

**Dynamique de l'érosion sous différentes utilisations du sol au niveau d'un versant  
en zone méditerranéenne subhumide :  
Influence des cultures, des aménagements de Gestion conservatoire des eaux et des sols  
(GCES) et des couvertures forestières en Algérie.**

**Change of land use on the dynamics of erosion and land management  
at topo-sequence level in sub humid climate of Mediterranean zone:  
Influence of cultures, installations of GCES (Management of Water and Soil Conservation)  
and forests cover in Algeria**

KACI M.<sup>2</sup>, MORSLI B.<sup>1</sup> & HABI M.<sup>1</sup>

**Abstract :** The study of erosion manifestations along a landscape transect with the same red soils showed the importance of slope, land use and stone walls on the contour line. The topsoil fertility & depth are in relation with the vegetation cover and the erosion intensity. The application of intensive agricultural techniques (land husbandry, manure, crops under fruit trees plantations) had a great effect on erosion reduction and the net income improvement.

Keywords : Algeria, Sub-humid Mediterranean mountains, Erosion, Land use, Slope, Vegetation cover, Incomes.

**Résumé :** Sur les versants des zones méditerranéennes subhumides du nord-ouest algérien, diverses formes d'érosion sont très actives : le décapage des terres entraîne une diminution de la productivité tout en causant un déséquilibre entre eau, sol et végétation.

Les résultats montrent qu'à l'échelle du versant, la dynamique est sous l'influence de la pente et surtout de l'utilisation du sol. Aux diverses occupations des sols (formations arbustives, buissonnantes et des zones cultivées, arboriculture et céréales associées aux aménagements de GCES) correspond une dynamique érosive, que l'on peut suivre grâce aux indicateurs. L'application de la gestion durable de l'eau et des sols (GCES) dans certaines exploitations en amont du versant (Intensification, cultures en étages avec arboriculture (cerisiers) très valorisante et très économique, fumier, emploi de techniques anti-érosives) a bien montré son efficacité dans la conservation du sol et dans l'amélioration des revenus.

Mots-clés : Algérie, Montagne méditerranéenne subhumide, Erosion, Utilisation des sols, Transect, GCES, Revenus.

## PROBLEMATIQUE

Dans les montagnes méditerranéennes subhumides du nord - ouest de l'Algérie, la dynamique de l'érosion hydrique est très active. La perte partielle ou totale du sol entraîne une diminution de la productivité. A la suite d'une très longue pression anthropique (surpâturage, défrichement, incendies) sur le couvert végétal, les sols se dégradent profondément. Les processus érosifs se propagent plus vite là où le couvert végétal a été détruit et peuvent causer des dégâts considérables en aval. La dynamique érosive des versants s'analyse en terme de rapport de forces (DERRUAU, 1999), entre des forces de traction et des forces de résistance qui sont liées à des facteurs physiques et humains. L'Homme dispose d'une forte capacité de destruction, mais aussi de conservation et d'amélioration des ressources naturelles.

A l'échelle d'un versant, homogène sur le plan lithologie et où plusieurs utilisations de sol se succèdent, nous avons étudié la dynamique de l'érosion du sol et analysé la part de chaque facteur dans cette dynamique. D'autre part, une évaluation de l'impact des actions de GCES (Gestion Conservatoire des Eaux et des Sols) paysannes pratiquées a été réalisée.

<sup>(1)</sup>INRF, BP. 88 Mansourah Tlemcen Algériel : morbinrf@yahoo.fr, Laboratoire de CES et des écosystèmes forestiers, Université de Tlemcen Algérie. :malik.kaci@yahoo.fr

## MATERIEL ET METHODES

Pour atteindre ces objectifs, une démarche simple a été utilisée : l'étude d'un transect au niveau d'un versant de 4 km le long duquel plusieurs utilisations et aménagements se succèdent sur un même type de sol. L'approche est basée sur le suivi de certains critères morphologiques et analytiques tels que pierrosité, infiltrabilité (simulations de pluies), matière organique, épaisseur du sol (évacuation et accumulation des matériaux).

La zone d'étude, qui se situe au niveau de Tlemcen - Algérie (fig.1), se présente comme un ensemble qu'il est possible de percevoir globalement comme un « système agro-sylvo-pastoral ». Ce système, en zone subhumide, se traduit par un écosystème fragile et vulnérable où les impacts sont importants sur la végétation et par conséquent sur le sol. La toposéquence est occupée essentiellement de sols rouges reposant sur des grès. Ce sont des reliques d'anciens sols rouges fersiallitiques. Sur cette toposéquence, se succèdent différentes occupations de sol : formations arbustives, formations buissonnantes et des zones cultivées (arboriculture et céréales). Les formations forestières qui couvraient toute la zone régressent d'une année à l'autre. Les perturbations anthropiques sont pour une très large part, responsables de l'état actuel de la végétation (QUEZEL & BARBERO, 1990).

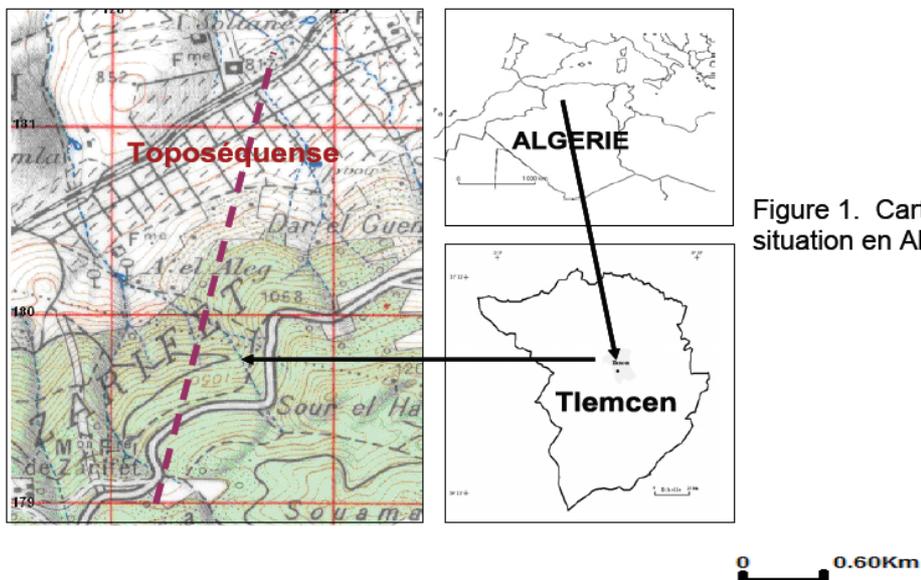


Figure 1. Carte de situation en Algérie.

## RESULTATS

Les résultats montrent que le sol rouge qui couvrait tout le versant, change d'un faciès à un autre sous l'influence de la pente et de l'utilisation du sol. Le long du transect étudié, différentes occupations se succèdent. A cette variation d'occupation du sol correspond également une variation pédologique. Parmi les caractères morphologiques et analytiques différenciant les sols de cette séquence, on peut citer: la couleur, la texture, la teneur en matière organique, l'épaisseur, la différenciation des horizons et la charge caillouteuse. Ces variations sont présentées sous forme synthétique dans le tableau 1.

**Le transect est divisé en trois sites caractéristiques.**

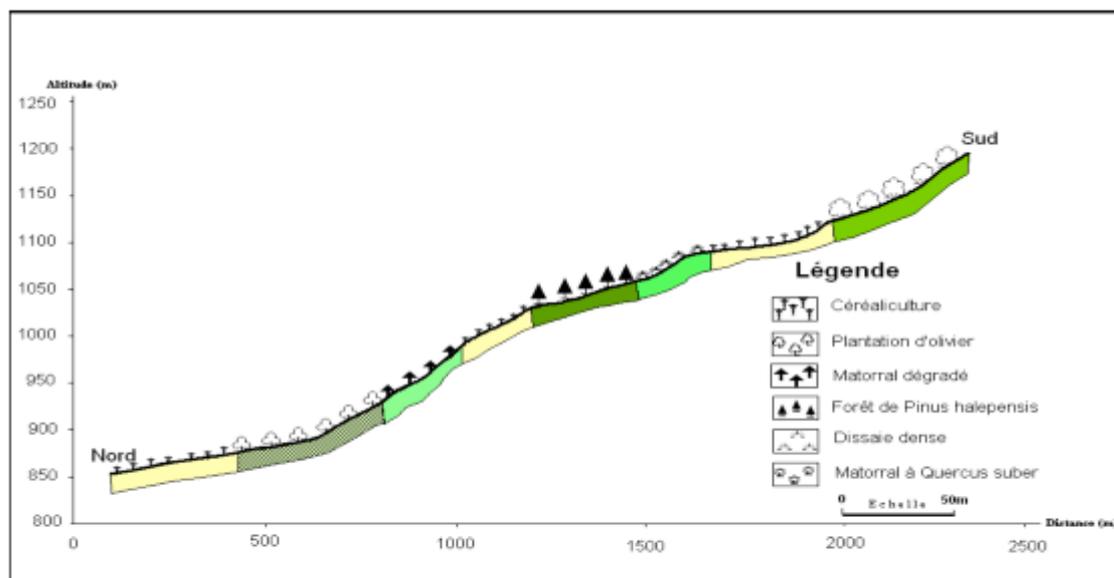
### *Partie sommitale (site 1)*

La partie sommitale est une zone forestière relique (fig. 2) ; le pâturage intensif et les incendies volontaires pratiqués depuis de longues années ont abouti à la disparition de la chênaie primitive et son remplacement par une formation arbustive dense, le maquis. Malgré la forte pente (fig. 3), le sol rouge a pu être conservé par la couverture végétale mais il n'est pas hors d'atteinte de l'érosion. Dans certains îlots dénudés, très localisés, le sol est décapé avec disparition de l'horizon superficiel (sol rouge tronqué).

**Tableau 1.** Caractéristiques des sols de différents sites de la toposéquence.

Site	Occupation	Pente %	Etat de surface	M.O. %	Prof. (cm)	Text. %	CaCo3 %	Charg. Cailloux %	Infilt. Pi (mm)	Erosion
<b>I</b>	Matorral	>20	Litière	2,5 (sol)	60	LAS à A	2	1 à 2	10	Traces
	Agriculture intense+ GCES	3 à 10	Meuble poreux	1 à 2	> 80	LSA	2	-	15	--
<b>II</b>	Steppe à Diss	>25	Fermé et tassé	1 à 1,5	40	SL	2	30	3	décapage fort
	Forêt dense	6 à 20	Litière	4,5 (sol)	>50	SL	-	-	25	--
<b>III</b>	Agriculture + Aménagements	3 à 6	Meuble poreux	1,3	> 80	LS	3	2	11	colluvionnement
	Matorral clairsemé	>20	Fermé Tassé	2,2	30	LS	2,5	15	5	décapage rigoles
	Arboriculture (Oliviers)	10	Fermé	1,5	60	LS	1,5	5	10	décapage griffes
	Céréales	6	Meuble	1,5	>80	LS	3	2	15	Griffes

Pi : Pluie d'imbibition, (pluie simulée de 50 mm/h pendant 30mn sur sol sec).



**Figure 2.** Les différentes occupations de sol qui se succèdent au niveau de la toposéquence :

La partie inférieure de cette partie sommitale, à faible pente (0 – 6 %), a permis la sédimentation des éléments enlevés de la partie sommitale, principalement de l'horizon de surface, riche en matières organiques. Le colluvionnement peut dépasser un mètre d'épaisseur dans les replats. Peut être la faible pente et la richesse de ces sols ont fait que cette zone, située en pleine forêt, a été défrichée et utilisée d'une façon intensive (cultures associées avec arboriculture très rentable, irrigation, aménagements, savoir faire...) sans être dégradée. Les revenus sont estimés à plus de cinq fois supérieurs à ceux obtenus en zone plus basse, utilisée d'une manière extensive. L'homme qui contribue souvent à la dégradation des sols peut toutefois, à certains moments, jouer un rôle décisif dans la réduction des processus érosifs.

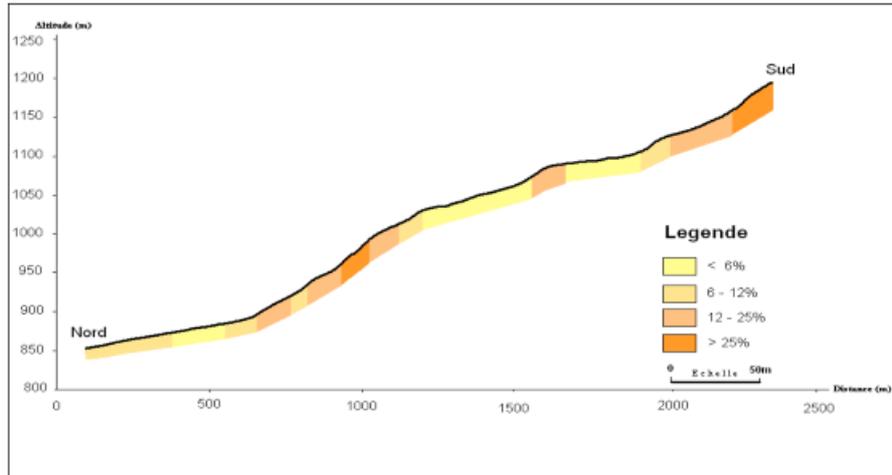


Figure 3. Répartition des classes de pente au niveau de la toposéquence

***Le domaine médian de la topo-séquence (site 2)***

Cette zone présente deux faciès écologiques nettement distincts :

**Faciès de dégradation :** versant très pentu, occupé par une steppe à diss (*Ampelodesmos mauritanicus* - Poaceae) qui témoigne de la disparition de la chênaie primitive et son remplacement par une association secondaire très dégradée. Cette dégradation est le résultat des pratiques très anciennes qui se sont exercées aux dépens de la forêt tout au long de l'histoire. Suite à cette dégradation du couvert végétal, le sol a subi à son tour une modification. Situé sur pente forte et occupé par une steppe à diss clairsemée (zone de parcours), le sol est très affecté par l'érosion en nappe. Il en résulte un décapage des horizons de surface, une charge caillouteuse importante de 15 à 50% (fig. 4), un tassement du sol et une diminution d'activité biologique. La troncature du sol est si importante que l'érosion a fini par provoquer l'affleurement de pavages de cailloux et de la roche mère (grés), gênant ainsi fortement l'infiltration des eaux et la régénération des végétaux surtout du couvert végétal primitif où le climat le permet encore.

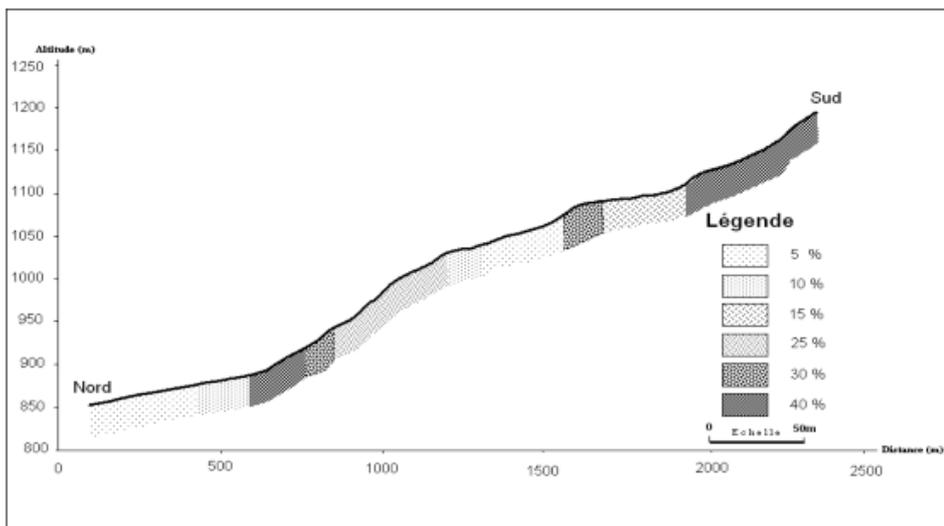
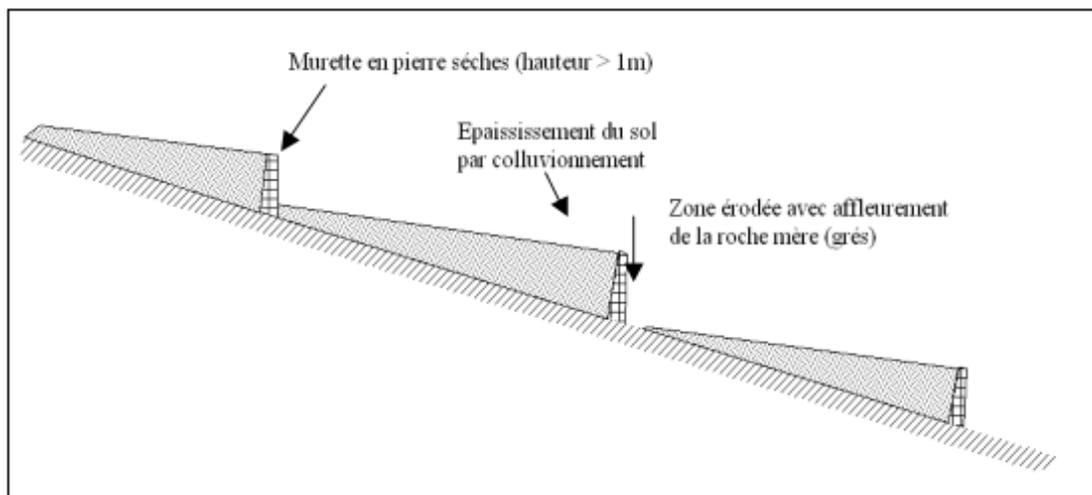


Figure 4. Charge caillouteuse au niveau de la toposéquence

**Faciès d'évolution** : tout en aval de cette steppe à diss, sur le même faciès de dégradation, un reboisement dense (futaie de pins d'Alep de 40 ans) a permis au sol de s'épaissir avec le temps par colluvionnement et surtout sous l'effet des matières organiques (le sol est recouvert par une litière épaisse >5cm) surtout en aval du reboisement où la pente est plus faible. La présence d'une futaie régulière et bien couvrante (taux de couverture >80%) a permis l'enrichissement du sol en humus. La porosité est plus favorable à la circulation des flux d'eau, l'infiltrabilité est plus élevée (tab. 1).

**Partie inférieure de la topo-séquence, occupée généralement par l'agriculture (site 3)**

A l'aval du faciès d'évolution (futaie de pins), les terres ont été aménagées par des ouvrages anti-érosifs (murettes en pierres sèches), parallèles aux courbes de niveau, qui ont évolué en terrasses (fig. 5). L'analyse des profils situés entre les murettes montre que les sols sont très profonds (quelquefois l'épaisseur des colluvionnements dépasse les 2m). Ils sont constitués de dépôts récents (colluvions) qui se caractérisent par une texture hétérogène variable et une faible différenciation du profil, alors qu'à l'aval de la murette où le sol est érodé, l'affleurement de la roche mère témoigne encore de l'activité érosive. Avec ces aménagements, une nouvelle dynamique pédogénétique s'est déclenchée qui dépend des matériaux déposés.



**Figure 5.** Aménagement en murettes, parallèles aux courbes de niveau, qui ont évolué en terrasses progressives à pente réduite, mais jamais nulle.

Le matorral situé en bas de ces terres aménagées est constitué d'une végétation bien couvrante mais la divagation très fréquente des animaux, a rendu le sol très tassé favorisant ainsi le ruissellement. Le déséquilibre entre le rythme de croissance biologique des pâturages et les besoins des animaux a fait que toute la végétation herbacée a été détruite et a créé une discontinuité dans le couvert permanent, rendant le sol découvert moins perméable. Tout en aval de la topo-séquence des cultures se succèdent : arboriculture (oliviers) et céréales. Sur cette zone cultivée, les sols sont très remaniés par l'homme. Ces sols subissent actuellement une action de dégradation due à l'érosion hydrique. Sur cette partie, la qualité agrologique s'est détériorée suite à la mise en culture.

**DISCUSSION**

En région de climat méditerranéen à saisons contrastées, comme celle de la zone montagneuse de Tlemcen, les sols peuvent se distribuer d'une manière régulière ou non au niveau des versants. Leur dynamique est fonction de plusieurs facteurs de la morphogenèse et de la pédogenèse (climat, végétation et relief). La végétation exerce une grande influence sur le sol. Les processus érosifs les plus intenses se propagent habituellement dans des zones où le couvert végétal a été détruit et peuvent causer des pertes en sol considérables (MORSLI *et al.*, 2004). La topographie oriente le plus la pédogenèse en favorisant le développement du sol ou en favorisant la morphogenèse (érosion) et par conséquent la régression du sol.

Les horizons de surface des sols forestiers très couverts (P8 du site I et P5 du site II), sont non seulement les plus riches en matières organiques mais encore très poreux et moins durs. Le P7 du site I, sol cultivé intensivement et bien entretenu, a des caractères intermédiaires entre les sites forestiers et les autres sites. Les sols des sites cultivés de la zone inférieure et ceux des zones dégradées se différencient nettement des sols forestiers : ils sont relativement pauvres. Le taux de matière organique varie en fonction de la richesse des strates végétales (KADIK, 1987).

Quant à la végétation, facteur important de la pédogenèse, elle permet de bien conserver le sol et favorise la pédogenèse (MORSLI, 1996). Sous couvert forestier dense, le sol est protégé par le feuillage des arbres et la litière. Il est stabilisé par l'enracinement des plantes. Mais suite à l'ouverture du milieu (éclaircissement), le sol se retrouve dénudé et fragilisé. Il est souvent admis que sur un versant partiellement végétalisé, les zones dénudées peuvent être soumises à l'érosion alors que les zones végétalisées sont protégées (REID *et al.*, 1999).

Les sols très couverts (maquis amont et futaie de pins d'Alep) sont plus ou moins conservés malgré la présence de fortes pentes. Cette stabilité trouve son explication dans la densité du couvert végétal, la litière et la richesse des horizons de surface en matière organique qui rend la structure du sol plus stable et par conséquent plus résistante à l'érosion. Dans ces cas, la pédogenèse est favorisée surtout que la roche mère est facilement altérable. Si la pédogenèse est favorisée par les substrats (grès altérables) et la végétation quand cette dernière est conservée, la topographie et surtout l'utilisation des sols dans la conjoncture actuelle entravent de plus en plus l'évolution pédogénétique et dans la plupart des cas c'est la morphogenèse qui l'emporte. Certains secteurs sont à tel point dégradés que la roche affleure à la surface. Dans un tel milieu, pauvre en capacité de stockage de l'eau, aucun ligneux ne peut se développer.

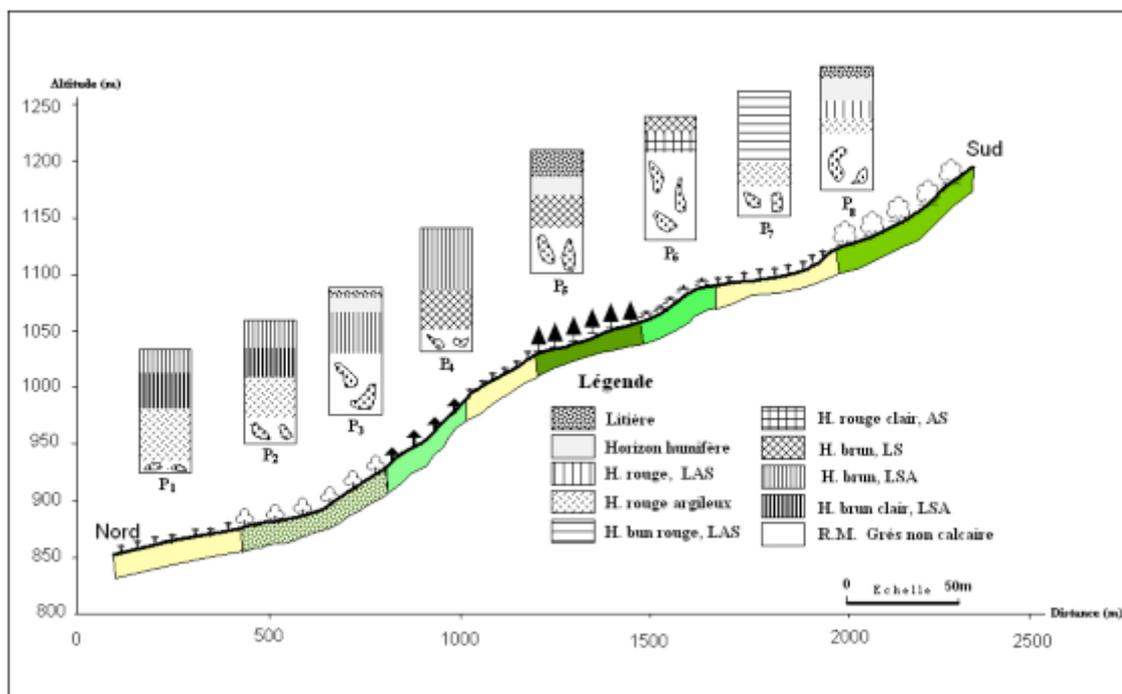
La topographie, dans une telle conjoncture, ne peut être que négative, même si elle peut jouer un rôle important dans la pédogenèse par l'orientation qu'elle donne au sol et aussi à la végétation. Dès que le sol est dénudé, la pente accélère le plus souvent le décapage des sols par suite de la forte déclivité. L'observation des profils complets et réguliers est rare. On note l'existence de zones d'appauvrissement superficiel au sommet de pente et une concentration en éléments dans les parties de faibles pentes. L'érosion accélérée se pose donc ici non seulement en perte de terre, mais encore en perte de fertilité et d'eau.

A l'échelle du versant, les variations de la couverture pédologique s'ordonnent principalement selon la pente. Les sols plus anciens occupent les positions topographiques les plus élevées (les anciens sols rouges). Puis viennent les sols bruns de bas de pente et des surfaces d'aplanissement. Enfin les sols colluviaux les plus jeunes se développent sur les accumulations récentes. Le relief apparaît donc comme l'un des facteurs essentiels de dynamique actuelle.

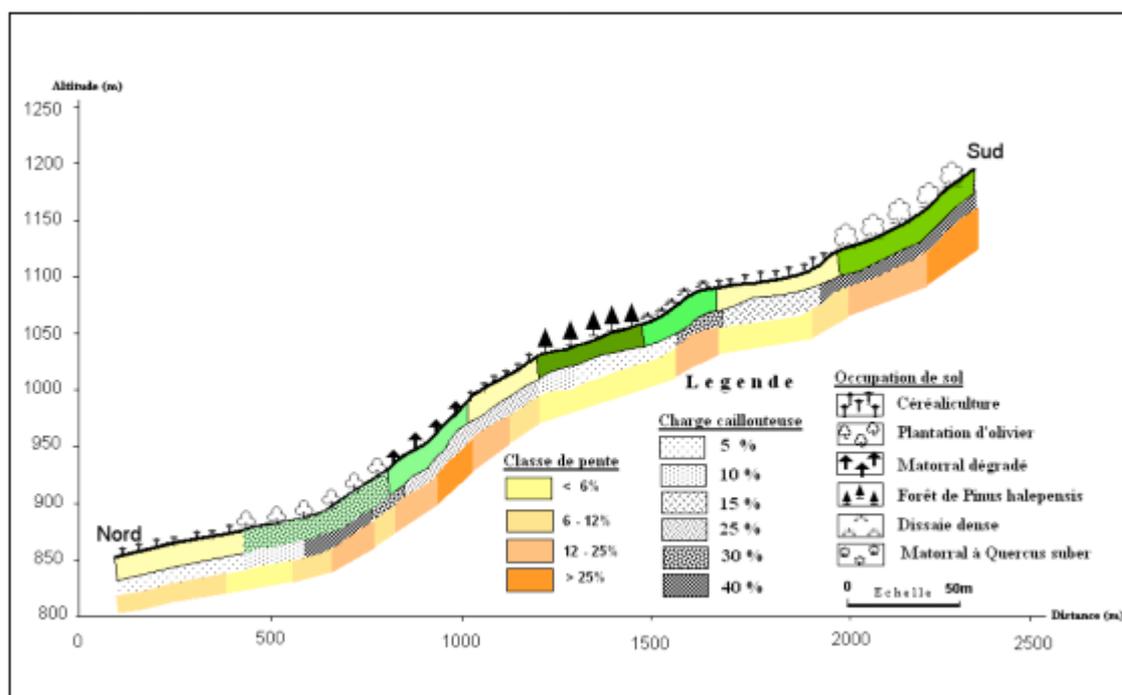
L'homme joue aussi un rôle important dans cette dynamique. Par les défrichements, le surpâturage, les incendies, il a accentué la dégradation des terres tout en amplifiant la dynamique érosive, surtout dans la partie inférieure et dans la steppe à diss (*Ampelodesmos mauritanicus*). Mais il peut aussi jouer un rôle décisif dans la réduction des processus érosifs, comme c'est le cas du site où il a développé un système intensif sur terrasses et une gestion conservatrice et très valorisante de cultures associées avec arboriculture très rentable (cerisier), irrigation rationnelle et des aménagements. Les revenus sont estimés à plus de cinq fois ceux obtenus en zone inférieure, utilisée d'une manière extensive. D'autre part, les aménagements mis en place ont bien montré leur efficacité dans le contrôle de l'érosion.

## CONCLUSIONS

Cette étude a permis d'obtenir des données qualitatives relatives au fonctionnement et au comportement des sols des versants en zones subhumides. A l'échelle de la toposéquence, les variations du sol le long du versant sont dues à la dynamique érosive. Les résultats montrent que ce sont surtout les caractères du couvert végétal, de la pente (évacuation et accumulation), du mode d'utilisation et des aménagements qui conditionnent cette dynamique.



**Figure 6.** Le long de la topo-séquence étudiée, à la variation d'occupation du sol correspond une variation pédologique.



**Figure 7.** Les variations de la couverture pédologique s'ordonnent principalement selon la pente, la couverture végétale et l'utilisation du sol.

A la variation d'occupation du sol (formations arbustives, buissonnantes et des zones cultivées, arboriculture et céréales associées aux aménagements de GCES correspond également une variation de la dynamique érosive. Le suivi des différents critères met bien en évidence cette différence de dynamique.

En forte pente et sous couvert végétal faible, les sols sont décapés par l'érosion et ceci est bien démontré par la charge caillouteuse, l'épaisseur de l'horizon A et la dénudation de la roche (grès séqualien décalcifié). Par contre, les sols très couverts sont mieux conservés malgré la présence de fortes pentes.

Cette stabilité du sol trouve son explication dans la densité du couvert végétal juste au-dessus du sol et la richesse en matières organiques : celles-ci rendent la structure du sol plus stable de telle sorte que l'eau de pluie s'y infiltre et s'y stocke plus facilement. Les aménagements (murets de 1 à 2 m) réalisés sur les zones cultivées par les riverains apparaissent comme une solution ingénieuse, ils permettent de cultiver des surfaces très pentues tout en limitant au minimum les risques d'érosion. Ces techniques ont bien montré leur efficacité dans la réduction du ruissellement et le piégeage des sédiments.

L'application de la GCES dans certaines exploitations (Intensification, cultures en étages avec arboriculture (cerisier) très valorisante, utilisation de fumier, emploi de techniques antiérosives) en amont du versant a bien montré son efficacité dans la conservation du sol au niveau des versants et dans l'amélioration des revenus des paysans.-

#### REFERENCES

- DERRUAU M., 1999. Les formes du relief terrestre. Notion de géomorphologie, 8ème édition, Armand Colin (Paris), 120p.
- KADIK B., 1987. Contribution à l'étude du Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) en Algérie : Ecologie, dendrométrie, morphologie. O.P.U. Ben Aknoun (Alger), 313 p.
- MORSLI B., 1996. Caractérisation, distribution et susceptibilité à l'érosion des sols de montagne – Cas des monts de Beni-Chougrane . Thèse de Magister INA El Harrach Alger. 102 p.
- MORSLI B., MAZOUR M., MEEDJEL N., HAMOUDI A. & ROOSE E., 2004. Influence de l'utilisation des terres sur les risques de ruissellement et d'érosion sur les versants semi-arides du nord-ouest de l'Algérie. *Sécheresse* 15, 2 : 96-104.
- QUEZEL P. & BARBERO M., 1990 – Les forêts méditerranéennes : problèmes posés par leurs significations historiques, écologiques et leur conservation. *Acta Botanica Malacitana* 15 : 145-178.
- REID K.D., WILCOX B.P., BRESHEARS D.D. & MACDONALD L., 1999. Runoff and erosion in a Pinon-Juniper woodland: influence of vegetation patches. *Soil Science Society of America Journal*, 63 : 1869-1879.