



PLAN D'ACTION POUR LA MEDITERRANEE PROGRAMME D'ACTIONS PRIORITAIRES

PROGRAMME DES
NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT

Rapport français sur l'état des connaissances actuelles en matière de protection des sols contre l'érosion en région méditerranéenne

par Anne-Véronique AUZET (*) et Charles Lilin (**)

Il existe en France deux problématiques de l'érosion des sols dans les zones côtières méditerranéennes.

- Dans les régions de montagne, l'érosion a constitué un problème aigu au XIX^{ème} siècle, du fait d'une pression démographique très forte. Le traitement de ce problème a conduit à créer un service spécialisé, chargé de la restauration des terrains en montagne (RTM). L'érosion a globalement diminué avec la progression des surfaces boisées et toujours en herbe. La lutte contre l'érosion dans les terrains de montagne connaît actuellement un regain d'actualité lié aux incendies de forêts et au développement du tourisme.

- Dans le vignoble méditerranéen, l'érosion constitue un problème endémique. On constate actuellement une certaine aggravation en relation avec l'agrandissement du parcellaire, la mécanisation, un moindre entretien des aménagements et, parfois, avec des transformations des pratiques culturales.

Ce rapport sur l'état des connaissances actuelles en matière de protection des sols contre l'érosion par la pluie dans la région méditerranéenne s'inscrit dans le cadre du projet « Promotion de la protection des sols en tant que composante essentielle de la protection de l'environnement des zones côtières méditerranéennes » qui fait partie du plan d'action méditerranéen (PAM), programme d'action prioritaire (PAP) des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE/UNEP).

Ses objectifs concernent :

- l'identification des phénomènes d'érosion hydrique des sols et de leurs conséquences,
- la surveillance et les recherches expérimentales en la matière,
- les projets de conservation exécutés.

La structure du rapport est celle qui a été décidée par les responsables du projet. Elle comprend deux grandes rubriques :

- l'état des connaissances actuelles,
- les considérations générales.

* Chargée de recherche au CNRS,
Centre d'Etudes et de Recherches
Eco-Géographiques,
CEREG-URA 95CNRS,
Université Louis Pasteur,
3 rue de l'Argonne,
67083 Strasbourg cedex

** Ingénieur du GREF,
Ministère de l'Environnement,
Atelier Central de l'Environnement,
14 boulevard du Général Leclerc,
92524 Neuilly-sur-Seine cedex

Etat des connaissances actuelles en France

Etat de l'érosion des sols par les eaux de pluie dans les zones côtières méditerranéennes

Les formes d'érosion

Les terrains de montagne :

Dans ces régions, les formes concentrées de l'érosion - glissements, érosion torrentielle et ravinements - sont les plus importantes par leurs conséquences.

Pour certains petits bassins fragiles du bassin de la Durance, les taux d'ablation moyens peuvent atteindre 100 à 200t/ha/an (Hénin, 1979 ; Combes, 1981 ; Ouvry, 1988).

Différents processus interviennent dans la fourniture des sédiments qui sont exportés lors des crues : ameublissement du matériel par les alternances de gel-dégel, gélifluxion, glissements, éboulements, microcoulées boueuses sur les versants, laves torrentielles au niveau des drains. Ces différents processus sont marqués par une forte saisonnalité.

Les coteaux occupés par le vignoble :

Ils sont affectés par des formes liées à une érosion diffuse, révélées par le déchaussement progressif des pieds de vigne, et par des ravines qui peuvent atteindre plusieurs dizaines de centimètres de profondeur et de largeur et plus de 100m de long (Le Dain, 1988). Les phénomènes d'érosion n'y sont pas apparus récemment.

R. Guennelon (1956, 1958) mentionnait que, dans la basse vallée du Rhône, les sables argileux de l'Eocène et les formations argileuses, marneuses et sablo-argileuses de l'Oligocène, du Miocène et du Pliocène, étaient particulièrement affectés. R. QUELENNEC (1988) mentionne sur des parcelles expérimentales du vignoble varois des taux d'ablation atteignant 10t/ha pour un orage d'une dizaine de mm en 45mn.

Les zones exposées à l'érosion

Les terrains de montagne :

Sont concernés : le sud du massif alpin, les Pyrénées Orientales et la bordure sud du Massif Central, la Corse. Les formations les plus sensibles sont les marnes et les marno-calcaires, appelées « Terres Noires ». Dans les Alpes du Sud, elles couvrent environ 200 000ha. Il faut cependant noter que toutes les formations meubles peuvent être affectées par des glissements et par des ravinements, notamment lors des grands abats d'eau.

Les anciens terrains de culture :

Autrefois cultivés, ils ont été abandonnés avec la déprise rurale et la diminution de la pression démographique. Ils sont actuellement colonisés par des formations végétales ligneuses : arbustes, pin noir et pin sylvestre pour les zones de collines et de montagnes de l'arrière pays, pin d'Alep pour les zones côtières. Ce couvert végétal paraît suffisant pour protéger le sol de l'érosion. Cependant, ces essences ligneuses sont particulièrement combustibles : les incendies prennent facilement une grande ampleur, et induisent localement des reprises d'érosion sur les versants.

L'abandon de l'entretien des aménagements réalisés pour les cultures conduit localement à des ravinements lorsque les terrasses s'effondrent et à des mouvements de masse lorsque les canaux d'irrigation se transforment en drains d'infiltration.

Les vignobles de coteaux :

Ils occupent une place importante dans la basse vallée du

Rhône et, d'une manière générale, dans l'ensemble de la bordure française de la Méditerranée. Les zones les plus exposées sont les coteaux en forte pente et les formations meubles particulièrement érodables (les mollasses de la plaine de Béziers et les pélites rouges près du lac de Salagou, par exemple), même sur pente faible.

Genèse du phénomène et facteurs d'influence

Les terrains de montagne :

Au XIXème siècle, ils étaient touchés par des phénomènes d'érosion qui ont eu des conséquences particulièrement graves. La pression démographique dans les régions de montagne était forte et avait alors nécessité d'étendre les labours et d'augmenter le troupeau. Cette crise érosive avait motivé la mise en place d'une action de grande envergure, la restauration des terrains de montagne (RTM, lois de 1860, 1864, 1882), qui comprenait des reboisements, des ouvrages de correction de torrents et la réglementation du pâturage. Il s'agissait de prévenir les risques d'inondation dans les basses vallées et les débordements torrentiels sur les cônes de déjection habités ou sur les axes de communications (Crecy, 1982 ; Lilin, 1987).

Actuellement, on peut considérer que la progression des surfaces boisées et des surfaces toujours en herbe a conduit à une certaine réduction de l'érosion en montagne. Cependant, l'urbanisation de la montagne constitue dans certains cas un nouveau facteur d'aggravation. Les chemins et les routes notamment créent de nouveaux problèmes : incisions, remblais, perturbation de la circulation du ruissellement.

Les incendies de forêt peuvent être à l'origine d'une reprise d'érosion spectaculaire comme ce fut le cas en juillet 1982, sur le versant de Chamatte, au-dessus de la commune d'Angles (Alpes-de-Haute-Provence) : à la suite d'un incendie, une averse, d'une période de retour inférieure à 10 ans, a réactivé d'anciennes ravines et provoqué des débordements et des engravements dans les communes en aval (Bonnet, 1984).

Les vignobles de coteau

Les phénomènes d'érosion y sont endémiques. La transformation des pratiques culturales entraîne, comme dans l'ensemble des vignobles sur coteaux en France, des modifications, parfois ambivalentes. Le désherbage chimique des interrangs favorise la formation et le maintien d'états de surface compacts, propices à la formation du ruissellement et à sa concentration, mais favorable également à une meilleure résistance à l'érosion diffuse. R. Quelennec (1988) mentionne un accroissement du coefficient de ruissellement de 10 à 50% pour une pluie de 15mm/h en 45mn selon que le sol a été sarclé ou est encroûté. La mécanisation des travaux du vignoble favorise la concentration du ruissellement. Cette concentration est encore accélérée par l'agrandissement du parcellaire. Le moindre entretien d'aménagements tels que les murettes ou les fossés favorise également le ravinement.

Le Midi viticole, longtemps région de monoculture productrice d'un vin de coupage de qualité moyenne, tente une diversification des cultures et des productions viticoles, basée sur une sélection des terroirs et des cépages. Les incertitudes font apparaître le problème de l'érosion comme secondaire ou prématuré, à la différence d'autres régions de vignobles sur coteaux. Les pertes en sol importantes n'ont pas motivé jusqu'à présent une volonté politique d'y remédier.

Les facteurs d'influence non-anthropiques :

L'érosion est un phénomène naturel dans les régions méditerranéennes françaises, lié d'abord à la vigueur du relief et à l'agressivité du climat.

En France, c'est dans cette zone que l'érosivité des pluies est la plus forte : la valeur moyenne annuelle de l'indice R de Wischmeier y est de 250 à 300. Les pluies qui se produisent d'août à novembre sont les plus agressives, puisqu'elles représentent à elles seules près des deux tiers de la valeur moyenne annuelle de l'indice (Pihan, 1979). Cependant, cet indice ne traduit pas la très grande diversité régionale des conditions climatiques.

Dans les terrains de montagne, la dynamique actuelle est due en grande partie à la tectonique et à la dissection récentes ainsi qu'aux déséquilibres post-glaciaires. Les phénomènes d'érosion se produiraient sans intervention anthropique (par exemple dans les terres noires de l'Embrunais et de l'Ubaye), mais peuvent être aggravés par l'intervention humaine.

Les alternances de gel et de dégel, d'humidification et de dessiccation exercent une influence importante sur la désagrégation du matériel des versants et sur la transformation de l'état de surface (notamment de la porosité), particulièrement dans les terrains marneux et marno-calcaires des Hautes-Alpes (Coulmeau, thèse en cours ; Quelennec, 1988), les calcaires de Basse-Provence (Gabert, 1981) et de la bordure du Massif Central (Cohen, 1984 ; Cosandey et al., 1987).

De tels mécanismes qui ont une influence à la fois sur le détachement du matériel et sur la formation du ruissellement sont influencés par l'altitude et l'exposition.

G. Soutade (1980) mentionne l'importance des grands abats d'eau ayant une période de retour pluriséculaire pour la reprise de l'érosion pluviale des versants supraforestiers des Pyrénées Orientales.

Mais le climat ne porte pas à lui seul la responsabilité de l'érosion puisque la présence d'une formation végétale, même dégradée, suffit à réduire les pertes en terre dans des proportions parfois considérables (Clauzon et Vaudour, 1971 ; Martin, 1986) : des mesures effectuées sur des bassins expérimentaux en roche argilo-gréseuse de la région d'Aix-en-Provence indiquent une différence d'un ordre de grandeur entre celui dont le sol est dénudé et celui qui est recouvert d'une végétation de pins d'Alep et de buissons épineux (Gabert, 1965). Les mesures effectuées sur des parcelles expérimentales dans le Massif des Maures, sur roches métamorphiques, amènent leur auteur aux mêmes conclusions (Martin, 1986).

Cette analyse est partagée par les services de la R.T.M., inquiets des conséquences des incendies de forêts pour la reprise de l'érosion sur les versants. Elle est

encore confirmée par les chercheurs qui ont étudié la dynamique des parcours du bétail et en constatent la stabilisation, liée notamment à la diminution de la charge pastorale. Ils mentionnent que l'ouverture locale du couvert végétal peut être à l'origine d'une reprise des processus érosifs (Cohen, 1984 ; Muxart et al., 1987).

Le couvert végétal est donc, pratiquement partout, le facteur essentiel à prendre en compte. Il est étroitement lié aux conditions morpho-pédologiques. Sa dynamique peut être largement modifiée par les activités humaines.

De nombreuses études décrivent les sols et d'une manière plus générale les « formations meubles » des versants affectés par l'érosion : on remarquera surtout que des phénomènes d'érosion ont pu être mentionnés sur à peu près tous les types de substrats meubles existant dans la région (cf. bibliographie).

La question des facteurs d'influence appelle une remarque concernant les échelles d'appréhension. A une échelle suffisamment globale, les facteurs bioclimatiques et morphopédologiques sont certes déterminants. Ceux-ci indiquent une sensibilité forte aux processus d'érosion pour le Midi Méditerranéen français.

Cependant, à l'échelle des milieux locaux, l'évaluation du poids des différents « facteurs » n'apporte pas de solution directe aux problèmes de conservation des sols. Dans les bassins versants, des zones limitées, affectées par des processus particuliers (glissements, ravinements de type badlands, activité torrentielle) ont souvent une influence importante sur le volume des sédiments exportés. Les liens entre les différents facteurs d'influence ne sont pas de même nature pour les différents processus : ce constat implique la plus grande prudence vis-à-vis de l'interprétation des corrélations qui peuvent être établies globalement, pour l'ensemble d'un bassin, entre certains facteurs et les taux d'ablation.

Effets sur l'environnement :

L'érosion des terrains de montagne continue de poser des pro-

blèmes en termes de risques pour les vallées. Certains incendies de forêts, suivis de précipitations importantes, occasionnent des dégâts à l'aval particulièrement graves, lorsque les écoulements chargés en terre atteignent des habitations ou détériorent les infrastructures.

Les phénomènes d'érosion dans les terrains de montagne, sont quelquefois liés à la déprise rurale : un certain nombre d'aménagements (murets, fossés, terrasses...) ne sont plus entretenus et peuvent occasionner des problèmes. La question de la protection des sols, et d'une manière plus générale de l'environnement, ne se pose plus en termes de désintensification agricole et doit

davantage passer par une politique d'aménagement et de développement local.

L'apport de matières solides dans les cours d'eau contribue aussi à la dégradation de milieux écologiques situés en aval : c'est le cas de l'étang de Berre qui récupère une partie des eaux chargées de la Durance, du fait de la dérivation de l'eau par les canaux.

Par contre, il paraît difficile actuellement de chiffrer la part de la responsabilité de l'érosion des sols par la pluie en région méditerranéenne française dans la pollution d'origine tellurique du littoral méditerranéen. Cette pollution a d'ailleurs de multiples causes liées à l'occupation dense de la ligne de rivage.

compte notamment les phénomènes d'érosion hydrique, doivent également être réalisées dans les Baronnies, à une échelle supérieure au 1/10 000 par la RCP « mouvements de terrain, érosion hydrique » du C.N.R.S..

Recherche expérimentale et modélisation

Les recherches expérimentales sont réalisées sur parcelles expérimentales (Université d'Aix-Marseille, B.R.G.M.), à l'aide de simulateurs de pluie type O.R.S.T.O.M. (LA 141 du C.N.R.S. et Cemagref), sur des sites pilotes ou des bassins versants (Cemagref, B.R.G.M., RCP « mouvements de terrain, érosion hydrique » du C.N.R.S.).

L'atelier « érosion et transports solides » du B.R.G.M. et l'O.R.S.T.O.M. ont réalisé un certain nombre de mesures pour évaluer la production de sédiments par les ravines dans les badlands du BVRE de St-Génis dans les terres noires des Hautes-Alpes. Les mesures réalisées depuis 1986 ont pour objectif de dégager les relations empiriques d'un modèle permettant la simulation de la production saisonnière de sédiments des ravines sous l'effet des pluies durant l'été et l'automne.

Les recherches effectuées dans le cadre d'un programme P.I.R.E.N. par l'U.A. 141 du C.N.R.S. et le Cemagref visent à préciser la dynamique actuelle des parcours du bétail sur le Lingas et le Causse-Méjan et son impact sur l'érosion.

La RCP 80849 du C.N.R.S. « mouvements de terrain, érosion hydrique » mène actuellement des recherches sur la mobilisation des débris grossiers suivant les modalités du ruissellement, la géomorphologie et le couvert végétal, dans les zones érodées des Baronnies.

La division « Protection contre les érosions » du Cemagref, qui travaille avec les services départementaux de R.T.M., a équipé des bassins versants expérimentaux représentatifs situés à Draix (à proximité de Digne) sur les marnes noires du callovo-oxfordien, terres extrêmement sensibles aux phénomènes d'érosion.

Surveillance continue et recherches expérimentales

Les travaux qui concernent l'érosion des sols par l'eau dans la région méditerranéenne française sont menés par des organismes dont les objectifs, et ainsi les approches, peuvent être très différents (cf. bibliographie et liste des adresses).

Cartographie

A très petite échelle, il faut mentionner ici la cartographie réalisée dans le cadre du programme *CORINE* « érosion et importantes ressources en sol » à l'échelle du 1/1°000'000. Le zonage est fait pour différents thèmes (érodabilité des terres, couvert végétal, érosivité des pluies, zones irriguées...) qui seront ensuite croisés. Le projet concerne en France les régions Aquitaine, Midi-Pyrénées, Languedoc-Roussillon, Provence-Alpes-Côte d'Azur, Corse, ainsi que les départements de la Drôme et de l'Ardèche. Il est réalisé sous la responsabilité scientifique de l'I.N.R.A., qui collabore pour les aspects érosivité avec le B.R.G.M.

Une cartographie de l'érosion hydrique potentielle a également été établie pour l'ensemble de la France à l'échelle du 1/2 500 000, en prenant en compte la pente et les formations superficielles

(Cadeville-Levy et Vogt, à paraître).

Ces types de cartes apportent un certain nombre d'informations générales sur la zone méditerranéenne française : compte tenu de leur échelle, elles ne constituent cependant pas un outil d'analyse pour l'aménagement local (par exemple au niveau de petits bassins) ou pour la recherche expérimentale.

Des études cartographiques à l'échelle du 1/25000 ou du 1/50000 sont réalisées par le Cemagref et les services départementaux de la R.T.M. pour des bassins petits ou moyens de quelques dizaines de km² à 1000 km². Cette cartographie est l'un des éléments d'une approche intégrée du bassin débouchant sur la planification d'actions de conservation des sols. Le document d'aménagement définit d'abord la sensibilité des sols à l'érosion, puis la qualité du couvert végétal. Une opération importante est en cours actuellement dans les Alpes de Haute-Provence, dans le cadre de la problématique de l'envasement de l'étang de Berre ; elle utilise les résultats des bassins versants représentatifs expérimentaux (BVRE) de Draix.

Des cartes de risques morphodynamiques, qui prennent en

Les terrains concernés appartiennent à l'Etat (séries domaniales R.T.M.) et pourront faire l'objet de travaux de restauration et de végétalisation contrôlés et programmés. Le projet, élaboré en 1978, concerne trois bassins dont les superficies varient de 73 à 108ha, un petit bassin de 8ha et une parcelle de 1330 m².

Les objectifs initiaux du projet étaient d'évaluer l'efficacité des aménagements de protection contre l'érosion : l'ensemble des trois bassins permet en effet la comparaison d'un bassin dégradé (le Laval, 86ha), avec un bassin reboisé au siècle dernier (le Brusquet, 108ha) et un bassin actuellement dégradé mais qui sera reboisé (le Francon, 73ha). Des recherches dans le domaine des transports solides (modélisation physique et mathématique), ainsi que des recherches concernant les aspects météorologiques en hydraulique torrentielle (mesure des écoulements chargés et interprétation des mesures) complètent actuellement le projet initial.

Enfin, concernant le vignoble, des recherches sont actuellement réalisées par le B.R.G.M. sur des parcelles expérimentales (1 m² à 100 m²) et sur un bassin versant viticole et forestier de l'Aille, dans le Var. Elles ont pour objectif d'évaluer l'impact des actions anthropiques sur les processus érosifs et de modéliser la production de sédiments dans un bassin versant hétérogène.

Méthodes d'évaluation du risque d'érosion :

Les méthodes d'évaluation employées actuellement sont essentiellement cartographiques, basées sur l'appréciation d'un certain nombre de facteurs. Elles ont été décrites précédemment.

Expériences existantes et perspectives pour le travail futur

Les techniques de restauration des terrains de montagne sont maîtrisées et expérimentées en vraie grandeur depuis longtemps, cependant le contexte social et économique n'est plus celui des gigantesques travaux de restaura-

tion de montagne de la fin du XIX^{ème} siècle. Il est nécessaire de pouvoir comparer l'efficacité et la rentabilité des différents types de travaux possibles.

En ce qui concerne les zones agricoles, et notamment le vignoble, le problème de l'érosion des sols se pose dans les régions méditerranéennes, mais également dans d'autres régions fran-

çaises. Des recherches concernant les processus d'érosion spécifiques aux sols cultivés et des actions de sensibilisation ont été engagées dans plusieurs régions ces dernières années (Lilin et Paulet, 1987 ; Auzet, 1987 ; Litzler, 1988 ; Boiffin et Papy, 1988 Ouvry (air press) ; Cemagref, 1987 ; Gril et Canler, 1985) et devraient être développées.

Projets de conservation des sols exécutés

Le service de Restauration des Terrains en Montagne a développé depuis un siècle un important effort dans le domaine de la conservation des sols, en particulier dans la montagne méditerranéenne. La division « Protection contre les érosions » du Cemagref dispose de compétences techniques, méthodologiques et socio-économiques dans ce domaine et met au point les outils pédagogiques et les actions de formation correspondants (stages, assistance technique pour les cas difficiles, notes techniques).

Pour les terres agricoles, il n'existe pas à l'heure actuelle de projet de conservation stricto-sensu : les administrations centrales de l'environnement et de l'agriculture mettent l'accent sur la sensibilisation et l'information (stages de formation continue, publication de brochures, création d'outils pédagogiques).

Service national de la conservation des sols

Pour la zone de montagne, il existe le service de Restauration

des Terrains en Montagne. C'est un service d'Etat, rattaché au ministère de l'agriculture, disposant :

- d'un niveau national d'animation et de coordination,

- de dix services départementaux (100 personnes dont 80 ingénieurs et techniciens) ; les départements concernés sont la Savoie et la Haute-Savoie, l'Isère, les Alpes de Haute-Provence, les Hautes-Alpes, les Alpes-Maritimes, les Pyrénées-Atlantiques, les Hautes-Pyrénées, les Pyrénées-Orientales et l'Aude ;

- d'un organisme de recherche et d'appui (par conventions), le Cemagref, divisions « Protection contre les Erosions » et « Nivologie ».

Le financement est assuré :

- pour les salaires et le fonctionnement des services RTM, par l'Etat,

- pour les interventions, par l'Etat et les collectivités territoriales (régions, département, communes).

Considérations générales

Problèmes d'érosion des sols par la pluie propres aux zones côtières méditerranéennes

Le Midi méditerranéen français est naturellement sensible à l'érosion du fait de

- son appartenance à une zone bioclimatique marquée par les

contrastes et l'agressivité climatiques, qui se traduisent par un total de précipitations élevé et concentré dans le temps,

- une proportion importante de

« terrains de montagne », en pente forte, où les sols et, plus généralement, les formations meubles sont particulièrement exposés.

L'érosion des terrains de montagne, à l'origine de dégâts particulièrement spectaculaires au XIX^{ème} siècle, a été globalement réduite grâce aux travaux de restauration des terrains en montagne (R.T.M.) - reboisement des terrains dégradés et correction des torrents - entrepris à partir de la deuxième moitié du XIX^{ème} siècle par les services forestiers.

Actuellement, ces versants de montagne peuvent néanmoins se retrouver exposés aux processus d'érosion à la suite d'incendies de forêts ou d'aménagements mal raisonnés : pistes ou routes, urbani-

sation de stations touristiques...

Certains phénomènes d'érosion sont anciens et permanents dans les vignobles de coteaux, sur l'ensemble du territoire français (Litzler, 1988) et en particulier dans la vallée du Rhône où ils sont relativement anciens (Guennelon, 1956, 1958). Cette monoculture conduit souvent à laisser le sol nu en permanence : lors des violents orages, le sol se trouve ainsi directement exposé à l'impact des gouttes de pluie et à l'incision par l'écoulement. Les matériaux arrachés sont transportés rapidement vers l'aval par le ruissellement.

Par contre, le Midi méditerranéen français ne comprend pas de zones de grande culture comme dans le bassin de la Garonne, dans le Nord et dans l'Ouest (Nor-

mandie, Bretagne) qui connaissent depuis quelques décennies une aggravation des phénomènes d'érosion. Dans ces dernières régions, la rapidité et l'importance des transformations de l'agriculture depuis la fin de la deuxième guerre mondiale n'ont pas permis d'en prévoir à temps toutes les conséquences. Cependant, compte tenu de la volonté actuelle de diversification des cultures dans la basse vallée du Rhône et dans le Languedoc, l'attention mérite d'être attirée sur les risques d'un développement de l'érosion des sols avec des cultures annuelles, telle qu'elle est connue actuellement dans les régions voisines du Lauragais et du Béarn, où elle prend un caractère inquiétant les années pluvieuses.

Résultats atteints et tendances en matière de contrôle de l'érosion

La restauration des terrains de montagne (Crecy, 1982 ; Mura, 1985, 1988 ; Lilin, 1987) :

La R.T.M. est une opération importante de lutte contre l'érosion des terrains en montagne. Motivée au départ par l'accélération de l'érosion de ces terrains au XIX^{ème} siècle, elle a mobilisé des moyens très importants entre 1860 et 1914. A cette époque, des crues torrentielles envahissaient les villages et coupaient les routes, au niveau des hautes vallées. A l'aval, l'encombrement du lit des cours d'eau par les transports solides et l'augmentation des pointes de crues provoquaient de graves inondations dans les vallées des fleuves.

Les travaux réalisés dans l'ensemble des massifs de montagne (Alpes, Pyrénées, Massif Central) concernent le reboisement (250 000ha) et la correction des torrents (environ 1000) par des barrages et ouvrages divers. L'Etat avait acquis par expropriation ou à l'amiable 400 000ha de terrains dégradés.

Cependant, les changements récents de l'utilisation de la mon-

tagne ont profondément modifié la nature des risques naturels et les enjeux de la protection, de sorte que les objectifs de la R.T.M. ont évolué :

- la régularisation du régime des fleuves n'est plus un objectif principal de la R.T.M., elle est assurée par d'autres moyens (lacs de retenue) et, par ailleurs, la forêt a reconquis de vastes surfaces,

- la protection des aménagements hydrauliques contre l'envasement, donc la réduction des débits solides, constitue un objectif d'actualité,

- la protection contre les risques de proximité, comme les mouvements de masse et les crues torrentielles est encore un objectif important,

- à ces objectifs s'ajoutent maintenant celui du maintien du cadre de vie, en assurant un milieu naturel écologiquement équilibré.

La lutte contre l'érosion dans les vignobles

Elle n'est pas spécifique au Midi méditerranéen. Pour l'instant, un certain nombre d'études et

d'expérimentations sont en cours dans plusieurs vignobles de coteaux (Var, Champagne, Alsace, Beaujolais). Elles concernent soit des techniques de protection du sol (Cemagref, I.N.R.A.), soit la modélisation du fonctionnement hydrologique des petits bassins versants de vignoble (Cemagref ; B.R.G.M.).

Compte tenu de la nécessité d'une volonté politique locale et individuelle pour la mise en oeuvre de solutions adaptées au vignoble (il s'agit de terrains privés), l'accent est mis actuellement sur la sensibilisation et la formation. Les administrations centrales de l'agriculture et de l'environnement ont fait réaliser des documents de vulgarisation des connaissances (Walch et al., 1986 ; Litzler, 1988 ; Le Dain, 1988). Des actions de formation continue ont été entreprises. Dans certains départements, comme la Saône et Loire, des politiques contractuelles entre les collectivités territoriales départementales et locales et la profession viticole sont en cours d'élaboration. Pour des raisons d'ordre socio-économique, le contexte est actuellement moins favorable dans le vignoble languedocien.

Perspectives d'une amélioration des connaissances dans le domaine de la protection des sols dans les zones côtières de la Méditerranée et possibilités de renforcement de la coopération méditerranéenne au sein du programme PAP

Ce rapport a longuement insisté sur la double problématique de la protection des sols dans les régions méditerranéennes françaises, les terrains de montagne étant à distinguer des coteaux ou glacis.

Les priorités d'une amélioration des connaissances dans le domaine de la protection des sols en montagne concernent :

- l'altération et la désagrégation des formations meubles, en particulier des marnes noires,
- les quantités de matériaux exportés (la mesure des transports solides et de l'évolution de la topographie),
- l'hydraulique des écoulements fortement chargés,
- la modélisation des transferts liquides et solides,
- l'adaptation des techniques de conservation aux contextes technologique et économique actuels.

En ce qui concerne les coteaux cultivés, notamment en vigne, les priorités concernent :

- la quantification de la formation du ruissellement et des transferts de sédiments à l'échelle de parcelles et de bassins versants,
- la mise au point de techniques de protection adaptées aux méthodes d'exploitation actuelles et aux objectifs de qualité.

Enfin, dans les deux cas, les perspectives d'amélioration des

connaissances doivent être accompagnées d'un transfert de ces connaissances aux professionnels et d'une information des décideurs locaux.

Les échanges d'expériences et collaborations qui pourraient être mises en oeuvre dans le cadre du P.A.P., trouveraient un accueil favorable de la part des organismes français concernés.

En montagne, l'expérience acquise par les services de R.T.M. et le laboratoire d'expérimentations du Cemagref que constituent les bassins versants expérimentaux de Draix, pourraient servir de support à une coopération.

Dans le vignoble, les expérimentations et actions de transfert des connaissances réalisées en France profiteraient utilement de la confrontation avec des travaux semblables menés dans les autres pays du bassin méditerranéen.

Remerciements

Nous remercions tous ceux qui nous ont fourni articles et rapports, ainsi que tout particulièrement Le Professeur René Raynal, pour ses précieuses remarques.

A.-V.A.
Ch. L.

Références bibliographiques

Auzet A.V., 1987 : L'érosion des sols cultivés en France sous l'action du ruissellement. *Annales de Géographie* 537, p.529-556.

Auzet A.V., 1987 : L'érosion des sols par l'eau dans les régions de grande culture : aspects agronomiques. CEREGR-UA 95 C.N.R.S.,

ministère de l'environnement, ministère de l'agriculture, 60p.

Bedel J., Koohafkan P, Roose E., 1985 : Erosion hydrique et restauration des sols : 15 ans de travaux menés par les organismes de recherche et les sociétés de développement français. Rapport ministère de

l'environnement, ministère de l'agriculture, 95p.

Boiffin J., PAPY F., 1988 : Prévision et maîtrise de l'érosion : influence des systèmes de culture. *Perspectives Agricoles* 122, p.93-98.

Bonnet D., 1984 : La reconstitution d'une forêt de protection : vers une nouvelle image des forêts des Alpes sèches. *Revue forestière française*, XXXVI, 6, p.459-467.

Cadeville-Levy G., Vogt H., : Carte de l'érosion hydrique potentielle des sols en France, 1/2 500 000. A paraître dans « Atlas de la France RECLUS ».

Cemagref, 1985 : L'étude de l'érosion des marnes des Alpes du Sud : les bassins versants expérimentaux de Draix. *Informations Techniques* 59-4, 6p.

Cemagref, ONF-R.T.M., 1988 : Les bassins versants expérimentaux de Draix ; étude et mesure de l'érosion. Note de présentation et de synthèse. Cemagref, divisions protection contre les érosions et Hydraulique générale, ONF, service R.T.M. des Alpes de Haute-Provence, 38p.

C.I.E.M. (Centre Interuniversitaire d'Etudes Méditerranéennes)-Poitiers, 1988 : Géomorphologie et dynamique des bassins versants élémentaires en régions méditerranéennes. Actes de la table ronde organisée à Poitiers les 4 et 5 déc. 1987. *Etudes Méditerranéennes fasc.12*, 402p.

Clauzon G., Vaudour J., 1969 : Observations sur les effets de la pluie en Provence. *Zeitschrift für Geomorphologie* 4, p.390-405.

Clauzon G., Vaudour J., 1971 : Ruissellements, transports solides et transports en solution sur un versant aux environs d'Aix-en-Provence. *Revue de géographie Physique et de Géologie Dynamique*, vol. XIII(5), p.489-504.

Cohen M., 1984 : Dynamique saisonnière de la pelouse caussenarde pâturée (Causse Méjan, Lozère. Travaux du laboratoire de Géographie Physique n°13 (Université de Paris VII), 91p.

Combes F., 1981 : Le barrage du Seignon, un exemple de sédimentation. Note interne Cemagref, 6p.

Combes F., 1982 : Réflexions sur les problèmes d'érosion dans les Alpes de Haute-Provence. *Revue forestière française*, XXXIV, p.61-76.

Cosandey C., Billard A., Muxart T., 1987: Present day evolution of gullies formed in historical times in the Montagne du Lingas, Southern Cevennes, France. In : Gardiner V.(ed.), *International Geomorphology 1986, Part II*,

Wiley, p.523-531.

Cosandey C., Muxart T., 1987 : Estimation du risque érosif lié à l'extension des terres agricoles sur le Causse Méjan. Rapport de recherche, C.N.R.S./PIREN, Meudon.

Cosandey C., Muxart T., 1988 : Estimation du risque érosif sur les versants nouvellement défrichés et cultivés du Causse Méjan. A paraître dans les Annales du Parc National des Cévennes.

Crecy L. de, 1982 : La restauration des terrains en montagne, actualité d'une entreprise centenaire. Revue Forestière Française XXXIV(5), p.7-17.

Deffontaines J.P., Montard F. de, 1968 : Essai d'appréciation du danger dans les vergers de fortes pentes en moyen Vivarais. Annales Agronomiques, 19 (3), p.349-364.

Dutil P., 1982 : Erosion in France - regional problems, technical solutions and the state of research. Report E.U.R. 8427 E.N. (Soil erosion, abridged proceedings of the workshop on soil erosion and conservation, Florence, oct. 1982), p.47-49.

Gabert P., 1965 : Recherches sur l'érosion dans deux bassins expérimentaux sous climat méditerranéen région d'Aix-en-Provence. I.A.H.S.-I.A.S.H., symposium de Budapest pub.66, p.380-387.

Gabert P., Marre A., Riser J., 1981 : Processus d'érosion avec intervention du gel sur des versants-témoins en Basse-Provence intérieure (France). Méditerranée n°1, p.13-20.

Gril J.J., Canler J.P., 1985 : Beaujolais : l'érosion attaque les vignobles. Cultivar, spécial sols et sous-sols, 184, p.35-39.

Guennelon R., 1956 : Cas d'érosion sur vignoble dans le Gard. Contribution à l'étude de l'érosion des sols du Bas-Rhône (I). Annales Agronomiques V, p.777-808.

Guennelon R., 1958 : Contribution à l'étude de l'érosion des sols du Bas-Rhône. II-Sols sur sables miocènes et pliocènes dans le Vaucluse IV, p.453-480.

Guennelon R., Gilly G., : Les facteurs de l'érosion des sols dans la basse vallée du Rhône. AIHS-IAHS, commission d'érosion continentale, publ.59, p.183-192.

Henin S., Gobillot T., 1950 : L'érosion en France. Bulletin Technique d'Information (Ministère de l'Agriculture) 50, p.431-433.

Julian M., 1976 : Les Alpes Maritimes Franco-Italiennes. Etude Géomorphologique. Thèse d'Etat, université d'Aix-Marseille II. Publiée en

1980, 836p.

Ledain A.Y., 1988 : L'érosion dans le vignoble Languedocien. Rapport I.A.R.E., ministère de l'environnement, ministère de l'agriculture, 69p.

Lilin C., Paulet B., 1987 : L'érosion des sols cultivés en France : développement actuel et actions entreprises. Bulletin Technique d'Information (Ministère de l'Agriculture) 417, p.71-94.

Lilin C., 1986 : Histoire de la restauration des terrains en montagne au 19ème siècle. Cahiers O.R.S.T.O.M., série Pédologie, XXII(2), p.

Martin C., 1975 : L'érosion des sols sur roches métamorphiques en milieu méditerranéen provençal : les enseignements d'une station expérimentale. Revue de Géomorphologie Dynamique, t.XXIV (1), p.49-63.

Martin C., 1986 : Contribution à l'étude de la dynamique des versants en roches métamorphiques ; l'exemple du massif des Maures. Thèse doctorat d'Etat, Univ.ParisI, 935p.

Martin C., 1988 : Les phénomènes d'érosion chimique et mécanique dans le Massif des Maures : approche quantitative sur roches métamorphiques. Etudes Méditerranéennes fasc.12, p.117-134.

Meunier, Cambon, Olivier, Mathys, Combes, 1987 : Bassins versants expérimentaux de Draix : compte-rendu de recherches en érosion et hydraulique torrentielle. Cemagref, O.N.F.-R.T.M., 128p.

Ministère de l'environnement, 1987 : La protection de l'environnement méditerranéen. Contribution de la France. Rapport Ministère de l'environnement 253p.

Ministère de l'environnement, 1988 : Etat de l'environnement, édition 1987. Données statistiques commentées, thème d'environnement. Rapport ministère de l'environnement, Service de la recherche, des études et du traitement des informations sur l'environnement 262p.

Mura R., 1985 : Méthodologie de programmation des actions de restauration de terrains en montagne. Bulletin Technique d'Information (Ministère de l'Agriculture) 399/401, p.265-269.

Muxart T., Billard A., Cohen M., Coasandey C., Deneffe M., Fleury A., Guerrinil M.C., 1986 : Dynamique physique récente des versants sur les hautes terres cévenoles (Espérou-Lingas), en relation avec l'occupation humaine dans les Cévennes. Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest, t 57(3) « L'élément et le système », p.375-394.

Muxart T., Egels Y., Pirot F., Rollin

A., Billard A. Coasandey C., 1988 : Utilisation de la photogrammétrie et des modèles numériques de terrain dans le suivi cartographique de la dynamique physique de bassins versants élémentaires : l'exemple du bassin versant de l'Airette dans la montagne du Lingas. Etudes Méditerranéennes fasc.12, p.35-44.

Muxart T., Coasandey C., Billard A., Valadas B., 1987 : Dynamique des versants et occupation humaine dans les Cévennes (Montagne du Lingas). Bulletin de l'Association des Géographes Français, Paris, p.1-40.

Olivry J.C., 1988 : Réflexions sur la mesure et l'estimation des bilans d'exportation de matières solides en zones sensibles à l'érosion. L'expérience des premiers travaux sur les bassins versants des marnes noires du pic Saint-Loup (Montpellier) et des Alpes du Sud (B.V. PACA). Etudes Méditerranéennes fasc.12, p.

Ouvry J. F. (in press). Effet des techniques culturales sur la susceptibilité des terrains à l'érosion par ruissellement concentré : expérience du Pays-de-Caux. Cahier O.R.S.T.O.M., série Pédologie.

Pihan J., 1979 : Risques climatiques d'érosion hydrique des sols en France. In H.Vogt et T.Vogt (eds.) Colloque sur l'érosion des sols en milieu tempéré non-méditerranéen (Strasbourg-Colmar, sept.1978), p.9-18.

Quelennec R.E., 1987 : Etude préliminaire de la production de sédiments par les ravines dans les badlands du B.V.R.E. de St-Génis (Hautes-Alpes). Rapport B.R.G.M., département géologie marine et sédimentologie dynamique (réf.87 SGN 114 MAR), 29p

Quelennec R.E., 1988 : Erosion des sols des bassins versants en région méditerranéenne. Présentation des actions récentes du B.R.G.M. et des principaux résultats obtenus. Rapport B.R.G.M., département géologie marine et sédimentologie dynamique (réf.88 SGN 602 GEO), 5p.

Rudel Ch., 1982 : La reforestation du bassin du Haut-Vallespir dans les Pyrénées-Orientales. Revue Forestière Française XXXIV(5), p.20-31.

Soutade G., 1980 : Modelé et dynamique actuelle des versants sup forestiers des Pyrénées Orientales. Thèse d'Etat, Université Bordeaux III, 452p.

Walch L., Certain F., Lambert P., 1986 : Maîtrise du ruissellement et de l'érosion en vignoble de coteau. Guide à l'usage des aménageurs. Cemagref, ministères de l'agriculture et de l'environnement, 145p + annexes.

Résumé :

Cet article est le rapport français rédigé dans le cadre du projet « Promotion de la protection des sols en tant que composante essentielle de la protection de l'environnement des zones côtières méditerranéennes » qui fait partie du plan d'action méditerranéen (PAM), programme d'action prioritaire (PAP) des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE).

Ses objectifs concernent, pour le territoire français, l'identification des phénomènes d'érosion hydrique des sols et de leurs conséquences, la surveillance et les recherches expérimentales en la matière, les projets de conservation exécutés.

L'érosion est un phénomène naturel dans les régions méditerranéennes françaises, lié d'abord à la vigueur du relief et à l'agressivité du climat. Dans ce contexte, la couverture végétale est un facteur essentiel.

Les terrains de montagne, où les travaux de restauration (reboisement et correction des torrents) entrepris à partir de la fin du XIX^{ème} siècle ont permis de réduire globalement les risques ; ils se retrouvent exposés à la suite des incendies de forêts ou du fait d'une pression touristique importante. Les anciens terrains de cultures, actuellement en friche, sont colonisés par des formations végétales ligneuses qui suffisent à protéger le sol mais sont particulièrement combustibles, d'où des reprises d'érosion. Enfin, les vignobles de coteaux connaissent régulièrement et depuis longtemps des phénomènes d'érosion.

Les recherches expérimentales menées actuellement concernent surtout les terrains de montagne et plus particulièrement l'évaluation de l'efficacité des travaux de reboisement et l'hydraulique torrentielle. Les recherches menées en France concernant l'érosion des vignobles de coteaux ne sont pas spécifiques à la région méditerranéenne.

Summary :

French report on the state of Art in the field of soil protection against rainfall induced erosion in the mediterranean zone of France.

This paper is the French report made within the framework of the project "Promotion of Soil Protection as the Essential Component of the Environmental Protection of Mediterranean Coastal Zones", which is a part of the Mediterranean Action Plan, Priority Actions Programme of the United Nations Environment Programme (UNEP).

The paper aims concern, for France, state of rainfall erosion and their consequences, monitoring and experimental research, implemented projects of soil conservation.

First of all, in the Mediterranean part of France, erosion is related to climatic and morphological conditions. In this situation, vegetation cover is an essential factor.

In mountainous areas, restoration works (reafforestation and stream correction) undertaken since the end of the XIXth century allowed to reduce hazards. At the present time, the erosion risks in these areas are related to the forest fires and to the tourist stress. The ancient agricultural fields, uncultivated yet, are recolonized by ligneous vegetation, which seems able to protect the soil but are especially combustible. Erosion is an endemic problem for slopes under vineyards.

The current experimental researches are more focused on mountainous areas and concern the evaluation of reafforestation works and turbulent flow conditions in stream channels. In France, the carried out researches concerning erosion on vineyards are not specific of mediterranean area.

Resumen

Relato frances sobre el estado de las nociones actuales en materia de protección de los suelos contra la erosión provocada por la lluvia

Ese artículo es el relato francés escrito dentro del cuadro del proyecto "Protección de los suelos como componente esencial de la protección del medio ambiente de las zonas litorales del Mediterraneo" que se integra en el plano de acción prioritario (P.A.P.) de las Naciones unidas para el medio ambiente (PNUE).

Para el territorio francés, sus objetivos conciernen la identificación de los fenómenos de erosión hídrica de los suelos y de sus consecuencias, la vigilancia y las investigaciones experimentales en ese dominio, sus proyectos de conservación ejecutados.

La erosión es un fenómeno natural en las regiones mediterráneas francesas, esta ligado al vigor del relieve y a la agresividad del clima. En ese contexto, es un factor esencial la cubierta vegetativa.

Los terrenos de montaña, donde las obras de restauración (repoblación forestal y corrección de los torrents) emprendidos a partir del siglo XIX han permitido reducir los riesgos de manera global ; los incendios de bosque y la presión turística importante volvieron a exponer esos terrenos. Los antiguos terrenos cultivados, actualmente incultos, están ahora colonizados por formaciones liñosas que bastan para proteger el suelo pero como son particularmente combustible dejan lugar a la vuelta de la erosión. Por fin los viñedos costañeros conocen regularmente y desde mucho tiempo fenómenos de erosión.

Las investigaciones experimentales dirigidas actualmente conciernen sobre todo los terrenos de montaña y más particularmente la evaluación de la eficacia de las obras de repoblación y la hidráulica torrencial. No son específicamente de la región mediterránea las investigaciones dirigidas en Francia atinente a la erosión de los viñedos costañeros.