

L'EROSION, FACTEUR DE DEGRADATION DU MILIEU EN TUNISIE

Par

P. ROEDERER

et

A. SCHOENENBERGER

Ingénieur Agronome  
Chef de la Section Spéciale  
d'Etudes de Pédologie et d'Hydrologie

Docteur Es Sciences  
Directeur de la Station  
de Recherches Forestières

# L'ÉROSION, FACTEUR DE DÉGRADATION DU MILIEU EN TUNISIE

Par

P. ROEDERER

et

A. SCHOENENBERGER

Ingénieur Agronome  
Chef de la Section Spéciale  
d'Études de Pédologie et d'Hydrologie

Docteur Es Sciences  
Directeur de la Station  
de Recherches Forestières

-----

Il est extrêmement difficile pour un pédologue et un phyto-sociologue, s'ils veulent apporter quelque chose de nouveau, d'intercaler un article sur l'érosion entre ceux des Eaux et Forêts et du Génie Rural, qui, à chaque extrémité de la chaîne, sont obligés de parler des sols et de la flore.

D'autre part, il y a déjà eu suffisamment de conférences, d'ouvrages et de rapports sur l'érosion en Tunisie pour ne pas s'attarder sur les définitions et les moyens classiques de lutte.

Toutefois, il est peut-être bon de rappeler deux ou trois concepts importants et de décrire certains processus peu connus :

## I - QUELQUES DEFINITIONS -

### A - L'ASSOCIATION FORESTIERE -

C'est l'ensemble des plantes qui croissent en un endroit donné et qui sont régies par les mêmes facteurs biologiques. Formant une biocénose, les plantes de l'association y trouvent leur optimum de développement qui se signale par leur abondance et leur vitalité ; elles sont capables de former un sol forestier.

On peut admettre que cette définition est celle de l'association idéale qui tend vers le climax, c'est-à-dire vers un groupement végétal complètement stabilisé (chênaie d'yeuse, suberaie, oléolentisque) cette phase finale de la végétation correspond dans la nature à une fixation totale des sols, caractérisée par une accumulation d'éléments humifères.

Il est évident que l'homme et ses troupeaux et plus tard la culture ont complètement perturbé cet équilibre.

### B - L'ÉROSION -

#### 1) Causes de l'érosion :

- les causes actives : la pluie violente qui disperse le sol après la rupture des agrégats, le vent qui entraîne le sable et parfois l'argile, la pente qui agit sur la force vive du ruissellement.
- les causes passives : la destruction de la végétation naturelle, la dégradation de la structure.

On conçoit aisément le rôle de l'homme dans ces deux cas.

2) Type d'érosion -

Tout le monde a entendu parler du ruissellement, et de nombreuses photographies montrent les effets spectaculaires et désastreux du ravinement. Le tableau ci-dessous tiré de la Revue de la Tunisie Agricole montre l'importance du ruissellement dans le nord et le centre.

Tableau 1

Les postes hydrométriques de la Tunisie

O u e d s	Emplacement et postes	Bassin versant en Km <sup>2</sup>	Nombre d'années d'obser.	Ruissellement en mm.
Ellil . . . . .	Barrage de Ben Métir		10	547
Kesseb . . . . .	A l'Ouest de Béja	100	9	535
Rhezala . . . . .	Fernana	140	9	376
Medjerdah . . . . .	Ghardimaou	1.490	9	149
Medjerdah . . . . .	Souk-el-Khémis	16.360	25	53
Medjerdah . . . . .	Medjez-el-Bab	20.930	25	47
Miliane . . . . .	La Madelaine	1.980	9	32
Kébir . . . . .	Sidi Aouidet	225	35	64
Dridja . . . . .	Bargou		24	60
Nebanna . . . . .	Sidi Messaoud	850	28	44
Mellègue . . . . .	Amont du Barrage	9.010	16	18
Zéroud . . . . .	Sidi Saad	8.950	5	9

Outre le ravinement qui griffe littéralement le terrain, l'érosion en nappe est aussi très visible et il n'est pas rare, le long de la Medjerdah, de voir apparaître au milieu de sols rubéfiés des tâches claires du calcaire sous-jacent.

Un autre type de "belle" érosion est la solifluxion où le sol, miné par l'eau infiltrée, est mis en mouvement par pans entiers. Ce phénomène, peu visible au début, est fréquent sur les marnes et les argiles du trias ; dans le massif de l'Ouargha, les forêts de pins d'Alep n'arrêtent pas le phénomène et, quand la solifluxion est lente, les arbres prennent une forme arquée qui rappelle celle d'un sabre.

(Ce qui est moins connu, c'est l'érosion "en nappe ravinante" ; l'eau s'infiltré à travers de petites craquelures de la surface du sol et s'accumule à quelques centimètres sous l'horizon supérieur qu'il finit par faire effondrer ; 5 centimètres de sol représentent malgré tout 500 m<sup>3</sup> de terre par hectare, et celle-ci a toutes chances de se reproduire.

Le vent, lui, transporte du sable, chacun le sait ; qui ne connaît les dunes littorales qui se déplacent beaucoup et celles de l'intérieur qui ne bougent presque pas. Ces dunes littorales sont un exemple typique de l'action de l'homme : à l'état naturel, il existe toute une série d'association capable

de fixer les sables ; au début ce sont des groupements de plantes herbacées qui s'installent sur les premières dunes (*ammophila arenaria*, *euphorbia paralias*) puis ces groupements évoluent en Tunisie vers des associations riches en arbrisseaux (*ononis*, *retama*) pour atteindre le stade ultime (genévrier oxycèdre souvent accompagné de genévrier de phénicie et du chêne kermès) qui fixe définitivement la dune. Il a suffi que le passage abusif des troupeaux crée des pistes de plus en plus larges par où les rafales de vent peuvent passer pour détruire l'efficacité protectrice des forêts de genévriers. Ces phénomènes se remarquent admirablement bien sur les dunes du Cap Bon et de la région des Mogods.

Cependant l'argile aussi peut être soumise à l'action éolienne et créer des dunes, l'agglomération des petits agrégats d'une argile salée peut leur donner une taille suffisante pour que le vent puisse agir ; ce phénomène a été étudié en de nombreux pays, en particulier en Australie et en Afrique du Nord sous le nom de "lunettes" ou de bourrelets éoliens de bord de *sebkha*. Le terme de lunette est employé pour désigner les bourrelets dont la forme rappelle celle des demi-lunes de fortifications. La taille des éléments peut varier ; c'est ainsi que M. BOURALY a observé qu'à Herict-el-Batene, la grosseur des agrégats enlevés par le vent était comprise entre 0,2 mm. et 1 mm. tandis que dans le Cap Bon, la taille moyenne des éléments dépasse 1 mm.

Cela dépend probablement de la force du vent. Rappelons à ce propos que, sous l'optique de la faculté érosive, le vent dominant en un point n'est pas forcément celui qui souffle le plus souvent, mais celui dont la vitesse dépasse un certain seuil qui est généralement de 4 à 5 m/m.

Ces quelques définitions ayant été rappelées, nous nous proposons de montrer que l'érosion en Tunisie n'est pas un épouvantail qu'agitent de temps en temps les Services Publics, mais un danger quotidien pour l'Agriculteur.

Dans ce but, nous avons choisi dans toute la Tunisie quelques cas précis de dégradation ; nous les présenterons au lecteur qui pourra, s'il le désire, aller les "admirer" au cours de tournées ou même de sorties dominicales.

0

0 0

## II - NORD DE LA TUNISIE -

La route de Tunis à Bizerte traverse, juste avant Protville une ligne de collines : celles-ci ne sont très probablement que des dunes argiluses, correspondant au phénomène décrit plus haut ; l'argile vient sans doute de la Garaa Mabtouha et l'abrupt actuel est dû à l'attaque des collines par la Medjerdah (ce qui est encore un phénomène d'érosion). La hauteur de cette dune argiluse ne surprend pas si on la compare aux collines du Sedjoumi, qui sont des lunettes certaines.

Après Mateur, sur la piste du Cap Serrat, les sols appartiennent originellement au groupe des sols bruns tempérés, caractérisés par une certaine richesse en humus doux dans les horizons supérieurs, un pH peu acide, l'absence de calcaire et une structure assez bonne. Recouverts de lentisques, d'oliviers et de gonêts épineux, ces sols sont fertiles quand ils sont assez épais. Malheureusement, le pâturage abusif ne permet plus à la couverture végétale de protéger totalement le sol. Le bétail crée des sentiers qui au moment des pluies formeront de petits ruisseaux qui enlèvent l'horizon humifère. La terre continuellement piétinée se durcit et forme un horizon imperméable rendant impossible toute végétation naturelle de la forêt. ./.

En pente, sur roche-mère calcaire, on observe l'apparition de rendzines, sols peu épais, calcaires, qui ne peuvent jamais s'approfondir, l'érosion décapant la surface.

Après Sedjenane, au contraire, les forêts étant peu exploitées, les sols sont en bon état et il est facile d'en observer de complets", c'est-à-dire possédant leur horizon de surface :sols rouges et sols lessivés suivant la roche-mère et la migration plus ou moins accentuée des éléments. AUBERT et MONJAUZE qui ont décrit les mêmes associations de sols en Oranie, signalent la dégradation rapide des horizons supérieurs dès que les terres sont mises à nu, en particulier par les incendies. Les récents incendies des Mogods ont confirmé ces observations: il suffit de constater l'épaisseur des cendres et la quantité de bois calcinés qui sont transportés par les oueds, parfois à des distances considérables du lieu de l'incendie.

Toujours en allant vers l'Ouest, après Ouchtata les dunes dressent leur masse sableuse dont l'avance n'a même pas été arrêtée par l'Oued qui coule à leur pied. Nous avons décrit plus haut le processus de formation de ces dunes et l'Administration des Eaux et Forêts a pris des mesures pour lutter contre leur déplacement. Cependant vers Tabarka, le sable a dépassé la route et est plaqué contre les premiers contreforts du Djebel.

En Kroumirie, une certaine tendance steppique, due à la dégradation de la végétation s'affirme ; c'est ainsi qu'au Djebel es Zouza, nous avons prélevé un sol rouge lessivé qui s'oriente vers la stoppisation. Cette tendance est marquée par une différence faible de la matière organique entre les horizons supérieurs et la profondeur, où la structure devient prismatique et la couleur plus ocre que rouge, tandis qu'un véritable sol rouge présenterait des caractères plus tranchés quant à l'humus, une structure moins large (plus polyédrique), une coloration rouge plus franche. Dans le même Djebel, un sol brun tempéré occupe les parties plates et non défrichées. Malheureusement le bétail détruit le chêne liège et néglige la fougère (*pteris aquilina*) ; il se crée ainsi des clairières de pteridophytes où toute régénération du chêne-liège s'avèrera impossible. Dans la même forêt, là où la forêt de chêne-liège se trouve en de mauvaises stations, on constate que le pâturage favorise une végétation xerophile (*thymus capitatus*, *teucrium polium*) que l'on ne s'attendait pas à trouver dans une zone où il pleut plus de 800 mm. Ce changement de végétation provient uniquement du décapage des horizons humifères.

Ces espèces humicoles et sciaphiles disparaissent au profit d'espèces pionnières et thermophiles n'ayant malheureusement aucune valeur économique.

Toujours en Kroumirie, au cours d'une tournée avec le Professeur MARTHELOT, nous avons pu observer, sur marnes et en pente, des cultures désordonnées avec labours. Le résultat qui, au début n'est pas visible, est atteint en certains endroits : des pans entiers de sols se sont effondrés et des fontes apparaissent ; la cause en est la présence de tribus formées d'agriculteurs en milieu forestier. Il est difficile de lutter contre ce type d'érosion, car les banquettes ou les retenues classiques ne feront qu'aggraver le phénomène par leur poids et la retenue de l'eau qui minora plus rapidement le sol. Il faudrait probablement limiter le début du ruissellement en haut par des peuplements forestiers puis, sur les pentes, diriger les vannes d'eau sur des thalwegs aménagés. Les terres ainsi protégées seraient destinées à la pâture plutôt qu'aux céréales.

En revenant vers Tunis par la vallée de la Medjerdah, l'érosion en nappe des sols rubéfiés est très remarquable ; leur couleur rouge ne devrait pas apparaître en surface si les horizons supérieurs n'étaient pas enlevés.

Parfois même le calcaire sous-jacent est mis à nu. La végétation naturelle qui couvre ces sols concrétise cet état de choses. Ce ne sont que des plantes annuelles donnant des pelouses sans aucune valeur fourragère (*stipa retorta*, *plantago lagopus*, *echium parviflorum*).

Dans le Cap Bon, la succession sol rouge, rendzine d'érosion est courante et P. BUREAU a pu observer la formation actuelle de bourrelets éoliens argileux de bords de Sebkhass, en particulier de véritables rides ou "ripple marks" comme il s'en produirait pour le sable.

0

0 0

### III - DORSALE TUNISIENNE -

Dans les Djebels, la forêt naturelle de pins d'Alep est dégradée et les sols qui, autrefois devaient être des sols bruns tempérés ou des sols bruns tempérés ou des sols rouges sont devenus des sols bruns calcaires (sortes de rendzines) eux-mêmes très dégradés.

La preuve de cette succession dans le temps : sol brun, sol rouge, sol brun calcaire existe dans le fait qu'en certains points, au Djebel Derhalla et à Ksar Lemsa le sol brun tempéré est resté quand il est protégé par des lentisques; tandis qu'en pente c'est le sol rouge que l'on observe sous ceux-ci et les filaria. Mêmes observations dans le Djebel Zares où des lambeaux de sols rouges existent encore. L'érosion a tout enlevé, mais ces témoins prouvent la forêt ancienne et le microclimat humide.

A Saouaf, le sol forestier ancien érodé a été remplacé par un sol steppique ; il y avait probablement autrefois une forêt en équilibre instable dû à une limite climatique ; le défrichement a déséquilibré le milieu et a orienté sans doute définitivement cette zone vers la steppe.

Les mêmes observations ont été faites en Algérie et ces lignes écrites par G. AUBERT et MONJAUZE pourraient aussi bien concerner cette région :

" Sous une végétation forestière moyennement dense s'est constitué autrefois un sol du type des terres rouges méditerranéennes. Le couvert se serait reformé étroitement après ouverture de la forêt mais sous un peuplement d'allure steppique dont les débris organiques, en s'accumulant, ont donné naissance à un sol proche des chernozoms. Actuellement, le peuplement steppique est lui-même extirpé. Le sol mis à nu se dégrade, s'appauvrit en humus et disparaît" et plus loin "il se trouve qu'au milieu de ces précisions, la donnée périologique est encore la plus complète puisqu'elle montre que le passé steppique ou mixte forestier-steppique serait lui-même postérieur à un passé réellement forestier, les couches inférieures du sol évoquant en effet ces boisements touffus mais faisant équilibre à un certain pâturage, typiques des basses montagnes méditerranéennes".

C'est certainement dans cette région que l'exploitation la plus désastreuse du sol nous est apparue :

En 1954, à Oum el Abouab, un coteau ayant une pente de 20 % fut défriché; il ne présentait à l'époque aucun phénomène érosif ; ce même coteau montre aujourd'hui des griffes d'érosion atteignant 1 m 50 de profondeur.

Il semblerait que certains agriculteurs tunisiens ou européens mettent un point d'honneur à dégrader les terres le plus vite possible : les chèvres taillent arbres et buissons, détruisant les jeunes pousses, les charbonniers dilapident eux-aussi une bonne partie du patrimoine, les tracteurs labourent dans le sens de la plus grande pente, les pentes les plus accentuées sont défrichées sans aucune précaution.

Une série de relevés phyto-sociologiques faits dans le Djebel Mansour montre que la valeur du recouvrement augmente en fonction de l'éloignement des douars.

Tableau 2

	Recouvrement	Nombre de plantules
En lisière	15 %	0
100 m.	20 %	0
200 m.	35 %	6
500 m.	60 %	19
1.000 m.	90 %	abondant

Ces quelques chiffres indiquent bien l'action destructrice de l'homme et de ses troupeaux.

Dans le Sud de la dorsale, les stations de pins d'Alep, une fois défrichées montrent une très nette tendance à la steppisation ; l'armoïse blanche ou l'armoïse champêtre suivant la nature des terrains envahissent les terres en friche. En somme, c'est une végétation de zone semi-aride, qui se développe au détriment de la forêt primitive (Djebel Bireno). Bien plus, les phénomènes d'érosion influencent très rapidement la couverture végétale. C'est ainsi par exemple qu'au pied du Djebel Trozza, un peuplement d'othonopsis indiquant un sol compact est en voie de disparition car le sol se recouvre par colluvionnement de sable et de limon qui favorisent l'installation d'espèces psammophiles telles que le retam.

Vers l'Ouest, dans les massifs de la Kosra et de l'Ouargha la structure qui prédomine est celle de la forêt jardinée. Ce type présente, d'après Boudy, l'état de la forêt tel qu'il résulte des incendies répétés, de l'irrégularité et des caprices de la végétation ; on y trouve des arbres de tous âges et de toutes dimensions. La forêt jardinée, avec ses nombreuses strates à une structure idéale pour combattre l'érosion ; les pluies torrentielles sont arrêtées par plusieurs étages qui agissent comme autant de tamis.

Dans les futaies équiennes par contre, il n'est pas rare de constater, lorsqu'elles sont sur des pentes à fortes déclivité, un fort déchaussement des racines allant jusqu'à provoquer le déracinement complet. Dans la forêt jardinée, la présence d'un sous-étage de chêne vert, de lentisques ou de filarias favorise la formation d'un humus forestier qui permet une meilleure décomposition des aiguilles du pin. Toutefois la forêt jardinée présente un désavantage : le sous-

bois très inflammable prend un grand développement, mais cet inconvénient est compensé en partie par la présence de vieux arbres, qui, protégés par leur écorce épaisse, joueront le rôle de semenciers. Sur un sol riche en humus, la régénération se fera normalement.

De 1954 à 1956, une petite expérience fut réalisée à l'Ecole Supérieure d'Agriculture. Des bacs furent remplis d'humus provenant des principales essences du pays. Ils furentensemencés de chênes-verts, de thuyas de Barbarie, de pins d'Alep et de genévriers de Phénicie. Les bacs contenant de l'humus de caroubiers provenant de caroubier, de lentisque et de chêne-vert donnèrent une levée de 60 % toutes les essences expérimentées germèrent et les genévriers de phénicie eux-mêmes sans traitement préalable se développèrent normalement. Par contre, dans les bacs contenant des aiguilles de pin, de l'humus de romarin, ou simplement de la terre minérale (marne et calcaire) les levées furent très irrégulières et la plupart des plantules disparurent au cours du premier été. N'est-ce pas à ce manque d'humus que l'on pourrait lier la régénération si difficile du genévrier de phénicie ? Les stations qu'il recouvre sont en effet presque toujours érodées.

En Europe, on sait que l'humus a une influence favorable sur la formation des mycorhizes ; ne serait-ce pas le même cas ici ?

0

0 0

#### IV - CENTRE ET SUD -

Les phénomènes classiques de ravinement, encore importants dans le centre, diminuent dans le Sud pour devenir presque négligeables.

L'érosion en nappe ravinante atteint par contre les sols des plaines en voie d'alcalisation (remplacement du calcium par le sodium ou le magnésium dans le complexe absorbant).

Cet état du sol et le climat facilitent la formation d'une petite croûte craquelée en surface, qui favorise ce type d'érosion, décrit plus haut.

L'érosion éolienne devient redoutable car les sols sont peu couverts ; c'est ainsi que la forêt sfaxienne où les arbres sont très espacés et le terrain gardé nu dans la majorité des cas est un milieu favorable à l'action du vent.

Le résultat est le déchaussement des oliviers en certains endroits alors qu'autre part ceux-ci sont enterrés sur plusieurs dizaines de centimètres. Il faut dès maintenant étudier le maintien de la couverture du sol sans que les plantations souffrent trop du manque d'eau par concurrence avec le tapis herbacé. Cette question devra être réglée, soit par un mulch, soit par des semis intercalaires quand les arbres ont atteint une certaine taille, soit par un moyen artificiel analogue au dallage des vignes en France, au bitumage de certaines plantations américaines. Toutes les solutions ne seront certainement pas viables, mais il faut les étudier.

Un exemple frappant de la vitesse de l'érosion a été observé à Molloulèche en Mai 1958 ; le périmètre actuellement en cours de mise en eau avait été nivelé, et le sol par conséquent était nu. A la suite d'un vent violent, le sable était enlevé à partir de 200 m. de la lisière du périmètre et arrivait à combler les drains sur plusieurs dizaines de centimètres. Les terrains environ-

nants, non dénudés, n'étaient pas affectés par ce vent.

Les touffes de jujubiers forment eux aussi un paysage typique du centre tunisien. G. LONG, dans sa thèse, a étudié de près une butte formée par ces buissons et a constaté que la forme de la "nebka" était influencée par l'action de deux agents érosifs : le vent et le ruissellement.

Dans la plaine de Gafsa, nous avons pu observer parfois avec A.FOURNET la présence en haut de ces buttes de cailloux roulés assez gros qui sembleraient indiquer que, dans ce cas, elles seraient le témoin d'un niveau ancien de la plaine, tout le reste étant érodé, le vent et l'eau agissant par ailleurs.

Dans cette même région de Gafsa, les croûtes gypseuses et gypso-calcaires sont souvent mises à nu, tandis que plus au Sud le vent peut ensabler certains périmètres, gêner l'écoulement des drains ; la protection du périmètre de Ben Zitoun, par exemple, est difficile.

0

0 0

#### V - CONCLUSION -

Ces lignes qui ont été inspirées par des observations que chacun peut faire facilement auront atteint leur but si le lecteur comprend l'importance des conséquences de cette érosion qui, sous toutes ses formes atteint la Tunisie toute entière ; diminution de la fertilité, dégradation de la structure, disparition de la faune et de la flore du sol, remontée vers le nord de la steppe et du désert, dilapidation du capital sol.

Puissent les Services Publics et les Agriculteurs unir leurs efforts pour éviter les erreurs, protéger le patrimoine et remettre en état ce qui a été détruit.

C'est la grâce que nous souhaitons.

0

0 0

B I B L I O G R A P H I E

- 
- G. AUBERT A. MONJAUZE - Observations sur quelques sols de l'Oranie Nord Occidentale -  
Influence du déboisement et de l'érosion sur leur évolution -  
C.R. séances de la société de Biogéographie -  
T.23 - N° 199 - 1946 -
  - J. BOULAINÉ - Etude des sols des plaines du Chelif -  
Direction de l'Hydraulique et de l'Equipement Rural  
S.E.S.  
Travaux de la Section d'Agrologie et de Pédologie -  
Etude régionale n° 7 - Alger - Bir Mandraïs - 1957 -
  - J. BOURALY - Note sur le transport par le vent des agrégats limono-argileux des sols salés à alcali de Heriet el Batene -  
S.S.E.P.H. - TUNIS - 1958 -
  - P. BUREAU - Etude pédologique de la zone de Kélibia - S.S.E.P.H. - Inédit -
  - Ph. DUCHAUFOR - Pédologie - Eaux et Forêt - Nancy - 1956 -
  - A. FOURNET - Etude pédologique du périmètre de Gafsa-Lalla - S.S.E.P.H.-Inédit-
  - J-C. GILBERT - Périmètre irrigable de Ben Zitoun II - S.S.E.P.H. - TUNIS -1958 -
  - G. LONG - Contribution à l'étude de la végétation de la Tunisie Centrale -  
Annales du S.B.A.T. - Vol. 27 - 1954 -
  - P. ROEDERER - Compte rendu de la tournée du Professeur AUBERT -  
S.S.E.P.H. - TUNIS - 1958 -
  - A. SCHOENENBERGER - Associations forestières de la dorsale tunisienne -  
Conférence 1957 -
  - J. TIXERONT - Le ruissellement en Tunisie - Revue de la Tunisie Agricole -  
Mars 1958 -

Collaboration sur le terrain de MM. JAUZEIN et MARTHELOT, de l'Institut des Hautes Etudes. -

