

Les malheurs de la forêt font les malheurs de l'eau

par Louis-Michel DUHEN

***Là où la forêt est très présente
et en bonne santé, elle offre
des services dits écosystémiques
appréciables. Mais, sa disparition
soudaine, par exemple à la suite
d'un incendie, se traduit
brutalement par la fin des services
antérieurement rendus.
Heureusement, certains
bénéficiaires des services
anticipent en participant
à la prévention.***

Solidarité entre la forêt et l'eau

Commençons par une anecdote. Lors d'une journée de rencontre de l'Agence de l'eau organisée à Auriol (Bouches-du-Rhône) le 10 octobre 2022, sur le thème « Face au changement climatique, et si la rivière était la solution », j'étais le seul forestier présent. Lors de la visite des travaux réalisés le long de l'Huveaune, j'ai observé un détail que personne d'autre n'a relevé. Sur le haut du versant en rive gauche, entièrement boisé sur les trois quarts et urbanisé sur le quart inférieur, une zone striée de bandes noires était bien visible. C'était la trace d'un incendie de forêt récent au milieu d'une pinède. J'ai été surpris de voir que début octobre les arbres calcinés étaient déjà exploités et mis en fascines, disposées perpendiculairement au sens de la pente. J'ai eu la confirmation auprès de l'élue présente qu'un feu de forêt au niveau du chemin de Bonvallon, au-dessus du lotissement de la Douronne, s'était déclenché le 25 août 2022. Grâce à une mobilisation rapide des pompiers avec quatre hélicoptères bombardiers d'eau, le feu n'avait touché que 7 hectares sur ce versant entièrement couvert de pinèdes. Les lotissements proches en aval avaient été sauvés. Mais, la mise à nu du sol avait créé un risque sérieux d'érosion pour ces habitations. C'est pourquoi l'élue a tout de suite pris des mesures en sollicitant avec efficacité l'aide de la Métropole et une maîtrise d'œuvre du service forestier de la Société du Canal de Provence.

1 - Impact d'un incendie de forêt sur l'érosion hydrique dans le bassin versant du Rimbaud (massif des Maures, Var) - MARTIN C., ALLEE P.
Référence : *Forêt Méditerranéenne* T. XXI, n°2, 2000, pp. 163-169.

On peut tirer deux constats de cette anecdote. Le 10 octobre, les acteurs de l'eau présents avaient les yeux tournés vers la rivière et ses bordures proches sans voir le dérèglement possible du cycle de l'eau sur le bassin versant, lié à la disparition partielle de la forêt suite à l'incendie. Or, comme l'a dit la directrice adjointe de la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL), lors de la table-ronde « regards croisés (!) », il est important de prendre en compte l'ensemble du bassin versant et donc la forêt. Celle-ci joue son rôle

discrètement et souvent, ce n'est que lorsqu'elle disparaît qu'on se rend compte de son utilité. Ensuite, c'est réjouissant de constater que c'est Laurence Bruley, l'élue chargée à la fois de la transition écologique et de la forêt qui a perçu le risque d'érosion et a agi en conséquence avec rapidité. Elle a joué pleinement le rôle « intégrateur » de l'élue au niveau local, en suivant parallèlement les travaux justifiés de requalification du lit de l'Huveaune mais aussi en anticipant les risques d'érosion sur le bassin versant à la suite de l'incendie.

Photo 1 (ci-dessous) :
Ce lotissement à Auriol a été menacé par le feu d'août 2022, puis par l'érosion prévisible à la suite de la destruction de la forêt. Heureusement, la commune a fait procéder dans les deux mois qui ont suivi, à la mise en fascine des arbres morts.



Photo 2 (ci-contre) :
Laurence Bruley a joué pleinement le rôle « intégrateur » de l'élue au niveau local, en suivant parallèlement les travaux justifiés de requalification du lit de l'Huveaune mais aussi en anticipant les risques d'érosion sur le bassin versant à la suite de l'incendie.
Photos L.M. Duhen.

Conséquences d'un incendie sur l'érosion d'un bassin versant

Nous prendrons comme référence l'étude réalisée par Claude Martin et Jacques Lavabre intitulée « Conséquence d'un incendie de forêt sur le bassin versant du Rimbaud » et qui a fait l'objet d'une publication¹ dans *Forêt Méditerranéenne*, voici déjà 20 ans.

Contexte

En août 1990, un incendie a ravagé 8 400 ha de forêt et de maquis dans la partie occidentale du massif des Maures (Var, France) qui est constituée de roches métamorphiques et connaît un climat de type méditerranéen humide. Ce massif se caractérise par des fortes pentes et un couvert continu d'une végétation très inflammable et sans usage, ce qui se traduit par l'absence de valorisation donc d'entretien de la forêt.

Le feu a parcouru entre 74 et 84% du sous-bassin versant du Rimbaud, appartenant au bassin versant du Réal Collobrier, détruisant un maquis à bruyères arborescentes et arbousiers avec des chênes-lièges et des pins maritimes.

Les équipes de recherche intervenant sur le bassin versant de recherche et expérimental (BVRE) du Réal Collobrier ont étudié les effets de l'incendie sur le couvert végétal, l'hydrologie, les caractères agronomiques des sols, la composition chimique des eaux, les exportations en solution et les phénomènes d'érosion mécanique. Le présent article dresse le bilan de ces travaux pluridisciplinaires dont les principales investigations ont porté sur le bassin versant gneissique du



Rimbaud (1,46 km²) qui a été incendié. Les mesures ont été réalisées à l'exutoire du bassin versant et sur une parcelle expérimentale (75,2 m² ; longueur : 12 m ; pente : 19 %) implantée sur ce bassin (voir les détails dans l'article de *Forêt Méditerranéenne*).

Conclusion de l'étude

L'incendie du bassin versant du Rimbaud a provoqué une accentuation considérable de l'érosion hydrique. Alors qu'elle était très faible sous couvert végétal (moins de 5 t/km²), elle a atteint plusieurs centaines de tonnes/km² en 1990-91 : 579 t/km² sur le bassin versant et 883 t/km² sur la parcelle expérimentale. En 1991-92, on a constaté une forte diminution de l'érosion du bassin versant (76 t/km²), en raison d'une relative sécheresse et de la reprise végétale, malgré des travaux du sol importants au bulldozer conduits par l'Office national des forêts (ONF) en vue de reboisement. Sur la parcelle expérimentale, encore peu revégétalisée, les fortes intensités des pluies de septembre, octobre et juin ont provoqué des exportations annuelles de 1 634 t/km². La différence d'échelle joue ici un rôle considérable : l'érosion d'une parcelle de 12 m de long est beaucoup plus directement influencée par l'intensité des averses que celle d'un bassin versant où la durée des précipitations est un facteur important de l'organisation des écoulements sur les versants et de leur arrivée jusqu'aux thalwegs.

En 1992-93, la différence s'est maintenue entre la parcelle (835 t/km²) et le bassin versant (73 t/km²). Et pourtant les valeurs mesurées à l'exutoire du bassin intègrent la purge des matériaux abandonnés dans les drains au cours de la première année après l'incendie. En 1993-94, avec le développement d'un couvert végétal plus dense et la protection apportée par une amorce de pavage, les pertes solides de la parcelle sont tombées à 31 t/km².

Les auteurs signalent néanmoins que les précipitations ont été très modestes juste après le passage du feu (138 mm en décembre 1990). Ils pensent que les conséquences auraient pu être catastrophiques si les précipitations d'automne avaient été aussi abondantes que celles d'octobre 1976 (565 mm), octobre 1979 (495 mm) et octobre 1987 (413 mm), ou aussi violentes que celles du 13 septembre 1968 (88 mm/h pendant 75 minutes, débit en pointe de crue du ruisseau du Rimbaud supérieur à 15 m³/s).

Exemple de contribution d'un acteur de l'eau à la protection de la forêt

Contexte

Cet exemple a fait l'objet d'un article dans *Forêt Méditerranéenne*². Le lac de la Verne sur la commune de La Môle, est une retenue qui alimente en partie neuf communes du Golfe de St-Tropez. Il est situé en bas de versants entièrement boisés de chêne-liège et de pin maritime en mélange. Il est situé au cœur du Massif des Maures (Var), massif très vulnérable aux incendies. Après un incendie, les risques d'érosion sont élevés car les précipitations sont brutales et les pentes fortes. La faible valeur des bois et l'arrêt de la récolte de liège se traduit par un quasi abandon de la gestion de la forêt.

Des plans pluriannuels de prévention incendie, étudiés par le SIVOM (Syndicat à vocation multiple) du pays des Maures et la Direction départementale des territoires et de la mer (DDTM), prévoient des axes stratégiques avec des pistes, des citernes et des périmètres débroussaillés. A l'occasion de l'étude d'un nouveau plan, le responsable forestier du SIVOM a conduit une réflexion avec la DDTM qui l'a conduit à rechercher d'autres acteurs susceptibles de participer aux frais de la prévention.

Le lac de la Verne n'étant pas assez protégé par le dispositif actuel, le Syndicat de distribution d'eau de la Corniche des Maures (SIDECM), qui le gère, a donc été contacté. Avant de s'engager, il a demandé qu'une étude soit réalisée pour apprécier les risques

2 - « Paiement des services environnementaux ou quand les acteurs de l'eau participent à l'entretien de la forêt - L'exemple du bassin versant de la Verne dans le Var » - BRUN J. DUHEN L.M. - *Forêt Méditerranéenne* T. XXXV, n°1, 2014, pp. 59-66.

Photo 3 :

Lac de la Verne sur la commune de La Môle. Les gestionnaires des réserves d'eau potable du Golfe de St Tropez participent aux frais de prévention contre les incendies des versants boisés qui l'entourent.

Photo C. Birot.





Photo 4 :
Après le passage d'un incendie violent, le sol est mis à nu. Le pouvoir absorbant des arbres et du sol forestier est momentanément nul. Lorsque les premières pluies sont très violentes, l'érosion est maximale.
Photo L.M. Duhén.

encourus en cas d'incendie et mesurer l'intérêt de participer à ces investissements.

Avec l'appui du responsable du SIVOM, ils ont rédigé un cahier des charges et sollicité des financements pour conduire une étude (environ 50 000 euros) qui a été réalisée par Maison de l'Eau/SOGREAH³ pour la partie hydrologie et le CEREN⁴ pour la partie Risque incendie.

Etude "risque incendie"

Un scénario critique a été modélisé avec les caractéristiques extrêmes suivantes : incendie sur tout le bassin versant, des pluies d'occurrence décennale (10 ans) et cinquantiennale (50 ans) d'une durée de 24 heures dans les mois qui suivent l'incendie et un niveau très bas dans la retenue. Les

3 - Société grenobloise d'études et d'applications hydrauliques.
4 - Centre d'étude et de recherche de l'Entente.

modèles ont confirmé la forte probabilité d'un incendie pouvant brûler l'intégralité du bassin versant avec une durée réduite d'environ 4 heures dans les conditions critiques retenues. La vulnérabilité à un feu subi serait plus élevée sur les parties ouest que sur les parties est du bassin versant.

Etude hydrologique

L'étude hydrologique a mis en évidence que le débit des crues augmenterait de 50 à 100%. Le ruissellement superficiel serait très important au cours des deux premières années. La concentration des limons fins s'élèverait de 2 à 12 g/l selon les hypothèses au niveau du barrage. La durée de décantation serait de 20 à 40 jours avec des effets directs sur la qualité de l'eau du barrage.

Impacts sur les sols

L'incendie aurait aussi un effet sur la structure des sols avec une perte de la matière organique et la formation d'une couche hydrophobe qui réduirait la perméabilité les deux premières années. Il y aurait une modification physicochimique avec une perte par évaporation dans l'ordre croissant de N>K>P>Ca, puis une retombée de ces éléments surtout le phosphore dans les jours qui suivraient l'incendie avec une réaction de la biomasse phytoplanctonique. La retombée des cendres se traduirait par une hausse du pH et une solubilité plus importante des composés organiques.

Effet de la première crue

Les effets de la première crue seraient à la fois mécaniques et chimiques. La reprise des écoulements sur sols incendiés poursuivrait l'effet de déstructuration des sols. Sur le plan de la composition chimique, on constaterait une concentration en ammonium (toxique pour les poissons, problème de goût et d'odeur pour l'homme) et une hausse des quantités de phosphore, fer et manganèse. Les traitements à prévoir pour atténuer la présence d'ammonium seraient très onéreux au-dessus de 2mg/l. On noterait aussi une augmentation de

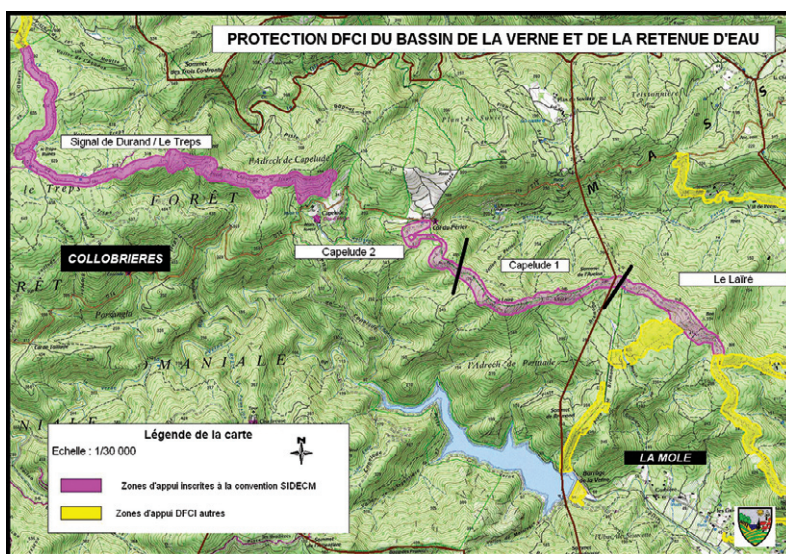


Fig. 1 :
Carte des équipements de prévention contre les incendies en amont du lac de la Verne. Ceux qui participent à la protection du lac sont répertoriés pour calculer les financements pris en charge par le pôle eau de la communauté de commune du Golfe de St-Tropez.

la matière organique dans les eaux qui en dégraderait la qualité et favoriserait le développement des algues dans le lac.

Effets à moyen terme

La relation bassin versant/cycle de l'eau retrouverait son fonctionnement initial assez rapidement. Sur l'exemple du bassin versant voisin du Rimbaud, complètement incendié en 1990, la végétation a repris sur 60% des surfaces deux ans après. Néanmoins les concentrations en nitrates resteraient supérieures et il y a même un pic conjoint nitrate, ammonium un an après l'incendie.

Effets à long terme

Les modifications liées aux changements des écoulements continuent de se manifester par une teneur accrue en azote, en phosphore, en fer et en manganèse dans la retenue.

Accord sur quatre ans pour participer aux frais

Au vu des résultats de l'étude, une première convention relative à la protection du bassin versant de la Verne et s'appuyant sur l'étude de révision du PIDAF⁵, a été signée entre la SIDECM et le SIVOM pour une durée de quatre ans. Elle prévoyait les travaux nécessaires à la protection DFCI du bassin versant de la Verne et de la retenue d'eau selon divers types d'intervention : création de zone débroussaillée, entretien par broyage de la végétation, ensemencement, dessouchage et semis dans le cas d'un entretien pastoral.

La maîtrise d'œuvre est assurée par le SIVOM qui prend en charge l'aspect administratif (plan de financement, pré-financement de la TVA...) et la réalisation technique. Des subventions publiques ont été mobilisées auprès de l'Etat et des collectivités locales. Le SIDECM a assuré l'autofinancement soit 20% en cas de création d'ouvrage et 40% en cas d'entretien d'ouvrages existants. Pour les quatre ans, cela a représenté pour lui une charge d'environ 50 000 euros.

Principaux enseignements et réflexions

Cette opération est exemplaire car elle démontre qu'il était possible de trouver des

partenaires supplémentaires directement concernés pour participer aux coûts de protection des espaces à haute valeur biologique et paysagère et élargir les surfaces concernées.

C'est aussi un bel exemple de collaboration entre les acteurs de l'Eau et de la Forêt qui ont reconnu les avantages de travailler ensemble et trouvé le mode de contractualisation adapté.

La forêt et la ressource en eau trouvent chacun un avantage dans cette collaboration. La forêt contribue à une meilleure interception des eaux de précipitations, réduit le ruissellement et la migration de fines particules dans le lac de retenue où elles s'accumuleraient, assurant ainsi une bonne composition physicochimique de l'eau. Ceux qui bénéficient de la distribution de l'eau contribuent à la protection d'une forêt fragile par la réalisation et l'entretien d'un ouvrage de prévention stratégique contre l'incendie.

Par contre, il a fallu avoir recours à une étude très argumentée pour démontrer avec pertinence l'intérêt qu'il y avait pour maintenir une qualité d'eau de protéger la forêt existante contre l'incendie. Les acteurs de l'eau ont été convaincus de l'additionnalité de la démarche sur la base d'éléments techniques solides.

On peut regretter un manque de communication sur cette démarche, du fait de son exemplarité et de sa situation au sein d'une destination touristique à forte renommée (Le golfe de St-Tropez). Elle répond à un enjeu essentiel de ce site : un décor forestier très apprécié en opposition aux zones urbanisées

5 - PIDAF : Plan intercommunal de débroussaillage et d'aménagement forestier.

Photo 5 :

Des fascines sont créées en couchant et en orientant les tiges brûlées pour réduire l'érosion provoquée par les premières pluies.
Photo Quentin Vanneste © CNPF.



et une eau qui doit être disponible en qualité et en quantité lors des pics de fréquentation. Ce résultat n'est pas le fruit du hasard mais résulte du rôle prépondérant joué par la forêt et de l'implication d'acteurs des domaines de la forêt et de l'eau qui ont su travailler ensemble.

Continuité et efficacité démontrée

Plusieurs années après, la procédure continue malgré la réorganisation des collectivités. La communauté de communes du Golfe de St-Tropez a intégré le SIDECM qui en constitue le Pôle Eau. Dans le pôle Environnement se trouve la section forêt. Olivier Porre, responsable adjoint du service forêt, nous a confirmé que des crédits provenant du Pôle Eau venaient toujours conforter l'autofinancement des travaux de prévention contre l'incendie du secteur du lac de la Verne. Comme le bassin versant se trouve en amont, sur la communauté de communes Méditerranée Portes des Maures, une convention a été signée en 2020 afin que ces crédits viennent aussi abonder les travaux

effectués sur Collobrières, en amont de la retenue. Cette collaboration exemplaire a trouvé sa justification lors du feu de grande ampleur, parti de l'autoroute A57, au niveau de Gonfaron, le 16 août 2021. Il a parcouru 8 000 hectares mais a heureusement épargné le secteur grâce aux pare-feux de crête entretenus par ce dispositif. Il s'en est fallu de quelques kilomètres !

Susciter d'autres initiatives

Au cours du cycle de réflexion initié par l'association Forêt Méditerranéenne sur le thème « Forêt, sol et eau » nous souhaitons susciter d'autres démarches de ce type. Nous suivrons avec attention l'initiative des sources Perrier de créer un plan d'action pour la lutte contre les incendies sur l'impluvium de la source à Vergèze (Gard). Pour le coordonner, ses responsables ont fait appel à une étudiante en Master 2 Sciences de l'eau. Perrier a l'opportunité de créer sur ce territoire une vitrine forêt/eau/biodiversité/DFCI de premier intérêt !

L.-M.D.

Louis-Michel DUHEN
Vice-président
de Forêt
Méditerranéenne
Ex-ingénieur
au Centre régional de
la propriété forestière
de Provence-Alpes-
Côte d'Azur

Résumé

Là où la forêt est très présente et en bonne santé, elle offre des services dits écosystémiques appréciables. Mais, sa disparition soudaine se traduit brutalement par la fin des services antérieurement rendus, notamment sur la protection des sols et l'atténuation du ruissellement. Dans cet article, une anecdote montre, sur un cas concret à Auriol, le rôle intégrateur d'un élu qui s'est soucié à la fois de la requalification de la rivière et de la prévention contre les risques d'érosion à la suite d'un incendie sur le bassin versant. Ailleurs, dans la partie occidentale du massif des Maures (Var, France), à la suite d'un incendie qui avait ravagé 8 400 ha de forêt et de maquis, en août 1990, des études ont mesuré les impacts sur l'érosion des sols sur le bassin versant. Elles ont été conduites sur plusieurs années pour voir comment la végétation se rétablissait et retrouvait son rôle de protection. Toujours dans les Maures, le distributeur d'eau potable du golfe de St Tropez a commandé une étude sur les conséquences que pourrait avoir la disparition des versants boisés du lac de retenue des eaux. Au vu des résultats et après une autre étude des risques d'incendie, il a décidé depuis de participer financièrement tous les ans à la prévention contre les incendies du bassin versant en apportant les autofinancements nécessaires.

Summary

Where forest suffer, so too does water

Wherever forests are present and in good health, they play an estimable rôle providing what are called ecosystem services. But their sudden disappearance entails the brutal end to such previous services, notably their protection of soils and the limiting of downhill runoff. In this article, an anecdote about a real case at Auriol (S.-E. France) highlights the integrating rôle played by an elected official who took into account both the recalibration of the river and the threat of erosion following a forest fire in its catchment area. Following on a wildfire in 1990 that destroyed 8,400 hectares of forest and maquis woodland in the Maures massif (Var *département*), studies measured the impact on soil erosion throughout the catchment area. These studies were carried out over several years in order to see how the vegetation recovered and again fulfilled its protective rôle. Also, in the Maures massif, the body supplying drinking water around the Gulf of Saint-Tropez ordered a study on the possible consequences of the disappearance of the forest and woodlands on the slopes of the reservoir. In the light of the results and following on another study of the threat of wildfire, this body decided to make an annual financial contribution to the prevention of wildfire in the catchment area, providing the requisite self-funding.