

TRAVAIL DU SOL ET RISQUE D'ÉROSION AGRICOLE CAS DU PLATEAU DE MOSTAGANEM (ALGÉRIE)

M. Larid, N. Benfetta et A. Bakhti

Labo : Biodiversité, Conservation des Sols et de l'Eau
Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem
Tél : 074 30 25 74 - e-mail : larid@univ-mosta.dz

Work of Soil and Risks of Agricultural Erosion : Case of the tray of Mostaganem (Algeria)

Abstract:

With a semi arid Mediterranean climate and a vocation previously wine-growing, the tray of Mostaganem (Northwest of Algeria) becomes a region of big cultures. Subjected to an increased mechanization to an inappropriate practices of soil work, the agricultural sols are exposed to the phenomenon of the erosion that weighs seriously on the physics and socio economic contexts. The choice of a technical itinerary (cereal) to follow, along the slope in surface and in depth, the structural evolution of soil, the humidity, and the fine fraction ($<2 \mu\text{ms}$), such is the object of our survey. Thus, the surface exam state shows a strong erodability of soil bound in part to the action of the tool at a time, and a pluvial erosivity accentuated by the absence of a plant table setting in period of rains. The observation of cultural profile shows the weak depth of soil, once touching the superior horizon that undergoes the degradation. The middle horizon, more humid, rich in thin elements and reaches hardly by the tools opposes to all transfer toward the inferior horizon that doesn't constitute a compact zone knowing no variability. With this type of technical itinerary, the evaluations of the losses in thin elements (2,8qx/ha/year) results features of the physical environment closely but also of the conditions of its exploitation. In case of extrapolation to more important spatio-temporal units, the consequences will be of as much more ominous if actions of improvement are not undertaken.

Key words: Erosivity, erodability, structural state, technical itinerary, tray of Mostaganem, work of soil.

خدمة الارض و مخاطر انجراف التربة الزراعية: حالة هضبة مستغانم (الجزائر)

ملخص :

بمناخ متوسطي شبه جاف وهوية لزراعة الكروم سابقاً، أصبحت هضبة مستغانم (شمال غرب الجزائر) منطقة منتجة للمحاصيل الكبرى. خاضعة لمكثنة متزايدة وممارسات غير ملائمة لخدمة التربة، تعرض الأراضي الزراعية إلى ظاهرة الانجراف التي تؤثر بقوة على المميزات الفيزيائية والجوانب الاجتماعية الاقتصادية. اختيار مسلك تقني (حبوب) لمعانة، على طول المنحدر سطحياً وفي العمق، تطور بنية التربة، رطوبتها، ونسبة الحبيبات $< 2 \mu\text{m}$ ذلك هدف دراستنا. هكذا، بمعانة سطح التربة تبين لنا قوة انجرافها المرتبطة جزئياً بالآلات الزراعية وأيضاً بجرافية الأمطار المتعلقة بعدم غطاء نباتي حين نزولها. معانة القطاعات الجانبية للتربة تبين ضعف عمق عمل التربة المترکز أساساً في الأفق الأعلى الأكثر تدهوراً. الأفق المتوسط، أكثر رطوبة و الاغني بالعناصر $< 2 \mu\text{m}$. يكاد يكون غير متأثر بالآليات الحرث و بالتالي يعارض تسرب الماء نحو الأفق الاوطا الذي يشكل بنية صلبة غير متغيرة. بمتابعة هذا المسلك التقني، قيمنا الخسائر (28 كغ / ها / سنة) المتعلقة بالعناصر الرقيقة ناتجة مباشرة عن الخواص الفيزيائية للوسط و لكن أيضاً عن ظروف استغلاله. في حالة إسقاط هذه النتائج على وحدات زمنية و مكانية أكثر أهمية يتوقع أن تكون الانعكاسات أكثر دماراً إذا لم تأخذ ترقيات تحسينية للوضع.

الكلمات الأساسية : جرافية، الانجراف، بنية التربة، مسلك تقني، هضبة مستغانم، عمل التربة.

INTRODUCTION

Le plateau de Mostaganem est caractérisé par un climat semi-aride de type méditerranéen (fig.01), un relief relativement vallonné et des terres agricoles pauvres et fragiles exposées à des pratiques culturales inappropriées. Leur vulnérabilité à l'érosion qui menace sérieusement notre environnement est en partie liée à la reconversion du vignoble en grandes cultures suite à une décision politique entre 1975 et 1985. Pratiquement nu pendant une bonne partie de l'année (fig.01), le sol subit une insuffisance en restitutions de résidus culturaux entraînant dans les horizons superficiels une baisse du taux de matière organique garant d'une bonne stabilité structurale.

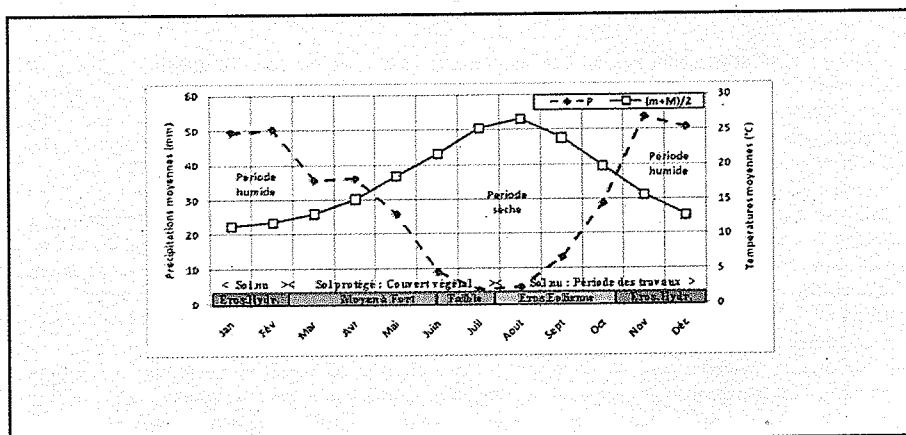


Figure 01- Diagramme ombrothermique renseigné en périodes de protection et risques d'érosion des sols

(Source : Office National de Météorologie, station de Mostaganem : Période 1986 – 2006)

Vu le rôle de la végétation dans la protection du sol contre l'érosion hydrique de surface (Freddy et al, 2004) et les risques d'érosion dus au travail du sol (Revel et al., 1995), l'itinéraire technique choisi pour notre étude est celui d'une céréale. Répondant plutôt à des impératifs agronomiques, celui-ci est constitué d'un ensemble d'opérations culturales alternées souvent par des épisodes pluvieux. Comme l'ont souligné Manichon et Sebillotte (1975) et Manichon (1982), le tout se succède dans un ordre chronologique déterminé par les facteurs naturels (sol - climat) et les besoins de la plante. A chaque évènement, Hallaire et al. (2002) et Marques et al. (2004) estiment que le sol fait l'objet d'une modification structurale permettant de déceler toute incidence sur les symptômes de l'érosion. Donc, l'objet de l'étude consiste à montrer à travers cet itinéraire technique le rôle déterminant du travail du sol sur les risques d'érosion agricole. D'où, un suivi simultané de l'évolution de l'état de surface, l'humidité, la fraction fine et la densité apparente a permis de caractériser l'état structural du sol créé par l'outil et son comportement face à la pluie (Rockwell, 2002). Ainsi, l'érosion du sol est quantifiée à travers les pertes en éléments fins ($<2\mu\text{m}$) recueillies hors de la parcelle.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Choix du site d'étude

Située dans la partie Nord-Ouest du plateau (fig.02), notre parcelle d'étude est caractérisée par quelques symptômes d'érosion comme les affleurements calcaires et traces de ruissellement, des effets du pacage, une pente variant de 5 à 10 % et un sol dégradé à texture sablo-limoneuse.

Avec une vocation viticole, jadis elle était morcelée en plusieurs parcelles agricoles séparées par des haies qui constituaient de véritables régulateurs du ruissellement. Actuellement, avec la suppression de ces obstacles pour rentabiliser une mécanisation accrue, elle est transformée en grande parcelle où la distance critique de ruissellement est largement dépassée.

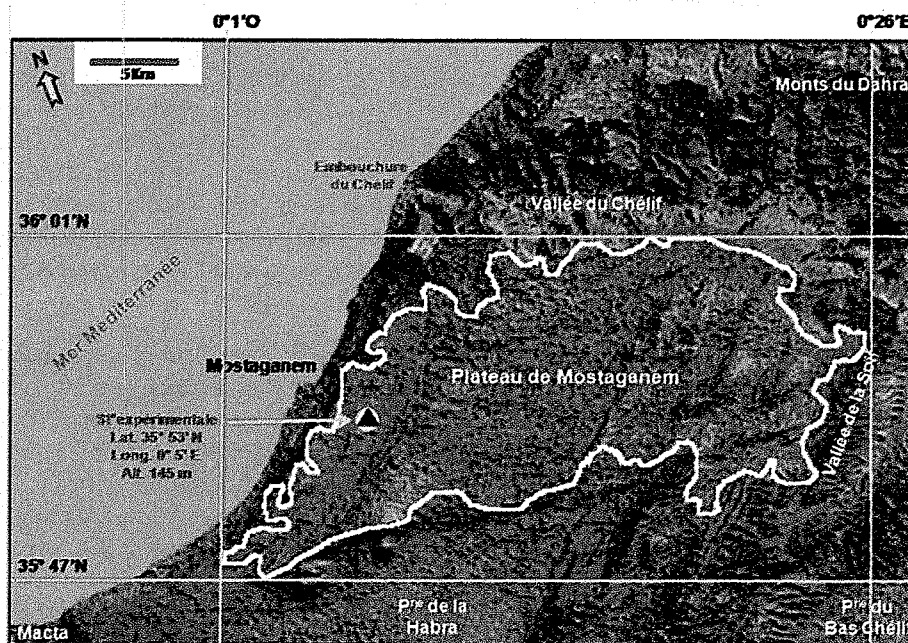


Figure 02 – Carte de situation de la zone d'étude extraite et complétée à partir de l'imagerie (MNT) d'European Space Agency.

Protocole de travail

A l'intérieur de la parcelle d'étude travaillée dans le sens des courbes de niveau, un site expérimental constituant l'impluvium (fig.03) a été délimité sur une surface de 960 m² soit 60 m x 16 m. Un suivi des événements a été réalisé depuis la préparation du sol pour la mise en place de la culture (céréale) jusqu'à l'obtention d'une couverture végétale à forte interception (Freddy et al, 2004). Ainsi, le travail consiste à suivre l'évolution de l'état structural du sol le long de la pente, en surface et à travers les différents horizons.

Afin d'éviter toute perturbation du système hydrodynamique de la parcelle, toutes les observations et mesures ont été effectuées avant et après chaque opération culturale ou épisode pluvieux de part et d'autre de l'impluvium sur des placettes de 1m² disposées en séries le long de la pente à 2, 15, 30, 50, 55, et 60m selon l'ordre chronologique des événements (fig.03). A tout moment de l'itinéraire technique, ces micro-parcelles constituent une source appréciable d'informations.

Pour sa simplicité, nous avons opté pour la méthode de Sebillotte (1988) pour la description de l'état de surface. Ainsi, douze paramètres (tabl. 02) ont fait l'objet d'une notation fondée sur une appréciation quantitative basée essentiellement sur l'estimation du taux de recouvrement de la surface du sol par ses composantes. Et, compte tenu de la multitude des données et de leur caractère tant quantitatif que qualitatif et de leur sens d'évolution (Souchère et al, 1996), l'analyse en composantes principales (A.C.P.) permet de déterminer les liaisons plus ou moins étroites qu'entretiennent les variables entre elles et d'expliquer comment elles se structurent et comment se répartissent leurs individus.

Des profils culturaux ont été creusés sur une profondeur de 60cm et une largeur de 100cm (fig.03). La face d'observation a été décrite selon la démarche utilisée par De Blic (1990) et cartographiée pour la délimitation des unités morphologiques (fig. 05). De chaque couche structurale, 03 échantillons de terre prélevés au cylindre ou à la tarière puis analysés au laboratoire ont servi à déterminer l'évolution verticale de l'humidité, de la fraction fine (< 2 µm) et de la porosité structurale. Ainsi, des profils hydriques, granulométriques et ceux des densités apparentes ont été établis (fig. 06).

Pour l'estimation des pertes en terre après chaque pluie, un système classique de récupération des eaux de ruissellement a été mis en place à l'aval de l'impluvium (fig. 03). Il s'agit d'un dispositif composé de 03 fosses de 1m³ chacune, imperméabilisées et recouvertes à l'aide d'un film polyéthylène. Après décantation et siphonage, la charge solide est récupérée, séchée, pesée et analysée afin d'apprécier d'une manière quantitative et qualitative la dégradation subie par le sol suite à l'interaction Sol-Outil-Pluie.

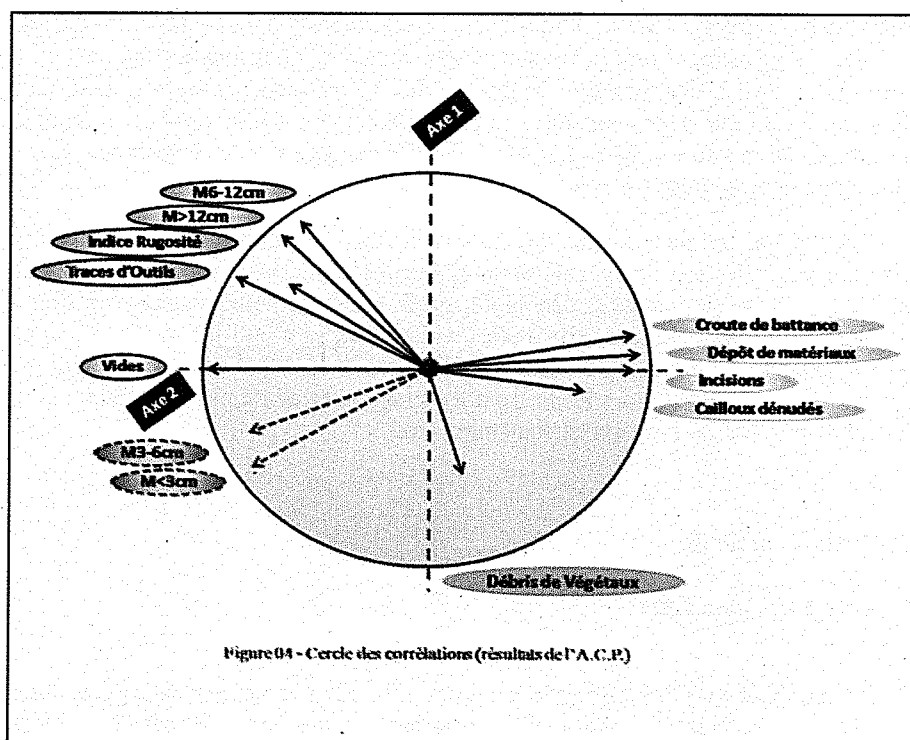
Tableau 01 – Contribution des axes factoriels à l'apport de l'information

	AXE 1	AXE 2	AXE 3
Valeurs propres (Variances sur les axes principaux)	6,51	2,96	0,72
Contribution à la variation totale (%)	59,2	26,8	6,6

La construction des plans se fait avec les composantes les plus intéressantes (axes 1 et 2). Une représentation unique dans le plan des deux premiers axes est donc à elle seule suffisante. Ainsi, cette méthode d'analyse a donc permis de diminuer d'une dimension la taille du problème. Les variables qui contribuent le plus à la formation d'un axe sont celles qui ont les plus forts coefficients (tab. 02), et elles sont d'autant mieux représentées sur le plan qu'elles sont proches du cercle (fig. 04).

Tableau 02 – Corrélations entre axes factoriels et variables

Axes		Composantes principales						Σr^2 1&2
		Axe 1		Axe 2		Axe 3		
		r	r ²	r	r ²	r	r ²	
Variables	Corrélations	r	r ²	r	r ²	r	r ²	
	Mottes > 12 cm	-0,37	0,14	0,90	0,81	0,02	0,00	0,95
	Mottes 6-12 cm	-0,32	1,00	0,90	0,81	-0,08	0,01	0,91
	Mottes 3-6 cm	-0,83	0,68	-0,43	0,18	0,25	0,06	0,86
	Mottes < 3 cm	-0,79	0,62	-0,57	0,32	0,10	0,01	0,94
	Vides centimétriques	-0,98	0,97	0,01	0,00	-0,01	0,00	0,97
	Traces d'Outils	-0,64	0,41	0,52	0,27	-0,46	0,21	0,98
	Cailloux	0,89	0,80	-0,04	0,00	-0,04	0,00	0,80
	Croute de Battance	0,95	0,91	0,19	0,04	-0,04	0,00	0,95
	Dépôts de Matériaux	0,97	0,94	0,10	0,01	0,06	0,00	0,95
	Incisions	0,96	0,92	0,04	0,00	0,09	0,01	0,92
Végétation	0,17	0,03	0,72	0,52	-0,64	0,41	0,55	
Indice de Rugosité	-0,59	0,35	0,58	0,33	0,20	0,04	0,73	



Pour obtenir la part de variation d'une variable expliquée par un axe, il faut élever au carré son coefficient de corrélation. Pour deux ou plusieurs axes, il suffit de faire leur somme. Comme on peut le remarquer sur le tableau 02, la corrélation joue un rôle important entre axes factoriels et variables dont la représentation permet d'expliquer ces axes en leur donnant un sens ou une qualification (De Lagarde, 1983). Ainsi, les variables les plus liées à l'axe 1 caractérisent l'impact de la pluie ou plus précisément les symptômes de l'érosion, par contre celles rattachées à l'axe 2 représentent les effets de l'outil sur l'état structural du sol.

On constate à chaque fois une opposition entre ces deux groupes de variables, quand les unes progressent les autres diminuent, illustrant ainsi une nette dégradation structurale de la surface du sol. Sur le premier axe, on a d'un côté celles représentant le développement du phénomène de l'érosion (incisions, dépôts de matériaux, croûte de battance et cailloux), et de l'autre côté, celles qui matérialisent la destruction des mottes en général et plus particulièrement celles de petites dimensions ($M < 3\text{cm}$ et $M 3-6\text{cm}$) et la réduction de la porosité (vides centimétriques) (fig.04).

Sur le second axe, on retrouve surtout les grosses mottes ($M > 12\text{cm}$ et $M 6-12\text{cm}$) caractérisant une fragmentation plus grossière de l'état de surface due au passage de la charrue à socs ou à disques. Pratiquement, elles sont non corrélées ou très faiblement avec le comportement de l'état structural du sol face à la pluie (fig.04). L'opposition entre la végétation et ces deux catégories de mottes peut s'expliquer par un travail plus en profondeur de ces outils qui se traduit par son enfouissement. Les traces d'outils apparaissent surtout sur les facettes des grosses mottes et disparaissent avec leur

destruction progressive par la pluie. En tant que variable supplémentaire, l'indice de rugosité, moyennement représenté sur le plan principal, contribue presque autant à l'axe 1 qu'à l'axe 2. Cela veut dire qu'il peut refléter aussi bien une rugosité de surface créée par l'outil que celle conçue par la pluie. Sa position sur le graphe à proximité des grosses mottes correspond à une forte rugosité opposée à celle caractérisée par les petites mottes symbolisant en partie leur destruction.

Il en résulte, une nette distinction entre directions des variables (discrimination), faisant ressortir les rôles respectifs de la pluie sur l'état structural du sol en surface (incisions, croûte de battance, dépôts de matériaux et cailloux) et celui de l'outil (rugosité, différentes catégories de mottes, vides et traces d'outil). L'A.C.P. a permis aussi d'une part de mettre en évidence le rôle décisif de l'outil de travail du sol sur son état structural et celui des averses sur les symptômes de l'érosion et d'autre part, de mettre en relief les rapports existant entre eux.

Evolution verticale

Observation des profils

Cartographiée (fig.05), l'observation des profils culturaux le long de la pente après chaque opération culturale, montre d'une part, la faible profondeur du sol à l'amont de la parcelle et d'autre part, la présence à partir du milieu, d'un horizon ne connaissant pas ou peu d'évolution structurale. Ce dernier représentant un obstacle à toute évolution vers les horizons sous-jacents où la densité apparente reste relativement élevée.

A peine atteinte par les outils de travail du sol, cette couche semble affectée par le phénomène de compactage depuis plusieurs années. Ne connaissant pas ou très peu de porosité, elle se présente sous une forme massive et continue (**MΔ**) dont l'unité morphologique est du type Δ (Boiffin, 1984) et (De Blic, 1990). Entre l'horizon supérieur (**Hs**) constitué de petits agrégats soudés facilement discernables avec peu de vides (**SFv**) et l'horizon inférieur (**Hi**), existe une autre couche structurale (**Hm**) formée d'éléments soudés difficilement discernables (**SDΓ**) à état interne légèrement poreux du type Γ.

A l'amont et au niveau de cet horizon (**Hm**) se trouvent quelques concrétions gréso-calcaires dues à une altération des parties détachées de la roche mère.

A travers ces observations, on peut déjà constater que l'ameublissement excessif de l'horizon supérieur coïncidant avec la période des pluies accentue sa vulnérabilité envers leur érosivité.

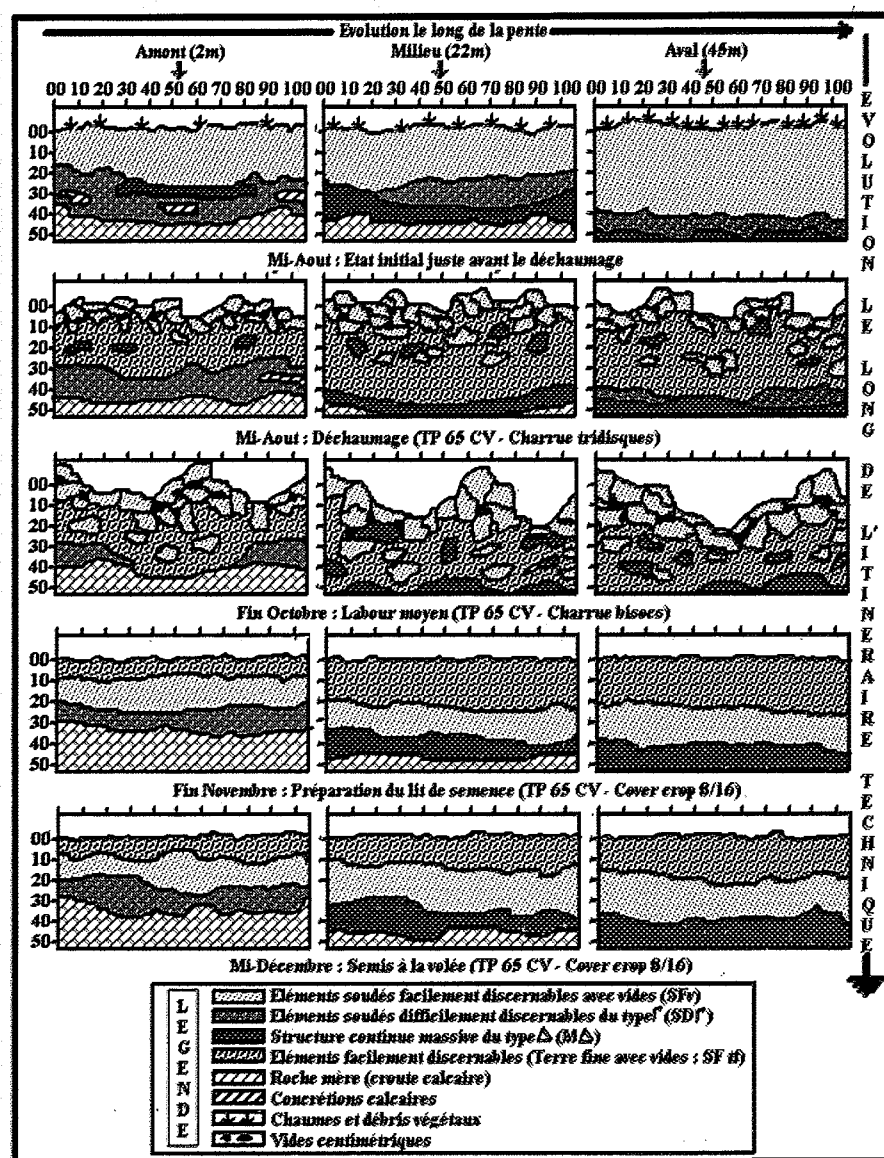


Figure 05 : Evolution structurale le long de la pente et de l'itinéraire technique

L'humidité, la fraction fine et la densité apparente

Tout au long de l'itinéraire technique, l'horizon inférieur (Hi) est caractérisé par une très faible variation de son état hydrique et de sa densité apparente (da) en raison d'un manque d'évolution structurale par rapport à celle des autres horizons qui, eux connaissent plus de perturbations. Cet état massif reflété par une forte densité

apparente (fig.06), peut être expliqué par une accumulation de particules fines qui en colmatant les vides réduisent la porosité structurale. Cet état de fait est vérifié lors de deux épisodes pluvieux successifs (Ep_1 et Ep_2) survenus après un labour effectué à l'aide d'une charrue tridisques (Oc_1).

Les variations les plus importantes sont localisées au niveau des premiers horizons (H_s et H_m). Subissant directement l'impact de la pluie, ils constituent une zone d'action permanente des outils de travail du sol en général et de ceux effectuant des travaux superficiels en particulier. Ainsi, l'humidité varie beaucoup plus lors d'un épisode pluvieux après un labour (charrue à disques ou à socs) que lors d'une pluie après un travail superficiel du sol au cover crop. Ceci met en relation l'état structural créé et la capacité de rétention de l'eau de l'horizon en question (Guzha, 2004).

Ainsi, par le type d'action, chaque instrument de travail du sol, joue un rôle prépondérant dans l'accentuation ou la réduction de cette variabilité (fig.06). Si l'on considère toujours les deux premiers horizons, on s'aperçoit que pour un même événement, toute diminution de la fraction fine correspond à un départ d'éléments fins. Ceci est dû généralement à un lessivage vers l'horizon sous-jacent qui connaît en même temps, une augmentation correspondant à un apport.

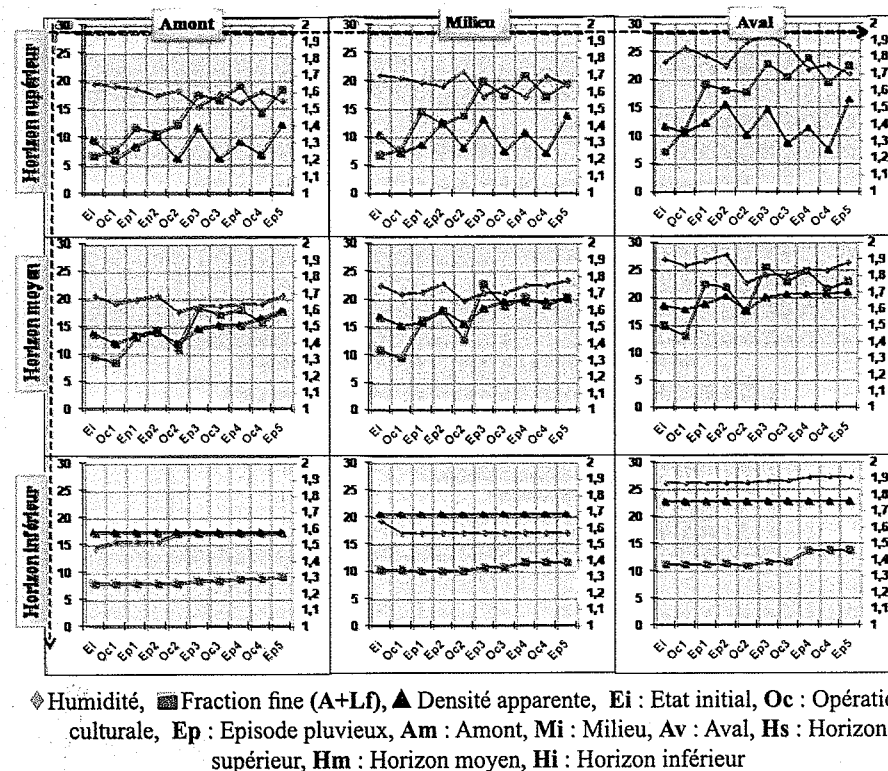


Figure 06 : Evolution de l'humidité (%), fraction fine (%) et densités apparentes le long de l'itinéraire technique

L'étude de l'évolution des états hydriques, granulométriques et des densités apparentes a permis d'apprécier respectivement la capacité d'infiltration de chaque horizon, le lessivage de la fraction fine et de situer les zones tassées. Elle a permis aussi de soulever les incidences de l'itinéraire technique sur l'état structural du sol favorisant les phénomènes de l'érosion.

Afin de refléter l'effet global du facteur sur les différentes variables suivi de comparaisons à posteriori (De Lagarde, 1983), les trois paramètres ont été soumis au test de Fisher-Snédecor. Pour mettre en évidence la place (représentée par des lettres dans le tableau 03) de chaque modalité du facteur par rapport à une autre dans l'explication de l'effet global, ils ont été soumis au test de Newman-Keuls. Ainsi, ils semblent subir uniquement un effet généralisé très hautement significatif du premier facteur (événement). Par contre, le second (pente) étant marginalisé et sans incidence apparente sur l'évolution des variables à travers les différents horizons, est néanmoins conduit à être éliminé par l'analyse. Ainsi, pour interpréter les résultats il faut se baser en grande partie sur la distinction entre les modalités du facteur événement, c'est à dire les épisodes pluvieux et les opérations culturales qui caractérisent l'itinéraire technique et à l'intérieur duquel, il faut essayer pour chaque situation d'apprécier au mieux le rôle de l'outil dans la variabilité des paramètres en question (tabl. 03).

Tableau 03 – Récapitulatif des résultats de l'analyse de variance

Facteurs		Fact.1 : Evénement (Opération culturale ou Episode pluvieux)										Fact.2 : Positions sur la pente			
Mod. Fact.		OC1	EP1	EP2	OC2	EP3	OC3	EP4	OC4	EP5	F	Amont	Milieu	Aval	F
Variables		3Disc	18 mm	20 mm	18socs	22 mm	CCrop	13 mm	CCrop	10 mm		2m	30m	60m	
Humidité	Hs	1.33	7.38	-1.48	0.68	5.47	-1.97	3.28	-4.63	3.28	66.1	1.29	1.42	1.68	0.14
		D	A	E	D	B	E	C	F	C	THS	I	I	I	NS
		-1.32	7.82	0.55	-4.37	8.68	-2.8	1.5	-2.62	1.67	75.7	0.9	1.04	0.89	0.07
	Hm	C	A	B	D	A	CD	B	CD	B	THS	I	I	I	NS
		0.33	-0.03	0.02	-0.07	0.63	0	1.32	0	0.05	8.34	0.13	0.16	0.29	0.44
		B	B	B	B	B	B	A	B	B	THS	I	I	I	NS
Fraction Fine	Hs	0.52	-0.9	-3.5	2.4	-1.38	0.37	-3.13	2.72	-1.65	9.06	-0.37	-0.21	-0.24	0.03
		AB	BC	BC	A	BC	AB	C	A	BC	THS	I	I	I	NS
		-1.47	0.62	0.87	-3.67	1.15	0	0.93	0	1.18	81.8	-0.01	0.09	-0.09	0.32
	Hm	C	A	A	D	A	B	A	B	A	THS	I	I	I	NS
		-0.17	0	0	0.45	0.2	0	0.38	0	0	1.12	0.3	-0.26	0.12	1.42
		I	I	I	I	I	I	I	I	I	NS	I	I	I	NS
Densité apparente	Hs	-0.1	0.06	0.11	-0.16	0.17	-0.18	0.1	-0.12	0.25	154	0.01	0.01	0.02	0.14
		E	D	C	F	B	F	C	E	A	THS	I	I	I	NS
		-0.05	0.03	0.06	-0.08	0.09	0.03	0	0.01	0.02	102	0.02	0.01	0.01	0.44
	Hm	F	C	B	G	A	C	E	DE	CD	THS	I	I	I	NS
		0.01	0	0.02	0.01	0.01	0	0	0	0	21.6	0.01	0.01	0.01	0.17
		B	C	A	B	B	C	C	C	C	THS	I	I	I	NS

Relations inter horizons

Les éléments fins (< 2 µm) se déplacent en suspension dans l'eau ; soit en surface par ruissellement vers l'aval de la parcelle soit verticalement par lessivage vers les horizons sous jacents. Tout ceci permet de justifier certaines corrélations entre

l'évolution de l'humidité, de la fraction fine et celle de la densité apparente à travers les différentes couches structurales. Et c'est l'horizon supérieur qui subit le plus de variations (tabl. 04).

Tableau 04 - Matrice des corrélations totales entre les variables à travers les horizons

Variables	Horizons	Humidité			Fraction fine			Densité apparente		
		Hs	Hm	Hi	Hs	Hm	Hi	Hs	Hm	Hi
Humidité	Hs	1,00								
	Hm	0,80	1,00							
	Hi	0,26	0,23	1,00						
Fraction fine	Hs	-0,46	-0,50	-0,51	1,00					
	Hm	0,26	0,60	0,29	-0,61	1,00				
	Hi	0,10	0,07	0,34	-0,12	-0,05	1,00			
Densité apparente	Hs	0,56	0,67	0,25	-0,62	0,70	0,01	1,00		
	Hm	0,20	0,64	0,08	-0,41	0,83	-0,08	0,59	1,00	
	Hi	0,02	0,09	0,27	0,08	0,36	0,47	0,47	0,19	1,00

Le tableau 04 illustre la ou les relations qu'entretiennent les horizons entre eux à travers les différents flux d'humidité et de la fraction fine. On peut doré et déjà mettre en relief des corrélations plus ou moins étroites entre le travail du sol, la circulation de l'eau et le transport en surface ou le lessivage vers les horizons sous jacentes des particules fines. En colmatant les vides, elles réduisent la porosité, créent ainsi une certaine imperméabilité et augmentent la densité apparente. Les principaux flux concernent beaucoup plus les deux premiers horizons car ils subissent plus de perturbations structurales dues aux interventions culturales et surtout à la profondeur du travail du sol (tabl. 04). Les mouvements de la fraction fine et ceux de l'humidité vont toujours dans le même sens.

En résumé, toute augmentation de l'humidité au niveau d'un horizon (excepté Hs à l'amont) est suivie d'une accumulation de particules fines augmentant la densité apparente et toute diminution entraîne un départ. Concernant généralement l'horizon moyen, ces flux sont étroitement liés au type d'action de l'outil.

Manifestations de l'érosion

Défini comme une perte de sol due à l'eau, l'érosion hydrique est composée d'un ensemble de processus complexes et interdépendants qui provoquent le détachement et le transport des particules en un lieu de dépôt. Ainsi, jusqu'à l'obtention d'un couvert végétal pouvant protéger la surface du sol (impluvium) contre l'agressivité des pluies (Freddy, et al, 2004), des mesures concernant les pertes en terre ont été effectuées après chaque épisode pluvieux pouvant provoquer un ruissellement (Martin et al, 1998). Les quantités de terre recueillies (fig.07) reflètent à la fois l'agressivité des pluies (Visser, 2004), leur histoire, la sensibilité du sol à leur action dégradante et la pente. Le tout reste tout de même fonction des valeurs d'infiltrabilité de l'état structural créé par l'outil (Santiago-Romero, 2001). Cumulées en fin de période expérimentale, les masses de terre érodées (0,28 t/ha) composées uniquement de la fraction fine (argile et limons fins), éléments nutritifs et matières organiques ne sont pas négligeables en cas d'extrapolation à des unités spatio-temporelles plus

importantes. Leurs conséquences seront d'autant plus néfastes si le problème n'est pas pris en considération sérieusement.

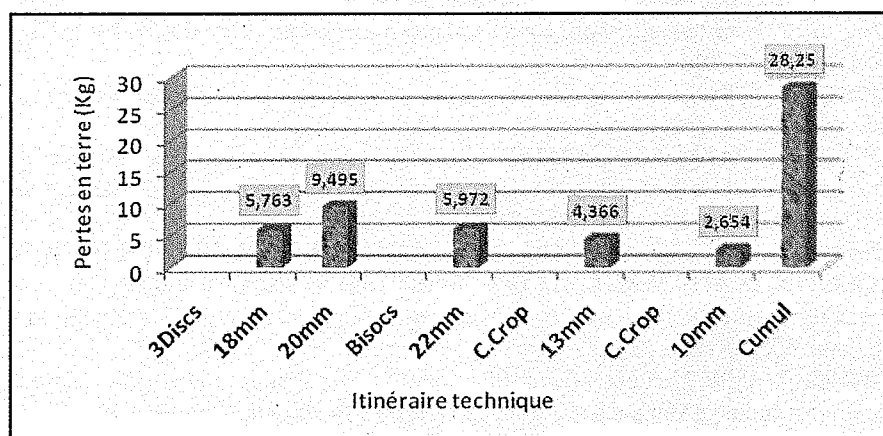


Figure 07 - Impact de l'itinéraire technique suivi sur les pertes de terre

CONCLUSION

Caractérisé par un ensemble d'interventions culturales justifiées par un objectif agronomique, l'itinéraire technique en question donne une tendance à la baisse de la fraction fine et de l'humidité au niveau des deux premiers horizons. En plus du faible taux en matière organique garant d'une bonne stabilité structurale (Le Bissonnais et *al*, 1995), cet appauvrissement en éléments fins, accentue énormément sa sensibilité au tassement. L'influence de ce type de système sur l'érosion dans la région varie beaucoup plus dans le temps en fonction de la violence des pluies, du développement du couvert végétal et des états créés par les différents passages d'outils que dans l'espace le long de la pente. Ainsi quelques solutions sont envisageables comme la réduction de la vitesse et de la profondeur du travail du sol, de la taille des instruments aratoires et des parcelles (Santiago-Romero, 2001), du nombre de passages des instruments d'un côté et de l'autre, travailler dans le sens des courbes de niveau plutôt que dans le sens des dénivellations et le maintien d'une couverture végétale le plus longtemps possible. La modification des méthodes de travail du sol n'est qu'un des moyens de leur conservation (Dexter et *al*, 2004). On peut également lutter contre l'érosion en utilisant des systèmes de culture plus appropriés (Boiffin et *al*, 1988) et (Campbell et *al*, 1995). Il convient de multiplier les efforts puisque des terres agricoles sont toujours exposées à des risques intolérables. Ces efforts devraient en règle générale prendre pour cibles les zones à risque élevé comme celles dont l'érodabilité inhérente est élevée et celles où l'on pratique les grandes cultures. Il conviendrait notamment d'encourager l'adoption des méthodes de conservation et des stratégies de gestion connues (Basic et *al*, 2004), d'élaborer de nouvelles techniques antiérosives, d'améliorer la diffusion de l'information aux producteurs, de surveiller l'évolution du risque d'érosion et d'attirer l'attention des décideurs sur cette question.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BASIC, F., KISIC, I., MESIC, M., NESTROY, O. AND BUTORAC, A., 2004.** Tillage and crop management effects on soil erosion in central Croatia. *Soil & Tillage Research*, 78, 197–206.
- BOIFFIN, J., 1984.** La dégradation structurale des couches superficielles du sol sous l'action des pluies. Thèse Doc. Ing. INA-PG, 320p. + annexes.
- BOIFFIN, J., PAPY, F. ET EIMBERCK, M., 1988.** Influence des systèmes de culture sur les risques d'érosion par ruissellement concentré. I - Analyse des conditions de déclenchement de l'érosion. *Agronomie*, 8, 663-673.
- CAMPBELL, C. A., MC CONKEY, B. G., ZENTNER, R. P., BIEDERBECK, V. O., CURTIN, D. AND WANG, H., 1995.** Impact of crop rotation and tillage on some soil quality characteristics. *Soils and Crops Workshop*, University of Saskatchewan, Saskatoon, SK. pp. 128-133.
- DE BLIC, P., 1990.** L'examen du profil cultural : un outil pour mieux comprendre le comportement du sol soumis à des travaux aratoires. In : *Organic matter management and tillage in humid and subhumid Africa*. IBSRAM Proceedings, n° 10, Bangkok, 385-399.
- DE LAGARDE, J., (Eds.), 1983.** Initiation à l'analyse des données, Ed. Dunod, 158p.
- DEXTER, A.R., BIRKAS, M., 2004.** Prediction of the soil structures produced by tillage. *Soil & Tillage Research*, 79, 233–238.
- FREDDY, R., BALLAIS, J.L., MARRE, A. ET ROVÉRA, G., 2004.** Rôle de la végétation dans la protection contre l'érosion hydrique de surface. *C.R. Géoscience* 336, 991-998.
- GUZHA, A.C., 2004.** Effects of tillage on soil microrelief, surface depression and soil water storage. *Soil & Tillage Research*, 76, 105–114.
- HALLAIRE, V., LAMANDÉ, M., HADDADJ, D., 2002.** Modifications structurales des couches de surface induites par les pratiques culturales en milieu agricole intensif. Journées nationales pour l'étude de sols, AFES, Orléans 22-24 Octobre 2002.
- Larid, M., 1994.** Rôle du machinisme agricole dans l'érosion des sols : Cas du plateau de Mostaganem (Algérie). Thèse de doctorat de l'université Louis Pasteur de Strasbourg I, France, 110 p.
- LE BISSONNAIS, Y. ET LE SOUDER, CH., 1995.** Mesurer la stabilité structurale des sols pour évaluer leur sensibilité à la battance et à l'érosion. *Etude et Gestion des Sols*, 2,1, 1995, 43-56.
- MANICHON, H. ET SEBILLOTTE, M., 1975.** Analyses et prévisions des conséquences des passages successifs d'outils sur le profil cultural. *BTI*, 302/303, 569-577.
- MANICHON, H., 1982.** L'action des outils sur le sol : appréciation de leurs effets par la méthode du profil cultural. *Sc. Sol*, 203-219.
- MARQUES DA SILVA, J.R., SOARES J.M.C.N. AND KARLEN, D.L., 2004.** Implement and soil condition effects on tillage-induced erosion. *Soil & Tillage Research*, 78, 207–216.
- MARTIN, P., PAPY, F., SOUCHÈRE, V., CAPILLON, A., 1998.** Maîtrise du ruissellement : intérêt d'une modélisation des pratiques de production. *Cahiers Agricultures*, 7, (2), pp. 111-119.

- REVEL J.C. ET GUIRESSE M., 1995.** Erosion due to cultivation of calcareous clay soils on the hillsides of south west France. I. Effect of former farming practices. II. Effect of ploughing down the steepest slope. *Soil & Tillage Research*, 35 147-155, 157-166.
- ROCKWELL, D. L., 2002.** The influence of groundwater on surface flow erosion processes during a rainstorm. *Earth Surf. Process. Landforms*, 27, 495-514.
- SANTIAGO-ROMERO H., 2001.** Influence du type d'outil, de la vitesse et de la pente sur l'érosion aratoire. Thèse INPT, Toulouse, 196p.
- SEBILLOTTE M., 1988.** Fertilité et systèmes de production. INRA, 135-155.
- SOUCHÈRE, V., DAROUSSIN, J., KING, D., PAPY, F., 1996.** Modélisation de l'évolution des états de surface d'un parcellaire agricole producteur d'érosion par ruissellement concentré. In Christophe C., Lardon S., Monestiez P; (Eds.) *Etude des phénomènes en agriculture*, Coll. Les Colloques, INRA Editions. pp. 287-292.
- VIRAMONTES, D., DESCROIX, L., BOLLERY, A. ET POULENARD, J., 2002.** Comportement hydro érosif des sols de la Sierra Madre Occidentale : Processus hydrologiques et évolution d'un milieu soumis à la surexploitation. *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, n°3, p. 239-252.
- VISSER, S.M., STERKA, G. AND RIBOLZIB, O., 2004.** Techniques for simultaneous quantification of wind and water erosion in semi-arid regions. *Journal of Arid Environments*, 59, 699-717.