

Le rôle de la forêt méditerranéenne dans la conservation de l'eau et du sol

Jean Albergel, Jean Collinet, Patrick Zante et Hedi Hamrouni

Dans la région méditerranéenne, les sols constituent une composante fragile des écosystèmes terrestres. Ils sont sensibles aux risques d'érosion, car exposés à de fortes et intenses précipitations, provoquant un phénomène de ruissellement marqué, accéléré par une topographie vallonnée ou montagneuse. Les questions de l'eau et des sols sont donc indissociables.

Comme indiqué précédemment (voir section 1.4), le régime des précipitations dans la Région Méditerranéenne est caractérisé par des événements météorologiques intenses, avec une fraction importante des précipitations annuelles tombant en l'espace de quelques jours. Ces caractéristiques, alliées à un usage intensif et destructeur des terres (défrichement, surpâturage et feux) depuis des millénaires, ont induit une forte évolution écologique régressive de l'écosystème terrestre, en particulier du fait d'un phénomène d'érosion prononcée. L'érosion des sols est encore aujourd'hui un phénomène majeur (voir Figures 1, 6 et 7).

Dans la péninsule ibérique et au Maghreb, par exemple, au sein de deux régions climatiques, de vastes zones sont caractérisées par le développement de sols sur roche mère calcaire et marneuse datant des ères crétacée et tertiaire. La région **semi-aride** est caractérisée par des pluies de 300 à 600mm, une variabilité interannuelle de 25-30% et 4 à 7 mois secs. Les conditions climatiques, qui ont été plus humides qu'elles ne le sont actuellement, ont permis la différenciation des sols *isohumiques**, des sols *fersiallitiques** rouges plus ou moins incrustés sur les roches calcaires ou, dans des conditions de drainage plus faible ou encore sur des marnes, des sols *vertiques** et engorgés. Dans cette zone, on trouve des formations climax telles que: les forêts arbustives à oléastre, forêts de pin d'Alep, cèdre, genévrier, cyprès. La **région subhumide** reçoit 600 à 800 mm annuellement avec une variabilité de 10 à 25% et 3 à 5 mois secs. Une humidité constante a produit un brunissement du sol. Les sols rouges sont formés sur des roches dures carbonatées. Cependant il n'est pas rare d'observer, sur des roches calcaires dures, des sols avec des teintes marron; ce brunissement du sol affecte en partie ou totalement le pro-

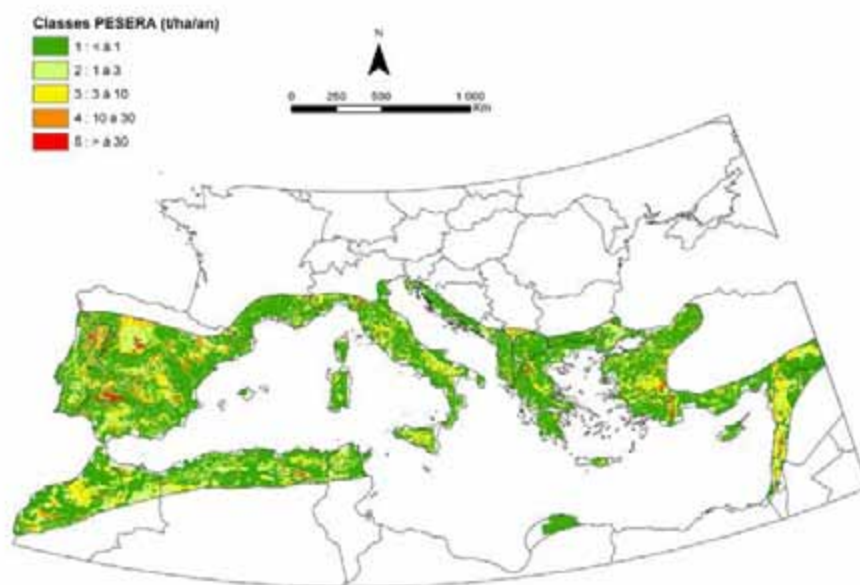


Figure 20. Carte actualisée de l'érosion des sols dans le Bassin méditerranéen (simulation PESERA) Source : Y. Le Bissonnais et al. 2010

fil¹ du sol. Le brunissement du sol *fersiallitique* apporte une amélioration des caractéristiques physiques essentielles: porosité, réserve utile et résistance des agrégats à l'érosion. Aux formations climaciques précédentes, on peut ajouter les chênes sclérophylles : chêne vert (*Q. ilex*), chêne-liège (*Q. suber*), et le chêne kermès (*Q. coccifera*).

Les couverts végétaux originels ont plus ou moins disparu du fait de climats plus chauds et de cycles géologiques d'érosion concomitants. L'exploitation du bois depuis l'ère phénicienne (1000BC) et la croissance de l'agriculture depuis l'ère romaine (200BC) ont intensifié l'érosion anthropogénique, laissant un paysage où les roches, régolites et incrustations calcaires fragmentées ou continues sont mises à nu. Dans ces paysages, la végétation climacique s'est détériorée et transformée en maquis (sols acides) et garrigues (sols calcaires), mais certaines forêts, que l'on trouve généralement en amont des bassins versants de plus de 50 km² où prédomine l'élevage ovin, ont été sauvegardées.

Les modèles de bilan prennent généralement en compte les divers flux entre le couvert forestier et l'atmosphère : le carbone atmosphérique est fixé dans la végétation par la photosynthèse, il est stocké dans les feuilles, le bois et les racines, et le sol qui reçoit les débris et héberge une activité biologique plus ou moins forte. Ce carbone est réémis lors de la respiration de la plante ou de la décomposition de la matière organique. Les arbres, d'un autre côté, réémettent par évaporation l'eau de pluie interceptée par les feuilles, ou l'eau prélevée dans le sol par la transpiration. Enfin, les forêts et les sols reflètent une partie de la radiation solaire infrarouge. Ces différents flux sont quantifiés principalement dans le cas de couvert forestier continu, donc dans des zones plus humides que celles de la région méditerranéenne. Avec une biomasse plus faible, des dy-

¹ Le brunissement des sols fersiallitiques (à distinguer du brunissement par la matière organique) est possible lorsque les conditions climatiques et celles du couvert végétal sont intermédiaires (climat subhumide), cependant il existe une catégorie de sol fersiallitique brun saturé en calcium (sous-groupe des sols fersiallitiques).

namiques de croissance et des intensités de flux différentes de celles des forêts tempérées et même plus humides, les forêts méditerranéennes devraient toutefois continuer de jouer un rôle important, dans un contexte de survie précaire des communautés adjacentes et de la difficile gestion et conservation de l'eau et du sol, même si les situations sont différentes du nord au sud et de l'est à l'ouest de « l'aire de l'olivier ». Des indicateurs des stocks et des flux des composants minéraux, organiques et hydriques permettent, dans certaines limites, d'évaluer la fragilité et la résilience du binôme sol-végétation.

L'énergie cinétique des gouttes de pluie ayant un impact sur le sol peut être réduite par la végétation, si le taux de couvert du sol excède 20 à 30% avec de légères différences entre les plantes, formations arbustives buissonnantes et arborées.

Les processus de l'érosion liés à l'eau sont les suivants :

- a) impact de l'énergie cinétique des gouttes d'eau qui, en frappant le sol, fragmentent les agrégats en particules plus fines (érosion de type « splash »).
- b) rôle du ruissellement comme agent transporteur de ces particules.
- c) rôle du ruissellement comme agent actif de l'érosion (érosion en nappe et/ou en ravine).

Ces mécanismes sont, à leur tour, liés aux caractéristiques du couvert végétal, car le feuillage intercepte une partie de la pluie, réduisant l'effet de rejaillissement (« effet splash ») et contribue à la réémission de l'eau vers l'atmosphère par évaporation (voir 1.4), tandis que les systèmes racinaires limitent la mobilité des particules du sol. L'érosion et le ruissellement sont bien entendu aussi liés aux propriétés du sol, en particulier la stabilité structurale et les caractéristiques hydrodynamiques.

Lors d'un épisode pluvieux, les effets d'une forêt commencent avec l'interception de l'eau de pluie avant qu'elle n'atteigne le sol. En fonction des conditions écologiques locales, nous pouvons trouver différents types de plantes et d'organisations structurales qui interfèrent fortement avec l'effet « splash » des pluies et la genèse du ruissellement, et donc avec la mobilisation de terres érodables. La part de l'interception dans l'équation du bilan en eau a été exposée dans la section 1.4. Nous mettrons donc l'accent ci-après sur **la structure des strates de végétation et son rôle dans le contrôle de l'énergie des gouttes d'eau de pluie**. L'importance de ce facteur a été prise en compte dans le développement de nouveaux modèles de prévision de l'érosion hydrique, à travers la quantification de l'énergie d'interception des pluies par diverses structures végétales, allant de strates arborées à des strates herbacées. La Figure 21 illustre les valeurs du taux de couvert du sol et de l'index C de gestion lié à différents types de couvert végétal, correspondant à différentes combinaisons de hauteur et de densité de canopée et de couverture du sol. Nous pouvons conclure que les différences entre les types de couvert végétal sont limitées, au dessus d'un seuil de taux de couverture du sol supérieur à 20 ou 30%. C'est à dire que la végétation arbustive peut être aussi efficace (voire plus) que la forêt quant au contrôle de l'effet « splash ». En termes de bilan en eau, la végétation arbustive consomme en général moins d'eau que la forêt.

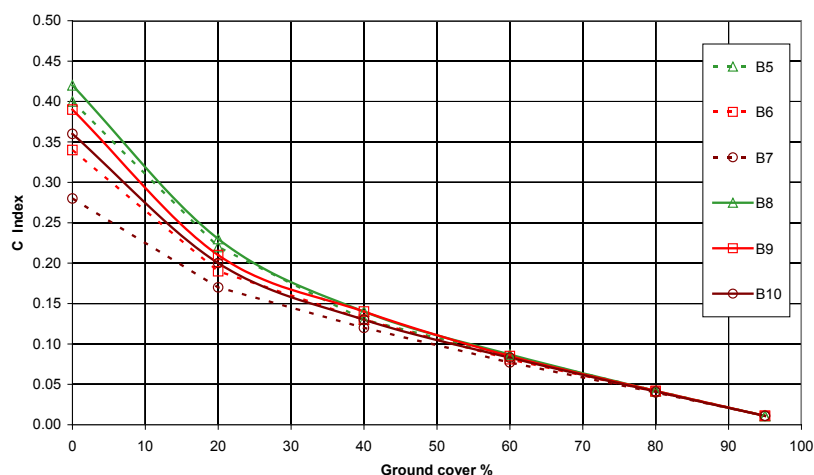


Figure 21. Rôle de la couverture végétale dans la réduction de l'énergie des gouttes de pluie : C, index pour différentes couvertures de sol du type canopées (C = 1 dans le cas d'absence totale d'interception sur une jachère continue labourée, situation présentant une vulnérabilité maximum).

- B5 : 25% de strate arbustive avec des gouttes de pluie tombant de 2m + couvert herbacé du sol avec larges feuilles
- B6 : 50% de strate arbustive avec des gouttes de pluie tombant de 2m + couvert herbacé du sol avec larges feuilles
- B7 : 75% de strate arbustive avec des gouttes de pluie tombant de 2m + couvert herbacé du sol avec larges feuilles
- B8 : 25% de strate forestière avec des gouttes de pluie tombant de 4m + couvert herbacé du sol avec larges feuilles
- B9 : 50% de strate forestière avec des gouttes de pluie tombant de 4m + couvert herbacé du sol avec larges feuilles
- B10 : 75% de strate forestière avec des gouttes de pluie tombant de 4m + couvert herbacé du sol avec larges feuilles

Les sols forestiers ont un avantage, comparativement aux autres types de sols, quant à la porosité et à la conductivité hydraulique, et une moindre sensibilité à l'effet « splash » de la pluie.

Lorsque l'eau d'écoulement le long des troncs et d'égouttement, et les gouttes de pluie atteignent le sol, plusieurs processus peuvent avoir lieu. **La recharge en eau** des horizons du sol commence, suivie de l'**infiltration** à des niveaux plus ou moins profonds, généralement avant l'apparition du **ruissellement**. Les caractéristiques du sol jouent un rôle important dans la part relative et l'intensité de ces processus. Elles sont liées dans une large mesure, au type d'écosystème influençant les transformations **physiques et biochimiques des horizons supérieurs** du sol qui facilitent la recharge en eau du sol et le drainage profond par infiltration. Plusieurs études forestières ont montré que :

- dans les forêts feuillues, on observe des changements structurels des horizons de surface, liés à la polymérisation des composants humiques, stabilisant la structure des horizons initiaux. Néanmoins cette action est limitée dans les forêts de pins et de tecks, et pratiquement inexistante dans les forêts d'eucalyptus, dont la litière secrète des substances antibiotiques, limitant sa propre minéralisation et humification.

- l'activité biologique animale et microbienne favorise la porosité. Les vers de terre émettent 3 t/ha de turricules dans les forêts vs. 0,5 t/ha pour des types de sols moins actifs biologiquement. Cette activité contrecarre le développement des croûtes de surface et favorise énormément la conductivité hydraulique en surface, mais aussi malheureusement la mobilisation et l'érosion des sols minces de montagne.
- la protection accrue des couches supérieures du sol par la litière ou une strate herbacée agit comme un « mulch » dissipant l'énergie incidente dans les proportions indiquées en Figure 21.
- une porosité profonde est favorisée par le développement des racines, mais dépend néanmoins de la structure du système racinaire et de la taille des racines (chevelu racinaire, système racine-pivot, etc.) et de son état de santé.

La genèse du ruissellement dépend de l'état de la surface de sol, de sa teneur initiale en eau et bien sûr de l'intensité de la pluie. Le couvert forestier influe sur le ruissellement, mais seulement en retardant son déclenchement et en ralentissant l'établissement d'un régime de fort ruissellement.

Les études sur l'origine de l'écoulement de l'eau (ruissellement) et la mobilisation des terres (érosion) ont connu un développement important fondé sur le succès de l'utilisation des techniques de simulation de pluie, au Maghreb pour des matériaux pédoplasmiques de différentes épaisseurs, et pour les zones sèches et humides de l'Afrique subsaharienne. Plus que la différenciation des caractéristiques de ces sols, c'est leur état de surface (SS) qui contrôle nombre de leurs propriétés hydriques de surface. Le ruissellement apparaît lorsque l'intensité de la pluie excède la conductivité hydraulique saturée, comme indiqué dans l'Encadré 4. Le processus d'infiltration est également lié à la porosité des sols et à la rugosité de leur surface.

Les pertes en sol sous forme de charges en sédiments dans l'eau de ruissellement, et leurs dynamiques durant les épisodes pluvieux, dépendent également de l'état de la surface de sol. Sous couvert forestier, comparé aux autres types de couverts végétaux, la limitation de l'érosion est liée au retard du déclenchement du ruissellement et de la lenteur de l'instauration du régime de fort ruissellement comme indiqué ci-dessus.

Les techniques de simulation des pluies sont également très performantes pour évaluer l'évolution des charges en sédiments liées aux intensités croissantes du ruissellement pour différents états de surface (SS). L'encadré 5 résume la genèse de l'érosion et les dynamiques de la charge en sédiment en relation avec les paramètres de la surface de sol et de l'écoulement.

Encadré 4. Pluies, infiltration et ruissellement

Dans des conditions de pluie simulée, on a observé que l'intensité d'infiltration minimum F_n (mm / h), ou que l'intensité maximum du ruissellement R_x (mm / h), varie avec l'intensité de la pluie (I mm / h). Cette relation qui peut paraître surprenante, résulte de la variabilité latérale de la conductivité hydraulique saturée (mm / h) qui, sous une pluie d'intensité constante, correspond à F_n (mm / h). Cette propriété fondamentale est expliquée dans la Figure 22.

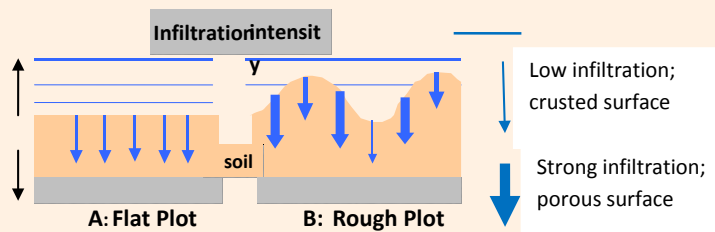


Figure 22. Relation entre la rugosité du sol et la conductivité hydraulique saturée, K_{sat} . (mm / h).

Situation A, terrain plat : Sur un terrain plat, le sol est couvert d'une croûte homogène ; K_{sat} a la même valeur partout. Dès que l'intensité de la pluie (I) excède K_{sat} , le ruissellement apparaît. L'écoulement dépend seulement de l'intensité de la pluie et de la pente du sol.

Situation B, terrain accidenté : les croûtes limoneuses sont plus importantes dans la partie inférieure de la parcelle. Elles sont encadrées par des mottes de terre plus perméables, et de monticules plus ou moins perméables à leur sommet. Le K_{sat} varie d'un point à un autre, le nombre d'endroits où $I > K_{sat}$, augmente avec la hauteur de la nappe d'eau qui s'écoule. C'est le cas des surfaces de terrains accidentés, des terres cultivées, des terres ayant un taux d'activité biologique élevé, avec un couvert végétal dense, donc de toutes les surfaces « rugueuses », qui sont en conséquence l'objet d'une submersion irrégulière, avec une nappe de ruissellement de hauteur variant avec l'intensité de la pluie. L'illustration de ces comportements en Figure 23 montre la relation entre un régime stable de ruissellement de surface (R_x) et les intensités de pluie (I).

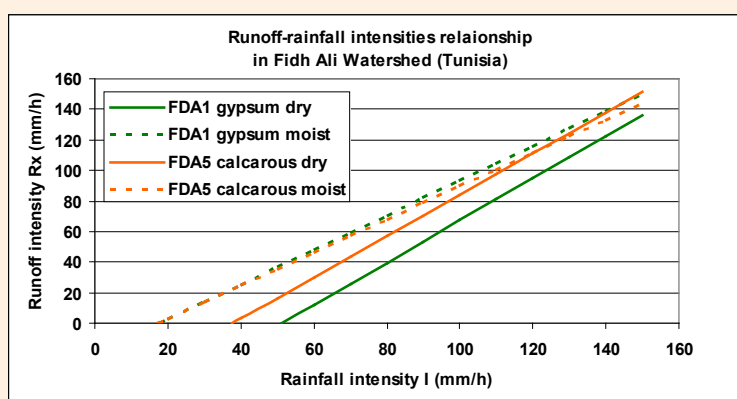


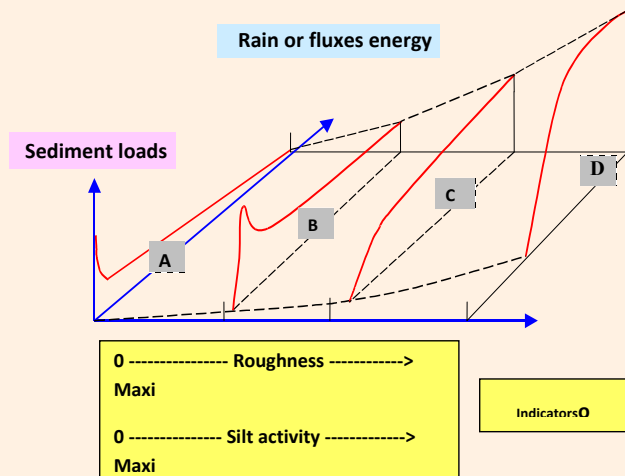
Figure 23. Relation entre l'intensité maximum du ruissellement (I) pour les sols gypseux (FDA 1) et calcaires (FDA 5) avec deux teneurs initiales en eau du sol. On remarquera que l'intersection des lignes de régression avec l'abscisse détermine la plus forte intensité de pluie (I_{lim} , Mm/h) qui provoque l'écoulement initial. Cette valeur peut être obtenue expérimentalement en réduisant graduellement l'intensité de la pluie simulée. FDA 1 est un sol dérivé du gypse limoneux, les surfaces sont irrégulières, avec des agrégats bien formés mais instables. Avec l'accumulation de la pluie, ils se dispersent en un matériau limono-argileux. FDA 5 est dérivé du calcaire. Les surfaces sont rapidement lissées en une fine couche limono-sableuse à faible infiltration. Sur un sol initialement sec, les comportements sont parallèles avec des limites d'intensité de pluies différentes : 51mm/h pour FDA 1 et 37 mm/h pour FDA 5. Sur un sol initialement humide, les comportements sont identiques pour les surfaces lissées et colmatées (I_{lim} #18,5mm/h).

Encadré 5. Genèse de l'érosion et dynamique de la charge en sédiment en relation avec les paramètres de la surface de sol et de l'écoulement

La Figure 24 illustre le comportement de quatre types de sols contrastés par rapport à la charge en sédiment en relation avec l'énergie de la pluie et de l'écoulement. La courbe A reflète le comportement du sol ayant une stabilité structurale très faible. La réduction des agrégats, par dissipation de l'énergie de l'eau, lisse la surface et forme une couche faiblement perméable. L'épaisseur de l'écoulement d'eau intercepte l'énergie coulant sur la surface. L'écoulement reste laminaire et donc moins abrasif ; nous observons ensuite une réduction progressive des particules exportables. L'accroissement de la charge en sédiments est principalement lié à une forte augmentation du ruissellement. La courbe D reflète le comportement d'un sol ayant une stabilité structurale plus élevée. La destruction des agrégats par dissipation de l'énergie de la pluie est beaucoup plus graduelle. Le retard dans le déclenchement du ruissellement est également expliqué par l'existence de pores ouverts à la surface du sol. Il n'y a aucune formation de couche, à part une couche structurale poreuse et fragile. Il n'y a pas de lissage de la surface excepté lors de chutes de pluies majeures. La hauteur d'eau s'écoulant est faible et le ruissellement n'affecte donc pas la surface entière. Il y a peu d'interception d'énergie en surface, l'effet « splash » reste donc stable. La surface étant accidentée, le flux devient turbulent, et donc abrasif. En conséquence, il y a un accroissement rapide de l'érosion, ce qui peut sembler contradictoire puisque c'est la stabilité structurale qui est à l'origine de ce processus. Ici, les limitations de l'érosion sont seulement liées au retard dans le déclenchement du ruissellement et à la lente instauration de forts régimes de ruissellement : c'est la première chose que les 'conservationnistes' des terres cultivées ou les forestiers doivent prendre en compte.

Figure 24. Charges en sédiment en relation avec les paramètres d'écoulement et d'état de surface

Les situations illustrées par les courbes B et C, sont faciles à interpréter, car intermédiaires avec les cas A et mentionnés ci-dessus. Les changements dans les charges en sédiment sont également associés à différentes conditions d'irrégularité, d'activité des argiles minéralogiques (gonflement/retrait), structuration ou désintégration des charges en sel, croûtes, dispersion des éléments grossiers... qui agissent comme d'excellents indicateurs comportementaux.



L'implication du couvert des forêts méditerranéennes dans la conservation de l'eau et des sols est bien différente des clichés trop souvent évoqués et acceptés, qui considèrent les forêts comme offrant une protection totale contre les processus d'érosion.



Figure 25. Formation de badlands sur roche mère marno-calcaire résultant de la disparition d'un matorral, bassin versant de Tleta – Barrage Ibn Batouta - versant ouest du Rif – Maroc. Crédit P.Zante



Figure 26. Érosion en ravine sur des marnes ; rive droite du bassin versant de Kamech dans la région de Tazoghane, Cap Bon, Tunisie – Crédit P. Zante

Les bassins-versants boisés expérimentaux permettant des études conjointes d'hydrologie et d'érosion du sol ne sont pas si nombreux dans la zone méditerranéenne, et peu d'études de simulation de pluie ont été conduites en conditions forestières. Néanmoins, les résultats de ces études peuvent être complétés par des hypothèses raisonnables fondées sur les résultats de sites d'études intensives dans des conditions agricoles, choisis pour refléter les conditions de sols forestiers. C'est ainsi que les données issues des études de simulation de pluie en Tunisie dans un contexte agricole, mais pour des sols dont l'état de surface est comparable à celui de sols forestiers, ont été regroupées : couvert végétal bas sur horizon de surface structuré avec agrégats, sol nu avec colmatage, sol nu grossier avec mottes et horizon de surface structuré, sol parsemé d'éléments grossiers. Ces données sont présentées dans le Tableau 3.

Dans les zones calcaires de la Méditerranée, la localisation et l'extension des forêts, et la profondeur des sols qui les portent, dépendent souvent de la taille du bassin versant.

Dans les petits bassins versants qui sont strictement calcaires (<10 km²), les sols forestiers en amont sont érodés jusqu'au régolite, ainsi que le reste du bassin excepté

Tableau 1 : Études par simulation de pluies dans la région de Siliana (Tunisie) : précipitations moyennes (30 ans) = 430 mm ; force érosive des pluies : 57-130 mégajoules.mm/ ha.h par an
Résultats du ruissellement et de l'érosion en relation avec l'état de surface du sol (SS) des parcelles dont le comportement est supposé comparable à ceux de sols forestiers méditerranéens.

Sol et profondeur approximative	Sites	Topo	Pente	C + S	Usage des terres	SSF Caractéristiques du sol en surface				Ruissellement		Érosion
						7 Croûte de battance	8 Croûte structurelle	9 Fissures	10 Graviers	11 $R_x (l) / r^2$	12 I lim	13 Chargement (R) r^2
Brun sur calcaire ou marne calcaire (30cm)	SM1	amont	19	52	non labouré	45	45	4	0	1,061-10,1 0,98	9,5	$0,008R^2 - 0,086R + 11,97 0,98$
	SM2	mi-pente	12	50	jachère	78	18	0	1	1,031-11,9 0,97	11,6	$0,006R^2 - 0,033R + 13,26 0,92$
	SM3	aval	10	45	blé+ mauvaises herbes	59	23	0,5	0	1,051-24,4 0,93	23,3	$0,275R+3,63 0,95$
Brun calcique concrétionné sur colluvium (70cm)	SML3	amont	8	54	blé	54	24	4	2	0,951-15,6 0,98	15,7	$0,004R^2 - 0,352R + 25,44 0,79$
	SML2	milieu	10	50	labour récent	16	54	6	0	Rx non atteint	> 42	C.max.4.4g/l to l = 120mm/h
	SML1	aval	13	48	jachère nue	72	16	5	5	1,001-6,4 0,97	6,4	$-0,004R^2 + 1,392R - 2,7 0,87$
Affleurements dispersés de croûtes calcaires fragmentées (0cm)	SMA1	milieu	12	49	jachère nue	44	20	0	34	0,951-2,1 0,96	2,2	$0,002R^2 - 0,125R+9,99 0,70$
	SMA3	milieu	9	62	jachère + chaume	28	9	0	12	1,091-23,3 0,97	21,2	$0,016R + 0,82 0,82$
	SMA4	milieu	15	63	labour récent	33	12	1	7	0,911-11,1 0,89	12,1	$0,001R^2 + 0,015R + 2,35 0,69$

Légende:

1 Classification des sols (CPCS), roche mère et profondeur du sol meuble

2 Sites des parcelles expérimentales de simulation de pluies, en différents points de la toposéquence, dans la région de Siliana (Tunisie)

3,4 Position topographique sur des pentes de 300 à 1000m de longueur et pente en %

5 Texture du sol : argile (<2μ) + limon fin (2-20) + limon grossier (20-50) en % de sols sans graviers

6 Usage agricole des sols pendant les tests

7, 8, 9, 10 Caractéristiques du sol en surface : croûte de battance, croûte structurelle (mottes de terre et agrégats plus ou moins détruits, entourés du matériau de dispersion de ces structures), dessiccation smectique partielle, fissures dans les sols argileux, taux de gravier (2 à 20mm) et de cailloux (>20 mm) à la surface du sol.

11,12 Relation entre intensité du ruissellement à une vitesse constante et intensité de la pluie, intensité minimum limite I

13 Relation entre charge solide en sédiment contenue dans le ruissellement et intensité du ruissellement R, détection de l'érosion aréolaire ou linéaire

au pied de la pente où les sols plus épais peuvent être développés sur des colluviums. En amont, les forêts sont situées sur des roches ou des croûtes calcaires où les réserves utiles en eau n'existent seulement qu'en fonction des craquelures de ces matériaux. Au niveau du sol, cela implique une succession d'états de surface dépendant de la période, comme indiqué ci-dessous :

- Reprise des pluies de septembre-octobre sur sol nu grossier, aucune pousse, quelques chaumes, on est proche du cas SMA₁ avec ruissellement apparaissant rapidement, mais léger, durant les pluies de plus forte intensité.
- Début de la saison des pluies avec une baisse plus ou moins significative des pluies jusqu'en avril, et des orages en mai, pousse d'un couvert herbacé sur SMA₃ avec des ruissellement légèrement chargés en sédiment, de plus en plus retardés au fur et à mesure que le couvert herbacé devient dense et continu.

Dans les bassins versants de plus grande taille (> 50 km²) il n'est pas rare de trouver en amont des reliques de sol profond fersiallitique rouge foncé, sur des nodules calcaires, qui n'ont pas été affectés par les cycles de l'érosion, mais peuvent être situés près d'affleurements rocheux. Les forêts situées sur des matériaux structurés ont été maintenues dans ces zones grâce aux oxydes de fer et composés humiques polymérisés. Ces sols ont une bonne conductivité hydraulique et de bonnes réserves d'eau, et la végétation y pousse donc rapidement d'octobre à mai. Au cours de cette période, ce type de sol forestier passe successivement par les situations suivantes : SM₁, SM₂ et SM₃, avec des ruissellements légèrement chargés en sédiments, et une intensité-limite des pluies décroissant graduellement, permettant ainsi le remplissage des réserves d'eau utilisable.

- Dans ces bassins versants, les marnes sont parfois coincées entre des couches calcaires et conduisent à un paysage de « badlands ». L'érosion aréolaire sur la roche calcaire (<5t/ha/yr) devient linéaire avec des pics d'environ 50t/ha/an. Il n'y a pas de forêt mais une végétation arbustive buissonnante basse, avec peu d'herbe et des surfaces nues, sans réserves en eau, et l'abrasion continue empêche la germination. Les comportements sont similaires à ceux des sites SML₂ puis SML₁ où la destruction des structures produit des charges lourdes en sédiment pour le ruissellement, tout d'abord retard, puis augmentant rapidement après.

Une étude plus approfondie s'avère nécessaire pour développer un corpus de connaissances sur la conservation de l'eau et du sol en conditions forestières méditerranéennes. Un programme concerté de recherche pourrait offrir des perspectives intéressantes.

Les exemples d'études fines analysant conjointement les facteurs qui affectent le comportement du binôme forêt-sol ne sont pas nombreux. Les approches expérimentales doivent précéder la modélisation, elles sont en effet nécessaires à l'amélioration de la calibration des modèles et à leur validation *pro parte*. Un exemple d'expérience de terrain pouvant être rapidement et facilement mise en œuvre, est celui de la simulation des pluies sur des parcelles représentatives des caractéristiques de types de sol, couverture et surface de sol, et dont les données peuvent être facilement couplées avec des

occurrences de pluies naturelles. De telles approches impliquent le respect des stades phénologiques de la forêt (étage principal et sous-étage) et la prise en compte des changements d'énergie liés à l'interception de la pluie.

Pour en savoir plus

- Bellot, J. and Escarre, A. 1991. Chemical characteristics and temporal variations of nutrients in throughfall and stemflow of three species in Mediterranean holm oak forest. *Forest Ecology and Management* 41: 125-135.
- Casali, J., Lopez, J. and Giraldez, J.V. 1999. Ephemeral gully erosion in Southern Navarra (Spain). *Catena* 36: 65-84.
- Poesen, J., Nachtergaele, J., Verstraeten, G. and Valentin, C., 2003. Gully erosion and environmental change: importance and research needs. *Catena* 50: 91-133.



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