



Institut de Géographie Alpine

IRD

Chambre Régionale d'Agriculture Rhône-Alpes

Rapport d'étude intermédiaire

**Les phénomènes érosifs sur les versants
marneux du Bas-Vivarais**

**Bilan des premières mesures sur le site et
résultats sous pluies simulées**

Ludovic MAILLO
Monique LEONARD

Décembre 1999

SOMMAIRE

Introduction	2
Les mesures sur le site expérimental	2
Analyses statistiques des valeurs de la première années.....	2
Protocole d'évaluation de l'influence du travail du sol.....	4
Ruissellement et emport de solides sous pluies simulées.....	5
Coefficients de ruissellement	6
Caractères d'infiltrabilité du sol	7
Evaluation de la charge solide.....	9
Quelle gestion du ruissellement et de l'érosion hydrique, à quelle échelle ? (Monique LEONARD).....	12

Introduction

La seconde année du programme de recherche sur l'érosion des sols sur les versants marneux du Bas-Vivarais correspond à une évolution des protocoles liés aux premiers résultats obtenus. Comme cela est fréquent dans le cadre des recherches basées sur une expérimentation, les protocoles doivent tenir compte des enseignements des premiers résultats obtenus. Dans le cadre du programme, la question de l'érosion hydrique sur les versants repose sur deux dimensions :

- prise en compte des dynamiques sur les sols évaluées sur le site expérimental du Domaine Olivier de Serres en prenant l'exemple du vignoble
- mise en évidence des interactions entre les modalités d'occupation du sol et l'apparition du ruissellement et de l'érosion à l'échelle du bassin-versant.

Cette problématique a déjà été développée durant la première année du programme¹ ce qui permet de s'affranchir d'une nouvelle présentation. Rappelons simplement que l'objectif de ce programme vise à déterminer la participation des surfaces viticoles dans les phénomènes de ruissellement et à envisager la possibilité de réduire cette participation par des pratiques culturales adaptées.

Les mesures sur le site expérimental

Durant la première année de l'étude, un premier protocole de mesure avait été mis en place. Il consistait en sept rangs de mesure permettant d'évaluer deux modalités d'entretien du sol : le désherbage chimique total et l'enherbement naturel. Ce test a été poursuivi jusqu'au mois de mai 1998. Les résultats ont été présentés lors du précédent comité de pilotage. Ils mettaient en évidence une homogénéité entre les rangs expérimentaux autorisant d'attribuer les variations du ruissellement à l'influence des pratiques culturales. Les résultats présentés ici ont été produits dans une thèse réalisée en parallèle avec le programme de recherche au sein du CERMOSEM².

Analyses statistiques des valeurs de la première année

Le traitement des valeurs obtenues en 1998 (tableau 1) a été poursuivi en 1999. En particulier, un certain nombre de tests statistiques a été utilisé pour tenter de mettre en évidence une différenciation des dynamiques en fonction des modes d'entretien du sol. Il s'agit là d'une comparaison entre des surfaces enherbées et des surfaces désherbées chimiquement. Les analyses statistiques ont été réalisées avec le concours de l'équipe du Laboratoire de Conservation des Sols Cultivés de l'IRD à Montpellier (tableau 2).

¹ MAILLO (L.), 1998 - *Les phénomènes érosifs sur les versants marneux du Bas-Vivarais. Installation des protocoles de mesure et évaluation d'une méthode de représentation spatiale*. Rapport d'étude intermédiaire, CERMOSEM-UJF, Mirabel, 21p.

² MAILLO (L.), 1999 - *Influence des pratiques culturales sur le ruissellement et l'érosion sur les vignobles de coteau du Bas-Vivarais (Ardèche)*. Thèse de 3^{ème} cycle, CERMOSEM, Université Joseph Fourier, Grenoble 1, 218p. + annexes.

N°	date pluie	Pluie (mm)	Intensité Maximale (mm/h)	P ₍₋₁₀₎ (mm)
1	11-nov-97	19,5	30	62
2	5-avr-98	18,5	30	3,5
3	9-avr-98	19,5	25	31,5
4	14-avr-98	49,5	25	51
5	16-avr-98	6,5	15	85
6	26-avr-98	38,5	20	7
7	30-avr-98	16,5	25	38,5
8	28-mai-98	148,0	70	0
9	31-mai-98	70,5	50	182

Tableau 1 : liste des épisodes pluvieux échantillonnés durant la première période (MAILLO 1999)

Pour chaque rang, les valeurs de lame ruisselée (Lr) et de transport solide (Er) ont été croisées avec les informations de hauteur de pluie (H), d'intensité maximale de l'épisode de pluie sur 6 min (Imax6'), d'humidité résiduelle liées aux pluies des 10 jours précédents (P-10) et avec l'indice d'agressivité des pluies de LAL (Rlal = H * Imax6').

Facteurs corrélés	Traitement	parcelles	Fourchette des r ²	équation	r ² et parcelle concernée
Lr X H	ENH	ENH 1 et 3	0.79**	y=0.26x-4.0	0.79** ENH 1
	DCT	DCT 5, 6 et 7	0.76 - 0.80**	y=0.26x-?	0.80** DCT 5
Er X H	ENH	ENH 1 et 3	0.63 - 0.87**	y=36.75x-0.14	0.87 ** ENH 1
	DCT	DCT 5, 6 et 7	0.74 - 0.99**	y=11.65x-237.32	0.99 ** DCT 6
Lr X Imax	ENH	ENH 1 et 3	0.88**	y=0.72x-15.77	0.88** ENH 1
	DCT	DCT 5, 6 et 7	0.85 - 0.90**	y=0.72x-16.30	0.90** DCT 5
Er X Imax	ENH	ENH 1 et 3	0.59 - 0.75**	y=87.61x-2056	0.75** ENH 1
	DCT	DCT 5, 6 et 7	0.69 - 0.86**	y=29.2x-692.42	0.86** DCT 6
Lr X P-10	ENH	ENH 1 et 3	~ 0.11 NS		
	DCT	DCT 5, 6 et 7	~ 0.14 NS		
Er X P-10	ENH	ENH 1 et 3	~ 0.08 NS		
	DCT	DCT 5, 6 et 7	~ 0.15 NS		
Lr X Rlal	ENH	ENH 1 et 3	0.79**	y=-0.0036x-0.32	0.79** ENH 1 et 3
	DCT	DCT 5, 6 et 7	0.74 - 0.79**	y=0.0036x-0.13	0.79** DCT 5
Er X Rlal	ENH	ENH 1 et 3	0.95	y=0.51x-264.64	0.95** ENH 1
	DCT	DCT 5, 6 et 7	0.63**	logy=177.8logx-937.34	

Tableau 2 : Corrélations établies pour la première période de mesure (MAILLO 1999)

Deux constats peuvent être réalisés.

D'abord, il apparaît que le ruissellement, comme l'érosion, sont très significativement corrélés avec les caractères des précipitations (hauteur, intensité maximale). En revanche, l'état d'humidité initial n'est pas un facteur déterminant.

Ensuite, les coefficients de corrélations et les équations obtenues sont très similaires quel que soit le type de pratique culturale pour les croisements concernant la lame ruisselée. L'influence des pratiques culturales apparaît plus nette en ce qui concerne les transports solides.

Ainsi, l'enherbement naturel tel qu'il s'est développé sur les rangs expérimentaux, ne limite pas la lame ruisselée. Les conditions de développement de l'enherbement peuvent expliquer ce résultat. En effet, les adventices naturelles se sont développées sur un sol entretenu par un désherbage chimique total dans les années précédentes. Ainsi, initialement, l'état de surface du sol est identique entre les deux traitements. Les mesures réalisées indiquent que le développement des adventices n'est pas suffisant pour provoquer une transformation de la surface du sol susceptible d'améliorer l'infiltration.

En revanche, la présence de l'herbe permet une meilleure conservation des solides sur la parcelles. Ceci ne permet pas de conclure à une amélioration de la résistance du sol à l'érosion. A l'échelle des mesures (soit sur 40 m de long) il apparaît que les sédiments sont moins exportés. Ceci ne donne pas d'élément de réponse sur le détachement des particules qui ont pu être bloquées par le couvert végétal sur la parcelle.

Pour envisager les modalités du détachement des particules sur la surface en lien avec l'agressivité des précipitations, il est nécessaire de travailler à une échelle plus précise que le rang expérimental de 88m². Or, les corrélations réalisées montrent que les principales dynamiques de ruissellement et d'érosion sont liées à l'action directe des pluies sur le sol. Dans ce cas, le travail sur des micro-parcelles de ruissellement, de 1m², est alors significatif pour envisager les dynamiques de dégradation superficielle du sol (sans chercher toutefois à définir un taux d'ablation à une telle échelle).

Protocole d'évaluation de l'influence du travail du sol

Les premières constatations permettent d'établir que les conditions de l'infiltration ne varient pas sur une surface initialement fermée, quel que soit le taux de couverture de la surface. Ainsi les deux pratiques testées lors de la première campagne de mesure ne permettent pas de mettre en évidence de différence sensible des dynamiques d'infiltration.

Un second protocole mis en place durant l'hiver 1998-1999 a été défini pour vérifier le rôle de l'ouverture préalable de la surface. Le nombre de rangs a été ramené à quatre au lieu de sept, correspondant à quatre pratiques testées : un témoin local, le désherbage chimique total (DCT), trois modalités avec travail superficiel du sol (pseudo-labour par passage d'un actisol) :

- Sarclage nu (SAR)
- Sarclage couvert de paille à 25t/ha (PAI)
- Sarclage pour lit de semence et engazonnement, 30% ray-grass et 70% fétuque rouge à 40 kg/ha (ENH)

Il s'agit toujours de réaliser des mesures comparatives entre le DCT, représentant une surface fermée, et les trois techniques ci-dessus concernant des pratiques avec travail du sol.

N°	date	Cumul (mm)	Intensité maximale	P(-10) (mm)
10	26/03/99	48,5	15	30,5
11	04/05/99	65,5	145	32,5
12	08/05/99	21,5	60	83,5
13	02/06/99	20	190	1,5
14	05/06/99	71	35	31,5

Tableau 3 : Liste des épisodes pluvieux échantillonnés durant la seconde période (MAILLO 1999)

Les systèmes ont fonctionné de mars à juin 1999. Au total cinq épisodes pluvieux provoquant un ruissellement ont été traités (tableau 3). Comme pour la première période, les valeurs de lame ruisselée et de transport solide ont été confrontées aux caractères des différentes pluies (tableau 4).

	Hauteur	Intensité	R _{la}	P ₍₋₁₀₎
Lr ENH	.15	.42	.88*	-1.7
Er ENH	.05	.41	.84	-.04
Lr DCT	.01	.95	.97*	-.31
Er DCT	-.13	.97*	.94	-.20
Lr SAR	.16	.41	.88*	-.17
Er SAR	.13	.30	.79	.00
Lr PAI	.16	.41	.88	-.17
Er PAI	.26	-.77	-.42	.32

Tableau 4 : tableau des corrélations pour la seconde période de mesure (MAILLO 1999)

Les résultats confirment l'importance de l'agressivité des précipitations sur l'apparition du ruissellement. Dans le cas du désherbage chimique total, les transports solides sont très bien corrélés avec l'intensité des précipitations.

La surface paillée se distingue des autres techniques. Les valeurs obtenues ne permettent pas de définir de corrélation significative avec les autres facteurs.

Ces résultats confirment que le ruissellement est essentiellement lié aux conditions de l'impact des gouttes sur le sol.

Les résultats sont conformes à ceux de la première période de mesure. Le travail du sol avant l'enherbement semble peu efficace dans le cadre des expérimentations. De même une surface ouverte sans couverture de protection (le sarclage) le ruissellement se différencie peu des résultats du désherbage chimique.

Cependant, les pluies sur cette période ont été particulièrement agressives. Les résultats sur une période courte de l'année ne permettent pas d'apporter une réponse définitive quant à l'influence des pratiques testées sur le ruissellement et l'érosion.

Ruissellement et emport de solides sous pluies simulées

Les mesures en conditions réelles souffrent de la jeunesse de leur mise en place. De plus, la grande variabilité des précipitations et de la succession des états de surface ne permettent pas une approche synthétique de l'impact des travaux culturaux sur le ruissellement, sur un temps de fonctionnement aussi court. Aussi, la mise en place d'une campagne de simulation de pluie permet-elle de s'affranchir de trois difficultés :

- La maîtrise des conditions d'état de surface est plus précise sur une placette de 1 m² que sur 88 m².
- Il est très facile d'évaluer l'état de surface avant et après la pluie. Ceci est quasiment impossible dans le cas d'un site expérimental, sauf en répétant les mesures tous les jours.

- La simulation de pluie donne la possibilité de suivre le développement du ruissellement en temps réel. Les dynamiques sont ainsi mieux cernées.

La comparaison des pratiques culturales repose sur trois éléments. D'abord, il s'agit de caractériser le ruissellement pour chaque surface testée. La simulation de pluie permet d'apporter des informations sur les coefficients de ruissellement (K_r), les valeurs de pluie d'imbibition (P_i) et l'infiltrabilité minimale (F_n). Des informations sur la charge solide sont aussi mobilisables.

Le protocole mis en place lors de cette campagne prévoyait de réaliser deux pluies sur chaque placette de mesure. La première était une pluie de 60 mm/h durant une demi-heure (soit 30 mm) et la seconde, un quart d'heure après l'arrêt de la précédente, correspondait à une intensité de 60 mm/h jusqu'à l'obtention du "plateau d'infiltration" correspondant à la valeur de F_n (infiltrabilité minimale à saturation). Il est utile de montrer que les pluies ont été réalisées dans des conditions homogènes, de façon à ce que les facteurs de variation soient liés aux seules pratiques culturales. Les facteurs de variation à limiter sont l'intensité des précipitations et l'humidité initiale du sol.

Le mini-simulateur de l'IRD permet d'obtenir une bonne précision d'intensité de précipitation. La moyenne des pluies appliquées s'établit à 60,07 mm/h. La variation maximale ne dépasse pas $\pm 4,2$ % (soit de 62,6 à 57,6 mm/h).

La même comparaison réalisée pour les états d'humidité initiale montre aussi une bonne homogénéité entre les tests. La moyenne s'établit à 7,39 %. Les valeurs extrêmes vont de 2,76 % à 17,81 %. La représentation graphique permet de vérifier que dans l'ensemble, les valeurs d'humidité initiales restent cohérentes pour chaque pratique (Figure Erreur! Liaison incorrecte.). Seul le troisième test sur les surfaces sarclées avec 30 % de cailloux (SC30-3) connaît une valeur extrême (17,81 %). Ceci est sans doute lié à une mouillère repérée sur les rangs à proximité du lieu où ce test a été réalisé.

A partir de là, les différences observées dans le développement du ruissellement pourront être attribuées aux seules variations de l'état de surface liées aux pratiques culturales.

Coefficients de ruissellement

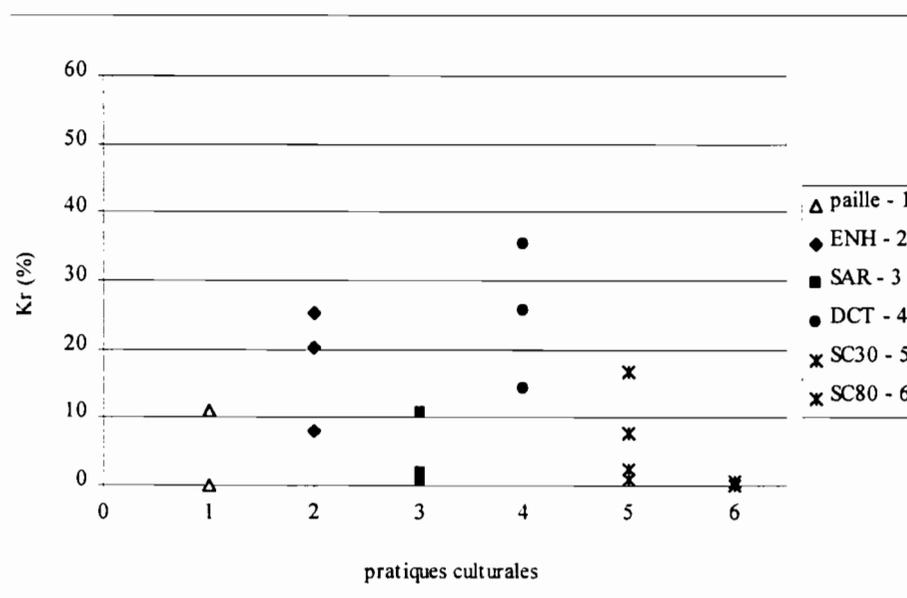


Figure 2 : K_r selon les pratiques culturales pour la 1^{ère} pluie

Les coefficients de ruissellement obtenus pour les premières pluies montrent déjà un premier classement des pratiques culturales (Figure 2). Pour une pluie de 60 mm/h, et un cumul de 30 mm, malgré la relative dispersion des points, il apparaît que les placettes en désherbage chimique total et enherbées sont relativement proches au regard des coefficients de ruissellement. Ce constat est à rapprocher de celui qui avait été établi sur les rangs expérimentaux pour des pluies réelles. L'explication donnée alors est aussi valable pour la simulation : l'enherbement lors de la simulation n'était encore pas totalement réalisé.

Les coefficients de ruissellement obtenus lors des secondes pluies montrent une distinction plus importante selon les pratiques culturales (Figure 3).

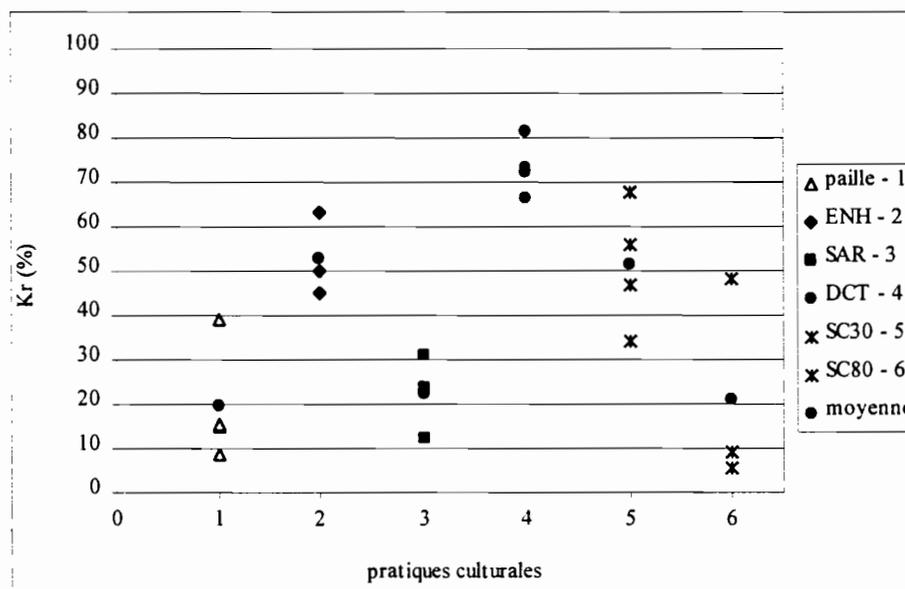


Figure 3 : Kr selon les pratiques culturales pour la seconde pluie

Les valeurs obtenues pour chaque répétition sont parfois assez différentes. Ceci est souvent lié à des positionnements du cadre délimitant la placette recevant la pluie. En particulier, le raccordement entre la goulotte recueillant le ruissellement et le sol doit être particulièrement surveillé. Pour limiter ce risque, jusqu'à quatre répétitions ont été réalisées pour chaque pratique testée. Les moyennes représentées sur le graphique n'ont donc qu'une valeur indicative. Elles sont cependant commodes pour comparer les différentes pratiques.

Il y a déjà là des éléments importants pour la limitation du ruissellement. Pourtant, les pluies appliquées sur les placettes de mesure dépassent les valeurs décennales. On se situe dans le cadre de précipitations exceptionnelles (de période de retour supérieure à la fréquence décennale) et les sols semblent en mesure d'absorber une grande partie de ces intensités s'ils ont été bien préparés.

Caractères d'infiltrabilité du sol

Les coefficients de ruissellement sont basés sur des valeurs cumulées du ruissellement. La situation de pluie permet de préciser le fonctionnement des dynamiques aboutissant au ruissellement notamment par l'observation de deux facteurs clés : la valeur de la pluie d'imbibition (P_i) et la valeur d'infiltrabilité minimale à saturation (F_n).

La comparaison des divers tracés des hydrogrammes de ruissellement corrobore les observations réalisées sur la base des coefficients de ruissellement. Les tests de sarclage avec une couverture de

cailloux supérieure à 80 % (SC80) ou avec la pierrosité naturelle et le paillage ont des pluies d'imbibition et des valeurs de F_n nettement différentes des autres pratiques.

Deux valeurs observables sur les hydrogrammes décrivent particulièrement bien les effets des pratiques culturales.

a- Effet de retardement du déclenchement du ruissellement (P_i)

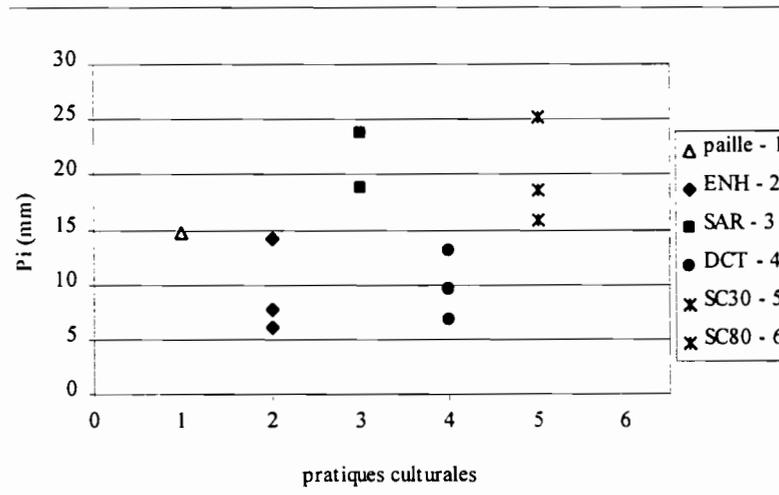


Figure 4 : Pluies d'imbibition pour la première pluie

La valeur P_i représente le cumul pour lequel, à une intensité donnée, l'horizon superficiel atteint son seuil de saturation. Le ruissellement apparaît alors.

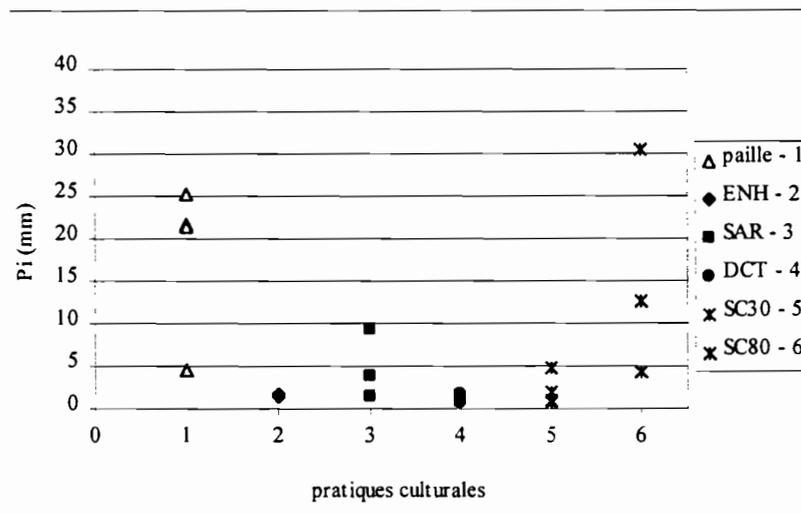


Figure 5 : Pluies d'imbibition pour la seconde pluie

Deux mesures correspondent à cette information. La première (p_i) est obtenue en relevant le moment d'apparition d'un écoulement goutte à goutte à l'exutoire de la goulotte de recueil de la placette. En fait, ceci ne correspond pas forcément à l'apparition d'un réel ruissellement. Il peut tout aussi bien s'agir de l'égouttement du cadre lui-même. Le temps considéré comme le véritable démarrage du ruissellement correspond à la sortie d'un filet d'eau ininterrompu. Le débit de ce filet est estimé à 3 mm/h.

Lors des premières pluies tous les tests n'ont pas atteint la pluie d'imbibition (Figure 4). C'est particulièrement le cas pour SC80 : aucune des répétitions n'a atteint la valeur de P_i . Sur le paillage, une des placettes indique une valeur de P_i autour de 15 mm. Cependant, le fait qu'un seul test ait eu ce type de fonctionnement laisse présager d'une irrégularité sur la surface rendant ce résultat invalide.

Pour la seconde pluie, toutes les surfaces voient le ruissellement débiter rapidement (Figure 5).

Certaines répétitions semblent différentes des autres, en particulier la couverture de cailloux à 80 % et le paillage.

b- Maintien de l'infiltrabilité : F_n

F_n représente la valeur d'infiltration permanente pour une intensité donnée alors que l'horizon superficiel est considéré comme saturé.

Là encore, alors que certains tests présentent des répétitions homogènes (désherbage chimique, enherbement, sarclage) d'autres laissent apparaître des différences (Figure 6). C'est particulièrement le cas pour le paillage et les placettes couvertes à 80 % de cailloux ainsi que, dans une moindre mesure, la couverture à 30 % de cailloux.

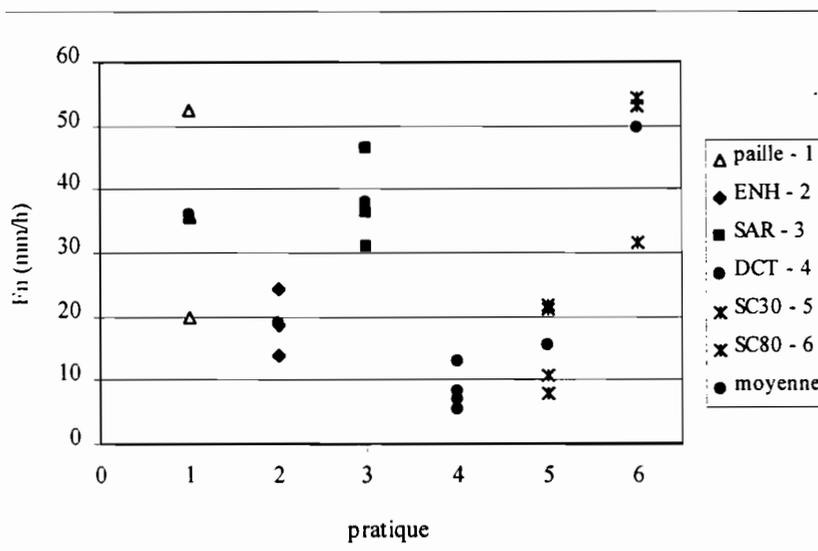


Figure 6 : valeurs de F_n selon les pratiques culturales

Evaluation de la charge solide

Deux aspects doivent être analysés. D'abord la dimension quantitative offre une première comparaison des pratiques. Il ne s'agit pas, sur 1 m², de définir une valeur absolue de perte en terre annuelle. Les valeurs obtenues ne sont exploitables que comparativement.

a- Aspects quantitatifs

La représentation des quantités totales de solides recueillies montre un nouveau classement des pratiques culturales. Dans l'ensemble, les moyennes des répétitions pour chaque test sont moins différentes que dans le cas du ruissellement. Les surfaces paillées se distinguent puisque les charges solides recueillies sont extrêmement faibles. Il semble qu'elles résultent plus d'un "lavage" de la paille que d'une érosion du sol (Figure 7).

	pluie	Pi (mm)	Fn (mm/h)	R total (mm)	détention (ml)	Kr
1	PAI1-1		60,40			
	PAI2-1		61,20			
	PAI3-1	14,65	41,70	3,13	245,00	10,87
	PAI4-1		58,20			
	Moyenne	14,65	55,38	3,13	245,00	10,87
2	ENH1-1	5,99	33,90	7,61	230,00	25,24
	ENH2-1	7,82	39,10	6,33	180,00	20,22
	ENH3-1	14,12	46,80	2,45	110,00	8,16
	Moyenne	9,31	39,93	5,46	173,33	17,88
3	SAR1-1	23,66	56,10	0,56		1,89
	SAR2-1		58,00	0,13		0,46
	SAR3-1	18,83	52,90	3,32		10,84
	Moyenne	21,25	55,67	1,34		4,39
4	DCT1-1	6,85	21,10	10,66	270,00	35,42
	DCT2-1	9,64	25,80	4,35	400,00	14,40
	DCT3-1	13,05	22,30	7,70	360,00	25,58
	Moyenne	9,85	23,07	7,57	343,33	25,13
5	SC301-1	25,13	55,70	0,71	35,00	2,33
	SC302-1		60,00	0,28		0,93
	SC303-1	15,78	30,30	4,96	110,00	16,67
	SC304-1	18,62	42,90	2,37	146,00	7,77
	Moyenne	19,84	47,23	2,08	97,00	6,92
6	SC801-1		60,00		35,00	
	SC802-1		60,00	0,21		0,69
	SC803-1		60,00		110,00	
	SC804-1		60,00		146,00	
	Moyenne		60,00		291	0,69

Tableau 5 : récapitulatif des valeurs de ruissellement pour les premières pluies simulées

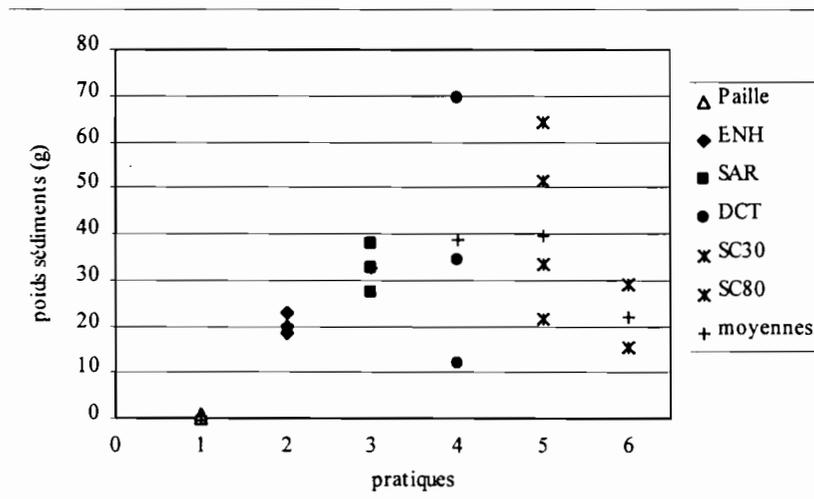


Figure 7 : Valeurs pondérales des solides exportés selon les pratiques culturales

Les valeurs obtenues sur les répétitions pour le désherbage chimique et le sarclage avec 30 % de cailloux sont très hétérogènes. Les moyennes de ces deux cas sont proches mais il est difficile de définir l'impact précis de ces pratiques sur les pertes en terre.

En fonction des pertes en terre, il est nécessaire d'établir trois classes : le paillage constitue une classe à lui seul. Ensuite, enherbement et sarclage avec une couverture caillouteuse de 80 % se situent au même niveau de pertes solides. Enfin les sarclages, désherbage chimique et sarclage avec une couverture caillouteuse à 30 % semblent particulièrement favoriser l'érosion des sols.

La simulation de pluie permet d'aborder les conditions de modification de l'infiltrabilité en cours de pluie. Des différences significatives apparaissent en fonction des pratiques culturales. Ceci justifie l'intérêt porté aux modes d'entretien du sol dans le cadre de la limitation du ruissellement et de l'érosion. Il s'agit maintenant d'aborder les raisons qui engendrent cette diversité. Cette démarche doit contribuer à éclairer les facteurs sur lesquels l'exploitant agit en appliquant les pratiques culturales.

Les protocoles expérimentaux mis en place sous pluie réelle sur le domaine Olivier de Serres, au cœur du Bas-Vivarais, permettent d'approcher la réalité de phénomènes souvent mal perçus tant qu'ils ne prennent pas un caractère catastrophique.

Les valeurs obtenues sont tout à fait en accord avec celles qui ont été relevées sur d'autres vignobles pour lesquels les professionnels ont fait la démarche de demander de telles études. Le ruissellement et les valeurs estimées de perte en terre apparaissent plus importantes encore sur le site du Pradel que pour d'autres vignobles. Les précipitations cévenoles expliquent sans doute en grande partie cette singularité. La démonstration est donc faite de l'intérêt d'une telle étude. Les valeurs obtenues sont encore très provisoires. La station expérimentale est encore en développement. Pour permettre une véritable estimation des pertes annuelles, les mesures devront se prolonger encore quelques années.

Le second objectif de l'étude relève de l'évaluation de l'impact des pratiques culturales sur le ruissellement et l'érosion. Les placettes expérimentales ont permis d'envisager dans un premier temps l'action comparée du désherbage chimique et d'un enherbement naturel. Ensuite, quatre pratiques ont été mises en place : le désherbage chimique comme témoin local, l'engazonnement, le paillage et le sarclage. Pour définir les dynamiques d'infiltration en fonction de ces pratiques, une campagne de simulation de pluie a été réalisée grâce au simulateur de l'IRD.

Les résultats mettent en évidence le fait que les précipitations génèrent le ruissellement sans toutefois qu'il y ait de relation directe entre ces deux éléments. Les pratiques culturales, à travers leur action sur l'état de surface, jouent un grand rôle.

Les différents paramètres caractérisant l'infiltrabilité d'un sol (pluie d'imbibition, infiltration au régime permanent de ruissellement, coefficient de ruissellement) ont été évalués pour chaque pratique culturale sous pluie simulée. La mise en relation de ces données avec les paramètres décrivant les états de surface (couverture, ouverture, pierrosité, humidité initiale) permet de définir une action particulièrement positive du sarclage sur les dynamiques d'infiltration. Cependant, cette technique pour être efficace nécessite certaines précautions.

Pour des sols dont la pierrosité superficielle naturelle est inférieure à 40%, il est nécessaire d'envisager une couverture des rangs permettant de préserver l'ouverture de la surface lors des précipitations. Le paillage réalisé sur le site expérimental du Pradel se montre intéressant à ce titre. Cependant, son utilisation en Beaujolais montre qu'il est nécessaire de renouveler ce couvert tous les trois ans.

Pour des sols avec une pierrosité superficielle supérieure à 40%, le travail superficiel du sol se montre tout à fait intéressant. Il permet une ouverture importante de la surface et la pierrosité favorise son maintien. Les cailloux agissent comme une couverture. Pour limiter le passage d'engins et donc des coûts élevés de travail, il peut être choisi de laisser les adventices se développer durant la phase de dormance afin de maintenir un couvert sur le sol durant l'hiver. La destruction de ce couvert pourra être réalisée à la fin de l'hiver, évitant ainsi tout risque de favoriser les gelées printanières par la présence des adventices. L'effet du sarclage semble permettre une limitation du ruissellement même pour les pluies importantes comme en témoigne la simulation de pluie.

L'enherbement testé sur le site expérimental n'a pas encore fourni de résultats probants. Sa mise en place est rendue délicate par la pierrosité importante du sol. Il semble donc, dans ce cas, plutôt intéressant de privilégier le sarclage que l'enherbement. Cependant, sur des sols moins caillouteux, l'enherbement permanent offre sans doute la possibilité de maintenir une surface ouverte et couverte. La crainte de certains exploitants face à l'enherbement repose sur le risque d'augmentation du risque de gel au printemps. Le site du Pradel est maintenant équipé pour envisager cette dimension.

Dans le but de répondre aux attentes des exploitants, il est nécessaire en parallèle avec le développement des mesures sur l'érosion et le ruissellement, d'envisager l'impact agronomique des pratiques culturales.

D'autre part, les mesures expérimentales souffrent d'une représentativité spatiale toujours aléatoire pour ce type de protocole. Aussi, une nouvelle étude doit-elle prolonger celle-ci pour établir les règles du transfert d'échelle concernant l'évaluation du ruissellement sur les coteaux viticoles du Bas-Vivarais.

Quelle gestion du ruissellement et de l'érosion hydrique, à quelle échelle ? (Monique LEONARD).

La complexité du système bassin-versant provient essentiellement du fait que l'on retrouve au sein de ces derniers, une grande hétérogénéité des espaces le constituant. En effet, l'anthropisation a été en premier lieu générée par des facteurs naturels (pente, lithostructure, ensoleillement des versants), créant par la même une organisation des espaces naturels et aménagés. Cette interaction de l'homme et du milieu, bien qu'elle ne s'effectue pas sur la totalité de l'espace considéré, engendre une modification globale de la physionomie et du comportement du bassin-versant, d'autant plus difficile à appréhender qu'elle n'est pas constante dans le temps : la relation espace naturel/ espace anthropisé est sans cesse soumise à une évolution à la fois quantitative (répartition spatiale) et qualitative (mode d'occupation du sol), en fonction des courants et besoins économiques des sociétés. Plus précisément, cette appropriation du territoire par l'utilisateur, en restructurant le système bassin-versant, intervient également dans les conditions de déclenchements ou de pérennité des manifestations d'érosion hydrique, multipliant ainsi les facteurs influant sur l'activité de cette dernière.

Fournier d'Albe, dès 1979, résumait l'introduction de cette dimension socio-économique sous la forme de l'équation suivante :

$$\text{Risque} = \text{Aléas} * \text{vulnérabilité socio-économique} * \text{Patrimoine}$$

L'apparition de cette nouvelle prise en compte des acteurs (développée particulièrement dans la décennie 1990), induit le fait que la mise en place d'un programme anti-érosion est relativement complexe, et ne peut se faire sans concertation, c'est à dire sans l'adhésion de nombreux partenaires tels que les agriculteurs, ingénieurs, élus, techniciens, chercheurs. Dans la continuité du travail mené par Ludovic Maïllo dans le cadre de son doctorat, sur l'influence des pratiques culturales sur le développement du ruissellement et de l'érosion sur coteaux viticoles³, l'idée de cette étude est de considérer de manière plus générale la lutte contre l'érosion comme un système à trois entrées, représentées en fait par les trois grands types d'intervenants impliqués qui sont les acteurs locaux, la recherche et les « décideurs », et ceci dans le but de répondre à l'objet de notre questionnement :

« Dans le futur quelle gestion du ruissellement et de l'érosion hydrique, et à quelle échelle ? ».

Privilégiant donc l'entrée sociale via la coordination et la concertation des trois types d'intervenants définis précédemment, ce projet ambitionne de permettre une suggestion d'outil de gestion de l'érosion par ruissellement de surface et d'échelle d'intervention sur celle-ci, à partir de la connaissance des attentes et des pratiques des usagers. L'entrée sociale dans le système de « lutte contre l'érosion » se justifie par une réorientation des problématiques impulsée par l'émergence des notions de gestion globale et de développement durable. Deux facteurs en France en général, et dans les montagnes méditerranéennes en particulier, ont accentué cette tendance :

- la récurrence des « catastrophes pluviales » dans la décennie 1990⁴, et parallèlement la prise de conscience de la vulnérabilité au risque, donc de l'importance de la prévention.

- les mutations du milieu rural au niveau des acteurs, ainsi que l'évolution de l'occupation du sol au sein des bassins-versants (tendance à l'homogénéisation avec la viticulture colonisant les coteaux et modifications récentes des techniques culturales), elle-même s'inscrivant dans un processus d'insertion économique à échelle globale.

La recherche- action dans le domaine de gestion de lutte contre le ruissellement et l'érosion des sols positionne les acteurs impliqués au centre du système, cela induit la nécessité d'adaptation des solutions au contexte local, dans un souci de rentabilité autant en terme de coûts financiers que temporels.

³ MAILLO Ludovic, 1999. « Influence des pratiques culturales sur le ruissellement et l'érosion sur les coteaux viticoles du Bas Vivarais. Thèse. Institut de Géographie Alpine. Grenoble.

⁴ - Selon un communiqué de la DIREN Rhône-Alpes en 1998, 591 communes de la région (sur un nombre total égal à 2879) sont concernées par le risque inondation. Ce chiffre en fait le risque majeur, puisqu'il touche 20.5% des communes. A titre de comparaison, les mouvements de terrain qui représentent le deuxième risque majeur pour la région, ne touchent que 9% des communes.

- A titre d'exemple en Ardèche, la commune de Mirabel a connu des inondations avec coulées de boue en 1994 et 1995. Aubenas a subi les mêmes types de catastrophes en 1992, 1993, 1995, 1997. Saint-Thomé a été touchée en 1994. Viviers en 1988, 1993, et 1994.

La première phase de notre travail afin de répondre au questionnement initial suivant les termes fixés ci-dessus, est de définir une typologie des acteurs locaux concernés par les phénomènes de ruissellement et d'érosion hydrique, la diversité de ces derniers générant souvent une divergence dans la perception du problème, liée à leurs intérêts propres. L'objectif est donc au moyen de l'enquête auprès des usagers, de déterminer :

- Quelle est leur perception du phénomène en tant que problème à gérer.
- Quels sont les moyens qu'ils mettent en œuvre à l'heure actuelle suivant leur propre conception (à l'échelle individuelle ou collective), et notamment le coût des interventions quand elles ont lieu.
- Quelles sont leurs attentes en matière de prévention de risque de la part à la fois de la recherche (proposition de solutions), et des politiques (mise en place des aménagements).

Bien évidemment nous ne présentons ici que la trame générale de l'enquête. Les questionnaires seront modulables afin de s'adapter aux populations interrogées, puisque lorsque nous parlons d'acteurs locaux, nous incluons à la fois les agriculteurs, mais également les collectivités territoriales et leurs représentants. Ceci nous permettra d'obtenir une première base de données concernant l'attente de ces acteurs impliqués, afin d'adapter les actions de lutte aux conditions locales qui font la singularité des sites étudiés, la demande sociale s'insérant dans l'économie et le paysage considéré.

La diversité des acteurs subissant l'érosion, la diversité de ceux impliqués dans sa gestion, ont dans le cadre de la nouvelle vision globale, un facteur commun, qui est la recherche de rentabilité des solutions envisagées. Cette dernière, comme l'indiquent notamment G.Levy, H.Voght et H.Mettauer⁵, incite à travailler sur deux types d'érosion : chronique et exceptionnelle. Ces auteurs mettent en évidence la distinction à faire dans les mécanismes générateurs de ces deux types d'érosion, privilégiant pour la première un cadre d'intervention au niveau parcellaire, et pour la seconde, une intervention à l'échelle du bassin-versant, puisqu'il s'agit souvent d'aménagements hydrauliques nécessitant une gestion globale. Par leur définition même, ces deux types d'érosion différenciés induisent un transfert d'échelle dans le cadre de notre étude.

Ainsi, la deuxième phase de notre travail consiste à d'utiliser les résultats de mesures effectuées par Ludovic Maillo sur les parcelles expérimentales du Pradel, et de les poursuivre selon les mêmes protocoles afin obtenir une base de données établie sur une plus longue durée.

Hormis le fait que trois années supplémentaires de mesures permettront d'affiner les résultats déjà obtenus, prenant en compte l'évolution dans le temps des techniques appliquées, l'objectif est double :

- L'obtention de nouvelles données rendant la série statistiquement plus fiable, l'idée est de mettre en place un fichier mettant en avant les situations à risques du point de vue des pluies et des

⁵ H.Voght, G.LEVY, H.METTAUER : « Ablation hydrique en vignoble en conditions d'érosivité chronique et exceptionnelle : mécanisme et coûts comparés ». Cah. ORSTOM, série pédol., vol.XXII, n°2, 1986 : pp 133-137.

modalités de gestion des cultures. Il sera complété par des commentaires simplifiés, consultables par tous. Le but est de diffuser cette information aux acteurs locaux concernés, afin qu'ils puissent établir des comparaisons avec leur propre situation, et envisager des solutions efficaces.

- Trois années supplémentaires nous permettront également du point de vue des protocoles mis en place de définir précisément leur coût global (nous entendons en ce sens le coût d'installation et d'entretien, mais aussi le coût temporel à l'usage), et de dresser un bilan comparatif à court et moyen terme, avec les solutions qui peuvent être parfois mises en place, employées, ou envisagées par les viticulteurs locaux.

- Enfin, si les données relevées le permettent, ou par le biais d'un complément d'information par une deuxième campagne de simulations de pluies (à négocier avec l'IRD de Montpellier qui a collaboré à la première), nous tenterons de mettre en évidence le rôle des séquences pluvieuses (selon leur durée, le volume précipité et l'intensité des pluies) précédant les séries de mesures considérées. En effet, le ruissellement et l'érosion hydrique sont grandement conditionnées par l'humidité préalable du sol (celle-ci définissant sa capacité d'infiltration).

Le terme de rentabilité vis à vis de l'érosion chronique et exceptionnelle, nous l'avons vu, implique un transfert d'échelle afin d'envisager les solutions adaptées à ces phénomènes différents.

Pourtant, à l'heure actuelle, un des problèmes fondamentaux dans ce domaine, reste la transposition des résultats obtenus à partir de mesures effectuées sur parcelles au système bassin-versant, ne serait-ce qu'en terme de diversité des espaces observés. Ces derniers rendent en effet impossible toute corrélation d'événements, la nature des paramètres déterminant l'activité érosive, nombreux et variés, annihilant toute comparaison objective.

La troisième phase de notre étude est donc consacrée aux phénomènes érosifs à l'échelle du bassin-versant (le bassin choisi est celui du Gazel, puisque c'est également celui sur lequel sont situées les parcelles expérimentales), mais compte tenu des difficultés évoquées précédemment, elle consiste essentiellement à l'étude des dynamiques érosives observées en fonction des modes d'occupation du sol.

- Elle a pour premier objectif de dresser un état des lieux actuel des manifestations érosives (temporaires ou permanentes), comprenant à la fois le descriptif des phénomènes ainsi que leur localisation spatiale. Le deuxième aspect est un essai d'analyse diachronique de ces manifestations, étude indispensable pour suivre l'évolution passée, décrire les dynamiques internes du système, et aborder les tendances prospectives.

- Le deuxième objectif est, connaissant les localisations des problèmes érosifs, et l'occupation du sol, de connaître le degré d'inter-relation entre les usages que l'on fait de l'espace « bassin-versant », et l'érosion développée, et quelles conclusions l'on peut tirer de cette interaction au niveau même de la structure spatiale du bassin-versant.

- Le rendu sous forme essentiellement cartographique et diagrammes en trois dimensions, constituera une première base de données pour une réflexion et la constitution d'un outil de gestion à échelle globalisante.

- De même, la gestion d'un hydrosystème dans son ensemble dépendant d'un cadre politico-administratif, il sera également intéressant d'aborder tout comme pour les parcelles agricoles le problème des coûts induits par des aménagements éventuels, afin d'envisager le poids qu'ils vont représenter en termes d'investissements pour les communes et donc les usagers.

Enfin, l'approche par une échelle globale, même si elle nous paraît la plus adaptée à une gestion coordonnée, engage également un autre type de réflexion. Le dernier volet de notre étude introduira donc le problème de la concertation des acteurs impliqués dans la lutte contre le ruissellement et l'érosion des sols. Elle tentera notamment de répondre à deux interrogations :

- Quels seront dans l'avenir les relais d'informations à constituer entre l'Etat et le citoyen ?
- Comment s'effectuera l'intégration des objectifs locaux, régionaux, étatiques, à une politique européenne qui à l'heure actuelle et dans ce domaine, n'a pas de directives pré-définies ?

Conclusion et perspectives

Les valeurs obtenues au cours des différentes campagnes de mesure sous pluies réelles et simulées permettent déjà de confirmer que les pratiques culturales ont une influence notable sur les conditions du ruissellement et de l'érosion des sols. Les résultats obtenus sur de courtes périodes de l'année, souvent celles sur lesquelles se concentrent les épisodes les plus violents, ne permettent pas d'envisager de valeurs de perte annuelle.

L'avenir immédiat pour ce site correspond à une ultime mise en place de matériel de mesure des flux en continu. Cette installation n'a pu être réalisée plus tôt compte tenu des délais d'encaissement des financements. Il est raisonnable d'envisager une mise en ordre définitive du site dès le début de l'an 2000.

Des travaux connexes à l'étude de l'érosion sont aussi envisagés, sous réserve de mise en place des collaborations nécessaires (ITVV, Lycée agricole...). Ils concernent en particulier l'influence des pratiques culturales sur le développement de la vigne et sur la qualité du raisin.

Il est aussi envisagé, dans la mesure où une pression croissante se fait sentir pour la préservation de l'environnement, de réaliser des mesures sur la qualité des eaux de ruissellement.

Ces deux analyses complémentaires pourront être mises en place dès l'année 2000 si les différents acteurs montrent leur détermination face à cette étude de recherche appliquée. Les deux axes de recherche complémentaires sont nécessaires pour envisager le développement des résultats chez les professionnels et pour envisager sereinement la mise en place des cadres d'une agriculture durable sur un plan environnemental et économique.