



Etude géohistorique des crues torrentielles dans le bassin-versant du Malnant, Haute-Savoie

6 juillet 2016

Mémoire de Master 2 présenté par **Oriane VILLET**

Pour l'obtention d'un Master Géographie-Aménagement, spécialité « *Interface Nature et Société* »

Faculté des Lettres et Civilisations

Université Jean Moulin – Lyon III

Sous la direction de M. Dominique DUMAS

Professeur des Universités, Université Jean Moulin – Lyon III

Remerciements

Je remercie Mr Dominique Dumas, qui m'a suivie tout au long de ce travail. Mes remerciements vont ensuite à Mr Henri Rougier et Mr Robert Moutard, pour leurs précieux conseils et le temps qu'ils m'ont accordé malgré leurs emplois du temps bien chargés. Un remerciement spécial pour vous, Monsieur Moutard, qui m'avez guidée à plusieurs reprises sur le terrain.

Je voudrais également remercier les personnes qui m'ont aidée pour ce travail, et notamment laissée consulter à ma guise les documents d'archives : à Mr Pierre Bibollet, Maire de Thônes ainsi qu'à l'ensemble des personnes avec qui j'ai été en contact à la mairie ; à Mr Florent Charles et Mr Jérôme Lievois, du service RTM d'Annecy ; au personnel des Archives Départementales ; ainsi qu'à Mr. Florent Renard (pour les données météorologiques) : merci !

Sommaire

<i>Introduction</i>	5
Introduction au travail de recherche : cadres conceptuel, géographique et méthodologique	7
1. La géohistoire : définitions et applications	7
2. L'intérêt d'une approche géohistorique dans l'étude et la gestion des risques naturels	8
3. Présentation du terrain d'étude : le bassin-versant du Malnant	9
3.1. Description générale du bassin-versant	10
3.2. Caractéristiques géologiques	11
3.3. Aperçu des conditions météorologiques	12
3.4. Zoom sur le bassin de réception du Malnant.....	13
4. Cadre méthodologique	14
4.1. Présentation des sources d'informations	15
4.2. La collecte de données dans les sources d'informations textuelles	21
4.2.1. Méthodes de collecte d'informations et de consultation des documents concernant les crues du Malnant	21
4.2.2. Précautions d'utilisation des sources archivistiques et documentaires et limites de l'information historique	22
4.3. Méthode de reconstitution du paysage du bassin-versant entre 1948 et 2012.....	24
4.3.1. Géoréférencement des photographies aériennes anciennes	24
4.3.2. Détermination et vectorisation des éléments paysagers.....	24
Etude des phénomènes torrentiels dans le bassin-versant du Malnant et de leurs facteurs d'atténuation et d'exacerbation	26
1. Les crues dévastatrices du Malnant : restitution des catastrophes	26
1.1. La chronologie des crues « dévastatrices »	26
1.2. Quelle est l'intensité des crues dévastatrices du Malnant ?	34
1.2.1. Etapes de la classification.....	34
1.2.2. Résultats de la classification	36
2. Les « réponses multiformes » de la société face aux aléas.....	38
2.1. Des ouvrages de protection ponctuels au vaste projet de correction du torrent	38
2.2. Les travaux de Restauration des Terrains de Montagne	42
3. Les facteurs de déclenchement des crues torrentielles	46
3.1. Paramètres météorologiques : le rôle des précipitations	46
3.2. Caractéristiques du bassin-versant	53

3.3. Evolution du paysage dans le bassin-versant du Malnant.....	53
3.4. Influence anthropique.....	60
<i>Conclusion et perspectives</i>	62
Bibliographie.....	63
Table des figures.....	65

Indications de lecture :

L'orthographe des lieux mentionnés dans ce travail correspond à celle utilisée par l'IGN dans la carte topographique au 1/25 000^e « Lac d'Annecy », n°3431 OT de 2011.

Introduction

Dans la nuit du 8 au 9 septembre 2014, un violent orage s'abat sur le massif préalpin de la Tournette entraînant la mise en crue du torrent le Malnant qui traverse la vallée habitée dite de Montremont, à Thônes en Haute-Savoie. Face à la gravité de la situation, les autorités sont rapidement alertées, le plan de sauvegarde communal est déclenché et les occupants du camping du Tréjeux, situé à proximité du chenal, en aval de la vallée sont évacués.

Cette crue torrentielle-éclair, impressionnante en raison de sa violence, de sa soudaineté et de sa rapidité, a causé des dégâts importants sur les infrastructures de la vallée et provoqué des modifications profondes de la morphologie du cours d'eau, principalement en raison des grandes quantités de matériaux solides qui ont été mobilisées puis déposées au cours de l'évènement. Les conséquences de la crue ont été telles qu'elles ont engendré la réalisation de nombreux travaux d'urgence dans les zones sinistrées et justifié le déclenchement presque immédiat par la commune de Thônes d'une procédure de reconnaissance en catastrophe naturelle¹.

Suite à cet évènement, de nombreuses interrogations ont été formulées de la part des différents acteurs concernés : la commune, les services de l'Etat et en premier lieu les riverains. Ces interrogations ont motivé la municipalité à se lancer dans un vaste et coûteux projet visant à doter la commune d'un outil de gestion intégrée du Malnant à l'échelle de son bassin-versant. La réalisation de ce projet a commencé par la commande d'une étude hydraulique sur le torrent de la part de la commune auprès des bureaux d'études BURGEAP et ETRM². Cette étude se déroulant en deux phases doit permettre d'analyser le fonctionnement physique et hydraulique du torrent et servir à définir les objectifs et les modalités de gestion de ce torrent.

Cet évènement a également suscité une certaine consternation et de l'étonnement de la part des publics concernés en raison de la soudaineté et de l'ampleur de l'épisode de crue. Suite à la surprise que cet évènement a provoquée et aux réflexions qui en ont découlé, cet épisode de crue a été révélateur d'un besoin de connaissances supplémentaires sur le Malnant et son bassin-versant.

Ce travail de recherche souhaite s'inscrire dans le sillage des travaux déjà menés sur le bassin-versant du Malnant. Il cherche à répondre en partie au besoin de connaissances supplémentaires sur le Malnant et son bassin-versant.

A travers une approche géohistorique, il s'agira de reconstituer la chronologie des épisodes de crues violents du Malnant, et de les renseigner. Cette étape doit aider à acquérir une meilleure connaissance des évènements torrentiels qui se produisent dans ce bassin-versant, et donner des

¹ L'état de catastrophe naturelle a été reconnu par arrêté du 4 novembre 2014 (d'après le Bulletin municipal de Thônes, n°44, déc. 2014).

² BURGEAP, Grenoble (38) ; SARL ETRM « Eaux, Torrents et Rivières de Montagne », Les Chapelles (73).

éléments permettant de comprendre la dynamique torrentielle du cours d'eau. Les informations obtenues pourront être ensuite utilisées comme base, d'une part pour déterminer les facteurs aussi bien environnementaux que sociaux qui participent au déclenchement des phénomènes torrentiels, et d'autre part pour obtenir des informations sur le fonctionnement de ce torrent et de son bassin-versant.

Ce travail a pour objectif opérationnel de participer à la détermination des risques torrentiels dans ce bassin-versant, afin de mieux les prévenir. Plus globalement, il s'agit aussi participer à la gestion du Malnant.

Introduction au travail de recherche : cadres conceptuel, géographique et méthodologique

1. La géohistoire : définitions et applications

Le terme de « géohistoire », initialement inventé par Fernand Braudel en 1949³ pour désigner « *l'étude de la construction des espaces et des territoires sur la longue durée* » (Géode, 2016) recouvre aujourd'hui une diversité de courants issus de la géographie, mais aussi de disciplines voisines, qui prennent en considération l'espace, telles que l'archéologie, l'écologie ou encore l'aménagement du territoire. Chacune de ces disciplines a développé sa propre approche de la géohistoire, et par conséquent sa propre définition. En synthétisant ces définitions, on peut toutefois regrouper sous le terme d'*approche géohistorique*, les méthodes de recherche qui utilisent l'information historique comme première source de données afin de « *restituer la dynamique et la structuration des milieux sur le temps long* » (Jacob-Rousseau, 2009). La démarche géohistorique se fonde ainsi sur le principe que les environnements sont des éléments non pas statiques mais dynamiques. L'ajout d'une dimension de temps et de durée à leur étude doit permettre de révéler ces dynamiques. La géohistoire reconnaît en outre la coévolution entre les environnements et les sociétés. Elle permet ainsi par une rétrospective historique d'acquérir des connaissances sur l'évolution des environnements et sur leur gestion par les sociétés (Rivière-Honegger, *et al*, 2014 ; Antoine, 2010).

La mise en place d'une démarche géohistorique est finalement motivée par une volonté de restituer les états antérieurs d'un environnement afin d'en définir les évolutions et de mettre en évidence des « effets d'héritages » entre ses états antérieurs et actuels (Jacob-Rousseau, 2009 ; Martin, *et al*, 2015). En ce sens, l'approche géohistorique peut être utilisée dans de nombreux domaines d'étude du moment que l'objectif est d'utiliser des informations issues du passé pour comprendre un état actuel.

La géohistoire peut ainsi trouver un terrain d'application de ses méthodes dans la gestion des milieux et des territoires. Elle peut notamment permettre aux politiques de gestion de restituer le caractère dynamique des environnements en intégrant les notions de durée et de temporalité, qui la plupart du temps leur font défaut puisqu'elles prennent en compte un passé rarement supérieur aux 10 voire 30 dernières années (Géode, 2016). L'apport de la géohistoire permet ainsi concrètement que les scénarii prospectifs (des plans de gestion, par exemple) soient établis en prenant en compte l'évolution des milieux plutôt qu'un état de référence, dont la détermination reste subjective (Jacob-Rousseau, 2009).

Un autre domaine dans lequel la démarche géohistorique trouve une application concrète est l'étude et la gestion des risques naturels.

³ Braudel F (1949), *La Méditerranée et le monde méditerranéen à l'époque de Philippe II*, Paris, A. Colin, in Antoine (2009).

2. L'intérêt d'une approche géohistorique dans l'étude et la gestion des risques naturels

Depuis le milieu des années 1990, il est admis que la thématique des risques naturels se trouve à l'interface entre la « nature » et les sociétés, et qu'elle ne doit par conséquent pas seulement être abordée par l'angle des aléas. En ce sens, les risques naturels doivent être considérés, d'après la définition de J-M Antoine (2010, p. 12), comme « *un phénomène complexe résultant de la conjonction, dans un espace donné et à un moment donné, de processus biophysiques et [de facteurs sociaux]* ». Ces processus biophysiques sont à l'origine des aléas naturels, et bien que générés par les milieux eux-mêmes, ils peuvent être influencés positivement ou négativement, de manière imprévue ou volontaire par les pratiques sociales et l'utilisation des milieux. Les facteurs sociaux désignent de manière large tout ce qui provient de la société : des pratiques, des perceptions etc. S'ils peuvent être vecteurs de vulnérabilité », ces processus sociaux peuvent également agir sur sa réduction : que ce soit par des actions très concrètes (par exemple à travers les politiques de gestion), ou de façon psychologique car le risque peut être apprécié et perçu différemment en fonction de nombreux facteurs. La question de la vulnérabilité est en fait fortement attachée à l'idée que s'en font les sociétés.

Les risques naturels sont ainsi la somme de facteurs aussi bien biophysiques que sociaux. En conséquence, étudier et évaluer les risques naturels nécessitent de s'intéresser à ses composantes, autrement dit aux processus biophysiques et aux facteurs sociaux, ainsi qu'à leurs relations.

S'intéresser aux risques naturels, c'est aussi prendre en compte leur gestion. Si ce domaine est resté longtemps celui des ingénieurs, il est désormais largement abordé par la géographie et l'aménagement, notamment en ce qui concerne les risques naturels induits par les inondations ou les crues torrentielles. Dès les années 1980, la pratique en matière de gestion a pris en compte les événements du passé pour prévoir les catastrophes naturelles, notamment dans un objectif d'évaluation des événements de référence, utilisés ensuite, par exemples, pour le dimensionnement des ouvrages hydrauliques, la spatialisation des zones de danger ou encore l'élaboration de documents réglementaires (Antoine, 2010 ; Jacob-Rousseau, 2009). Le recours aux informations historiques se poursuit aujourd'hui, notamment dans le cadre de la prévention, qui est un des principes émergents de la gestion des risques.

En France, la politique de prévention des risques naturels est basée sur une adaptation de la société aux aléas naturels en vue de réduire leurs conséquences. Elle s'appuie sur sept piliers⁴ complémentaires comprenant notamment *la connaissance des aléas et des enjeux* et *l'éducation et l'information préventive des citoyens*. La détermination de ces deux piliers laisse une place importante au développement des approches géohistoriques. D'une part, elles apparaissent comme

4 Les cinq autres piliers de la politique de prévention française sont : la surveillance, la prévision, la vigilance et l'alerte ; la maîtrise de l'urbanisation et du bâti par la réglementation et les plans de prévention des risques ; la réduction de la vulnérabilité ; la protection ; la préparation aux situations d'urgence. D'après le site Internet du Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer (2016)

les outils les mieux adaptés pour apporter des connaissances sur les catastrophes naturelles (c'est-à-dire les aléas) et sur les enjeux (c'est-à-dire les sociétés). D'autre part, elles participent à la conservation (ou à la restauration) et à l'entretien de la mémoire des événements passés : en apportant des connaissances au sujet des catastrophes naturelles, elles permettent que la mémoire de ces événements soit transmise aux populations concernées (Guerrouah & Martin, 2007). Aujourd'hui, la transmission de la mémoire est devenue un enjeu important dans la gestion des risques. Les zones dites à risques, telles que les lits majeurs des cours d'eau ou les couloirs à avalanche, connaissent une urbanisation croissante et voient s'installer des populations allochtones, souvent urbaines, qui n'ont pas connaissance des aléas, et donc pas de culture du risque (Antoine, 2010 ; Guerrouah & Martin 2007). Ainsi, pour exemple, la loi du 30 juillet 2003⁵, relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages impose aux maires d'installer et de conserver les repères de crues (Le Lay & Honegger-Rivière, 2009 ; Antoine, 2010).

La conservation de la mémoire peut aussi être associée au principe de « *retour d'expérience* » (Ministère de l'Environnement, 2016), qui est aussi une composante importante de la prévention des risques en France. Elle doit permettre, « *à travers l'analyse détaillée d'un événement passé, de comprendre son déroulement et d'en tirer les enseignements utiles pour améliorer la gestion des risques correspondants et renforcer la chaîne de prévention* » (*idem*).

Dans le domaine de la gestion des risques naturels, l'approche géohistorique (et donc l'utilisation des informations historiques) permet d'acquérir des connaissances issues du passé pour mieux gérer les risques actuels. On comprend ainsi bien l'intérêt opérationnel de développer une telle approche. L'apport de connaissances qu'elle engendre, peut ensuite mener à la constitution de bases de données ou de cartographies des catastrophes naturelles et de leurs conséquences. Ces bases de données peuvent ensuite servir à une meilleure évaluation du danger encouru par les populations (Guerrouah & Martin, 2007) et aussi participer à l'acceptation de la part des populations concernées de mesures contraignantes pour prévenir de ces dangers (Antoine, *et al*, 2009).

3. Présentation du terrain d'étude : le bassin-versant du Malnant

Affluent de rive gauche du Fier, dont il est le principal contributeur en matériaux solides, le Malnant draine la vallée habitée dite de Montremont, située dans le secteur sud-ouest du massif préalpin des Bornes, sur le territoire de la commune de Thônes, en Haute-Savoie.

Le Malnant possède un nom évocateur, construit par la juxtaposition des termes « *mal* » que l'on peut comprendre par « *mauvais* » et « *nant* » qui désigne, en patois savoyard, un cours d'eau, un

⁵ Loi n° 2003-699, dite loi Bachelot

ruisseau ou un torrent⁶. Par son étymologie, le Malnant fait ainsi référence à un « *mauvais* » cours d'eau et par extension à un cours d'eau « *colérique* ». Ce nom reflète bien la réalité puisqu'il est connu dans la région où il coule pour ses crues virulentes et dévastatrices. Ces caractéristiques lui ont même valu d'être remarqué dès la fin du XIX^{ème} siècle par les ingénieurs de l'Administration des Eaux et Forêts, et d'être répertorié par P. Demontzey sous l'appellation « *grand torrent* »⁷ (Moutard, 1995).

3.1. Description générale du bassin-versant

Le Malnant draine un bassin-versant d'une surface plutôt modeste d'environ 16 km², pour une longueur de talweg d'environ 7 km. Il dispose néanmoins d'un réseau de drainage bien développé puisqu'il est alimenté en eau et en sédiments par une quarantaine de couloirs d'écoulements mixtes, servant aussi bien au passage des avalanches qu'à celui des écoulements liquides. Ces couloirs prennent principalement la forme de ravines, mais il peut aussi s'agir de très petits cours d'eau, tels que le Nant de Rogin et le Nant du Crêt, situés en rive gauche du Malnant.

Le bassin-versant du Malnant possède une orientation sud-nord (fig. 1). La partie méridionale forme ainsi la partie amont du bassin-versant, composée de deux alvéoles : une alvéole principale dans laquelle se trouve le bassin de réception du torrent, formé par le Cirque du Varo⁸, qui est adossé au massif de la Tournette (2351 mètres d'altitude ; point culminant du massif des Bornes) ; et une alvéole secondaire dans laquelle s'écoule le Nant des Nantets, le premier affluent de rive gauche du torrent. L'extrémité amont de cette alvéole est marquée par le col des Nantets (1426 mètres d'altitude), qui fait office de ligne de partage des eaux entre le bassin du Malnant et le lac d'Annecy (Moutard, 1995). La partie septentrionale du bassin-versant forme logiquement la partie aval du torrent où se trouve son cône de déjection et sa confluence avec le Fier (située à environ 1,5 km en aval du centre de Thônes).

En raison de la moyenne de ses dénivellations, le bassin-versant du Malnant appartient aux bassins-versants de moyenne montagne. Ses dénivellations s'étendent dans un axe sud-nord d'environ 2300 mètres depuis le sommet des parois du cirque du Varo à environ 600 mètres à sa confluence avec le Fier. Les bordures orientale et occidentale atteignent des altitudes moyennes de 1800 mètres ; elles sont marquées par quelques sommets reconnaissables, tels qu'à l'ouest la Pointe de Talamarche (1850 mètres) et le crêt Couturier (1551 m d'altitude) et à l'est, le col des Frêtes du Rosairy (1753 mètres) et le Rocher de Belchamp (1860 mètres).

⁶ Etymologie d'après le portail lexical en ligne du CNRL (Centre Nationale de Ressources Textuelles et Lexicales), en 2016.

⁷ Demontzey P. (1894), *L'extinction des torrents en France par le reboisement* (tableau n°6, p. 98-99), in Moutard, 1995.

⁸ Le terme « *varo* » se rapproche de « *véroces* » et « *varoces* », qui en langue vernaculaire désigne les aulnes verts (Moutard, 2014).

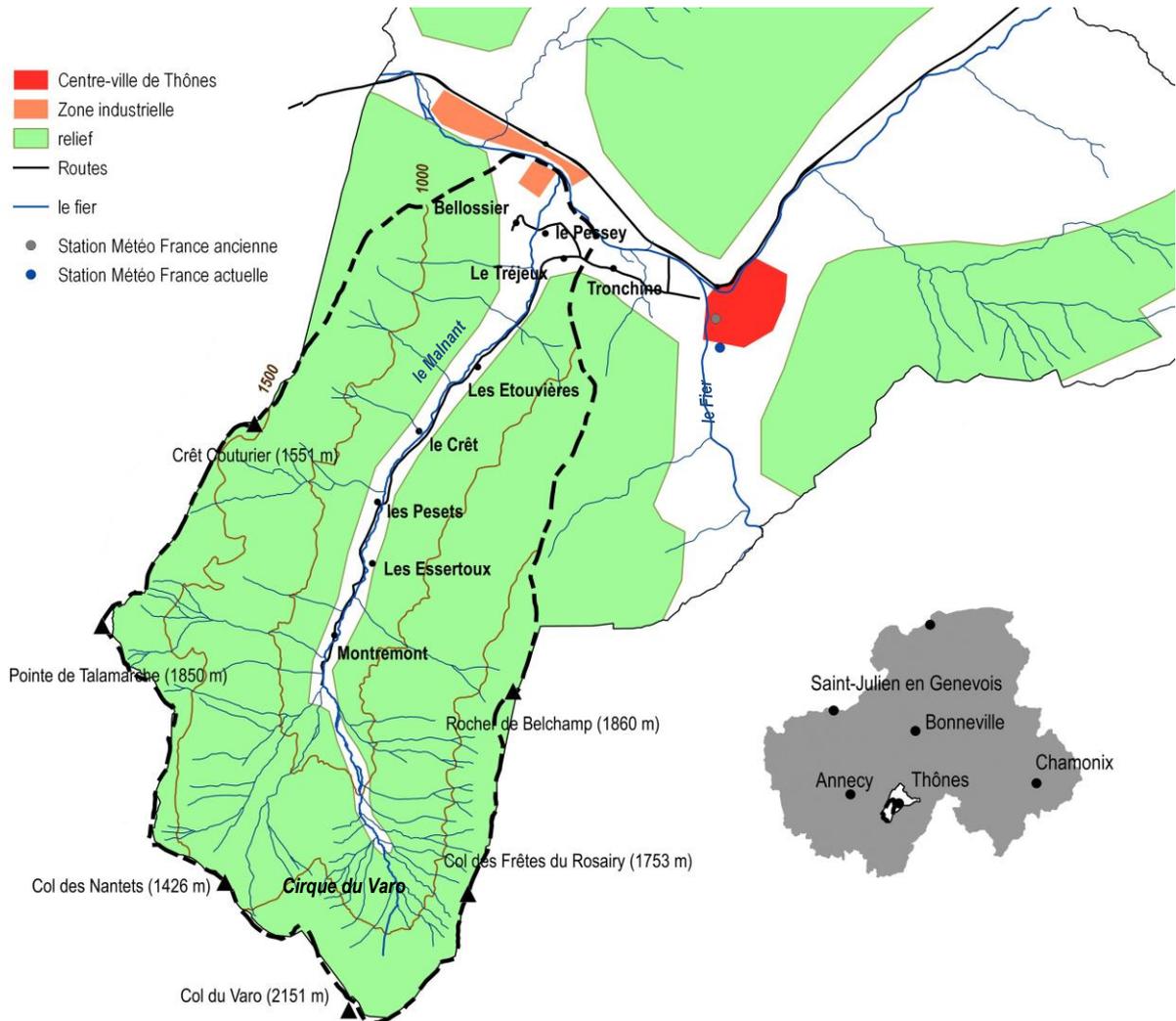


Figure 1. Carte de localisation du bassin-versant du Malnant

Lecture : le bassin-versant est orienté vers le nord, l'échelle est au 1 : 40 000^e.

3.2. Caractéristiques géologiques

La vallée dans laquelle coule le Malnant possède une structure géomorphologique simple. Il s'agit d'une combe anticlinale, située dans un ancien pli déversé à voûte de calcaire urgonien travaillé par la tectonique alpine, et qui a été excavée dans des marnes et marno-calcaires (Moutard, 2014, 1995 ; Marston, et al, 2003).

La vallée est composée de deux couches géologiques principales : l'Hauterivien et le Barrémien-Aptien inférieur. La couche géologique de l'Hauterivien est composée majoritairement de marnes et marno-calcaires dont la puissance est estimée entre 500 et 600 mètres. Elle est dominée par des abrupts de calcaire à faciès urgonien du Barrémien-Aptien inférieur dont la puissance est de l'ordre de 150 à 200 mètres. Les parois blanches aux pentes très fortes voire verticales qui forment le Cirque du Varo et donc le bassin de réception du Malnant sont caractéristiques du faciès urgonien.

La carte géologique d'Annecy-Ugine (1992) mentionne également la présence dans le talweg de moraines supérieures wurmiennes, « *constituées de blocs et de cailloux hétérométriques noyés dans une matrice sablo-argileuse* » (*idem*, p.39). Il s'agirait principalement d'une moraine de fond d'épaisseur plutôt faible de l'ordre métrique ou pluri-métrique. Selon R. Moutard (2015), l'existence de ces moraines est plausible, car corroborée par l'existence de traces géomorphologiques⁹ laissant supposer « [*l']existence passée de glaciers locaux, [qui ont] fonctionné à l'époque finiwürmienne et connu sans doute des avatars sous forme atténuée durant le Petit-Age de Glace* » (p.2).

De nombreux cônes d'éboulis actifs sont également observables dans le cirque du Varo au pied des parois calcaires du bassin de réception, mais aussi sur certains versants escarpés et au pied de quelques pentes raides le long du talweg (Doudoux, *et al*, 1992). Ces formations détritiques sont constituées de matériaux hétérométriques allant du gravier au bloc de plusieurs tonnes. Elles témoignent de la friabilité du matériel lithologique de la vallée. En 2003, R. Marston, *et al* ont effectué une datation au carbone de débris de bois récupérés dans ces éboulis. D'après les résultats, ces cônes ont pour origine les inondations et les avalanches de neige produites entre le XIV^{ème} et le XIX^{ème} siècle, en période de forte activité torrentielle dans les Alpes.

3.3. Aperçu des conditions météorologiques

La vallée de Montremont ne dispose pas d'appareil de mesures météorologiques, de fait, nous ne disposons pas de données précises la concernant. La station Météo France la plus proche se situe néanmoins dans le centre-ville de Thônes (fig. 1), et permet de donner une idée générale des conditions climatiques de cette vallée.

La région de Thônes est ainsi arrosée par des précipitations moyennes mensuelles d'environ 150 mm. Toutefois, cette moyenne mensuelle calculée pour la période de 1932 à 2015 occulte une importante hétérogénéité des précipitations enregistrées au cours de cette période, puisque 50 % des précipitations moyennes mensuelles enregistrées étaient comprises entre 85 et 200 mm. Cette hétérogénéité ne s'explique pas par une irrégularité saisonnière marquée ; les pics de précipitations peuvent s'expliquer, selon R. Moutard (1995) par le fait que la station Météo France, si située dans un couloir où aucun obstacle orographique n'intercepte les vents d'ouest vecteurs des principales précipitations.

Dans le bassin-versant du Malnant, les précipitations ont pour principales origines les pluies océaniques venant de l'ouest du bassin-versant ainsi que l'influence orographique de la chaîne des Aravis à l'est (Marston, *et al* 2003). Les caractéristiques de la vallée précédemment décrites (orientation plein nord, étroitesse et encaissement entre des sommets de moyenne altitude) permettent de déduire « *des conditions météorologiques plutôt rudes en hiver notamment en*

⁹ Parmi les traces géomorphologiques laissées par des glaciers locaux, on trouve par exemple la présence en nombre de blocs erratiques de plusieurs dizaines de tonnes dans l'ensemble de la vallée de Montremont (Moutard, 2015).

raison du faible ensoleillement qui favorisent le développement d'un milieu dans lequel les processus liés au froid, tels que la gélifraction, peuvent intervenir » (Moutard, 1995).

3.4. Zoom sur le bassin de réception du Malnant

Les dimensions impressionnantes du bassin de réception du Malnant justifient qu'on s'y arrête un instant.

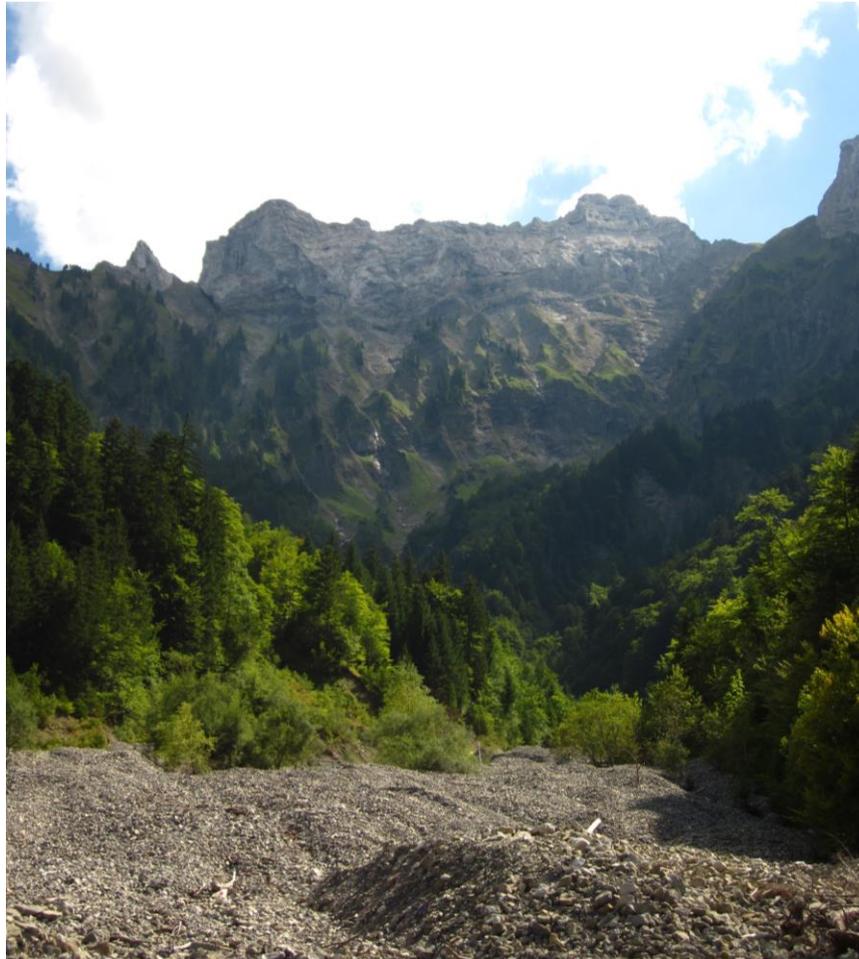


Figure 2. Vue sur le bassin de réception du Malnant, le 14 août 2015

A l'instar du reste de la vallée, il est composé des deux couches géologiques de l'Hauterivien, constituant sa partie inférieure, et du Barrémien-Aptien, constituant sa partie supérieure. La partie supérieure de ce bassin de réception est facilement reconnaissable à ses parois de calcaire à faciès urgonien quasi-verticales et de couleur blanchâtre datant du Barrémien-Aptien. Cette partie abrite un important et complexe réseau karstique, qui est sujet à de fortes variations inter-saisonnières de débits. Il capte une partie significative des précipitations liquides qui tombent dans le bassin de réception, qui n'est restituée au torrent que de manière différée (Moutard, 2014). Face au Cirque du Varo, on peut deviner à certaines périodes de l'année l'existence d'un tel réseau grâce à ses exurgences formant des cascades remarquables dans le paysage. Ses multiples exutoires constituent les sources du Malnant (Moutard, 2014). La partie inférieure de ce bassin de réception,

formée de la couche géologique de l'Hauterivien, est tout aussi remarquable en raison des nombreux ravins élémentaires à très fortes pentes, disposés en éventail, qui strient un gigantesque cône d'éboulis. Il est formé de matériaux détritiques dont l'épaisseur a été estimée par R. Moutard (2015, p. 2) par rapport à la profondeur des ravins, à « *au moins 10 mètres, [et] pouvant aller jusqu'à 20 voire 25 mètres sur plusieurs dizaines d'hectares* ». Ces matériaux proviennent « *des multiples dérochoirs et couloirs à avalanches qui lacèrent les rochers du Varo et les rochers des tours¹⁰* » (Moutard, 1995) et constituent la principale zone de stockage de matériaux solides disponibles pour le torrent. A cet endroit, les talwegs ne sont pas végétalisés, ce qui indique que les processus de ravinement et d'érosion qui contribuent à l'approvisionnement sédimentaire du chenal sont encore très actifs. Certains d'entre eux sont occupés par de gros blocs (de plusieurs tonnes), dont l'aspect soit très émoussé, soit très anguleux laisse imaginer une différence d'origine : - glaciaire pour les blocs émoussés, - locale (effondrement de blocs) pour les blocs anguleux (Moutard, 2015). Les interfluves sont pour la plupart recouverts d'une maigre végétation dont la composition évolue avec l'altitude : du bas vers le haut se succèdent quelques conifères mêlés à des aulnes verts, des espèces buissonnantes, puis un tapis herbacé (Moutard, 2014). Les photographies de ces interfluves (fig. 2) montrent un « découpage » de leur surface témoignant de l'érosion récente de leurs versants. La très forte déclivité des ravins favorise le transfert immédiat du ruissellement dans le chenal principal du torrent, et rend les masses de matériaux stockées facilement mobilisables en cas d'évènement météorologique intense.

En raison de sa géomorphologie, de ses caractéristiques climatiques, ainsi que des processus intenses qui s'y produisent, le bassin-versant du Malnant présente un terrain d'étude d'un grand intérêt.

4. Cadre méthodologique

Cette deuxième partie a pour objectif de présenter l'ensemble des éléments matériels et méthodologiques qui ont conduit à recenser et renseigner les crues dévastatrices du Malnant, et inventorier les différents aménagements du bassin-versant. Les informations qui ont servi à l'obtention des résultats sont principalement issues de l'exploitation de sources archivistiques et documentaires (et bibliographiques) ; des journées d'observations sur le terrain d'étude ont également alimenté le travail de recherche.

Tout d'abord, il s'agira de décrire les différentes sources qui ont permis l'acquisition d'informations, puis de présenter les méthodes de collecte des données et de traitement des informations textuelles, et enfin, de présenter la méthodologie suivie pour le travail de SIG qui a conduit à créer les cartes d'occupation du sol dans le bassin-versant du Malnant (fig. 16, 17 et 18).

¹⁰ Les rochers du Varo et les rochers des Tours sont les noms donnés aux sommets des parois à faciès urgonien du Cirque du Varo.

4.1. Présentation des sources d'informations

Au cours du travail de recherche, de nombreuses sources d'informations ont été consultées sans pour autant qu'elles se soient révélées toutes utiles à l'acquisition de renseignements. Ici, ne sont détaillés que les documents contenant des informations qui ont été utiles à ce mémoire.

Les différentes sources archivistiques et documentaires utilisées se présentent sous la forme de documents administratifs ou techniques, d'articles de presse, de documents photographiques et cartographiques dématérialisés et de données statistiques. Ils sont tous issus de documents, archivés ou non, provenant d'administrations publiques ou semi-publiques, de la presse locale et régionale et d'entreprises privées. Ils s'étalent sur une période allant du milieu du XIX^{ème} siècle à 2015, avec toutefois quelques lacunes.

Les documents administratifs et techniques consultés proviennent des différents services publics actuels ou anciens intéressés à la gestion de l'eau et du risque (services technique et administratif de la Mairie de Thônes, Office National des Forêts, service de Restauration des Terrains de Montagne (RTM), administrations des Ponts et Chaussées et des Eaux et Forêts). Ils ont été consultés principalement dans les services auxquels ils se rattachent. Certains documents produits par les administrations des Eaux et Forêts et des Ponts et Chaussées ont été consultés au service RTM de Haute-Savoie à Annecy, d'autres aux Archives Départementales de Haute-Savoie, à Annecy. En ce qui concerne les documents administratifs, il s'agit uniquement des délibérations du Conseil Municipal de Thônes. Ces documents, dont l'intégralité depuis 1899 a été consultée, contiennent de nombreuses informations sur la vie de la commune. S'ils ne font pas état directement des évènements naturels produits, tous les travaux effectués dans le bassin-versant du Malnant sur autorisation des municipalités successives ou par leur volonté y sont consignés. Les documents techniques désignent les documents témoignant de la préparation ou de la réalisation d'un projet ou d'une étude. Il peut s'agir de documents divers tels que des rapports, une étude hydraulique, un inventaire des travaux à effectuer dans le cadre du reboisement, des cartes de correction du torrent, des devis de travaux, etc. Ces documents techniques ont apporté des informations sur les différents travaux de correction du Malnant, y compris sur les travaux de reboisement effectués dans son bassin-versant, et notamment dans son bassin de réception. Certains documents techniques étaient aussi accompagnés de photographies (anciennes) illustrant les travaux en cours. Le service RTM¹¹ d'Annecy conserve ainsi un fonds de photographies anciennes du bassin-versant du Malnant, prises notamment à l'époque des premiers travaux de restauration des terrains de montagne.

Les articles de presse constituent dans ce travail de recherche une source d'information majeure. Ils sont issus de quatre journaux : *l'Essor Savoyard*, le *Dauphiné Libéré*, *l'Industriel Savoisien* et le *Journal de la Vallée de Thônes* ; et des bulletins municipaux édités par la commune de Thônes. L'ensemble des parutions des quatre journaux cités ainsi que des bulletins communaux (jusqu'en

¹¹ Service RTM : service de Restauration des Terrains de Montagne.

2008) a été consulté aux Archives Départementales de Haute-Savoie à Annecy. Les bulletins communaux plus récents (à partir de 2008) ont été consultés à la Mairie de Thônes. Le *Dauphiné Libéré* et *L'Essor Savoyard* sont des journaux d'informations généralistes qui paraissent respectivement à un rythme quotidien depuis 1945 et à un rythme hebdomadaire depuis 1951. Ils traitent de l'actualité à l'échelle régionale et possèdent chacun une déclinaison locale¹² contenant plusieurs pages dédiées aux évènements marquants de l'actualité locale. Ils y sont relatés de manière plus ou moins détaillée selon leur degré d'importance. *L'Industriel Savoisien* est un journal hebdomadaire, paru entre 1853 et 1944. Il est principalement dédié au commerce et à l'agriculture, bien que ses colonnes se fassent aussi l'écho de l'actualité du secteur d'Annecy. Celle-ci y est relatée de façon plus ou moins détaillée selon son importance. Le *Journal de la Vallée de Thônes* est aussi un journal hebdomadaire, paru entre 1913 et 1939, mais dont la parution a été interrompue entre 1915 et 1921. Il traite principalement du commerce, de l'industrie, de l'agriculture et du tourisme, mais diffuse également l'actualité locale pour les vallées de Thônes, du Borne et de Serraval. Son ancrage très local en fait une source documentaire particulièrement riche et détaillée. Les bulletins municipaux de Thônes paraissent de manière discontinue depuis 1966. Ils traitent naturellement de l'actualité de la commune en apportant des informations très diverses (nous concernant : aussi bien sur les épisodes de crues et les travaux effectués dans le bassin-versant du Malnant) et en règle général détaillées. Les informations contenues dans ces journaux ont notamment joué un rôle dans le recensement des épisodes de crues et leur renseignement : ils ont ainsi permis de compléter la chronologie déjà préexistante des crues du Malnant et d'obtenir des informations sur les travaux effectués ainsi que les projets d'aménagement dans le bassin-versant du Malnant. Par ailleurs, en raison de leur ancrage territorial local (voire très local), ces documents de presse ont aussi été utiles pour obtenir des informations sur le contexte économique, social et politique de la vallée de Thônes, particulièrement durant les périodes qui ne nous sont pas contemporaines (jusque dans les années 2000).

¹² La déclinaison locale du *Dauphiné Libéré* est le *Dauphiné Libéré*, éd. Annecy-Rumilly ; *L'Essor Savoyard* est déjà la déclinaison locale annécienne et chambérienne du *Messager*.

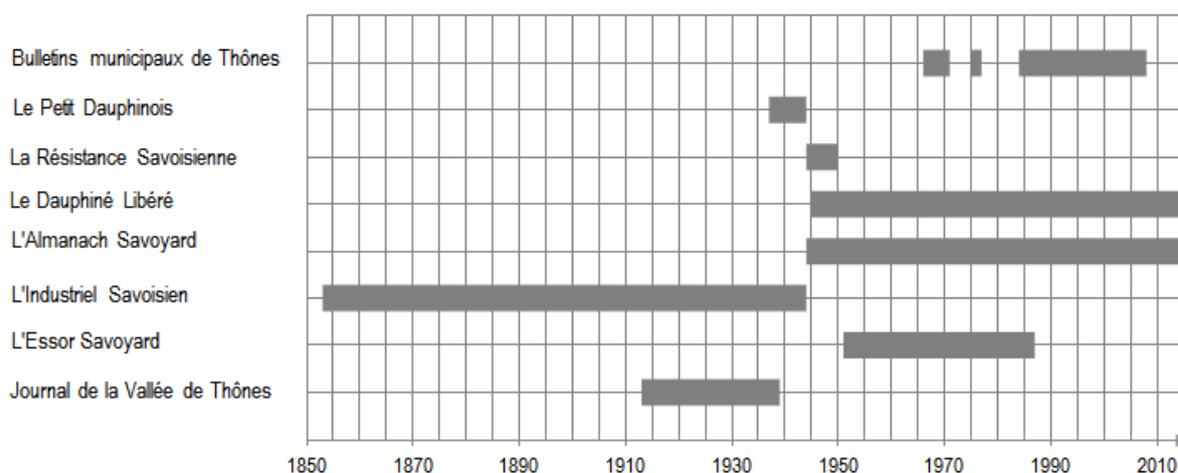


Figure 3. Périodes de parution des principaux journaux d'informations locales

Concernant les données statistiques obtenues, il s'agit de données météorologiques, issues de la station Météo France de Thônes (fig. 1) et de données démographiques issues des feuilles et registres de recensement de la commune de Thônes (disponibles en Mairie ou aux Archives Départementales) ainsi que des articles parus dans le *Journal de la Vallée de Thônes*. Les données météorologiques rendent compte des précipitations moyennes mensuelles de janvier 1932 à décembre 2015¹³. Ces données apportent d'une part des éléments de contexte à cette étude en donnant, pour les données démographiques, une idée du contexte social dans le bassin-versant du Malnant, et pour les données météorologiques, une estimation quantifiée des conditions climatiques dans le territoire autour de Thônes. Ces dernières données ont servi de base pour évaluer le rôle du facteur météorologique dans le déclenchement des crues dévastatrices du Malnant.

Les documents photographiques et cartographiques dématérialisés comprennent un ensemble de données aux formats matriciel (raster) ou vectoriel (vecteurs) qui a servi à la création d'une base de données géographiques sur l'occupation du sol dans le bassin-versant du Malnant à différentes dates (1948, 1978 et 2012), ainsi qu'à la réalisation de l'ensemble des cartes illustrant ce mémoire. Occasionnellement, ils ont pu également être utilisés comme sources documentaires. Il s'agit de données topographiques (Scan25 et BD Topo), de plans cadastraux (extraits de la mappe sarde de 1730¹⁴ et cadastre français de 1925¹⁵ ; cadastre actuel (BD Parcellaire), 2008) et de photographies aériennes du bassin-versant entre 1948 et 2012 (photographies anciennes et orthophotos). Ces données proviennent essentiellement de l'Institut National de l'Information Géographique et

¹³ Données pluviométriques disponibles entre janvier 1932 et mars 2015, avec une interruption de janvier à mai 1944.

¹⁴ La mappe sarde est une cartographie du parcellaire de la paroisse de Thônes, réalisée en 1730, sur demande de l'administration du Royaume de Piémont-Sardaigne.

¹⁵ D'après la notice explicative des Archives Départementales relative aux cadastres (2016).

Forestière (IGN), exception faite pour les extraits de la mappe sarde et du cadastre français qui sont issus du fonds cartographique des Archives Départementales de Haute-Savoie.

Il est important de noter que la qualité, la précision et la disponibilité des documents pouvant contenir des informations intéressantes à notre étude sont très variables d'une source à une autre, d'une période temporelle à une autre, et d'un lieu de conservation à un autre. On peut ainsi observer, que les documents les plus récents sont généralement les plus précis : vraisemblablement parce qu'ils contiennent souvent plus d'informations et parce qu'ils sont mieux conservés (il existe peu de lacune, et plusieurs documents peuvent traiter du même sujet). On peut également remarquer que certaines périodes temporelles sont plutôt pauvres en documents d'archives. Par exemple on ne trouve que très peu de traces des documents produits au moment des deux guerres mondiales - perdus ou détruits en raison des circonstances. On peut aussi constater que les documents provenant d'anciens services de l'Etat ayant aujourd'hui disparu ne font pas systématiquement l'objet d'une conservation rigoureuse. Ainsi ils possèdent souvent des lacunes ou sont très difficiles à consulter et à trouver : soit parce que des documents ont été égarés, oubliés voire détruits par les services ayant pris la relève, soit parce qu'ils ont été versés récemment aux Archives Départementales et n'ont pas encore été répertoriés ou classés.

Les tableaux, ci-après, font la synthèse de l'ensemble des documents qui ont été utiles aux résultats de ce mémoire. Le premier tableau résume les sources d'informations archivistiques et documentaires qui ont contribué au travail de recherche historique, tandis que le second tableau condense les sources d'informations dématérialisées qui ont servi au travail de cartographie.

Type de document	Titre du document ou du corpus de documents	Auteur(s)	Date ou période des documents	Lieu de consultation	Commentaire
Documents administratifs	Registres de délibérations du Conseil Municipal de Thônes	Marie de Thônes	1899 - 2016	Mairie de Thônes	Pas de lacune
Document technique	Plan de gestion du Malnant – phases 1 et 2	ETRM (SARL ETRM, « Eaux, Torrents et Rivières de Montagne »)	Octobre 2015 (phase 1) Janvier 2016 (phase 2)	Mairie de Thônes	Consultation des documents provisoires
Document technique	Rapport du sur la crue du 30/03/2015	Service RTM (Florent Charles)	31/03/2015	Mairie de Thônes	
Documents techniques	Service hydraulique - Travaux de protection des riverains	Ponts et Chaussées (74)	1817 - 1852 (?)	Archives Départementales (74)	
Documents techniques	Service hydraulique - Bassin du Fier	Ponts et Chaussées (74)		Archives Départementales (74)	Affaires diverses sur le Fier (défense des rivières, endiguements, curages, extraction de matériaux, flottage)
Documents techniques	<i>Dossier sur les travaux de reboisement dans le périmètre du Fier, section de Thônes</i>	Administration des Eaux et Forêts		Service RTM (74)	Ensemble de documents non classés mais traitant des travaux RTM dans le bassin-versant du Malnant
Documents techniques	<i>Dossier sur les travaux de correction du Malnant</i>	Administration des Ponts et Chaussées, ONF, service RTM	1884 - 1951	Service RTM (74)	Ensemble de documents traitant des travaux de correction du Malnant, traités par le service RTM
Photographies anciennes	Photographies du bassin-versant du Malnant	Administration des Eaux et Forêts de Haute-Savoie	1901 - 1908	Service RTM (74)	Photographies du bassin-versant prises par P. Mougin et M. Bernard, notamment au moment des travaux RTM
Presse	<i>Bulletins municipaux de Thônes</i>	Mairie de Thônes	1966 – 1971 1975 – 1977 1984 – 2008	Archives Départementales (74) Mairie de Thônes	Parution annuelle entre 1966 et 1971, irrégulière entre 1975 et 1977, puis annuelle depuis 1984 et bisannuelle depuis les années 1990. Avant 1975 : <i>Thônes et ses vallées</i> (éd. Thônes) ; Avant 1984 : <i>Journal de la vallée de Thônes</i> (éd. Thônes)
Presse	<i>Dauphiné Libéré</i>		1945 – <i>en cours</i>	Archives Départementales (74)	Edition de Rumilly-Anancy Parution quotidienne depuis 1945 et depuis 2004 pour l'éd. d'Anancy
Presse	<i>Essor Savoyard (L')</i>		1951 – <i>en cours</i>	Archives Départementales (74)	Parution hebdomadaire. Journal du commerce, de l'agriculture, de l'industrie et du tourisme
Presse	<i>Industriel Savoisien (L')</i>		1853 – 1944	Archives Départementales (74)	Edition d'Anancy Parution hebdomadaire
Presse	<i>Journal de la vallée de Thônes</i>		1911 – 1914 1922 – 1939	Archives Départementales (74)	Edition de Thônes Parution hebdomadaire

Figure 4. Tableau récapitulatif des sources d'informations utilisées dans le travail de recherche historique

Nom du document	Date bassin-versant correspondant	Date de réalisation du document	Auteur	Origine	Echelle - Résolution	Nature du document	Géoréférencement	Commentaire
Photographies aériennes anciennes	1948 1978	25/08/1948 23/09/1978	IGN	Téléchargement de puis Géoportail	Env. 1 : 33 000 Env. 1 : 30 000	Raster	Oriane Villet	
Cadastre français	1925	1925	Administration française	Archives Départementales (74) (version numérisée)	1 : 2 000 <i>(1 : 4000 pour le feuillet représentant le bassin de réception du Malnant)</i>	Raster	Oriane Villet	Sections H (Montremont) , I (Bellossier) et J (Tronchine)
Mappe sarde	1730	1730	Administration du royaume de Piémont-Sardaigne	Archives Départementales (74) (version numérisée)	1 : 2400	Raster	-	Cadastre complet
Orthophotos (BD ORTHO 74)	2012	2012	IGN	Cartothèque (Lyon 2)	1 : 5 000	Raster	IGN	
Carte topographique (Scan25)	2012	2012	IGN	Cartothèque (Lyon 2)	1 : 25 000	Raster	IGN	
BD Parcellaire (74) (= cadastre actuel)	2008	2008	IGN	Cartothèque (Lyon 2)		Vecteur	-	Utilisation de la couche géographique « Parcelle » de cette base de données, correspondant au cadastre actuel
BD Topo (74) (hydrographie et bâti)	2011	2011	IGN	Cartothèque (Lyon 2)	du 1 : 5 000 au 1 : 50 000	Vecteur	-	Utilisation de la couche géographique « Hydrographie » de cette base de données,

Figure 5. Tableau récapitulatif des sources photographiques et cartographiques dématérialisées utilisées pour le travail de cartographie.

4.2. La collecte de données dans les sources d'informations textuelles

4.2.1. Méthodes de collecte d'informations et de consultation des documents concernant les crues du Malnant

Le recensement et le renseignement des épisodes de crues violentes sur le Malnant passent par un travail de recherche historique. La collecte d'informations à partir de documents anciens est, à *priori*, plutôt de la compétence des historiens, spécialistes de la mémoire. De ce fait nous sommes inspiré de la méthodologie de collecte de données développée par J.M Antoine (2010) dans le cadre de ses travaux de recherches sur l'histoire et les dynamiques environnementales dans les Pyrénées et les Andes, et plus largement par le laboratoire GEODE (GEOgraphie De l'Environnement, Université Toulouse 2).

1) *Identification des évènements*

Il s'agit de repérer des indices concernant la survenue d'un épisode de crue dans les différentes sources d'informations. Cette étape nécessite de lire attentivement les documents et de les interpréter. Certaines sources peuvent en effet ne pas faire mention clairement de la survenue d'un évènement. Celle-ci peut néanmoins être déduite par les détails présents dans le document, puis par un recoupement de données. Dans notre cas, certains textes ne font ainsi jamais référence à la survenue d'une crue, mais relatent au moyen d'une périphrase que, par exemple, des débordements se sont produits à tel endroit et à telle date. En confrontant cette information avec d'autres documents, de différente ou de même source, on peut arriver à confirmer la survenue de ladite crue par un document qui en fait explicitement la mention.

Pour citer un exemple précis : la délibération du conseil municipal de Thônes n°275 du 17/05/1931 fait mention « *d'un projet pour la reconstruction d'un pont et d'une partie de chemin emportés par les crues du Malnant l'année [précédant la date de la délibération]* ». Ce document nous indique implicitement qu'une crue s'est produite en 1930 ; cela nous donne une piste de recherche pour l'étape suivante.

2) *Chronologie des évènements*

Il s'agit d'établir la date et l'ordre dans lequel se sont produits les évènements. C'est donc l'occasion de confirmer ou d'infirmer les informations précédemment trouvées, et aussi, éventuellement, de contrôler les informations déjà en possession pour éviter que des erreurs ne se perpétuent.

3) *Localisation de l'évènement*

Cette étape consiste à renseigner dans l'espace « le point de départ » et le « point d'arrivée » d'un évènement et si possible sa diffusion spatiale, en cherchant le maximum de précisions. Mis à part dans certains documents techniques, la plupart des sources d'information donnent assez peu de détail sur la localisation des aléas.

4) *Impact des phénomènes*

Il s'agit là d'acquérir des informations concernant les victimes, les dégâts et les perturbations occasionnés par les évènements recensés. Dans notre cas, ces informations ont été utilisées pour évaluer l'intensité de ces évènements.

5) *Contexte des évènements*

Il s'agit ici de renseigner dans quelles conditions hydrométéorologiques se sont produits les évènements et qu'elle en est la cause. Les informations obtenues pourront ensuite apporter une aide à l'évaluation de l'aléa. Par exemple : s'agissait-il d'un évènement isolé ou au contraire s'est-il produit dans toute la région ?

Cette méthode de collecte d'informations est présentée par étapes pour en faciliter l'exposé. En réalité, certaines d'entre elles peuvent être effectuées simultanément, de manière à rendre la recherche plus efficace mais aussi plus rapide, et en évitant notamment de consulter plusieurs fois les mêmes documents. Ainsi, pour reconstituer l'évènementiel des crues du Malnant, la recherche d'informations s'est d'abord axée, en suivant le schéma d'un entonnoir, sur les documents les plus à même de faire mention de ces évènements. Ce sont donc d'abord les documents de presse qui ont été dépouillés, en privilégiant dans un premier temps les journaux d'informations très locales, puis en s'élargissant aux journaux d'informations régionales à parution hebdomadaire, pour enfin finir par les journaux d'informations régionales à parution journalière. Les consultations des premiers journaux ont permis de compléter la chronologie déjà préexistante des crues du Malnant (en précisant les dates notamment) tout en apportant des détails concernant ces évènements, qui ont été ensuite enrichis par la consultation de numéros ciblés des journaux suivants. Pour finir, la consultation de documents administratifs et techniques a permis de compléter le renseignement des épisodes de crues.

4.2.2. Précautions d'utilisation des sources archivistiques et documentaires et limites de l'information historique

L'exploitation de documents d'origines archivistique et documentaire, à fortiori quand elle est effectuée dans le cadre de recherches, demande une certaine prudence : principalement du fait de leur contenu et de leur nature-même.

Bien qu'ils soient une source d'informations particulièrement riche, ce sont les documents issus de la presse qui nécessitent de prendre le plus de précautions quant à leur exploitation, essentiellement parce que leurs auteurs utilisent un vocabulaire vernaculaire pour les rédiger qui laisse transparaître une perception des évènements propre à l'époque considérée. La restitution des évènements peut donc se révéler partielle (Antoine, 2010 ; Le Lay, Rivière-Honegger, 2009). Par conséquent, afin de lever toute ambiguïté quant aux informations de ces sources, il est nécessaire d'interpréter les termes employés à partir d'informations complémentaires pouvant également être contenues dans ces sources et/ou sur la base de prospections de terrains (Antoine, 2010).

En outre, les documents de presse relatent avant tout les effets des événements (victimes, dégâts, etc.) plutôt que les aléas en eux-mêmes et leurs descriptions sont le plus souvent succinctes : la localisation des dégâts est par exemple rarement précise et se limite généralement au nom de la vallée ou, au mieux, au nom du lieu-dit dans lequel l'évènement s'est produit. Les documents techniques ou administratifs issus des institutions publiques nécessitent moins de précaution. Ils sont rédigés par des spécialistes ou du moins par des connaisseurs du domaine auquel ils se rattachent. Si les contenus de ces documents n'échappent toutefois pas totalement aux remarques énoncées précédemment, on peut malgré tout imaginer qu'elles y sont moins prononcées en raison de la nature officielle des documents.

Les sources utilisées dans la recherche historique proviennent en majorité de documents anciens, contenant des informations qui font référence à des événements passés, dépendant du contexte de l'époque à laquelle ils se rattachent. Ainsi, pour exploiter les informations relatives aux crues du Malnant, entre le milieu du XIX^{ème} siècle et 2015, il a été nécessaire de les replacer dans le contexte¹⁶ de l'époque à laquelle elles se sont produites. Il s'agit d'interroger les relations entre l'environnement et la société à l'époque considérée pour mieux comprendre les contextes environnemental et sociétal dans lequel se sont produits les événements : *quelle était l'occupation du sol ? , comment le cours d'eau était-il aménagé ? (endiguement, correction, etc.) ? , quelles étaient les vulnérabilités ?* (Martin, et al, 2015). Cette *re-contextualisation* des informations est très importante, car elle doit permettre de donner du sens aux événements.

Enfin, de façon générale, il ne faut pas oublier que ce sont les événements qui ont marqué la mémoire collective (et donc la société) qui sont relatés dans la majorité des sources d'informations, notamment en raison des dommages qu'ils ont engendrés. Les événements qui ont suscité moins d'intérêt parce qu'ils se sont produits dans des secteurs sans enjeux à l'époque considérée ou parce qu'ils ont été considérés comme « normaux » en raison de leur fréquence ne sont ainsi pas recensés (Antoine, 2010 ; Le Lay, Honegger, 2009 ; Garitte, 2006).

En conclusion, pour s'assurer une exploitation correcte des informations extraites de documents anciens, il faut exercer un regard critique sur leur contenu et leur nature, veiller à les interpréter de manière juste et enfin les contextualiser.

¹⁶ Cette étape doit être différenciée de l'étape « *contexte de l'évènement* » de la méthode de collecte des informations qui doit permettre d'obtenir des informations sur le déroulement de l'évènement et non sur les contextes environnemental et sociétal dans lesquels il s'est produit.

4.3. Méthode de reconstitution du paysage du bassin-versant entre 1948 et 2012

La reconstitution du paysage dans le bassin-versant du Malnant entre 1948 et 2012 a été réalisée à partir des données dématérialisées, présentées précédemment (fig. 5) et qui ont été traitées à l'aide d'un logiciel de SIG¹⁷ (ArcGis, 10.2.2). La première étape de ce travail a consisté en un géoréférencement des photographies aériennes qui constituent le support à partir duquel les différents éléments paysagers ont été cartographiés. La seconde étape a consisté en la vectorisation des différents éléments paysagers dans le bassin-versant du Malnant.

4.3.1. Géoréférencement des photographies aériennes anciennes

Le géoréférencement est une étape préalable et nécessaire à l'utilisation par SIG d'images raster. Il consiste à attribuer une référence spatiale dans un système de projection géographique à une image qui n'en a pas. Ce processus a été appliqué aux photographies aériennes anciennes de 1948 et 1978¹⁸. Le système de projection qui leur a été attribuée est le Lambert 93 (RGF 93 ; ESRI : 2154) car c'est celui qui est utilisé par l'IGN. Le géoréférencement des photographies aériennes a été réalisé à partir de points d'amer communs aux orthophotos de 2012, à la carte topographique au 1/25000^e (Scan 25) et aux données sur le parcellaire de l'IGN (BD Parcellaire). Les photographies ont été géoréférencées à partir d'une moyenne d'une quinzaine de points d'amer répartis de façon homogène sur l'ensemble des documents, en évitant les bords des photographies aériennes, en raison de leur mauvaise qualité et du défaut de fiabilité lié aux appareils photographiques utilisés.

4.3.2. Détermination et vectorisation des éléments paysagers

Le processus de vectorisation (ou digitalisation) consiste en la création d'objets géométriques représentant des entités géographiques sous une forme ponctuelle, linéaire ou polygonale. La vectorisation s'accompagne de la création d'une table dans laquelle sont renseignés les attributs des objets géographiques vectorisés. La vectorisation des éléments paysagers a été effectuée dans la mesure du possible à une échelle fixe de 1/5000^e et à partir des photographies aériennes géoréférencées. Les routes ainsi que les cours d'eau ont été vectorisés à partir de la base de données topographiques de l'IGN (BD Topo) et corrigés si nécessaire.

Les éléments paysagers du bassin-versant ont été définis selon leur nature en sept unités paysagères : les surfaces dénudées (parois rocheuses, cônes d'éboulis, ravins, lit des cours d'eau), les surfaces forestières ou boisées, les haies, les prairies, les surfaces cultivées, les zones bâties et les zones d'activités (camping et zone industrielle). Sur un plan méthodologique, les parcelles situées à proximité des zones bâties, bien délimitées les unes par rapport aux autres ou sur lesquelles étaient visibles des traces de cultures (ou d'engins agricoles) ont été considérées comme des surfaces cultivées. L'ensemble des parcelles occupées par de la végétation herbacée, contenant ou non des

¹⁷ Système d'Informations Géographiques

¹⁸ Les photographies de 2012 étant des orthophotos, la référence spatiale est déjà incluse.

arbres isolés, et proches ou non des zones bâties ont été considérées comme des prairies, de même que les parcelles non boisées et non dénudées situées au-dessus de 1500 m d'altitude. Les zones bâties rassemblent les espaces construits, situés à l'intérieur de hameau ainsi que les espaces de jardins. Les constructions éparses (par exemple dans les alpages) n'ont pas été cartographiées. Les haies représentent des alignements d'arbres, notamment à proximité des zones cultivées. Les zones en forêts et en bois ne présentent pas de problème particulier d'identification. En cas de doutes, les images ont été traitées par un jeu de contraste et de luminosité.

Etude des phénomènes torrentiels dans le bassin-versant du Malnant et de leurs facteurs d'atténuation et d'exacerbation

Après une longue partie introductive visant à poser les cadres conceptuel, géographique et méthodologique dans lesquels se place ce mémoire, il est temps de s'intéresser plus particulièrement à l'objet de nos recherches : l'étude des événements torrentiels du Malnant depuis le milieu du XIX^{ème} siècle, et leurs facteurs de déclenchement.

Il s'agira, dans un premier temps, de caractériser la torrentialité du Malnant à partir de données qualitatives issues de la reconstitution des épisodes de crues dévastatrices. Nous verrons ensuite les « *réponses multi-formes* » (Antoine, 2010) des sociétés face à cet aléa, puis les facteurs agissant sur cette torrentialité, en analysant le rôle des facteurs environnementaux (conditions météorologiques, caractéristiques du bassin-versant, évolution de l'occupation du sol) dans le déclenchement des crues dévastatrices.

1. Les crues dévastatrices du Malnant : restitution des catastrophes

1.1. La chronologie des crues « dévastatrices »

La chronologie des épisodes de crues du Malnant a été établie en suivant la méthodologie décrite en deuxième partie de ce mémoire. Il nous paraît important de rappeler que les épisodes de crues recensés concernent bien des crues « dévastatrices », c'est-à-dire des crues qui, en raison de leur intensité et de leur violence, ont causé des dégâts matériels et/ou des changements géomorphologiques dans le lit du torrent tels, qu'elles ont marqué les populations locales (et donc la mémoire collective). En ce sens, ces crues sont à considérer comme des catastrophes naturelles.

Par cette définition, les crues « dévastatrices », ici recensées, se différencient donc des périodes de crues, c'est-à-dire des périodes de *hautes eaux* des cours d'eau qui se traduisent par un « *gonflement rapide [de leurs] débits* » (Cosandey & Robinson, 2012) et donc une élévation de la hauteur d'eau dans le chenal du cours d'eau.

Cette chronologie des crues du Malnant, ici présentée, reconstitue donc les événements qui ont causé des dommages importants dans la vallée de Montremont.

	Date de la crue	Détails de l'évènement	Source
1	1740, 21 décembre	Destruction de la Chapelle des Pesets	ETRM (2015), d'après le service RTM ; Bulletin Municipal, n°20 (juillet 1995)
2	1854, octobre	Route de Thônes à Montremont coupée	MOUTARD, 2014 ; ETRM (2015), d'après le service RTM ; MOUGIN, 1914
3	1859, 1 ^{er} novembre	Fonte des neiges occasionnée par une pluie torrentielle ; débordement du Malnant ; passerelles emportées	MOUGIN, 1914
4	1875, 9 novembre	Inondations dans la vallée de Montremont ⁽¹⁾ ; épisode qualifié de « <i>grande crue du Malnant</i> » ⁽²⁾	MOUTARD, 2014 ⁽¹⁾ ; MOUGIN, 1914 ⁽²⁾
5	1877, mai	Inondations dans la vallée de Montremont	MOUTARD, 2014 ; MOUGIN, 1914
6	1879, 9 juillet	Orage dans la nuit du 8 au 9/07 dans tout le département de la Haute-Savoie et principalement dans la Haute Vallée du Fier ⁽³⁾ ; dégâts divers dans la vallée de Montremont ⁽¹⁾ ; <i>nouveaux dégâts</i> produits par le Malnant ⁽²⁾	MOUTARD, 2014 ⁽¹⁾ ; MOUGIN, 1914 ⁽²⁾ ; Industriel Savoisien, n°1357, du samedi 19/07/1879 ⁽³⁾
7	1899, 14 et 15 janvier	<ul style="list-style-type: none"> - Fonte des neiges occasionnée par des pluies abondantes et torrentielles (due à une augmentation de la température) ^(2,5) - Chemin vicinal n°3 coupé sur 3 km le long du Malnant ⁽¹⁾ et défoncé à plusieurs endroits et sur 150 m de longueur totale ^(2,5) - Au moins 600 mètres de chemins dans la vallée emportés ⁽³⁾ - Terrains agricoles riverains du Malnant dévastés ^(1,3,5) - Destruction des ponts des hameaux du Crêt ⁽¹⁾ et de Bellossier (isolement de ces localités) ^(1,3,4,5) - Elargissement du lit ^(3,5) - Eaux chargées en matériaux venues se heurter contre la digue construite en rive droite du Fier, face à l'embouchure du Malnant (pas d'avarie sur la digue mais légères corrosions aux extrémités des 2 traverses établies à l'aval de la digue ^(3,5)) - <i>Dans le canton de Thônes : débordements et inondations du Fier, du Nom, du Thuy et du Malnant + quelques éboulements à Thônes ^(2,3). Montée des eaux supérieure à celle de 1859 ^(3,5)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - MOUTARD, 2014 ⁽¹⁾ - Industriel Savoisien, n°2355 du samedi 21/01/1899 ⁽²⁾ - Industriel Savoisien, n°2356 du samedi 28/01/1899 ⁽³⁾ - Délibération du Conseil Municipal de Thônes, n°49 du 04/06/1899 ⁽⁴⁾ - MOUGIN, 1914 ⁽⁵⁾
8	1899, 15 février	Chemin de Montremont défoncé sur 150 m au total ; destruction du pont Bellossier	ETRM (2015), d'après le service RTM
9	1899, 14 octobre	Route de Montremont défoncée ; pont de Bellossier emporté ; dégradation de la digue en rive droite du Fier	ETRM (2015), d'après le service RTM
10	1901	Inondations répétées ; fragilisation des digues défendant la route de Thônes à Montremont et les terres riveraines	MOUTARD, 2014

	Date de la crue	Détails de l'évènement	Source
11	1910, du 18 au 20 janvier	Destruction du pont du hameau de Bellossier (isolement du total du hameau) ⁽¹⁾ ; éboulements dans le haut des vallées de Thônes, dont à Montremont ⁽²⁾ ; <i>inondations à Thônes (notamment centre-ville) ^(2,3), et ailleurs en France ⁽³⁾</i>	MOUTARD, 2014 ⁽¹⁾ ; Industriel Savoisien, n°2929, du samedi 22/01/1910 ⁽²⁾ ; Industriel Savoisien, n°2030, du samedi 29/01/1910 ⁽³⁾
12	1924, début mai	<ul style="list-style-type: none"> - Pluie persistante et diluvienne (durant plusieurs jours) - Pont de Bellossier a souffert - Mur diguant la propriété Begain a été emporté - <i>A Thônes : divers dégâts un peu partout dans la commune. Plusieurs cours d'eau en crue</i> 	Journal de la Vallée de Thônes, n°284 du 04/05/1924
13	1930, 23 juin	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Orage sur toute la France. 23/06/1930 : orage d'une violence inouïe sur la région de Thônes ⁽²⁾</i> - Remise appartenant à M. Célestin Hudry emportée (destruction d'une voiture et d'une bicyclette présentes dans la remise) ^(1,2) - Effondrement de la route de Thônes-Montremont sur 200m ⁽¹⁾ - 3 petits ponts emportés ^(1,2) - Truites du torrent tuées ⁽²⁾ - <i>Dégâts très importants estimés à 80 000 francs pour la vallée de Montremont ⁽²⁾</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - MOUTARD, 2014 ⁽¹⁾ - Journal de la Vallée de Thônes, n°605, du 29/06/1930 ⁽²⁾ - Délibération du Conseil Municipal de Thônes, n°245, du 29/03/1931 ⁽³⁾
14	1930, 27 juillet	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Orages violents sur la vallée de Thônes, avec des trombes d'eau ⁽¹⁾</i> - Importants dégâts faits par le Malnant et ses affluents ⁽¹⁾ - Routes et chemins coupés à Bellossier et à Montremont ⁽¹⁾ - Destruction du CVO n°3 au lieu-dit « les Montaz » sur longueur de 82,78 m ⁽²⁾ - Pont détruit à Montremont ⁽²⁾ - Dégâts causés par les eaux estimés à 200 000 francs pour les deux hameaux ⁽¹⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> - Journal de la Vallée de Thônes, n°609, du 27/07/1930 ⁽¹⁾ - Journal de la Vallée de Thônes, n°655, du 14/06/1931 ⁽²⁾
15	1931 ou 1932	<ul style="list-style-type: none"> - 7 ponts emportés - <i>D'après HYDRETTUDES, crue probablement la plus sérieuse recensée</i> 	ETRM (2015), d'après HYDRETTUDES (1998)
16	1932, 29 octobre	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Pluies torrentielles au cours de la nuit du 26/10/32</i> - Pont de Bellossier emporté ; circulation sur le chemin vicinal n°4 (de Tronchine à Bellossier) coupée suite à l'écroulement du pont - <i>Nombreux dégâts dans la région. Crues subites du Fier, du Nom et du Malnant</i> 	Journal de la Vallée de Thônes, n°727, du 29/10/1932
17	1933	Inscription sur une plaque commémorative : « <i>A notre Dame de Lourde. Oratoire érigé en 1933 par Lucien Avet-Loiseau. Il marque le niveau atteint par une violente crue du Malnant, et témoigne de la gratitude de cet homme qui vit sa scierie épargnée</i> »	Oratoire dédié à Dame de Lourdes (<i>les Pesets</i> , Thônes)

	Date de la crue	Détails de l'évènement	Source
18	1940, 15 septembre	<ul style="list-style-type: none"> - Ravinement de la route de Thônes à Montremont ^(1,2) - Destruction du pont de Bellossier (<i>pour la 3^e fois</i>) ^(1,2) - <i>Pluies incessantes en Haute-Savoie, Savoie et Isère</i> ⁽³⁾ - <i>Le 15/09, un orage a éclaté sur Annecy et ses environs, accompagné d'une pluie diluvienne</i> ⁽³⁾ - <i>A Thônes : crues [le 15/09] de tous les torrents</i> ⁽⁴⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> - MOUTARD, 2014 ⁽¹⁾ - Le Petit Dauphinois, n°260, du 16/09/1940 ⁽³⁾ - Industriel Savoisien, n°4529, du 20/09/1940 ⁽⁴⁾ - Délibération du Conseil Municipal de Thônes, n°209, du 17/10/1940 ⁽²⁾
19	1944	→ D'après les habitants de Montremont, ce serait une crue plus sérieuse que celle du Fier au même moment.	ETRM (2015), d'après HYDRETTUES (1998)
20	1950, du 11 au 18 novembre	<ul style="list-style-type: none"> - Déstabilisation en plusieurs points de la plate-forme de la route Thônes-Montremont - Déstabilisation de nombreux ponts de la vallée 	MOUTARD, 2014
21	1 ^{er} semestre 1955	<ul style="list-style-type: none"> - Gros dégâts causés à la route (CVO n°3) et aux chemins desservant les forêts et les alpages de la vallée de Montremont ^(1,2) - Plusieurs sections emportées ⁽²⁾ - Débordements des affluents ⁽²⁾ - Encombrement de la chaussée, ruinée sur près de 3 km ⁽²⁾ - Dégâts estimés à 250 000 frs par l'Administration des Ponts et Chaussées ⁽¹⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> - Délibération du Conseil Municipal de Thônes, n°62, du 13/09/1956 ⁽¹⁾ - Délibération du Conseil Municipal de Thônes, n°173, du 16/05/1957 ⁽²⁾
22	1960, 30 septembre et 1 ^{er} octobre	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Pluies diluviennes dans la nuit du 30/09/1960 dans la région</i> ⁽³⁾ - Attribution gratuite aux riverains du Malnant de gabions nécessaires pour protéger leurs propriétés endommagées ⁽²⁾ - Terrains riverains du Malnant endommagés ⁽²⁾ - Route de Montremont est coupée sur 50 m ⁽¹⁾ - <i>Dans la région : dégâts spectaculaires dans les zones de fortes pentes, dans les bas-fonds et le long des rivières et torrents</i> ⁽³⁾ - <i>Dans la vallée de Thônes, les crues du Fier et du Nom causent des millions de nouveaux francs de dégâts</i> ⁽³⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> - ETRM (2015), d'après le service RTM ⁽¹⁾ - Délibération du Conseil Municipal de Thônes, n°939, du 30/01/1961 ⁽²⁾ - Essor savoyard, n°60, du 15/10/1960 ⁽³⁾
23	1973, 16 et 17 juillet	<ul style="list-style-type: none"> - Trombes d'eau sur Annecy et sa région le lundi 16/07 ⁽³⁾ - Destruction des protections du pont de Bellossier ^(1,2) - Dégâts sur les rives près du pont de Bellossier ⁽²⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> - MOUTARD, 2014 ⁽¹⁾ - Délibération du Conseil Municipal de Thônes, n°206, du 29/10/1974 ⁽²⁾ - Dauphiné Libéré, n°8897, du 18/07/1973 ⁽³⁾

	Date de la crue	Détails de l'évènement	Source
24	1981, du 9 au 12 octobre	<ul style="list-style-type: none"> - Pluies torrentielles dans la nuit du 10 au 11/10 (durant 15 heures) ⁽³⁾ - Débordements ⁽¹⁾ à Montremont ⁽³⁾ - Affouillements ⁽¹⁾ - Route de Montremont attaquée en de nombreux points ^(2,3) ; route coupée ⁽¹⁾ - Fortes détériorations des protections du pont de Bellossier ⁽²⁾ - Confluent Fier-Malnant : effondrement de la plateforme qui soutenait la route qui conduit au broyeur intercommunal (Z.A. des Vernaies) sur 40 m en rive droite du Fier dont les eaux ont été poussées contre la berge sous l'effet des charriages solides du Malnant ⁽²⁾ - Dégâts estimés à 1 397 000 F ⁽²⁾ - <i>Nombreux dégâts à Thônes ; crues de tous les torrents de la vallée. Le Nom, le Chamfrey, du Malnant et le Fier ont atteint leur cote d'alerte ⁽³⁾</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - ETRM (2015), d'après le service RTM ⁽¹⁾ - MOUTARD, 2014 ⁽²⁾ - Dauphiné Libéré, n°11460, du 12/10/1981 ⁽³⁾
25	1988, 13 octobre	Sapement des berges de la plate-forme du camping du Tréjeux, installé en rive droite du torrent.	MOUTARD, 2014
26	1990, du 13 au 15 février	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Thônes en alerte maximale. Appareils enregistreurs de la subdivision de l'Equipement ont totalisé : 92 mm en 24 heures dans la journée du 13/02 ; 81 mm le 14/02 et plus de 40 mm dans la matinée du 15/02 (soit 210 mm cumulés = précipitations supérieures à la moyenne d'un mois) ^(3,5,7). Record d'intempérie, pas vu depuis 1940 ; pic d'intempérie le 15/02 en début d'après-midi ⁽⁵⁾</i> - <i>Fonte de la neige occasionnée par la pluie ⁽⁷⁾</i> - Débordements au niveau de Montremont et du Roget ⁽¹⁾ - Eboulement à Montremont ⁽²⁾ - Enrochements détruits en aval de la pisciculture (les Pesets) ^(2,6) et au droit du chemin de Larrieux (Montremont) ⁽⁶⁾ - <i>Conseil Municipal de Thônes sollicite la reconnaissance de l'état en catastrophe naturelle pour les dommages dus aux inondations et mouvements de terrains consécutifs aux pluies du 13 au 15/02 ⁽⁶⁾</i> - <i>A Thônes : crues et débordements de l'ensemble des ruisseaux de la commune de Thônes et des ouvrages destinés à recueillir les eaux de ruissellement ⁽⁷⁾</i> - <i>En Haute-Savoie : abondantes chutes de neige et de pluie ; nombreux inondations, débordements et avalanches ⁽⁴⁾</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - ETRM (2015), d'après HYDRETTUDES (1998) ⁽¹⁾ - <i>Thônes</i>, Bulletin municipal n°11 (juin 1990) ⁽²⁾ - Essor savoyard, n°2320 du 18/05/1990 ⁽⁶⁾ - Dauphiné Libéré, n°14066, du 16/02/1990 ⁽³⁾ - Essor savoyard, n°2307, du 16/02/1990 ⁽⁴⁾ - Dauphiné Libéré, n°14067, du 17/02/90 ⁽⁵⁾ - Délibération du Conseil Municipal de Thônes, n°90/07, du 26/02/1990 ⁽⁷⁾

Date de la crue	Détails de l'évènement	Source
27 2014, 8 au 9 septembre	<ul style="list-style-type: none"> - Orage violent et localisé ⁽²⁾ - Intensité de la pluie de 78 mm/h sur une heure. Crue d'env. 20h30 à minuit ⁽¹⁾ ou à partir de 22h ⁽³⁾ - Episode de crue rapide, de forte ampleur et violent ⁽³⁾ - Erosion de berges sous-cavant la route en amont de Montremont (près de la moitié de la chaussée emportée sur env. 10 mètres) ^(1,2) - Débordements en amont du pont de l'Infirmier (Montremont) en lien avec une obstruction complète du lit par les dépôts ⁽¹⁾ - Une maison est gravement menacée par une érosion de berge en rive droite (Montremont) ^(1,3) - Radier du pont des Pesets en rive gauche endommagé ⁽¹⁾ - Erosion de berges menaçant la route en rive droite (les Etouvières) ⁽¹⁾ - Nombreux embâcles ⁽³⁾ - Montée des eaux d'en. 1 m au niveau du camping du Tréjeux ⁽²⁾ - Lit du torrent très engorgé ⁽²⁾ - Evacuation du camping du Tréjeux ⁽³⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> - ETRM (2015), d'après le service RTM ⁽¹⁾ - Dauphiné Libéré, éd. Annecy-Rumilly, n°21720, du 10/09/2014 ⁽²⁾ - <i>Bulletin</i> Municipal de Thônes, n°44 (déc. 2014) ⁽³⁾
28 2015, 30 mars	<ul style="list-style-type: none"> - Fonte de la neige causée par un épisode de pluie prolongé (plus de 24h) - <i>Nouvelle crue</i> avec transport solide intense - Débordements liquides en rive droite sur les terrains de la propriété située le plus en amont du torrent - Quelques érosions de berges menaçant la route entre les hameaux des Pesets et du Crêt. 	ETRM (2015), d'après le service RTM

Figure 6. Chronologie des crues du Malnant de 1740 à 2015

Remarque : Ce tableau présente également un détail des dégâts occasionnés par chacune des crues, ainsi que les conditions météorologiques au moment où elles se sont produites. Ces éléments feront l'objet d'un commentaire ultérieurement.

La chronologie des crues du Malnant s'étend de décembre 1740 à mars 2015. Au total, ce sont 28 évènements qui ont été recensés, soit à partir du seul travail de recherche historique dans les archives et sur le terrain, soit sur la base des chronologies déjà établies et issues de sources bibliographiques : ETRM (2015), Moutard (2014), Mougin (1914). Il doit être précisé que les chronologies déjà établies par le bureau d'études ETRM et par R. Moutard ont déjà été faites sur la base d'un recoupement d'informations ou de chronologie : celle de ETRM regroupe une chronologie faite par le bureau d'études HYDRETTUDES (en 1998) et des données transmises par le service RTM ; celle de R. Moutard reprend la chronologie établie par P. Mougin (1914), complétée par des recherches dans les comptes-rendus des séances du Conseil municipal de Thônes (entre 1918 et 1995) et dans les archives de la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt (DDAF) d'Annecy. Parce que des erreurs peuvent être facilement perpétuées, la réutilisation de ces chronologies nécessite de la vigilance vis-à-vis de l'exactitude des informations, en particulier en ce qui concerne celles issues du bureau d'études HYDRETTUDES (reprises par ETRM) dont les sources ne sont pas indiquées.

Parmi les 28 évènements recensés, 23 évènements sont issus des sources bibliographiques, quatre ont été répertoriés uniquement à partir des sources archivistiques¹⁹, notamment à partir de sources d'informations très locales (*Journal de la Vallée de Thônes*, délibérations du Conseil Municipal de Thônes), et un a été recensé à partir d'une plaque commémorative placée à proximité du torrent. Parmi les 23 évènements déjà recensés dans des chronologies, 11 épisodes²⁰ de crues ont été mentionnés dans les archives consultées, ce qui a permis de renseigner, quand ce n'était pas le cas et selon les précisions des documents, la date exacte de ces évènements (jour, mois, année), les dégâts occasionnés, les conditions météorologiques à l'origine de ces crues et le contexte dans lequel elles se sont produites, ainsi que l'exactitude des informations réutilisées. Quatre évènements²¹ (en grisé dans le tableau), issus essentiellement des sources bibliographiques, n'ont pas pu être renseignés. La date exacte à laquelle ils se sont produits n'a notamment pas pu être retrouvée. L'épisode de crue de 1901 fait vraisemblablement référence à plusieurs épisodes de crues durant l'année 1901, qui ont été regroupés. Au vu des dégâts qu'elle aurait occasionnés et du commentaire qui lui est associé, l'absence de renseignements à propos de la crue de 1931 ou 1932 paraît surprenante. De même pour la crue de 1933, dont la survenue est rapportée par une plaque commémorative. Cette absence d'information à leurs sujets est d'autant plus étonnante que ces crues se seraient produites à une époque où paraissaient encore deux journaux d'informations locales (fig. 3) dont le *Journal de Vallée de Thônes*, qui s'est révélé particulièrement riche en informations concernant les crues du Malnant. Si une hypothèse explicative devait être formulée,

¹⁹ Crues de début mai 1924 ; du 27/07/1930, du 29/10/1930 et du 29/10/1932.

²⁰ Crues du 21/12/1740, du 9/07/1879, des 14 et 15/01/1899, du 18 au 20/01/1910, du 23/06/1930, du 15/09/1940, des 30/09 et 01/10/1960, des 16 et 17/07/1973, du 9 au 12/10/1981, du 23 au 15/02/1990, et du 8 au 09/09/2014.

²¹ Crues de 1901, de 1931 ou 1932, de 1933 et de 1944.

on pourrait supposer que la crue de 1931 ou 1932 a été en réalité mal datée, et que la plaque commémorative témoigne davantage de la piété d'un homme face à la montée impressionnante des eaux du Malnant en période de hautes eaux que de la survenue d'une crue dévastatrice. L'absence d'informations concernant la crue de 1944 pourrait quant à elle s'expliquer par le contexte historique : l'absence totale ou presque de parutions des journaux locaux, et le fait que les sources d'informations soient concentrées à traiter des sujets relatifs à la Seconde Guerre Mondiale. En raison des incertitudes concernant ces quatre crues, elles ne seront pas prises en compte dans la poursuite de ce travail.

L'occurrence des évènements de crues « dévastatrices » recensés dans le temps se fait globalement de manière régulière. Sans prendre en compte la période entre 1740 et 1854, on remarque deux longues périodes (≥ 20 ans) durant lesquelles aucune crue de ce type n'a été recensée : entre 1879 et 1899, puis entre 1990 et 2014. On remarque également que, parmi les crues recensées, certaines se sont succédées dans une période courte (≤ 1 an) : 3 crues recensées en 1899, 2 crues en 1930 et 2 crues entre 2014 et 2015.

Cette chronologie des crues « dévastatrices » ne prétend pas à l'exhaustivité : il est possible que des évènements torrentiels de moindre intensité et/ou ayant provoqué de moins importants dégâts, n'aient pas été rapportés dans les journaux ou par les administrations locales. Plusieurs hypothèses permettent d'en expliquer la raison : d'une part le caractère « habituel » de l'évènement, qui ne justifie pas qu'on le rapporte, d'autre part le contexte historique peu propice à la diffusion d'informations sur ce sujet, et enfin l'absence d'archives disponibles pour la période étudiée. Cette dernière hypothèse peut expliquer que certains évènements soient espacés par de très longues périodes de temps, comme c'est le cas entre la crue du 21/12/1740 et celle d'octobre 1854. Cet écart de temps correspond à une période historique durant laquelle l'activité torrentielle dans les Alpes a été particulièrement active (Bravard & Peiry, 1993). De fait, il paraît très peu probable qu'aucune crue ne se soit produite durant cette période. Ce « vide » s'explique ainsi en toute vraisemblance par un manque de sources historiques (archives, journaux, etc.), et par extension d'information historique avant les années 1850 permettant de recenser les épisodes de crue. La mémoire de l'évènement du 21/12/1740 s'est certainement transmise, essentiellement en raison de la destruction de la Chapelle des Pesets. Un évènement qui a dû marquer les populations locales de l'époque, car la chapelle a ensuite dû être reconstruite en un lieu plus éloigné du torrent²². De manière générale, on peut estimer que les lacunes dans la chronologie vont croissantes dans le passé : il nous paraît ainsi peu probable que des épisodes de crue soient manquants après les années 1950, notamment parce que les sources consultées pour le recensement des crues sont plus nombreuses à partir de cette décennie.

²² D'après le bulletin municipal de Thônes, n °40 de janvier 1995.

La reconstitution des épisodes de crues du Malnant s'inscrit dans une démarche de caractérisation de la torrencialité du cours d'eau. En l'absence, ou presque, de données quantitatives concernant le Malnant, nous avons tenté d'évaluer la torrencialité du Malnant en fonction de l'intensité de ses crues dévastatrices.

1.2. Quelle est l'intensité des crues dévastatrices du Malnant ?

L'intensité des crues a été déterminée à l'aide de données qualitatives, c'est-à-dire, à partir des caractéristiques de chacun des événements, détaillées dans le tableau chronologique des crues du Malnant (fig. 6). Cette classification se base sur le postulat que les éléments descriptifs des crues sont représentatifs des événements.

La détermination de l'intensité des crues dévastatrices du Malnant doit aider à définir la dynamique torrentielle du cours d'eau, notamment en examinant si des périodes de plus ou moins forte intensité des crues peuvent être observées au cours du temps.

1.2.1. Etapes de la classification

La méthode de classification des crues du Malnant selon leur intensité a été inspirée par la classification des crues du Guiers effectuée à partir d'informations historiques par le projet *Historique* (Lang, et al, 1998). Trois niveaux d'intensité de crue ont été déterminés en fonction de trois critères principaux, qui prennent en compte la nature et l'importance des dommages engendrés par la crue (dommages matériels ou touchant à la morphologie du cours d'eau) et les conditions météorologiques à l'origine du déclenchement de la crue.

Le niveau 1 regroupe les crues d'une intensité faible à moyenne : il s'agit de crues ayant provoqué peu ou pas de dégâts dans la vallée, ou ayant touché un unique secteur. Les dégâts matériels consistent essentiellement en des déstabilisations d'ouvrages longitudinaux (digues) ou d'infrastructures peu solides proches des berges du torrent (routes), qui ont été causés en raison des débordements ou inondations du torrent ainsi que de l'érosion des berges. Ces crues peuvent être déclenchées par des pluies qui apportent une importante quantité d'eau sur une longue durée. Le niveau 2 rassemble les crues de forte à très forte intensité : il peut s'agir de crues ayant provoqué des dégâts sur plusieurs secteurs de la vallée. Ces dégâts peuvent prendre la forme de destructions d'infrastructures moyennes (route, digue, pont en bois) et de déstabilisation d'infrastructures plus solides (pont, bâtiment). Les descriptions de ces crues peuvent également faire mention d'un transport solide important. Ces crues peuvent être déclenchées par des épisodes pluvieux intenses, c'est-à-dire qui apportent de grande quantité d'eau sur une courte période. Enfin, le niveau 3 réunit les crues d'intensité exceptionnelle, qui sont notamment caractérisées par leur soudaineté et leur violence. Elles sont à l'origine de nombreux et de graves dégâts matériels (ponts et bâtiments détruits, routes emportées sur plusieurs centaines de mètres) et d'importantes modifications de la morphologie du chenal. Ces dommages concernent de nombreux secteurs de la vallée. Ces crues, caractérisées par leur soudaineté et leur virulence, peuvent être déclenchées par des événements

météorologiques violents : orages, pluies particulièrement intenses associées à une augmentation de la température provoquant la fonte des neiges, etc.

Les épisodes de crues recensés ont ensuite été classés dans ces catégories d'intensité à partir de mots-clés relevés parmi les descriptions de chaque évènement. Si la plupart des mots-clés repérés font référence à des notions facilement définissables (débordement, inondation, destruction, etc.) certains demandent à être interprétés : c'est par exemple le cas pour les mots-clés relatifs aux épisodes pluvieux (pluie diluvienne, pluie persistante, etc.). Ces interprétations ont été effectuées par la recherche des définitions de ces mots-clés via le portail lexical du CNRTL²³ : elles ont permis de révéler qu'une « *pluie persistante* » et une « *pluie prolongée* » font référence à un épisode pluvieux caractérisé en premier lieu par sa durée, tandis qu'une « *pluie torrentielle* » et une « *pluie diluvienne* » font référence à un épisode pluvieux caractérisé d'abord par sa violence, son abondance, et donc son intensité. Un autre mot-clé qui a demandé une interprétation est l'expression « *truites tuées* »²⁴. Elle témoigne en fait d'un fort transport de matériaux fins et grossiers durant la crue ; les poissons ont été probablement tués en conséquence du transport des matériaux grossiers ou par le manque d'oxygénation de l'eau dû à sa turbidité en raison du transport en suspension de matériaux fins.

Le tableau ci-après résume les caractéristiques de chacun des trois niveaux d'intensité déterminés, et donne des exemples de mots-clés ayant permis de classer les évènements.

²³ Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales, créé par le CNRS en 2005. Il regroupe un ensemble de ressources linguistiques informatisées et d'outils de traitement de la langue. Le recours à cet outil plutôt qu'à un dictionnaire de météorologie se justifie car les termes à interpréter proviennent essentiellement de documents de presse et non de documents scientifiques.

²⁴ Expression utilisée dans la description des dégâts occasionnés par la crue du 23/06/1930.

Niveau d'intensité	Description	Exemples de mots-clés
1 – Intensité faible à moyenne	<ul style="list-style-type: none"> - Dégâts sur un secteur de la vallée - Pas ou peu de dégâts : déstabilisation d'ouvrages longitudinaux et/ou des routes - Débordements ou inondations possibles - Crue ayant pour origine des pluies sur une longue durée 	<i>Pluie persistante ; pluie prolongée</i> <i>Dégâts divers</i> <i>Route ou chemin coupé, effondré, défoncé</i> <i>Terrains dévastés, endommagés</i> <i>Débordements ; inondations</i>
2 – Intensité forte à très forte	<ul style="list-style-type: none"> - Dégâts sur plusieurs secteurs de la vallée - Destructions d'infrastructures : route, digue, pont en bois - Déstabilisation d'infrastructures : pont, bâtiment - Indices de torrentialité - Crue ayant pour origine des pluies abondantes 	<i>Pluie torrentielle ; pluie diluvienne ; pluie abondante</i> <i>Dégradations, détériorations, déstabilisation, etc.</i>
3 – Intensité exceptionnelle	<ul style="list-style-type: none"> - Dégâts sur plusieurs secteurs de la vallée - Destruction d'infrastructures : route (sur un linéaire > 100 m), digue, pont, bâtiment - Transformation de la morphologie fluviale - Crue d'origine violente (orage, pluies intenses, fonte des neiges en automne) 	<i>Fonte des neiges ; orage violent, localisé</i> <i>Destruction</i> <i>Charriage fort, élargissement du lit, eaux chargées en matériaux, transport solide ; « truites tuées »</i>

Figure 7. Les critères de classification des crues du Malnant selon leur intensité.

Comme tout classement par catégories, cette classification se veut imparfaite dans la mesure où les trois niveaux d'intensité caractérisent des crues théoriques. Ainsi aucune des crues du Malnant ne correspond exactement aux caractéristiques des trois niveaux d'intensité. Par conséquent, certaines crues se sont révélées difficiles à classer : il s'agit essentiellement des crues pouvant être d'intensité moyenne. Deux autres critères ont ainsi été déterminés pour aider ponctuellement au classement des crues : il s'agit du contexte dans lequel s'est produite la crue (s'agit-il d'une crue locale, ou d'autres cours d'eau étaient en crue au même moment ?) et du nombre de sources qui ont permis de renseigner chaque épisode de crues. Connaître le contexte de la crue participe à son classement dans la mesure où il permet de savoir s'il s'agit d'un événement isolé ou d'un événement parmi d'autres événements, et dans ce cas, comment il se situe en intensité par rapport à eux. Connaître le nombre de sources utilisées permet de donner une idée de l'importance de la crue, en partant du principe que plus une crue est renseignée, plus elle a marqué les mémoires et plus elle peut être considérée comme importante par son intensité.

1.2.2. Résultats de la classification

Parmi les 24 événements répertoriés entre 1740 et 2016 et utilisés pour cette classification, nous avons classés cinq événements d'intensité exceptionnelle (de niveau 3), dix-huit d'intensité forte à très forte (niveau 2) et cinq d'intensité faible à moyenne (niveau 1).

correspond à la réputation et à l'étymologie du Malnant : torrent dangereux, colérique, dévastateur, etc.

La reconstitution des événements torrentiels majeurs du Malnant nous donne un aperçu de sa dynamique torrentielle, en confirmant que ses crues dévastatrices sont généralement porteuses de conséquences matérielles et morphologiques importantes. L'évaluation de la torrentialité du Malnant, et par extension des dangers liés à ses crues torrentielles à partir de ces seules informations n'apparaît pas suffisante pour décrire réellement une tendance.

Parce que les populations riveraines du Malnant sont les premières concernées par le danger occasionné par les aléas torrentiels, les adaptations qu'elles ont pu mettre en place pour se protéger peuvent apporter des informations sur la nature et la gravité de ces dangers. Ce sera donc l'objet de cette seconde partie.

2. Les « réponses multiformes » de la société face aux aléas

Les dégâts causés par les crues du Malnant ont motivé la réalisation de nombreux aménagements, notamment à partir du XX^{ème} siècle, visant à la maîtrise du torrent, et par extension des aléas torrentiels, afin de protéger la population et les propriétés riveraines du torrent. Ces travaux, dont le nombre peut sembler disproportionné eu égard à la taille modeste du bassin-versant, consistent aussi bien en des aménagements ponctuels et spontanés de la part des riverains, qu'en des aménagements de grande envergure menés par les administrations déconcentrées de l'Etat.

Cette section vise à montrer de quelles manières la société (en particulier, la population riveraine) s'est adaptée ou a adapté le torrent face aux dangers des crues torrentiels. Ces adaptations doivent rendre compte de la dynamique torrentielle du Malnant.

2.1. Des ouvrages de protection ponctuels au vaste projet de correction du torrent

Les sources archivistiques consultées tendent à nous montrer que les populations riveraines du Malnant ont développé des pratiques anciennes visant à limiter le danger engendré par l'aléa torrentiel. Ces pratiques vernaculaires se traduisent notamment par une utilisation et une organisation du territoire adaptée aux aléas, et par la mise en place d'ouvrages de protection des biens.

La consultation des plans cadastraux anciens (mappe sarde et cadastre français) et dans une moindre mesure des photographies aériennes anciennes permet de faire plusieurs observations concernant l'organisation et l'utilisation de l'espace de la vallée par les populations. Tout d'abord, on peut observer que les plus anciennes habitations de la vallée sont généralement construites sur des terrains situés soit en retrait, soit en hauteur par rapport au torrent. Ainsi, par exemples, le

hameau de Bellossier, qui a vraisemblablement toujours²⁵ été le hameau riverain du Malnant le plus peuplé, est situé sur des terrains en retrait et hors d'atteinte par les crues du torrent, et le hameau de Montremont est situé sur des terrains plus proches du torrent, mais qui, à la faveur du fort encaissement de cette partie de la vallée, se trouvent plus en hauteur par rapport au torrent. On peut également constater que certaines zones à proximité du chenal du torrent n'ont jamais été (ou seulement à partir d'une époque récente) des lieux d'installation : c'est le cas des terrains proches de la confluence du Malnant avec le Fier. Si les cônes de déjection de certains torrents ont été le lieu d'installation de communautés (Antoine, Dessailly, 2001), ça n'a vraisemblablement jamais été le cas pour le Malnant. Enfin, on peut remarquer que les parcelles situées à proximité immédiate du chenal sont généralement étroites dans le sens de la largeur (perpendiculairement au chenal) et grandes de la sens de la longueur (parallèlement au chenal), et qu'elles sont occupées essentiellement par des bois ou des broussailles, et parfois par des pâturages, alors que les parcelles situées plus en retrait ont des formes « classiques » et sont occupées par des prés ou des cultures.

Toutes ces observations révèlent que les communautés locales avaient pris en compte le risque torrentiel et qu'elles avaient déterminé des règles de base pour s'en protéger.

Ce mode d'organisation et d'utilisation de la vallée n'a pas empêché que les populations locales aient cherché à se protéger directement des crues du Malnant. Ainsi, pendant longtemps, le principal moyen de protection, qui a été utilisé, était la construction d'ouvrages « artisanaux » par les riverains. Ces ouvrages servaient au maintien des berges du torrent afin de protéger les propriétés et le chemin vicinal entre Thônes et Montremont. Il pouvait s'agir aussi bien de digues en fascines, de caissons remplis de pierres prises dans le lit du torrent (des gabions), que d'éperons en bois faits en clayonnage (Mougin, 1914). Ces ouvrages ont principalement été faits à partir de la principale ressource à disposition dans la vallée, à savoir le bois, qui était prélevé dans forêts voisines, quasiment sur place. Occasionnellement des ouvrages en matériaux plus solides ont pu être construits. Ainsi, déjà en 1914, des épis en pierres sèches avaient été construits aux abords et en aval de Montremont afin d'éviter l'érosion de la berge en rive gauche sur laquelle est établie la route vicinale (Mougin, 1914). La construction de ce type d'ouvrages a longtemps été faite selon les besoins des riverains, sans que des autorisations particulières ne soient demandées auprès de la mairie. Celle-ci était néanmoins tenue au courant de ces aménagements, dans la mesure où leur construction nécessitait du bois qui était demandé à la municipalité. Ainsi, entre mars 1899 et mars 1957, les délibérations du Conseil Municipal de Thônes font état de douze demandes de délivrance de bois par des particuliers ou par les conseillers municipaux des sections communales pour la construction de digues, de longueur variable, le long du torrent. Il est entendu que d'autres constructions d'ouvrages ont pu être réalisées par les riverains sans que la mairie en ait été informée. Même si les aménagements des berges des rivières sont maintenant bien encadrés, des constructions de ce type ont pu être réalisées à des époques récentes, en témoigne des

²⁵ Depuis les premiers recensements dont on dispose (1881).

photographies (fig. 9) faites autour des berges du Malnant à l'automne 2015, sur lesquelles on devine des digues de protection artisanales réalisées à partir d'anciens poteaux électriques (en bois ou béton).



Figure 9. Protection de berges artisanale en aval du hameau des Pesets, le 23 mai 2016

A partir des années 1960, les ouvrages en bois sont remplacés par des ouvrages en enrochements, notamment dans la zone de confluence du Malnant et aux abords des ponts ; les culées et les tabliers des ponts, autrefois en bois, sont aussi peu à peu remplacés par des ouvrages en béton, voire en ciment armé pour leur assurer une meilleure solidité. Un seuil a été également construit vers 1980²⁶ à la confluence du torrent avec le Fier afin de relever et stabiliser le profil en long du torrent, et de protéger les berges de la nouvelle zone artisanale de l'érosion. Depuis sa construction, ce seuil a été conforté plusieurs fois.

Le projet d'aménagement le plus vaste et le plus coûteux visant à corriger le Malnant est celui opéré après 1960, en réponse à la crue du 30/09 au 01/10/1960. Il a été conduit et financé en partie par le service RTM de Haute-Savoie. Ce projet, effectué en plusieurs phases de travaux, a compris la construction de 46 épis (dont 1 épi-poutre) et de digues longitudinales en béton d'une longueur de 13m50, qui ont été répartis sur les berges du torrent depuis le haut de Montremont jusqu'à la confluence du torrent avec le Fier. En raison du coût total de ce projet, estimé à plus de 550 000 frs, une association de riverains a été constituée pour aider au financement des ouvrages de protection, car la commune n'était pas à même d'assurer la charge financière de l'ensemble de ces travaux. En

²⁶ Délibérations n°80/62 du 17/10/1980, n°81/25 du 23/03/1981 et n°51 du 01/06/1981.

1970, la construction de 15 nouveaux épis (dont 2 épis-poutre), répartis dans la vallée, s'ajoute au précédent projet. Aujourd'hui, la plupart de ces ouvrages ont basculé dans le torrent ou se retrouvent suspendus sur la berge en raison de l'incision du lit du Malnant.

Ces successions d'aménagements dans le chenal du Malnant, tout comme la disposition du parcellaire, et plus généralement l'organisation de la vallée ont été autant de moyens mis en œuvre pour faire face aux crues du Malnant, en cherchant à limiter leurs dégâts sur les infrastructures de la vallée. Ainsi, ils sont généralement placés aux abords des ponts (principalement celui de Bellossier, qui a été emporté sept fois depuis 1899), le long de la route communale n°3 (Thônes-Montremont) et le long de propriétés privées. Les sommes dépensées pour la mise en défens des ponts et de la route communale n°3 témoignent de l'importance de ces ouvrages pour la vie locale : la route Thônes-Montremont constitue en effet le principal axe de communication de la vallée, et par conséquent le principal accès aux alpages et aux forêts ; la route communale n°4 qui passe sur le pont de Bellossier constitue quant à elle, le seul accès direct permettant de relier le hameau du Bellossier au centre-ville de Thônes et, à une époque, d'accéder aux exploitations forestières voisines. L'impraticabilité du pont de Bellossier impliquait pour les habitants de devoir contourner le cône de déjection du Malnant en passant par le pont de Morette puis la route reliant Annecy et Thônes, pour se rendre au centre-ville. L'élevage et l'exploitation des forêts sont restés longtemps les deux piliers de l'économie locale, on comprend ainsi pourquoi tant a été fait pour protéger ces infrastructures.



Figure 10. Photographies d'épis dans le chenal du Malnant.

Lecture : A gauche, un épi en voie de basculement (le 14/08/2015 en face du camping du Tréjeux). A droite, un épi fonctionnel (le 20/05/2016, près du parking de Montremont).

Depuis l'aménagement de la zone industrielle sur les terrains situés en face du cône de déjection du Malnant, un certain nombre d'ouvrages (seuil du pont de Bellossier et digues notamment) ont été construits pour assurer la stabilité des berges de ces terrains. Si les intérêts économiques se sont

déplacés, les ouvrages de protection visent toujours à les protéger. L'ensemble des moyens mis œuvre pour se protéger du Malnant révèle une prise en compte permanente des aléas torrentiels par les communautés locales. Ces moyens consistent en effet en une « réponse » des riverains aux des crues dévastatrices. Les différentes méthodes anciennes comme actuelles de protection contre le risque torrentiel ont été plutôt efficaces, puisque, malgré des dommages causés parfois énormes, hormis deux bâtiments à usage agricole et une chapelle, aucune habitation n'a jamais été emportée, et aucune victime du Malnant n'a jamais été à déplorer.

2.2. Les travaux de Restauration des Terrains de Montagne

En supplément des nombreuses opérations de correction effectuées dans le chenal du Malnant, la partie amont de son bassin-versant a été un des terrains d'application de la politique de restauration de terrains de montagne. Elle a été incluse dans le « périmètre de restauration du Fier », sous l'appellation « série de Thônes ».

La restauration des terrains en montagne est un vaste sujet, dont les conséquences sur la dynamique torrentielle des rivières alpines ont été étudiées par de nombreux auteurs (Peiry, Salvador, Nougier, 1994). Dans cette partie, il s'agira donc de décrire les aménagements effectués sous l'impulsion de cette politique, et de mettre en évidence les différents éléments pouvant témoigner de la dynamique torrentielle du Malnant avant et pendant les aménagements.

La décision d'appliquer la politique RTM dans la partie amont du bassin-versant du Malnant, bien que motivée aussi par la protection des personnes et des biens dans la vallée, s'est d'abord inscrite dans un projet global de régularisation du Fier, qui devait permettre de sécuriser les voies de communication importantes qui le traversent (route nationale Annecy-Thônes et chemin de fer Annecy-Aix et Annecy-Genève). La régularisation du Fier devait être obtenue par la « maîtrise » des apports en matériaux du Malnant au Fier. En s'accumulant à la confluence des deux torrents, ils avaient pour effet de « barrer » le lit du Fier et de rejeter son écoulement contre sa rive droite, ce qui engendrait d'importants dégâts sur les terrains voisins (inondation des cultures et agrandissement des marais) et coupaient les voies de communications majeures de la vallée. Le principe général du projet était donc de restaurer les terrains situés dans le bassin de réception du Malnant qui alimentent en débris de roches les ravines dans lesquelles sont stockés de grandes quantités de matériaux, mobilisables/mobilisés lors des épisodes de crues et qui causent de nombreux dommages dans la vallée avant de se déposer en majorité dans la zone de confluence avec le Fier. Ces terrains étaient jugés très dégradés par les ingénieurs de l'Administration des Eaux et Forêts, qui expliquaient cette situation par l'occurrence de processus d'érosion particulièrement forts sur ces versants, et surtout par l'exploitation (trop) importante des forêts et du surpâturage dans ce secteur. La restauration de ces terrains, par l'établissement d'un périmètre de protection, devait donc permettre de limiter la principale fourniture en matériaux détritiques du torrent.

Le périmètre de restauration dans ce secteur a été délimité dès 1860, mais la majorité des terrains le composant n'ont été acquis par l'Etat qu'en 1897, en raison de la vive opposition du Conseil

Municipal de Thônes, qui malgré tout a fini par céder environ 204 ha de terrains appartenant à la section cadastrale de Montremont. A cette surface, sont venus s'ajouter en 1903 environ 34 ha de terrains situés au pied des parois rocheuses du Cirque du Varo, cédés par des particuliers. Au total, le périmètre de la série de Thônes couvrait une surface totale de 238 ha, 25 a et 19 ca (Moutard, 1995 ; Mougin, 1914). L'essentiel des travaux de restauration a été réalisé entre 1900 et 1930, bien qu'ils aient été interrompus durant la Première Guerre Mondiale, et que les derniers peuplements artificiels aient été effectués en 1941 (Moutard, 1995).

Les travaux RTM sont souvent réduits aux seules opérations de reboisement des terrains dégradés situés en montagne. Or ces opérations ne constituent en fait qu'une étape finale de l'ensemble des travaux effectués dans le périmètre de restauration. Des travaux de terrassement et de constructions ont en effet été préalablement réalisés. Ils ont eu pour objectifs d'une part de corriger les lits des ravins élémentaires et la partie amont du lit du torrent, et d'autre part de préparer les opérations de reboisement. Les travaux de correction ont consisté en la construction de quelques barrages rustiques dans le lit du torrent dans le bassin de réception, et au fascinage²⁷ et clayonnage²⁸ des ravins élémentaires qui l'alimentent, afin d'empêcher les affouillements. Les travaux « préparatoires au reboisement » ont consisté en la construction de banquettes, c'est-à-dire de murs en pierres sèches positionnés perpendiculairement à la pente, sur les versants abrupts à restaurer. Leur objectif premier était de créer des ruptures de pentes sur les versants afin de freiner le ruissellement et de fixer les neiges, pour empêcher la formation d'avalanches qui fragilisent le sol et rendent impossible le reboisement, et de limiter le transit de matériaux vers les ravines puis jusqu'au torrent. Ces banquettes avaient également pour objectif de créer de petites surfaces planes perpendiculairement à la pente pouvant servir de support au reboisement futur. Ces replats pouvaient en effet offrir aux plants des conditions d'enracinement meilleures et leur assurer des apports en eau (Moutard, 1995 ; Mougin, 1914).

²⁷ Fascinage : matelas constitué de fagots de branchage (fascines) servant de fondation de digues en terrain susceptible d'être affouillé (d'après le Larousse)

²⁸ Clayonnage : assemblage de pieux et de branchages pour entre autre soutenir des terres (d'après le Larousse).



Figure 11. Photographie des banquettes ayant servi au reboisement de zone située en contrebas du col des Frêtes du Rozairy, prise par P. Mougin en 1908

Une fois les travaux de terrassements et de constructions achevés, les opérations de reboisement des terrains nus ont débuté. La reconstitution d'un couvert végétal forestier était motivée par sa capacité à atténuer les processus de ruissellement en retenant les matériaux entraînés au moment des pluies et de la fonte des neiges, en absorbant les écoulements superficiels et en différant leur restitution au torrent (Moutard, 2014 ; Mougin, 1914). Le reboisement devait permettre de pallier artificiellement à l'insuffisance de la couverture végétale existante au début du XX^{ème} siècle.

Le reboisement des terrains du bassin de réception du Malnant a été réalisé à partir de plants issus de pépinières volantes, c'est-à-dire « *disposées en abri relatif mais dans le proche voisinage de leur future implantation, afin de les acclimater le mieux possible au biotope qui les attendait* » (Moutard, 2014). Les espèces choisies ont principalement été des conifères : pins cembro, pins à crochets et épicéas. Des feuillus ont également été plantés, tels que des aulnes, des sorbiers, des érables sycomore et des hêtres, afin de reconstituer un couvert végétal mixte, disposé en plusieurs strates, assurant une meilleure protection du sol. Dans le dossier d'avant-projet, il était prévu qu'une surface d'environ 107 ha, soit reboisée, en réalité ce sont 48,5 hectares qui l'ont été (Moutard, 2014).

Aujourd'hui, il est devenu difficile de se rendre compte sur place de l'ensemble des aménagements effectués dans le cadre de la restauration des terrains de montagne. Si les parties boisées sont encore visibles, elles ont été rattrapées par l'augmentation générale du couvert forestier dans le bassin-versant, et rien n'indique qu'il s'agit d'un boisement artificiel. Les chemins taillés dans les versants pour accéder aux parcelles reboisées ont pour beaucoup disparus, il ne subsiste que le chemin de grande randonnée menant au col des Frêtes du Rosairy. De même, il ne reste plus

aucune trace apparente des banquettes construites pour le reboisement, bien que selon R. Moutard (1995) elles couvraient une longueur cumulée de 3260 mètres en 1933.

Il est difficile de retracer leur « histoire », sachant qu'on ne sait pas à quel moment précis, elles ont été construites. Au vu du travail énorme qu'a pu demander leur construction, il est plus que probable que celle-ci ait été étalée sur plusieurs années. Des photographies prises par P. Mougin et M. Bernard (conservées par le service RTM d'Annecy) nous indiquent que des banquettes en contrebas de la Montagne de Cotagne et du col des Frêtes de Rosairy, sur le versant situé en rive droite du Malnant ont été construites en 1907 et 1908. Dans la correspondance conservée de l'administration des Eaux et Forêts par le service RTM, un courrier d'un garde forestier à l'Inspecteur principal des Eaux et Forêts, datant du 4 octobre 1928, mentionne que « *entre les bornes 10 à 12, toutes les banquettes d'avalanches construites il y a très longtemps déjà n'existent plus depuis avant-guerre. Dans cette partie de la série il n'y a même pas de végétation, car chaque année, elle subit des dégradations énormes dues aux avalanches qui partent du sommet du rocher, il y aurait donc lieu de continuer les plantations entre les banquettes construites en 1924* ».

Ces éléments issus des archives du service RTM sur le reboisement nous conduisent donc à penser que la construction des banquettes a été réalisée au moins entre 1907 et 1924. Ils nous indiquent également que des banquettes en protection des avalanches avaient été construites sur ces versants bien avant les années 1900, et les premiers travaux de restauration, et qu'elles avaient déjà disparues avant la Première Guerre Mondiale.

Cette dernière remarque concernant la disparition des banquettes réalisées avant 1900 fait écho à la première information de ce paragraphe sur la disparition des banquettes ayant servi au reboisement, et nous conduisent à émettre deux hypothèses sur les processus de pente des versants du Malnant : leur violence est telle qu'elle a permis la disparition intégrale des banquettes en maçonnerie qui avaient été construites ; les processus de pentes ne semblent pas avoir significativement diminués en intensité durant le dernier siècle étant donné qu'ils ont entraîné la disparition à deux époques différentes et espacées des deux séries de banquettes construites sur les versants.

Cet inventaire des aménagements qui ont été effectués depuis la fin du XIX^{ème} siècle dans le lit du Malnant ainsi que dans son bassin-versant témoigne d'une réelle et ancienne volonté de la part des riverains et des administrations compétentes de *dompter* ce torrent. Cet objectif ancien a cherché à être atteint à travers de petits et ponctuels aménagements, financés par les faibles moyens à disposition, mais aussi à travers de vastes et coûteux projets, qui ont commencé par la restauration des terrains du bassin-versant et se sont renouvelés avec la correction du torrent.

La réalisation de tous ces aménagements nous amène donc à observer que le Malnant, et par extension les phénomènes de crues dévastatrices qu'il produit, sont considérés depuis longtemps comme dangereux par les populations locales et qu'ils n'ont pas connu de périodes d'accalmie,

puisqu'elles ont, continuellement et par de multiples moyens, cherché à s'en protéger. Cette perception du Malnant n'a pas vraiment évolué puisqu'aujourd'hui, il est encore question de chercher un moyen de maîtriser ce cours d'eau²⁹.

A moins que cette nouvelle recherche de contrôle des aléas torrentiels ne s'explique par une augmentation de la vulnérabilité (c'est-à-dire des enjeux sociaux et économiques dans la vallée) ? La réponse est difficile à donner : - d'un côté, l'amélioration générale des conditions de vie et l'augmentation des richesses depuis la fin de la Seconde Guerre Mondiale ont permis la construction d'infrastructures plus modernes et plus coûteuses, par conséquent plus « précieuses », mais aussi plus résistantes ; - d'un autre côté, les aménagements opérés avant la Seconde Guerre Mondiale par les riverains étaient vraisemblablement considérés comme tout aussi précieux : si la main d'œuvre et les matériaux nécessaires étaient moins coûteux, la réalisation des travaux demandait du temps et était faite avec plus de difficulté.

Si on s'intéresse au seul volet économique de la vulnérabilité, il semblerait que les enjeux économiques dans cette vallée soient toujours importants, même s'ils se sont déplacés. Autrefois, permettre l'accès à cette vallée était une nécessité pour l'économie du bois et l'élevage pour l'accès qu'elle offrait aux alpages et aux forêts. Aujourd'hui, maîtriser le débouché de cette vallée est devenu une nécessité en raison des activités économiques qui y sont installées : camping, zone industrielle et entreprises.

3. Les facteurs de déclenchement des crues torrentielles

Dans cette partie, il est question d'examiner les principaux paramètres qui participent au déclenchement, à l'exacerbation ou à la réduction des crues dévastatrices du Malnant, et qui par extension jouent un rôle dans sa dynamique torrentielle.

3.1. Paramètres météorologiques : le rôle des précipitations

La prise en compte des paramètres pluviométriques dans l'examen des facteurs des aléas torrentiels est essentielle car ils déterminent l'alimentation en eau (due aux précipitations liquides et à la fonte des neiges) du torrent et régissent ainsi son écoulement de type spasmodique. Par extension, ils déterminent aussi la capacité de transport de matériaux solides du torrent. De fait, il devrait exister une relation étroite entre la survenue d'épisodes de crues violents et l'occurrence de phénomènes météorologiques intenses.

Comme précisé précédemment, l'obtention de données météorologiques pour le bassin-versant du Malnant n'est possible que par extrapolation, car aucun appareil de mesures météorologiques n'est implanté dans cette vallée. Le renseignement des épisodes de crues dévastatrices du Malnant a

²⁹ Cf. introduction

ainsi permis de recenser les différentes origines météorologiques de ces évènements, qui sont de quatre sortes : « fortes pluies », « orage », « fonte des neiges et pluie », et « neige et pluie ». Ces informations ont également été classées selon le mois de l'année au cours duquel la crue s'est produite, afin d'obtenir une idée de la cause de ces évènements météorologiques.

Bien qu'il n'ait pas été possible de connaître l'évènement météorologique qui a déclenché chacune des crues recensées, les évènements renseignés sur ce point permettent toutefois de décrire une tendance.

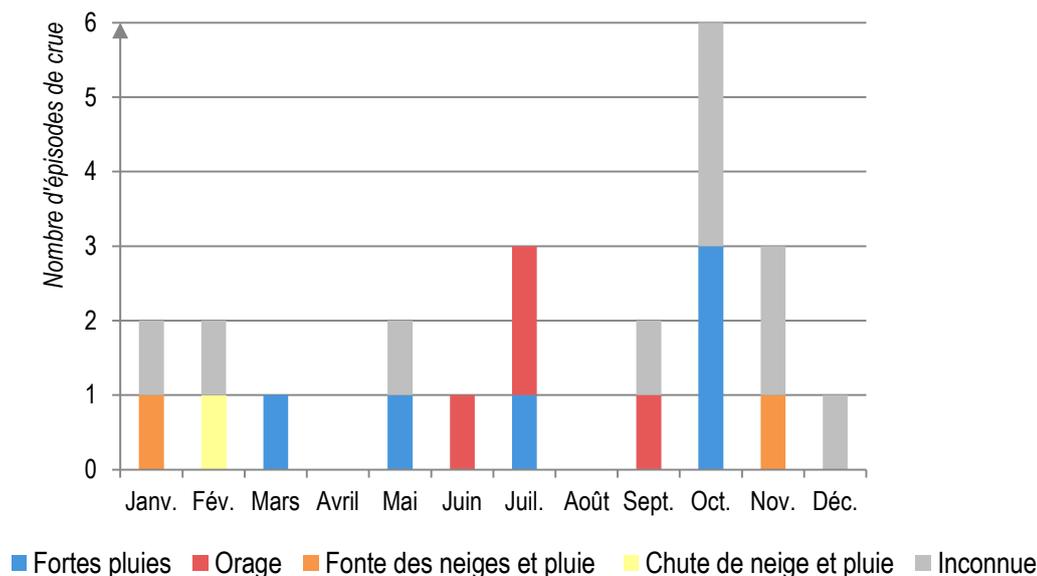


Figure 12. Origine météorologique des épisodes de crues dévastatrices du Malnant en fonction des mois de l'année.

D'une part, on constate que la majorité des crues a pour origine de « fortes pluies », que ce soit en raison de leur abondance ou de leur durée (pluies décrites comme « torrentielle », « diluvienne », « abondante », « prolongée » ou « persistante »). Dans les deux cas, l'intensité des pluies a dépassé la capacité d'infiltration des sols et entraîné leur saturation, ce qui a conduit au ruissellement des pluies et à l'alimentation directe en eau du torrent. La majorité des épisodes de crues dont l'origine est de fortes pluies se sont produits à l'automne, en octobre. Ces épisodes de crues sont donc liés aux précipitations de fin de l'été. Les orages qui se produisent en été sont la deuxième cause de déclenchement des crues dévastatrices du Malnant. Ces évènements météorologiques sont fréquents à cette époque dans les zones tempérées. Ils sont d'origine convective, c'est-à-dire engendrés par l'ascendance de masses d'air chaud qui provoquent des précipitations orageuses très intenses, très brèves et localisées spatialement (Cosandey & Robinson, 2012).

Parmi les causes de déclenchement de crues dévastatrices du Malnant, il ne faut pas oublier la neige, qui participe aux apports en eau au torrent aussi bien directement quand elle fond quasi-instantanément après avoir atteint le sol (« chute de neige et pluie »), qu'indirectement quand elle

se fixe sur le sol et constitue une « *forme de mise en réserve de l'eau dans le bassin-versant* » (Cosandey & Robinson, 2012), qui une fois libérée, participe directement aux apports en eau (« fonte des neiges et pluie »).

L'analyse des données pluviométriques moyennes mensuelles de la station Météo France entre 1932 et 2015 de Thônes permet de compléter les observations déjà faites sur le rôle de la pluviométrie de déclenchement de crues dévastatrices du Malnant.

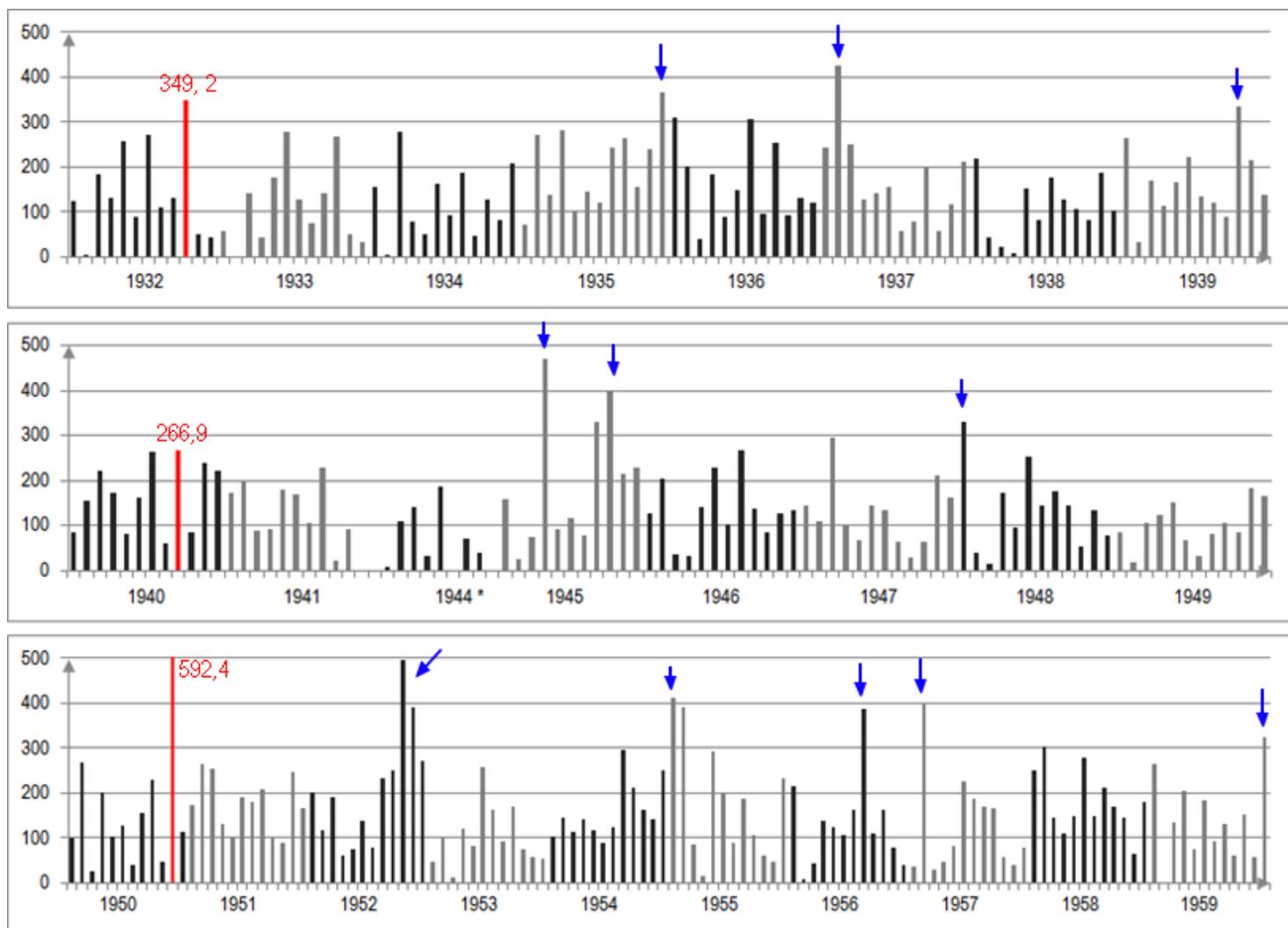


Figure 13. Précipitations moyennes mensuelles enregistrées par la station Météo France de Thônes entre janvier 1932 et décembre 1959 (* pas de mesures entre janvier et mai 1944)

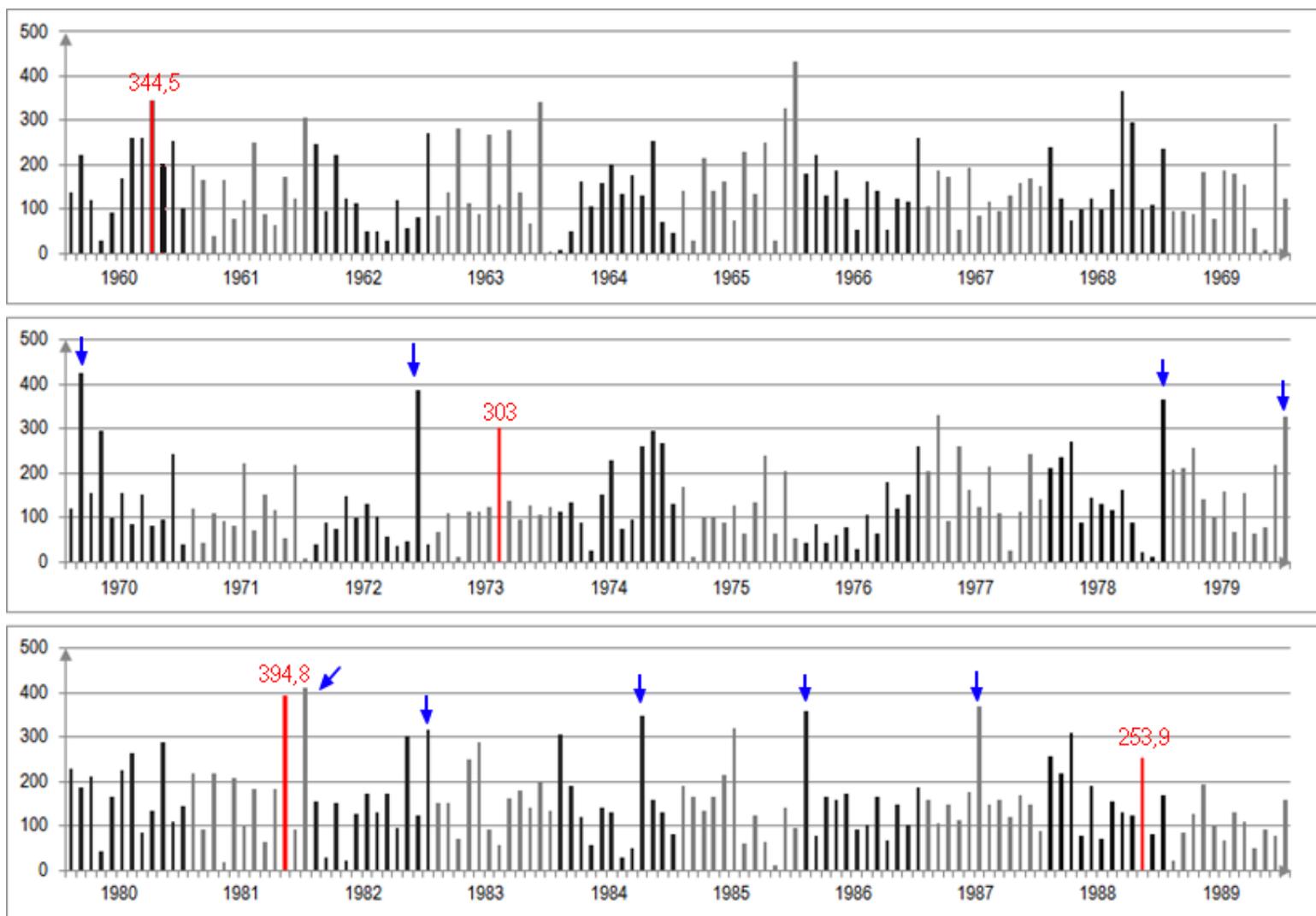


Figure 14. Précipitations moyennes mensuelles enregistrées à Thônes entre janvier 1960 et décembre 1989

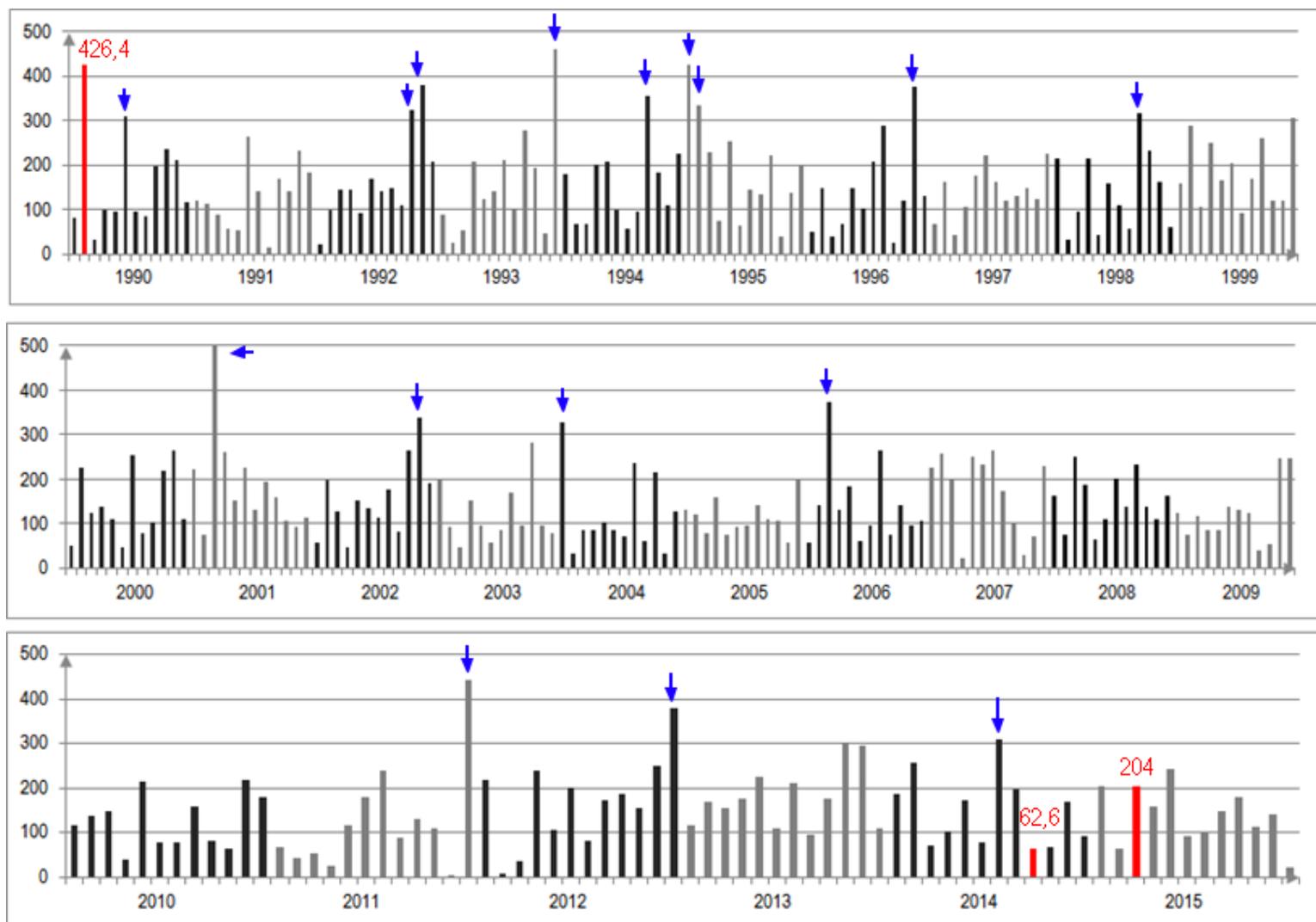


Figure 15. Précipitations moyennes mensuelles enregistrées à Thônes entre janvier 1990 et décembre 2015

Lectures des figures 13,14 et 15 : les barres rouges représentent les mois durant lesquels une crue torrentielle du Malnant s'est produite ; les chiffres en rouge sont les millimètres enregistrés. La durée d'un an est représentée par une série de gris. Les flèches bleues correspondent aux mois durant lesquelles les précipitations enregistrées ont dépassé la moyenne de 300 mm. Ce chiffre est très élevé pour Thônes : 90 % des précipitations moyennes mensuelles enregistrées entre 1932 et 2015 sont inférieures à 263 mm.

On constate logiquement que les épisodes de crues dévastatrices se sont produits en grande majorité durant un mois au cours duquel les hauteurs de précipitations moyennes enregistrées à Thônes étaient supérieures à 263 mm, c'est-à-dire supérieures à 90 % des précipitations moyennes enregistrées entre 1932 et 2015. Les crues dévastatrices se sont donc produites au cours de mois considérés comme très pluvieux pour la région. Néanmoins, cette relation n'est pas réciproque. De nombreux mois très pluvieux ont été enregistrés depuis 1932 (mois pointés d'une flèche bleue sur les graphiques) sans pour autant que se soit produit un évènement torrentiel durant ces périodes. En outre, les mois durant lesquels se sont produites les crues violentes, n'ont en majorité pas été précédés d'un mois très pluvieux. De plus, mais dans une moindre mesure, on peut ajouter que la crue du 8 au 9 septembre 2014 s'est produite durant un mois qui compte parmi les 20 % les moins pluvieux enregistrés depuis 1932.

Ces observations, bien qu'intéressantes, ne permettent que de faire des suppositions sur le type d'évènement capable de déclencher des crues violentes, car à une échelle locale, la variabilité des précipitations peut être considérable (Cosandey & Robinson, 2012). Toutefois, ces éléments vont dans le sens des remarques que nous avons formulées sur l'origine des crues du Malnant en fonction des mois de leur survenue. Le déclenchement des crues dévastatrices pourrait être principalement expliqué par la survenue d'épisodes de pluies très intenses et/ou localisés issus d'évènements météorologiques convectifs.

Afin d'affirmer ces hypothèses, il conviendrait d'analyser les hauteurs de précipitations moyennes enregistrées sur une période journalière. Cela permettrait de décrypter la réalité que déforment les données mensuelles moyennes : les crues ont-elles été déclenchées à la suite d'un orage pluvieux localisé ou suite à une succession de jours pluvieux de forte intensité ? Si tel était le cas, combien de jours ont-ils duré ? etc. L'idéal pour étudier l'origine météorologique du déclenchement des crues serait d'installer des appareils de mesures dans la vallée elle-même, afin d'obtenir des données qui correspondent au plus près à la situation réelle. Elles permettraient d'évaluer le danger qui pourrait être potentiellement engendré par la survenue d'orage localisé. A ce propos, les renseignements précis du service RTM sur la crue du 8 au 9/09/2014 précisent que son origine est un orage intense et localisé sur le massif de la Tournette, situé en zone proche du bassin de réception du Malnant. Etudier plus en détails les données pluviométriques journalières pourrait permettre de déceler s'il y a déjà eu des antécédents d'épisodes pluvieux similaires.

Si le facteur météorologique justifie la hausse du débit dans le torrent, il ne saurait expliquer à lui tout seul, le déclenchement des crues dévastatrices. D'autres facteurs naturels entrent en jeu, ainsi que des facteurs liés à l'intervention de l'homme.

3.2. Caractéristiques du bassin-versant

Les caractéristiques géomorphologiques des bassins-versants (morphométrie, topographie et nature géologique) influencent fortement l'augmentation des débits en raison de leur influence sur l'écoulement (Bravard, Petit, 2000, p. 25). Celles du bassin-versant du Malnant ont déjà été détaillées lors de la présentation du terrain d'étude³⁰. Il s'agit maintenant de montrer en quoi elles peuvent influencer l'occurrence d'épisodes de crues violentes.

La forme du bassin-versant a une influence sur les écoulements car elle définit la forme du réseau hydrographique qui alimente le cours d'eau. Dans le cas du Malnant, la disposition des nombreux ravins élémentaires en éventail dans le bassin de réception implique que les écoulements convergent plus rapidement vers le chenal principal, augmentant plus rapidement le débit. Dans le reste du bassin-versant, les affluents et ravins qui alimentent le Malnant sont disposés en arêtes de poisson, ce qui signifie que les apports d'eau se font progressivement dans cette partie.

La topographie décrit l'énergie du relief, qui influence la vitesse des écoulements. Celle du bassin-versant du Malnant est caractérisée par de très fortes pentes, voire des pentes excessives, en particulier dans le bassin de réception (Moutard, 2014, p. 197). Là encore, la topographie du bassin-versant du Malnant joue en faveur des écoulements liquides, et peut ainsi influencer sur l'occurrence de crues violentes.

Les écoulements sont également influencés par la nature géologique du bassin-versant, et notamment la « *capacité [des] roches et [sols] qui en dérivent d'absorber l'eau et de la retenir de manière temporaire* » (idem). Les ravins qui alimentent le Malnant sont incisés dans les « *terrains majoritairement imperméables de l'Hauterivien, [ce qui favorise le] transfert immédiat des ruissellements dans les talwegs* » (Moutard, 2014, p. 199), et grossir les débits pour engendrer des crues violentes. Le matériel lithologique de la vallée a aussi la particularité d'être friable et de se désagréger facilement en réaction aux processus d'érosion. Il alimente ainsi constamment en matériaux détritiques le lit du torrent.

On peut constater que le bassin-versant du Malnant « cumule » les facteurs géomorphologiques qui influent sur les écoulements. Cette caractéristique explique en partie que certains processus, tels que l'érosion, y soient exacerbés.

3.3. Evolution du paysage dans le bassin-versant du Malnant

La carte sarde (1730) et le cadastre français de Thônes (1925) ainsi que les écrits de P. Mougin (1914) sont les documents qui rendent compte de la manière la plus précise du paysage du bassin-

³⁰ Cf. première partie, 3.

versant avant 1930. R. Moutard (1995) s'est intéressé à l'évolution du couvert végétal à partir de ces documents. Ses observations font état d'un couvert forestier généralement très dégradé en 1730, profitant aux prairies et aux surfaces cultivées. A cette date, les surfaces boisées représentaient en effet un peu moins d'un tiers de la surface totale du bassin-versant (Moutard, 1995). La partie la plus sinistrée était le bassin de réception du Malnant, en particulier le versant ouest situé en contrebas du col des Frêtes qui était totalement dépourvu de toute couverture végétale. Cette situation s'expliquerait d'une part par une exploitation importante des forêts, qui constituaient un pilier de l'économie locale (utilisation du bois d'œuvre par les nombreuses scieries et du bois de feu par les activités industrielles), et d'autre part par l'extension des activités pastorales, notamment d'élevage. R. Moutard rappelle que cette situation dans le bassin-versant du Malnant se retrouve de façon similaire dans le territoire de la Savoie (p. 24). La situation s'est peu à peu inversée à partir de la fin du XIX^{ème} siècle ; P. Mougin (1914) indique qu'en 1914, les surfaces boisées recouvraient 583 hectares du bassin-versant. La déprise agropastorale et la diminution des activités sylvicoles ont entraîné un reboisement naturel dans l'ensemble du bassin-versant : les surfaces boisées ont gagné progressivement du terrain sur les surfaces en herbes et les broussailles. L'exception faite à cette tendance est le bassin de réception du torrent, ce qui a justifié les opérations de reboisement par l'administration des Eaux et Forêts décrites précédemment (Moutard, 1995).

Au-delà de la répartition de la végétation et des terrains dégradés dans le bassin-versant du Malnant, les plans cadastraux de 1730 et 1925 mettent à jour un paysage fluvial différent de celui observable aujourd'hui (Peiry, 1989) . En 1730, le lit du torrent occupait une surface générale importante, en raison de sa plus grande largeur sur certains tronçons entre sa confluence avec le Nant des Nantets, en amont de Montremont et son confluent avec le Fier. A titre d'exemples, on mesure une largeur du lit d'environ 30 mètres en amont du hameau de Montremont, de 50 mètres à hauteur du hameau du Crêt, voire de 80 mètres en aval du lieu-dit Les Etouvières. Les cadastres ne le précisent pas, mais on suppose que cette largeur du lit plus importante sur de nombreux tronçons traduit l'existence de plages de dépôts sur ces tronçons. En 1730, le cône de déjection était également plus large qu'il ne l'est aujourd'hui, et pouvait atteindre une largeur maximale de 150 mètres. A hauteur du pont de Bellossier, le Malnant adoptait un style en tresses, comme en témoigne les îles et les différents chenaux qui sont cartographiés sur le plan cadastral. Ce style fluvial se retrouve également sur le cadastre de 1925, bien que le Malnant ait déjà évolué vers un chenal rectiligne : les îles et les chenaux sont moins nombreux, de même que la largeur maximale du cône de déjection n'atteint plus que 110 mètres. Cette réduction du lit majeur s'inscrit dans une tendance qui est aussi observable sur l'ensemble du torrent. Le seul tronçon, dont la largeur n'a pas beaucoup évolué, est celui qui se trouve à hauteur de l'actuelle cabane des Bobs (en amont de Montremont). Ce tronçon, situé à proximité du bassin de réception, a été repéré par R. Moutard (2014) et ETRM (2015) comme une zone de rupture de pente dans le profil en long du torrent. La répartition des zones bâties n'a pas pu faire l'objet d'observation en 1730, en raison de la mauvaise qualité de la carte sarde. En 1925, les constructions sont regroupées à l'intérieur de petits hameaux tout au long de la vallée, entourés de zones de cultures. Le hameau de Bellossier est le

plus important en nombre de bâtiments et de population. On observe également quelques constructions isolées, dans les alpages notamment, destinées aux activités pastorales.

Le travail de cartographie a abouti à la réalisation de trois cartes, permettant de restituer schématiquement le paysage du bassin-versant du Malnant en 1948, en 1978 et en 2012 (fig. 16, 17 et 18). A partir de ces cartes, des mesures de surfaces des principaux éléments du paysage ont été effectuées, afin de faciliter les comparaisons diachroniques du paysage. Elles ont été résumées dans un tableau (fig. 19).

L'occupation du sol dans le bassin-versant du Malnant en 1948

- Surfaces dénudées (parois rocheuses, ravins, lit des cours d'eau)
- Forêts et bois
- Prairies
- Zones cultivées
- Zones bâties
- Haies
- Chemins
- Routes
- Route départementale
- Cours d'eau et ravins
- Courbes de niveau
- Limites du bassin-versant

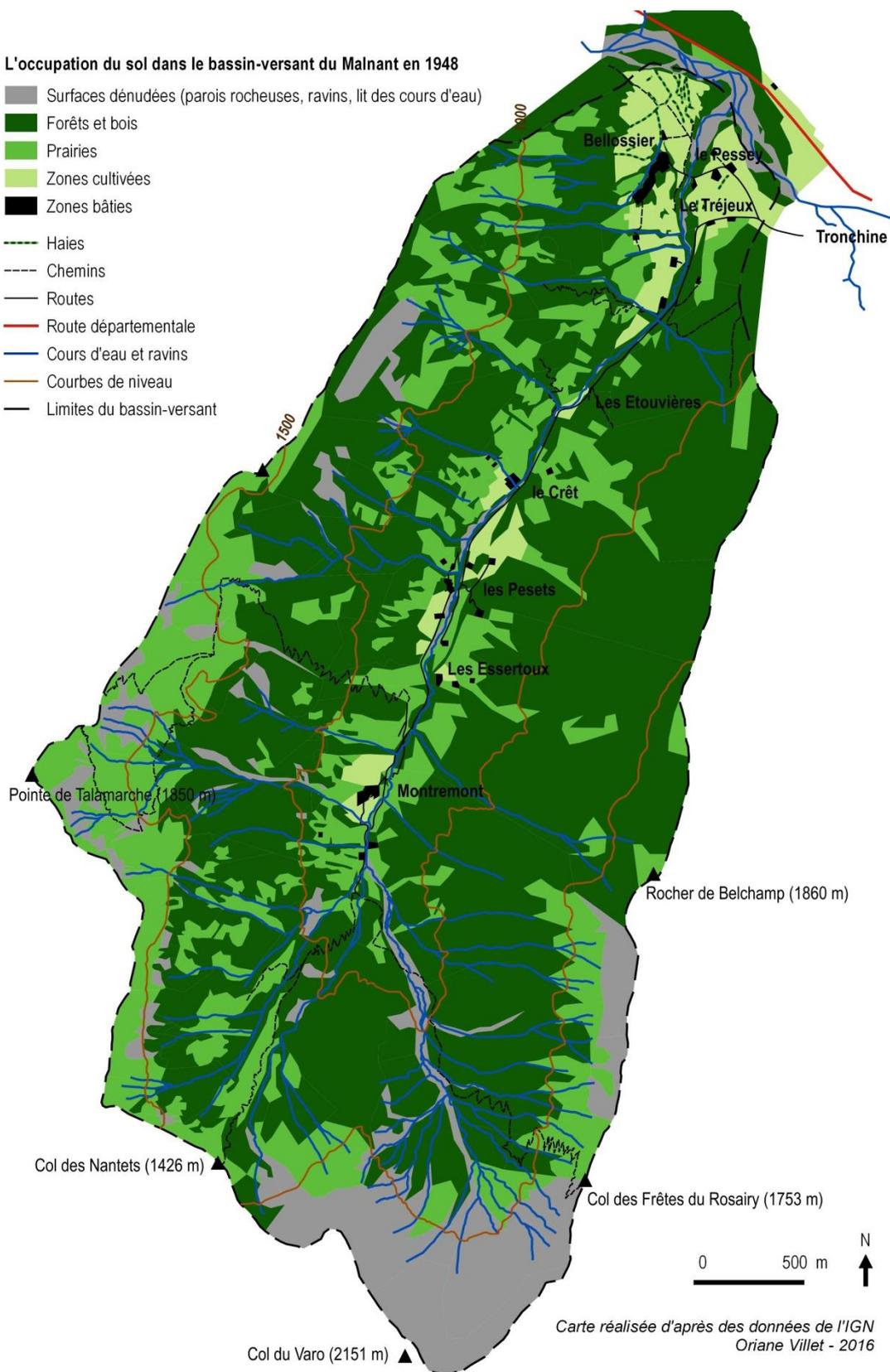


Figure 16. L'occupation du sol dans le bassin-versant du Malnant en 1948

L'occupation du sol dans le bassin-versant du Malnant en 1978

- Surfaces dénudées (parois rocheuses, ravins, lit des cours d'eau)
- Forêts et bois
- Prairies
- Zones cultivées
- Zones bâties
- Zone industrielle
- Haies
- Chemins
- Routes
- Route départementale
- Cours d'eau et ravins
- Courbes de niveau
- Limites du bassin-versant

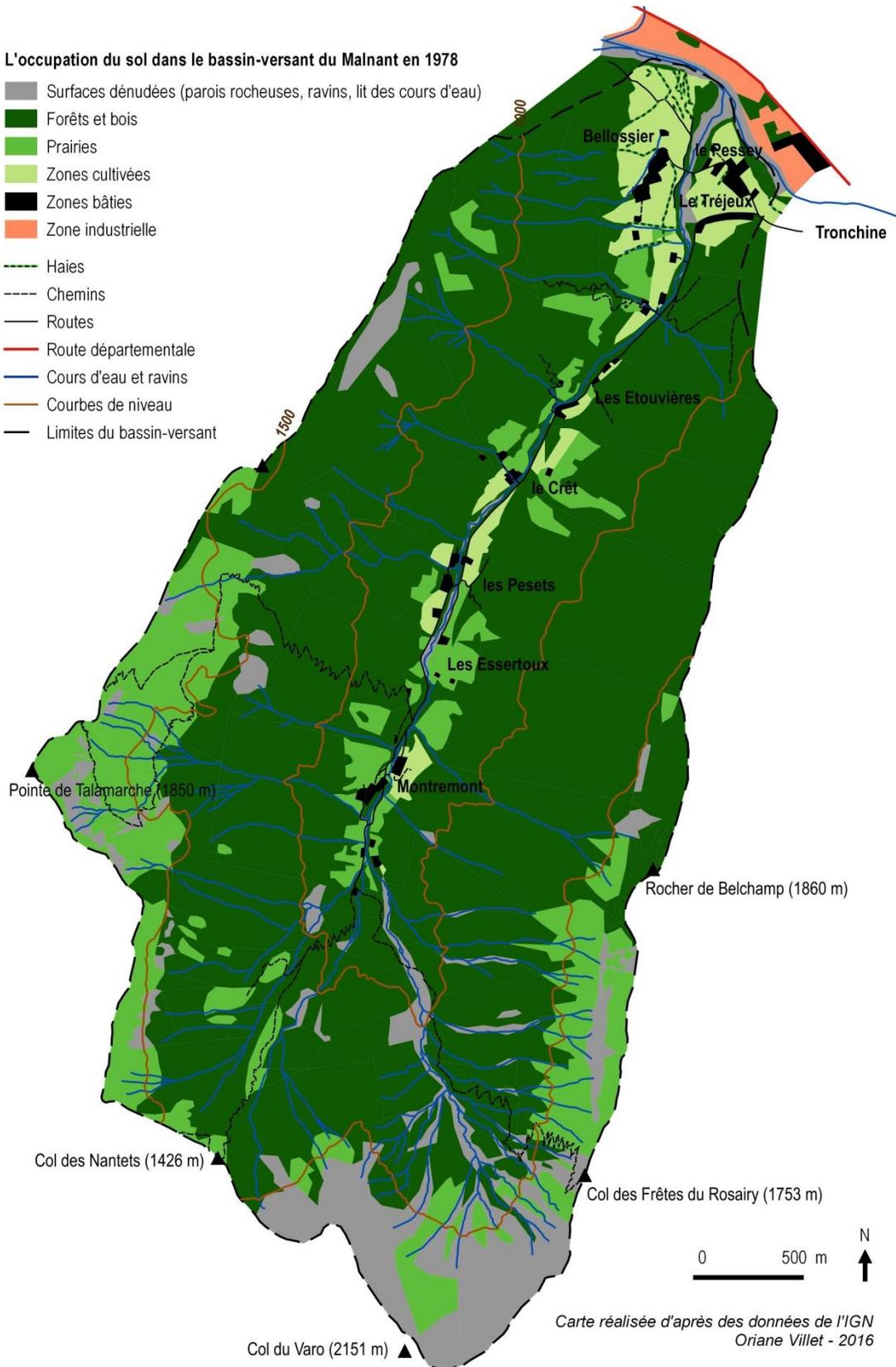


Figure 17. L'occupation du sol dans le bassin-versant du Malnant en 1978

L'occupation du sol dans le bassin-versant du Malnant en 2012

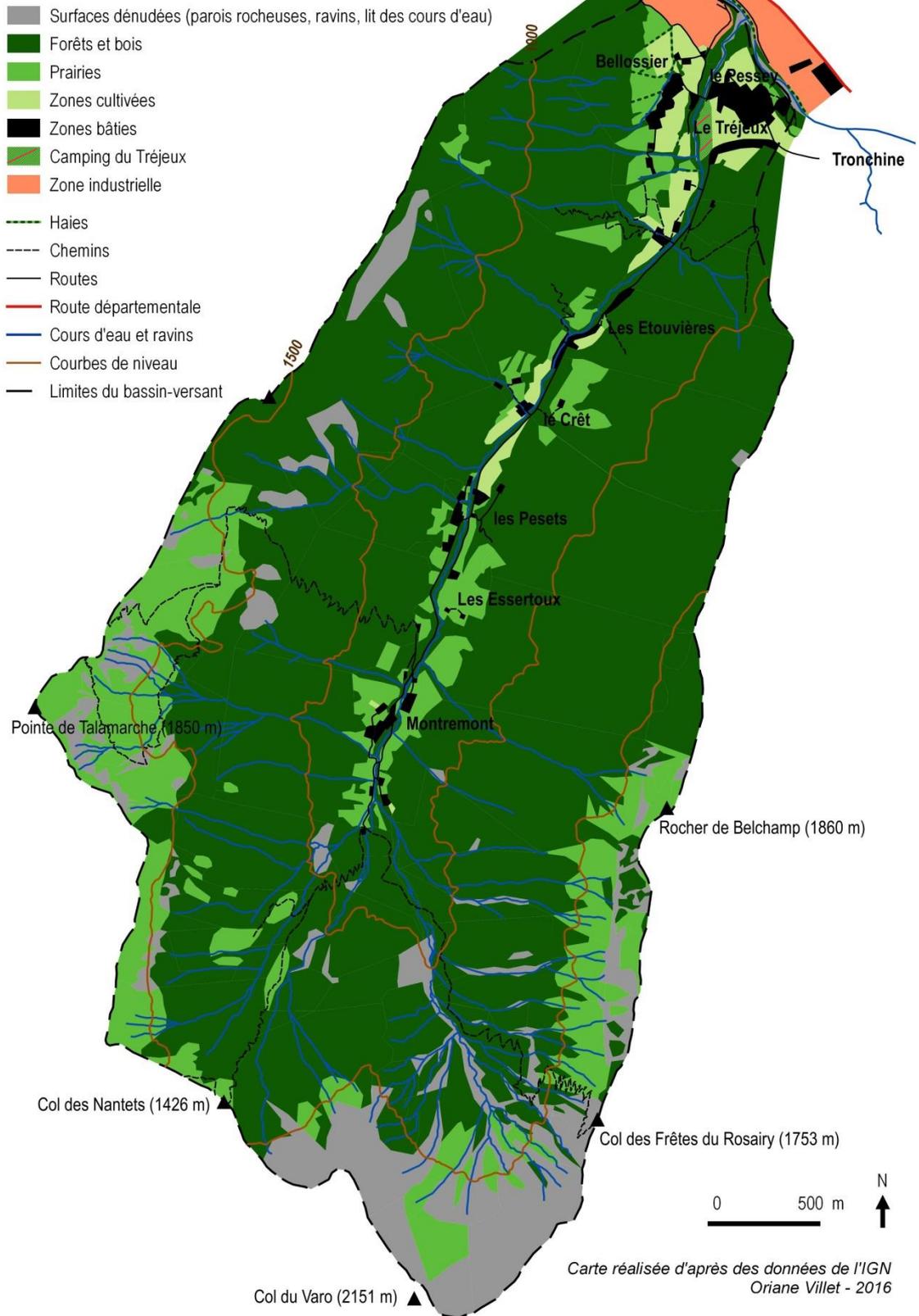


Figure 18. L'occupation du sol dans le bassin-versant du Malnant en 2012

		1948	1978	2012
Zones bâties		7,35	13,93	32,6
Dont <i>Camping</i>				1,91
<i>Zone industrielle</i>				9,37
Surfaces cultivées		63,9	63,23	31,34
Forêts et bois		963,52	1130,48	1156,2
Prairies		401,37	258,35	241,65
Surfaces dénudées		187,66	157,81	162,01
Evolution des surfaces	Zones bâties	+ 6,58		+ 18,67
	Surfaces cultivées	- 0,67		- 31,89
	Forêts et bois	+ 166,96		+ 25,72
	Prairies	- 143,02		- 16,70
	Surfaces dénudées	-29,85		+ 4,20
	Zones bâties	+ 25,25		
	Surfaces cultivées	-32,56		
	Forêts et bois	+ 192,68		
	Prairies	-159,72		
	Surfaces dénudées	-25,65		
Surface totale		1623,80		

Figure 19. Evolution de l'occupation du sol dans le bassin-versant du Malnant entre 1948 et 2012 (surfaces en hectares)

Les cartes d'occupation du sol en 1948, 1978 et 2012, ainsi que le tableau récapitulatif, nous donnent à voir une évolution marquée du paysage du bassin-versant. De manière générale, on observe une tendance à l'augmentation des surfaces boisées et bâties, ainsi qu'à la réduction des surfaces cultivées, en herbes, et dans une moindre mesure, des surfaces dénudées. Il s'agit d'une tendance générale, qu'il est possible d'analyser de manière plus détaillée.

En continuité de la tendance initiée depuis la fin du XIX^{ème} siècle, les forêts et bois ont connu une augmentation significative de leur surface jusqu'en 1978, avant que celle-ci ne devienne plus lente. Les espaces forestiers ont progressé majoritairement au détriment des zones de végétation rase, telles que les prairies, aussi bien dans le fond de la vallée que dans les zones d'alpages. On peut noter que cette progression est nettement plus visible sur le versant est de la vallée, notamment parce qu'il comptait une surface de prairies plus importante. Les espaces forestiers se sont également étendus sur les espaces dénudés, notamment jusqu'en 1978. Cette extension est la plus visible sur le versant ouest du bassin de réception, situé en contrebas du col des Frêtes du Rozairy, dans la zone correspondant au périmètre de reboisement.

La réduction générale de la surface des zones dénudées de 1948 à 1978 s'explique également par l'avancée de surfaces végétalisées dans le bassin de réception du Malnant. Si la surface des zones

cultivées est restée presque stable jusqu'en 1978, elle a connu ensuite une régression marquée, notamment en raison de l'augmentation forte des zones bâties. Leur surface a, en effet, plus que doublé entre 1978 et 2012, notamment du fait de l'extension de la zone industrielle de Thônes à l'est du cône de déjection du Malnant, et de l'installation du camping du Tréjeux en rive droite du torrent dans les années 80.

Ce résumé de l'évolution du paysage la vallée de Montremont, nous suggère quelques remarques quant à l'impact de l'occupation du sol sur la torrentialité du Malnant. Si on se réfère aux renseignements des épisodes de crue, on peut observer que l'évolution de l'occupation du sol à partir de 1948 dans l'ensemble du bassin-versant, ne semble pas avoir eu d'effet significatif sur l'occurrence et l'intensité des crues dévastatrices du Malnant. Depuis 1950, les épisodes de crues se répètent, sans que ne soit repérable une diminution significative de ce type d'épisodes. Après la crue de 2014, il aurait été possible de penser à un espacement des épisodes de crues violents, mais la récurrence de 2015 a démontré le contraire. De même, depuis de 1950, les épisodes de crue n'ont pas été moins intenses puisque sur les cinq crues d'intensité 3 répertoriées, deux se sont produites depuis 1950, dont la dernière en 2014. Si l'influence de l'occupation du sol n'est pas à occulter, elle ne consiste à *priori* pas en un facteur prioritaire dans le déclenchement de crues dévastatrices.

Le paysage du bassin-versant du Malnant a connu une évolution de son occupation marquée depuis la seconde moitié le milieu du XVIII^{ème} siècle, en particulier du fait de l'extension considérable de la couverture végétale. Si celle-ci peut être expliquée par l'évolution du climat, et notamment la fin du Petit Age de Glace (Moutard, 1995, Antoine, *et al*, 2003 ; Peiry, *et al.*, 1994), qui correspond à une période durant laquelle la végétation a connu un ralentissement, elle n'est toutefois pas sans lien avec les activités humaines.

3.4. Influence anthropique

Les paragraphes précédents ont montré le rôle actif des populations locales et riveraines du Malnant par rapport aux aléas torrentiels. D'un côté elles ont participé aux tentatives de maîtrise du torrent, et à l'atténuation du danger torrentiel, notamment par les différents aménagements qu'elles ont effectués. D'un autre côté, elles ont aussi participé, fortuitement ou délibérément, à l'exacerbation des dangers torrentiels, que ce soit par l'exploitation des forêts ou par les aménagements qu'elles ont opérés. On sait par exemple que l'endiguement des berges peut être à double tranchant : les digues consolident les berges au moment des crues, et favorisent un écoulement plus rapide de l'eau, mais l'eau, en arrivant plus vite, a plus de force . En cas de rupture de la digue, les dégâts engendrés peuvent être beaucoup plus sérieux que s'il n'y avait pas eu de digues (Cosandey & Robinson, 2012). De même, en occupant de plus en plus d'espaces dans les bandes actives ou les lits majeurs des rivières, la société s'expose à des dangers qui deviennent des risques, en raison des enjeux en présence : c'est le cas notamment à Thônes de la zone industrielle qui occupe une importante surface prise, au moyen de digues, dans le lit du Fier (fig. 16 et 17) mais

c'est aussi dans le cas dans le bassin-versant du Malnant, avec le parking du hameau de Montremont construit dans une rive concave du chenal, ou encore le camping.

Conclusion et perspectives

La recherche historique sur les crues dévastatrices du Malnant et le travail d'analyse de ces évènements qui a suivi ont permis de confirmer la réputation faite au Malnant par la population locale, à savoir qu'il est un torrent « colérique » et « mauvais ». Il semble que cette réputation se soit diffusée auprès des populations locales et notamment riveraines par la transmission d'une certaine culture du risque, qui a eu tendance à se perdre, et qui est maintenant réactivée dans le cadre des politiques de prévention.

L'occurrence, somme toute plutôt régulière, des aléas de crues torrentielles, depuis le milieu du XIX^{ème} siècle, malgré les efforts considérables et continuels faits pour les maîtriser, témoigne de la singularité de ce torrent. Ce particularisme semble trouver ses explications dans les caractéristiques géomorphologiques de son bassin-versant. Des travaux plus approfondis pourraient y être menés, afin d'étudier et comprendre les processus en présence, notamment au moyen d'appareils de mesures. Par exemple, la compréhension du facteur météorologique sur l'occurrence des crues dévastatrices du Malnant pourrait se faire par la pose d'instruments de mesures météorologiques assez basiques, tels que les pluviomètres. Sur un plan scientifique cette démarche se révélerait intéressante car ce bassin-versant du Malnant pourrait servir de « bassin-école » tant les phénomènes naturels qui s'y produisent sont intenses. Par ailleurs, ces recherches pourraient trouver une application opérationnelle facilement. Dans un contexte de renouvellement et de réactualisation des Plans de Préventions des Risques, l'intérêt pour la gestion des risques et des catastrophes naturelles est grand.

Bibliographie

ANTOINE J-M. (2010), Géohistoire des catastrophes et des risques torrentiels. Une histoire de l'environnement pyrénéen. Géographie. Université Toulouse le Mirail - Toulouse II, 334 p. A

ANTOINE J-M., DESAILLY B., PELTIER A. (2009), Sources historiques et problématiques de recherche en géographie des risques naturels,

BRAVARD J-P., PETIT F. (2000), Les cours d'eau. Dynamique du système fluvial, Armand Colin, Paris, 222 p.

COSANDEY C., ROBINSON M. (2012), Hydrologie continentale, Armand Colin, Paris, 2^e édition, 447 p.

DOUDOUX B., BARFETY JC., CARFANTAN JC., TARDY M., NICOUD G. (1992), Notice explicative. Carte géologique. France (1/50 000), feuille Annecy-Ugine (702), Orléans, BRGM, 62 p. Carte géologique par DOUDOUX B., ROSSET J., BARFET JC., CARFANTAN JC., PARIS JL. et coll. (1992)

GARITTE G. (2006), Les torrents de la vallée de la Clarée (Hautes-Alpes, France). Evolution contemporaine, dynamique actuelle et analyse géographique des risques associés, thèse de doctorat, Université des Sciences et Technologies de Lille, discipline : Géographie, 320 p.

GEODE, (2016), Appel à communication. Colloque Géohistoire de l'environnement et des paysages. UMR 5602 CNRS, Université Toulouse 2, [en ligne], <http://blogs.univ-tlse2.fr/colloque-geohistoire/>, consulté le 20/03/2016.

GUERROUAH O., MARTIN B. (2007), Apports de la recherche historique pour la prévention du risque d'inondation : le cas de l'ill moyenne (Haut-Rhin), actes du CRESAT, pp. 63-66

JACOB-ROUSSEAU N. (2009), Géohistoire / Géo-histoire : quelles méthodes pour quels récits ? », *Géocarrefour*, vol. 84/4, 2009 [en ligne], pp. 211-216

LANG M., CŒUR D., LALLEMENT C., NAULET R. (1998), Valorisation de l'information historique pour la prédétermination du risque d'inondation : application au bassin du Guiers. Ingénierie – EAT, IRSTEA, éd. 1998, p.3-13

LE LAY Y-F., RIVIERE-HONEGGER A. (2009), Expliquer l'inondation : la presse quotidienne régionale dans les Alpes et leur piedmont (1882-2005), *Géocarrefour*, vol. 84/4.

MARSTON R. A., BRAVARD J-P., GREEN T. (2003), Impact of reforestation and gravel mining on the Malnant River, Haute-Savoie, French Alps, *Geomorphology* 55 (2003), pp. 65-74

MARTIN B., HOLLEVILLE N., FURST B., et al (2015), La géohistoire des inondations au service de l'évaluation critique du zonage du Plan de Prévention des Risques Inondation : l'exemple de Thann

(Haut-Rhin, France), Belgeo [en ligne], 1/2015, mis en ligne le 30/06/2015, consulté le 17/03/2016 : URL : <http://belgeo.revues.org/15926>.

MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT, La politique de prévention des risques naturels, [en ligne], <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Reglementation-et-plan-de.24012.html>, consulté le 22/03/2016

MOUGIN P. (1914), Les torrents de la Savoie, Savoie et Haute-Savoie, inondations et catastrophes. Grands établissements de l'imprimerie générale, Grenoble, réédité en 2001 par la Fontaine de Siloé, Montmélian, pp. 555-560

MOUTARD R. (2015), Contribution à l'étude des charriages du Malnant, 14 p.

MOUTARD R. (2014), Les paysages des Bornes-Aravis (Haute-Savoie) : évolution des dynamiques territoriales, enjeu pour le tourisme, thèse, Université Jean Moulin, Lyon 3, 800 p.

MOUTARD R. (1995), L'évolution de la vulnérabilité à l'érosion des pentes d'un bassin-versant torrentiel, sous l'effet des évènements climatiques et des interventions humaines. L'exemple du Malnant, dans les Bornes occidentales, Mémoire de D.E.A, Institut de Géographie Alpine, 49 p.

PEIRY J-L, SALAVDOR P-G., NOUGUIER F. (1994), L'incision des rivières dans les Alpes du Nord : état de la question, Revue de Géographie de Lyon, vol. 69, n°1, pp.47-56

PEIRY J.L. (1989), L'utilisation du cadastre sarde de 1730 pour l'étude des rivières savoyardes : l'exemple de la vallée de l'Arve (Haute-Savoie), vol. 64, n°4, 1989. Dynamique et gestion des cours d'eau. pp. 197-203;

RIVIERE-HONEGGER A., COTTET M-L, MORANDI B (2014), Connaître les perceptions et les représentations : quels apports pour la gestion des milieux aquatiques ?, ONEMA, coll. Comprendre pour agir.

THEVENET G., ASTRADE L, BRAVARD J-P. (2003), La métamorphose des lits torrentiels à la fin du XIXème siècle : un effet du changement climatique ou du reboisement ? Exemple du bassin du Haut-Bez, , Cahiers de Géographie n°1, coll. Edytem, pp. 115-122

Table des figures

Figure 1. Carte de localisation du bassin-versant du Malnant	11
Figure 2. Vue sur le bassin de réception du Malnant, le 14 août 2015	13
Figure 3. <i>Périodes de parution des principaux journaux d'informations locales</i>	17
Figure 4. Tableau récapitulatif des sources d'informations utilisées dans le travail de recherche historique	19
Figure 5. Tableau récapitulatif des sources photographiques et cartographiques dématérialisées utilisées pour le travail de cartographie.	20
Figure 6. Chronologie des crues du Malnant de 1740 à 2015.....	31
Figure 7. Les critères de classification des crues du Malnant selon leur intensité.	36
Figure 8. Classification des crues du Malnant selon leur intensité	37
Figure 9. Protection de berges artisanale en aval du hameau des Pesets, le 23 mai 2016	40
Figure 10. Photographies d'épis dans le chenal du Malnant.....	41
Figure 11. Photographie des banquettes ayant servi au reboisement de zone située en contrebas du col des Frêtes du Rozairy, prise par P. Mougin en 1908	44
Figure 12. Origine météorologique des épisodes de crues dévastatrices du Malnant en fonction des mois de l'année.	47
Figure 13. Précipitations moyennes mensuelles enregistrées par la station Météo France de Thônes entre janvier 1932 et décembre 1959 (* pas de mesures entre janvier et mai 1944)	49
Figure 14. Précipitations moyennes mensuelles enregistrées à Thônes entre janvier 1960 et décembre 1989.....	50
Figure 15. Précipitations moyennes mensuelles enregistrées à Thônes entre janvier 1990 et décembre 2015.....	51
Figure 16. L'occupation du sol dans le bassin-versant du Malnant en 1948.....	56
Figure 17. L'occupation du sol dans le bassin-versant du Malnant en 1978	57
Figure 18. L'occupation du sol dans le bassin-versant du Malnant en 2012.....	58
Figure 19. Evolution de l'occupation du sol dans le bassin-versant du Malnant entre 1948 et 2012 (surfaces en hectares).....	59