

4.6.

Leçons du passé : une perspective historique sur l'hydrologie forestière et la conservation des sols au nord et au sud du Bassin Méditerranéen.

Pietro Piussi, Yves Birot, Éric Roose et Mohamed Sabir

Les problèmes de la conservation des sols et de l'hydrologie forestière sont strictement liés au processus de déboisement. Dans la région méditerranéenne, la destruction du couvert forestier a commencé à l'époque préhistorique, résultant parfois de la transformation planifiée des forêts en terres agricoles – à travers la culture en terrasse, l'organisation de l'écoulement de l'eau et du drainage, la culture de plantes et d'arbres – et parfois de l'utilisation irrationnelle des forêts pour le pâturage ou des systèmes variés de culture itinérante. D'un point de vue hydrologique, ces activités ont conduit à des crues fréquentes causant de lourds dommages aux communautés des vallées et des plaines. Les conséquences négatives des activités humaines ont été exacerbées par des conditions environnementales adverses spécifiques à la zone méditerranéenne : climat, topographie accidentée et présence importante des roches calcaires. Localement, le déclin temporaire de la population a parfois entraîné l'abandon des terres, et les processus de succession végétale secondaire ont rétabli un couvert boisé, mais la tendance dominante a été, tout au moins dans certaines parties de la rive nord de la Méditerranée, une intense exploitation des terres jusqu'à la moitié du 19^e siècle ou au milieu du 20^e siècle, selon les zones géographiques. C'est la situation à laquelle sont confrontés aujourd'hui les pays des rives est et sud, avec peut-être quelques aspects additionnels liés à la gestion des ressources en eau (envasement des barrages).

En réponse à des catastrophes hydrologiques majeures, les vastes programmes de gestion des bassins versants, fondés sur le génie civil et biologique, entrepris en Europe depuis la seconde moitié du 19^e siècle, ont connu une large réussite malgré une connaissance limitée en hydrologie forestière et une prise en compte insuffisante des facteurs sociaux. Le défi aujourd'hui est de maintenir les fonctions de protection à travers la rénovation des zones plantées et des équipements, dans un contexte économique et social totalement différent.

Encadré 23. De 1860 à nos jours : le programme français de Restauration des Terrains en Montagne (RTM)

Au milieu du 19^e siècle, des crues catastrophiques affectant les parties inférieures des bassins versants, ont été considérées comme liées à la disparition de la forêt, résultant d'une pression humaine excessive (démographie, surpâturage et culture). Un débat politique national très actif en a résulté, qui s'est conclu par une série d'ordonnances et de lois, dont la plus connue est la loi de 1882 sur la « restauration et conservation des terrains en montagne ». Ce cadre juridique et légal, s'ajoutant à un financement public substantiel, a permis le développement d'une politique d'Etat ambitieuse entraînant l'achat de 380.000 ha de terres, sur lesquelles furent réalisés des travaux de génie civil et biologique visant à prévenir et contrôler le ruissellement et l'érosion, et limiter leurs impacts sur les populations et les infrastructures. Ces opérations sont intervenues dans le contexte d'une industrialisation en plein boom et du lancement de programmes majeurs, comme le développement du chemin de fer, l'aménagement du territoire et la réhabilitation de certaines régions (Landes, Sologne, Champagne) par le drainage et le reboisement, bref à une époque où la croyance dans un progrès fondé sur la technologie était florissante.

Outre l'émergence d'une véritable idéologie articulée autour des concepts et des objectifs de la RTM, l'Administration des Forêts, à qui fut confiée la mise en œuvre de cette politique, réussit à élaborer un corpus de méthodes et de technologies, fondées sur la théorie et l'application des travaux novateurs de Surrel et Demontzey. Les opérations focalisées sur l'amont des bassins versants et/ou dans des zones vulnérables, avaient recours à une combinaison de techniques : i) re-végétalisation ou recolonisation, avec des arbres (espèces locales et *Pinus nigra*) sur les pentes, avec des arbustes et des plantes herbacées le long des rives et dans les ravines, et réalisation complémentaire de proflage en gradins ; ii) génie civil avec la construction de barrages en séquence dans le lit du torrent pour réduire son érosion et celle des rives, et limiter le transport des matériaux. En se plaçant dans les conditions qui prévalaient il y a 150 ans, il ne fait aucun doute que cette politique, poursuivie au fil des décennies, a connu un vrai succès. Cette histoire à succès de la RTM, à l'origine d'une véritable saga, a été présentée comme la panacée. Elle a servi de fondement à un transfert de type « copier-coller » des concepts et principes de RTM à des pays européens ou autres, et au Maghreb durant la période coloniale. Dans le dernier cas, la sous-estimation des différences de contexte écologique, socioéconomique et culturel, a parfois conduit à des échecs (voir Encadré 25).

Les réalisations de la RTM en quelques chiffres

Reboisement >260.000 ha

Nombre de communes concernées : 950 dans 25 départements en moyenne et haute montagne

110 torrents « traités », 100.000 petits barrages construits ; travaux sur 115 zones de glissements de terrain et 100 couloirs d'avalanche

Sous l'angle social cependant, on doit souligner que la RTM a été principalement un processus directif et autoritaire qui a, dans certains cas, entraîné des conflits au sein des communautés rurales locales (agriculteurs contraints de vendre leur terre) ou accéléré leur migration vers les villes et d'autres régions. La RTM doit également être replacée dans le contexte du 19^e siècle, caractérisé par une centralisation marquée et la conviction qu'une politique d'intérêt public, équilibrant les besoins des zones amont et aval, voire même de zones plus étendues, et répondant à des objectifs à long terme, devait être conçue et mise en œuvre de façon centralisée.

« L'âge d'or » de la RTM se situe entre 1882 et la première guerre mondiale. En 1909, plus d'un tiers des zones labellisées RTM étaient déjà traitées. La période 1914-1940 fut caractérisée par l'entretien et la gestion des travaux existants, en raison de l'impact économique et démographique de la première guerre mondiale. Après la deuxième guerre mondiale, la RTM a connu un déclin en raison d'un moindre financement et du poids grandissant des coûts d'entretien (en particulier les coûts de main d'œuvre). Néanmoins en 1980, la RTM a été profondément réformée et re-fondée au sein de l'ONF (Office National des Forêts).

Les principaux défis actuels, dans un contexte de ressources financières limitées, portent sur les compromis entre les coûts d'entretien et de rénovation des peuplements forestiers et des équipements et sur la réponse aux besoins de sécurité (risques acceptables et acceptés) vis-à-vis de différents risques naturels en montagne). Par ailleurs, l'articulation de la politique d'Etat avec les autorités et les collectivités locales est aujourd'hui de première importance. La politique de la RTM au 19^e siècle fut une réponse à des événements catastrophiques, elle fut conduite en s'appuyant sur une nouvelle législation et des moyens financiers considérables. Sa mise à jour sera-t-elle suffisamment vigoureuse et efficace, et engagée sans attendre de prochaines catastrophes écologiques et humaines ?

Encadré 24. Bassin versant, ruissellement, barrage, sédiments : l'expérience italienne

Au cours des dernières 150 années, les travaux de reboisement et de génie hydraulique se sont développés simultanément dans les montagnes italiennes. Les montagnes et collines dominent le paysage italien, alors que les plaines n'occupent que seulement 20% du pays. A la fin du 19e siècle, après de nombreux siècles de surexploitation des zones montagneuses – résultant de la forte densité de la population et des pratiques irrationnelles d'usage des terres – le territoire italien était caractérisé par un couvert forestier dramatiquement réduit et une érosion torrentielle extrêmement active, alors que les plaines, situées entre montagnes et mer, étaient fréquemment occupées par des marais.

Des travaux de reboisement et de correction des torrents furent réalisés dès la fin du 19e siècle. Cependant, une nouvelle politique intégrée d'usage des terres a été lancée en 1933 pour répondre à la bonifica integrale (restauration globale) des bassins versants par le biais de travaux de drainage, constructions de routes et la mise en valeur de nouvelles zone de plaine, ainsi que des travaux de foresterie et de génie civil dans les montagnes. Au même moment, le développement de l'hydro-électricité rendait nécessaire la réduction de l'érosion pour limiter l'accumulation des sédiments dans les barrages artificiels. Entre 1867 et 1959, les surfaces plantées ont atteint 194.000 ha. Les travaux d'assainissement des marais furent poursuivis sur une plus longue période.

Dans les années 1950, une nouvelle vague de reboisement fut entreprise, avec comme objectif additionnel la réduction du taux de chômage, très élevé dans les zones rurales. Entre 1950 et 1959, 159.000 ha furent plantés, principalement dans la partie sud du pays. La technique la plus courante employée dans les terrains pentus était celle des gradoni, petites terrasses construites en courbes de niveau sur lesquelles les jeunes plants pouvaient trouver suffisamment de sol et d'humidité pour survivre à la saison sèche. Dans les Apennins et la partie inférieure des Alpes, les conditions de dégradation des sols nécessitaient une utilisation presque exclusive de plants de pin noir (*Pinus nigra*), même si occasionnellement des graines de feuillus ont étéensemencées entre les jeunes pins, mais sans succès. Les plantations réalisées depuis les années 1960 ont fréquemment utilisé de meilleurs sols, permettant alors l'emploi du sapin pectiné (*Abies alba*) et du Douglas (*Pseudotsuga menziesii*). Les reboisements – réalisés principalement avec du pin pignon (*Pinus pinea*) – sur les sols sablonneux le long de la côte avaient des caractéristiques très différentes, puisqu'il s'agissait de stopper l'érosion éolienne et le mouvement des dunes, ainsi que de protéger les cultures agricoles, les zones de mise en valeur et les infrastructures.

D'un point de vue social, il est vrai que les programmes de boisement dans les zones de montagne ont créé de nombreuses opportunités d'emploi. Cependant et spécialement dans le sud de l'Italie il y avait, tout au moins au début, une nette opposition aux plantations de la part des bergers et des grands propriétaires terriens qui louaient leurs terres à de petits fermiers. En conséquence, de jeunes plantations ont été très souvent détruites par des feux et du pâturage illégaux.

L'aménagement des bassins versants grâce au génie civil et au reboisement, pratiqué en général sur des terres privées, a toujours été entravé par le manque de moyens financiers publics. Le manque de fonds n'a pas permis le contrôle du sous-étage et l'éclaircie dans les plantations et, plus récemment, les travaux d'entretien des barrages. Au cours des dernières décennies, la valeur du bois a fortement diminué, tandis que ces forêts nouvelles étaient souvent plus appréciées pour leur valeur récréative et esthétique. L'importance sociale de l'existence des forêts a donc augmenté, mais sans avantage pour les propriétaires terriens. Aujourd'hui, la plupart des plantations sont excessivement denses, et la sécheresse estivale y provoque une mortalité élevée, augmentant l'accumulation du combustible au sol et le risque de feu. La régénération naturelle des espèces introduites n'est pas observée, et l'installation naturelle d'autres espèces (appelée renaturalisation) n'est pas courante. Les forestiers sont donc aujourd'hui confrontés à de nouveaux problèmes politiques, sociaux, techniques et économiques.

Encadré 25. Programmes de conservation des sols au Maghreb ; le cas de la DRS (« Défense et Restauration des Sols ») en Algérie de 1940 à 1980.

A la suite de l'envasement du port d'Oran et de plusieurs phénomènes spectaculaires liés à l'érosion hydrique des chaînes de montagnes du nord de l'Algérie, l'Administration coloniale française des Eaux et Forêts, a consulté W.C. Lowdermilk, un spécialiste américain de conservation des sols, et entrepris alors un ambitieux programme de conservation des sols et de l'eau appelé DRS (Défense et Restauration des Sols). Ce programme était fondé sur la réalisation de terrasses en courbes de niveau sur des terres cultivées (appelées banquettes d'absorption et de diversion), complétées par des travaux analogues à ceux de la RTM (voir Encadré 23), tels que contrôle des ravines et correction des torrents, et boisement des terres dégradées et surpâturées, principalement en aval des bassins versants. Ces travaux fondés sur une connaissance empirique ne bénéficiaient pratiquement d'aucune recherche permettant de les valider. Entre 1940 et 1980, près d'un million d'hectares dans la région du Maghreb ont été traités par le service spécialisé de la DRS, sous les auspices de plusieurs ministères. Des financements et des moyens considérables furent consacrés par l'administration coloniale, et par la suite par l'Etat, à la lutte contre les phénomènes spectaculaires d'érosion. De gigantesques chantiers de réalisation de banquettes furent entrepris dans les bassins versants, complétés par des barrages, le reboisement dans les parties supérieures des bassins versants (plus de 800.000 ha pour la seule Algérie), des travaux de correction des ravines, de stabilisation temporaire des cours d'eau (oueds) et de protection de grands équipements menacés comme les barrages.

A partir des années 1980, on a réalisé des évaluations de ces programmes de conservation de l'eau et des sols en Algérie, mais également en Tunisie et au Maroc. Elles ont montré, de manière générale, un impact positif limité de ces énormes investissements. Et les crues, l'envasement des barrages, une faible production agricole et forestière sont toujours d'actualité. En Algérie, une enquête a montré que parmi les 350.000 ha traités, 20% des banquettes ont été intentionnellement détruites par le labour, 60% sont sujettes au ravinement, n'ont jamais été entretenues et ne sont plus opérationnelles, tandis que 20% sont en bon état mais situées dans des zones non sujettes à l'érosion. Au Maroc, des études ont montré que la plupart des banquettes construites sur certains types de sol et de roche mère (argilite, schiste mou, marne) sur des pentes marquées (25%) ont, en fait, contribué au glissement de terrain et au ravinement, pires que l'érosion en nappe antérieure.

Une nouvelle stratégie a été mise en place en Algérie depuis 1985. Elle est fondée sur l'approche participative d'un développement rural intégré qui est proposé, discuté et testé. Elle incorpore les résultats récents de travaux de recherche (niveau limité de l'érosion en nappe, effet négatif de certaines pratiques culturelles), et de nouveaux critères, tels qu'une meilleure exploitation des terres par des cultures vivrières pour les populations locales et fourragères pour leurs animaux domestiques, tout en réduisant le risque d'érosion. Au Maroc, de récentes études sur les techniques traditionnelles de gestion de l'eau de surface et de la fertilité des sols ont montré qu'une large palette de techniques adaptées aux conditions humaines et agro-écologiques est utilisée. Des améliorations sont proposées pour accroître leur rentabilité et leur efficacité en termes de limitation des pertes en sols, séquestration du carbone et biodiversité.

Les travaux de gestion des bassins versants ont été généralement réalisés par l'État au milieu du 19^e siècle (quelques décennies plus tôt en Autriche) en réponse au besoin de contrôler les crues et réduire l'érosion des sols, qui causaient fréquemment la perte de vies humaines et de grands dommages aux habitats et infrastructures dans la partie basse des vallées et dans les plaines (Encadrés 23 et 24). Les travaux réalisés au cours du 20^e siècle ont visé également la protection des pentes des montagnes entourant les réservoirs artificiels construits pour l'industrie électrique. Dans la plupart des cas, ces travaux – construction de barrages et reboisement – ont été un soutien précieux à l'emploi dans les régions montagneuses où le dépeuplement était déjà un phénomène lar-

gement répandu. Les plantations ont été généralement faites avec des espèces arborées pionnières. Les techniques de génie civil mises en œuvre pour la correction des torrents des montagnes et les techniques de reboisement ont été largement étudiées ; elles sont devenues des matières d'enseignement universitaire et les expériences locales ont stimulé des visites et des contacts internationaux.

Mais certains des facteurs (agriculture et pastoralisme) provoquant le déboisement et l'érosion des sols, ont également constitué, tout au moins localement, des obstacles à la formation d'un nouveau couvert forestier, car les plantations ont réduit les surfaces pâturables et interdit des pratiques traditionnelles d'utilisation des terres, profondément ancrées dans les zones rurales isolées. Le reboisement, qui n'était pas toujours strictement lié aux travaux de gestion des bassins versants, ne représentait pas seulement un problème technique ayant trait à l'écologie et au génie civil. La gestion des bassins versants avait également pour objectif d'améliorer les conditions de vie des secteurs les plus importants de la population et de l'économie : agriculture moderne dans les plaines, villes, industries, routes et voies ferrées, etc. Dans certains cas, ces travaux d'aménagement des bassins versants furent également le prétexte pour le pouvoir politique de marquer son empreinte : le 'nouveau' paysage représentait en effet la signature permanente du pouvoir en place. Bien sûr, cela a apporté aussi, tout au moins temporairement, une solution au chômage. On a peu parlé des sociétés traditionnelles locales vivant dans les territoires de montagne : les terres érodées et la végétation pauvre étaient quand même à la base d'une économie rurale. Les plantations, en particulier lorsqu'elles étaient pratiquées sur des terres collectives (comme les *baldios* au Portugal) ou de grandes propriétés privées louées à de petits fermiers, ont intensifié les difficultés économiques déjà existantes et contribué à accroître le malaise social. Les réponses à ces difficultés prirent la forme évidente du pâturage et de feux illégaux.



Figure 57. Opérations de reboisement en Italie en 1895.



Figure 58. Équipements de correction de torrent au Maroc - Crédit : M. Sabir

Les très vastes programmes de conservation des sols et de l'eau entrepris sur la rive sud de la Méditerranée, avec une approche plus intégrée incluant le pastoralisme, l'agriculture et la foresterie, ont obtenu des résultats quelque peu contrastés, bien au-dessous des attentes. On peut l'attribuer à des connaissances scientifiques insuffisantes et une approche excessivement centralisée, directive et autoritaire.

L'hydrologie forestière et les mesures de conservation des sols n'ont été développées que bien plus tard sur la rive sud de la Méditerranée (Maroc, Algérie, Tunisie). Cela a été entrepris à très grande échelle par l'administration coloniale française, dès 1940 et au-delà, à travers d'ambitieux programmes de gestion des bassins versants et de restauration des terres dégradées, par le boisement et la construction de terrasses (*banquettes*), et une gestion agro-forestière. Le modèle RTM (voir Encadré 22) a inspiré toute cette entreprise, mais il fut transposé dans un contexte différent, à savoir : une mise en œuvre dans des zones à forte densité de population, et le recours à une approche plus intégrée des activités liées au développement rural à l'échelle du paysage. Il a également combiné, dans une large mesure, le génie biologique et le génie civil, avec pour ce dernier l'utilisation des engins lourds alors disponibles (tracteurs, bulldozers, etc.).

Ces travaux, conduits sur plus d'un million d'hectares en Algérie, Tunisie et Maroc, visaient à créer un couvert forestier, consolider les pentes et protéger la mise en valeur de vastes zones, à développer des pratiques agricoles et pastorales durables et à protéger les infrastructures humaines. Ces programmes furent poursuivis ici et là, après que les pays aient recouvré leur indépendance (Figure 58). L'Encadré 25 propose une vue d'ensemble de ces programmes et de leurs résultats. Ils furent réalisés avec une connaissance limitée des processus d'érosion, et selon les principes d'une politique centralisée, autoritaire et « descendante » dans sa conception et dans sa mise en œuvre (l'approche participative n'étant pas encore « à la mode » à l'époque !).

Les raisons principales de l'échec général de ces programmes sont dues à des problèmes techniques et sociaux, qui peuvent être résumés comme suit : i) faible niveau de connaissances de la géologie locale et de la dynamique des sols ; ii) surestimation de

l'érosion en nappe ; iii) surestimation en moyenne du ruissellement, bien qu'il soit important dans le cas de pluies fortes et intenses ; iv) mauvaise qualité des plants utilisés pour les plantations et tendance excessive aux plantations monospécifiques à grande échelle ; v) réticence des populations locales à changer leurs pratiques culturelles et pastorales ; vi) aspects légaux liés à la propriété foncière, etc.

La mise à jour et l'ajustement des politiques de conservation de l'eau et des sols en liaison avec les arbres et forêts, doivent être repensés dans le contexte actuel. Il est urgent d'entreprendre cette démarche aussi vite que possible, sans attendre de nouvelles catastrophes, en utilisant les connaissances les plus récentes et en intégrant tous les aspects liés au développement durable.

Les leçons à tirer de ces entreprises passées pour limiter les dommages dus à l'eau et les pertes en sols sont multiples :

- a) il apparaît clairement que les problèmes environnementaux ne sont pas seulement techniques mais aussi socio-économiques et culturels. Afin d'être efficace et durable sur le long terme, chaque projet devrait toujours être mené avec une forte implication des populations locales. Les administrations locales devraient être davantage en charge des nouveaux développements urbains et des activités rurales traditionnelles.
- b) les problèmes environnementaux sont complexes et couvrent *inter alia* le bilan en eau, l'érosion de la fertilité des sols et le développement économique rural. La solution doit donc intégrer tous les aspects d'un développement durable.
- c) il est crucial de définir des risques acceptables, et les compromis entre des aléas différents et/ou interdépendants.

Dans le contexte actuel, il est évident qu'une approche holistique de la planification et de la gestion des paysages et des territoires s'avère nécessaire. Des événements récents dans le sud de l'Italie ont montré comment les problèmes de conservation incluent non seulement la gestion traditionnelle des bassins versants et le reboisement, mais également l'utilisation inappropriée de zones pour des constructions et des infrastructures sur des terrains géologiquement fragiles. De fait, l'érosion en nappe a diminué au cours des dernières décennies en raison de l'accroissement des surfaces forestières (principalement par succession secondaire) et de la culture raisonnée des sols, mais les feux de forêt peuvent causer des dommages brutaux et importants aux horizons superficiels du sol. Les glissements de terrain et l'érosion en ravine sont les facteurs les plus importants contribuant au transport de sédiments. Les aléas climatiques – comme la sécheresse de l'été 2003 et les fortes pluies de l'hiver 2010 – nous rappellent que les phénomènes naturels ne doivent pas être sous-estimés. Depuis les débuts de la politique de gestion des bassins versants, de nombreux changements ont eu lieu et de nouveaux problèmes sont apparus : la régénération des plantations les plus anciennes, le manque de coupe d'éclaircies et le danger croissant de feu, l'impact de la faune sauvage (ongulés), le nouveau rôle des forêts dans les activités récréatives, la fixation du carbone et la biodiversité. Ces questions doivent être abordées conjointement.

Pour en savoir plus

- Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze 1961. Atti del congresso nazionale sui rimboschimenti e sulla ricostituzione dei boschi degradati. AISF Firenze.
- Arabi, M. , Kedaid, O.E., Bourougaa, L., Asla, T. and Roose, E., 2004. Bilan de l'enquête sur la défense et la restauration des sols (DRS) en Algérie. *Sécheresse (Paris)* 15(1): 87–95.
- Brugnot G. and Cassayre Y. 2003. De la politique française de restauration des terrains en montagne à la prévention des risques naturels XII World Forestry Congress. Québec, Canada. [acceded:http://www.fao.org/DOCREP/ARTICLE/WFC/XII/0034-C3.HTM](http://www.fao.org/DOCREP/ARTICLE/WFC/XII/0034-C3.HTM)
- Lilin, Ch. 1986. Histoire de la restauration des terrains en montagne. *Cah. ORSTOM sér Pédol.*, 22: 139–146.
- Puglisi, S. 1996. Le scienze forestali contro le alluvioni. In: *La difesa dalle alluvioni* (M. Falcia e F. Preti eds.) Consiglio Nazionale delle Ricerche. Pp. 485–499.
- Roose, E. 2004. Evolution historique des stratégies de lutte antiérosive: vers la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES). *Sécheresse (Paris)* 15:1: 9–18.
- Roose, E., Laouina, A. and Sabir, M., 2010. *Adaptation des stratégies paysannes de la gestion conservatoire de l'eau et de la fertilité des sols(GCES) aux conditions écologiques du Maroc.* IRD + ENFI, éditeurs, Montpellier. 380 p.



What Science
Can Tell Us

L'Eau pour les Forêts et les Hommes en Région Méditerranéenne :

un équilibre à trouver

Yves Birot, Carlos Gracia et Marc Palahí (éditeurs)



What Science Can Tell Us

Marc Palahí, Editor-In-Chief
Minna Korhonen, Managing Editor
The editorial office can be contacted at publications@efi.int

Traduction: Catherine Amette
Layout: Kopijyvä Oy / Janne Kuivalainen
Printing: Kopijyvä Oy

Disclaimer: This volume has been developed with the support of the SylvaMED Project “Mediterranean forests for all”, with the financial contribution of the European Union through its European Regional Development Fund and the Programme MED. The views expressed are those of the authors and do not necessarily represent those of the European Forest Institute or the European Union.

ISBN: 978-952-5453-81-2 (printed)
ISBN: 978-952-5453-82-9 (pdf)



EUROPEAN FOREST INSTITUTE