

L'ÉVOLUTION DES FORMES DE RELIEF ET DES FORMATIONS TORRENTIELLES ALPINES DEPUIS 4700 BP

■
Stéphane BALLANDRAS

RÉSUMÉ

À partir de 4700 BP, les bassins-versants torrentiels alpins enregistrent plus ou moins fidèlement l'évolution bioclimatique ainsi que l'anthropisation. Par rapport aux formes de relief (terrasses torrentielles et cônes de déjection) formées au début du Postglaciaire, les formes plus récentes peuvent être juxtaposées, superposées ou emboîtées, suivant la dynamique propre du torrent ou celle des rivières principales dans lesquelles ils se jettent. L'évolution chronostratigraphique de leurs alluvions montre 5 phases de torrentialité active avec dépôt de diamictites (laves et charriages torrentiels) dont la dernière s'est constituée du milieu du XIV^{ème} au XIX^{ème} siècle. Rompant avec l'interprétation "classique" qui, au XIX^{ème} siècle, faisait du défrichement anthropique le responsable de la recrudescence de la torrentialité, on propose un schéma qui fait du système bassin-versant torrentiel un des éléments de la crise morphodynamique du Petit Âge Glaciaire.

Mots-clés : torrentialité, Alpes, stratigraphie, détritisme, Holocène, Quaternaire, Diois, Petit Âge Glaciaire, paléoclimats, histoire, versants, crise morphoclimatique.

ABSTRACT

THE EVOLUTION OF ALPINE LANDFORMS AND TORRENTIAL FORMATIONS SINCE 4700 BP

Since 4700 BP, alpine torrential catchments record more or less precisely bioclimatic evolution and antropization. Subboreal and subatlantic landforms can be juxtaposed, superimposed or inset into early holocene terraces or fans. This is interpreted by the dynamic of the torrent or main rivers. Chronostratigraphic evolution of torrential alluvial deposits shows 5 phasis of active torrentiality (with bed load transport or torrential debris flows deposits). The last one is historical and took place from the middle of the XIII^e to the XIX^e centuries. Through diverse arguments, climatic factors seem to be more important than antropization of catchment witch were discribed by ancient authors during XIX^e century. So, the Little Ice Age appears as a real morphoclimatic crisis, responsible for renewaling sedimentary stocks and increasing in flood frequencies ;

Key-words : torrentiality, Alps, stratigraphies, detritism, Holocene, Quaternary, Diois, Little ice age, paleoclimates, history, slopes, morphoclimatic crisis.

INTRODUCTION

Plus encore que les glaciers ou les lacs, qui ne sont déjà que des témoins indirects de l'évolution climatique, les torrents alpins sont loin d'être de bons indicateurs paléoclimatiques. En effet, l'évolution chronostratigraphique de la sédimentation dans leurs alluvions ne reflète pas directement celle du climat au Postglaciaire, notamment avant l'Atlantique ancien. On peut invoquer deux types de raisons. D'une part, pour que des alluvions transitent dans le talweg et se déposent, il faut qu'au préalable, des stocks sédimentaires soient disponibles. D'autre part, il faut que les alluvions se soient déposées dans le bassin-versant pour pouvoir les étudier ; toute

exportation vers les rivières principales nuit à l'interprétation de l'histoire d'un bassin-versant. Il existe ainsi des périodes d'incision des talwegs et des cônes de déjection qu'il faut tenter de décrypter, de dater et d'interpréter.

D'autres facteurs compliquent singulièrement la tâche pour la période considérée. Il s'agit d'abord de la difficulté d'obtenir un nombre représentatif de torrents permettant une vision générale de l'évolution de la torrentialité. Dans le cadre d'une thèse (Ballandras, 1997), on a pu s'appuyer sur une quinzaine de bassins-versants. De plus, la présence de l'homme dans les Alpes à partir du Néolithique (6000 BC ; 7000 BP) oblige à s'interroger sur son impact réel à la fois dans la production de stocks sédimentaires et la géométrie des formes de relief

torrentielles (terrasses et cônes de déjection). Le but de cet étude est de s'interroger sur les éléments de contrôle de l'évolution du détritisme dans les bassins-versants torrentiels depuis 4700 BP à travers les rapports géométriques des formes de relief et l'étude chronostratigraphique des formations. Plusieurs sites alpins seront présentés (fig. 1).

1 - LES RAPPORTS GÉOMÉTRIQUES ENTRE LES FORMES DE RELIEF

Au début du Subboréal, à l'aval des torrents alpins s.s., les grands cônes de déjection sont déjà formés. Il se sont mis en place depuis la fin du Tardiglaciaire et constituent le "Remblaiement Postglaciaire Principal" (R.P.P.), défini dans les Alpes duranciennes par M. Jorda (1980 ; 1985) et que l'on a élargi à l'ensemble des Alpes françaises (Ballandras, 1997) en proposant une interprétation tenant compte davantage de la présence de stocks détritiques abondants largement hérités de la dernière glaciation, ce qui constitue la sédimentation paraglaciale alpine, que des conséquences des crises climatiques. Le concept de sédimentation paraglaciale fait référence à des processus de transfert de charge vers les vallées principales directement ou indirectement conditionnés par les glaciations : processus pro- et juxtaglaciaires et processus liés à la présence de tills instables pouvant alimenter les cours d'eau en charge solide (Ballandras, 1997).

Son *terminus post-quem* est variable selon les bassins-versants mais également selon le milieu de sédimentation : il se situe (i) entre la fin de l'Atlantique et la fin du Subboréal dans les terrasses torrentielles et (ii) entre la fin de l'Atlantique et le Subatlantique Moyen dans les cônes de déjection, notamment dans certains cônes où des dépôts torrentiels recouvrent des sites ou des monuments construits à l'époque gallo-romaine et que l'on a retrouvé enfouis sous des alluvions. Ainsi, on préférera désormais évoquer un "Remblaiement Torrentiel Postglaciaire Alpin" (R.T.P.A.), précédant un "Remblaiement Torrentiel Historique Alpin" (R.T.H.A.), mis en place à partir du Moyen-ge.

1.1 - TYPES DE RAPPORTS GÉOMÉTRIQUES

Les formes torrentielles, terrasses et cônes constitués à partir de 4700 BP, peuvent se trouver juxtaposées, emboîtées ou superposées aux mêmes formes mais plus anciennes (fig. 2). Il faut tenter d'expliquer les relations géométriques entre les différentes générations de terrasses et de cônes, qui sont généralement au nombre de deux, par la dynamique propre des torrents ainsi que par la dynamique des cours d'eau collecteurs de rang supérieur et par les travaux de protection contre les débordements effectués par les sociétés humaines.

La juxtaposition⁽¹⁾ s'est produite dans les sites d'exhaussement du cours d'eau de rang supérieur au cours du Subboréal. L'intervention humaine, au cours de

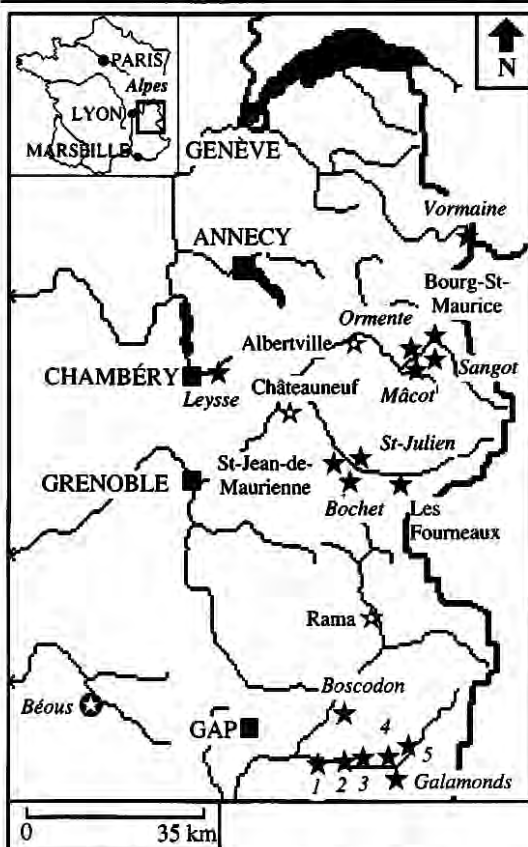


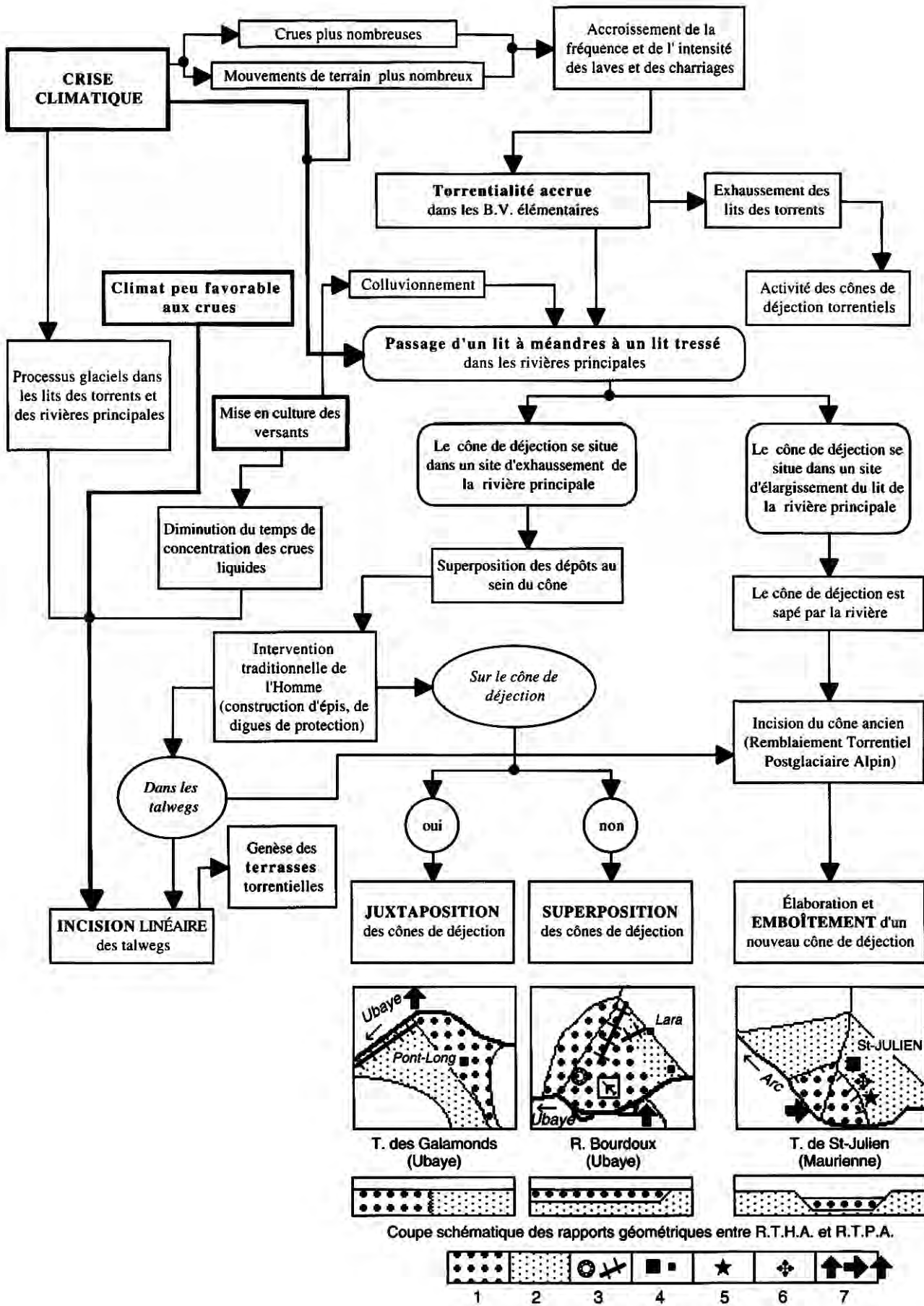
Fig. 1 : Localisation du secteur d'étude.
Fig. 1 : Location of the study area.

Fig. 2 : L'interprétation de la géométrie des formes de relief torrentielles (terrasses et cônes de déjection)
1 : Dépôts torrentiels du remblaiement torrentiel historique alpin ; - 2 : Dépôts torrentiels du Remblaiement torrentiel postglaciaire alpin ; - 3 : Paysage rural d'âge indéterminé, fossilisé par les dépôts historiques, observé au XIX^{ème} siècle (Arnaud, 1895), digue existant au XIX^{ème} siècle ; - 4 : Village, hameau ; - 5 : Datation ¹⁴C à 7856 ± 116 BP (ARC 1349) ; - 6 : Mise au jour d'objets de l'âge du Fer en subsurface au XIX^{ème} siècle ; - 7 : Tendance à l'exhaussement, au sagement de la rivière principale aux XVIII^{ème}-XIX^{ème} siècles.

Fig. 2 : The interpretation of geometry of torrential landforms (torrential terraces and fans)

1 : Historical torrential deposits ; - 2 : Ante-Historical ("Alpine main torrential Postglacial Filling-up") torrential deposits ; - 3 : Rural landscape (indetermined age), fossilised by historical torrential deposits, observed during the 19th century (Arnaud, 1895), dam built up before the 19th century ; - 4 : Village, hamlet ; - 5 : ¹⁴C datation at 7856 ± 116 BP (ARC 1349) ; - 6 : Iron Age things discovered near the soil surface during the 19th century ; - 7 : Main river bed locally tended to incise or to sap during the 18th-19th centuries.

(1) : Il s'agit en fait d'une juxtaposition apparente où les sédiments sont à la fois superposés et juxtaposés par rapport aux sédiments plus anciens (cf fig. 2).



l'Antiquité ou du Moyen-ge, est marquée par la construction de digues de protection au niveau de l'apex du cône. C'est le cas sur certains cônes du bassin de Barcelonnette (Faucon, Les Sanières).

La superposition s'est également inscrite dans les sites d'exhaussement du cours d'eau de rang supérieur au cours du Subboréal, mais il n'y a pas eu intervention humaine au cours de l'Antiquité ou du Moyen-Âge. L'exemple du Riou Bourdoux (Ubaye) montre qu'une grande partie de la surface du cône (près de 85 %) était soumise aux divagations du torrent au cours des Temps Modernes à partir de 1451-52. Le hameau de Lara et ses alentours (partie orientale du cône) étaient — plus ou moins bien — protégés par des digues (Arnaud, 1895). Le cône du Boscodon (Embrunais) confirme cette hypothèse : il existe une remarquable superposition (à 100 %) des dépôts du cône de déjection, encore en partie en activité actuellement, au débouché dans la vallée de la Durance. Pourtant, il existe dans le chenal d'écoulement, deux niveaux de terrasses torrentielles, dont la plus ancienne peut être attribuée au R.T.P.A., car elle supporte les bâtiments de l'abbaye bénédictine de Boscodon qui a été fondée vers 1152 par trois seigneurs repentants d'Embrun.

L'emboîtement a généralement correspondu à un site d'élargissement du lit, en cours de métamorphose vers le tressage, du cours d'eau de rang supérieur au cours du Subboréal, souvent lié à une situation en position de rive concave de courbure de son lit à l'image du St-Julien situé à l'amont du bassin de St-Jean-de-Maurienne. En face, les trois cônes de déjection emboîtés du torrent du Bochet qui se sont constitués au XX^{ème} siècle depuis l'extinction du cône historique se sont éteints à la suite de crues de l'Arc qui les a sapés, ce qui a permis la genèse d'un nouveau cône en contrebas. Le cône torrentiel le plus ancien domine souvent la rivière principale par un talus plus ou moins élevé. On peut alors faire deux remarques complémentaires :

- L'hétérochronie de l'incision est sans doute liée à des facteurs locaux difficiles à reconstituer, car les cours d'eau principaux ont une réaction plus lente aux modifications de l'hydrosystème que les bassins-versants élémentaires (Bravard, 1992) ;

- Théoriquement, l'érosion régressive dans les talwegs voudrait qu'à partir des cônes de déjection incisés, les terrasses torrentielles du R.T.P.A. auraient été progressivement créées. Ce processus apparaît pourtant comme un phénomène limité à l'extrémité aval des torrents de la confluence à la partie aval du chenal d'écoulement. De plus, il ne faut pas oublier que la dynamique propre du torrent, par érosion progressive ou *in situ*, a pu jouer également un rôle, d'autant plus aisément que, hors du *bedrock*, les secteurs à inciser sont peu étendus.

1.2 - PROCESSUS MORPHODYNAMIQUES DE L'ACCUMULATION ET DE L'INCISION

L'accumulation sédimentaire dans les lits et les cônes des torrents résulte de crues fréquentes et intenses, avec transport solide abondant. Lors de ces crues, se déposent

des nappes alluviales torrentielles le plus souvent constituées de diamictites, formées par des laves et/ou des charriages torrentiels. Les lits subissent alors un exhaussement et les cônes une forte aggradation. Le torrent de la Béous (Diois) qui se jette dans la Drôme à l'aval de Luc a connu au moins 4 crues avec transport de matériaux entre 1992 et 1996. L'étude d'un site situé à 712 m d'altitude près de la coupe des ruines du Camp de la Jeunesse (cf *infra*) montre les modifications du lit majeur du torrent. Le chenal d'étiage est en constant déplacement, l'accumulation d'alluvions se traduit par des dépôts sédimentaires sur l'ensemble du lit majeur assez variés, avec différents types de levées et de bourrelets. Le mouvement dominant n'est pas seulement vertical : d'abord, le chenal d'étiage se réincise toujours dans ces dépôts mais, en même temps qu'en un point donné il y a exhaussement, on assiste à l'élargissement du lit, par sapement des dépôts plus anciens et/ou des bas de versants ; ce processus est toujours plus aisé pour un torrent que la prise en charge des matériaux encombrant le lit majeur et formant une ébauche de couche de pavage (Ballandras, 1997). L'exhaussement du lit du Riou Bourdoux du XVIII^{ème} au XIX^{ème} siècle est décrit par F. Arnaud (1895). Les processus sont comparables à ceux observés sur la période de 4 ans mais sont, bien sûr, plus spectaculaires. La métamorphose des lits des rivières de rang supérieur, signalée au cours du Subboréal (Bravard, 1992), peut induire le sapement du cône, ce qui peut entraîner une modification du tracé du torrent sur les cônes de déjection, rendant ainsi une partie du cône inactive, favorable à l'implantation humaine. La seconde partie du cône est alors laissée aux divagations du torrent et à la sédimentation lors de la mise en place du "Remblaiement Torrentiel Historique Alpin".

A *contrario*, l'incision linéaire des talwegs s'accompagne d'une rétraction du lit et de la surface d'épandage des cônes de déjection. Plusieurs facteurs peuvent se combiner pour interpréter ce processus : (i) la réduction de l'intensité et de la fréquence des crues avec transport solide ; (ii) le gel de l'eau des torrents lors de l'hiver qui peut favoriser la prise en charge de matériaux lors de la débâcle ; (iii) le défrichement plus ou moins prononcé des bassins-versants par les sociétés humaines, ce qui a pour effet d'accroître l'efficacité des crues liquides ; (iiii) l'endiguement par l'homme des lits et des cônes de déjection, qui peut favoriser l'incision des lits et l'accumulation sur une seule partie du cône.

1.3 - LE BILAN MORPHODÉTRITIQUE DANS LES TORRENTS

La fig. 2 synthétise la chaîne de phénomènes à l'origine des processus d'incision et d'accumulation dans les lits et les terrasses torrentielles.

L'observation de la dynamique actuelle des torrents montre qu'accumulation sédimentaire et incision ne sont des processus antinomiques qu'en apparence. En effet, non seulement ces deux phénomènes se succèdent dans le temps pour constituer une terrasse torrentielle, mais il faut admettre qu'une période d'accumulation sédimen-

taire ou d'incision linéaire des talwegs n'exprime qu'une tendance générale, favorable à l'un ou l'autre des deux processus et que, pour les reconstituer, il faut raisonner en termes de bilan morphosédimentaire. Le processus d'aggradation des lits, à l'origine de la genèse des terrasses torrentielles, apparaît comme le résultat du bilan morphosédimentaire, matérialisé par un mouvement d'ensemble discontinu, c'est-à-dire une tendance générale entrecoupée de tendances contraires, représentées par des incisions avortées.

L'incision linéaire du lit dans un bassin-versant torrentiel donné, au contraire, peut être due à une carence dans le transport des alluvions torrentielles lors d'une période de faible fréquence des crues avec débit solide abondant, mais qui existent tout de même et peuvent induire des phénomènes d'accumulation d'alluvions dans les lits, localisés dans le temps et l'espace.

2 - ÉTUDE CHRONOSTRATIGRAPHIQUE DU DÉTRITISME DANS LES BASSINS-VERSANTS TORRENTIELS (SUBBORÉAL, DÉBUT DU SUBATLANTIQUE)

Le schéma général d'évolution des bassins-versants torrentiels est moins bien connu dans les Alpes du Nord que dans les Alpes du Sud, où il existe un plus grand nombre de données chronostratigraphiques, étudiées et synthétisées par M. Jorda (1985 ; 1987 ; 1992), complétées par Th. Rosique (1993), S. Ballandras (1997, 1998) et C. Miramont (1998).

2.1 L'INTERPRÉTATION DES FORMATIONS TORRENTIELLES

Dans les grands cours d'eau, les séquences élémentaires de crue sont généralement interprétées comme des séquences provenant de différents secteurs de lits remaniés lors des crues (Macaire, 1990). Comme les talwegs des torrents sont souvent étroits, les variations de faciès des stratigraphies s'interprètent comme une variation de la géométrie du lit dans un cadre temporel et non de différentes portions de lits dans un cadre spatial. Ainsi, si l'on a constaté l'absence de dépôts de versants intercalés dans les terrasses torrentielles, il faut conclure que tout ce qui provient des versants est rapidement pris en charge par le torrent, d'autant plus aisément lorsque ces mouvements de terrain ont lieu lors d'une phase d'activité paroxysmale du torrent, c'est-à-dire une phase de crue avec transport d'alluvions. Les niveaux élémentaires des stratigraphies correspondent donc, non pas à une crue, mais à une série de crues avec transfert de charge solide. Les stratigraphies n'offrent qu'une image réductrice de l'histoire de la morphogenèse dans un bassin-versant donné.

2.2 - UN EXEMPLE : LE DÉTRISME TORRENTIEL RÉCENT DU TORRENT DE LA BÉOUS (DIOIS)

Le torrent de la Béous se situe à l'extrémité amont de la combe de Die, ouverte dans un anticlinorium excavé

par la Drôme et ses affluents. Son bassin-versant, qui s'étage de 1566 à 535 m, s'inscrit dans une combe faillée, au sein d'un anticlinal d'ossature tithonique, qui laisse largement affleurer les marno-calcaires de l'Argovien-Rauracien ainsi qu'une forte épaisseur de marnes noires callovo-oxfordiennes.

2.2.1 - La coupe des ruines du Camp de Jeunesse :

La coupe se situe à 712 m d'altitude, dans une terrasse torrentielle de 5 à 8 m de hauteur, au niveau des "ruines du Camp de Jeunesse", situé entre le torrent de la Béous et le ruisseau de Bourdiolle. La coupe montre une superposition de deux séquences, appuyées, sur le *bedrock* marno-calcaire à l'aval de la coupe (fig. 3) :

- La première séquence (1) où dominant des dépôts liés à des charriages subtorrentiels (1a) ou petits galets mis en place lors de crues mineures, et à des charriages torrentiels (1b), ainsi que des niveaux limoneux gleyifiés de décantation (1c, 1d). Dans l'un d'eux, à la base de la coupe, une datation ^{14}C sur de gros charbons de bois a donné un âge radiométrique de 3141 ± 73 BP (ARC 1328) ;

- Venant en discordance, la deuxième séquence (2) contient surtout des dépôts de laves torrentielles (2a), mais aussi quelques lentilles de galets et gravillons (2b).

L'aspect de la coupe est lié à une zone de sédimentation dans un site de confluence entre un torrent (Béous) et un ruisseau (Bourdiolle). Les formations de laves torrentielles, dont l'aspect évoque d'autres coupes situées plus en amont mais non datées, ont donc été déposées par la Béous alors que le Bourdiolle est responsable des formations alluviales inférieures, moins grossières car sa compétence est moindre. La coupe met en évidence une phase de recrudescence de la torrentialité à partir de la fin du Subboréal.

2.2.2 - Le cône alluvial et la coupe : Aujourd'hui, le cône du torrent apparaît assez homogène, cultivé, avec des ripisylves à proximité des talwegs. En fait, il existe 3 générations de cônes (fig. 4), dont la plus ancienne, à l'Est, ne contient pas de coupes. La partie la plus récente du cône, à l'Ouest, à même altitude — il y a donc juxtaposition — est encore actuellement traversée par le torrent. Elle contient un cône historique emboîté, près du talweg actuel, qui se prolonge, à l'aval, par la très basse terrasse historique de la Drôme, dont les dépôts sont enrichis par les accumulations alluviales et colluviales des petits cours d'eau, ravins et glacis affluents. La coupe étudiée dans la partie occidentale du cône, haute de 3 à 8 m et large de 500 m (fig. 5), permet d'observer une succession de niveaux, à dominante de fines et de dépôts plutôt grossiers à cailloutis. Elle ne montre pas de dépôts de laves torrentielles, contrairement aux coupes des terrasses le long du chenal d'écoulement, et présente donc davantage les caractéristiques d'un cône alluvial que d'un cône de déjection torrentiel *s.s.*

La séquence inférieure (S1) peut être subdivisée en cinq niveaux : un niveau de cailloutis assez bien émoussés dans une matrice limoneuse peu abondante (1a).

Puis, on observe un niveau à dominante de fines, débutant par des sédiments argilo-limoneux grisâtres à structure laminée, contenant des macrorestes végétaux réduits (1b). L'un de ces restes correspond à un tronç subfossile de Saule (*Salix*) ou de Peuplier (*Populus*), daté de ^{14}C 2770 \pm 43 BP (ARC 1325). Ce niveau se poursuit par des dépôts limoneux de couleur brune, avec des lentilles plus caillouteuses. Puis, viennent des dépôts liés à des charriages torrentiels, se présentant sous la forme de galets mal émoussés, dans une matrice limono-sableuse peu abondante (1c). Sa structure montre un granoclassement positif très net. En légère discordance, se sont déposés deux niveaux de sols colluviés — c'est-à-dire enrichis en colluvions au fur et à mesure de leur élaboration — puis enterrés, de texture limoneuse de couleur brun-gris (5 YR 5/2), contenant de nombreux cailloutis anguleux, des débris de poteries et de gros morceaux de charbons de bois (1d et 1e). Une datation ^{14}C dans le niveau inférieur (1d) a donné 2111 \pm 52 BP (ARC 1327). Localement, on remarque quelques lentilles argilo-limoneuses de couleur noirâtre, riches en humus.

La séquence supérieure (S2), en discordance très nette sur S1, correspond à un niveau de cailloutis qui ravine nettement et indifféremment tous les niveaux inférieurs. Il peut contenir des lentilles plus sableuses et est coiffé par un sol peu évolué, de type rendzine, sous une noyeraie dans la partie amont et sous la ripisylve dans la partie aval. L'attribution de ce niveau au "Remblaiement Torrentiel Alpin Historique" se justifie par la présence d'une ancienne digue qui le limite, déconnectée par rapport au talweg actuel et dont on retrouve encore des éléments à proximité de la ripisylve.

La coupe du cône permet de confirmer l'existence d'une période de recrudescence de la torrentialité à la fin du Subboréal, entre 2770 \pm 43 et 2111 \pm 52 BP. Du fait de la forte diminution de la pente⁽²⁾, il se produit un phénomène de rupture de charge et de modification des processus de transport et d'accumulation des alluvions torrentielles. Ainsi, des charriages torrentiels prennent le relais des laves torrentielles dans la partie aval du bassin, à l'image des laves actuelles qui ne dépassent guère le Camp de Jeunesse, à l'altitude de 712 m, avec déperdition d'alluvions lors du transfert de charge. La coupe met également en évidence quelques larges périodes d'accalmie, sans doute plus longues que dans le chenal d'écoulement. Les éléments fins alluviaux de la base du cône alluvial ont vraisemblablement été piégés dans une ripisylve, comprenant, comme aujourd'hui, des saules et des peupliers. La coupe montre également des dépôts torrentiels mis en place durant la période historique.

2.2.3 - Interprétation paléoenvironnementale générale : Le rôle de l'anthropisation dans le détritisme torrentiel du torrent de la Béous doit être précisé. Aucune coupe dans le bassin-versant ne permet d'appréhender le détritisme atlantique. Dans le Diois, cette période est caractérisée par l'optimum de la chénaie caducifoliée et par l'installation de communautés rurales au Chasséen de 4200 à 2800 av. J.C. — 5400 à 4000 BP — (Brochier & al., 1992). Les défrichements se tradui-

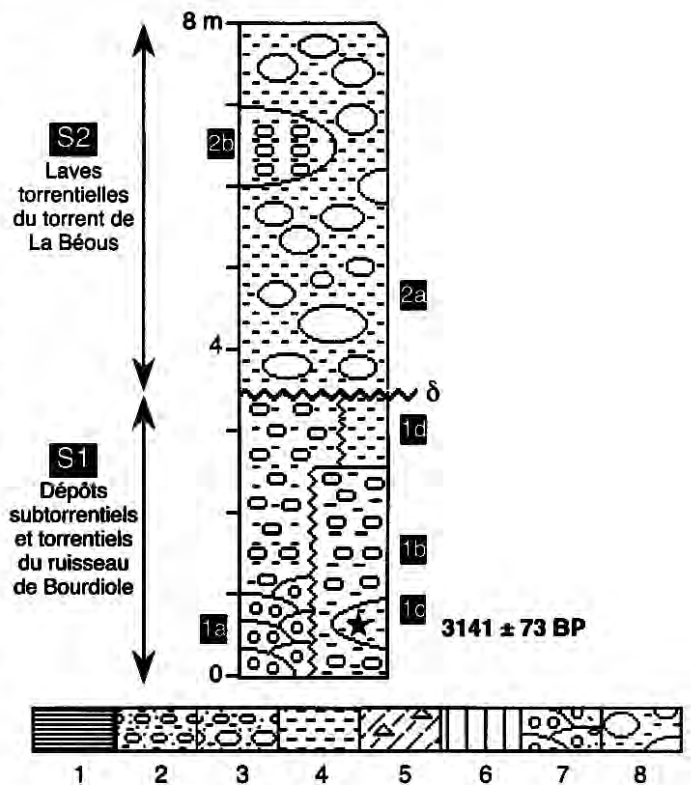


Fig. 3 : Coupe schématique des ruines du Camp de Jeunesse, B.V. du torrent de la Béous (Diois)

Signification des symboles (fig. 3 et 5) : 1 : Argiles et argiles limoneuses ; - 2 : Dépôts liés à des charriages torrentiels ; - 3 : Idem avec granoclassement positif ; - 4 : Dépôts limoneux ; - 5 : Sol colluvié ; - 6 : Sol actuel ; - 7 : Dépôts liés à des charriages torrentiels de structure lenticulaire ; - 8 : Dépôts liés à des laves torrentielles

Fig. 3 : "Ruines du Camp de Jeunesse" schematic cut, la Béous (Diois) catchment

Significance of symbols (fig. 3 and 5) : 1 : Clays and silty clays ; - 2 : Bed load transport deposits ; - 3 : Idem with fining-up graded bedding ; - 4 : Silty deposits ; - 5 : Colluvial soil ; - 6 : Actual soil ; - 7 : Bed load transport deposits with lenticular structure ; - 8 : Debris flows deposits

sent par un colluvionnement intense, à éléments fins et cailloutis de pente anguleux, qui a pour effet de combler des paléovallons (*Idem*), de fossiliser le cône alluvial du torrent de la Béous (lors de la période gallo-romaine) et d'accroître le phénomène d'aggradation du cône alluvial de la Drôme, au confluent du Rhône par des dépôts fins (Brochier & al., 1991). On remarquera d'une part, qu'il n'y a pas de terrasse de la Drôme datée ou attribuable à cette période (Colombo, 1999). D'autre part, les dépôts fins du cône de la Drôme ne présentent pas de faciès torrentiels, contrairement aux apports grossiers mis en

place à partir de 1585, au début du Petit Âge Glaciaire (Bravard, 1989). De plus, aucune coupe proche du torrent ne permet de faire un lien entre la torrencialité s.s. et l'érosion des sols ni au Subboréal-début Subatlantique, ni au cours de la période historique (Ballandras, 1997, 1998).

Les défrichements anthropiques ne provoquent donc pas de recrudescence de la torrencialité mais se traduisent par des phénomènes de colluvionnement. Au Subboréal, lorsque le climat se dégrade et dans un contexte de légère rétraction de l'anthropisation, la torrencialité s'affirme. La période d'intense occupation humaine de la période gallo-romaine, au début du Subatlantique, se traduit dans la dynamique également par du colluvionnement mais pas par une recrudescence de la torrencialité. Dans ce même bassin-versant, une coupe, située dans la partie amont du chenal d'écoulement, montre un colluvionnement intense provoqué par une phase de défrichement (vers l'an Mil ?). Après 775 ± 50 BP (ARC 1479) — ou *cal.* 1130 - 1300 AD — une phase de déprise rurale, accompagnée d'une péjoration climatique (fin du Moyen-Âge ?) a provoqué une forte phase de solifluxion sur le versant (Ballandras, 1998).

2.3 - LES PHASES D'ACTIVITÉ TORRENTIELLE DE 4700 à 1200 BP

Il semble assez délicat d'individualiser des phases d'activité torrentielles (fig. 6). En effet, les datations radiocarbone ¹⁴C sont, en règle générale, uniques ou trop espacées au sein d'une même coupe pour permettre d'en avoir une image claire et nette. Quatre phases de dépôts de diamictites peuvent néanmoins être distinguées. On leur a attribué le nom d'un torrent, sorte de stratotype défini et daté dans le bassin-versant considéré. Elles se corrélaient plus ou moins bien avec les phases de poussées glaciaires en Autriche et en Suisse définies respectivement par F. Röthlisberger (1986) et les phases de transgressions lacustres des lacs jurassiens et subalpins (Magny, 1995). Au contraire, de la fin du Tardiglaciaire à l'Atlantique, la sédimentation grossière semble continue, sans périodes de sédimentation fine qui montreraient une accalmie (Rosique, 1993 ; Ballandras, 1997). Ce schéma n'est valable que pour les véritables torrents et la sédimentation reflète parfaitement l'évolution climatique dans le bassin-versant pseudo-torrentiel — il n'y a pas de cône de déjection — du Saignon (Miramont, 1998).

La phase de Boure, très nette dans la vallée de l'Ubaye, montre des dépôts de diamictites qui succèdent à des dépôts de mis en place dans un contexte "biostatique" lors de l'Atlantique : sol enterré et/ou limons fins parfois gleyifiés (Jorda, 1985 ; 1987). Les diamictites déposées lors de la phase de Béous peuvent être confondues avec celles de la période précédente, lorsqu'il n'y a pas de discordance majeure entre ces deux générations de dépôts. La phase de l'Abéous marque une nouvelle

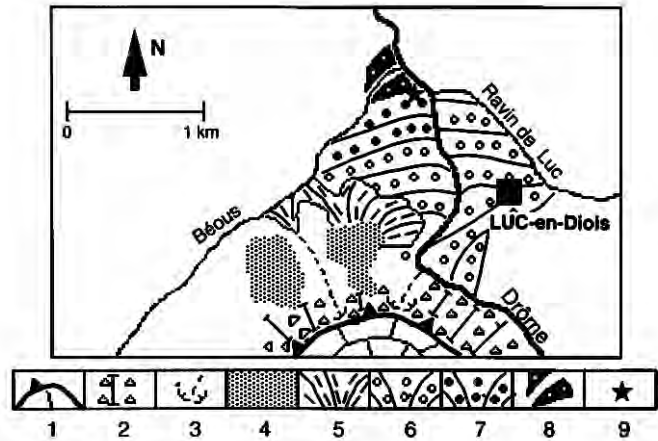


Fig. 4 : Les cônes du torrent de La Béous (Diois) : Formations superficielles et localisation de la coupe
 1 : Corniche tithonien (crêt) ; - 2 : Versant régularisé dans les marno-calcaires ; - 3 : Alvéole de ravinement ; - 4 : Versant taillé dans les marnes noires et couvert de colluvions ; - 5 : Glacis de colluvionnement holocène (avec débris de poteries) ; - 6 : Cône alluvial ancien (R.T.P.A.) ; - 7 : Cône alluvial moyen (R.T.P.A.) ; - 8 : Cône alluvial (R.T.H.A.) ; - 9 : Localisation de la coupe.

Fig. 4 : The fans of Béois torrent : Superficial formations and location of the cut

1 : Tithonian scarp (crest) ; - 2 : Graded valley side ; - 3 : Alveolar due to ravinment ; - 4 : Valley side shaped in black marls and covered with colluvia ; - 5 : Holocene colluvial glacis (with pottery scarps) ; - 6 : Ancient alluvial fan ("Alpine main torrential Postglacial Filling-up") ; - 7 : Medium alluvial fan (Idem) ; - 8 : Recent alluvial fan ("Alpine Historical torrential Filling-up") ; - 9 : Cut location.

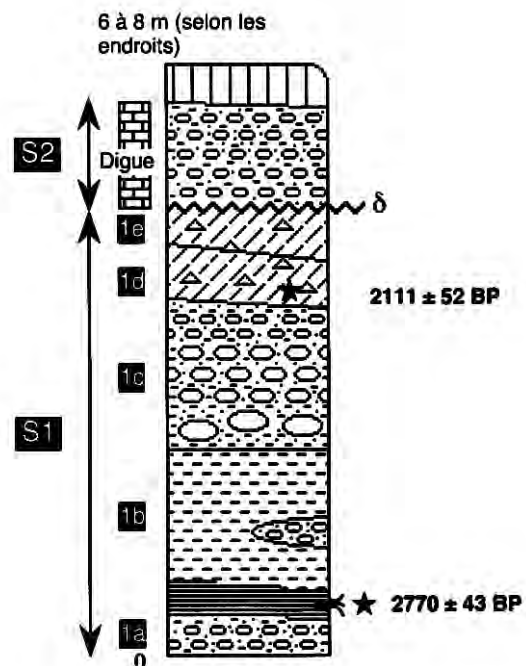


Fig. 5 : Coupe synthétique du cône alluvial, B.V. du torrent de la Béous (Diois) (Signification des symboles : voir texte)

Fig. 5 : Alluvial fan synthetic cut, la Béous (Diois) catchment (Significance of symbols : see text)

(2) : Les pentes moyennes du torrent sont les suivantes : 49,2 % pour le bassin de réception, 9,7 % pour le bief médian amont (jusqu'au Camp de Jeunesse), 4,5 % pour le bief médian aval jusqu'à Poyols (607 m) et 2,4 % pour le bief aval.

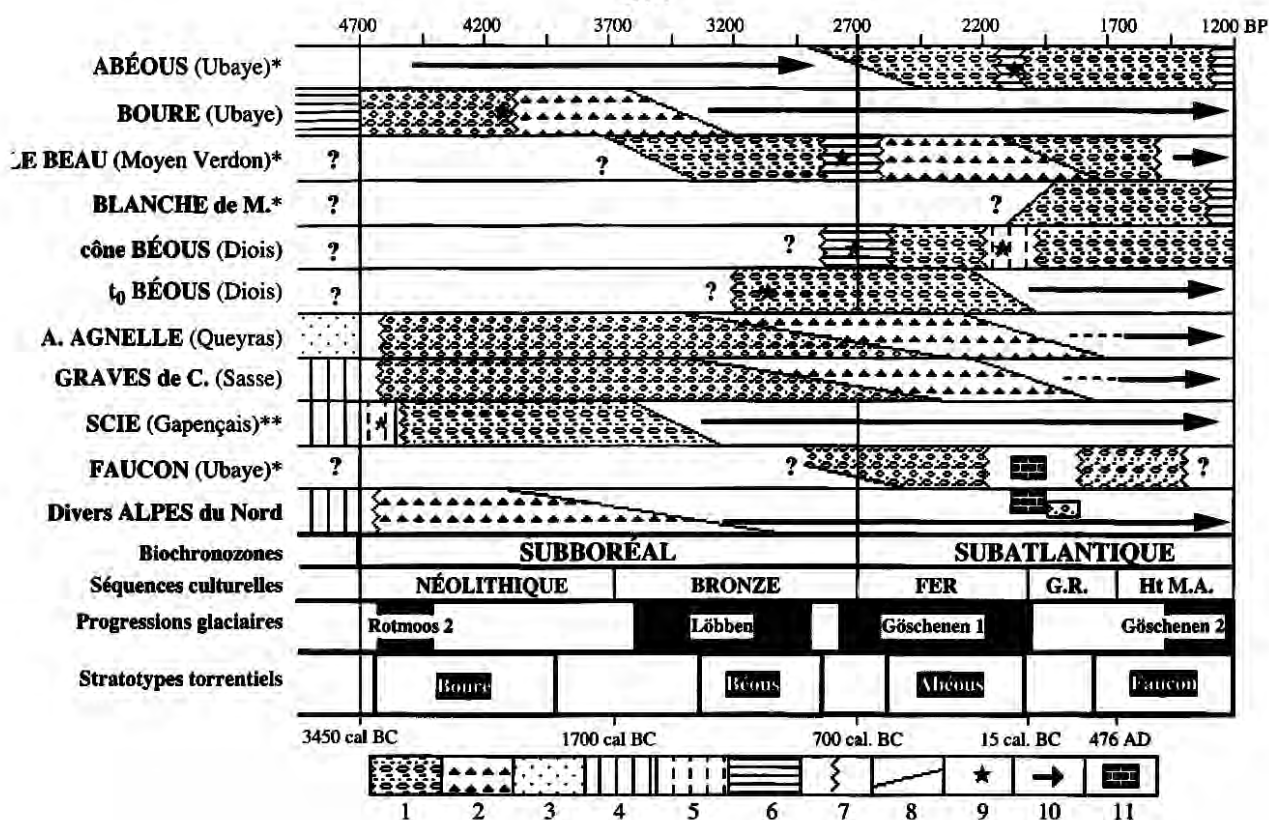


Fig. 6 : Le détritisme dans les bassins-versants torrentiels de 4700 à 1200 BP

(Synthèse des travaux de M. JORDA (1985 ; 1987), Th. ROSIQUE (1960), S. BALLANDRAS (1997) ;

Données sur les progressions glaciaires : F. RÖTHLISBERGER (1986) 1 : Diamictites (laves et/ou charriages torrentiels) ; - 2 : Colluvions ; - 3 : Sables limoneux ; - 4 : Sol in situ ; - 5 : Sol colluvionné ou colluvié ; - 6 : Laminites (limons et argiles, parfois hydromorphes) ; - 7 : Terminus indéfini ; - 8 : Terminus inconnu ; - 9 : Datation absolue 14C ; - 10 : Incision des talwegs ou des cônes de déjection ; - 11 : Site gallo-romain.

Fig. 6 : Detritism in torrential catchments from 4700 to 1200 BP

1 : Diamicton (bed load transport or torrential debris flows deposits) ; - 2 : Colluvia ; - 3 : Silty sands ; - 4 : In situ soil ; - 5 : Colluviated soil ; - 6 : Laminites (silty and clays, sometime hydromorphic) ; - 7 : Indeterminated end of deposits ; - 8 : Unknown end of deposits ; - 9 : 14C radiometric datation ; - 10 : Cut down of talwegs or torrential fans ; - 11 : Gallo-roman site.

phase de dépôts de diamictites dans le torrent éponyme où ces dépôts se sont mis en place entre une phase d'incision, s'achevant c. 2600 BP, et une phase de dépôts de limons fins datés de 2190 ± 100 BP (Jorda, 1985).

La phase de Faucon est très nette dans les nombreux bassins-versants ayant connu une implantation romaine sur leurs cônes de déjection, pouvant servir de point de repère chronologique dans l'évolution du détritisme torrentiel, les sites gallo-romains se trouvant alors enfouis sous des diamictites torrentielles comme St-Jean-de-Maurienne et Les Fourneaux (Maurienne), Aime, Bourg-St-Maurice et Mâcot (Tarentaise). Cependant aucune datation radiométrique ne permet de la définir de façon précise. On peut se demander si l'inscription gallo-romaine découverte au XIX^{ème} siècle à Bourg-Saint-Maurice, signalant de fortes inondations en Tarentaise vers 163 ap. J.C.⁽³⁾ peut être extrapolée à l'ensemble des

Alpes françaises. De même, M. Jorda a obtenu une datation autour du X^{ème} siècle dans un niveau de diamictites dans une terrasse du torrent de l'Abéous (Ubaye). Il est possible que ces deux phases n'en forment qu'une.

2.4 - UN APAISEMENT DE LA TORRENTIALITÉ LORS DE LA PÉRIODE GALLO-ROMAINE

En fait, cette période d'apaisement peut empiéter sur la fin de la période de La Tène (c. 2200 BP ?), mais il semble impossible, pour l'instant de proposer un terminus post quem. Les Romains n'ayant guère colonisé les grandes vallées alpines françaises (excepté la moyenne Tarentaise), ils n'ont que peu aménagé les cours d'eau montagnards. Par contre, il existe des sols enterrés dans les cônes de déjection où une datation a été obtenue autour de 2000 BP : c'est le cas du cône alluvial de la Béous dans le Diois et du cône de

(3) : " IMP(erator) CAES(ar) LV(civs) AVRELIVS VERVS AVG(ustus) TRIB(vnitia) POTEST(ate) III COS(vl) II VIAS PER FINES CEVTRONVM VI TORRENTIVM EVERVAS EXCLVSVS FIVMINIBVS ET IN NA tv Ra LEM ALVEVVM REDvctis MoLLIBVS PLVRIMIS Locis oppoSIS ITEM Pontes TemPLA ET BALIncas P(cevnia) SVA RESTitvit ".

" L'empereur César Lucius Aurelius Verus Auguste, revêtu de la puissance tribunitienne pour la troisième fois, consul deux fois, a rétabli à ses frais, dans le pays des Ceutrons [La Tarentaise], les parties de la route, emportées par la violence des torrents, en la détournant, en les rejetant dans leur lit naturel et en leur opposant des digues en beaucoup d'endroits, les cours d'eau dont les débordements l'envahissaient, a aussi relevé à ses frais, les ponts, les temples et les bains " (traduction : E.L. Borrel (1868).

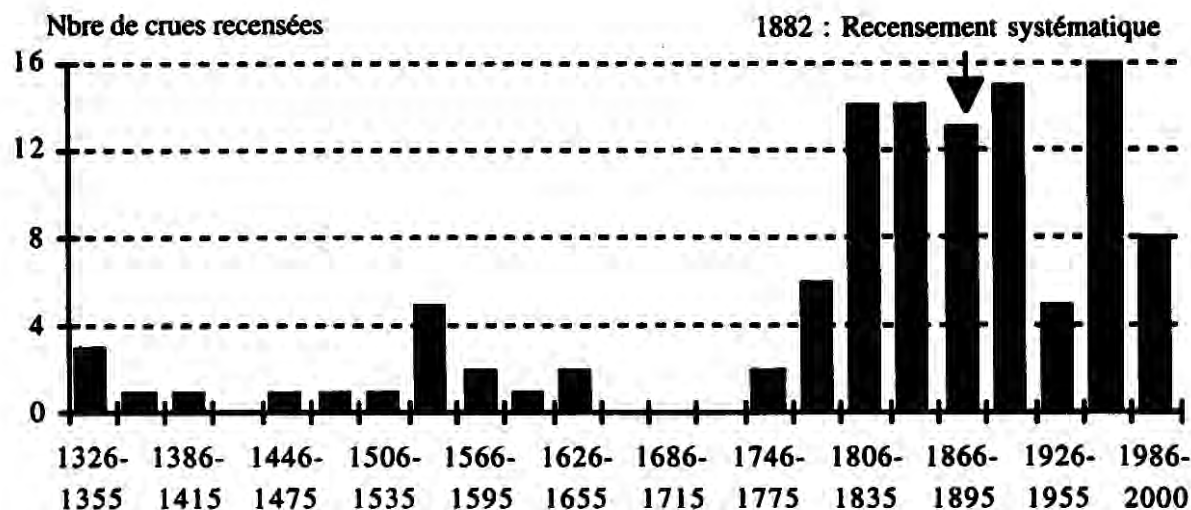


Fig. 7 : Les crues recensées de la Leysse à Chambéry (Savoie) par périodes de 30 ans

Fig. 7 : Registered floods of the Leysse in Chambéry, Savoie (30 years periods)

N.B. : Since 1882, floods are registered systematically

la Vornaine dans la haute vallée de l'Arve (Ballandras & Jaillet, 1996). Outre les sites gallo-romains enfouis sous des alluvions torrentielles, on peut noter la faible activité des rivières torrentielles dans les Alpes françaises. On note aussi que des sites romains sont enfouis sous des alluvions fluviales notamment à Albertville et Châteauneuf-d'Isère dans la combe de Savoie, à Moûtiers en Tarentaise (Borrel, 1868), près de La Roche-de-Rame, à Digne et Riez dans la vallée de la Durance (Jorda, 1992 ; Miramont, 1998).

3 - LA TORRENTIALITÉ HISTORIQUE

Elle correspond à l'"ère torrentielle" décrite et interprétée par l'ingénieur A. Surell (1841) et reprise par les forestiers P. Demontzey ou P. Mougin. Elle se manifeste par une forte activité des torrents alpins dont les lits s'exhaussent et les cônes de déjection sont en activité. Cette période d'activité, constituant aujourd'hui le "Remblaiement Torrentiel Historique Alpin s.s.", a gêné les habitants des villages bâtis sur les cônes et confirme l'acuité du problème torrentiel du XIV^{ème} siècle au début du XX^{ème} siècle (Jorda, 1985 ; Ballandras, 1997 ; 1998). Le recensement des crues dans une grande partie la zone intra-alpine confirme ce phénomène. Au cours du XX^{ème} siècle, une nouvelle phase d'incision rend inactifs ces cônes historiques et transforme les larges lits en terrasses torrentielles historiques⁽⁴⁾, comme l'a mis en évidence l'étude géomorphologique des bassins-versants (Ballandras, 1997).

3.1 - CRITIQUE DE L'INTERPRÉTATION "CLASSIQUE"

Classiquement, cette "ère torrentielle" a été interprétée par le déboisement en vue de la pratique de l'agriculture

et de l'élevage. Cependant, le facteur anthropique ne paraît pas déterminant dans l'aggravation de l'activité torrentielle. Les espaces boisés ont toujours été discontinus dans les bassins-versants torrentiels et notamment à l'amont, dans les bassins de réception, site de genèse des crues liquides. On notera aussi que la présence de forêts n'empêche pas les crues torrentielles qui naissent lors de fortes averses sur des sols saturés. De plus, certains bassins-versants, dont le taux de boisement n'a guère évolué depuis le XIX^{ème} siècle, connaissent une tendance à la réduction du nombre de crues au XX^{ème} siècle comme la Leysse à Chambéry par exemple (fig. 7), qui n'est pas non plus un véritable torrent à l'aval de son cône de déjection où elle devient rivière, faute de cours d'eau de rang supérieur, mais qui, proche d'une ville capitale d'État jusqu'en 1562, peut offrir des archives peu lacunaires.

L'histoire du peuplement alpin est discontinue : les phases de "monde plein" et de surpâturage par des troupeaux abondants sont rares et se limitent à une soixantaine d'années de la fin du XVIII^{ème} au milieu du XIX^{ème} siècle et peut-être également au début du XIV^{ème} siècle avant 1348, année de la pandémie européenne de peste noire. Mais, le pâturage des troupeaux et la mise en culture ont eu des effets limités sur l'érosion des versants et favorisent davantage le colluvionnement que les mouvements de terrain qui sont à l'origine des laves et charriages torrentiels inscrits dans les archives sédimentaires et historiques. Or, il n'y a pas de différences de faciès entre les diamictites torrentielles de l'Holocène récent et ceux de l'Holocène ancien, où l'homme est encore absent des Alpes, contrairement aux coupes décrites en Italie du Sud par R. Neboit (1991) où les faciès détritiques de l'Holocène récent des cours d'eau, issus plus ou moins directement du colluvionnement, diffèrent de ceux de l'Holocène ancien.

(4) : Dans certains bassins-versants comme celui de la Béous, il existe des seuils, construits à la fin du XIX^{ème} siècle, déconnectés par rapport au lit actuel du torrent.

3.2 - LE ROLE PREPONDERANT DU PETIT ÂGE GLACIAIRE (P.A.G.) EN TANT QUE CRISE MORPHOCLIMATIQUE

La part des précipitations de saison chaude — notamment grâce à des orages et à des "étés pourris" dont les mentions sont récurrentes dans les archives historiques et qui sont liés à la faible présence de l'anticyclone des Açores sur l'Europe occidentale, à certaines périodes — est plus forte au P.A.G. qu'au XX^{ème} siècle. À titre d'exemple, on peut prendre les mesures effectuées à Gap au début du XX^{ème} siècle (fig. 8). Ceci a entraîné les conséquences suivantes (Ballandras, 1997, 1998) : (i) l'augmentation des stocks sédimentaires liée à une intense activité morphogénique au sein des bassins de réception ; (ii) le transfert de ces stocks vers les talwegs, lié à des mouvements de terrain assez vraisemblablement plus nombreux car les formations superficielles sont imbibées d'eau plus longtemps dans l'année et car l'élargissement des lits des torrents contribue au sapement des versants ; (iii) l'évacuation des stocks vers les fonds de vallées, liée à des crues avec transport abondant de sédiments plus fréquentes et plus intenses : il s'agit donc d'une véritable crise morphoclimatique.

Hivers neigeux, avalanches et fonte tardive de la neige contribuent également à accroître la torrencialité : (i) la fonte des neiges rapide, provoque des crues d'origine nivale qui sont plus nombreuses au Petit Âge Glaciaire que lors de la période actuelle. Ces crues se produisent de mai à juillet, selon les conditions thermiques de la fin du printemps et du début de l'été ; (ii) les avalanches, plus fréquentes et plus intenses (Jomelli, 1999) peuvent provoquer des embâcles dans les talwegs et leur répétition dans les bassins de réception entraîne l'accroissement des stocks sédimentaires.

À partir de 4700 BP, à l'échelle d'une série de crues dans bon nombre de bassins-versants alpins, durant une période plus ou moins longue, la sédimentation des torrents peut enregistrer une véritable crise morphoclimatique qui se traduit par une active sédimentation dans leur lit. L'accroissement des rythmes de transfert de charge dans les bassins-versants élémentaires a pour conséquence la métamorphose des lits fluviaux dans les cours d'eau alpins de rang supérieur à partir du milieu du XIV^{ème} siècle (Bravard, 1989). Cette métamorphose s'exprime par le développement d'un "style fluvial tressé" au sein d'un lit qui s'élargit, contrastant avec un lit à méandres, signant une "période de calme hydrologique" au Moyen-Âge (*Idem*). En retour, cette métamorphose agit sur la géométrie des cônes de déjection.

Depuis la fin du XIX^{ème} siècle, les torrents alpins sont beaucoup moins actifs. Leurs lits s'incisent et les surfaces d'épandage des cônes de déjection se réduisent. Deux axes d'interprétation peuvent être envisagés (Ballandras, 1997 ; 1998) :

- Les facteurs naturels qui sont la réduction de la fréquence et de l'intensité des crues, liées à la diminution de la part des précipitations estivales dans le total des précipitations. Ces facteurs apparaissent prépondérants dans les bassins-versants non traités par le service R.T.M. (torrent de l'Abéous en Ubaye avant 1992, par exemple) ;

- Les travaux de génie civil (construction de barrages, de seuils...) et/ou de génie biologique (reboisement, réengazonnement...) dans les bassins-versants par le service R.T.M. ou Restauration des Terrains en Montagne, mission mise en place en 1882, ont eu pour effets de limiter les effets directs des crues liquides et de retenir les sédiments déposés lors des crues mineures et

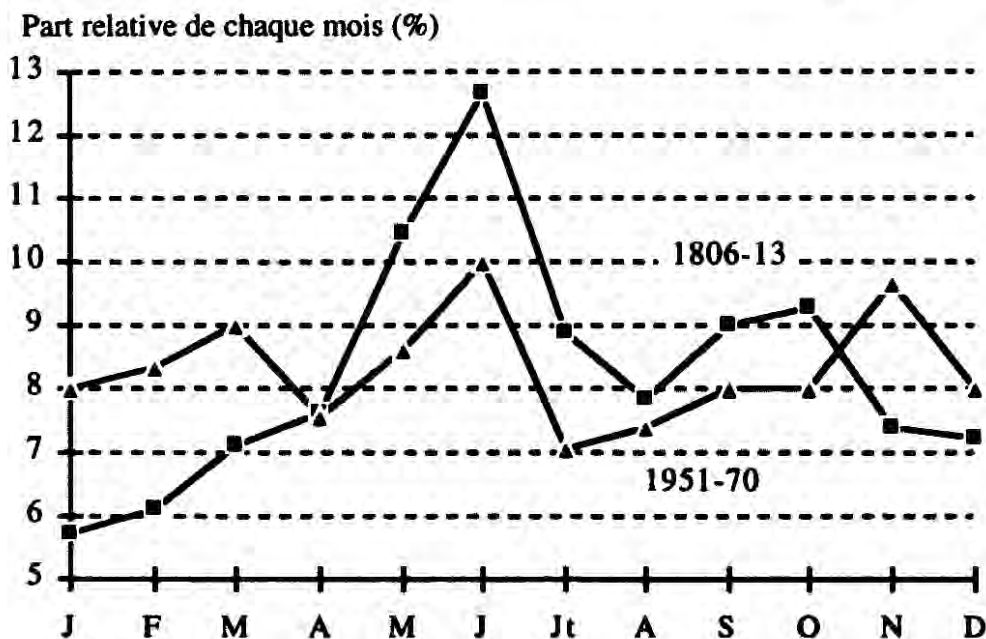


Fig. 8 : Part de chaque mois dans le total des précipitations à Gap (début du XIX^{ème} et deuxième moitié du XX^{ème} siècle)
(Source : J.-L. FLANDIN & A. PASCALI (1971))

Fig. 8 : Part of each month in the total of precipitations in Gap, Southern Alps (beginning of XIXth and second part of XXth centuries)

parfois moyennes. Pourtant, lors de certains "étés pourris" comme celui de 1987, les crues ont été très nombreuses (Ballandras, 1993).

On notera que la déprise agro-pastorale a également contribué au reboisement spontané dans certains bassins-versants (Liébault & al., 1999) et que le développement des transports et du tourisme posent actuellement de lourds problèmes de coûts et de gestion des risques et catastrophes naturels, bien plus graves qu'au XIX^{ème} siècle.

REMERCIEMENTS

Je remercie MM Lhénaff et Jorda pour leurs conseils ainsi que Ph. Deline, S. Jaillot, S. Lucéna et J.-Y. Maugendre pour leur aide sur le terrain. Les datations radiocarbone ¹⁴C ont été effectuées par ARCHEOLABS et financées par le L.A.G.U.S. Je tiens aussi à remercier MM Lahousse et Salvador pour la relecture critique du manuscrit.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARNAUD F., 1895 - *Notice historique sur les torrents de la vallée de l'Ubaye*. Paris, Imp. Nat., Extr. doc. et notices de la vallée de Barcelonnette, 39 p.
- BALLANDRAS S., 1993 - Les crues torrentielles de l'été 1987 dans les Alpes. *R.G.A.*, LXXXI (3), 13-32.
- BALLANDRAS S., 1997 - *Contribution à l'étude des bassins-versants torrentiels alpins*. Thèse de Doctorat, Univ. de Savoie, 552 p.
- BALLANDRAS S., 1998 - Le "Remblaiement Historique" dans les bassins-versants torrentiels des Alpes françaises. *Géomorphologie* (1), 65-77.
- BALLANDRAS S. & JAILLET S., 1996 - Chronologie holocène des dépôts de mise en place catastrophique dans une haute vallée alpine : le cas de l'ombilic du Tour. *Quaternaire*, 7 (2-3), 85-96.
- BRAVARD J.P., 1989 - La métamorphose des rivières des Alpes françaises à la fin du Moyen-ge et à l'époque moderne. *Bull. Soc. Géog. Liège*, 25, 145-157.
- BRAVARD J.P., 1992 - Approches du changement fluvial dans le bassin du Rhône (XIV^e-XIX^e siècles). In "*Actes du programme scientifique et du colloque sur l'histoire de l'environnement et des phénomènes naturels*", Paris, C.N.R.S. éd., 97-103.
- BROCHIER J.-L. & al., 1991 - Le cône détritique de la Drôme : une contribution à la connaissance de l'Holocène du Sud-Est de la France. *Quaternaire* (2), 83-99.
- BROCHIER J.-L. & al., 1992 - L'environnement et son anthropisation à l'optimum néolithique dans la moyenne vallée du Rhône. In "*Actes du programme scientifique et du colloque sur l'histoire de l'environnement et des phénomènes naturels*", Paris, C.N.R.S. éd., 201-207.
- BORREL E.-L., 1868 - Notes sur les sépultures antiques découvertes en Tarentaise. *Mém. et Doc. de l'Ac. de la Val d'Isère*, (II), 229-364.
- COLOMBO Ch., 1999 - *Les terrasses alluviales de la vallée de la Drôme et leurs relations avec les implantations du Paléolithique moyen*. Mém. D.E.A., Univ. de Provence, 81 p.
- FLANDIN J.-L. & PASCALI A., 1971 - *Trois siècles de climat haut-alpin*. Mém. maîtrise, Inst. Géog. Alp., 181 p.
- JOMELLI V., 1999 - Les effets de la fonte sur la sédimentation de dépôts d'avalanche de neige chargée dans le massif des Écrins. *Géomorphologie* (1), 39-58.
- JORDA M., 1980 - Morphogenèse et évolution des paysages dans les Alpes de Haute-Provence depuis le Tardiglaciaire. *B.A.G.F.* (472), 295-304.
- JORDA M., 1985 - La torrentialité holocène des Alpes françaises du Sud. *Cah. Ligures de Préh. et de Protohist.*, n.s. (2), 49-70.
- JORDA M., 1987 - Morphogenèse postglaciaire des régions intra-alpines françaises du Sud. In *Actes du Colloque Intern. du CNRS "Premières Communautés paysannes en Méd. occ."*, 61-69.
- JORDA M., 1992 - Morphogenèse et fluctuations climatiques dans les Alpes françaises du Sud de l'Age du Bronze au Haut Moyen-Age. *Les Niles de l'Archéol.* (50), 14-20.
- LIÉBAULT F., CLÉMENT P., PIÉGAY H., LANDON N., 1998 - Assessment of bedload supply potentiality from the tributary watershed of a degraded river : the Drôme. *Artic and Alpine Research*, 31 (1), 12 p.
- MACAIRE J.-J., 1990 - L'enregistrement du temps dans les dépôts fluviaux superficiels : de la géodynamique à la chronostratigraphie. *Quaternaire* (1), 41-49.
- MAGNY M., 1995 - *Une histoire du climat*. Paris, Errance, coll. des Hespérides, 176 p.
- MIRAMONT C., 1998 - *Morphogenèse, activité érosive et détritisme alluvial holocènes dans le bassin de la moyenne Durance*. Thèse de Doctorat, Univ. d'Aix-Marseille I, 286 p.
- NEBOIT R., 1991 - *L'homme et l'érosion*. Publ. Fac. Lettres et Sc. hum. Clermont-Fd, fasc. 34, 183 p.
- ROSIQUE Th., 1996 - *Morphogenèse et évolution des paléoenvironnements alpins de la fin des temps glaciaires au début de l'Holocène : l'exemple de la moyenne Durance*. Thèse de Doctorat, Univ. d'Aix-Marseille I, 288 p.
- RÖTHLISBERGER F., 1986 - *10 000 Jahre Gletschergeschichte der Erde*. Aarau, Sauerländer Verlag, 416 p.
- SURELL A., 1841 - *Étude sur les torrents des Hautes-Alpes*. Paris, Dunod, 243 p.

L'évolution des formes de relief et des formations torrentielles alpines depuis 4 700 BP [The evolution of alpine landforms and torrential formations since 4 700 BP]

Stéphane Ballandras

Quaternaire, Année 2002, Volume 13, Numéro 3

p. 267 - 277

[Voir l'article en ligne](#)

À partir de 4700 BP, les bassins-versants torrentiels alpins enregistrent plus ou moins fidèlement l'évolution bioclimatique ainsi que l'anthropisation. Par rapport aux formes de relief (terrasses torrentielles et cônes de déjection) formées au début du Postglaciaire, les formes plus récentes peuvent être juxtaposées, superposées ou emboîtées, suivant la dynamique propre du torrent ou celle des rivières principales dans lesquelles ils se jettent. L'évolution chronostratigraphique de leurs alluvions montre 5 phases de torrentialité active avec dépôt de diamictites (laves et charriages torrentiels) dont la dernière s'est constituée du milieu du XIV^{ème} au XIX^{ème} siècle. Rompant avec l'interprétation "classique" qui, au XIX^{ème} siècle, faisait du défrichement anthropique le responsable de la recrudescence de la torrentiahté, on propose un schéma qui fait du système bassin-versant torrentiel un des éléments de la crise morphodynamique du Petit Age Glaciaire.

Avertissement

L'éditeur du site « PERSEE » – le Ministère de la jeunesse, de l'éducation nationale et de la recherche, Direction de l'enseignement supérieur, Sous-direction des bibliothèques et de la documentation – détient la propriété intellectuelle et les droits d'exploitation. A ce titre il est titulaire des droits d'auteur et du droit sui generis du producteur de bases de données sur ce site conformément à la loi n°98-536 du 1er juillet 1998 relative aux bases de données.

Les oeuvres reproduites sur le site « PERSEE » sont protégées par les dispositions générales du Code de la propriété intellectuelle.

Droits et devoirs des utilisateurs

Pour un usage strictement privé, la simple reproduction du contenu de ce site est libre.

Pour un usage scientifique ou pédagogique, à des fins de recherches, d'enseignement ou de communication excluant toute exploitation commerciale, la reproduction et la communication au public du contenu de ce site sont autorisées, sous réserve que celles-ci servent d'illustration, ne soient pas substantielles et ne soient pas expressément limitées (plans ou photographies). La mention Le Ministère de la jeunesse, de l'éducation nationale et de la recherche, Direction de l'enseignement supérieur, Sous-direction des bibliothèques et de la documentation sur chaque reproduction tirée du site est obligatoire ainsi que le nom de la revue et- lorsqu'ils sont indiqués - le nom de l'auteur et la référence du document reproduit.

Toute autre reproduction ou communication au public, intégrale ou substantielle du contenu de ce site, par quelque procédé que ce soit, de l'éditeur original de l'oeuvre, de l'auteur et de ses ayants droit.

La reproduction et l'exploitation des photographies et des plans, y compris à des fins commerciales, doivent être autorisés par l'éditeur du site, Le Ministère de la jeunesse, de l'éducation nationale et de la recherche, Direction de l'enseignement supérieur, Sous-direction des bibliothèques et de la documentation (voir <http://www.sup.adc.education.fr/bib/>). La source et les crédits devront toujours être mentionnés.