

La crue du Doux (Ardèche) de novembre 1996 ; influence de l'occupation du sol sur le bassin versant

par Ludovic MAILLO *

Entre Vienne et Le Pouzin, les affluents de la rive gauche du Rhône se distinguent de ceux de la rive droite par le substrat cristallin de leurs bassins versants. Les recherches conduites sur l'évolution des cours d'eau se concentrent essentiellement sur les bassins versants marneux. Les dynamiques sont jugées plus visibles, les enjeux plus immédiats sur les versants sédimentaires. La topographie des versants du Doux est moins favorable à l'activité agricole que sur les versants Drômois. Cependant, le développement local en Ardèche, basé sur le tourisme et la volonté politique d'installer de jeunes exploitants, fait émerger d'autres enjeux autour de la gestion des lits de rivière. Alors apparaissent les difficultés. Il s'agit d'abord de déterminer les espaces sur lesquels les activités humaines vont pouvoir se développer. Une vive concurrence s'engage alors entre l'homme et la rivière pour l'occupation des secteurs plats de fond de vallée. Ensuite, l'impératif touristique entrave la canalisation du cours d'eau afin de préserver le cadre naturel tant recherché par la clientèle touristique. Enfin, les conditions du ruissellement sur le bassin versant ne sont pas toujours prises en considération lors des boisements. Partir de l'exemple du Doux (Cf. Fig. 1) pour envisager cet aspect de la question, tel est notre propos. Un épisode de crue exceptionnel en novembre 1996 a mis en évidence que certains modes de forestation hypothèquent fortement l'aménagement du cours d'eau. Cette crue a révélé des déséquilibres susceptibles de remettre en cause les efforts réalisés pour une gestion globale du bassin versant.

Contexte physique et humain sur le bassin versant du Doux

La rivière Doux draine le talus à l'est du plateau Ardéchois, au sud du mont Mézenc. Elle descend jusqu'à la vallée du Rhône au fond d'une vallée profondément creusée

dans le plateau du Haut Vivarais. Le dénivelé total dépasse 1000 m sur 43 km de long, de la source à la confluence avec le fleuve.

Le bassin versant du Doux rassemble 1/6^{ème} des exploitations agricoles du département. Outre la filière bois et l'élevage, les principales cultures sont ici le maïs et le tabac, deux cultures irriguées.

Trois ensembles se détachent de la source (Saint-Bonnet-le-Froid) jusqu'à la confluence du Doux avec le Rhône (Tournon). Ces distinctions reposent d'abord sur le contexte physique. Cette configuration conduit à une répartition des activités humaines selon ces trois secteurs (Cf. Fig. 2).

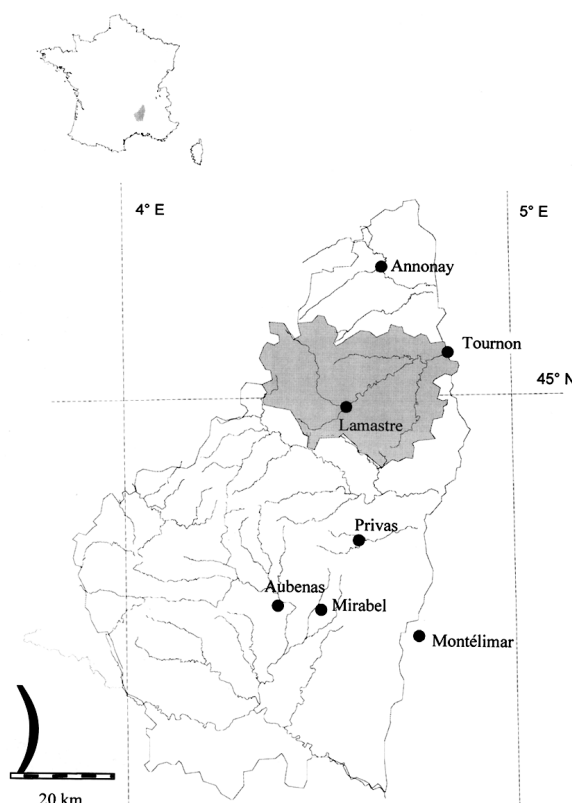


Fig. 1 : Carte de localisation du bassin versant du Doux

* CERMOSEM-Université Joseph Fourier, Grenoble 1

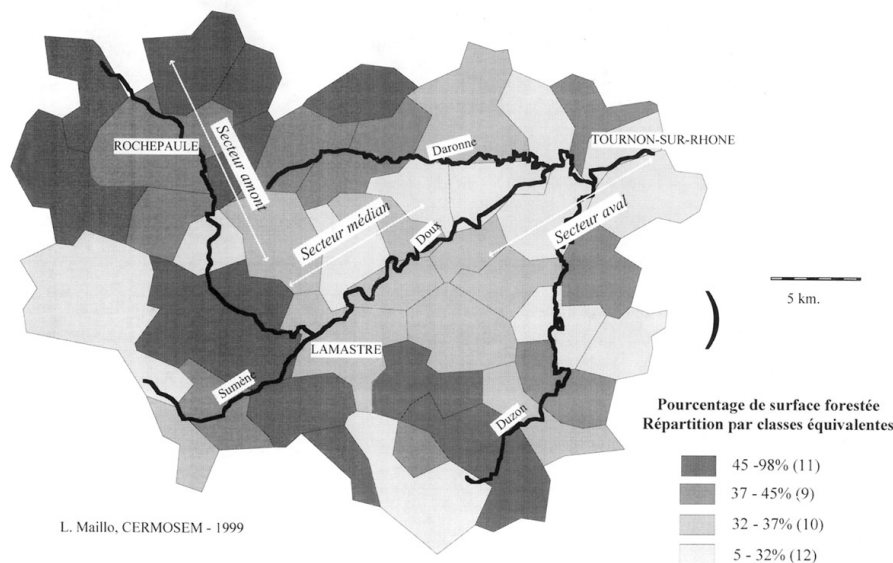


Fig. 2 : Couvertures forestières communales sur le bassin versant du Doux (données RGA 88)

Secteur amont

Pente et forestation sont les deux caractéristiques principales du bassin versant amont. Il correspond à la portion de la vallée depuis la source jusqu'à Labatie-d'Andaure. Le cours d'eau entame une modification de son tracé à partir de ce point pour suivre ensuite une orientation sud-ouest / nord-est à partir de Lamastre.

La vallée circule au sud des Monts du Vivarais, dans un secteur à la topographie tourmentée. Le fond de la vallée est étroit et les versants sont assez peu propices à la culture de plein champ. La forêt privée occupe ici l'essentiel de l'espace. Le pin sylvestre domine largement. Par endroit, des forêts mixtes permettent le maintien du hêtre.

Secteur médian

A partir de Labatie-d'Andaure le cours d'eau s'oriente vers l'est. La vallée s'élargit nettement, permettant l'apparition d'un vaste lit d'inondation. Les bas versants ont une pente plus douce que dans la partie amont du cours. L'agriculture irriguée se développe. Ainsi, ce secteur concentre l'essentiel des surfaces cultivées du bassin versant.

Les parties les plus hautes des versants sont encore très boisées. Cependant, les boisements ne sont plus au contact du lit de la rivière. Les surfaces agricoles occupent la quasi totalité du lit majeur et des bas versants.

Secteur aval

A partir de Boucieu-le-Roy débute le secteur le plus sauvage et escarpé de la vallée. La rivière circule au fond d'une gorge profonde mise en valeur sur le plan touristique par un chemin de fer desservi par un train à vapeur. Hormis l'activité touristique et une centrale hydro-électrique, il n'y a pas dans ce secteur de possibilité d'activité économique. Les bassins versants d'affluents, comme la Daronne, accueillent des activités agricoles qui ne peuvent s'installer dans cette partie de la vallée du Doux.

A l'aval, des activités industrielles sont installées à proximité de Tournon, essentiellement sur les terrasses du Rhône que le Doux traverse avant la confluence.

Ainsi, le bassin versant du Doux présente plusieurs visages. A l'amont, les pentes accueillent une couverture forestière importante et quasi exclu-

sive. Le secteur médian concentre les activités agricoles et l'aval reste un espace sans grands enjeux dans la partie concernée par les gorges. Ce type d'organisation spatiale engendre des conflits essentiellement entre les secteurs amonts et médians. En effet, le lit ne présente que peu d'intérêt pour les propriétaires forestiers de l'amont alors qu'une gestion de la rivière est indispensable pour les exploitants du secteur médian : d'abord pour gérer les dégâts liés aux crues et ensuite pour gérer les étiages importants d'un cours d'eau à régime méditerranéen, dans un contexte d'agriculture irriguée.

Exemple de situation de crise : novembre 1996

Du 10 au 13 novembre 1996 une période orageuse produit de forts abats d'eau sur le bassin versant du Doux. Cette succession d'orages provoquent une brutale montée des eaux de la rivière. Cette crue soudaine provoque une modification du tracé du lit, détruisant de nombreuses parcelles cultivées installées sur le lit majeur et dégradant certains aménagements à vocation touristique.

Caractéristique de l'épisode orageux sur le bassin versant du Doux

La situation météorologique au cours de l'épisode pluvieux est décrite à partir de six stations de Météo-France disposées sur le bassin versant (Lalouvesc, RochePaule, Saint-Agrève, Lamastre, Colombier-le-Jeune et Tournon). Les pluies orageuses ont débuté en début de soirée le 10 novembre et se sont achevées dans la nuit du 12 au 13. Au total, se sont 250 à 300 mm d'eau qui se sont abattus essentiellement sur les secteurs médian et amont.

A partir des données de RochePaule (entre les secteurs amont et médian) et de Colombier-le-Jeune (entre les secteurs aval et médian) il est possible de

reconstituer la progression du front orageux (Cf. Fig.3).

Les pluies ont débutées presque simultanément sur l'ensemble du bassin versant le 10 novembre dans l'après-midi. Elles ont d'abord été de faible intensité. Le front orageux est arrivé par l'est et a commencé à produire des pluies importantes sur le secteur médian dès le 11 novembre. Le cumul horaire maximal atteint 29,8 mm à 19h locale. Les valeurs de pluie de retour décennale en 24h sont dépassées le 12 à 10h locale avec 161 mm [Bois et al. 1997].

Alors que les pluies se poursuivent sans discontinuer sur l'ensemble du bassin versant, le front orageux atteint le secteur amont vers 21h le 12. Il produit un cumul horaire maximal de 25 mm à 23h et un cumul en 24h de 169,5 mm à 5h le 13 novembre. Ces deux valeurs sont proches des cumuls pour des temps de retour décennal (Cf. Fig. 4).

Ces informations montrent d'abord que le bassin versant du Doux a subi près de 68 heures de pluie sans interruption. Avec des cumuls dépassant 250 mm, les capacités de rétention de l'eau par les sols sont très probablement dépassées. Le ruissellement est alors sans doute généralisé sur l'ensemble du versant. Le fait que le front se soit déplacé de l'aval vers l'amont est un facteur aggravant pour les problèmes de gestion de l'eau. En effet, lorsque les pluies les plus violentes se sont abattues sur l'amont du bassin versant, celui-ci avait déjà reçu plus de 150mm depuis le début des pluies. Dans ces conditions, les sols étaient gorgés d'eau quelle que soit leur couverture végétale et n'étaient pas en mesure de faire office de tampon face à des précipitations violentes. De plus, à ce moment là, le niveau de la rivière était déjà proche de la cote de pré-alerte.

Evolution du niveau de la rivière

La pré-alerte de crue a été lancée sur le Doux à 23h le 11 novembre. Le niveau de pré-alerte se situe à 51 m³/s à Lamastre et 120 m³/s à Tournon, correspondant respectivement à 1 et 2

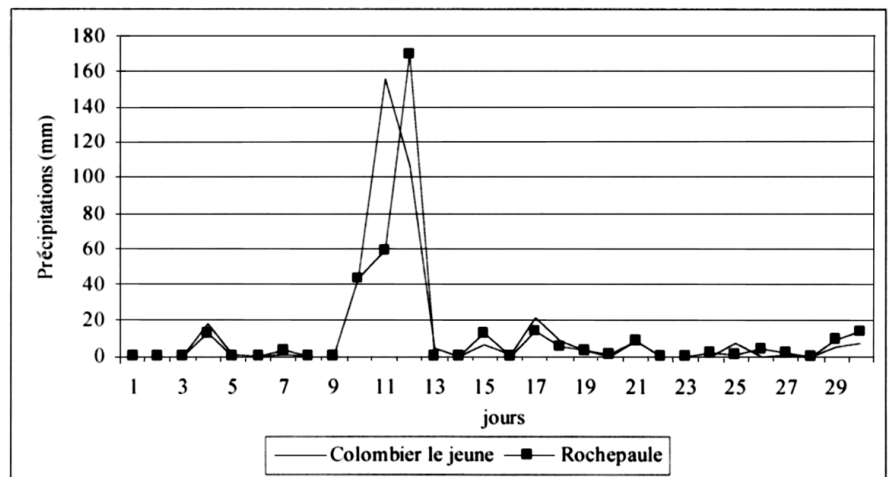


Fig. 3 : Précipitations journalières de novembre 1996, stations de Rochepeuale et Colombier-le-Jeune (données Météo-France)

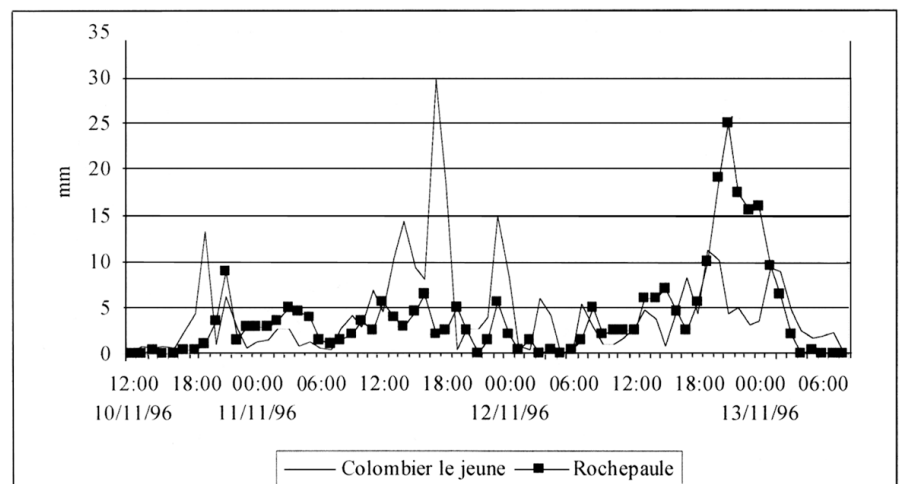


Fig. 4 : Précipitations horaires durant l'épisode pluvieux du 10 au 13 novembre 1996 (données Météo-France)

mètres d'eau au-dessus du niveau normal. La crue s'est déroulée en deux temps. Une première phase de montée des eaux a eu lieu dès le 11 novembre. Elle n'atteint pas le niveau de pré-alerte à Lamastre et le dépasse légèrement à Tournon. Cette phase est simultanée sur tout le cours d'eau. La montée des eaux est plus brutale à l'aval et sur le secteur médian. Ceci correspond au fait que les pluies violentes ont atteint

ces secteurs plus tôt. Cependant, alors que les pluies sont encore modérées à l'amont, une montée significative du niveau du Doux est très sensible à Lamastre dès le 11 novembre (Cf. Fig.5).

Le niveau de l'eau se stabilise ensuite dans la soirée. L'arrivée du front orageux sur le secteur amont provoque ensuite une montée très brutale de l'eau. La cote d'alerte est franchie à

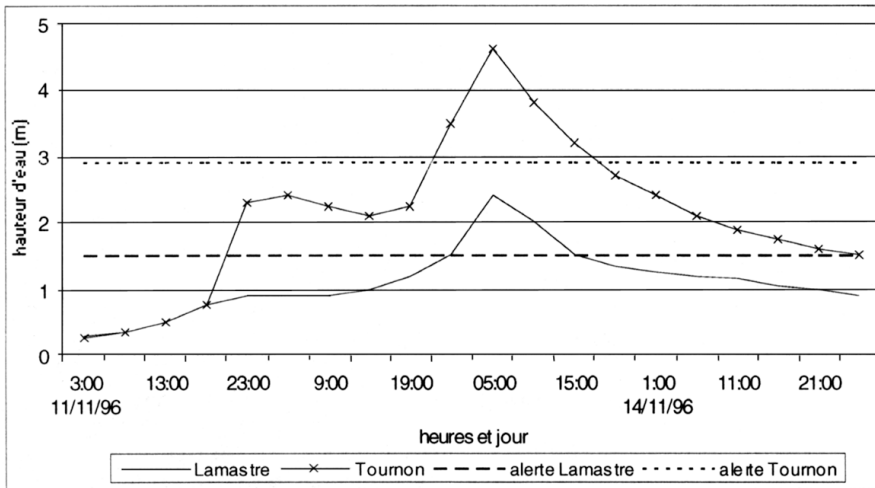


Fig. 5 : Données limnigraphiques pour la crue du Doux de novembre 1996 (données DDE 07)



Photo 1 : Vue du pont de Clara après la crue, 1999

Photo L. Maillou

minuit le 12 novembre et le pic de crue est atteint à 5 h du matin le 13. Ceci correspond à une montée des eaux de un mètre en cinq heures à Lamastre (2,40m, soit 199 m³/s) et de plus de 1,5 m en six heures à Tournon (4,62m soit 635 m³/s).

Cette crue est estimée connaître une fréquence de retour de 20 ans. Elle est la plus importante enregistrée à Lamastre depuis celle du 3 août 1963 (4,50 m soit 974 m³/s).

Dégâts dans le lit et sur le bassin versant du Doux

Le lit de la rivière et les versants ont gardé de nombreux stigmates de cet épisode. Pour l'essentiel les dégâts ont concerné les secteurs amont et médian.

Dans le lit de la rivière, plusieurs ponts et radiés submersibles ont été détruits. Notamment le Pont de Clara a vu sa pile centrale être déchaussée (Cf.

Photo 1). Le tablier s'est affaissé mais n'a pas été emporté. Deux ouvrages destinés à créer des retenues pour la baignade en été ont subi d'importants dégâts (Cf. Photo 2). Dans les deux cas, les massifs bétonnés servant à ancrer les retenues en saison ont été submergés et isolés des berges par l'ouverture d'un chenal dans le lit majeur.

Durant cette crue, la rivière a largement inondé son lit majeur. Il est très employé par l'agriculture dans le secteur médian. A cette époque, les dégâts sur les cultures ont été faibles. Le principal problème est lié à la modification du tracé de la rivière observé en de nombreux endroits. Le lit apparent s'est élargi de plusieurs dizaines de mètres et un méandrage s'installe en particulier à l'aval de Labatie-d'Andaure et de Désaignes.

Cette divagation du cours est particulièrement inquiétante. Certaines parcelles sont aujourd'hui amputées. La rivière est parvenu à contourner certaines parties de la ripisylve qui se trouvent aujourd'hui en position d'île au milieu du lit apparent.

Les modifications du tracé sont souvent liées à la présence d'embâcles. Ils ont été favorisés soit par certains ouvrages soit, et c'est le cas le plus fréquemment observé, par des éléments de la ripisylve qui ont résisté aux flots.

Les pluies importantes ont provoqué la réactivation de certains torrents affluents du Doux. Ces phénomènes concernent surtout le secteur amont. Ici, les pentes sont particulièrement fortes et la couverture forestière presque exhaustive néglige le plus souvent les écoulements de versant non pérennes.

La crue du 13 novembre a provoqué un certain nombre de dommages. Certains dégâts ont été rapidement réparés. Il s'agit surtout des dégâts aux aménagements liés à la voirie et au tourisme. Les modifications du tracé de la rivière en revanche ne peuvent être enrayerées à brève échéance. Le passage de la crue prend alors un caractère catastrophique irrémédiable dans les conditions actuelles de mise en valeur des versants. Il semble en effet difficile de parvenir à limiter l'évolution des méandres qui réduisent

à chaque crue les surfaces cultivables sur le lit majeur. De même, la disparition d'éléments de la ripisylve rend certains espaces très vulnérables.

Facteurs d'aggravation des risques et perspectives d'aménagement

L'observation des dégâts et l'analyse de la situation du lit après la décrue mettent en évidence deux facteurs d'aggravation des dommages après les pluies des 10, 11 et 12 novembre 1996.

Origines des dégâts

En premier lieu, il apparaît que le cours d'eau a été détourné à la suite de la formation d'embâcles de plusieurs dizaines de mètres de long et de plus de cinq mètres de haut (Cf. Photo 3). De très nombreux arbres emportés par les flots se sont amoncelés contre des éléments de ripisylve ou certains aménagements. Le flux a ainsi dû quitter le chenal d'écoulement habituel. La rivière s'est ouvert un nouveau lit dans le lit majeur.

La seconde cause d'aggravation est moins directe. Elle est à rechercher dans l'évolution du lit de la rivière depuis plusieurs dizaines d'années. Comme un certain nombre d'autres cours d'eau, force est de constater que le lit du Doux s'enfonce progressivement depuis un demi-siècle au moins. Cette constatation est faite de manière irréfutable sur cette rivière par deux types de repères. D'abord, les piles de certains ponts, installées dans le lit permanent montrent aujourd'hui leurs fondations. Les structures maçonnées affouillées lors de chaque crues s'en trouvent fragilisées. L'effondrement du pont de Clara durant la crue du 13 novembre est directement lié à ce phénomène.

Les versants autour du Doux sont largement équipés en terrasses de culture irriguées. Si ces structures agraires sont aujourd'hui abandonnées, on rencontre encore de nombreuses béalières qui devaient alimenter les versants en eau. Aujourd'hui les prises d'eau ne sont plus au contact du lit de la rivière. Celles qui ont pu être repérées sont perchées plus d'un mètre au dessus du chenal d'écoulement.

Ces deux éléments accréditent l'hypothèse d'un fort déficit de charge du cours d'eau. Ce phénomène conduit alors à un enfouissement du cours d'eau. Ce déficit est sans doute renforcé par la présence de deux secteurs de prélèvement dans le lit majeur. Ces deux gravières ont d'ailleurs été fortement endommagées durant la dernière grande crue.

Ambiguïté du rôle de la forêt

De nombreuses mesures réalisées, en particulier par le Cemagref sur le site expérimental de Draix [CEMAGREF



Photo 2 : Structure pour baignade de Désaignes après la crue
Photo L. Maillou

1987], montrent l'importance du rôle de la forêt dans le maintien des sols et l'écrêtement des ondes de crue [COMBES et al 1994].

Sur les versants cristallins du Mont Lozère, des études visant à établir l'impact de coupes forestières sur les crues soudaines [COSANDEY 1993] ont cependant montré que, pour de fortes intensités de précipitation, le ruissellement est peu différent sur des surfaces boisées ou sur des pelouses. Dans ces conditions, un ruissellement se crée sur les versants. Il est susceptible d'alimenter des écoulements torrentiels.

Dans le cas du bassin versant du Doux, des surfaces très importantes ont été boisées. Ces travaux négligent presque systématiquement les passages des écoulements torrentiels. Ces écoulements non pérennes ne sont fonctionnels que lorsque les conditions de précipitations et de saturation de la réserve en eau sont propices au déclenchement d'un ruissellement. Les précipitations du mois de novembre 1996 ont d'abord saturé la réserve hydrique du sol avant que n'arrivent les plus fortes intensités sur le bassin versant amont. De nombreux torrents masqués par la végétation ont alors été réactivés.



Photo 3 : Embâcles sur le secteur médian, 1999
Photo L. Maillo

Sur certains de ces torrents, comme celui de Rochepaule, les résineux n'ont pas résisté à cette lame d'eau (Cf. Photo 4). Ce type de situation provoque ainsi des dégâts importants sur le versant mais aussi dans le lit de la rivière. En effet, un volume considérable d'arbres provenant de ce secteur a alimenté les embâcles lors de la crue.

Paradoxalement, le rôle de maintien des sols par la forêt mis en évidence par le Cemagref joue un rôle important pour l'évolution du cours d'eau. En effet, lors des pluies courantes, la couverture végétale limite l'apparition du ruissellement et empêche les transports solides. Cette action, si elle a le mérite de prévenir l'altération physique des couvertures superficielles sur les versants malgré la pente, limite aussi la fourniture de matériaux pour la rivière. Ceci contribue à rompre l'équilibre charge solide / débit liquide du cours d'eau. Ce phénomène est un facteur non négligeable de l'incision du lit. L'actuelle divagation du chenal et les sapements de berge de plus en plus nombreux relevés tout au long de la rivière dans le secteur médian sont sans doute en partie des conséquences de cette disparition de la fourniture de solides en provenance des versants.

Forestation et prise en compte de la gestion des cours d'eau

La forêt se présente donc comme un élément de préservation des versants mais aussi comme un facteur potentiel de déstabilisation des cours d'eau. Pour une gestion raisonnée des bassins versants deux objectifs principaux doivent être pris en compte dans l'aménagement forestier : empêcher la fourniture de bois vers la rivière lors des crues exceptionnelles et maintenir une alimentation minimale en charge solide vers les cours d'eau lors des pluies courantes.

Pour le premier objectif, des règles de bon sens sont à établir. En premier lieu, il s'agit de respecter la spécificité de certains espaces comme le lit majeur ou les berges. Le lit d'inondation doit être préservé de l'implantation d'espèces à faible enracinement, susceptibles d'être emportées lors de crues. Sur les berges, la présence d'une ripisylve entretenue et complantée d'essences bien enracinées sera propice à limiter l'érosion des berges.

Un travail d'aménagement des espaces forestiers sur les versants est nécessaire. Il contribuerait à la restauration des écoulements sur les pentes sans risque d'emport massif d'arbres. Pour cela, la seule possibilité est d'enlever sur le linéaire de ces écoulements non pérennes les arbres à faible enracinement qui y ont été installés. Il serait utile de prévoir un espace libre de cinq mètres au moins de part et d'autre de l'axe d'écoulement. Pour limiter les phénomènes érosifs, une couverture herbacée doit être maintenue sur cet espace. Cette pratique vise en outre à offrir au ruissellement la possibilité de mobiliser un minimum de charge solide lorsqu'il parviendra à se concentrer suffisamment dans le talweg ainsi libéré.

Une incision pourrait se produire dans le lit du torrent. Pour éviter qu'elle ne s'élargisse et menace les résineux, il est prudent de prévoir l'installations d'arbres à fort enracinement de part et d'autre du talweg (Saule blanc, frêne...).

Une politique d'aménagement des versants prenant en compte ce type de considération ménagerait à la fois les surfaces boisées, la stabilité des versants et le cours d'eau.

Conclusion

Les zones boisées représentent aujourd'hui des superficies importantes par leurs surfaces autant que pour les enjeux économiques qui leurs sont liés. Cependant, la gestion des rivières devient aussi un enjeu majeur dans le développement local de zones peu favorisées. Les cours d'eau représentent à la fois un support pour le tourisme et pour l'agriculture. L'expérience dramatique du Doux permet d'établir un certain nombre d'éléments qui doivent servir de base à une réflexion concertée autour de l'aménagement des bassins versants. Sur les versants, le point fondamental est celui de la restauration des cours d'eau non pérennes qui servent à évacuer le ruissellement. Ceux-ci fonctionnent essentiellement lors de pluies qui, sans être fréquentes, ne sont pas exceptionnelles. Il est probable qu'un épisode moins important que celui de novembre 1996 puisse avoir des conséquences similaires sur les versants, lors de pluies prolongées par exemple. Ces

écoulements pourront aussi jouer un rôle qui ne doit pas être négliger pour l'équilibre du profil en long de la rivière. Il s'agit dès lors qu'émerge une volonté politique de gestion globale d'un bassin versant.

Dans le cas de secteur comme le bassin versant du Doux, la forêt est essentiellement privée. Il est alors indispensable de faire participer les propriétaires à l'effort de gestion commune d'un système versant / cours d'eau. Les travaux à engager peuvent s'avérer coûteux. Des politiques d'incitation sont sans doute le moyen d'obtenir l'adhésion de ces acteurs incontournables. Sans doute, la mise en place des Contrats Territoriaux d'Exploitation et les Contrats de Territoires, qui ont aussi une vocation à soutenir les efforts vers l'aménagement de l'espace et la protection de l'environnement, seront des relais efficaces pour accompagner de tels projets.



Bibliographie

BOIS (P.), OBLED (C.), DE SAINTIGNON 5M.F.), 1997 - Atlas expérimental des risques de pluies intenses, Cévennes - Vivarais. Pôle Grenoblois d'études et de recherche pour la prévention des risques naturels. CNRS-UJF, 4p. + 19 cartes.

CEMAGREF, 1987 - Bassins versants expérimentaux de Draix - Compte rendu de recherche n°1 en érosion et hydraulique torrentielle. Division protection contre les érosion, Grenoble, 128p.

COMBES F., HURAND (A.), MEUNIER (M.), 1994 - La forêt de montagne : un remède aux crues. 23^{èmes} journées de l'Hydraulique de la Société Hydrotechnique de France : "Crues et inondations", Nîmes, septembre 1994, pp. 113-121.

COSANDEY (C.), 1993 - Forêt et écoulement : rôle de la forêt sur la formation des crues et le bilan d'écoulement annuel - Impact d'une coupe forestière. Laboratoire de Géographie Physique, CNRS Meudon, 81p.



Photo 4 : Torrent de Rochepaule après la crue 1999

Photo L. Maillo

MAILLO (L.), 1999 - Influence des pratiques culturelles sur le ruissellement et l'érosion sur les coteaux viticoles du Bas-Vivarais (Ardèche). Thèse de 3^{ème} cycle, Institut de Géographie Alpine, université Joseph Fourier, Grenoble 1, 174 p. + annexes.