

**RECHERCHES ACTUELLES SUR LES PROCESSUS D'ÉROSION AU MAROC
LAOUINA ABDELLAH¹**

Au cours de l'année 1990-91, ont été lancées au Maroc des recherches expérimentales visant la quantification de l'érosion, dans le but de nuancer les résultats obtenus en 1970 par la Station de Recherches Forestières (Heusch, 1970). Le programme a d'abord été mené dans le cadre de parcelles rudimentaires sur le plan de l'équipement. Installées dans quatre régions du Maroc, ces parcelles ont permis de tirer des conclusions substantielles, confirmant en grande partie les mesures de la S.R.F.

Cependant, il semble que sur les versants, la mise en culture favorise le dépassement d'un seuil important, la perte en terre devenant massive et le ruissellement important, alors que sur les terres couvertes par la végétation naturelle - même si celle-ci est dégradée - l'érosion reste discrète.

Par ailleurs, il apparaît que l'érosion ne devient réellement catastrophique que si l'eau en ruissellement se concentre sous la forme de griffes ou de rigoles. Enfin, il est sûr que l'érosion sur les versants est habituellement modérée, mais qu'elle devient massive dès que sont enregistrées des conditions météorologiques exceptionnelles.

Il est donc nécessaire de concentrer l'effort sur les secteurs érosifs; mais il n'est pas moins utile d'agir pour une bonne gestion des eaux sur les versants.

Mots clés : Erosion - Maroc - Parcelles expérimentales - Ruissellement aréolaire - Dégradation spécifique.

¹ - Laboratoire de Géomorphologie-Université Mohamed V -

L'érosion des sols comporte deux volets principaux:

- un volet agronomique, relatif aux versants portant des cultures, des parcours ou de la forêt;
- un volet hydraulique, fonction de la concentration des eaux dans des chenaux particuliers.

Sur le premier volet, l'homme a une influence directe alors qu'il n'agit qu'indirectement sur le second. C'est pourquoi la distinction des deux systèmes de fonctionnement de l'érosion conditionne les choix d'aménagement, c'est à dire la conservation du sol des versants d'une part, ou la protection contre l'érosion hydraulique et son impact d'autre part. En réalité la séparation des deux volets est artificielle car les relais entre les processus sont nombreux, l'ensemble s'intégrant dans le cycle global de l'eau à l'intérieur d'un bassin-versant.

L'analyse intégrée de l'érosion à l'échelle du bassin-versant vise justement cette prise en compte globale des phénomènes, c'est à dire, l'évaluation à la fois des dégâts occasionnés en amont sur les versants et des risques pour l'aval, et notamment le risque d'envasement.

Plusieurs recherches ont déjà été menées au Maroc, dans ce sens notamment, par les services hydrologiques, la Station de Recherches Forestières (bassin-versant expérimental du Mda, par exemple) et par l'Institut Agronomique (bassin-versant du Sidi Salah). Ces travaux ont néanmoins été interrompus. Dans le cadre de l'effort mené pour la mise sur pied d'un plan national d'aménagement des bassins-versants, de nouvelles recherches ont été entamées dans l'année 1990, dans le but d'améliorer la connaissance des processus d'érosion et de nuancer les conclusions des recherches antérieures. Ces recherches sont menées dans le cadre du Laboratoire de Géomorphologie de l'Université Mohamed V.

1- CONCLUSIONS DES ETUDES DE LA STATION DE RECHERCHES FORESTIÈRES

Les recherches de la SRF ont été menées sur 3 années, d'abord dans le bassin-versant du Mda (Prérif), puis pour comparaison, dans des petits bassins de la montagne rifaine (Ikaouen, Dhar Souk, Targuist).

Le choix a donc porté sur les régions où le risque d'érosion est le plus menaçant, puisque la dégradation spécifique y dépasse pratiquement partout 2000 t/km²/an. Dans chaque cas, les recherches ont porté à la fois sur des parcelles de petite taille établies sur les versants et sur des bassins de format plus ou moins grand, de la ravine au bassin élémentaire jusqu'au bassin-versant de taille moyenne. Les résultats de ces recherches sont résumés dans le tableau suivant:

Mesures comparatives: de l'Erosion au Maroc -(recherches de la SRF, 1970)

- 1) Coefficient de Ruissellement:
(Année normale-BV de petite taille)= de 16 à 50%

- 2) Concentration de l'érosion dans le temps:
X Oued Khadra (Prérif): en 12 jours très érosifs=
50% du débit liquide
92% du débit solide

X Variations de la Ds, selon la concentration annuelle des pluies
(Bassin-versant du Bas Rif)
Année sèche: 2860 t/km²/an
Année moyenne: 3500 t/km²/an
Année exceptionnelle: 12860 t/km²/an

- 3) Rôle du couvert végétal:
3 bassins-versants rifains de même taille
- BV à matorral dense - Ds= 585 t/km²/an
- BV partiellement cultivé - Ds= 1845 t/km²/an
- BV entièrement cultivé - Ds= 9370 t/km²/an

- 4) Part relative des différents processus:
- Erosion aréolaire (Mesures sur parcelles)
Année assez sèche - Ds= 7 t/km²/an
Année humide - Ds 836 t/km²/an

- Ravinement - Bad land:
Mda - Ds= 15000 à 27900
Rif - Ds= 26000

De ce tableau on peut déduire les remarques suivantes:

- Le coefficient de ruissellement est souvent faible au Maroc même lorsqu'on considère des petits bassins-versants montagneux de région humide, comme le Rif. Ce coefficient varie néanmoins très fortement d'une année sur l'autre. Ainsi dans la Mda, il varie de 16 à 50% selon la pluviométrie annuelle; En année sèche il devient très faible puisque le ruissellement concentré, responsable des pointes de crues, devient peu fréquent; l'évaporation et l'évapotranspiration prélèvent alors une bonne partie de l'eau infiltrée. Dans les régions steppiques, le coefficient d'écoulement est plus influencé par l'intensité que par la somme précipitée.

- Les transports solides sont importants, mais il sont très inégalement répartis. On peut dire que les 3/4 des transports annuels de matériaux proviennent de quelques jours de crue, en hiver pour les zones de montagnes humides (ruissellement de saturation), en toute saison mais plutôt en automne ou au printemps pour les zones steppiques (ruissellement d'intensité). Ainsi l'oued Khadra, affluent du Mda a enregistré pendant les 12 jours les plus érosifs de l'année 50% de son débit liquide et 92% de son débit solide.

La Ds varie fortement dans un même bassin selon la pluviosité de l'année, et surtout selon la concentration des précipitations dans le temps. Ainsi un bassin versant élémentaire du Bas Rif enregistre 2860 t/km²/an en année sèche et 12860 t en année exceptionnellement humide; l'année de pluviosité moyenne indique des chiffres plus proches du minimum, ce qui montre bien que l'érosion catastrophique résulte de franchissement d'un seuil de précipitation.

- Les qualités exportées varient fortement d'un bassin versant à l'autre, en fonction du relief et surtout de la lithologie. Ainsi dans le Rif, les petits bassins-versants à lithologie marneuse, fournissent la majorité des sédiments qui débouchent dans l'Ouerrha ou dans le Loukkos.

- Le couvert végétal du sol, joue un rôle fondamental. La comparaison de bassins-versants boisés et de bassins cultivés, est tout à fait intéressante. Elle a été menée sur 3 bassins à Ikaouen, comparables sur tous les plans, sauf celui de l'utilisation du sol. Le premier, entièrement boisé ne perd que 5,85 t/ha/an; le second partiellement défriché et cultivé enregistre une dégradation spécifique de 18,45 t/ha/an. Le troisième, occupé depuis longtemps et entièrement cultivé indique une érosion beaucoup plus forte (93,70 t/ha/an). L'accroissement de l'action humaine se traduit donc par une érosion plus intense. Le problème est de déterminer la part relative qui revient à l'aggravation de l'érosion dans les champs eux-mêmes (influence directe de l'homme) et la part de l'érosion ravinante accrue indirectement sous l'impact de la diminution de l'infiltration dans les champs. En tout cas les mesures sous forêt primaire ou sous matorral, même partiellement dégradé, semblent donner des proportions assez comparables; ceci voudrait dire que c'est le défrichement total qui constitue un seuil véritable, alors que la dégradation par taches du couvert ne transforme pas radicalement le système.

- Les estimations sur la part relative des différents processus de l'érosion sont tout à fait indicatives et pas du tout transposables d'un bassin-versant à l'autre. Elles sont basées sur l'analyse expérimentale menée dans le Mda et sur une appréciation des surfaces occupées par les différents processus. L'analyse expérimentale est menée sur parcelles d'une part et sur bassins-versants de tailles diverses d'autre part; elle montre que l'érosion sur parcelles en année normale, est nettement minime, comparée à ce qui est enregistré au débouché du bassin-versant (autour de 2%) et a fortiori à ce qu'indiquent les mesures sur ravine ou bad land. Cette analyse est aussi basée sur l'observation des formes. Ainsi le volume représenté par les matériaux issus des ravines ou encore plus des berges ou versants érodés, est sans commune mesure avec celui qu'offrent les champs, quelle que soit leur utilisation.

Durant l'année 1990-91, de nouvelles recherches ont été menées par l'équipe du Laboratoire de Géomorphologie dans le but de confirmer ces conclusions et si possibles de les nuancer.

2- LES RECHERCHES NOUVELLES

Trois thèmes de recherches ont été prospectés:

- Des mesures sur parcelles expérimentales de la perte en terre, dans plusieurs domaines géographiques;
- Une évaluation des contributions relatives des différents processus grâce à une cartographie des formes et une estimation des superficies occupées par chacune de ces formes, dans plusieurs bassins-versants marocains dans le Rif, le Prérif et le Haut Atlas;
- Une évaluation de la gravité des différents processus et de leur vitesse d'évolution actuelle, grâce à une analyse diachronique comparative, portant sur des photographies aériennes prises à différentes époques, d'échantillons choisis pour leur représentativité.

Dans ce papier, seule la première démarche sera exposée.

3- LES MESURES DE L'ÉROSION ARÉOLAIRE SUR PARCELLES EXPÉRIMENTALES

Les mesures ont été menées dans trois domaines géographiques dans le but de différencier les taux de pertes en terre en fonction du climat et notamment des totaux pluviométriques.

- Maroc occidental: régions de la Mamora et de Ben Slimane, correspondant à de bas plateaux de climat subhumide à semi-aride (500 à 550 mm de précipitation).
- Rif occidental: région de Mokrisset, correspondant à une moyenne montagne humide (12000 à 1300 mm).
- Maroc oriental: région de Taourirt, avec à la fois des plateaux subarides (250 mm), et une moyenne montagne semi-aride (450 mm de pluie).

Dans chacune de ces trois régions, des parcelles de taille comparable (environ 100 m²) ont été implantées pour la mesure de la perte en terre. Ces parcelles n'ont pas été conçues pour la mesure du ruissellement lui-même, et sont donc très simples. Il s'agit de rectangles allongés dans le sens de la pente, d'environ 20 sur 5 m, bordés par des plaques de tôle fixées au sol grâce à des piquets; parfois quand c'est nécessaire, un fossé de dérivation a été creusé

à l'amont de la parcelle. A l'aval, un fossé de 5m X 30cm X 30cm, sert à recueillir les dépôts fournis par l'érosion aréolaire de la parcelle. Il sert aussi à recueillir des eaux de ruissellement superficiel et des eaux de percolation (ruissellement hypodermique). En effet, les rebords et le fond du fossé ne sont pas imperméables; ils ont été badigeonnés au lait de chaux, parfois couverts d'un enduit de ciment; l'enduit sert à reconnaître la forme du fossé dans le but de délimiter le volume des apports. Mais l'enduit se fendille, ce qui le rend perméable, et même se craquèle, ce qui représente une source d'erreur, puisqu'il faut au moment où on recueille les sédiments déposés, trier avec soin les écailles d'enduit tombées au fond du fossé.

L'eau de ruissellement n'est pas recueillie, puisque les passages ont été rares (3 passages pour toute une saison pluvieuse). D'après le témoignage d'un gardien permanent, seul un des fossés a réellement débordé (il s'agit de celui qui a été alimenté par une rigole nouvellement apparue). Par ailleurs, il semble que les fossés ne se sont pas remplis d'eau au cours de la précipitation, mais plutôt avec un certain retard; l'eau des fossés est donc avant tout de l'eau de drainage du ruissellement hypodermique, plus que de l'eau de ruissellement superficiel. L'eau hypodermique provient par ailleurs de tout l'amont, c'est à dire d'un espace beaucoup plus large que la parcelle seule. C'est pourquoi cette eau qui n'apparaît qu'avec un certain retard, dure longtemps après l'arrêt de la précipitation puisque son drainage se poursuit tant qu'il y a de l'eau dans le sol en amont.

D'ailleurs, les parcelles qui fournissent peu de sédiments sont justement celles dont le fossé est le plus rempli d'eau et durant la plus longue période. C'est là une preuve de la priorité de l'infiltration sur le ruissellement direct, sauf dans des cas particuliers, justement caractérisés par une rapide concentration des eaux.

Dans le cas où le fossé a d'évidence connu des phénomènes de débordement, l'absence d'épandage ou de cône de déjection sableux à l'aval du fossé, indique bien que seules les fractions en suspension ont migré au delà du piège qui, par contre a bien fonctionné pour les particules sableuses, déposées sous la forme de cônes de déjection. La granulométrie comparative du sol de la parcelle (les 5 cm superficiels) et du dépôt du fossé démontre d'ailleurs ce débordement, puisque les sédiments recueillis sont nettement plus grossiers et mieux triés; ceci signifie le départ des fines en suspension.

Ces erreurs et complications mises à part, les fossés semblent avoir dans la majeure partie des cas bien fonctionné et permettent une rapide, économique et relativement bonne appréhension des phénomènes de perte en terre sur parcelles, malgré la rareté des passages et des prélèvements.

Lors de chaque passage, les sédiments du fossé sont soigneusement prélevés, débarrassés des écailles d'enduit qui ont pu les polluer, puis pesés. La somme des prélèvements a permis de calculer une dégradation spécifique annuelle (g/m² ou t/Km²).

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant:

Pertes en terre des parcelles expérimentales
Année: 1990-1991

N° Parcelle	pente %	Couvert végétal	Ds/t/km2/an
<u>Parcelles de Mokrisset</u>			
1	6	herbes+buissons	131
2	16	matorral dégradé	25
3	16	cultivée	347
4	20	cultivée (griffe)	2451
5	20	nue	147
6	16	nue	1259
7	12	ciste dense	18
8	8	nue (Ruis. concentré)	226
<u>Parcelles de la Mamora</u>			
1	5	nue	134
2	5	orge	13
3	10	Blé	66
4	10	Eucalyptus	140
<u>Parcelles de Ben Slimane</u>			
1	4	forêt	100
2	4	forêt	38
3	11	matorral	74
4	4	nue	95
5	8	nue	223
6	9	nue (ravine)	552
7	4	nue	134
<u>Parcelles du Maroc Oriental</u>			
1	7	Broussailles	25
2	10	Jachère	4
3	5	Jachère	56
4]	5	Jachère	187
5] Montagne	5	Jachère	295
6]	5	Jachère	134

Il ressort des résultats de cette quantification ce qui suit:

Les précipitations et leur intensité, jouent un rôle fondamental dans la perte en terre d'une parcelle. C'est dans le Rif que sont enregistrées les plus fortes dégradations; dans le Maroc oriental, les parcelles (4,5 et 6) installées dans la montagne humide enregistrent des taux autrement plus élevés que ceux des régions de plaine semi aride, malgré l'équivalence des pentes et du type de couvert végétal.

La couverture végétale du sol et l'absence de travaux de labours est une garantie de faiblesse de la dégradation. Le labour représente un effet de seuil dans le Rif, alors que son effet est moins net ailleurs.

L'efficacité du couvert végétal est néanmoins difficile à différencier: dans le Rif, le matorral à composition variée n'a pas une efficacité supérieure à celle des cistes de reprise végétale sur terre dégradée; le terrain à densité végétale nulle ou très faible, ne fournit pas beaucoup plus qu'un terrain à plantes piquetées.

Le mulch de blocaille joue un rôle important dans la limitation des exportations de matériaux;

L'épaisseur du sol est importante pour expliquer l'importance de la dégradation spécifique; un sol épais et fin est sujet à plus d'érosion qu'un sol squelettique, et encore plus qu'un substrat sub-affleurant; c'est le cas de la parcelle 6 de Mokrisset, comparée à la parcelle 5.

L'apparition de processus d'érosion concentrée sur une parcelle, permet de dépasser un seuil fondamental. On passe d'une exportation dont la médiane se situe aux environs de 200-300 t/km²/an à une dégradation qui dépasse nettement les 500 t. Il faut noter que les processus les plus contributifs, sont les griffes nouvellement apparues. Dans ce cas, la rigole entaille le sol meuble et l'exporte facilement. Ce genre de rigole est associé à des pentes moyennes à faibles, des sols épais, un couvert végétal ouvert (type culture sarclée) et nécessite un amont suffisant pour la collecte de l'eau. Par contre les rigoles anciennes qui ont atteint le substrat ne provoquent qu'une exportation limitée.

On peut donc conclure que la mise en culture après dénudation d'un terrain le met à la merci du ruissellement. Celui-ci reste d'un effet modéré tant que l'eau ne se concentre pas. Son effet de balayage de la surface aboutit à la stérilisation du champ.

Conclusions:

Les zones de fortes précipitations sont les plus menacées, surtout lorsque s'associent à la concentration des pluies une lithologie défavorable et de fortes pentes.

Dans ces conditions précaires, le défrichement et le labour sont très dangereux, car il suffit d'un évènement important pour que les eaux de ruissellement se concentrent et amènent un décapage plus ou moins généralisé du versant.

L'essentiel ont donc d'éviter la concentration en évitant les phénomènes de battance responsables d'un arrêt précoce de l'infiltration. Il est aussi fondamental d'empêcher la saturation des sols de montagnes en en organisant le drainage.

C'est pourquoi des actions limitées au réseau hydrographique, et visant d'abord la prévention des excès d'apports à l'aval, ne peuvent résoudre tous les problèmes; il est nécessaire d'améliorer la gestion des terrains et des eaux sur les versants montagneux.

**RESEAU
EROSION**



Référence bibliographique Bulletin du RESEAU EROSION

Pour citer cet article / How to cite this article

Laouina, A. - Recherches actuelles sur les processus d'érosion au Maroc, pp. 292-299, Bulletin du RESEAU EROSION n° 12, 1992.

Contact Bulletin du RESEAU EROSION : beep@ird.fr