

L'ÉROSION DES VIGNOBLES DANS LES CÔTES DE PROVENCE INFLUENCE DE LA NATURE DU SOL ET DES PRATIQUES CULTURALES

Par

VIGUIER J.M. *

I INTRODUCTION

Le vignoble des côtes de Provence (fig.1), qui s'étend essentiellement dans le département du Var n'est pas sujet proprement dit à l'érosion, du moins sous des formes catastrophiques. Celle-ci y revait généralement un caractère insidieux, bien que les taux d'érosion, lors des différents épisodes pluvieux, soient élevés, pouvant alors conduire, notamment sur les côteaux, à la formation de ravines, gênant considérablement les exploitants agricoles. Cette situation est principalement due au mode traditionnel de culture et d'établissement du parcellaire (longueur de rang réduite, zone de charroi naturellement désherbée, réseau de drainage des eaux extrêmement développé, plantation en banquette et en courbe de niveau sur les coteaux). Toutefois les modifications récentes, tant dans les techniques culturales (abandon du travail du sol, désherbage chimique), que dans les conceptions du parcellaire (remembrement au niveau de certains domaines), ont pu contribuer à accroître les problèmes.

* BRGM 117 Ave de Luminy 13009 Marseille

Laboratoire de géologie du quaternaire, CNRS, faculté des sciences de Luminy
13009 Marseille.

II CADRE DE L'ETUDE

A- SITUATION GEOGRAPHIQUE

L'étude, menée depuis 1989, porte sur un petit bassin versant d'une dizaine de km² (B.V.R.E. du Peissonnel), au coeur des vignobles d'appellation des Côtes de Provence, entre les agglomérations de Vidauban et du Luc-Le Cannet des Maures

Au sein de ce bassin versant, trois sites correspondant à trois types de sols ont été équipés d'appareils de mesure et de collecte des eaux de ruissellement. Au total sept parcelles ont été aménagées.

B- CADRE NATUREL

Le climat est de type méditerranéen humide. La pluviométrie annuelle sur l'intervalle 1951 -1977 au Cannet des Maures est de 945 mm. La majorité des précipitations (65%) a lieu entre les mois d'octobre et mars (CNRS 1981). La période estivale se marque par une sécheresse en juillet et en août. Elle s'accompagne généralement de pluies orageuses violentes. Pour les années 1989 - 1990, on note un important déficit pluviométrique. En 1989, ce déficit s'élevait à environ 600 mm, soit un déficit de 63%. Quant à l'année 1990, il n'y a eu que 260 mm de pluie pour les 7 premiers mois, ce qui correspond à un déficit par rapport à la normale de 187 mm soit 42%.

Le bassin versant du Peissonnel est situé géologiquement dans la dépression permienne du Massif des Maures et sur sa bordure triasique. Les sols y sont donc majoritairement d'origine gréseuse ou pélitique.

Les pentes sont relativement faibles dans l'ensemble (<5%) alors qu'elles augmentent considérablement au Nord sur les coteaux triasiques (>15%).

Le bassin versant est à vocation essentiellement forestière (60%) et viticole (40%).

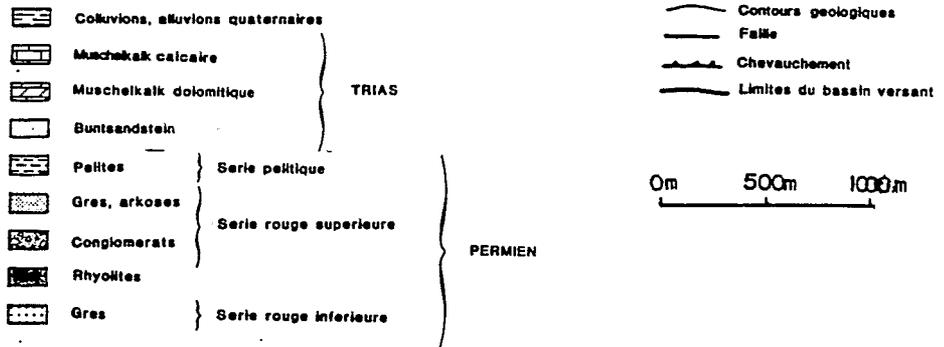
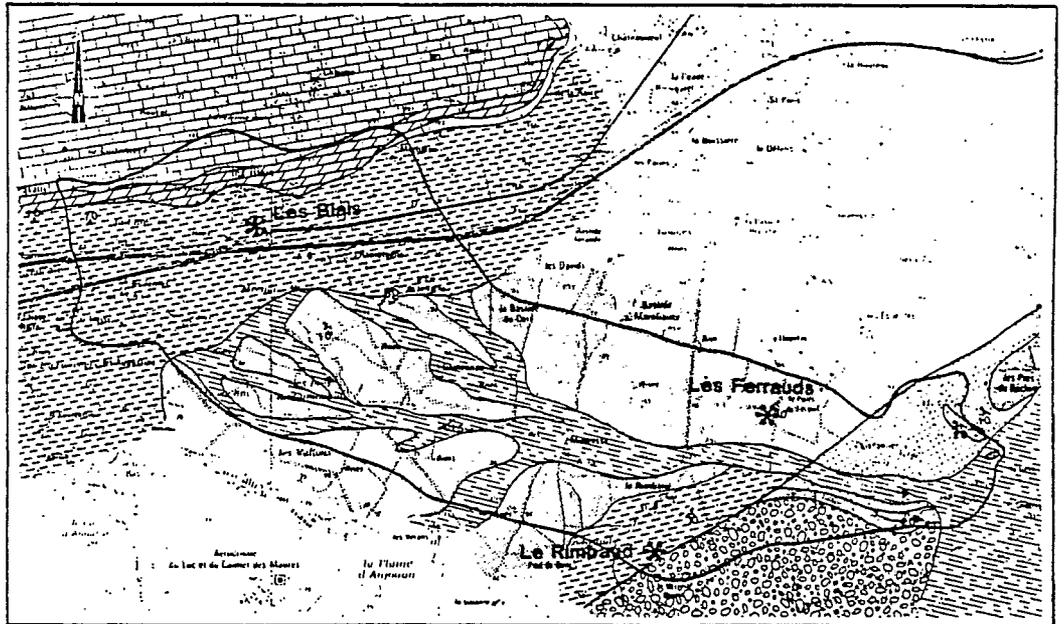


Fig. 1 Carte géologique du bassin versant du Peissonnel.

Les différents lieux retenus pour cette étude ont été choisis en fonction de leur représentativité, non seulement au sein du bassin versant, mais aussi au sein de la région (fig. 1):

Ainsi le premier (Les Blaïs) se trouve sur les pelites permienes. Elles donnent des sols brun- rouges riches en éléments limono-sableux, notamment composé de quartz, de feldspaths alcalins, de muscovite et d'argile (illite prédominante, kaolinite). Il a une structure massive polyédrique et une texture sablo-argilo-limoneuse. Ces sols sont généralement peu profonds. En zone cultivée, ils peuvent atteindre 50 cm de profondeur. Ils sont peu évolués. la pente y est faible (<5%)

Le second (Les Ferauds) a été implanté sur les grès et des arkoses permienes. Les sols sont clairs, extrêmement sableux, riche en quartz et en feldspath, pauvre en argile (kaolinite prédominante, illite, chlorite accessoire). Ils ont une texture sableuse à sablo-graveleuse et structure particulaire meuble. La pente y est très faible (<2%).

Le troisième (Le Rimbaud) est aménagé sur une alternance de bancs de grès arkosiques et de passées péliitiques donnant un sol intermédiaire entre les deux autres. Il s'agit d'un sol rouge relativement riche en sable et en galets de quartz et de roches cristallophiliennes. Les argiles sont surtout des illites et de la kaolinite. La texture y est grumeleuse. La pente y est relativement forte pour le secteur (8%).

C- LES MESURES DE RUISSELLEMENT

Pour évaluer le ruissellement issu des rangs de vignes et sa charge solide, des dispositifs de mesures ont été mis en place. Les parcelles sont situées dans des interrangs de vignes. Elles ont une longueur de 40 m et une surface de 100 m². Aux Blaïs, trois traitements ont été étudiés: absence de travail et désherbage chimique (parcelle 1), essai d'enherbement (parcelle 2) et griffage régulier de surface (parcelle 3). Au Rimbaud, deux lots sont équipés. Le premier a été fumé puis retourné il y a deux ans et est actuellement desherbé chimiquement (parcelle 4), l'autre a été initialement fumé puis enherbé naturellement. Depuis la fin mai il est régulièrement retourné (parcelle 5). Au Ferauds, nous

avons un rang travaillé par chaussage-déchaussage (parcelle 6) et un desherbé chimiquement (parcelle 7). Les dispositifs de mesure et de collecte des eaux sont situés à l'aval. Ils correspondent à une série de trois cuves se déversant en cascade l'une dans l'autre, par l'intermédiaire d'un diviseur des débits au 1/10. Les mesures climatiques sont effectuées à la station du Cannet des Maures se trouvant à moins de 3 km des lieux d'étude. La pluviosité est connue grâce à un pluviographe à auget, à basculement tous les 0,2 mm. En chaque point, la pluviosité est corrélée à celle enregistrée à la station grâce à des pluviomètres totalisateurs.

III L'EROSION PLUVIALE

Elle est essentiellement due à deux phénomènes (Ellison 1947):

- Le détachement des particules
- Le transport des ces dernières.

L'énergie nécessaire à la réalisation de ces deux phases sera principalement assurée par l'impact des gouttes de pluie et par le ruissellement.

A- LE DETACHEMENT DES PARTICULES.

Il est assuré par l'impact des gouttes de pluie. Leur énergie cinétique va pouvoir être suffisant pour provoquer la destruction des agrégats. Ainsi la nature du sol, et son traitement de surface vont conditionner l'énergie nécessaire au détachement des particules. Au niveau de la nature du sol, les particules sont d'autant plus difficilement détachables, qu'elles sont petites (Poesen et Savat 1981) du fait des liaisons fortes se formant avec les colloïdes et la matière organique. Par contre, les traitements de surface, tels que labour, griffage, chaussage-déchaussage, vont dans le sens inverse. En effet, ces opérations cassent les agrégats, émiettent les croûtes, rompant ainsi une part importante des liaisons retenant les particules entre elles. De ce fait, l'arrachement et le transport par rejaillissement lors de l'impact des gouttes de pluie sont plus importants sur un sol

fraîchement travaillé. L'arrachement des particules non liées peut être effectué par l'écoulement superficiel de l'eau. Il dépend essentiellement de la vitesse du courant, de l'épaisseur de la lame d'eau et de la rugosité du substrat (Thornes 1980).

De plus, la couverture végétale joue un rôle important en interceptant une grande part de l'énergie liée aux gouttes de pluie. Le détachement des particules évolue rapidement et de façon inverse à la densité de recouvrement de la végétation (Van Asch 1980).

B- LE TRANSPORT DES PARTICULES

Il est assuré, du moins pour des distances supérieures à une dizaine de centimètres par le ruissellement.

Il se déclanche lorsque le sol, saturé en eau ou s'imperméabilisant suite à une réduction de la porosité, cesse d'absorber une partie de la pluie. Ceci permet de définir la capacité limite d'infiltration d'un sol. (Feodoroff 1965). Elle dépend essentiellement de la nature du sol, de son état de surface, de son humidité et de l'intensité de la pluie.

Au niveau des parcelles expérimentales

Comme il a déjà été mentionné, la capacité d'infiltration d'un sol dépend non seulement des caractéristiques intrinsèques mais également de facteurs externes (travail, végétation); ainsi que des caractéristiques des précipitations. Aussi, les résultats seront différents d'un site à l'autre et entre les diverses parcelles expérimentales.

Aux Blaïis, actuellement, seules les données relatives à la non culture et au désherbage chimique du sol sont disponibles. Pour le laps de temps compris entre le 01/07/89 et le 30/06/90, le ruissellement correspond à 15,6% du total de la pluviosité, soit à l'équivalent d'une hauteur d'eau de 68,4 mm pour un total pluviométrique de 438 mm, le tout concentré sur les périodes automnales et printanières, les pluies du printemps ayant d'ailleurs été beaucoup plus agressives que celles d'automne. En fait pour l'intervalle du

01/01/90 au 31/07/90 le ruissellement (30,4 mm) correspond à 11,7% de la pluviométrie totale (260 mm).

Ailleurs, les données ne sont disponibles que depuis le début 1990

Aux Ferrauds, la parcelle 7 a un ruissellement nettement plus important que la 6. En effet, sur la parcelle 7, il est de 9,4%, soit 24,5 mm. Par contre au niveau de la parcelle 6, ce taux est bien plus faible (2,6%, soit 6,7 mm du total pluviométrique).

Au Rimbaud, la différence de comportement entre la parcelle 4 et la parcelle 5 est très nette, les taux de ruissellement étant respectivement de 19,4% et de 4% soit un écoulement respectif de 50,3 mm et de 10,4 mm par rapport à un total pluviométrique de 260 mm. L'ensemble de ces résultats est repris par le tableau 1.

Période du 01/01/90 au 30/06/90
Pluviométrie 260 mm

	type de sol	pen- te	travail du sol	ruisselle- ment en mm	ruisselle- ment en %
parcelle 1	argilo-sablo-limoneux	<5%	desherbage	30,4	11,7
parcelle 4	sables argileux	8%	desherbage	50,3	19,4
parcelle 5	sables argileux	8%	fumier, herbe puis labour	10,4	4
parcelle 6	sableux	<2%	chaussée déchaussée	6,7	2,6
parcelle 7	sableux	<2%	desherbage	24,5	9,4

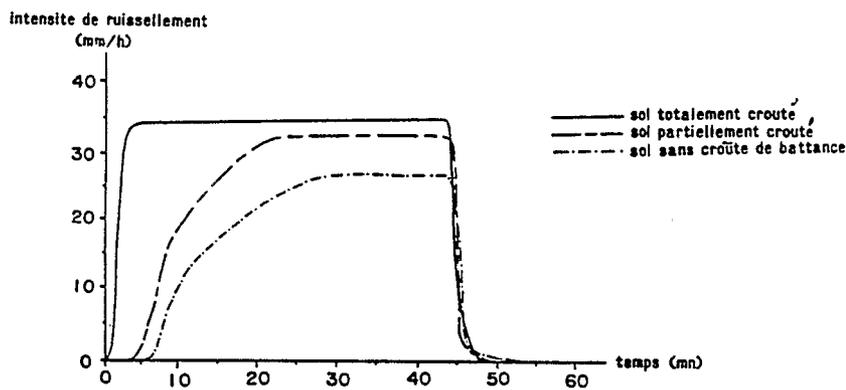
tableau 1

Ainsi quelque soit le type de sol, le rôle modérateur du travail effectué apparaît clairement. En effet, ce traitement du sol casse la croûte de battance qui avait pu se former; et il augmente considérablement la rugosité et la perméabilité du substrat. Aussi, lors de la pluie, la rugosité importante formée par les mottes de terre s'oppose à l'écoulement de l'eau en formant de petits barrages. Par ailleurs, la porosité importante du substrat travaillé permet

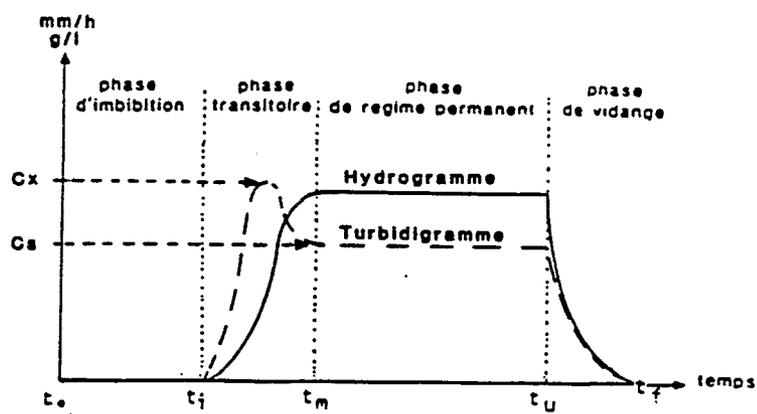
une forte perméabilité et donc une infiltration importante de l'eau. Au cours de la pluie, l'impact des gouttes de pluie (effet splash) attaque les agrégats terreux et les mottes provoquant une diminution de la rugosité et un départ des particules fines, qui se déposent dans les pores, les colmatant, réduisant ainsi l'infiltration. Le ruissellement devient alors plus important et augmente jusqu'à atteindre un palier correspondant à la création d'une nouvelle croûte de battance

Apport de la simulation de pluie

La simulation de pluie, même en laboratoire et sur petites parcelles (0,25 m²) met bien ce comportement en évidence (fig.3).



Hydrogrammes obtenus sur un sol sableux



Hydrogramme theorique (Bufalo 1989)

fig. 3 - Comportement d'un même sol sous une même pluie simulée avec ou sans croûte de battance

Ainsi cette technique permet de mieux apprécier les différences de réaction entre un sol travaillé et un sol à croûte de battance. Ces différences portent principalement sur:

- La phase d'imbibition: par rapport à l'hydrogramme d'un sol à croûte de battance, le retard d'apparition du ruissellement est d'autant plus considérable que la rugosité et la porosité sont importantes.

- La phase transitoire nécessite un laps de temps croissant en fonction de la rugosité et de la porosité afin d'atteindre le régime permanent. Pour un temps donné le ruissellement est donc moins important sur sol travaillé.

- La phase de régime permanent. Pour une même averse, elle est d'autant plus courte dans le temps, que la phase transitoire est longue. Pendant cette phase l'intensité de ruissellement est directement reliée au travail du sol. Le volume alors ruisselé pour un sol travaillé reste inférieur à celui d'un sol à croûte de battance.

La phase de vidange. Après l'arrêt de la pluie, le débit de ruissellement baisse rapidement quelque soit le travail du sol. Ceci se marque sur l'hydrogramme par une courbe décroissante. A partir du point de rupture de pente observé, la courbe est d'autant moins pentée que la phase transitoire a été longue. Ainsi ce n'est qu'à ce moment que le débit est plus important sur sol travaillé que sur un sol encroûté. Toutefois ces débits restant très faibles, ils n'ont pas une compétence suffisante pour être érosifs.

Influence de la nature du sol

La nature, la composition chimique des sols et leur état d'humidité influencent également leur réaction vis à vis de la pluie et commandent l'apparition du ruissellement. Toutefois ces facteurs interviennent plutôt sur la phase d'imbibition et la phase transitoire des hydrogrammes. Ainsi pour des pluies de faible intensité et volume, les différences de ruissellement entre les divers types de sol sont beaucoup plus importantes et significatives que pour des pluies violentes ou à fort volume. Les coefficients de ruissellement sur les sols sableux peuvent être dix fois plus faibles que ceux des sols sablo-argileux. Dans certains cas

la différence de comportement entre ces types de sols est encore plus importante, les précipitations ne donnant pas lieu à ruissellement sur les sols sableux alors qu'elles provoquent un écoulement sur les sols sablo-argileux. La pluie du 22/04/90 en est un exemple (tableau 2):

Pluviométrie 12 mm Intensité maximale en 30 minutes Durée de l'épisode pluvieux: 13 H					
	type de sol	texture	pente	travail du sol	ruissellement en %
parcelle 1	sablo-argilo-limoneux	massive	<5%	desherbage	7,25
parcelle 4	sablo-argileux	grumeleuse	8%	desherbage	10,1
parcelle 7	sableux	particulière meuble	<2%	desherbage	0,6

tableau 2

Cette disparité des résultats peut vraisemblablement s'expliquer par la nature même des sols. Ainsi le sol sableux des Ferrauds est relativement meuble, il possède une porosité intergranulaire élevée, il favorise donc l'infiltration. Le sol sablo-argilo-limoneux des Blaïs a une texture massive polyédrique. La porosité totale est assez faible, mais le retrait des argiles pendant les périodes sèches conduit à la création de fentes de dessiccation parfois très importantes, permettant l'infiltration de l'eau. Au Rimbaud, la composition du sol est presque similaire à la précédente, mais la teneur assez élevée en matière organique (due aux amendements en fumier) crée des grumeaux organo-minéraux en liaison avec les argiles. La forte proportion des sables et des grumeaux confère alors au sol une texture de type particulière meuble au sein de laquelle la porosité est élevée. Par contre lors de la pluie, notamment sous l'effet du splash, les particules les plus fines sont exportées et contribuent à obturer la porosité intergranulaire du sol sableux des Ferrauds. Son infiltration diminue alors lentement avec la baisse de porosité. Corrélativement, le ruissellement s'accroît, ajoutant son

rôle de transport et d'arrachement des particules à celui du splash, amplifiant ainsi le phénomène. Au niveau du sol sablo-argilo-limoneux des Blaïs, les argiles en s'humectant gonflent lentement, réduisant la porosité des agrégats. De plus, les particules arrachées par l'impact des gouttes de pluie et transportées par le ruissellement colmatent progressivement les fentes de dessiccation. Il est à noter qu'après un épisode de sécheresse relativement long (plusieurs mois), les fentes de dessiccations peuvent avoir des dimensions importantes (plusieurs centimètres de large et plusieurs dizaine de centimètres de profondeur). Dans ce cas lorsqu'une pluie est suffisante pour donner un ruissellement, l'eau s'engouffre dans ces fentes donnant des voies préférentielles d'écoulement. Ces eaux emportent avec elles les colloïdes du sol et creusent de véritables galeries au sein du sol (phénomène de renard ou de "piping"). Ces voies à débit important restent opérationnelles jusqu'à la fin de la pluie, même lorsque la structure du sol s'est refermée au maximum. Ce n'est qu'à la fin de la pluie, lorsque les flux sont beaucoup moins compétants, que ces voies se colmatent et se referment. Dans ces cas, les valeurs du ruissellement restent relativement faibles, les écoulements se faisant préférentiellement par ces voies vers des horizons plus profonds du sol.

Les sols sablo-argileux à texture grumeleuse du Rimbaud ont un comportement différent vis à vis de la pluie. Les grumeaux, visibles à l'état sec, fondent rapidement en présence d'eau et sous l'impact des gouttes de pluie. Ces particules ainsi libérées obturent la porosité du sol qui se met à ruisseller.

Ainsi les taux de ruissellement des différents sols dépendent essentiellement de la perméabilité initiale du sol et de la vitesse de colmatage de la porosité. Ceci correspond en fait aux durées de la phase d'imbibition et de la phase transitoire de l'hydrogramme. Lors d'un gros épisode pluvieux, ou succédant rapidement à un autre épisode ayant donné lieu à écoulement, le temps nécessaire pour obtenir le ruissellement maximum (phase d'imbibition et phase transitoire) est relativement court par rapport à la durée de l'averse. Celui-ci se fait alors principalement durant la phase de régime permanent. Le ruissellement est alors beaucoup important et les différences entre types de sol sont largement atténuées, comme l'illustre l'épisode pluvieux du 27/05/90 (tableau 3):

Pluviométrie: 45,8 mm
 Intensité maximale en 30 mm: 22,4 mm/h
 Durée de l'épisode pluvieux: 5h30

	type de sol	pen- te	travail du sol	ruisselle- ment en %
parcelle 1	sablo-argilo-limoneux	5%	desherbage	57,3
parcelle 4	sablo-argileux	8%	desherbage	72,8
parcelle 7	sableux	2%	desherbage	48,2

tableau 3

C- TAUX D'EROSION

Sur la période considérée (01/01/90 - 31/07/90), les quantités de matières exportées sont pas négligeables (tableau 4):

Période du 01/01/90 au 31/07/90
 Pluviométrie 260 mm

	type de sol	pen- te	travail du sol	ruisselle- ment en %	érosion en T/ha
parcelle 1	sablo-argilo-limoneux	5%	dés-herbage	11,3	1,820
parcelle 4	sablo-argileux	8%	dés-herbage	19,3	10,177
parcelle 5	sablo-argileux	8%	fumier, herbe puis labour	4,0	2,722
parcelle 6	sableux	2%	retournée	2,6	1,611
parcelle 7	sableux	2%	desherbage	9,4	3,757

tableau 4

En fait, la majorité de l'érosion, et du ruissellement, s'est produit au cours d'épisodes pluvieux importants (lors de la pluie du 27/05/90 et du 29/07/90)

Les taux d'érosion sont directement corrélables aux taux de ruissellement. Ainsi en mettant en relation les taux d'érosion en fonction du pourcentage d'écoulement, on obtient un graphe caractéristique de l'érodabilité du sol sous l'effet du ruissellement (fig.4)

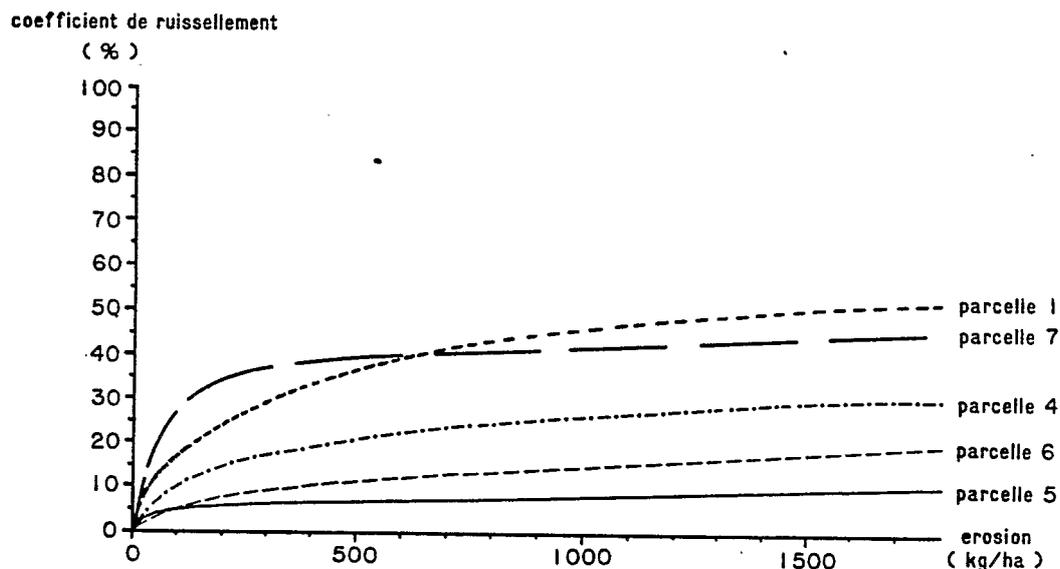


Fig. 4 L'érosion des sols : leur comportement vis à vis du ruissellement

Il apparaît ainsi clairement que le travail du sol augmente considérablement l'érodabilité des sols face au ruissellement. De plus, il semble possible d'effectuer un classement relatif des différents sols en fonction de ce caractère:

- Le sol sableux des Ferrauds étant le moins érodable lorsqu'il est non travaillé
- le sol sablo-argilo-limoneux non travaillé des Blais aurait à peu près le même comportement, tout en étant un peu plus érodable pour les faibles ruissellements (<40%) et un peu moins, pour les ruissellements supérieurs à 40%.
- Le sol sablo-argileux du Rimbaud est beaucoup plus érodable et a presque la même érodabilité lorsqu'il n'est pas travaillé que le sol sableux travaillé. Par contre, une fois travaillé, il devient extrêmement érodable.

IV CONCLUSIONS

La tendance actuelle, dans le secteur étudié, est à la réduction du temps de travail des champs. Pour ce faire, le désherbage chimique des terrains ou simplement d'un rang sur deux se généralise. Le travail traditionnel de la vigne, long et coûteux est progressivement abandonné. On assiste donc à une augmentation des superficies de sols tassés largement encroûtés. La réduction de leur porosité augmente leur imperméabilité. Le ruissellement y est accru (de 10% à 20% du total pluviométrique, 260 mm). Par contre le travail traditionnel des parcelles (griffage, chaussage, déchaussage ...) s'oppose au tassement et à l'encroûtement des sols. Ceux-ci sont alors beaucoup plus poreux et perméables. Le ruissellement y est faible (de 2,5% à 4% du total pluviométrique). *Temporairement*

En outre, la nature même des sols influe sur leur comportement hydrique. Au Blais, le sol est à texture équilibrée, la teneur en argile est suffisante pour qu'elle serve de ciment aux autres éléments. A sec, la porosité s'accroît par l'ouverture de polygones de dessiccation. Par contre, lors de la pluie, le sol gonfle, fermant ces fentes et une part importantes des pores. L'infiltration est alors réduite.

Aux Ferrauds, le sol est essentiellement sableux, la porosité intergranulaire est élevée et la perméabilité est importante. Lors d'un épisode pluvieux, l'impact des gouttes de pluies déplace les particules fines qui progressivement viennent colmater la porosité intergranulaire. Celle-ci décroît alors lentement.

Au Rimbaud, le sol est sablo-argileux. Les argiles se lient aux complexes humiques et donnent de petits grumeaux, conférant au sol une structure particulière meuble, et une perméabilité importante. Lors de la pluie, ces grumeaux fondent rapidement et les particules fines ainsi libérées colmatent la porosité. L'infiltration diminue alors rapidement et le ruissellement est important.

Les taux d'érosion sont quant à eux directement liés au ruissellement. Dans l'ensemble, ils apparaissent comme relativement élevés compte tenu des faibles pentes (2% à 8%). L'érosion varie de 1,5 T/ha à 11 T/ha pour la période du 01/01/90 au 31/07/90. Ces taux sont considérablement plus élevés qu'en Champagne (0 à 1,5 T/ha/an)(Ballif 1990) et

sont du même ordre de grandeur que les grandes cultures belges (3 à 15 T/ha/an) (Bolline *et al* 1978). Toutefois les conséquences de cette érosion ne sont pas catastrophiques, du fait d'un parcellaire encore traditionnel (longueur de pentes faibles, zones de charroi naturellement enherbées, culture en courbe de niveau et sur terrasses sur les pentes les plus fortes, réseau de drainage extrêmement développé). Mais des modifications sur l'un ou l'autre de ces caractères pourraient avoir des conséquences désastreuses comme dans d'autres régions (Beaujolais, Alsace, Champagne).

Références bibliographiques.

- Aréviau A., Toutin H., Rousseau H., Campredon B., et Dars R. 1979. Les séries continentales du Permien du Var.
Bull. B.R.G.M. sect. 1, N° 1, p 31-43.
- Ballif J.L. 1990. Erosion dans le vignoble champenois, influence des techniques culturales. *Cah. ORSTOM, sér. pédol., Vol.LXXV, n°1-2, p. 153-158.*
- Bolline A., Hamotiaux G. et Fissart A. 1978. L'érosion en milieu agricole. Synthèse et conclusion de la journée d'étude de la société belge de pédologie du 26 octobre 1977. *Pédologie, Vol.LXXVIII, p.233-245.*
- Bufalo M. 1969. L'érosion des terres noires (marres du jurassique) dans la région du Buëch (Hautes Alpes, France).
Nouvelle thèse Univ. Aix - Marseille III.
- C.M.R.S. 1961. Evolution de l'interface homme-milieu en zone bioclimatique méditerranéenne. Le cas de Vidauban et de son terroir viticole. *Firen n° 1, 57 p.*
- Ellison W.D. 1947. Soil erosion studies. *Agr. Eng., Vol.28*
- Elleuch F. 1967. Etude de l'érosion hydrique des sols. Application au bassin versant de l'Aille (Var, France).
Rapport d'étude élève ingénieur G.R.E.F. Montpellier.
- Feodoroff A. 1965. Mécanisme de l'érosion par la pluie. *Revue de géographie physique et de géologie dynamique, Paris, Vol. 7, fasc. 2, p. 149-163.*
- Fournier J. 1968. Contribution à l'évaluation de l'érosion hydrique des sols viticoles de la dépression permienne du centre Var. Bassin versant (S.V.R.E.) du Peissonnel.
Rap. D.E.A. ENSAM USTL Montpellier.
- Fosses J. et Savat J. 1961. Detachment and transportation of loos sediments by raindrop splash. Part II. Detachability and transportability measurements. *Catena, Vol. 8, p.19-41*
- Quelennec R.E. 1969. Erosion des sols des bassins versants en région méditerranéenne. Présentation des actions récentes du B.R.G.M. et des principaux résultats obtenus.
Quaderni di idronomia N° 9, p 125-131
- Thomas J.B. 1960. Erosional processes of running water and their spacial and temporal controls : a theoretical viewpoint. In: soil erosion chap.5, M.J. Kirkby et R.F.C. Morgan ed., p.129-182.
- Van Asch T.W.J. 1980. Water erosion on slopes and landsliding in a mediterranean landscape. Thesis, geografisch institut, RIJKS, Univ. Utrecht.

**RESEAU
EROSION**



Référence bibliographique Bulletin du RESEAU EROSION

Pour citer cet article / How to cite this article

Viguié, J. M. - L'érosion des vignobles dans les côtes de Provence : influence de la nature du sol et des pratiques culturales, pp. 221-235, Bulletin du RESEAU EROSION n° 11, 1991.

Contact Bulletin du RESEAU EROSION : beep@ird.fr