



académie salésienne

Les Rendez-vous de l'Académie salésienne

n° 36

***LES TORRENTS DES ARAVIS***

*par Robert Moutard*

*Conférence du 16 mars 2020*

**2020**



# LES TORRENTS DES ARAVIS

par Robert Moutard

Agrégé de géographie, docteur en géographie-aménagement

Rendez-vous de l'Académie salésienne du 16 mars 2020

Dans le massif des Bornes-Aravis, les populations riveraines des torrents ont eu à plusieurs moments de leur histoire, l'occasion de savoir ce qu'il en coûte d'avoir choisi de vivre à leur proximité immédiate. On trouve dans l'ouvrage de Paul Mougin *Les torrents de la Savoie*, paru en 1914, de nombreuses mentions de leur perpétuelle lutte contre ces voisins redoutables, au comportement réputé imprévisible. Une imprévisibilité pourtant relative, lorsque l'on examine de près ce qui caractérise les cours d'eau en montagne. Ces considérations constituent la première partie de cet exposé, qui sera suivie par un regard sur l'évolution des stratégies de lutte contre les dangers torrentiels. Ainsi apparaîtront des éléments de réflexion sur ce paradoxe qui veut que, n'ignorant guère leur vulnérabilité aux dégâts potentiels qu'elles encourent, des sociétés persistent à vivre en des lieux aussi cindynogènes.

D'où cette problématique : les populations sont-elles raisonnablement fondées à croire qu'elles peuvent maîtriser les cours d'eau près desquels elles se sont établies ? Quelles prouesses technologiques, quels investissements en argent et en ingéniosité, quels trésors de résilience et de capacité à lutter contre les forces de la nature cela suppose-t-il ? Les habitants du massif des Bornes-Aravis n'ont pas qu'un seul fauve à dompter, comme le Borne qui fit 23 victimes en quelques dizaines de minutes le 14 juillet 1987. D'autres tueurs potentiels existent, qui n'ont heureusement pas encore fait de victimes. En feront-ils d'ailleurs jamais ? Il n'en demeure pas moins qu'on aurait bien tort baisser la garde face à ces dangers potentiels, au motif qu'ils n'auraient pas encore manifesté pleinement leur capacité de nuisance.

Dans les Bornes-Aravis, le combat défensif que mènent les populations installées sur les rives des torrents est un très beau sujet de géohistoire. Il appelle en effet l'attention sur deux processus évolutifs. Le premier est la perception qualitative des risques torrentiels, passant du registre des inondations à celui de l'érosion. Le deuxième concerne les parades mises en œuvre contre ces dangers et les techniques de leur mise en œuvre.

## 1. Les torrents : un type de cours d'eau propre aux montagnes

### 1.1. Des caractéristiques topographiques particulières

Le nom sous lequel on désigne ces cours d'eau provient des avatars d'une racine latine : *torrere*, signifiant « brûlant, dévorant, impétueux » (*Le Petit Robert*,

2014, p. 2576) Ceci, en référence avec la dynamique d'érosion des courants d'eaux rapides et abondantes. « Brûlant » : voilà qui va expliquer le titre en forme d'oxymore « L'extinction des torrents » qu'avait donné P. Demontzey, en 1894, à son ouvrage traitant des stratégies de lutte contre ces cours d'eau pas comme les autres.

Cette énergie cinétique ravageuse des eaux torrentielles provient du contexte topographique dans lequel elles s'écoulent. Point de torrent prenant naissance en plaine. Tous s'adosent à des reliefs montagneux, ce qui confère aux profils longitudinaux de leurs trajectoires une forte pente, supérieure à 6%. En-deçà de ce seuil, on entre dans la catégorie des rivières torrentielles. Tel est le cas du Fier dès le sortir de ses gorges dans la traversée de la commune des Clefs, juste en amont de Thônes.

Un torrent associe trois unités topographiques. La première, tout à l'amont, est son bassin de réception, creusé dans des versants montagneux. Cette alvéole qui se déploie en forme d'entonnoir, draine des talwegs élémentaires qui convergent pour former une deuxième unité, linéaire celle-ci : le chenal d'écoulement. C'est par là que transite l'ensemble des flux liquides et solides collectés dans le bassin de réception. Arrivé dans la vallée principale, tout à l'aval, le courant faiblit du fait de la modération de la pente du profil longitudinal du torrent. L'énergie cinétique du courant n'est alors plus suffisante pour continuer à charrier les alluvions. Ceux-ci se déposent, s'étalant en un demi-cône dit « de déjections » formé par des détritiques rocheux de tous calibres : blocs, galets, graviers, sables plus ou moins grossiers, boues, limons... Lorsqu'ils se succèdent tout au long de la vallée où ils aboutissent, ces cônes supportent des villages et des routes qui s'y sont juchés pour échapper à l'humidité du plancher alluvial. C'est ce que l'on constate dans la Combe de Savoie et le Grésivaudan, ou encore tout au long du Rhône valaisan en aval de Sion. Dans l'espace étudié ici, les bourgs et hameaux de La Balme-de-Thuy, Dingy et Alex, se trouvent très précisément dans cette situation, de même que le hameau thônain de Thuy.

Concernant les bassins de réception, le meilleur exemple est celui du Malnant, qui s'appuie sur la face nord de la Tournette. Il s'agit du Cirque du Varo, devenu emblématique depuis qu'il a été signalé par nos soins en tant que site géomorphologique remarquable, et répertorié comme tel à l'échelle internationale dans la revue scientifique *Dynamiques environnementales* en 2019.

### 1.2. Des régimes hydrologiques à phases très contrastées

Les torrents se singularisent en général par la variabilité de leurs régimes hydrologiques. À ce titre, Ils illustrent fort bien les limites du concept mathématique de moyenne. Ainsi, à Thônes, le 4 janvier 2018, le Fier a débité plus de 200 m<sup>3</sup>/seconde, suite à une fonte massive de neiges coïncidant avec d'abondantes précipitations. Sept mois plus tard, toujours à Thônes, il écoulait moins d'1 m<sup>3</sup>/seconde. D'où l'incitation à risquer la comparaison – en forçant un peu le trait – avec le comportement d'un oued. Cet épisode n'est pas

unique : la récédive n'a pas attendu plus d'un an, en 2019. Déjà, l'année 2003 avait marqué les esprits avec le spectacle du Fier et du Malnant à sec. Ces épisodes fameux ne doivent pas occulter des précédents moins flagrants mais récurrents, comme ceux survenus dans les décennies 1980 et 1990. Bien d'autres fins d'été et automnes secs, avaient alors interrompu pendant deux à trois semaines tout écoulement de surface dans le Fier en aval immédiat de Thônes. Des flux existaient encore, mais ils étaient invisibles puisque s'infiltrant et circulant au sein du plancher alluvial de la rivière.

Même en périodes plus ordinaires, hors des crues et des étiages marqués, et en l'absence de précipitations, des variations journalières sont clairement enregistrées par les stations de jaugeage hydrologique. Chaque fin de journée printanière voit le niveau des eaux s'élever, car c'est le moment où il est renforcé par la fonte diurne des neiges à l'amont du bassin versant. Le rafraîchissement nocturne atténue le phénomène, de telle sorte que l'on retrouve un débit plus bas le matin suivant, avant que ne reprenne un nouveau cycle quotidien réitérant les mêmes fluctuations.

Le véritable problème, pour les riverains, est l'imprévisibilité des crues. L'affinement croissant des prévisions météorologiques permet de mieux prévenir le phénomène. Toutefois, le 8 septembre 2014, nul n'avait anticipé la survenue d'un orage stationnaire sur la Tournette. Celui-ci a déclenché une crue nocturne du Malnant qui a mis en émoi toute la population de la vallée, et provoqué l'évacuation précipitée d'un camping installé sur les berges du torrent. Si un orage du même type s'installait pour trois à quatre heures sur le plateau de Beauregard, arrosant simultanément les bassins supérieurs du Fier et du Nom, la ville de Thônes, où confluent les deux rivières, aurait tout à redouter d'un tel événement.

## **2. Les Bornes-Aravis : un massif généreusement arrosé**

### *2.1. Une entité montagnarde en première ligne face aux flux atmosphériques océaniques*

C'est ce que montrent les cartes publiées dans *l'Atlas météorologique de la Haute-Savoie* (Bravard *et al.*, 1991) et, plus récemment, sur le site internet de la Direction Régionale de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement (DREAL) Auvergne-Rhône-Alpes. Cela tient à la situation géographique des Bornes-Aravis, l'un des cinq massifs préalpins français septentrionaux. Le terme « préalpin » prend ici tout son sens. En effet, il occupe une position avancée par rapport aux grands massifs situés plus à l'est. Il se trouve donc en première ligne pour recevoir les flux océaniques encore tout chargés d'humidité.

Les quantités de précipitations sont proportionnelles à l'altitude. Du moins pour les versants situés « au vent ». Ce phénomène de pluies orographiques appelées encore « pluies de soulèvement » s'explique simplement : en s'élevant le long des versants, les masses d'air humide se refroidissent, ce qui favorise la condensation, donc la liquéfaction de la vapeur d'eau qu'elles véhiculent.

Ce mécanisme fut en grande partie responsable du drame qui a frappé le camping du Grand-Bornand le 14 juillet 1987. Ce jour-là, canalisés par le val de Thônes contre les pentes occidentales du Mont Lachat de Châtillon, les flux atmosphériques océaniques humides les ont escaladés et se sont immédiatement condensés, générant un orage stationnaire sur cette montagne. D'où la crue-éclair du Borne particulièrement meurtrière survenue dans l'après-midi de cette journée.

Avec des valeurs comprises entre 1 500 et 2 000 millimètres d'eau par an, notre massif s'inscrit dans les régions les plus copieusement arrosées de France. Rappelons qu'il s'agit là de la hauteur du cumul annuel de lames d'eau « théoriques » tombées à la surface du sol, qui ne se seraient ni infiltrées, ni écoulées, ni évaporées. On peut exactement convertir ces valeurs exprimées en millimètres, en litres d'eau par mètre carré. Soit, pour les hauteurs des Bornes-Aravis : 1 500 à 2 000 litres/m<sup>2</sup>. C'est plus du double de la moyenne nationale estimée par Météo-France aux alentours de 800 l/m<sup>2</sup> ou 800 mm.

## 2.2. *Les facteurs géologiques conditionnent les ruissellements*

Dans notre massif, les précipitations se répandent sur deux sortes de substrats rocheux. L'un, par son imperméabilité, favorise les écoulements rapides vers les talwegs des torrents. Il s'agit des marnes et marno-calcaires de l'Hauterivien, sous-jacentes aux calcaires massifs à faciès urgonien de l'Aptien-Barrémien. On peut aussi classer dans les espaces géologiques imperméables, donc susceptibles de favoriser les crues, les flyschs et les grès, sédiments d'origine détritique du Cénozoïque, qui garnissent le synclinal de Thônes, notamment au Mont Danay, ainsi que sur le plateau de Beauregard. Il s'en trouve aussi d'importantes assises, dans la haute vallée du Fier, sur le secteur de la Pointe d'Orcières.

Les massifs de calcaires à faciès urgonien, eux, exercent un effet régulateur sur les écoulements. Profondément karstifiés, c'est-à-dire hébergeant des cavités et galeries longues de plusieurs dizaines de kilomètres, ils absorbent dans un premier temps les flux qui ruissellent à leur surface, avant de les restituer plusieurs heures après aux cours d'eau. Cela concerne les montagnes du Mont Lachat des Villards, de la Tournette, des combes des Aravis, du Bargy, ainsi que les hauts plateaux des Glières et du Parmelan.

Un autre facteur influe sur les coefficients d'écoulements : le revêtement végétal des versants. Il sera plus particulièrement développé dans le passage qui suit, dédié aux stratégies de lutte contre les risques torrentiels.

### 3. Des trésors d'ingéniosité pour lutter contre les dangers liés au voisinage des torrents.

Deux grands modes de défenses ont été imaginés par les ingénieurs qui se sont penchés sur les dangers d'inondations et d'érosion par les torrents.

Le premier peut être assimilé à un remède préventif agissant sur le long terme. Il consiste à préserver la végétation sur les pentes des bassins-versants, à favoriser son extension, ou à la créer si elle n'existe pas. Ce procédé est fréquemment désigné sous le terme générique de « génie végétal », qualifié aussi de « défense active » car reposant sur des peuplements biotiques c'est-à-dire vivants.

Le second mode est le recours à des défenses « passives », c'est-à-dire inertes, fixes, sous forme de remparts de maçonnerie que l'on interpose entre les espaces vulnérables aux crues et à l'érosion et les cours d'eau qui les menacent. Au lieu du génie végétal, on a ici affaire au génie civil, avec des constructions de digues, de gabions, d'épis, de seuils et de radiers.

#### *3.1. L'arbre protecteur : un concept développé par les ingénieurs forestiers de la deuxième moitié du XIX<sup>e</sup> siècle*

##### *3.1.1. Un principe intuitif*

Les ramures des arbres interceptent les premières précipitations et interposent un écran entre elles et le sol, qui, de plus, est retenu par les racines. En été, celles-ci amorcent un processus de « pompe à humidité », qui atténue la surcharge hydrique des pentes par le phénomène d'évapotranspiration. En hiver, les arbres fixent le manteau neigeux, contribuant à inhiber les avalanches. Certes, les étendues forestières sont loin de former un « parapluie » étanche, mais elles retardent les ruissellements, surtout lorsque les orages d'été tombent sur des peuplements de feuillus. Les écoulements ne sont pas empêchés, mais atténués ou régulés.

Ce mécanisme a été parfaitement compris par trois théoriciens, dès la deuxième moitié du XIX<sup>e</sup> siècle.

##### *3.1.2. Les promoteurs de la « défense active » par recours au « génie végétal »*

Le premier, Alexandre Surell (1813-1887) n'était pas un forestier. Ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées, polytechnicien, il a signé un ouvrage qui demeure une référence pour les hydrologues actuels. Son *Étude sur les torrents des Hautes-Alpes*, couronné par l'Institut de France, formalise les effets attendus du rôle protecteur des forêts contre l'érosion et les inondations. Les réflexions d'Alexandre Surell sont nées alors qu'il recherchait des solutions pour enrayer les crues coupant les voies de communications dans le territoire relevant de sa mission professionnelle. Or le département des Hautes-Alpes est sujet à des séquences de précipitations très virulentes.

Son disciple le plus illustre fut Louis-Gabriel Prosper Demontzey (1831-1898), ingénieur des Eaux-et-Forêts, chef du reboisement dans le secteur des Digne, dans les Alpes de Haute-Provence, inspecteur général de la Restauration des Terrains en Montagne. Cette structure est aujourd'hui connue sous l'acronyme RTM. Il fut correspondant de l'Académie des Sciences. Sa notoriété donna une crédibilité à son militantisme pour la création de périmètres de restauration forestière, espaces interdits en principe à la pâture pour préserver les arbres et leurs jeunes pousses des déprédations commises par le bétail.

Auteur d'une somme de monographies sur tous les torrents de deux Savoie éditée en 1914 par l'Imprimerie nationale, Paul Mougin, lui aussi ingénieur forestier de haut rang, a supervisé l'établissement de ce type d'espace protégé près de Thônes, dans le bassin de réception du Malnant.

### *3.1.3. L'application de la doctrine de Demontzey : le périmètre de protection du Fier*

Mieux vaudrait appeler cet espace « périmètre de protection du Malnant », puisque c'est sur le bassin de réception de ce torrent qu'il a été établi. Mais l'enjeu essentiel se trouvait sur le Fier. En effet, non content de ravager les prés, les ponts et les routes de sa vallée, le Malnant (bien nommé) repoussait par son cône de déjections le Fier sur sa rive droite lors de ses crues. C'est là que passait le chemin de grande communication reliant la préfecture du département au Val d'Arly, via Thônes et le col des Aravis. Il s'agissait d'une route et d'un tramway à vapeur dont les plateformes s'effondraient sous les effets conjugués des crues du Fier et de son affluent.

En témoigne le rapport du conducteur voyer de l'arrondissement d'Annecy, subdivision de Thônes, conservé aux Archives départementales d'Annecy. « Pendant la crue du 5 avril 1901, une brèche s'est produite dans la rive gauche du Fier en amont du pont de Morette en face de la borne 17 km 5 du chemin de grande communication n° 1. Le chemin vicinal ordinaire de Thônes a été coupé. Une partie des eaux de la rivière a pénétré dans un ancien bras vers le profil 14 et a submergé le chemin de grande communication n° 1 en face de la carrière de Morette sur une longueur de 120 mètres et une hauteur moyenne de 0,5 mètres. Au moment de la crue et sous une pluie torrentielle, nous avons réussi à fermer ce bras avec le concours dévoué des habitants de la section de Thuy, qui ont bien voulu pénétrer dans la rivière en s'attachant avec des cordes et établir un barrage dans l'ancien bras du Fier avec des sapins amarrés aux berges avec de gros cailloux. Sans ce barrage, le chemin communal n° 1 et le tramway auraient été coupés dans la partie submergée ».

Suit, dans ce rapport, la description détaillée de deux ouvrages de bois et de pierres, à construire pour colmater la brèche et protéger le talus supportant la plateforme des voies de communications. Mais l'auteur précise aussitôt que « cette défense provisoire est insuffisante pour contenir une rivière aussi torrentielle que le Fier, en sorte que le chemin de grande communication n°1 et le tramway sont toujours menacés. »

Afin de préserver la continuité territoriale, les aménageurs, dont le service de la RTM, ont décidé de traiter le problème à sa source, ainsi qu'en témoigne le passage d'un rapport du 25 janvier 1890 conservé dans les archives de cette administration : « Les terrains dégradés qui fournissent des matériaux (de charriages) au Malnant sont (...) situés à la source du torrent. Ils forment un cirque en partie rocheux sillonné de nombreux petits ravins qui, lors des orages, entraînent tous les débris de roches qui proviennent de la désagrégation des parties supérieures. Toutes les pierrailles ainsi réunies sont ensuite charriées par le torrent qui se charge en outre de ces matériaux terreux et rocheux provenant de l'éboulement ou du décapage de ses berges (...). Le choix des terrains compris dans le présent avant-projet étant limité aux terrains complètement nus, improductifs et en éboulement ou en décapage, ne pouvait être plus restreint (...). Les travaux les plus importants consisteront dans le reboisement des versants nus et des berges du torrent. Ils auront pour but d'empêcher l'entraînement des pierrailles et de fixer toutes les parties terreuses susceptibles de reboisement ».

Malgré la loi sur la Restauration des Terrains en Montagne adoptée en 1882, les experts du service de la RTM durent batailler ferme pour finir par imposer leur plan. Imposer est le mot, car les propriétaires ou exploitants de pâtures d'altitude inclus dans le périmètre, ainsi que le conseil municipal de Thônes, ont bloqué ce projet pendant 44 ans. La décision d'utilité publique d'inclure le Malnant dans le périmètre de restauration du Fier ne put aboutir que grâce la loi du 10 août 1904.

Ainsi purent être réalisés des travaux de boisement du bassin de réception du Malnant. Avec le recul, cette entreprise peut être considérée comme un exploit technique.

Les ingénieurs forestiers, leurs collaborateurs et les travailleurs qu'ils ont mobilisés se sont en effet évertués à implanter de jeunes pousses d'arbres en un milieu hostile, que l'écologue Bernard Fischesser (2009) qualifie de « zone de combat » pour la forêt. En effet, les pentes du cirque du Varo atteignent des déclivités de 85% sur le versant oriental et plus de 100% sur son vis-à-vis occidental. Le bassin de réception est couronné de sommets qui, comme le Roc des Tours et les Rochers du Varo dépassent les 2 000 m, avec pour point culminant La Tournette, à 2 351 m. Tous dominant de 1 000 m le fond du cirque, situé à seulement 1,5 km à vol d'oiseau de la crête sommitale curviligne qu'ils forment. Sur ce dénivelé impressionnant, se déploie un éventail de talwegs tracés selon les lignes des plus grandes pentes des versants. De telle sorte que des flux gravitaires très variés effectuent un « tout droit » vers le torrent. En hiver, ce sont de redoutables avalanches.

Les premiers travaux devaient donc consister à stabiliser des versants sur lesquels allaient être implantées les jeunes pousses d'arbres. Pour cela, furent construites plusieurs dizaines de banquettes en maçonnerie sèche perpendiculaires à la ligne des plus grandes pentes. Ces ouvrages édifiés dès 1907 et 1908 essentiellement, atteignirent un linéaire total de 3 260 mètres en

1933. Seuls de très rares vestiges sont encore visibles aujourd'hui sur le bord du chemin de randonnée donnant accès au col des Frêtes de Rosairy.

Il fallut aussi assurer la logistique du chantier, avec un abri permanent et des kilomètres de sentiers pour acheminer les matériaux, les graines et les engrais. Certains segments furent creusés à même le roc, à la barre à mine, au burin et au marteau, ainsi qu'à la pioche. Point de machines pour faciliter ce travail, à supposer qu'elles eussent pu évoluer en cette topographie de versants abrupts. Tout était monté à dos d'homme, les bêtes de somme ne pouvant accéder à ces lieux. Des pépinières d'altitude furent aménagées pour acclimater les jeunes pousses. Celles-ci appartenaient à des essences sélectionnées selon un double critère : leur faculté d'adaptation à ce milieu hostile, et leur pouvoir de protection des pentes, une fois leur croissance assurée. Il s'agissait principalement de pins cembro, de pins à crochets, d'épicéas et de mélèzes. Jouant la carte de la biodiversité avant la lettre, et partant du principe que des peuplements de nature variée se monteraient plus résilients sous l'agressivité des éléments, les forestiers associèrent aux conifères des feuillus tels les hêtres, les érables sycomores, et les sorbiers. Les aulnes verts, eux, poussaient spontanément en ces lieux.

Ces travaux de boisement, composant de toutes pièces une forêt artificielle, demandèrent une débauche d'efforts physiques et de moyens financiers, que l'on serait bien en peine de pouvoir mobiliser de nos jours s'il fallait rééditer une opération pareille. Cette aventure humaine s'est prolongée sur plusieurs décennies au tournant des XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles. Le premier conflit mondial fut une entrave majeure à la poursuite de ce chantier, tarissant notamment les ressources humaines de travailleurs saisonniers.

Le bilan de l'édification de ce périmètre de restauration est contrasté. Les avalanches, les autres mouvements gravitaires des terrains, ainsi que les rigueurs climatiques, ont malmené cette forêt devenue aujourd'hui sénescence. Dès le 4 octobre 1928, un garde forestier adressait à son supérieur hiérarchique une correspondance dans laquelle il signalait qu'« 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 ».

Faute d'instrumentation scientifique de terrain permettant de quantifier l'évolution des débits du Malnant, il est difficile d'évaluer l'efficacité des boisements d'altitude, quant à la régulation des ruissellements. Des crues majeures survinrent en 1931 et 1932, emportant pas moins de sept ponts. Mais la forêt de protection n'avait pas alors atteint sa pleine maturité. Il semble cependant que les épisodes paroxysmaux se soient espacés, puisque le dernier en date est survenu le 8 septembre 2014.

### 3.2. *L'endiguement, stratégie classique pour se défendre des crues*

C'est la transposition, dans le domaine des aménagements des cours d'eau, du principe des fortifications militaires que l'on édifie pour contenir les agressions ennemies. Son grand avantage réside dans la rapidité de sa réalisation, en comparaison avec le recours au génie végétal qui vient d'être évoqué. Rapidité dans sa mise en œuvre, comme dans ses effets, une fois mis en place.

Thônes en donne un exemple significatif. La ville est située au confluent des deux plus importants cours d'eau de la partie occidentale du massif des Bornes-Aravis : le Fier et le Nom. Cette situation peut sembler paradoxale, puisque ce gros bourg n'a pas pris le soin de s'installer hors du lit majeur des deux torrents. Sans doute ses habitants ont-ils même dû se complaire à leur contact, en raison de la force hydraulique nécessaire au fonctionnement de nombreuses petites industries de l'eau ayant fonctionné jusqu'au premier tiers du XX<sup>e</sup> siècle : menuiseries, scieries, tanneries, chapelleries, mécanique légère. Le revers de la médaille est que, depuis le XVIII<sup>e</sup> siècle, les chroniques recensent des dizaines d'épisodes d'inondations du centre-ville comme des quartiers périphériques. Les machines de tous ces ateliers tournaient grâce aux eaux captées par un bief sur le Nom, et amenées par une « bézière » ou « bédrière ». Dans son magistral ouvrage paru en 1914, intitulé *Les torrents de la Savoie*, Paul Mougin ne mentionne pas moins de cinq inondations de Thônes par le Nom entre 1733 et 1899. De son côté, le Fier a envahi la ville neuf fois dans le même laps de temps. Ces statistiques ne concernent que les zones habitées proprement dites. Elles ne prennent pas en compte les dégâts causés aux voies de communications.

« Les habitants de Thônes avaient, dès avant 1733, construit des digues contre le Nom aussi bien que contre le Fier ; quand ces ouvrages étaient détruits par les eaux, ils les rétablissaient en les renforçant », note Paul Mougin. Le même auteur rapporte qu'en 1828, la monarchie sarde a subventionné de tels travaux à hauteur de 3 000 livres. À la suite d'une nouvelle série de crues survenue en 1836 et 1837, une autre campagne d'endiguements fut entreprise. Les Thônains s'y engagèrent avec des degrés de motivation très inégaux. Néanmoins, après 1859, les inondations du bourg s'espacent pendant 40 ans, jusqu'à ce qu'en 1899, le centre-ville soit recouvert de 0,8 mètre d'eau. Mais on n'atteignait plus le niveau de deux mètres mesuré le 1<sup>er</sup> novembre 1859. Parmi les neuf inondations recensées par P. Mougin, une seule s'est produite entre 1859 et 1899. Il faut sans doute y voir les résultats des travaux de défense entrepris auparavant.

Le XX<sup>e</sup> siècle fut lui aussi bien agité. En ne retenant que les séquences les plus récentes, encore bien présentes dans les esprits, on peut citer celles de février 1990, durant laquelle des habitants de la rue de la Saulne ont été évacués par précaution. Des renforts extérieurs à Thônes sont alors venus prêter main-forte à nos pompiers. La presse locale, en référence à un film en vogue de l'époque, titrait « Peur sur la ville ». Le XXI<sup>e</sup> siècle commençait lui aussi de manière tonitruante, puisque le 13 janvier 2004, la population a été tenue en

haleine par une nouvelle menace du même ordre de gravité. Plus récemment encore, le 4 janvier 2018, le Fier atteignait à la station hydrométrique des Perrasses un de ses débits records de l'ordre de 200 m<sup>3</sup> par seconde. Un chiffre de 300 m<sup>3</sup>/s au pont de Morette fut avancé. Il mérite vérification, car il n'existe là aucune station de jaugeage. À titre de comparaison, le débit annuel moyen du Fier mesuré à la station de Dingy-Saint-Clair est d'un peu moins de 10 m<sup>3</sup>/s.

L'épisode de février 1990, survenu moins de trois ans après la catastrophe du Grand-Bornand, n'a pas été étranger à la décision prise, quelques années plus tard, d'employer les grands moyens pour défendre Thônes des aléas d'inondations. Ainsi, furent entrepris des chantiers d'endiguements spectaculaires, échelonnés en quatre tranches successives. Le bien-fondé de ces travaux s'est confirmé lors des épisodes du 13 janvier 2004, et du 4 janvier 2018. Les Thônains pouvaient se féliciter de se savoir protégés par plus d'un kilomètre linéaire de digues en enrochements massifs réalisés le long du Fier dans la traversée de leur ville. La puissance des moyens techniques contemporains s'est manifestée par l'assemblage d'éléments de 1,5 à 2 tonnes au moins, libres le plus souvent, mais aussi liaisonnés ou renforcés par des palplanches aux abords des ponts comme ceux de Tronchine. Le lit de la rivière a été recalibré et ses berges dégagées d'aspérités susceptibles de freiner l'écoulement des crues ou de créer des embâcles. Il faut, à cet égard, supprimer régulièrement une végétation arbustive qui recolonise rapidement les intervalles entre les blocs d'enrochements. Celle-ci introduit, par sa seule présence, des rugosités qui freinent l'évacuation des flux hydriques. D'autre part, ses racines qui s'insinuent entre les blocs des digues peuvent à la longue mettre à mal leur cohésion.

Mais cela concerne essentiellement le Fier. Le Nom, lui, n'est réaménagé que sur les 200 mètres qui séparent le Pont de la Resse de son confluent avec le Fier. C'est dire que la partie du centre-ville riveraine du Nom demeure vulnérable, jusqu'à ce que soit réalisée une nouvelle tranche d'endiguements et de recalibrages du lit, prévue en principe pour la fin de 2020. Seul, pour le moment, un grand merlon érigé en rive gauche, à l'amont de l'entrée est de Thônes, protège la partie orientale du centre-bourg d'une irruption de la rivière.

Il serait néanmoins erroné de considérer les espaces jouxtant les digues comme totalement immunisés contre les inondations. En effet, les défenses ont été conçues dans le cadre du PPR de 1998, selon des modèles théoriques visant à minimiser autant que possible les effets d'une crue centennale. Il faut entendre par là non pas celle qui surviendrait une fois par siècle, mais celle qui a une probabilité sur cent de se produire en une année. Or, le seuil centennial, pourtant calibré sur un ordre de valeur d'environ 450 m<sup>3</sup>/s, semble aujourd'hui dépassé quant aux exigences règlementaires : on l'oriente, au cas par cas selon les endroits, vers le niveau pluri-centennial.

### 3.3. L'autre danger lié au voisinage des torrents : l'érosion.

#### 3.3.1. Un mécanisme insidieux : l'érosion régressive et l'incision du lit mineur

Jusque dans les années 1950, le Fier était une des plus belles rivières à truites de France. Lors de ses séjours sur les rives du lac d'Annecy, Sir Winston Churchill, ne dédaignait pas de pêcher sur les bords du Fier, vers Dingy-Saint-Clair (Bravard, 1991).

Depuis, la configuration du lit de la rivière s'est beaucoup dégradée, en s'enfonçant dans ses propres alluvions, entre Dingy-Saint-Clair et Morette. En témoignent, au droit de La Balme-de-Thuy, un gigantesque épi en gabions se terminant par trois niveaux, qui prennent naissance au niveau des accotements de la RD 909 et se terminent quelques dizaines de mètres plus loin en direction du nord, à l'aplomb du lit de la rivière. Ici, la semelle de l'ouvrage est juchée sur la crête d'une terrasse alluviale qui s'élève à 15 m au-dessus de la ligne d'eau pérenne. Lorsque cet épi fut édifié, le Fier coulait au niveau de la route. Aujourd'hui, demeurant en situation perchée par rapport au lit mineur, il ne sert plus à rien, sinon de témoin de l'enfoncement de la rivière dans ses alluvions.

Un rapport daté de décembre 1984 par le Service des études techniques de l'Eau de la Direction départementale de l'équipement mentionne : « Depuis vingt ans, on constate un abaissement du profil en long du Fier de l'ordre de 2,5 m, entraînant depuis dix ans l'apparition d'un seuil rocheux naturel de calcaires urgoniens. Le niveau à l'amont n'a pratiquement pas varié depuis dix ans. Par contre, *le lit s'est abaissé de 6 à 7 m à l'aval du seuil*. On constate un abaissement croissant de l'aval vers l'amont ». Ce document précise le rythme de la progression de l'incision du lit du Fier à l'aval du seuil naturel rocheux de La Balme-de-Thuy. Son commandement est passé de 2,5 m en 1976, à 5 m en 1982, pour atteindre 7 m en 1988. De 1988 à 1991, l'incision du lit a encore gagné 0,5 m.

L'incision verticale déstabilise les berges par appel au vide, compromettant l'assise des voies de communications et autres aménagements sur lesquelles ils sont établis.

Cet enfoncement du lit mineur s'explique par deux facteurs. L'un est d'origine naturelle, l'autre, d'origine anthropique. À l'époque fini-würmienne, il y a environ 12 000 ans, le glacier qui occupait la vallée du Fier a fondu, laissant place à un lac s'étirant depuis le défilé de Dingy Saint-Clair jusqu'à deux kilomètres en amont du site actuel de Thônes. Au fond de ce lac se sont sédimentées des argiles. Celles-ci furent recouvertes par des alluvions plus récentes. Il s'agissait de galets de toutes tailles, de graviers et de sables. C'est dans ce stock naturel qu'à partir de la fin des années 1950 et dans la décennie suivante, quatre carriers puisèrent abondamment dans le lit du Fier les granulats nécessaires aux fournitures de matériaux demandés par les entreprises de maçonnerie locales et annéciennes. Deux points de prélèvements furent établis sur la rivière. Le premier s'est fixé à Morette, en amont immédiat du pont par lequel la route départementale 909 franchit le Fier. Le second plus en aval, aux

confins des territoires d'Alex, de La Balme-de-Thuy et de Dingy-Saint-Clair, au lieu-dit Les Îles. Ce dernier s'est avéré le plus dévastateur pour la configuration alluviale. L'intensité de cette activité extractive s'expliquait alors par deux facteurs. L'un était la conjoncture économique des Trente Glorieuses, dans laquelle s'inscrivait l'essor des constructions. L'autre était, à la différence des dispositions réglementaires actuelles, l'absence d'interdiction stricte d'excaver les lits mineurs des cours d'eau.

La vocation la Chambre de commerce et d'industrie d'Annecy n'est pas *a priori* la défense du milieu dit « naturel ». Pourtant, dans le compte-rendu de son assemblée générale de juin 1972, elle dénonce les effets environnementaux de l'activité des carrières, en des termes que l'on pourrait tout aussi bien prêter à des associations écologistes. « Maintenant ce sont partout des extractions effrénées et absolument abusives (...). On bouleverse le lit du Fier, on détruit le paysage qui prend des aspects lunaires, on détruit la faune et la flore, on détruit les frayères. (...) Si nous n'y prenons garde, cela va concerner un jour toutes les rivières du département, notamment celles à caractère alluvionnaire ». La Direction départementale de l'agriculture et de la forêt renchérit, en janvier 1971, sur les agissements de l'entreprise F... qui a « complètement bouleversé le lit du Fier et détruit toute la nature environnante, laissant apparaître un paysage désertique ».

Avant les années 1970, les gravières et autres carrières étaient régies essentiellement par le code minier. Une simple déclaration en mairie suffisait alors pour obtenir l'autorisation d'ouvrir un site d'exploitation. À cette facilité, s'ajoutait celle des quotas consentis. En amont d'Annecy, les quantités de prélèvements autorisées dans les gisements alluviaux octroyées par les pouvoirs publics ont été multipliées par 3,3 en quatre ans, de 1967 à 1971. Selon les rapports archivés par la Direction départementale de l'équipement (devenue Direction départementale des Territoires) entre Thônes et le pont de Dingy, les volumes annuels d'extractions autorisées ont été portés de 35 000 m<sup>3</sup> en 1969, à 61 000 m<sup>3</sup> en 1969, 93 500 m<sup>3</sup> en 1970, 111 000 m<sup>3</sup> en 1971 et 116 000 m<sup>3</sup> en 1972. L'auteur du rapport, S. Bouju, cite là des chiffres communiqués par M. Pinteur, ingénieur à la DDE d'Annecy. Les carrières outrepassaient nettement les quotas qui leur étaient officiellement alloués.

C'est ce qui apparaît à l'examen du comportement du plus modéré d'entre eux sur ce plan : l'exploitant en activité à Thônes. Dans une lettre du 12 juillet 1972 au préfet de la Haute-Savoie, le directeur de la DDE appelait l'attention du préfet, sur le fait que les prélèvements de la gravière de Morette s'élevaient à un total annuel de 30 à 40 000 m<sup>3</sup>/an, en regard des 25 000 m<sup>3</sup> autorisés (cité par S. Bouju). Dans un courrier du 23 août 1977, le Maire de Thônes fait savoir à Monsieur M... qu'il juge sous estimées les quantités de matériaux bruts qu'il déclare tirer de sa concession. « Les quantités annoncées me surprennent [...] pour ce qui concerne le Fier, le chiffre de 14 965 tonnes me paraît vraiment faible, eu égard aux quantités de l'an dernier : 15 000 m<sup>3</sup> pour le premier

semestre, soit environ 27 000 t. et 31 700 t. pour le second semestre. Je pense donc que le chiffre de 25 000 tonnes serait raisonnable »<sup>1</sup>.

De leur côté, les exploitants du point d'extraction aval situé au lieu-dit « Les Iles », puisèrent tant et si bien dans les alluvions du Fier qu'ils en crevèrent le plancher constitué de gros galets. Privés de cette protection, les argiles lacustres sous-jacentes furent affouillées par les eaux, qui les emmenaient en suspension. D'où leur turbidité, nuisible aux salmonidés. Les pêcheurs se constituèrent donc en associations dans le but d'exiger des autorités compétentes un strict encadrement des extractions de matériaux, voire leur arrêt, au besoin par des actions judiciaires.

Les élus des hautes vallées du pays de Thônes prirent fait et cause pour les carriers. En témoigne cette déclaration au nom du Syndicat intercommunal du Pays de Thônes, datée du 7 mai 1976, signée par les maires de La Balme-de-Thuy, des Clefs, du Grand-Bornand, de Manigod, de Saint-Jean-de-Sixt et des Villards-sur-Thônes : « Les maires du canton de Thônes réunis le 7 mai 1976 rejettent catégoriquement les affirmations de certaines associations annéciennes selon lesquelles les nouvelles extractions de graviers que les communes envisagent dans le Fier, faites dans les conditions précises qui seront fixées, créeraient un préjudice sérieux à l'environnement de la vallée. Ils dénie aux membres de ces associations de l'agglomération annécienne le droit de vouloir régler l'aménagement du Fier sur le territoire du canton de Thônes afin de le transformer en terrain de loisirs à leur usage privilégié sans qu'ils prennent part aux charges qui incombent aux communes de la vallée ».

Mais ni les services décentralisés de l'État, ni l'autorité préfectorale ne l'entendaient de cette oreille. *In fine*, le préfet arbitra en faveur des requérants qui protestaient contre les déprédations commises par les carriers.

Au printemps 1973, voulant anticiper les effets de l'application d'un prochain arrêté préfectoral stoppant net les extractions dans le lit des rivières, un entrepreneur exerçant aux Iles a poussé la cadence de ses prélèvements aux limites du possible, organisant un travail ininterrompu y compris les samedis et dimanches, avec des norias de camions chargés au maximum de leur capacité de transport. À un point tel que la commune du Veyrier-du-Lac, dont le chef-lieu était traversé à toute heure par ces véhicules, a adressé des protestations à la préfecture. Mais ce sont surtout les habitants des hameaux de Charvex et des Salignons, à La Balme-de-Thuy, situés à moins de 500 m à vol d'oiseau du site d'extractions, qui ont le plus pâti des nuisances sonores dues à l'emballement phénoménal du rythme de travail. Dès 5 heures le matin et jusqu'à 23 heures, ils étaient plongés dans l'ambiance sonore du remplissage des bennes métalliques des camions, du grondement de leurs moteurs, des concasseurs, cribleuses, bulldozers et pelles mécaniques, réverbérés par les parois rocheuses toutes proches. Les résidents se sont constitués en association de défense. Ils se sont relayés pour observer minutieusement ce qui se passait dans la carrière

---

<sup>1</sup> Archives municipales de Thônes.

au mois de mai 1973. Ils ont pu ainsi estimer qu'au rythme d'un camion partant toutes les 3 minutes, et à raison d'au moins 250 par jour, sept jours sur sept, 2 500 m<sup>3</sup> d'alluvions quittaient quotidiennement le lit du Fier, « soit le double du rythme contrôlé par la mairie de La Balme de Thuy au printemps 1973 (131 camions par jour) »<sup>2</sup>.

Se fondant sur les chiffres que lui a communiqués M. Pinteur, ingénieur de la DDE d'Annecy, S. Bouju évalue à 1 350 000 m<sup>3</sup> le volume total de granulats prélevés dans le lit du Fier de 1963 à 1973, entre Thônes et Dingy-Saint-Clair, dont près des deux tiers (soit 850 000 m<sup>3</sup>) sans autorisation. À quoi il faut ajouter les 400 000 m<sup>3</sup> tirés du lit du torrent par l'entreprise Mermier, en amont de Morette. Cela représente cinq fois les apports sédimentaires du Fier dans le secteur soumis à extractions. En 1985, le volume d'alluvions extrait dans les gravières au cours des dix dernières années était estimé à 2 000 000 mètres-cubes<sup>3</sup>.

Malgré la fin des creusements dans le plancher alluvial du Fier, le mal était fait. L'appel au vide suscité par les excavations s'est traduit par un enfoncement de la ligne d'eau, qui a progressé inexorablement d'aval en amont, selon un processus bien connu des hydrologues et géomorphologues sous le nom d'érosion régressive. D'où la déstabilisation des berges qui n'a pas manqué de se manifester. Ce fut notamment le cas en rive gauche du Fier à l'aval immédiat du lieu-dit « La Belle Inconnue », où la plateforme de la route départementale 909, principal axe de communications entre Thônes et Annecy devenait visiblement vulnérable. Le pont de Morette, autre point névralgique en matière de continuité territoriale, était menacé par les effets déstabilisateurs de l'érosion régressive.

Le Conseil général et les services décentralisés de l'État s'en alarmèrent, et, dans les deux dernières décennies du XX<sup>e</sup> siècle, se résolurent à prendre le problème à bras-le-corps.

### *3.3.2. Les protections contre l'incision du lit mineur : radiers et seuils*

Les aménageurs en charge du traitement des ravages causés par les prélèvements massifs d'alluvions dans le lit du Fier, optèrent pour la construction de seuils transversaux au courant, afin de tenter de juguler l'incision verticale de la ligne d'eau qui remontait vers les piles du pont, par l'effet de l'érosion régressive.

Déjà, les pêcheurs s'étaient montrés pionniers en la matière. Au droit d'Alex et de Dingy-Saint-Clair, ils avaient édifié un seuil par leurs propres moyens. Une armature en segments de rails dressés à la verticale, reliés par des

---

<sup>2</sup> Lettre adressée le 27 mai 1973 au préfet de la Haute-Savoie par le représentant des habitants du hameau de Salignon.

<sup>3</sup> Rapport de la section « Eau » de la DDE d'Annecy, de 1985, d'après une étude de la SOGREAH de la même année. Ce chiffre tient compte de l'érosion induite dans les argiles sous-jacentes par le décapage de leur protection de graviers.

câbles, portait un grillage de type « gabion » et des branchages qui devaient favoriser la retenue des graviers amenés par le Fier.

Les services de la DDE ont qualifié cette réalisation « d'aménagement expérimental ». À ce titre, la DDE a conservé sa notice technique en archives<sup>4</sup>. Vite démantelé par les crues, cet édifice de fortune s'est avéré dangereux pour les pratiquants de la navigation en eaux vives. Le 2 juin 1979, un groupe de pratiquants de kayak passait par là, mettant à profit un épisode de hautes eaux de fin d'hiver. Le seuil avait été détérioré par des crues récentes, et sa structure métallique s'en trouvait dégarnie. Elle fonctionna comme un piège auquel vint se prendre le chef de file des kayakistes, pourtant jeune sportif de haut niveau et moniteur en cette spécialité. Son embarcation se coinça entre ce qui restait des garnitures de bois et de rochers du barrage, et le câble métallique désormais dénudé reliant les rails. Ne pouvant s'extraire de son kayak, il fut noyé sans que ses co-équipiers puissent lui venir en aide, tant le courant était fort. Ce premier accident avait mis en évidence les effets redoutables de la détérioration d'un ouvrage de facture peu orthodoxe. Pourtant, une étude hydraulique avait précédé sa construction. De plus, ses restes provoquèrent un nouvel accident le 16 mai 1999, lors d'une compétition de canoë-kayak. Deux embarcations se bloquèrent par le travers sur des rails métalliques, vestiges isolés en plein courant. Si les victimes eurent plus de chance que le jeune homme noyé vingt ans plus tôt, elles ne s'en tirèrent pas moins avec « des fractures et contusions sérieuses ». C'est ce que mentionne un courrier du 22 juillet 1999 adressé par le directeur départemental de la Jeunesse et des Sports au président du Conseil général de la Haute-Savoie. Celui-ci fit procéder à l'arrachage des derniers pieux métalliques subsistant sur le site, en 2000. Toutefois, quelques-uns de ces rails sont encore visibles en rive droite.

Il apparut donc nécessaire de remplacer sans tarder les ouvrages construits avec des moyens de fortune, par d'autres réalisés avec des techniques plus éprouvées. Une étude hydraulique effectuée par la SOGREAH<sup>5</sup> prescrivait aussi de réaliser trois autres seuils en amont, d'enrocher les berges vulnérables porteuses de plates-formes routières, et de prévoir un protocole de surveillance et de maintenance de tous ces dispositifs.

Aujourd'hui, le « Seuil des Pêcheurs » de Dingy est constitué d'un plan incliné de gros enrochements, armé de palplanches.

À La Balme-de-Thuy, un autre seuil, naturel celui-là, est constitué d'un banc de calcaires à faciès urgonien. Il a été dégagé par l'érosion régressive remontant depuis les fosses d'extractions alluviales des Iles, qui est venue buter sur sa face aval. Ce calcaire, moins compact ici que dans la plupart des

---

<sup>4</sup> Depuis les années 2002 et 2003, durant lesquelles nous avons consulté ces archives (non classées à l'époque), la Direction départementale de l'équipement, devenue Direction départementale des Territoires, a migré vers de nouveaux locaux, de telle sorte que nous ne connaissons pas le devenir desdites archives.

<sup>5</sup> La Société Grenobloise d'Études et d'Applications Hydrauliques (SOGREAH) est apparue sous cet acronyme en 1955. En 2010, elle intègre la société holding Artelia.

affleurements alentour, présente un feuilletage en plaquettes qui a porté les géotechniciens à douter de sa résistance mécanique. C'est pourquoi il a été revêtu d'un radier de gros bastaings en mélèze, essence connue pour être peu putrescible. Mais ce plan incliné très lisse ne permettait plus aux salmonidés de remonter vers leurs frayères d'amont. Aussi, à la demande des sociétés de pêche, une passe à poissons en forme d'escalier d'eau fut aménagée contre le bord droit du radier. Engravée de manière récurrente, elle doit être régulièrement dégagée par des corvées que consentent les pêcheurs. De plus, afin de garantir davantage la protection de la barre rocheuse, un contre-seuil a été ajouté à son aval immédiat.

En amont du pont de Morette, au droit de la grande usine de mobilier de cuisines, un seuil supplémentaire a été construit. Un autre a été ajouté en aval immédiat du Fier et du Malnant, puis un autre encore, à hauteur du quartier des Perrasses à Thônes, de même qu'aux abords du centre de secours de la ville. Au total, pas moins de six seuils se succèdent sur une distance d'environ 10 km entre Dingy-Saint-Clair et Thônes. Ils ont été construits à grands frais sur les deniers publics, alors que les carriers responsables du déclenchement du processus d'érosion régressive n'ont, eux, pas été mis à contribution. Tout au plus, l'entrepreneur qui opérait à Morette a-t-il dû s'acquitter des taxes d'exploitation dont il était redevable à la commune de Thônes. Encore, celle-ci a-t-elle dû livrer bataille pour exiger une réévaluation des volumes réellement exploités par rapport à ceux que déclarait l'entrepreneur.

À Thônes, le cas du seuil des Perrasses mérite que l'on s'y attarde quelque peu. Il défendait la berge droite du Fier sur laquelle avait été édifié le gymnase municipal. Ce dispositif de protection a été réalisé à la fin de la décennie 1970 par une société de BTP suisse, seule à pouvoir satisfaire au cahier des charges. Armé de palplanches auxquelles s'adosse un plan incliné en enrochements massifs, l'ouvrage en lui-même présentait à l'origine toute garantie de robustesse. Il n'en allait pas de même de son substrat. En effet, l'étude géotechnique préalable à son implantation n'avait pas détecté la fragilité de son ancrage en rive gauche. On se trouve là, en effet, sur l'extrémité nord-est de la base du paléo-cône holocène du Malnant, qui se raccorde à une terrasse alluviale du Fier. L'ensemble est extrêmement vulnérable à l'érosion. De plus, la ligne faitière du seuil n'était pas exactement perpendiculaire, mais légèrement oblique par rapport à l'axe du cours d'eau. De telle sorte que, lors de la violente crue du 13 janvier 2004, il s'est comporté comme un déflecteur du courant sur la rive gauche, très vulnérable. Il s'en est suivi l'ablation de près de 2 500 m<sup>2</sup> de terrain, et la disparition d'une quinzaine de grands et beaux ormes. Le propriétaire a estimé que la commune avait mal préparé et suivi les travaux de construction du seuil, et, donc, qu'elle était impliquée dans ses malfaçons. C'est pourquoi il l'assigna devant le Tribunal administratif de Grenoble, qui donna raison au requérant. Cet exemple montre que ce type d'ouvrage n'est pas la panacée contre l'incision verticale des lits mineurs. D'autant plus que, quelques années auparavant, environ 200 mètres en amont de celui des Perrasses, un autre avait

été assis sur un banc de roche compacte. Mais comme il était constitué d'un assemblage de rondins de bois, son existence fut bien éphémère. Presque aussitôt reconstruit « en dur » avec armature d'acier, il n'a guère duré davantage que sa version antérieure : seul subsiste un moignon de palplanche qui émerge du courant, marquant ce qui fut son emplacement.

L'incision verticale de la ligne d'eau en terrains alluviaux est un fléau qui rend caducs d'autres dispositifs appelés, eux, à contrecarrer l'érosion latérale des lits mineurs : les épis.

### 3.3.3. *À la recherche de parades aux sapements latéraux des berges*

Avant l'emploi du béton armé, coûteux mais robuste, qui était la matière emblématique du génie civil de l'époque, la technique du gabion a trouvé une place éphémère.

Les gabions sont des parallélépipèdes constitués d'un treillage métallique contenant des éléments minéraux de taille décimétrique. Ils peuvent être assemblés en une digue. Peu coûteux, ils ne nécessitent pas de mettre en œuvre des engins mécaniques importants comme c'est le cas lorsqu'il s'agit de construire des enrochements lourds. Des particuliers peuvent en fabriquer eux-mêmes, à condition de pouvoir disposer de contenants métalliques. La garniture pouvait être puisée *ad libitum* dans le lit de la rivière.

Par sa délibération n° 939 de 1961, approuvée le 15 mars de la même année par la préfecture, le Conseil municipal de Thônes « décide d'attribuer gratuitement aux riverains du Malnant les gabions nécessaires pour protéger leurs propriétés endommagées lors des crues du 30 septembre et 1<sup>er</sup> octobre 1960. Les riverains intéressés pourront se procurer ces gabions aux Ponts-et-Chaussées sur la délivrance d'un bon établi par la Mairie ».

C'étaient là les prémices d'une auto-organisation des populations décidées à se défendre contre les crues. Elles étaient explicitement épaulées en cela par la municipalité. Dépassant les initiatives ponctuelles, celle-ci alla plus loin, en les incitant à se constituer en un syndicat de riverains.

À la fin de la décennie 1960, celui-ci adopta la proposition que lui firent les ingénieurs hydrauliciens : des épis-poutres en béton armé. Mais l'adoption de cette solution technique supposait un budget hors de proportion avec ceux qu'impliquaient les moyens mis en œuvre antérieurement. C'est pourquoi d'autres intéressés rejoignirent le syndicat, structure éligible à des subventions destinées à financer des travaux « pour remettre une fois pour toutes le Malnant dans son lit ». Telle est la déclaration aux accents volontaristes que l'on peut lire dans le compte-rendu de la délibération n° 893 du Conseil municipal en 1960. Aux membres de ce syndicat, était promis l'appui de représentants de la commune, ainsi que l'assistance technique des ingénieurs en chef du Génie rural, des Eaux-et-Forêts et des Ponts-et-Chaussées. On dépassait ainsi nettement le stade de l'auto-organisation esquissée lors du « plan gabions ».

L'objectif de ce nouveau dispositif était ambitieux. Il consistait à construire pas moins de 46 épis en béton sur les 4 km séparant l'amont immédiat du

hameau de Montremont de l'extrémité aval du torrent. Estimé à un montant de 550 000 francs, ce budget qui dépassait les moyens municipaux fut abondé par des subsides départementaux ainsi que ceux de l'État. Dans la décennie 1970, s'ajoutèrent 15 nouveaux épis, portant à 61 le total de ces ouvrages, sur une distance d'environ cinq kilomètres. On avait ainsi parcouru un chemin considérable depuis les initiatives individuelles qui prévalaient au XIX<sup>e</sup> siècle. Pour la première fois, les pouvoirs publics avaient pris résolument en mains le traitement du problème en planifiant des travaux au lieu de les exécuter dans l'urgence et a posteriori des endommagements.

Hélas, les épis de l'aval se retrouvent aujourd'hui suspendus, leur semelle surplombant le lit mineur d'environ 8 mètres. Ceux qui se trouvent plus en amont se sont effondrés, déviant le courant sur la berge faisant face à celle à laquelle ils demeurent attachés. Là encore, le processus qui a conduit à cette situation est l'érosion régressive. En tant qu'affluent du Fier, le Malnant n'a pas fait exception à la propagation de ce fléau vers l'amont.

La plateforme de l'actuelle route départementale 909, artère vitale pour les communications entre Annecy et Thônes, repose sur les berges alluviales meubles du Fier entre Morette et les environs du giratoire d'Alex. Du fait de cette situation, elle s'est trouvée déstabilisée jusqu'à une époque récente par les sapements latéraux de la rivière.

Le 21 mars 1978, dans la plaine d'Alex, un accident peu banal aurait pu se terminer tragiquement. C'était au petit matin, avant la levée complète du jour. Un automobiliste suivait un véhicule, dont les feux arrière ont brusquement disparu à sa vue. Il a instinctivement freiné et s'est arrêté juste à temps pour ne pas subir le sort du conducteur qui le précédait<sup>6</sup>. Celui-ci, venant de Groisy, circulait, au volant d'une 2CV. La lumière de ses phares ne lui a pas permis de voir à temps que le Fier avait emporté la route sur plusieurs mètres, creusant une anse dans laquelle il a plongé. L'homme n'a dû son salut qu'en s'accrochant aux racines des arbres qui dépassaient des parois de la tranchée. Secouru par le conducteur témoin de l'accident, il a pu être tiré de sa fâcheuse position. Mais l'épave de son véhicule a été charriée 600 m plus en aval, ce qui peut donner une idée de la force du courant qui sapait la berge.

L'accident du 21 mars 1978 aurait pu se rééditer au point kilométrique 16,556 sur la RD 909, dont le talus a été attaqué en 2004. Au niveau de la route elle-même, on remarquait une encoche longue de 13,5 m et large de 3,10 m. Son extrémité parvenait à 2,5 m du revêtement goudronné, rongant l'emplacement actuel de la bande cyclable.

Cinq cents mètres en aval, au PK 16, une autre entaille partant du lit mineur du Fier se développait sur toute la hauteur du talus, aboutissant à 1,5 m du revêtement de la chaussée. Il fallut attendre une dizaine d'années pour que ces excavations soient colmatées et que leur emplacement se trouve défendu par des enrochements.

---

<sup>6</sup> *Le Dauphiné libéré*, 22 mars 1978.

Entre le giratoire d'Alex et le pont de Dingy-Saint-Clair, des dizaines d'épis en enrochements ont été construits dans les deux dernières décennies du XX<sup>e</sup> siècle. Ils ont été mis à mal par les crues, mais c'est à dessein qu'ils n'ont pas été restaurés.

Lorsqu'il s'est agi de remettre en état le lit majeur du Fier après la cessation d'activité des gravières, dans un premier temps, un syndicat regroupant sept communes riveraines, de Thônes à Annecy, avait été constitué à l'initiative du préfet. Il avait vocation à fonctionner comme maître d'ouvrage unique. Il devait ainsi coordonner les initiatives de restauration du cours du Fier et mutualiser des moyens afin d'aider les communes financièrement pénalisées par la fin de l'activité des carrières. Ce syndicat était éligible à des aides éventuelles de l'État et du département.

Mais ce regroupement inter-communal a fait long feu, en grande partie parce qu'il réunissait une majorité de petites communes rurales aux capacités financières très limitées.

C'est donc le Conseil général (aujourd'hui Conseil départemental) qui a acquis l'espace couvert par le lit majeur du Fier entre Morette et le pont de Saint-Clair, afin de prendre en mains sa restauration. Suivant l'avis des experts hydrauliciens, il a choisi de ne plus corseter le lit mineur entre des digues et des épis, le laissant divaguer latéralement. Ainsi, les balafres infligées les gravières ont été colmatées par un processus d'auto-alluvionnement.

Aujourd'hui, le Fier dessine de remarquables tresses alluviales entourées de bras d'eau bordés d'une riche ripisylve associée à la flore aquatique. Trois niveaux de terrasses hébergent des peuplements végétaux dont la variété des espèces est un véritable cas d'école dans le registre de la biodiversité.

À ce titre, ce milieu compte parmi les joyaux des sites naturels des Bornes-Aravis. Des travaux sont sur le point de débiter afin de le valoriser par l'aménagement d'espaces récréatifs dédiés aux promenades à pied et à VTT, avec des parcours de découverte et d'interprétation. Gageons que temps des gravières ne sera plus, ainsi, qu'un mauvais souvenir.

#### **4. La meilleure stratégie contre les risques torrentiels : celle de l'évitement**

Par évitement, il faut entendre ici le fait de s'installer hors de portée des dangers d'origine naturelle. Deux événements, par les contre-exemples qu'ils présentent, plaident en faveur de ce principe de précaution. Le premier témoigne d'un cas dans lequel la prévention était quasiment impossible, car les PER, PPRN et études géotechniques préalables à une installation humaine n'existaient pas. Seule la connaissance empirique des Anciens pouvait éventuellement conduire à s'abstenir de s'exposer aux risques naturels. Le second fut beaucoup plus controversé à cet égard.

#### 4.1. À la fin du XIX<sup>e</sup> siècle : la catastrophe de l'Endran, à Manigod

Dans la nuit du 4 au 5 avril 1897, sur la commune de Manigod, au lieu-dit l'Endran<sup>7</sup>, au sud du col de la Croix-Fry, un glissement de terrain a détruit ou gravement endommagé en une heure neuf maisons d'habitation, deux scieries, un atelier de menuiserie, trois moulins et une huilerie. Il faut ajouter à ce bilan de nombreux bâtiments annexes comme des greniers, où les familles avaient pour usage de ranger leurs effets de valeur. De plus, 42 hectares de terres agricoles et herbages furent ravagés, et 110 arbres fruitiers perdus. Trente-huit familles se trouvaient ainsi privées d'abri ou de moyens de production.

Nous serions là, a priori, plutôt dans le domaine des dangers associés aux mouvements gravitaires de versants que dans celui qui est lié aux torrents *stricto sensu*. En fait, les deux sont liés car le glissement de terrain a fourni en pierrailles, en boue et en débris ligneux toutes les matières entrant dans la composition d'une lave torrentielle qui s'est écoulée dans le Nant-Bruyant, un affluent de rive droite du Fier. Fort heureusement, aucune mort d'homme ne fut à déplorer. Ceci, grâce à la vigilance d'un habitant, M. Fillion, qui, tôt réveillé vers 5 heures du matin le 5 avril, a donné l'alarme juste à temps pour que ses voisins puissent fuir en poussant devant eux leur bétail. C'est ce que mentionne le journaliste qui a signé un article du journal *L'Industriel savoisien* paru le 10 avril 1897, amplement cité par J.-B. Challamel dans l'étude qu'il a consacrée à l'événement<sup>8</sup>. Cette information est reprise avec une chronologie plus précise en page 22 du rapport de présentation du PPRN de Manigod élaboré en janvier 2018 : « Des fissures se déclarent vers 5h, des glissements régressifs se déclenchent dès 6h » Ce document estime à 800 m de large par 1 200 m de long les dimensions du phénomène.

La boue, les cailloutis des versants et des centaines d'arbres sont descendus dans les talwegs du réseau hydrographique. Ces abondants débris végétaux et minéraux mêlés les ont bouchés, formant des embâcles bientôt suivis de débâcles qui ont lâché des laves torrentielles balayant les scieries et les moulins en aval immédiat du glissement. Fort heureusement, ces débâcles ne se sont pas propagées en aval dans le Fier, dont le Nant-Bruyant est un affluent.

Une lave torrentielle échappe aux lois de la mécanique des fluides au sens où on l'entend de manière classique dans les cours d'eau, même en temps de crues. Il ne s'agit plus seulement de flux liquides charriant des corps minéraux solides, mais d'un mélange de boues, limons, sables, graviers, et surtout d'énormes blocs rocheux pouvant dépasser plusieurs centaines de m<sup>3</sup> chacun. On est en droit de se demander par quels processus des éléments d'une telle taille ont pu être déplacés. Cela s'explique par le rôle de lubrifiant à forte portance dynamique joué par les boues et limons.

---

<sup>7</sup> Parfois orthographié « l'Endran », ou encore « Andran » sur la carte IGN au 1/25 000<sup>e</sup>.

<sup>8</sup> J.-B. Challamel, La catastrophe des Endrans à Manigod, *Revue annuelle des Amis du Val de Thônes*, 1977, n° 3, p. 82-84.

Il n'est pas certain que de tels phénomènes se soient produits au Grand-Bornand le 14 juillet 1987.

#### 4.2. *Pouvait-on prévoir la catastrophe qui a frappé le camping du Borne ?*

Telle est la question qui a soulevé controverses et polémiques pendant une décennie, jusqu'à l'épilogue judiciaire intervenu en 1997.

En fin d'après-midi du 14 juillet 1987, 23 campeurs furent emportés et noyés par la crue du Borne provoquée par un violent orage. Sur un sol déjà gorgé d'eau par de récentes pluies, celui-ci a commencé vers 17h30. Il a duré de 1h30 à 3h selon les emplacements du bassin-versant supérieur du Borne considérés. Un pluviomètre installé en partie centrale de l'aire concernée, au lieu-dit Pont de Vernaie, au hameau du Chinailon, a enregistré 93 mm de précipitations. Selon M. Meunier (1990), cet orage fut « extrêmement bref, localisé, violent ; il a provoqué un ruissellement intense sur une zone déjà saturée. Les deux torrents affluents, le Borne et le Chinailon, ont eu des crues concomitantes, ce qui a produit une croissance très rapide du niveau des eaux ; les écoulements ont été du type de laves torrentielles sur les affluents très raides, mais du type écoulements hyperconcentrés turbulents sur le Borne. Diverses estimations de débit convergent vers 200 m<sup>3</sup>/s. Une étude statistique sur les pluies de 3h et sur les débits a donné pour durée de retour une valeur de 170 ans minimum pour le débit ».

« Les témoignages concordent pour établir que la crue du Borne s'est caractérisée par une propagation très rapide de son front: 18h15 au niveau de La Duches soit à l'extrémité orientale du bord amont du bassin supérieur du Borne, 18h45 au niveau du chef-lieu où se trouvait le camping. Soit 45 mn à 1h15 après le début de l'orage. Les prémices de l'inondation se sont manifestés à 18h 20, mettant aussitôt en alerte les secours locaux »<sup>9</sup>.

La presse locale indique un phénomène semblable à un « raz de marée, qui aurait duré dix minutes, dévastant tout sur son passage, pendant que des campeurs réussissaient à s'agripper aux arbres ou aux toits de quelques véhicules ».

Ce court récit ne rend pas compte de ce que montre le reportage vidéo qu'il nous a été donné de visionner à plusieurs reprises. Ce document montre deux phases bien distinctes dans le déroulement de la crue du torrent. La première, précédée par des chutes de grêle et des pluies intenses, s'est manifestée par une montée des eaux certes rapide, mais laissant suffisamment de temps aux campeurs pour gagner les rives hors d'eau. C'est ce que confirme la personne qui commandait alors le corps des sapeurs-pompiers du Grand-Bornand.

L'exploitant du camping ainsi que des résidents voisins ont activé l'évacuation du terrain, dissuadant vainement les campeurs de revenir dans leurs

---

<sup>9</sup> Rapport de la crue rédigé en 1988, figurant dans le dossier du PER du Grand-Bornand.

tentes ou caravanes, et les exhortant à demeurer sur les secteurs insubmersibles. Certains n'ont pas tenu compte du conseil. D'autres sont restés dans leur habitat précaire, par la force de l'habitude, estimant qu'ils étaient là en sécurité et que, les eaux ne montant pas très vite selon leur appréciation, la situation se stabiliserait.

Quelques minutes plus tard, comme on le voit sur une séquence filmée<sup>10</sup>, un flot d'eau boueuses, chargées de débris divers et charriant des souches, branches et arbres entiers, a balayé le terrain où étaient restés ceux qui n'avaient pu ou voulu fuir. Des témoins ont parlé de « vague », de « mur d'eau » d'1 m à 1,5 m de haut, déferlant à grande vitesse. Dans la presse locale datée du lendemain de l'événement, on relève : « le flot est arrivé, précédé d'une vague de plus d'un mètre : tous les témoins sont unanimes. Des voitures et des caravanes ont été emportées, roulées dans des tourbillons (...) un témoin nous raconte : la hauteur de l'eau dépassait les poteaux du terrain de football, situé à côté des campings. (...) Il semblerait que, gonflé par des orages d'une violence exceptionnelle, le Borne ait formé une poche d'eau en amont du camping (...) »<sup>11</sup>.

Un plan ORSEC fut déclenché. Les pompiers ne parvenaient pas à s'approcher des personnes agrippées aux arbres pour ne pas sombrer dans le Borne. L'hélicoptère restait pour elles le dernier moyen d'échapper à la noyade. Le premier appareil n'a pu intervenir qu'à partir de 18h57. Encore fut-il gêné par la persistance de l'orage. Dans cette situation d'extrême urgence, les sauveteurs ont pris des risques considérables pour sauver une trentaine de sinistrés.

D'abord traumatisés, les survivants ainsi que les familles des victimes se constituèrent en une association pour réclamer réparation à ceux qu'ils estimaient être responsables de négligences : l'exploitant du camping, le maire du Grand-Bornand et l'État.

Un élu local donnait dans les colonnes du *Dauphiné libéré* une charge sans retenue à l'encontre de ceux qui osaient avancer que le drame aurait pu être évité. « Les soi-disant spécialistes des risques naturels feraient bien de reconnaître qu'ils sont surtout compétents pour étudier les catastrophes une fois qu'elles se sont produites mais qu'ils ne savent guère les prévoir, surtout lorsque, comme c'est le cas en montagne, elles résultent de la conjonction d'un nombre très complexe d'éléments naturels exceptionnels (...) malgré toutes nos précautions, nous serons toujours confrontés à notre impuissance face à la nature, face à la terre, l'air, le feu et l'eau, ces quatre éléments qui font la vie et aussi la mort des hommes »<sup>12</sup>. En clair : l'événement était dû à un cas de force

<sup>10</sup> Que nous a donnée à voir un témoin oculaire.

<sup>11</sup> *Le Dauphiné libéré*, 15 juillet 1987.

<sup>12</sup> Extrait d'un article paru dans le *Dauphiné libéré* du 24 juillet 1987, sous l'intitulé « La vraie leçon du Grand-Bornand, par Jacques Golliet, conseiller général du canton de Thônes et sénateur de la Haute-Savoie ».

majeure, totalement imprévisible. Les décisions de justice allaient donner tort à cette interprétation.

Pourtant, c'est cette même thèse que soutint le Premier Ministre de l'époque Jacques Chirac, venu le 16 juillet en visite dans la commune sinistrée. « Rien, à ma connaissance, ne permettait de craindre une catastrophe de ce genre. Tout, hélas ! peut arriver. La preuve. En l'état actuel des choses, personne ne peut imputer une responsabilité quelconque à la commune ».

L'affaire a été jugée le 2 juin 1994 par le Tribunal administratif de Grenoble. La requête formulée par l'association des familles des victimes du Grand-Bornand a été rejetée et la commune s'est trouvée exonérée de toute responsabilité au motif que la catastrophe relevait d'une situation de force majeure.

Mais les requérants ont interjeté appel. Par son jugement du 13 mai 1997, la Cour d'appel administrative de Lyon a arbitré en leur faveur, notamment en infirmant l'argument de force majeure validé par le précédent jugement. L'extrait suivant de l'arrêt final est tout à fait explicite, sur ce point. « Considérant qu'il résulte de l'instruction que le torrent Le Borne est sorti de son lit et a inondé les terrains alentour à plusieurs reprises au cours du siècle dernier, et que le 8 juillet 1936, à la suite d'un orage violent en fin d'après-midi, ce torrent et ses affluents ont sur le territoire de la commune de Grand Bornand arraché des ponts et des barrages et inondé les propriétés riveraines, obligeant de nombreux habitants à abandonner leur demeure ; qu'ainsi, et quelle que soit la violence de la crue à l'origine de la catastrophe du 14 juillet 1987, dont la cause était identique à des inondations précédemment constatées, l'événement à l'origine des dommages subis par les demandeurs n'était pas imprévisible et ne peut, dès lors, être assimilé à un cas de force majeure. Considérant que, dans ces conditions et sans qu'il soit besoin de statuer sur les autres fondements de responsabilité invoqués, l'État et la commune doivent être déclarés solidairement responsables des conséquences dommageables subis par les demandeurs ». La commune du Grand-Bornand et l'État furent donc condamnés à indemniser les ayants-droit des victimes de la catastrophe, pour une somme totale de l'ordre de 7 millions de francs de l'époque.

Ce jugement, qui a pris valeur de jurisprudence, a beaucoup contribué à faire considérer l'État et la commune comme les principales « personnes publiques » qui peuvent voir leur responsabilité engagée en cas de dommages causés par un risque majeur.

La leçon a été retenue par les élus locaux qui, dès lors, se sont résolus à faire entreprendre des travaux d'envergure pour mettre en sécurité les populations riveraines des torrents, à commencer par le Grand-Bornand, mais aussi à Thônes.

## En guise de conclusion

« Dans le doute, abstiens-toi », dit un proverbe bien connu. En matière de risques liés aux torrents, l'abstention consiste à ne pas se mettre en situation de vulnérabilité à leur égard. C'est le bon sens même. « Le bon sens est la chose du monde la mieux partagée ». Hélas, les faits ne corroborent pas cette assertion rassurante de René Descartes<sup>13</sup>. Depuis le drame de 1987 qui vient d'être évoqué, des dizaines d'autres se sont produits en France, entraînant des morts d'hommes en des zones inondables. Les Plans de Prévention des Risques naturels (PPRn), successeurs des Plans d'Exposition aux Risques (PER) ont été institués pour éviter des mises en danger de la vie d'autrui lors de l'instruction des Plans Locaux d'Urbanisme, sur lesquels ils priment. Opposables aux tiers, les PPR doivent être scrupuleusement respectés. Sur les territoires de la communauté de communes des vallées de Thônes, les risques torrentiels le disputent en étendue et en occurrences de points recensés à ceux qui sont liés aux phénomènes d'avalanches.

Quant à la récente loi portant sur la « gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations », mieux connue sous le sigle GEMAPI<sup>14</sup>, le contribuable se consolera en songeant que les ressources qu'elle mobilise sur ses deniers sont destinées à construire, entretenir, réhabiliter et surveiller les digues qui le protègent.

Une image de comparaison vient fréquemment à l'esprit lorsqu'on évoque les torrents : celle de fauves. Ils en ont bien des attributs, associant séduction et férocité. Le premier incite à s'en approcher. Le second, à s'en défier. La « culture du risque », qui marque l'éveil d'une nouvelle forme de rationalisme sociétal, voudrait que l'on privilégie ce dernier en substituant l'écoute des experts à l'adage « on n'a jamais vu cela ici ». Sciences humaines, l'Histoire comme la Géographie, nous proposent bien des enseignements. Il est des 14-juillet glorieux et emblématiques, mais aussi d'autres plus douloureux pour en témoigner, et pour nous appeler à faire interagir ces disciplines en une féconde « Géohistoire ».

---

<sup>13</sup> R. Descartes, *Discours de la Méthode*, Leyde, 1637.

<sup>14</sup> Dispositif résultant des lois de décentralisation n° 2014-58 du 27 janvier 2014 et n° 2015-991 du 7 août 2015, entré en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2018.

## Bibliographie

Bravard, Jean-Paul, *Où sont passées les rivières ?* Alpes Magazine, 1991, n°12, p.86-91.

Bravard, Jean-Paul, Petit, François. *Les cours d'eau : dynamique du système fluvial*. Paris : A. Colin, 2000.

Challamel, Jean-Bernard. La catastrophe des Endrans à Manigod. *Revue annuelle des Amis du Val de Thônes*, 1977, n° 3, p. 82-84.

Comby, Jacques. La catastrophe du Grand-Bornand (14 juillet 1987) : composantes météorologiques ». *Géocarrefour*, 1990, vol. 65, n° 2, p. 118-122.

Coussot, Philippe. Rhéologie des laves torrentielles. *La Houille Blanche*, 1994, n° 3, p. 32-37.

Coussot, Philippe. *Rhéologie des boues et laves torrentielles : études de dispersions et suspensions concentrées*. Grenoble : CEMAGREF, 1993.

Demontzey Prosper. *L'extinction des torrents en France par le reboisement*. Paris : Imp. nationale, 1894.

Meunier, Maurice. La catastrophe du Grand Bornand : crue torrentielle du Borne le 14 juillet 1987. *Revue de géographie alpine*, 1990, t. 78, n° 1-3, p. 103-114.

Mougin, Paul. *Les torrents de la Savoie*. Paris : Impr. nationale, 1914.

Surell, Alexandre. *Étude sur les torrents des Hautes-Alpes*. Paris : Carilian-Gœury et V. Dalmont, 1841.

## Documentation électronique

*Catastrophe du Grand-Bornand*, INA, disponible en ligne : <https://www.ina.fr/video/CAC01038713> [dernière consultation le 28/02/2020]

*Orage diluvien du 14 juillet 1987 au Grand-Bornand (Haute-Savoie)*, Observatoire français des tornades et orages violents, disponible en ligne : <http://www.keraunos.org/actualites/faits-marquants/1970-1989/orage-14-juillet-1987-grand-bornand-catastrophe-crue-eclair-inondation-camping-haute-savoie.html> [dernière consultation le 28/02/2020]

Achévé d'imprimé  
au premier trimestre 2020 sur  
les presses de l'imprimerie Photoplan

Éditeur : Académie salésienne (association)  
Conservatoire d'art et d'histoire  
18 avenue de Trésun 74000 ANNECY  
Directeur de la publication : Laurent Perrillat  
Imprimerie : Photoplan, 9bis, rue de Malaz, 74600 Seynod  
Parution : mars 2020  
Dépôt légal : à parution  
Prix : 2 €  
N° ISSN : 2265-0490