1941 qui témoigne de l'évolution continue de cette zone *(en italiques ci-après)*.

2.1.1. le versant en amont : pluie et ruissellements

Caractéristiques physiques

Trois grandes parties citées pour mémoire : la montagne, le balcon, les ravins. Nous n'avons pas cherché à caractériser ces différents composants dans le cadre de ce travail.

Les pluies

Ce versant présente un contexte favorable à une distribution diversifiée des pluies, en particulier du fait de l'importance que peuvent avoir un effet orogénique et des effets micro-climatiques.

La taille des bassins versants et leur pente produiront des réponses relativement rapides. Le temps de concentration des bassins versants les plus importants ne dépasse pas la journée.

La connaissance des pluies ne correspond pas à ces caractéristiques (diversité, temps de réponse rapide). Le réseau de météo-france indique les stations suivantes qui seront caractéristiques des pluies sur ces bassins versants <http://climatheque.meteo.fr/okapi/accueil/okapiWeb/index.jsp> :

Nom	Type	Altitude (m NGF)
Le Versoud	1	220
Chamrousse	2	1730

Allevard	4	495
Fond-de-France	4	1082
La ferrière	4	930
Revel	4	630
Tencin	4	236
Theys	4	615
Les Adrets (Prapoutel)	4	1355
Le Touvet	5	240

Donc (à confirmer) seulement 2 pluviographes qui permettent un enregistrement de la pluie avec un pas de temps nécessaire (inférieur à 30 minutes) .

La qualité de ce réseau ne permet pas la caractérisation précise des apports pluviométriques pour un événement donné et l'établissement correct d'une statistique des pluies.

Les ingénieurs soulignent de manière récurrente la difficulté d'établir de manière précise les débits de projets des aménagements qui concernent les torrents qui convergent vers l'agglomération grenobloise (tous massifs concernés). Le tableau de l'annexe 1 (origine service RTM) rapporte les débits de projets établis par les différentes études d'ingénierie pour les ruisseaux et torrents de Belledonne.

Le ruissellement et les apports solides

Le Balcon de Belledonne subit depuis une trentaine d'années une transformation susceptible de modifier les ruissellements. Il s'agit notamment d'une urbanisation et d'un renforcement du réseau routier dont l'influence sur la formation des crues est encore mal connue. Cette transformation rend encore plus incertaine la caractérisation des débits de projet.

Nous n'avons pas cherché à recenser de manière exhaustive les données qui seraient disponibles pour la caractérisation des débits des torrents affluents, mais de telles données doivent être rares : vérifier par exemple d'éventuels suivis au niveau des ouvrages hydroélectriques et des prises d'eau. La réponse de bassins voisins pourra aussi être exploitée (station hydromtrique du Sonnant maintenue par l'ENSHMG, mesures eventuelles sur le Bréda, etc.)

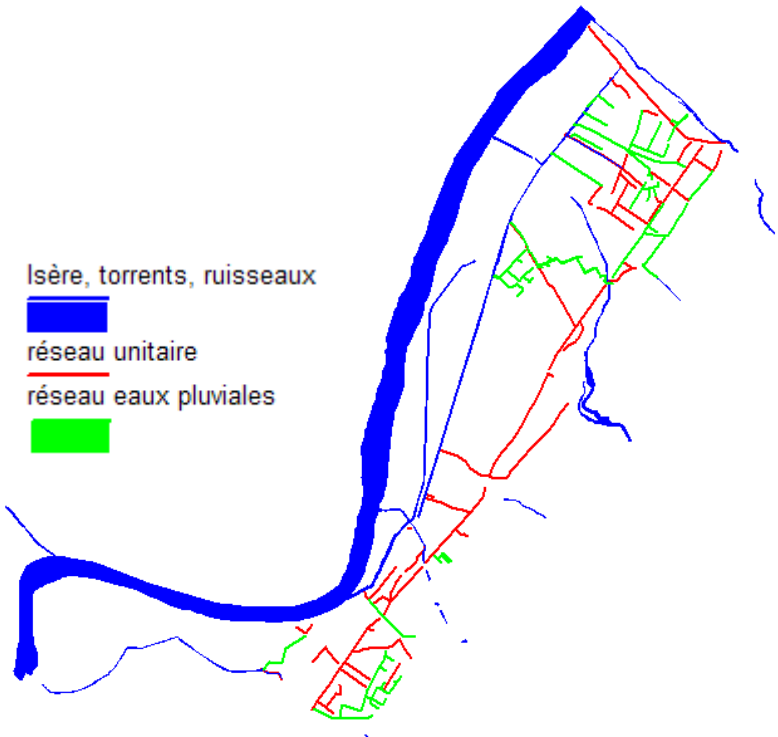
Les apports solides ont justifié la construction des plages de dépôt du Vorz (à la sortie des gorges et avant son franchissement de la voie-ferrée). Nous n'avons pas retrouvé de chronique des opération de curage de ces ouvrages.

2.1.2. les réseaux

Les ruisseaux qui se forment sur le versant proche et les ruissellements sur la plaine sont généralement conduits directement à la chantourne. Les ruissellements supplémentaires provoqués par les aménagements récents (toitures, chaussées) sont conduits vers des bassins d'infiltration.

Un réseau séparatif draine une partie des eaux usées de la commune.

Une partie des habitations (2,3% de la population communale, rapport EDACERE 2000) n'étaient pas raccordées à cette date à un réseau d'assainissement collectif ; les rejets se font par infiltration ou directement dans un ruisseau ou le réseau unitaire.



Le réseau unitaire a un linéaire d'environ 17 km. Les eaux sont rejetées dans la Chantourne ou les torrents. La figure ci-contre montre les différents réseaux de la commune de Villard-Bonnot.

2.1.3. L'infiltration

L'urbanisation a conduit à l'augmentation des surfaces imperméabilisées et drainées vers les réseaux (toitures, chaussées, parkings, etc.).

« … aussi, les maisons ont-elles débordé de Lancey vers Villard Bonnot au Nord, vers Pruney au Sud, en une sorte de marée qui noie les champs de citées et de jardinets. », Raoul Blanchard, 1941. Voir en annexe les principales caractéristique de la commune de Villard-Bonnot, dont une courbe d'évolution de la population durant le XXème siècle.

Trois bassins d'infiltrations ont été aménagés. Voir photos 7 et 8. Le principe de ces bassins est commun :

(a) Rétention des eaux collectées. La limitation de débit sortant est réalisée par une conduite en sortie dont le diamètre est moindre que celui de la conduite en entrée. *(Les volumes des différents bassins n'ont pas été relevés)*. (b) Infiltration naturelle. (c) Evacuation du trop plein vers la Chantourne.

Les infiltrations naturelles et le fonctionnement des bassins sont étroitement liées aux caractéristiques du sous-sol et à l'état de la nappe.



photo 7 :
bassin d'infiltration, quartier du Berlioz



photo 8 : le bassin d'infiltration à proximité de la mairie de Villard-Bonnot est inondé par suite du débordement du ruisseau de Lancey le 23 août 2005.

2.1.4. Les torrents canalisés directement vers l'Isère

Raoul Blanchard à propos de l'achèvement de l'endiguement de l'Isère (projet Cunit adopté en 1851 et achevé vers 1880) : *« … on ne put se résoudre à couper les boucles d'aval de peur de lâcher trop rapidement sur Grenoble les flots de crue, indulgence dangereuse qui devait précipiter l'engorgement de la rivière »*. Cet *« engorgement »* est une réaction normale de la rivière dont la pente s'atténue naturellement et que l'on limite la divagation latérale. L'aménagement de lits artificiels pour les torrents affluents les plus importants et le creusement des Chantournes font partie dès l'origine de l'aménagement des digues de l'Isère comme on peut le lire dans le Mémoire de l'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées chargé du service des études générales relatives à l'Isère (projet Cunit 1851 ?) : *« … l'endiguement seul* (…) *exige*(ait) *absolument, comme complément nécessaire pour une protection efficace, l'ouverture de canaux de dérivation. Ces canaux doivent, du reste, fonctionner aussi comme fossés d'assainissement, et pouvoir livrer un écoulement facile aux eaux pluviales et aux filtrations, dont la puissance sera nécessairement augmentée par l'accroissement même de la hauteur des crues au dessus du sol des deux rives.* (…) *Le plus souvent il sera convenable et économique de dériver, dans le même canal, deux ou plusieurs affluents, qui n'auront plus alors qu'une seule et même embouchure. Mais il importe beaucoup de laisser en dehors des canaux, tous les cours d'eau torrentiels qui, par leur dépôts abondants, auraient bientôt obstrué leur nouveau lit, et rendrait impossible l'écoulement régulier des eaux supérieures. Ces torrents devront être endigués eux-mêmes jusqu'à l'Isère, et maintenus entre*

des levées insubmersibles. Il sera souvent nécessaire de faire passer les canaux d'assainissement au-dessous du lit de ces torrents (…)».

Sur le territoire de la commune de Villard Bonnot, le ruisseau de Laval, le Vorz et le ruisseau de la Combe de Lancey sont ainsi canalisés vers l'Isère par un lit artificiel qui surplombe les terrains riverains. Ce lit a été aménagé ultérieurement pour franchir la voie ferrée.

La capacité correspond aux enjeux passés : il s'agissait de garantir le drainage et un usage agricole des terrains riverains. Cette capacité correspond sensiblement à un débit de crue de fréquence décennale. L'usage actuel de ces terrains, et en particulier la construction d'un habitat individuel, n'est pas compatible avec cette protection.

Des obstacles ont été aménagés sur ces torrents. Le lit est parfois couvert au débouché des gorges par des établissements industriels (papeteries à Brignoud sur le ruisseau des Adrets et à Lancey). Des ponts, dont le tirant d'air semble insuffisant, pourraient avoir un le rôle catastrophique dans le cas d'un embâcle de bois ou d'un dépôt sédimentaire excessif en crue.

On trouve aussi (sur le Vorz par exemple, à l'amont immédiat du CD 528 et en amont immédiat de la plage de dépôt aval) des seuils dont la justification n'a pas été retrouvée (protection des berges ? protection d'un ouvrage souterrain ?). Ces seuils maintiennent un lit élevé, donc une capacité d'écoulement limitée. En diminuant la pente, ils favorisent aussi l'engravement du lit en cas de forts apports sédimentaires.



photo 9 : passage souterrain de la Chantourne sous le Vorz

Les apports sédimentaires et les atterrissements éventuels constituent donc un facteur aggravant. Le comportement des différents ruisseaux au cours de la crue du mois d'août 2005 le démontrera. On rappelle pour mémoire les deux plages de dépôt aménagées sur le Vorz et déjà citées au § 2.1.1.

Du point de vue hydrologique, les relations des torrents avec le reste de la plaine se feront principalement en cas de débordement ou de rupture de digue qui forme le lit. Les eaux du torrent se déverseront dans ce cas directement dans les terrains en aval et seront évacués par les seules capacité de la Chantourne et des infiltrations.

2.1.5. la Chantourne

Les chantournes sont des fossés qui permettent de conduire vers l'Isère avec une pente plus faible les ruissellements et les petits ruisseaux des coteaux de Belledonne qui se trouvent déconnectés de l'Isère par les endiguements et l'engraissement du lit de l'Isère. Les chantournes permettent le drainage de la nappe et l'assainissement des terres agricoles. La « Grande Chantourne » draine les terrains de la rive gauche de l'Isère, entre le coteau et la voie ferrée sur une longueur approximative de 9 km. La commune de Villard Bonnot porte le tronçon aval de cette « Grande Chantourne » qui traverse successivement les lits surélevés des différents ruisseaux dans des sections busées (photo 9). A Lancey, elle franchit enfin successivement la voie ferrée et le ruisseau de la Combe de Lancey (photos 5 et 6, photo 10 au moment de la crue du mois d'août).

La Chantoune participe au drainage et à l'assainissement des terrains. Elle reçoit une partie des eaux usées des territoires rencontrés (l'eau y est saumâtre et nauséabonde, developpement de macrophytes). En cas de forte pluie et de ruissellement intenses, en cas de débordement des torrents perchés, c'est la Chantourne qui doit évacuer le surplus des eaux vers l'Isère.



photo 10 : brêche du ruisseau de Lancey, déversement dans la Chantourne (22 août 2005).

D'évidence, le fonctionnement de la Chantourne n'est pas satisfaisant : débouché incertain, qualité douteuse, capacité de drainage limitée, entretien.

2.1.6. l'Isère

Ses écoulements et son fonctionnement sont relativement découplés du système étudié. Les digues de l'Isère et la voie ferrée maintiennent une déconnexion relative des deux systèmes.

L'influence de l'Isère sur la zone d'étude se fait sentir :

- sur les connexions hydrauliques : (a) les torrents où cette influence est mineure du fait de la pente et de la distance entre la voie ferrée ; (b) la Chantourne où l'effet de remous est certainement plus important (à vérifier à partir d'un levé topographique de la ligne d'eau de la Chantourne.
- sur les niveaux de nappe au moment des crues : pour les crues courantes, relativement brêves, cette influence pour la zone d'étude (relativement éloignée du lit de l'Isère) devra être évaluée par un suivi au niveau des piézomètres et des puits.

On a constaté en particulier de nombreuses inondations par remontée de nappe au cours de la crue de printemps de mai 1999 (débit de majeurs presque décennaux, maintien des hautes eaux pendant plusieurs jours).

La préoccupation du risque inondation Isère, bien qu'il ne menace pas directement la zone d'étude, est certainement un élément majeur dans la méconnaissance des riverains, des gestionnaires et des décideurs du risque d'inondation sur la zone d'étude des torrents du versant.

2.1.7. la nappe

Raoul Blanchard signale en 1941 la montée de la nappe consécutive à l'exhaussement de la rivière *« …depuis une trentaine d'années (…) les Îles sont de nouveau menacées par les eaux d'infiltration. (…) On voit ainsi le marais (…) envahir les meilleures terres de la vallée »*. L'enfoncement du l'Isère à la fin du XXeme siècle a ensuite inversé cette tendance ; en basses eaux en du moins. Les impacts des aménagements du lit de l'Isère qui sont projetés par le SYMBHI devront être évalués.

L'aquifère a été étudié par JP. Bozonnet (1978), mais nous n'avons pas retrouvé de données précises en ce qui concerne la caractérisation des propriétés hydrodynamiques du sol. Dans le cadre du projet d'aménagement Romanche-Isère, EDF a posé des piézomètres en 1980. Ces piézomètres ont été abandonnés par la suite. La base de données positionne ces 11 piézomètres.

3 puits ont été identifiés : 21 rue du bac, 424 et 518, rue de la pépinère. Source dans la même rue au n°495.

Il n'y a pas de pompage agricole déclaré dans la zone d'étude.

Par ailleurs il conviendra de s'inquiéter d'éventuelles pollutions latentes de la nappe qui résultent du passé industriel de la zone en particulier au moment du démantèlement de certaines usines.

2.2. résultats : inventaire et cartographie

2.2.1. Objectif et méthode

Un travail d'inventaire, de collecte et de synthèse des données a été réalisé. Il concerne les données qui seraient nécessaire à l'analyse, la compréhension et la modélisation du comportement hydrologique de notre zone d'étude (le territoire de la commune de Villard-Bonnot compris en amont de la voie-ferrée (voir figure).

La collecte des données a été effectuée à partir de synthèses d'études réalisées sur la commune de Villard Bonnot. Ces synthèses ont été complétées par des relevés de terrain. Les données cadastrales et les données concernant l'assainissement et l'alimentation en eau potable ont été fournies par M. Ph.Vial des services techniques de la commune de Villard-Bonnot.

2.2.2. Contenu de la base de données

Les données recueillies ont été rassemblées sous la forme d'un ensemble de tables MapInfo.

2.2.3. Limites

De nombreux éléments résultent de l'importation MapInfo des fichiers AutoCad des services municipaux. La structuration des tables obtenues n'est pas optimale (réalisée par lelogiciel MapInfo et non par AutoCad). Le géo-référencement initial n'a pas été transposé vers le système Lambert III carto des autres documents.

La quantification de différents caractères (actuels et évolution) est insuffisante ou non achevée :

- population raccordée aux différents réseaux
- taux d'imperméabilisation : à l'aide des documents d'urbanismes, de photos aériennes, d'un relevé terrain.
- éléments descriptifs des cours d'eau : à rassembler quand ils existent, à relever impérativement

Cette quantification est nécessaire à la suite de l'analyse ou pour la mise en œuvre d'une modélisation hydrologique.

3. la crue

Il semblait oportun de profiter de la crise du 22-23 août 2005 pour affiner notre analyse sur les crues des torrents et pour nous mettre au service des services opérationnels. C'est ce que nous avons proposé au service RTM à la fin du mois d'août. Il nous a été confié les tâches suivantes :

- récolter le maximum d'éléments sur cette crue pour servir au retour d'expérience et enrichir la connaissance de ces crues ;
- proposer des éléments d'analyse sur les phénomènes.

Le travail réalisé est rapporté dans le mémoire rédigé par Anne de Becdelièvre, stagiaire du Master M1 TUE. Ce mémoire est joint à ce rapport de recherche. Il a donné lieu lui aussi à l'établissement d'une base de fichiers MapInfo.

Il convient de compléter le rapport par les élements qui suivent :

3.1. modélisation

L'essai de modélisation est très sommaire ici ; mais il démontre clairement plusieurs points :

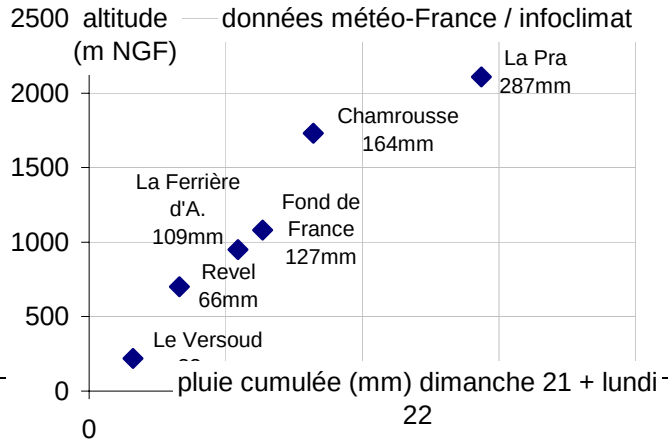
- Il n'y a pas et de blocage par l'aval. En corrolaire, on montre aussi qu'une situation de crue en Isère ne crée pas de conditions critiques dans le Domeynon.
- le débit maximum de la crue est estimé à Q=25 ± 3 m^3/s (?)
  Fr=0.77-1.01, V=2.4-3.5 m/s, dc=0.15m
- la marge d'erreur est relativement faible. Les hypothèses que nous avons faites sur l'épaisseur de dépôt et sur la rugosité et les calculs faits pour tester la sensibilité à ces paramètres permettent d'apprécier l'incertitude.

Ce type de calcul permet aussi de disposer d'éléments concrets pour l'appréciations des paramètres hydrodynamiques de l'écoulement (vitesse, contrainte d'entraînement) pour poursuivre l'analyse du fonctionnement sédimentologique. Par exemple en face du lotissement des Vernes, on calcule (mais sans le confirmer, une analyse plus complète est nécessaire !) que la vitesse d'écoulement était comprise entre 2.4 et 3.5 m/s et que cet écoulement peut charrier des sédiments dont le diamètre caractéristique est inférieur ou égal à 0.15 m.

3.2. première analyse

La répartition de précipitations est très hétérogène, avec en particulier une forte composante orographique. Voir la figure ci contre qui montre le cumul enregistré en 48h en fonction de l'altitude.

La trop faible densité des mesures de précipitations mais surtout la mauvaise qualité de la plupart de ces données (cumul journaliers incompatibles avec



les temps de réponse caractéristiques des bassins versants).

Le deuxième constat est celui du rôle majeur joué par les matières en transportées.

Le mécanisme du dépôt des matières solides à l'endroit où la pente de la rivière diminue est évident.

Le comportement respectif des trois BV illustre ce mécanisme.

- Le torrent du Vorz était a priori le plus vulnérable en particulier à cause d'un lit notoirement insuffisant et fragilisé. Le bon fonctionnement de la plage de dépôt a permis la rétention des matières solides en amont de la zone critique au moment de la pointe de crue. Le lit du Vorz était en limite de capacité ; cet ouvrage aurait été insuffisant pour une crue plus importante, consécutive par exemple à de fortes pluies sur le BV intermédiaire.
- Dans la Combe de Lancey les dépôts semblent avoir eu lieu à l'intérieur du passage souterrain qui s'est révélé insuffisant.
- Pour le Domeynon, le passage souterrain (usine et bourg) a été suffisant (pente et débitance) pour éviter un engravement trop fort et un embâcle. Les matériaux ont pu progresser plus en aval dans le chenal perché vers l'Isère . Les dépôts semble dûs initialement au remous hydraulique créé en amont d'une légère constriction de la section d'écoulement.

Le phasage des apports solides semble complexe. Deux exemples :

- Y a t'il eu une phase d'écoulement très chargée, éventuellement en charriage hyperconcentré ? La réponse a cette question est importante, en particulier pour apprécier les risques en relation avec l'état du bassin amont ; les mécanismes d'érosion et de dépôt dans le chenal ; pour mieux évaluer les apports à l'Isère aussi. La présence de sédiments très grossiers, posés sur des dépôts plus fins (photo 11) permet de le supposer.
- On a constaté de forts engravements dans la partie inférieure du cours du Vorz. Ces engravements ont justifié une intervention d'urgence sur le lit. Ces engravements se sont-ils produits au moment de la crue ? ou postérieurement avec deux hypothèses (a) par déplacement de matériaux déposés au moment de la crue dans la partie entre la page de dépôt et le CD 528 ? (b) au moment du curage de la plage de dépôt amont ?. (voir photos 12).



photo 11 : Domeynon, au droit du franchissement SNCF, dépôt en RG. Blocs pluridécimétriques posés sur un lit de galets ; tous ces sédiments ont été déposés pendant la crue.





photos 12 : Le Vorz, passerelle du lycée vue de l'amont (a) le 22 août à 20h48 pour un débit proche du maximum de la crue ; (b) le 23 août à 9h18 pour un débit bien moindre. Le tirant d'eau sensiblement identique montre que les dépots se sont produits à la décrue.

Cette crue constitue donc pour ces bassins versants un phénomène majeur mais qui n'est pas extrême si l'on considère seulement les débits de pointe. La présence d'un forte charge sédimentaire a certainement aggravée les conséquences ; elle est conséctive à des pluies plus exceptionnelles dans la partie haute des bassins en amont ; la qualité des données ne permet cependant pas de donner d'estimation précise d'un temps de retour moyen.

Une crue moins chargée mais avec un débit plus important aurait aussi été catastrophique ; mais probablement de manière différente selon les torrents : une démarche de réflexion et de mise au point d'aménagements définis sur ce seul épisode risquerait d'être trop particulière et ne garantirait pas leur efficacité pour d'autres types de crue.

3.3. communication, sollicitations

Cet événement confirme la réalité d'un aléa inondation distinct de celui provenant de la rivière Isère. Il sensibilise les riverains et les acteurs locaux à la nature particulière de ce risque. Il a « l'avantage » de rappeler de manière oportune la réalité du risque inondation en face des autres contraintes/objectifs de l'aménagement de ce territoire. Cette préoccupation est ravivée aussi au bénéfice de la protection contre le risque inondation de l'Isère.

Le LTHE (Philippe Belleudy) a été sollicité pour deux actions de communication :

- interview pour le Dauphiné Libéré (1er septembre 2005)
- participation au plateau débat (1h) de Télé-Grenoble en direct le 8 novembre 2005 à Domène.

Cette recherche a par ailleurs servi de support pour la rédaction du cahier des charges d'une étude du fonctionnement de l'ensemble Isère-chantournes-torrents en rive gauche, entre Tencin et Gières (maître d'ouvrage : Syndicat mixte pour l'élaboration et le suivi du schéma directeur de la région grenobloise).

Ces sollicitations prouvent notre implication dans le réseau des acteurs locaux du risque inondation.

4. perspectives et recommandations

Ce travail confirme et précise des interrogations scientifiques sur le fonctionnement hydrologique de la portion de bassin versant étudiée.

D'autre part, il met en évidence d'autres question relative à la mise en place d'une politique de protection contre le risque dans une problématique globale d'aménagement.

4.1. Perspectives et questions scientifiques

La question initiale reste pertinente : quel est le **fonctionnement hydrologique** de ce bassin versant de plaine. Nous avons progressé dans la réflexion sur les différents compartiments et sur les différents mécanismes des transferts hydrologiques ente ces compartiments. Nous avons rassemblé un ensemble de données. Elles sont incomplètes et nous confimons la nécessité de disposer d'un ensemble d'observations cohérentes pour caractériser les flux au moment d'un événement pluvieux.

L'événement survenu en août rappelle les interrogations de la communauté scientifique sur les mécanismes et la **caractéristion hydrologique dans les versants amont**. En particulier quel est le rôle de l'anthropisation et de la structuration de l'espace dans ces versants sur la production des ruissellements ? Comment peut réagir cet espace à une évolution des conditions climatiques ?

Dans ce domaine amont, les question portent aussi sur la production sédimentaire, la part des ruissellements, la part des mouvements de terrain, les interactions entre le torrent et ses rives.

Comment les matières solides arrachées au versant descendront en aval. Quelles sont les différentes phases au moment d'une crue ? Dans quelle mesure un tel événement a t'il modifié de manière durable les flux sédimentaires pour des événements plus ordinaires ? Comment le lit amont va t'il cicatriser et quelle est sa fragilité avant cette cicatrisation ?

Et bien entendu la nécessité absolue de disposer de mesure fiables et adaptées des pluies et des débits : pour la recherche ébauchée ci dessus mais aussi pour une meilleure prédétermination des débits de crue.

4.2. Questions et besoins dans le cadre d'une politique d'aménagement

Quelle structure de gestion du territoire ? Quels outils institutionnels et réglementaires pour faire aboutir les préoccupation relatives au risque dans une politique globale de gestion ?

Nous avons tenté de démontrer aussi la relation entre les différents compartiments, et en particulier la dépendance du bassin aval des conditions du bassin amont. Il est frappant de constater que cette dépendance fonctionne mal du point de vue administratif et institutionnel. Pour ces petits bassins versants contrastés, il semble que l'on ait sous estimé le retard de la mise en place d'une gestion à l'échelle du bassin qui pourrait passer par une structure d'intercommunalité adéquate.

Notre rapide implication dans les actions de communication à la suite des crues nous a permis de nous interroger sur la pertinence des actions de communication et de vulgarisation et du rôle majeur dans certains cas des moyens traditionnels, la presse locale en particulier.

annexe 1 : présentation de la commune de Villard-Bonnot

Source : RTM 38, août 2004, "Plan de prévention des risques naturels prévisibles - Commune de Villard-Bonnot »

Le cadre géographique

Située à 17km environ au nord est de la région Grenobloise, dans la vallée du Grésivaudan, la commune de Villard-Bonnot s'étend sur une surface de 586 hectares entre le torrent de Laval au nord et le ruisseau de la Lunette au sud, le bas des versants de Belledonne à l'Est et l'Isère à l'Ouest. C'est une commune allongée dans le sens Nord-Sud sur plus de 4 km.

Le territoire communal se caractérise par deux secteurs:

- Les versants assez raides (20 à 45% de pente) de la base des collines de Belledonne.
- Une bande étroite entre l'Isère et le pied du versant, réhaussé par les cônes de déjections des torrents du Vorz, de Laval et de la Combe de Lancey.

Le réseau hydrographique

La commune est bordée à l'ouest par l'Isère, exutoire de tous les autres axes d'écoulement. Parallèlement à cette rivière, de grands fossés, les chantournes, drainent la plaine. La principale provient de Tencin, coule à l'Est de la voie ferrée jusqu'à l'entrée de Lancey, puis elle passe à l'ouest, et rejoint l'Isère à l'aval de Lancey.

Une autre draîne le "Bois du Comte" et conflue avec la première au niveau du passage aérien de la Combe de Lancey.

La commune est traversée selon des axes est-ouest par:

- Trois gros torrents qui proviennent des hauts sommets de Belledonne et rejoignent l'Isère en passant par dessus la Chantourne principale
- Quelques ruisseaux qui ont des bassins versants réduits et se jettent dans la chantourne après des parcours majoritairement busés dans la plaine. Ces derniers servent aussi de réseaux pour les eaux pluviales urbaines.

Les conditions climatiques

Les mesures effectuées sur les deux postes pluviométriques du Versoud (220m d'altitude), situé au sud de Villard-Bonnot et de Tencin (235m d'altitude), situé au nord, permettent d'apprécier le régime de précipitation sur le secteur. Le cumul annuel moyen des précipitations à Tencin, calculé sur la période 1961-1990 est de 1079 mm. Ce sont les précipitations exceptionnelles qui jouent un rôle important dans l'apparition de nombreux phénomènes naturels.

Historique des fortes précipitations enregistrées sur les postes du Versoud et de Tencin:

Année	Poste	cumul 24h	cumul mensuel	cumul mensuel moyen
juin-91	Tencin	45,8 mm le 16/06/91	139 mm	101 mm
	Versoud	53 mm le 16/06/91	118,5 mm	?
nov-96	Tencin	62,6 mm le 29/11/96	299 mm	96 mm
	Versoud	49 mm le 25/11/96	263 mm	?

D'après les données des 4 stations pluviométriques (Tencin, le Versoud, Revel et Theys), la pluie décennale de 24h peut-être estimée à 84 mm. (Etude hydraulique du bassin versant des torrents de Ste Agnès, Juin 1998).

ps : on comparera ces valeurs au cumul des pluies en 48h au Versoud les 22 et 23 août 2005 : 32 mm.

Le cadre géologique

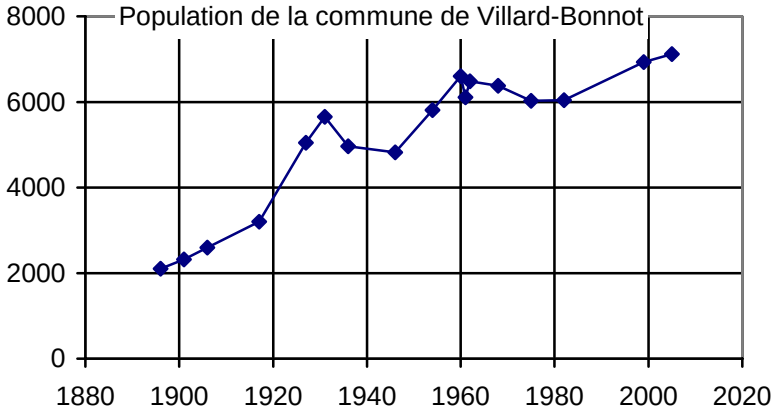
Le terrain communal se développe dans les terrains sédimentaires de l'ère secondaire recouverts localement par les terrains quaternaires. Deux familles de failles, d'orientation N30 et N90 recoupent ces roches qui ont un pendage global vers le Nord-Ouest, sensiblement conforme à la pente des versants.

Les formations géologiques rencontrées sont:

- Les roches sédimentaires du Secondaire avec les calcaires marneux de Bajocien qui forment les lignes des premiers reliefs dominant immédiatement la vallée. Leur altération en terrain très argileux et leur pendage conforme à la pente les rendent sensibles aux glissements superficiels.
- Les terrains du Quaternaire sont des dépôts issus de l'érosion et de l'altération des roches. On trouve des moraines, des cônes de déjection et des alluvions de la plaine de l'Isère.
- Les moraines, déposés par les glaciers, sont composées d'une matrice sablo-argileuse entourant de petits blocs de nature variée. Leur épaisseur varie de 0 à quelques mètres. Elles tapissent localement les versants et correspondent aux zones de faibles pentes (amont de Rougival, Grand Carré). La présence d'argile rend ces terrains sensibles au glissement de terrain et leur grande érodabilité peut alimenter des laves torrentielles et les coulées de boue.
- Les 3 cônes de déjection, constitués de matériaux granulaires, se sont déposés de façon irrégulières par les différentes crues des torrents. Le cône de déjéction du Vorz est le plus important sur la commune. Il s'étale sur 1.8 km entre les bourg de Brignoud et de Lancey et sur 800m de large du pied du versant jusqu'à la voie ferrée.
- Les alluvions de la plaine de l'isère sont constituées d'un mélange de sables fins noirâtres et vaseux, appelés "sablons", et de graviers. Les sablons ont des caractéristiques médiocres et sont compressibles. Leur présence au sein des graviers peut poser des problèmes de tassements différentiels lors des aménagements.

Le contexte économique et humain

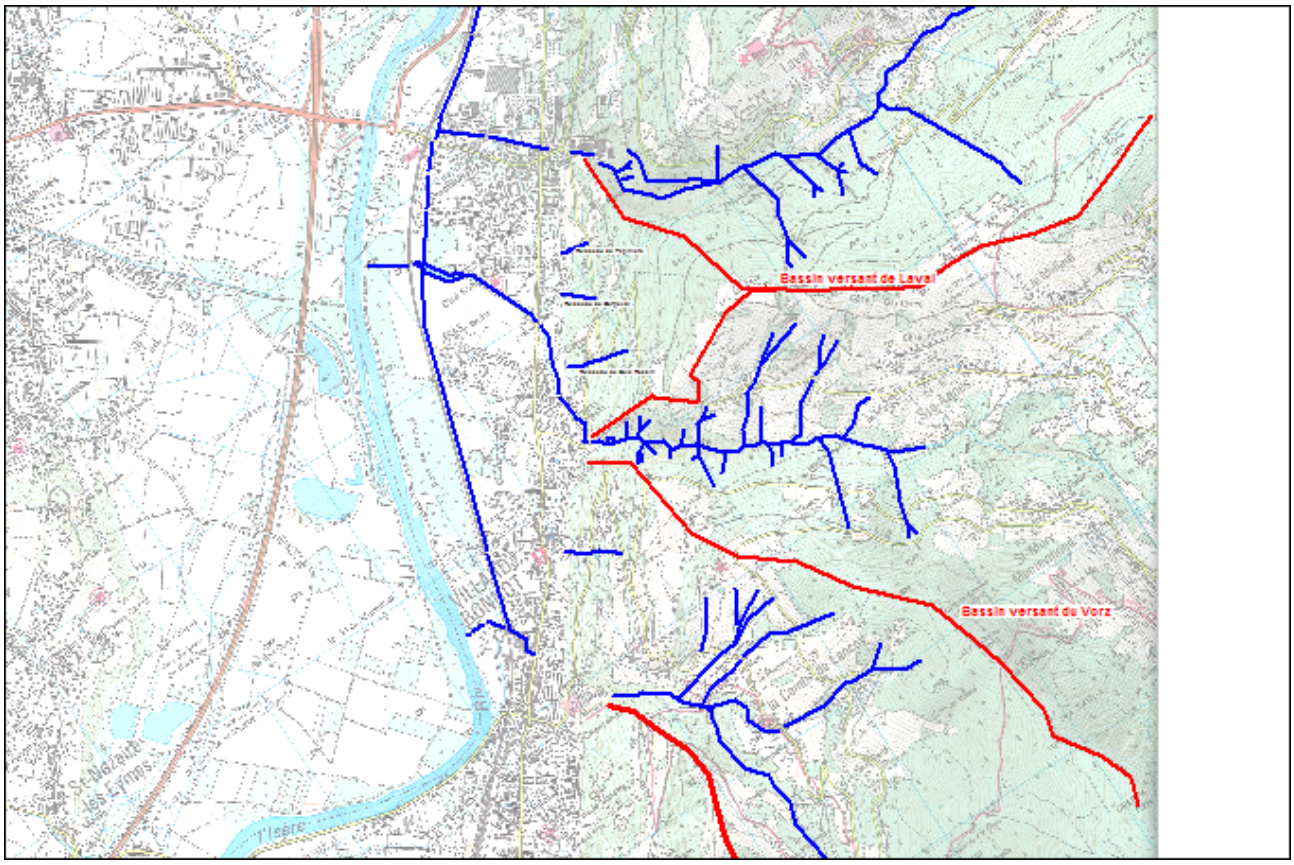
Le tableau ci-contre montre l'évolution démographique depuis le début du XIXème siècle jusqu'au dernier recensement en 1999



annexe 2 : les bassins versants de Belledonne

La carte ci dessous reprend les bassins versants et les torrents de le zone d'étude. Du Nord au Sud :

- le torrent de Laval,
- le trois ruisseaux de la Pépinière, de Dorgeval et de Bois Rossin
- le torrent du Vorz
- le ruisseau de Riverate
- le torrent de la Combe de Lancey



Le tableau ci-après compile les différentes estimations de débit pour ces bassisn versants et pour des bassins versants comparables dans Bellledonne. Les valeurs retenues par le RTM pour le PPRI sont reprises au chapitre 2

ruisseau	superficie (km2)	Q10	Q100	source
Domeynon	46.6 km²	30 m3/s		AlpGéorisque 94
Domeynon	46.6 km²	30 m3/s		SOGREAH 93-2000
Vortz	31.6 km²	17.5 m3/s	35 m3/s	RTM PPRI
Vortz	31.5 km²	25.3 m3/s		ERGH 98
Vortz	31.5 km²	21.3 m3/s		SOGREAH 91
t. de Laval	31.15 km²	20 m3/s	40 m3/s	RTM PPRI
t. de Laval	30 km²	20 m3/s		RTM 94
Sonnant	27 km²	16 m3/s		AD 93
Vortz	25 km²	17.5 m3/s		Sud Aménagement 96
bv du Salin	20 km²	14.6 m3/s		ERGH 96
t. des Ardrets	16.5 km²	13 m3/s		AlpGéorisque 96
t. des Ardrets	16.5 km²	13 m3/s		SOGREAH 91
combe de Lancey	16.4 km²	15 m3/s		ERGH 2000
combe de Lancey	16.4 km²	15 m3/s	30 m3/s	RTM PPRI
combe de Lancey	16.4 km²	13.6 m3/s		SOGREAH 91
t. de Goncelin	4.1 km²	4 m3/s		ETRM 2001
t. de Goncelin	4.1 km²	5 m3/s		RTM 93
t. du Versoud	3.5 km²	4 m3/s		geoplus 2004
t. d'Hurtières	3.1 km²	3.5 m3/s		RTM 93
Murianette	2.1 km²	2.5 m3/s		Cedrat 2001
Rivet	0.8 km²	1 m3/s		AlpGéorisque 94
Riverate	0.3 km²	0.6 m3/s		geoplus 2004
Dorgeval	0.24 km²	0.64 m3/s	1.28 m3/s	RTM PPRI
Bois Rossin	0.24 km²	0.57 m3/s	1.14 m3/s	RTM PPRI
Pépinière	0.20 km²	0.51 m3/s	1.02 m3/s	RTM PPRI

sources et références

Des éléments intéressants sur l'aménagement de la plaine de l'Isère au XIXème siècle et au début du XXème siècle seront trouvés dans :

- Blanchard, R. (1941). Les Alpes occidentales. Tome 2 : Les Cluses préalpines et le Sillon alpin., B. Arthaud.
- Cunit_(?). (1851). "Endiguement de l'Isère- Assainissement de la vallée du Graisivaudan entre la frontière de Savoie et la ville de Grenoble. Mémoire de l'ingénieur ordinaire des ponts et chaussées."

Fonctionnement morphologique du lit de l'Isère :

- Allain-Jégou, C. (2002). "Relations végétation-écoulement-transport solide dans le lit des rivières : étude de l'Isère dans le Grésivaudan," INPG.

Rapport de recherche sur la perception du risque inondation dans le Grésivaudan :

- Belleudy, P. et al., 2005. "RiZéRiLi, L'Isère endiguée dans le Grésivaudan. Du risque zéro à la rivière libérée : entre ces deux utopies, quelle attente sociale ? ", Synthèse de la première année dans le cadre du Programme de recherche Risques-Décision-Territoires, MEDD (Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable).

Eléments de morphologie fluviale pour comprendre le comportement des matériaux en charriage dans le lit des torrents :

- Couvert, B., Lefort, P., Peiry, J.-L., and Belleudy, P. (1999). La gestion des rivières - Transport solide et atterrissements - Guide méthodologique.

Hydrogéologie

- Bozonnet, J.-P. (1978). "Géologie de l'aménagement : étude géologique et géotechnique du moyen Grésivaudan (Isère)", thèse, Université de Grenoble.

Etudes

- Alpes_Géo_Risques. (2003). "Analyse des contraintes hydrauliques concernant le projet de stade d'athlétisme et de voie cyclable en rive droite du Vorz sur la commune de Villard Bonnot."
- Association_syndicale_des_digues_et_canaux_de_Tencin_à_Lancey. (1994). "Etude de l'évacuation des eaux pluviales par le canal Tencin-Lancey."
- EDACERE. (2000). "Schéma directeur d'assainissement, document de synthèse, zonage d'assainissement retenu."
- RTM_38. (1994). "Etude hydraulique du torrent de Laval."
- RTM_38. (en cours). "Plan de prévention des risques naturels prévisibles, commune de Froges, rapport de présentation."
- RTM_38. (en cours). "Plan de prévention des risques naturels prévisibles, commune de Villard-Bonnot, rapport de présentation."
- ERGH. (février 2002). "Etude des conditions d'évacuation des eaux pluviales au droit du versant de Bois Rossin et de Bois Allemand sur les communes de Sainte Agnès et de Villard-Bonnot."