

# EROSION HYDRIQUE SOUS-COUVERTURE VEGETALE ANTHROPISEE DU PIEMONT SUD-OUEST DE LA SAINTE VICTOIRE (AIX - EN - PROVENCE, FRANCE)

PASSINRING Kedeu,

Dépt de Géographie, Université de N'Djaména - Tchad, B. P. : 503 Tel. 51 62 68 - Fax. 51. 40 33

## Résumé

Le massif de la Sainte Victoire, l'un des sites touristiques les plus visités de France, est exposé à divers phénomènes de dégradation naturelle ou anthropique notamment le piétinement par fréquentation humaine intense et les incendies criminels ou accidentels. Il en découle des crises biogéomorphologiques importantes avec la dégradation du couvert végétal suivie d'une reprise de l'érosion hydrique.

Pour quantifier ces crises, j'ai installé, de janvier à juin 1997, un dispositif expérimental de mesure sur le piémont sud-ouest de ce massif. Le secteur étudié, d'une longueur de 70 mètres et localisé au lieu dit de *Aurigon*, est situé sur l'un des glaciers qui se succèdent entre le flanc sud de la *Sainte Victoire* et le plateau du *Cengle* et se caractérise par la présence de trois géotopes.

Le dispositif expérimental est constitué de piquets-repères qui permettent de suivre l'évolution de l'érosion. Ce dispositif est renforcé par une étude synchrone de la végétation. Un examen granulométrique des échantillons en laboratoire complète ce protocole.

Les résultats nous ont permis d'affirmer que l'ablation se traduit par une perte de volume annuel moyen qui se chiffre à -7,5 mm. Ce résultat est fonction du type de recouvrement végétal et du comportement des précipitations. Sur les trois géotopes du site, on remarque, successivement de l'amont vers l'aval, une ablation très marquée (avec un décapage qui varie de -2 mm à -18 mm) sur lithosols nus, une érosion peu contrastée sur sol colluvial plus ou moins recouverte de végétation (là, l'ablation varie de -2 à -4 mm et l'accumulation de +1 à +2 mm) puis une accumulation marquée (+2 à +7,5 mm) sur couverture pierreuse que renforce l'*Aphyllanthium*.

Cette diversité de manifestations morphogéniques est induite par la pluviosité. Les dernières pluies hivernales et les premières estivales qu'intercale un printemps particulièrement sec (pendant l'année et la période d'observation/97) sectionnent les courbes d'évolution des processus morphogéniques en trois parties: les deux extrémités en dents de scie très contrastées, signe d'un fonctionnement actif des processus, et le milieu relativement stable de la courbe, signe d'un calme printanier des processus d'érosion.

Le couvert végétal, dégradé et à dynamique régressive ne joue pas pleinement son rôle d'écran mais semble plutôt avoir un impact ambivalent sur la stabilité du sol :

- il fixe ou reconstitue le sol en piégeant les débris en transit arrachés à l'amont et réduit la vitesse des eaux de ruissellement et partant leur potentiel d'érosion.

- son caractère lacunaire impose un ruissellement de type diffus à la lame d'eau qui se divise en plusieurs filets divaguants entraînant un décapage généralisé du sol.

L'examen granulométrique a montré que ce couvert végétal, à recouvrement lacunaire, joue un rôle géomorphologique beaucoup plus quantitatif que qualitatif car il n'existe pas un granoclassement entre l'amont et l'aval des embâcles végétaux, mais au contraire, on note des colluvions non différenciées tant en amont qu'en aval de ces obstacles. Ce rôle quantitatif disparaît avec l'ensevelissement des individus végétaux quant leur force de barrage devient inférieure à la force de l'agent de transport et à la masse des débris transportés.

D'une manière générale, le comportement des agents morphogéniques varie ici avec le spectre biologique des végétaux dont la répartition obéit à la toposéquence.

**Mots-clés:** France méditerranéenne, Provence, ruissellement, érosion, couvert végétal, sol, morphogénèse, pression anthropique.

## INTRODUCTION

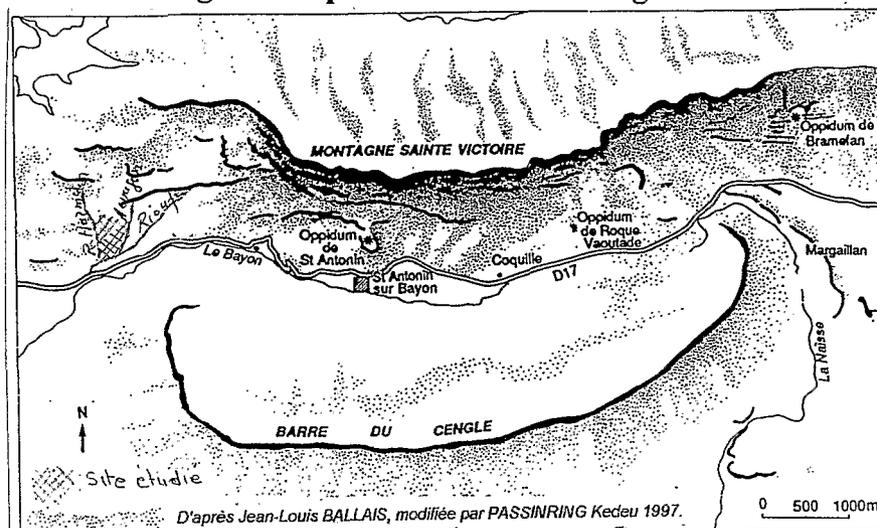
Le glaciaire de l'*Aurigon* est l'un des glaciaires qui marquent le contact entre le massif, la haute vallée suspendue du *Bayon* et le plateau du *Cengle*. Son étude qui s'est étendue de décembre 1996 à octobre 1997 s'inscrit dans le cadre de recherche pour un D.E.A. et a été suivie par le CAGEP-URA 903 du CNRS. Son site est une portion de la station expérimentale de l'Institut de Géographie d'Aix-en-Provence-option "*MILIEUX PHYSIQUES MEDITERRANEENS*."

L'objectif est de qualifier et quantifier les processus morphogéniques dans un géosystème fortement anthropisé.

Les résultats, malgré leur caractère partiel, sont assez intéressants en ce sens qu'ils nous ont permis de comprendre l'impact de l'homme sur le déclenchement et le développement des processus de dégradation des sols.

### 1 - PRESENTATION GEOGRAPHIQUE DU GLACIS :

Fig. 1 : croquis de localisation du glaciaire



#### 1.1. - Données géomorphologiques (voir fig. 2 ; tableau 1).

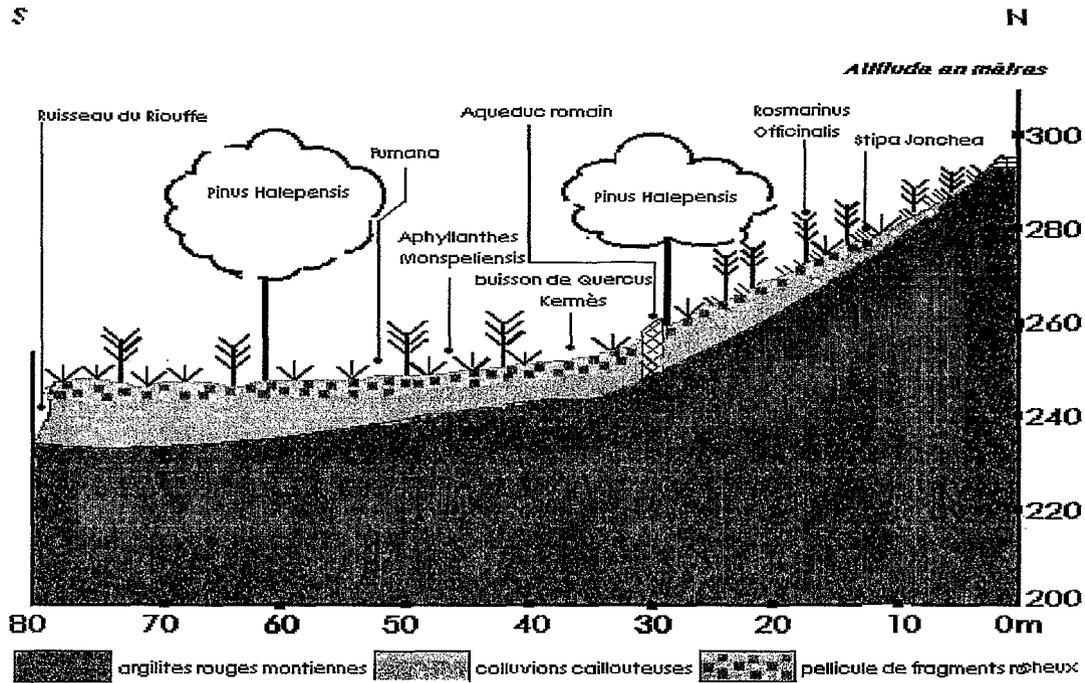
D'extension très modeste, le glaciaire de l'*Aurigon* se caractérise par une lithologie dominée par les argilites rouges d'âge montien. Cette formation est recouverte par des colluvions caillouteuses, le tout couronné par une mince pellicule de petits fragments rocheux issus de la désagrégation des brèches qui domine le glaciaire en amont. Les sols sont repartis dans trois géotopes se succédant dans le sens de la pente :

- en amont du glaciaire, situé en contrebas de la corniche de brèches et la valeur de la pente de  $32^\circ$ , le sol, très dégradé, est d'une épaisseur de l'ordre centimétrique. L'affleurement des argilites leur impose une disposition en plaquettes éparées édifiées à la faveur d'obstacles rocheux ou végétaux. Il s'agit des auréoles d'accumulation détritiques au milieu d'une vaste étendue de lithosols.

- le glaciaire supérieur à pente moyenne de  $15^\circ$ , situé à l'amont de l'aqueduc romain, porte un matériel déritique épais car l'aqueduc joue un rôle de piège à sédiments en bloquant tout le matériel en transit issu des brèches et des argilites altérées situées en amont.

- le glaciaire inférieur, situé en aval de l'aqueduc romain et s'étendant jusqu'au ruisseau du *Riouffe* est caractérisé par un sol rocailleux sur une topographie à faible pente ( $10^\circ$  de déclivité) La morphogénèse obéit également à cette toposéquence avec successivement, de l'amont vers l'aval, un ruissellement linéaire accompagné d'une érosion sévère, un ruissellement diffus qui déchire le tapis végétal enfin une érosion en nappe sur pavage.

Fig. 2 : coupe transversale du glacier de l'Aurigon



Le glacier est limité par trois unités géomorphologiques qui, d'une manière ou d'une autre, interfèrent sur sa dynamique. Il s'agit du ravin de l'Aurigon à l'est, le ravin des *Harmélins* à l'ouest, le ruisseau du *Riouffe* au sud et sud-est et enfin la corniche de brèches de direction ouest - Est limitant le glacier par le nord.

Tableau 1 : caractéristiques du glacier :

Géotope	Aval de l'Aqueduc romain(50 m) <sup>1</sup>	Amont de l'aqueduc romain(18 m) <sup>1</sup>	Contrebas de la corniche(12 m) <sup>1</sup>
Végétation	Pelouse irrégulière d' <i>Aphyllanthium</i> sur pavage	<i>Rosmarineto-aphyllanthes monspeliensis</i>	Garrigue résiduelle, très xérique et dégradée
État de surface	Recouvrement des petits fragments rocheux	Formation colluvionnaire (limono-sableuse à fragments et blocs bréchiques)	Plaquettes éparses des colluvions limono-sableuse sur roche mère affleurante
Formes d'érosion	Érosion en nappe	Érosion diffuse, griffure du tapis végétal	Érosion linéaire, érosion en rigole très accentuée
Lithologie du substrat	Argilites rouges d'âge montien à structure prismatique <sup>2</sup>		
Altitude(en mètres)	250 à 260	260-280	280-290
Pente	10°	15°	32°

Les premières fréquentations humaines du piémont méridional de la *Sainte Victoire* date de la fin du *tardiglaciaire*, vers 10 000 B. P.. Ce fut tout d'abord des cueilleurs/chasseurs nomades puis des éleveurs/agriculteurs sédentaires. Cette sédentarisation suivie d'une croissance démographique a entraîné la dégradation des ressources naturelles sur ce versant : dégradation du couvert végétal par

<sup>1</sup> Extension en long;;

<sup>2</sup> D'après les analyses de Jean-Louis Ballais

mise en culture, par pression pastorale, par incendies,... dégradation des sols par écoulement hydrique,...

La présence humaine a donné à cette végétation un caractère résiduel qui se trouve en ce moment dans une dynamique progressive de type secondaire à cause du calme qu'observe depuis quelques années la pression humaine.

Fortement dégradée par les incendies répétés et autres formes d'anthropisation, la végétation présente une physionomie très dégradée qui ne lui permet pas d'assurer sa fonction d'écran protecteur du sol.

De la brèche sommitale à l'aqueduc romain puis au ruisseau du *Riouffe*, on note successivement une garrigue à *Rosmarinus officinalis* et *Juniperus oxycedrus* puis une association d'*Aphyllaneto-stypa joncea*. Cette diversité de recouvrement végétal impose aux eaux pluviales (vecteur principal du décapage et de la perte de volume.) diverses formes d'écoulement (voir *tableau 1*)

## 2 - METHODES ET INSTRUMENTATION

### 2.1 - Les piquets-repères et la quantification de l'érosion :

#### 2.1.1 – Dispositif instrumental : ( voir fig. 3 )

C'est une méthode quantitative d'étude des formes et succède à une première phase qui est l'observation qualitative des faits. En effet cette phase théorique permet de préparer le dispositif instrumental en observant la micro-topographie comme les jeux des pentes, la couverture pédologique, l'organisation du drainage superficiel, les formes de destruction laissées par l'écoulement superficiel des eaux,...

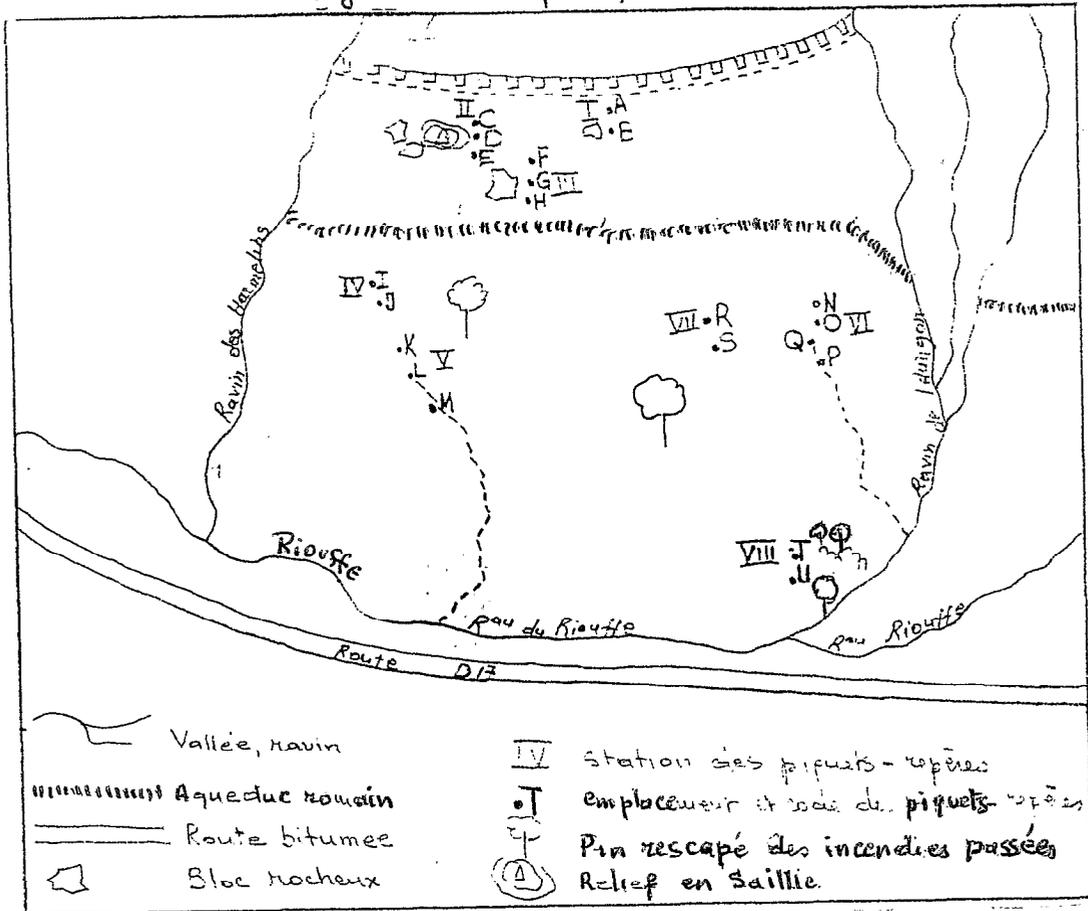
Après cette phase préparatoire, vient l'installation des piquets-repères.

Les piquets sont des tiges métalliques (obligatoire pour limiter les éventuels dégâts que pourront provoquer l'érosion ou l'humidité édaphique) de forme cylindrique (pour faciliter leur enfoncement au sol ). La longueur de ces piquets varie en fonction du substrat et de la vitesse apparente de l'érosion. Plus le substrat est fragile et les processus d'érosion actifs plus le piquet sera long (20cm minimums ). En revanche, si le substrat est compact et l'érosion timide, une longueur maximale de 20 cm est conseillée.

Le diamètre de chaque piquet est induit par sa longueur. Dans tous les cas, le diamètre minimal est de 5 mm, ce qui correspond à celle d'un clou de 15 cm de long. En outre, le diamètre doit être choisi de manière à ne pas tordre le piquet au moment de l'enfoncement.

Les piquets sont codifiés et installés par station et par transect sur le terrain d'étude. Une station correspond à une unité de surface où les processus d'érosion semblent être particulièrement intéressants. Elle renferme plusieurs piquets. Il y a au total huit stations réparties sur les trois géotopes qui se distinguent les uns des autres par leur recouvrement végétal. Les stations I et II sont situées en contrebas de la corniche à couvert végétal constitué d'une garrigue résiduelle, très xérique et dégradée ; la station III occupe tout l'amont de l'Aqueduc romain à *Rosmarineto-aphyllanthes monspelliensis*, plus ou moins touffue sur colluvions non différenciées ; et les stations IV, V, VI, VII et VIII sont réparties en aval de l'aqueduc, surface légèrement pentue abritant une pelouse lacunaire d'*Aphyllanthium monspelliensis* sur pavage.

Figure 3. Dispositif de mesure.



Au moment de l'installation, la longueur du piquet - après fixation au sol - est notée puis l'on fait de façon régulière des levées de mesure selon un pas de temps hebdomadaire, mensuel, bimensuel, ... (ce pas de temps reste dans tous les cas dépendant de la volonté du chercheur qui le fixe en fonction de la vitesse des processus morphogéniques). Mais pour obtenir des résultats fiables, un pas de temps réduit est conseillé. Les mesures peuvent aussi être prises après un événement pluvieux.

La précision des mesures est de l'ordre millimétrique pour les sites peu sensibles à l'érosion et de l'ordre centimétrique pour les sites à érosion sévère.

Toute augmentation constatée après chaque mesure indique une ablation symbolisée par le signe moins (-) et toute diminution de la valeur mesurée témoigne d'une accumulation symbolisée par le signe plus (+)

Les mesures doivent être prises en amont et en aval du clou en fonction de la pente. Pour une déclivité supérieure à  $10^\circ$ , il est conseillé de prendre les mesures en amont et en aval du clou, le cas échéant (pente supérieure ou égale à  $10^\circ$ ) une seule mesure à l'aval suffit.

Les résultats sont consignés dans un tableau statistique, traduits en graphiques puis interprétés.

L'utilisation des piquets-repères pour le suivi des processus d'érosion présente quelques limites : déstabilisation du substrat sur le pourtour du piquet au moment de l'enfoncement, arrachement accidentel des piquets, ... Dans ces cas, il faudra signaler ces perturbations dans les conclusions en ayant, bien entendu, pris le soin de remplacer tous les piquets arrachés.

## 2.2 - Phytosociologie et phytoécologie pour la caractérisation de la couverture végétale :

La Sainte Victoire est aujourd'hui un massif montagneux fortement anthropisé du point de vue végétal. A la régression végétale, s'est substitué une emprise morphogénique. Ainsi, pour quantifier la pression humaine sur ce couvert végétal, nous avons fait usage des méthodes phytosociologique et phytoécologique pour ensuite déterminer le rôle géomorphologique de ce couvert végétal.

### 2.2.1 - La méthode phytosociologique :

La méthode utilisée consiste à délimiter sur une surface apparemment homogène une série de carrés dont la superficie du suivant est le double de celle du précédent. A l'intérieur de chaque carré, on note toute nouvelle espèce végétale qui apparaît. L'échantillonnage optimum est atteint quand cessent d'apparaître des nouvelles espèces. Par ce procédé, on a pu déterminer la biodiversité, le degré de présence de chaque espèce ainsi que l'homogénéité floristique de la formation végétale. L'intérêt géomorphologique de cette approche phytosociologique est qu'elle nous a permis le pourcentage des espèces fixateur du sol comme l'*Aphyllanthes de Montpellier* (qui retient bien le sol par ses racines) et le *Chêne kermès*, buissonneux dans cette formation, qui joue le rôle de piège à sédiments.

### 2.2.2 - La méthode phytoécologique :

Elle permet de calculer le taux de recouvrement, la fréquence des individus par espèce et l'abondance/dominance des espèces.

La méthode consiste à faire des transects linéaires d'une longueur de 20 mètres. Tout au long de ce transect, on note tout individu rencontré tous les 20 centimètres.

Cette méthode nous a permis de mettre en lumière l'efficacité de ce couvert végétal à protéger le sol en fonction des espèces en présence et la densité de la formation.

### 2.3 - L'analyse granulométrique :

L'objectif de cet exercice est d'estimer la taille des particules piégées par la végétation.

On a prélevé 11 échantillons, codifiés, dans différentes stations et à des endroits spécifiés : amont des embâcles, aval des embâcles, terrassettes bordées de cordon végétal, têtes de ravines avec surplomb de recouvrement végétal.

Chaque échantillon a subi successivement un tamisage humide (tamis de 2 mm et 0,050 mm), un tamisage à sec sur colonne de tamis (de 1,60 mm à 0,040 mm) puis la mesure des argiles par diffraction laser après destruction à chaud de la matière organique. On obtient donc la proportion de chaque classe granulométrique exprimée en pourcentage.

L'interprétation de ces résultats associe le couvert végétal, la quantité d'eau tombée, et la pente topographique (tableau n°2).

## 3 - INTERPRETATION DES RESULTATS

Le tableau 1 présente les caractères de la végétation, la nature des formations superficielles et la pente. Ces données constituent les éléments de base pour l'interprétation des résultats. Les mesures sont régulièrement prises une fois par semaine mais aussi après chaque événement pluvieux. Mais l'année a été exceptionnellement peu pluvieuse (voir tableau 4).

### 3.1 - Caractérisation de la couverture végétale

C'est une couverture végétale très hétérogène avec un coefficient de communauté floristique de 13%. Le cortège floristique est de 33 espèces réparties de façon très lacunaire. Le sol n'est protégé qu'à 29%. Les espèces dominantes, obtenues à partir du degré de présence que sont le *Stipa joncea*, *Rosmarinus officinalis*, *Quercus pubescens* (forme buissonnante), *Juniperus oxycedrus*, *Aphyllantes monspelliensis*, ... sont réparties de façon sectorielle, ce qui ne permet pas de garantir pleinement au sol sa stabilité.

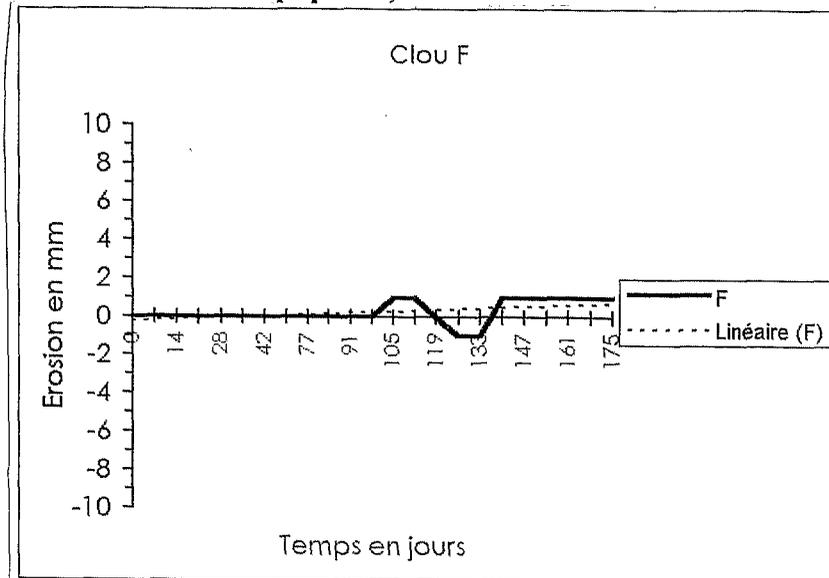
La fréquence des incendies et l'intense fréquentation humaine ont mis ce couvert végétal dans une dynamique régressive. Cette régression est attestée sur le terrain par l'absence des arbres, l'abondance des arbrisseaux, et surtout l'abondance des formes buissonnantes du *Chêne kermès*, du Romarin qui est l'indicateur du premier stade de dégradation du climax du *Chêne vert*, la présence des *Brachipodes rameux* en indique le deuxième stade.

Cette composition floristique a donc contribué à faciliter la vulnérabilité du sol ; c'est ce qu'indiquent les données analysées dans le paragraphe 4.

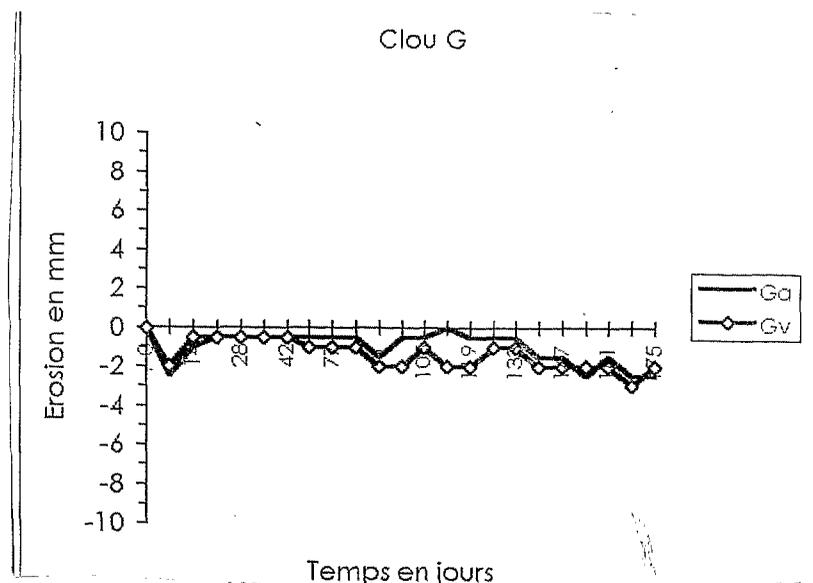
### 3.2 - Les piquets-repères et l'analyse granulométrique :

Dans l'ensemble, les données recueillies montrent que les phénomènes d'ablation et d'accumulation varient d'une station à une autre et d'un clou à un autre en fonction de la pente. Tout piquet situé en amont des barrages végétaux a connu une accumulation alors qu'en aval, a prévalu l'ablation. C'est le cas de la figure 3 qui met en relief un creusement provoqué par les dernières pluies printanières.

**Fig. 4 : accumulation au piquet F, situé en amont d'un obstacle végétal**



**Fig. 5 : ablation au piquet G situé en aval d'un obstacle végétal**



Donc les variations enregistrées d'un repère à un autre dépendent de leur position amont/aval<sup>3</sup> des obstacles végétaux, du degré de protection du sol et des caractéristiques des pluies.

A l'échelle des stations, la variation des processus se justifie par la lithologie et le type de ruissellement. C'est ainsi que le tableau 2 montre que les stations VII (piquets R et S) et VIII

<sup>3</sup> A l'amont des obstacles végétaux, les piquets connaissent généralement d'accumulation alors qu'en aval, sévit le décapage.

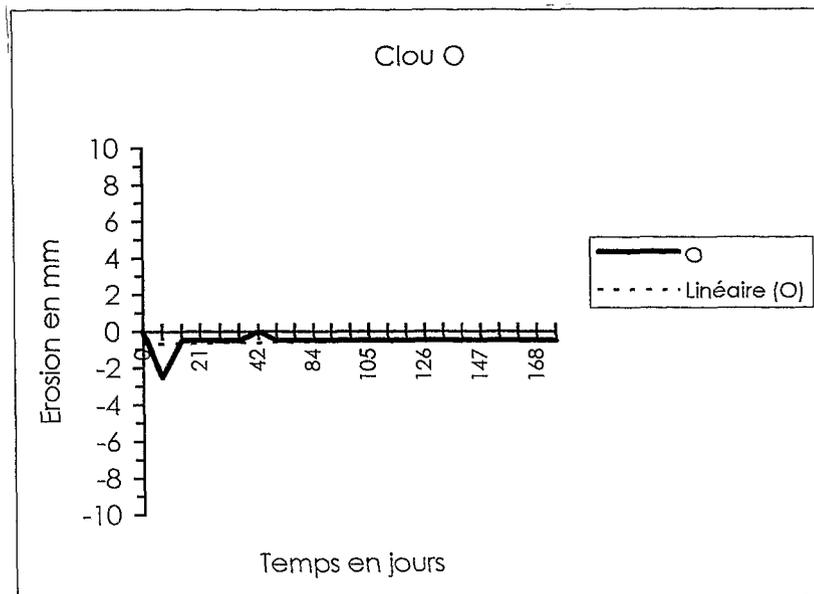
(piquets T et U ) où le ruissellement est respectivement plus ou moins linéaire et en nappe, se démarquent des autres stations par leur bilan positif.

La sévérité du décapage et l'importance de l'accumulation sont induites prioritairement par l'importance du couvert végétal qui modifie l'écoulement et l'impact des gouttes pluviales. C'est ainsi que les clous D et E connaissent respectivement l'ablation et l'accumulation.

L'ablation au clou D est favorisée par une touffe végétale située en amont et qui impose un contournement aux eaux lesquelles acquièrent une force de creusement en aval. Le clou E connaît par contre une accumulation, cela est dû au fait qu'en aval, s'étend un rideau de végétation herbacée plus ou moins dense qui retient presque toutes les charges solides des eaux d'écoulement.

Les courbes d'évolution des processus d'érosion présentent des formes variées illustrant la stabilité relative du sol, sa vulnérabilité et une accumulation marquée. Ainsi, l'alternance des phases d'ablation et d'accumulation est traduite par des courbes aux allures en dents de scie centrées sur l'axe des abscisses. Certaines sont légèrement décalées vers le haut ou vers le bas, indiquant une lente érosion (fig. 6 ).

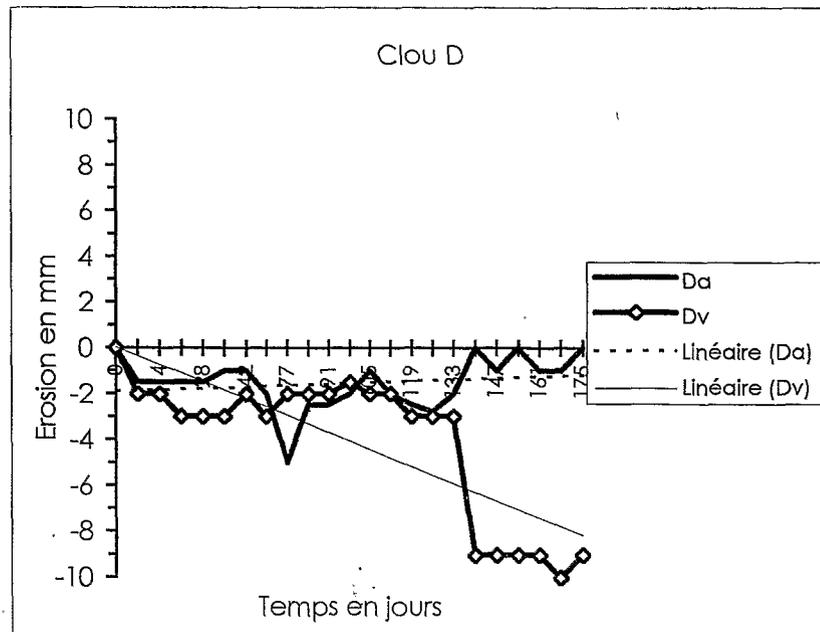
**Fig. 6 : une lente érosion/piquet O**



Cet état stationnaire du matériel s'explique soit par le couvert végétal qui limite l'effet splash soit par la platitude du relief qui réduit la vitesse et le potentiel érosif des eaux de ruissellement.

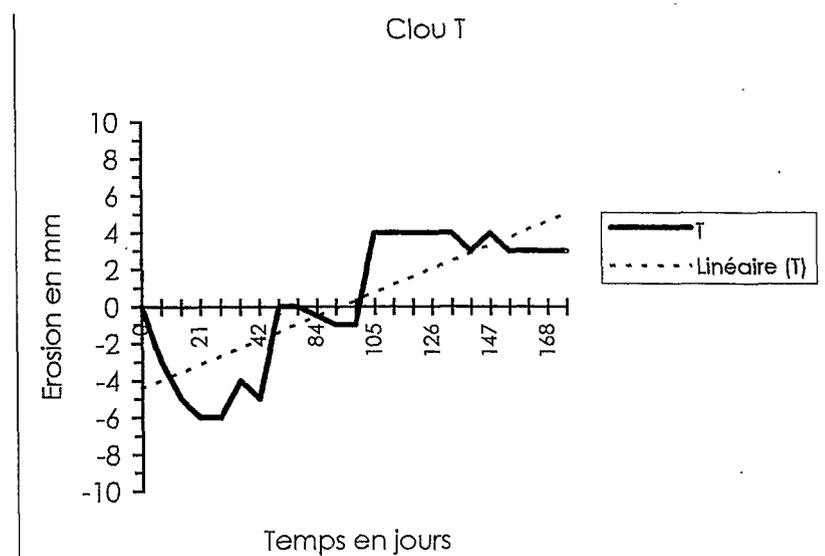
L'intense ablation du matériel se traduit par les courbes aux allures d'orientation WNW-ESE en général décalée de l'axe des abscisses vers le bas (fig. 5 et 7 ).

**Fig.7 une ablation marquée/piquet D**



La figure 7 présente une nette alternance entre une phase d'ablation et une phase d'accumulation. Ce contraste s'explique par les dernières pluies hivernales, plus compétentes et les dernières printanières puis les premières estivales.

**Fig. 8 : une tendance à l'accumulation/piquet T :**



### 3.3 – Une texture différenciée du matériel d'accumulation

La granulométrie des matériaux d'accumulation est marquée par une prépondérance de la fraction fine retenue par la végétation.

En effet, le recouvrement lacunaire de la végétation réduit la force de l'agent hydrodynamique, ce qui se traduit sur la plupart des courbes granulométriques, par une asymétrie avec l'allure des courbes dans la plupart des cas platykurtique. En effet, la classification de Folk et Ward détermine le *Kurtosi* ou coefficient  $K$  d'asymétrie et d'angulosité des courbes granulométriques selon les fréquences leptokurtique, mésokurtique et platykurtique. Ainsi, l'agent hydrodynamique est d'autant plus faible que  $K$  est inférieur à 1 et la courbe est dite de fréquence *platykurtique* ; en revanche, l'agent hydrodynamique est supposé fort quand  $K$  est supérieur à 1, ce qui correspond à une courbe de fréquence leptokurtique.

Le tableau 2 présente une texture différenciée des matériaux accumulés en amont (am) et en aval (av) des obstacles. Il en ressort ce qui suit :

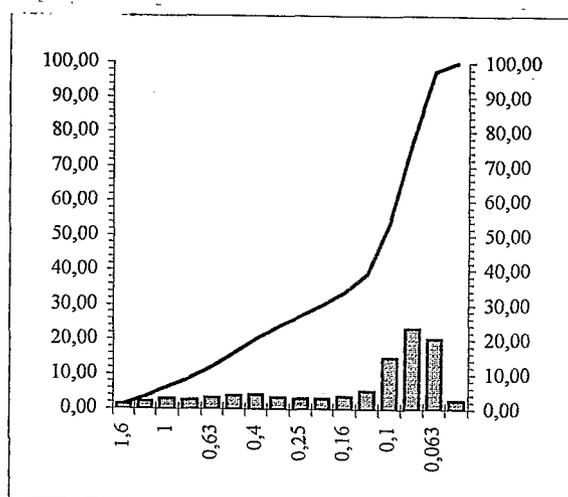
- D'abord le matériel est médiocrement classé à cause du faible hydrodynamisme. C'est ainsi que le *sorting* ( $S_o$ ) ou la dispersion des tailles est compris entre 1,00 et 2,00 ; or pour un bon classement,  $S_o$  doit être compris entre 0 et 1,00.
- Ensuite, on note d'une part une asymétrie vers les grandes tailles (prépondérance des petites tailles) tant en amont qu'en aval des obstacles végétaux (ce qui traduit bien la faible compétence de l'agent de transport) et d'autres parts cette asymétrie vers les grandes tailles est plus sensible en aval qu'en amont ; Ceci traduit l'efficacité de l'écran végétal à bloquer la fraction grossière (sable) et à réduire la force de l'agent de transport.

**Tableau 2 : Analyse physique du matériel bloqué par l'écran végétal**

Caractère/ Echantillon	III F1	III H2	IX3	X4	II E5	II E6	IV I7	IV J8	V K9	VI N10	VI O11	
Position	AM	TR	AV	BP	RO	AM	AM	AV	AM	AM	BP	
Sables(%)	47.41	45.5	36.5	46.95	44	33	30.37	29.18	32.39	41.08	39.44	
de s a b l e	SG % 0.5/0.2 mm	14.75	13.3	16.74	12.3	13.53	18.1	6.38	8.1	8.5	9.55	7.8
	SM % 0,5/0,2 mm	19.31	21.4 2	17.80	17.8	22.4	19.8	11.55	18.25	18	16.72	15.4
	SF% 0.2-0.05 mm	63.71	66.28	63.21	69.9	64.08	61.1	82.07	73.65	73.5	73.1	76.87
Limons + Ar <0,05mm(%)	52.59	54.5	63.5	53.07	50	44	69.67	70.82	67.61	58.92	61.56	
Mode(mm)	0.048	0.048	0.04 8	0.08	0.08	0.08	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	
So	1.39	1.45	1.5	1.32	1.32	1.47	1	1.2	1.21	1.23	1.17	
TC	PK	PK	PK	PK	PK	PK	LK	MK	MK	MK	LK	
H	F	F	F	F	F	F	TF	M	M	M	TF	

AM: amont d'un barrage végétal ; AV: aval d'un barrage végétal ; F : fort ; TF : très fort ; M : moyen ; PK : platykurtique ; LK : leptokurtique ; MK : mésokurtique. Tr : tête de ravine ; B.P. : bordé des plantes ; R.O. : ravine obstruée ; Ar : argiles ; T.C. : type de courbe ; H : hydrodynamisme;

**Fig. 9 : prépondérance de la fraction fine avec une courbe cumulative platykurtique/piquet E**



ANALYSE PHYSIQUE DES SABLES	
Couleur Munsell (humide)	
<b>Texture des terres fines (&lt;2mm)</b>	
Sables (en %)	46,93
Limons + Argiles (en %)	53,07
Argiles (en %)	0,00
Texture	
<b>Texture des sables</b>	
Sables grossiers (2-0,5mm) en %	12,31
Sables moyens (0,5-0,2mm) en %	14,64
Sables fins (0,2-0,05mm) en %	70,54
<b>ANALYSE CHIMIQUE</b>	
pH (eau)	
Matière organique (en %)	
CaCO3 total (en %)	

L'observation des histogrammes et courbes cumulatives générales montre un mauvais classement des grains, ceci démontre l'efficacité de la formation végétale basse et dégradée à bloquer toute classe granulométrique en particulier les limons grossiers et sable fin qui constituent la classe modale(0,048 mm ). Toutefois, le rôle des plantes dans le classement des grains devient faible quand leur capacité de blocage devient inférieure à la force de l'agent de transport.

Tableau N° 3 : Synthèse des processus morphogéniques :

Caractéristiques/clous		I.A	I.B	II.C	II.D	II.E	III.F	III.G	III.H	IV.I	IV.J	V.K	
Lithologie		a	a	csa	a	cc	csa	cnd	cnd	cnd	cnd	cnd	
Type de ruissellement		Ccr	Ccr	Diffus	Ccr	Ccr	Diffus	Diffus	Diffus	Diffus	Diffus	Diffus	
Pente	générale	32°	32°	32°	32°	32°	15°	15°	15°	10°	10°	10°	
	du clou	3°	35°	20°	77°	10°	0°	31°	0°	10°	20°	10°	
valeurs extrêmes d'Ab et Acc	pluies en mm	J/acc	0.2	0.2	0.4	24	0.4	38.6	8.4	1.4	0.2	0.8	0.2
		J/ab	0.2	0.2	0.2	38.6	0.2	1.4	1.4	0.2	0.8	-	38.6
	Acc mm	date	23/03	17/01	03/06	08/07	03/06	06/06	29/04	10/01	15/02	21/01	17/01
		valeur	+3.5	+10	+2	+1	+2	+1	+0.5	+2	+4	+1	+1
	Ab mm	date	17/01	22/02	31/01	06/06	31/01	10/01	10/01	15/04	21/01	19/05	06/06
		valeur	-2.5	-3.5	-2.5	-3	-1.5	-2.5	-2	-2	-4	-6	-1
Bilan partiel	6 mois de mesure		-1	-3.5	+3	-9	+4	+1	-2	-4	+1	-1	-1
	Vitesse d'Ab/Acc	mm/mois	-0.16	-0.6	+0.5	-1.5	+0.66	+0.16	-0.33	-0.66	+0.16	-0.16	-0.16
		mm/an	-2	-7	+6	-18	+8	+2	-4	-8	+2	-2	-2
Observations sur 6 mois de mesure		Perte irrégulière des substances à cause des épisodes d'acc.	Perte continue de matériel avec des longues périodes de stabilité	Acc. très marquée	Ab continue ponctuée de faibles épisodes d'Acc.	Acc. continue	tendance à la stabilité	Perte continue avec alternance très marquée d'Acc.	Perte en sol assez considérable	Acc. qui s'affirme difficilement devant l'Ab.	Ab. faible sérieusement obstruée par l'Acc.	Ab. faible sérieusement obstruée par une longue stabilité.	

Source : Passinring (K), 1997; p. 67-68, modifié.

Code des piquets : II.C = piquet C, station II ; Acc : accumulation; Ab : ablation; Ccr : concentré; csa : colluvions sablo-argileuses; cc : colluvions caillouteuses, CND : colluvions non différenciées; a : argiles; p : pavage;

J/acc. : quantité de pluie ayant entraîné la plus forte accumulation; J/abl. : quantité de pluie ayant entraîné la plus forte ablation.

Caractères/clous		V.L	V.M	VLN	VLO	VLP	VLQ	VILR	VILS	VILT	VILU	
Lithologie		cnd	cnd	cnd	cnd	a	cnd	p	p	p	p	
Type de ruissellement		diffus	concentré	diffus	diffus	concentré	concentré	nappe	nappe	nappe	nappe	
pente	générale	10°	10°	10°	10°	10°	10°	10°	10°	10°	10°	
	du clou	5°	12°	0°	0°	12°	20°	8°	5°	9°	6°	
Valeurs Extrêmes d'érosion	pluviosité en mm	J/acc	-	0.2	-	0.8	0.4	0.8	0.2	1.4	8.4	0.2
		J/abl	1.4	0.8	0.2	1.4	36.8	0.2	1.4	0.8	1.4	0.2
	Accumulation en mm	Date	24/06/97	17/01/97	13/05/97	21/01/97	20/03	21/01	31/01	10/01	29/04	11/01
		Valeur	1	2.5	1	1	4.25	1.5	5	5	5	6
	Ablation en mm	date an.1997	10/01	21/01	17/01	10/01	06/06	17/06	10/01	21/01	10/01	17/06
		valeur	-5	-2.5	-1.5	-2.5	-3.25	-3	-2.5	-0.5	-3	-2
Bilan partiel	6 mois de mesure (mm)		0	-1	-2	-0.5	+1	-3	0	+3.5	+3	+4
	Vitesse	mm/mois	0	-0.16	-0.3	-0.08	+0.16	-0.45	0	+0.55	+0.45	+0.6
	Ac/Ab	mm/an	0	-2	-3.75	-0.9	+1.9	-5.6	0	+6.5	+5.6	+7.5
Observations sur 6 mois de mesure		Alternance régulière Ab/Ac, d'où stabilité du matériel	La tendance générale est à l'Ab.	Ab. Plus marquée que Ac.	Ab. faible et peu évolutive	Deux phases : 1) juin = Ac. 2) après juin = Ab.	Ab. confirmée mais qui a peu évoluée	Stabilité du matériel	Ac. puis stabilité	Ab. puis Ac.	Stabilité puis forte Ac.	
Bilan général	Total d'érosion		-4 mm correspondant à une perte de matériel en 6 mois et 14 jours.									
	Vitesse d'érosion		-0.6 mm/mois soit -7.5 mm/an									
	Observations		La tendance générale du comportement de l'érosion est à l'ablation ; mais cette perte de matériel est ralentie par la faiblesse de la quantité et de l'intensité des précipitations.									

#### 4 - BILAN DES PROCESSUS D'ÉROSION

Avant de dresser le bilan général d'érosion, nous soulignons un fait important qui a considérablement influencé les processus. Il s'agit de la pluviosité, exceptionnellement déficitaire durant la période d'observation en particulier dans la région d'Aix-en-Provence.

**Tableau 4 : Situation pluviométrique à Aix-en-Provence en 1997**

Pluies/Mois	J	F	M	A	M	J
Hauteur(mm)	123	4,8	1,6	-	14	81
Durée totale	49h24	2h12	1h30	-	9h	22h18
Intensité moyenne	2,5mm/h	2,6mm/h	1,5mm/h	-	1,6mm/h	3,6mm/h

*Données de Janvier à juin 1997.*

D'une manière générale, sous ce couvert dégradé en dynamique régressive, la reprise de l'érosion semble s'imposer avec vigueur. Le tableau 2 confirme les faits.

Sur les deux aspects de l'érosion, l'ablation semble prendre le dessus. Cette avance du décapage est calculée sur la base du raisonnement suivant:

$$V_a = \frac{M_D}{j} \times 365$$

avec  $V_a$  = vitesse annuel de décapage ;  $j$  = nombre de jours de la période d'observation,  $365$  = nombre de jour d'une année  $M_D$  = quantité de matériel décapé.  $V_a$  a été d'une importance de  $-7,5$  mm. Cette vitesse d'ablation, calculée à l'échelle mensuelle ( $V_m$ ) nous donne ce qui suit:

$$V_m = \frac{-4 \text{ mm}}{194} \times 30 = -0,62 \text{ mm},$$

avec  $-4$  mm, le volume du matériel décapé durant la période d'observation;  $194$  = nombre de jours d'observation,  $30$  = nombre de jours d'un mois normal.

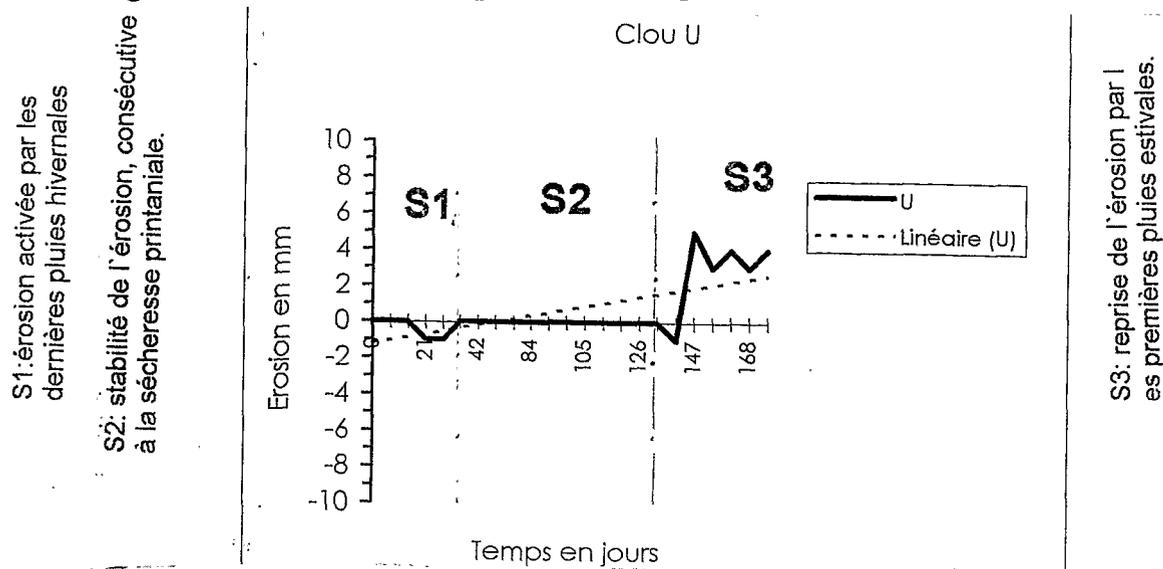
Cette tendance générale à l'ablation varie d'un piquet-repère à un autre en fonction de la couverture pédologique et végétale. C'est ainsi que les plus fortes valeurs d'ablation ont été observées au piquet D ( $-18$  mm) sur lithosol sans couverture végétale et au clou H ( $-8$  mm) situé en aval d'un obstacle végétal. Le plus faible décapage est observé au clou M installé dans une ravine qui déchire un pavage sur fond d'*aphyllanthium*.

Sur la forte pente où le sol est à nu, les clous A,B,D enregistrent une ablation marquée avec respectivement  $-2$ ,  $-7$ , et  $-18$  mm de matériel enlevé. En revanche, sur la pente moyenne à recouvrement lacunaire, l'érosion est inégale. Cette situation s'illustre par les piquets F =  $+2$  mm, G =  $-4$  mm, IX =  $-2,5$  mm, X =  $+1$  mm.

Enfin sur la basse pente où pavage et *aphyllanthium* assurent au sol une bonne protection, on remarque une déprise de l'ablation et l'emprise de l'accumulation. C'est le cas des piquets J =  $-2$  mm, K =  $-2$  mm, I =  $+2$  mm, S =  $+6,5$  mm, T =  $+5,6$  mm, U =  $+7,5$  mm.

A l'échelle de l'année 1997, le comportement des pluies imposent un comportement morphogénique ( fig. 10 ) marqué par trois phases facilement discernables: les deux phases extrêmes marquées par des irrégularités plus ou moins accentuées et celle du milieu relativement constante. Les extrémités très contrastées sont dues aux dernières pluies hivernales ( janvier-février/97 ) et aux premières pluies estivales( mai-juin/97 ) qui ont fait fonctionner les processus. En revanche, la relative constance qui semble couper certaines courbes en deux est due au printemps qui a été particulièrement sec. Les quelques dents de scie constatées sur cette section de certaines courbes s'expliquent soit par les rares et occasionnelles averses soit par des agents secs comme l'homme, la faune, la gravité, ...

**Fig. : 10 : Influence du comportement des pluies sur la morphogénèse/piquet U**



La prééminence de l'ablation sur l'accumulation se justifie beaucoup plus par les caractéristiques des averses, génératrices des processus. La faible intensité et quantité de ces averses sur un sol presque nu induisent une érosion par effet splash.

#### **CONCLUSION:**

Cette étude est un test de la méthode des piquets-repères pour la quantification de l'érosion sur un site à couvert végétal bas et dégradé. Ces résultats permettent d'esquisser l'analyse et l'interprétation des bilans ablation/accumulation dans un milieu à pression anthropique considérable.

Il ressort de cette étude que la couverture végétale, fortement dégradée suite à l'utilisation sociale de l'espace ne joue pas son rôle d'écran mais s'adjuge une fonction ambivalente:

- le tapis herbeux et les formes buissonnantes ralentissent les effets destructeurs des eaux pluviales en piégeant et en fixant le matériel détritique en migration vers l'aval.
- le caractère lacunaire de cette végétation engendre un ruissellement de type diffus, très efficace pour l'exportation de la matrice fine du sol, d'où son appauvrissement.

Mais dans le cas d'une dégradation très avancée, suivie d'une régression irréversible ou d'une progression secondaire très lente, le rôle protecteur de la végétation s'arrête quand la force des agents hydrodynamiques est supérieure à sa force de blocage. C'est à dire que quand la masse des débris transportés est très importante, la végétation, basse ici, se trouve ensevelie ou se trouve arrachée par la vitesse trop importante de l'eau. Dans ce cas, son rôle d'écran devient plus quantitatif que qualitatif car elle a tendance à bloquer le maximum possible des colluvions non différenciées, une sélection granulométrique ne pourra donc pas avoir lieu à cause de la force de l'agent de transport.

## BIBLIOGRAPHIE

- AVOCAT C., 1975. Milieu naturel ou milieu en équilibre, *RGL*, vol. 50, n°1, p. 34-58.
- BALLAIS J.L., 1992. La morphogénèse sur la Sainte Victoire, après l'incendie : l'exemple du ruissellement, *Méditerranée*, T. 75, n°1-2, p. 43-52.
- BIROT P., 1984. La mobilité des paysages méditerranéens, *Rev. de Géogr. des Pyr. et du Sud-Ouest, Toulouse, Travaux II* ; 387 p.
- CHAMLEY A., BELLOD ABAD J. et CARTAGENA D., 1997. Effet du couvert végétal sur le comportement hydrique et le transport solide dans une pinède à sous-bois arbustif et herbacé, *Bull. Réseau Érosion Orstom Montpellier*, 17 : 24-36.
- FIGUEIREDO T., 1996. Influence de la pierrosité superficielle sur l'érosion d'un sol franc-limoneux : résultat d'une expérimentation de simulation, *Bull. Réseau Érosion, Montpellier*, 16 : 98-08.
- LADIER J. et BOISEAU B., 1994. Typologie des stations forestières de la Sainte Victoire, Gestion des terroirs ; *Cemagref, n°11, Le Tholonet*, 279 p.
- LE BISONNAIS Y., BENKHADRA H., 1996. Génèse d'un ruissellement et de l'érosion diffuse sur sol limoneux : analyse du transport d'échelle du m<sup>2</sup> au bassin-versant élémentaire agricole, *Rev. du gpe. Fr. de géom. n°3*, p. 51-64.
- LECOMPT M., LHENAFF R. et MARRE A., 1996. Premier bilan de six années de mesure sur l'ablation dans les roubines de Baronnies méridionales (Péalpes français), *RGA, n°2, T. 84*, p.11-16.
- LUDWIG B., AUZET A. V., 1996. État de surface, structure hydrographique et érosion en rigole des bassins-versants cultivés au Nord de la France, *Étude et gestion des sols*, vol. 3, n°1 p. 53-70.
- NÉBOIT R., 1979. Les facteurs naturels et humains de la morphogénèse, *Annales de Géographie*, n°490, Paris, p. 649-670.
- ORHAN D., 1971. Sols et érosion des sols à l'Est d'Aix-en-Provence sur le pourtour méridional de la chaîne de Sainte Victoire, *Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle de Géographie, Institut de Géographie d'Aix-en-Provence*, France, 156 p.
- PASSINRING K., 1997. Caractéristiques d'une couverture végétale et son impact sur l'érosion hydrique : application au piémont sud-ouest de la Sainte-Victoire, *mem. DEA de géographie, Institut de Géographie d'Aix-en-Provence*, France, 77 p.
- ROUGERIE G., 1978. Érosion des sols et couverts végétaux, *Hérodote*, n°12, p. 52-64.

**RESEAU  
EROSION**



**Référence bibliographique Bulletin du RESEAU EROSION**

**Pour citer cet article / How to cite this article**

Passinring, K. - Erosion hydrique sous-couverture végétale anthropisée du piémont sud-ouest de la Sainte Victoire (Aix-en-Provence, France), pp. 96-110, Bulletin du RESEAU EROSION n° 19, 1999.

Contact Bulletin du RESEAU EROSION : [beep@ird.fr](mailto:beep@ird.fr)