

République Tunisienne  
CRDA de Kasserine  
Projet Haut-Mellègue

Institution de la Recherche et de  
l'Enseignement Supérieur  
Agricoles  
INRAT - Ariana

Institut Français de Recherche  
pour le Développement en  
Coopération  
ORSTOM - Tnis

## RUISSELLEMENT, EROSION ET SYSTEME DE CULTURE SUR MICRO-BASSINS VERSANTS DU HAUT-MELLEQUE



Micro-bassin de Chaffai 1

*cliché N.Guiguen*

H.CAMUS, hydrologue, ORSTOM  
M. KAABIA, agronome, INRAT  
J.-C. TALINEAU, agronome, ORSTOM.

Avec la collaboration de N.Homri et M.Meftahi du CRDA de Kasserine  
et de N.Guiguen et M.Ben Younes, hydrologues ORSTOM.

Mars 1994

## RUISSELLEMENT, EROSION ET SYSTEME DE CULTURE SUR MICRO-BASSINS VERSANTS DU HAUT-MELLEGUE

H. Camus, hydrologue, Mission ORSTOM en Tunisie,  
M. Kaabia, agronome, INRAT Tunisie,  
J.-C. Talineau, agronome, Mission ORSTOM en Tunisie,

avec la collaboration de :

MM. N. Homri et M. Meftahi, ingénieurs au projet d'aménagement du  
bassin versant Haut Mellègue,  
et de MM. N. Guiguen et M. Ben Younes, hydrologues à la Mission ORSTOM en  
Tunisie.

La région du Haut-Mellègue est constituée de hautes plaines (800 à 1000 mètres), dominées par des barres calcaires et des crêtes à corniche partiellement recouvertes de massifs de forêt claire à pin d'Alep. Ces plaines sont en fait de vastes combes et de larges vaux se développant en longs glacis d'ablation avec, au voisinage de l'amont, présence d'encroûtements ; plus on s'approche des lits d'oueds, plus les sols sont profonds grâce à l'empilement des nappes colluviales et alluviales.

Les terres sont exploitées selon le système de culture dominant céréale-jachère, avec quelques îlots arboricoles (oliviers et plus rarement pistachiers) ; une importante activité d'élevage ovin complète les systèmes de production.

Le phénomène majeur d'évolution actuelle relève d'une forte activité érosive en nappe le plus souvent mais avec apparition de fréquentes griffes sur les espaces cultivés accompagnés de ravins au niveau des axes de ruissellement; le lit des oueds entaille profondément le fond des vallées.

Le projet d'aménagement et de mise en valeur régionale des délégations de Thala et Haidra, soutenu financièrement par le FIDA, applique un certain nombre de solutions de nature à réduire les conséquences néfastes de ce processus d'érosion hydrique.

En appui à ce projet, une opération de recherche a été lancée courant 1992 dans le cadre d'une convention entre l'ORSTOM et le CRDA de Kasserine et destinée à mesurer avec précision l'intensité des phénomènes de ruissellement et d'érosion à l'échelle de micro-bassins versants cultivés d'une surface de 6 à 8 hectares.

A cet effet, un couple de micro-bassins, situés à une dizaine de kilomètres à l'ouest de Thala, au sud du douar de Chaffai, a été équipé de dispositifs expérimentaux constitués d'un canal bétonné pour la collecte, puis la mesure des transports solides et du ruissellement.

L'ensemble est opérationnel depuis novembre 1992, fonctionne correctement et a fait l'objet, en janvier 1993, d'un rapport d'installation (\*). Dans une première partie sont analysés les résultats obtenus pour l'ensemble des crues observées en 1993.

---

(\*) Camus H., Homri N., Guiguen N., Ben Younes M. - Ruissellement et érosion sur le Haut-Mellègue ; micro-bassins versants expérimentaux de Chaffai. Rapport d'installation. Janv. 1993, 37 p. 11 ph., an., bibl.

Au cours de l'année 1993, il est décidé de compléter la proposition de recherche par un volet d'ordre agronomique envisageant le fonctionnement du bassin versant en termes de production agricole et cela en collaboration avec le Laboratoire d'Agronomie de l'INRA<sup>1</sup>. Le but est d'étudier l'effet de techniques culturales, dites appropriées et appliquées aux terres à vocation céréalière et des modifications des états de couverture végétale au sol qui en résultent, avant et après l'aménagement du modelé de surface, sur le processus d'érosion-ruissellement, l'évolution de la fertilité du sol en général et le niveau de la production agricole, le tout en conformité avec les objectifs généraux du projet de développement soutenu par le FIDA.

Pour y parvenir un certain nombre de mesures et d'observations ont été entreprises aussi bien au niveau de la qualité du sol et analyse des sédiments érodés que de la réponse des cultures et de l'impact de l'exploitation (estimation de la phytomasse résiduelle avant et après pâturage). Enfin, pour la campagne agricole 1993-94, on s'est engagé dans une étude comparative des deux micro-bassins versants conduits avec la même culture (orge) mais de manière différenciée dans l'application des itinéraires techniques.

Ce sont l'ensemble de ces résultats, préliminaires et incomplets dans leurs majorité, que nous restituons ci-après.

## 1 - ANALYSE DES PREMIERES CRUES

Depuis la mise en service des stations hydrologiques de Chaffai 1 et de Chaffai 2 en octobre 1992, les événements pluvieux intéressants ont été rares (Cf. annexe I.1 la répartition journalière des pluies). L'écoulement peut être généré, dans ces situations favorables, par des averses de faible hauteur de pluie (lorsque celles-ci surviennent par exemple sur des sols préalablement largement imbibés). Par contre, l'apparition de l'érosion sur terres agricoles ne peut se faire que lors d'événements pluvieux de forte intensité, en général égale ou supérieure à 50 mm/h.

L'analyse des caractéristiques des crues (Cf. le détail des résultats en annexes I.2 et I.3) de cette première année de mesures, permet de constater (Tableaux I.1 et I.2) en premier lieu, que l'on a observé peu d'événements pluvieux importants sur la période. Seuls trois d'entre eux ont amené des réactions significatives au niveau des micro-bassins expérimentaux. Ce sont les averses des 6 novembre 1992, 18 mai et 14 septembre 1993.

A partir de l'analyse de ces trois événements, force est de constater la diversité des réactions des deux micro-bassins versants. En effet, il semble que le micro-bassin de Chaffai 2 soit le siège d'écoulements 2 à 6 fois plus importants, en volume, que celui de Chaffai 1. Les chiffres parlent d'eux mêmes :

- le 6 novembre 1992, on enregistre un volume de 542 m<sup>3</sup> à Chaffai 2 contre 90 m<sup>3</sup> à Chaffai 1;
- le 18 mai 1993, la différence est toute aussi importante avec un volume de crue de 202 m<sup>3</sup> à Chaffai 2, alors qu'il n'est que moitié moindre à Chaffai 1 (100 m<sup>3</sup>);
- même constatation pour l'événement du 14 septembre où la différence entre les deux micro-bassins est aussi nette : 477 m<sup>3</sup> à Chaffai 2 contre seulement 160 m<sup>3</sup> à Chaffai 1 (Camus et coll., 1994(\*\*)).

En ce qui concerne les valeurs de transports solides, les différences sont encore plus grandes :

- 199 kg à Chaffai 1 le 6 novembre contre 813 kg à Chaffai 2 (rapport de 1 à 4) ;

---

(\*\*)Camus H., Guiguen N., Homri N., Ben Younes M. - Ruissellement et érosion sur les micro-bassins versants expérimentaux de Chaffai 1 et 2. Résultats de la première campagne de mesures 1992-93-94. ORSTOM / CRDA Kasserine, 26 p.

- 240 kg transportés à Chaffai 1 lors de la crue du 18 mai pour 1189 kg à Chaffai 2 (rapport de 1 à 5) ;
- enfin, le 14 septembre, la différence est encore plus grande puisque l'on passe d'une valeur de 740 kg à Chaffai 1 à plus de 19 tonnes à Chaffai 2 soit un rapport de 1 à 25 ; en valeur à l'hectare, la variation entre les deux micro-bassins va de 0,13 à 2,47 tonnes.

L'ensemble de ces résultats est a priori un peu surprenant.

Par ailleurs, il est intéressant de noter que les valeurs des coefficients d'écoulement sont relativement élevées en comparaison avec celles établies dans cette région, en milieu naturel non perturbé, et qui oscillent entre 3 et 10 %. Ici en milieu agricole, où les pentes sont relativement faibles de l'ordre de 4 à 6 %, une majorité de coefficients est comprise entre 2 et 10 %, mais deux valeurs toutefois dépassent respectivement 25 et 40 %.

**Tableau I.1 - Micro-bassin versant de CHAFFAI 1  
Caractéristiques des crues 1992-1993**

N°	Date	Pluie mm	Ve m <sup>3</sup>	He mm	Ke %	Qmax l/s	qs l/s/km <sup>2</sup>	PTs kg	pTs t/ha
1	1.11.12	14,0	15,8	0,27	1,93	16,6	285	*	
2	3.11.92	15,0	21,5	0,37	2,47	3,5	59	*	
3	4.11.92	16,5	14,6	0,25	1,52	14,3	245	*	
4	5.11.92	19,5	2,2	0,04	0,21	0,8	14	*	
5	6.11.92	17,5	88,9	1,52	8,69	56,9	976	199,4	0,03
6	18.12.92	27,0	2,0	0,03	0,11	0,2	4	0,3	0,00
7	25.03.93	36,5	6,7	0,34	0,93	0,2	4	18,8	0,00
8	18.05.93	28,5	100,9	1,73	6,07	62,1	1070	240,0	0,04
9	16.08.93	15,0	66,4	1,14	7,60	79,1	1360	279,9	0,05
10	14.09.93	24,0	159,9	2,74	11,42	238,0	4080	742,8	0,13

Ve : volume écoulé en m<sup>3</sup>

He : Hauteur correspondante en mm

Ke : Coefficient d'écoulement en %

Qmax : débit de crue en l/s

qs : débit en l/s/km<sup>2</sup>

PTs : poids transports solides en kg ou en t/ha

La superficie du bassin de Chaffai 1 est de 5,83 ha.

Tableau I.2 - Micro-bassin versant de CHAFFAI 2  
Caractéristiques des crues 1992-1993

n°	date	pluie mm	Ve m <sup>3</sup>	He mm	Ke %	Qmax l/s	qs l/s/km <sup>2</sup>	PTs kg	pTs t/ha
1	1.11.92	14,0	46,5	0,62	4,43	31,4	422	*	
2	3.11.92	15,0	105,8	1,42	9,47	12,2	164	*	
3	4.11.92	16,5	159,5	2,14	12,97	38,9	523	*	
4	5.11.92	19,5	15,1	0,20	1,03	4,48	60,2	*	
5	6.11.92	17,5	541,9	7,28	41,60	215	2890	812,9	0,11
6	18.12.92	27,0	4,4	0,06	0,22	1,27	17,1	0,5	0,00
7	25.03.93	36,5	6,6	0,08	0,22	0,47	6,3	31,6	0,00
8	22.04.93	1,0	1,5	0,02	2,00	0,81	10,9	22,0	0,00
9	18.05.93	28,5	202,1	2,72	9,54	121	1630	1189,0	0,15
10	16.08.93	15,0	15,3	0,21	1,40	16,6	223	191,7	0,02
11	14.09.93	24,0	476,6	6,41	26,71	400	5380	19103,0	2,47

La superficie du bassin de Chaffai 2 est de 7.74 ha.

\* les sédiments sont cumulés à la date du 6.11.92.

Comment expliquer de telles différences ? Nous savons que ces averses ont été de courte durée, de forte intensité, surtout celle du 14 septembre où l'on a enregistré une valeur de l'ordre de 109 mm/h en 5' (averse de caractère très agressif, avec un coefficient  $R_{USA}$  voisin de 20.). Nous pouvons être sûr que de telles intensités sont à l'origine de l'érosion des terres agricoles sur les deux micro-bassins. Cependant pour essayer de comprendre une telle différence, il faudra imaginer plusieurs cas de figure. En premier lieu l'épicentre de l'averse se trouverait au droit du micro-bassin de Chaffai 2 (supposition certes gratuite, car nous ne possédons qu'un seul pluviomètre placé en amont de Chaffai 1.) Si tel était le cas, l'hétérogénéité spatiale est en cause et les valeurs réellement observées à Chaffai 2 peuvent être effectivement plus élevées qu'à Chaffai 1. La deuxième explication possible, tient au fait que sur le bassin de Chaffai 1, une partie de l'amont proche du canal, plantée jusque là en sulla (*Hedysarum carnosum*) a été labourée profondément avec arrachage de cette plante de couverture, ne laissant alors sur le sol que cailloux et sillons profonds, rendant la surface peu propice au ruissellement, mais offrant au contraire des possibilités d'infiltration importante. A ce stade de nos observations et compte tenu du dispositif en place, nous ne pouvons qu'émettre ce type d'hypothèses. Seul la pose prochaine de 2 pluviomètres complémentaires, assurant une meilleure connaissance de la spatialité des averses, nous permettra de mieux entrevoir les raisons réelles de ces différences. Nous donnons en annexe I.1 et I.2 les hydrogrammes des crues ainsi que les hyétogrammes des averses génératrices correspondantes.

Enfin le bilan hydrologique global annuel 1992-93, amputé des mois de septembre et octobre et mettant en comparaison les deux micro-bassins, peut se résumer dans le tableau I.3 ci-dessous.

Tableau I.3 - Bilan hydrologique global 1992-93

micro-bassin	total pluies mm	total pluies ruiss. mm	volumes écoulés m <sup>3</sup>	lame écoulee mm	coefficient d'écoulement %	déficit d'écoulement mm	PTs kg	pTs t/ha
Chaffai 1	456,5	200,0	472,9	8,1	1,8	448,4	1246,4	0,22
Chaffai 2	456,5	200,0	1569,3	20,2	4,4	436,3	21325,3	2,76

Ainsi, en dépit d'un pourcentage de pluies ruisselantes, de l'ordre de 44 %, plutôt élevé, les coefficients d'écoulement annuel que l'on peut assimiler à un déficit d'infiltration, demeurent modestes puisqu'ils ne dépassent guère 4 % : voilà qui ne devrait pas trop pénaliser le bilan hydrique des cultures.

Par contre le caractère érosif de certaines de ces pluies est indiscutable. Avec une quantité globale annuelle de sédiments entraînés proche de 3 t/ha, on atteint là une valeur seuil devant déclencher un réflexe d'aménagement, même sommaire, du bassin versant.

## 2 - QUALITE DES SOLS AGRICOLES ET DU TRANSPORT SOLIDE

### 2.1 Caractérisation de l'horizon de surface

Les deux sous-bassins versants (Chaffai 1 et Chaffai 2) présentent un sol peu profond et à charge caillouteuse élevée.

**Tableau II.1 - Résultats de l'analyse physico-chimique des échantillons de terre céréalière prélevés sur les deux sous-bassins versants étudiés (horizon 0-15 cm)**

granulométrie	Chaffai 1 (C 1)				Chaffai 2 (C 2)			
	amont C <sub>1</sub> Am.	milieu C <sub>1</sub> Me.	aval C <sub>1</sub> Av.	moyenne C <sub>1</sub>	amont C <sub>2</sub> Am.	milieu C <sub>2</sub> Me.	aval C <sub>2</sub> Av.	moyenne C <sub>2</sub> .
argile %	19,00	20,30	16,70	18,66	17,20	19,00	20,80	19,00
limon %	19,10	20,20	15,50	18,26	15,80	18,90	12,40	15,70
sable gros. %	22,60	22,20	27,70	24,16	18,70	20,40	19,60	19,56
sable fin %	23,00	22,10	26,30	23,80	30,00	27,80	26,50	28,10
sable t. fin %	15,50	13,60	10,50	13,20	14,50	13,10	16,60	14,73
<b>m. organique</b>								
m. o. %	2,40	2,26	2,43	2,36	1,97	2,01	2,16	2,04
carbone %	1,40	1,31	1,41	1,37	1,15	1,17	1,25	1,19
<b>réserves minérales</b>								
CaCO <sub>3</sub> total %	35,40	34,00	27,70	32,36	19,40	19,40	24,30	21,03
CaCO <sub>3</sub> actif %	11,50	11,50	9,50	10,80	8,50	8,00	10,00	8,83
<b>solution du sol</b>								
% de saturation	45,00	47,50	47,50	46,66	45,00	47,50	47,50	46,66
pH 1/2,5	7,50	7,60	7,60	7,56	7,60	7,60	7,70	7,63
conduc. dSm <sup>-1</sup>	0,74	0,68	0,70	0,70	0,56	0,58	0,58	0,57

dSm<sup>-1</sup> = 1 mmohcm<sup>-1</sup>

Trois échantillons de sol ont été prélevés sur chaque sous-bassin (amont, milieu, aval). Chaque échantillon est le résultat d'un mélange de 5 prélèvements de sol. Les échantillons de sol ont été prélevés sur une profondeur de 15 cm. Les analyses du sol ont été effectuées par le Laboratoire régional d'analyses des sols et eaux du CRDA de Kasserine.

Au vu des données du tableau II.1, le sol des deux sous-bassins versants présente une texture sablo-limoneuse selon le triangle textural. Le taux moyen de matière organique des deux sous-bassins versants, toujours supérieur à 2 %, est assez élevé par rapport aux valeurs admises dans cette région. Le sol est à pH neutre voisin de 7,5. Ce tableau II.1 montre aussi que le sol a presque les mêmes caractéristiques physico-chimiques sur les deux sous-bassins, sauf le taux de calcaire total (CaCO<sub>3</sub>) qui est plus élevé à Chaffai 1 qu'à Chaffai 2 (32,6 % et 21,03 % respectivement), et cette différence peut être mise en relation avec un taux de cailloux non mesuré mais lui aussi plus élevé à Chaffai 1 qu'à Chaffai 2. Enfin ces sols ne présentent aucun risque de salure.

## 2.2 Transports solides

Les résultats de la mesure de ces transports solides sont rassemblés dans les deux tableaux ci-dessous :

**Tableaux II.2 - Quantités de sédiments érodés des deux sous-bassins versants étudiés, mesurés à l'exutoire et exprimés en kg**

CHAFFAI 1	sédiments érodés				
	date de crue	canal + 1er bassin (yb1)	2ème bassin (yb2)	grande fosse (ygf)	total
2, 3, 4, 5, 6.11.1992	62,600	0	34,200	199,400	
18, 19.12.1992	0,300	0	0	0,300	
22, 25.03.1993	18,800	0	0	18,800	
23.04.1993	4,000	0	0	4,000	
6, 7.05.1993	10,000	0	0	10,000	
18.05.1993	32,000	0	52,000	240,000	
16.08.1993	19,900	0	65,000	279,900	
14.09.1993	190,800	0	138,000	742,800	
total	338,400	0	289,200	1495,200	256,432

$$\text{Total} = [(yb1 \times 1) + (yb2 \times 2) + (ygf \times 4)]$$

CHAFFAI 2	sédiments érodés					
	date de crue	canal+1er bassin (yb1)	2ème bassin (yb2)	3ème bassin (yb3)	grande fosse (ygf)	total
2, 3, 4, 5, 6.11.1992	385,700	0	0	26,700	812,900	
18, 19.12.1992	0,450	0	0	0	0,450	
22, 25.03.1993	31,600	0	0	0	31,600	
23.04.1993	22,000	0	0	0	22,000	
6, 7.05.1993	3,000	0	0	0	3,000	
18.05.1993	197,000	0	0	62,000	1189,000	
16.08.1993	2,900	0	0	11,800	191,700	
14.09.1993	6201,000	19,000	28,000	797,000	19103,000	
total	6843,650	19,000	28,000	897,500	21363,650	2760,160

$$\text{Total} = [(yb1 \times 1) + (yb2 \times 2) + (yb3 \times 4) + (ygf \times 16)]$$

Les données des deux tableaux ci-dessus montrent que Chaffai 2 présente un taux d'érosion à l'hectare nettement supérieur à Chaffai 1 et cela pour presque toutes les crues sauf deux. Le taux annuel est de 256 kg/ha pour Chaffai 1 contre 2760 kg/ha pour Chaffai 2, soit 11 fois plus.

### 2.3 Sélectivité de l'érosion

**Tableau II.3 - Résultats de l'analyse comparative des textures des échantillons de sol de la parcelle et de ceux relatifs à la terre transportée (valeurs moyennes)**

granulométrie	sol de la parcelle		terre érodée	
	C 1	C 2	C 1	C 2
argile %	18,66	19,00	21,48	25,91
limon %	18,26	15,70	27,55	22,60
sable %	61,16	62,40	47,13	48,41
(argile + limon) %	36,92	34,70	49,02	48,51

D'après les données de ce tableau, on constate que sur les deux sous-bassins versants étudiés, la terre érodée est plus riche d'environ 37 % en argile et en limon que le sol en place ; l'argile et le limon qui sont les éléments les plus fins sont les premiers à être transportés en grande quantité. Par contre, les proportions en sable ont largement diminué d'un taux d'environ 22 % entre la terre érodée et le sol initial, ce qui confirme l'effet sélectif de l'érosion hydrique. On peut conclure que l'argile et le limon sont plus facilement déplacés par l'érosion hydrique tandis que le sable est entraîné plus lentement. Ce processus mènera à long terme à une terre stérile et inculte en commençant par l'amont des bassins.

Les déterminations du taux de matière organique et du taux de saturation ont été effectuées sur l'horizon superficiel (0-15 cm) et sur les sédiments érodés des deux sous-bassins versants afin de mettre encore en évidence l'effet sélectif de l'érosion hydrique sur ces paramètres.

**Tableau II.4 - Résultats de l'analyse comparative des taux de la matière organique et du taux de saturation du sol entre la parcelle et la terre érodée (valeurs moyennes)**

	sol de la parcelle		terre érodée	
	C 1	C 2	C 1	C 2
m. o. %	2,36	2,04	4,33	3,53
carbone %	1,37	1,19	2,52	2,05
% de saturation	46,66	46,66	68,13	63,92

Les données du tableau II.4 montrent que le taux de matière organique est passé de 2,3 % sur la terre de la parcelle à 4,33 sur la terre érodée (Chaffai 1), soit un accroissement de teneur de 84 %. La terre transportée par l'érosion hydrique est devenue ainsi presque deux fois plus riche en matière organique que le sol de la parcelle. Le pourcentage de saturation, qui représente la quantité d'eau que peut retenir le sol, est largement plus élevé sur la terre érodée que sur le sol de la parcelle. Ceci montre une diminution de la capacité de rétention de l'eau par la terre en place, ce qui entraîne une diminution de l'infiltration des pluies et une augmentation du ruissellement et de l'érosion à courte et longue échéance.



L'érosion hydrique peut dénaturer le sol en découpant l'horizon le plus fertile et en transportant les éléments les plus fins (argile et limon), les plus légers et les plus riches en nutriments (matière organique). Ces éléments sont nécessaires au développement de la plante et l'un de leur rôle fondamental est de stocker l'eau dans le sol. Ce départ d'éléments provoque une baisse de la capacité de production du sol qui ne peut se traduire que par une chute des rendements des cultures.

### 3 - EXPERIMENTATION AGRONOMIQUE SUR BASSIN VERSANT

Les deux bassins versants sont conduits comme des parcelles de grande culture d'une manière représentative des pratiques agraires locales. La rotation choisie est triennale et fait se succéder deux années de céréales (blé puis orge) dont les chaumes sont soumis à un pâturage d'été puis à une année de jachère conduite elle aussi en pâturage.

La campagne agricole 1992-93 n'a fait l'objet d'aucun suivi précis. Les seules informations disponibles relèvent du constat du retard dans la mise en place de la culture qui était un blé dur, variété Chili. Le labour au pulvérisateur à disques a été entrepris le 15 janvier 1993 ; il a été suivi d'un semis manuel étalé du 17 janvier au 3 février avec une forte hétérogénéité dans la densité et un mauvais recouvrement des semences effectué avec le même offset. Le peuplement végétal s'est ainsi développé avec beaucoup de retard et un recouvrement disparate n'atteignant pas 10 % par endroit. Malheureusement, il n'a pas été possible de procéder à la mesure ou même l'estimation d'un rendement en grain et paille sur l'un et l'autre des deux bassins.

#### 3.1 Phytomasse résiduelle et exploitation pastorale

Les résidus aériens de récolte et culture ont été estimés à la date du 20 juillet au moyen de prélèvements sur des placettes-échantillon d'une surface de 0,25 m<sup>2</sup> ; ces mesures ont été faites sur 7 stations, réparties de manière aléatoire sur chacun des deux bassins, et avec regroupement de quatre prélèvements unitaires. L'opération a été répétée le 17 novembre après que l'espace considéré ait été parcouru par un troupeau d'environ 200 têtes d'ovins pendant une durée d'un mois. Le détail de tous ces résultats est répertorié en annexe III.1.

**Tableau III.1 - Estimation de la phytomasse résiduelle avant et après pâturage et caractérisation de la dispersion des mesures**

		phytomasse résiduelle avant pâturage g.m <sup>-2</sup> (20.7.93)					phytomasse résiduelle après pâturage g.m <sup>-2</sup> (17.11.93)				
		pailles et chaumes de blé	adven- tices herbacées	phyto- masse annuelle	parties ligneuses	phyto- masse totale	pailles et chaumes de blé	adven- tices herbacées	phyto- masse annuelle	parties ligneuses	phyto- masse totale
Chaffai 1	moyenne	107,9	17,9	125,8	66,4	192,2	77,5	7,7	85,2	67,5	152,7
	écart- type	19,33	12,5	-	49,7	51,6	28,1	10,1	-	33,2	48,0
	c.v. %	17,9	70,2	-	74,9	26,9	36,3	131,6	-	49,2	31,4
Chaffai 2	moyenne	131,4	33,6	165,0	22,9	187,9	56,9	17,7	74,6	56,6	131,3
	écart- type	74,2	36,5	-	35,9	99,3	31,8	17,7	-	71,9	108,7
	c.v. %	56,5	108,7	-	157,2	52,9	55,9	99,6	-	126,9	82,8

La quantité de résidus post-récolte, telle qu'elle apparaît au tableau III.1, est plus élevée sur Chaffai 2 que sur Chaffai 1. Cela correspond au fait d'une récolte très incomplète par endroits sur Chaffai 2 en raison d'une faible densité d'épis plutôt malvenus. Par contre les pertes et prélèvements par le troupeau d'ovins y sont plus importants. Apparemment les ligneux (Armoise surtout) ne sont guère consommés.

L'ensemble des données n'est pas estimé avec beaucoup de précision comme en témoignent les valeurs élevées des coefficients de variation : les valeurs des pailles et chaumes de blé sont toujours les plus fiables.

La phytomasse annuelle résiduelle, partie hypogée exclue, incorporable au stock de matière organique du sol est de l'ordre de  $80 \text{ g.m}^{-2}$ , soit  $0,8 \text{ t.ha}^{-1}$ . Avec un taux de transformation en carbone de 40 % et rapportée à une teneur moyenne du sol en carbone d'environ 1,3 %, cette restitution serait de l'ordre de 1,6 % ce qui, en première approximation et compte tenu des apports racinaires pourrait compenser le taux annuel de minéralisation nette de la matière organique des 10 premiers centimètres du sol.

**Tableau III.2 - Estimation moyenne du total des pertes et prélèvements animaux, hors ligneux, sur les deux bassins versants**

	pailles et chaumes $\text{g.m}^{-2}$		adventices $\text{g.m}^{-2}$		total $\text{g.m}^{-2}$	quant. totale sur bassin $\text{t.ha}^{-1}$
	matière sèche	%	matière sèche	%	matière sèche	matière sèche
Chaffai 1	30,4	74,9	10,2	25,1	40,6	2,37
Chaffai 2	74,5	82,4	15,9	17,6	90,4	7,00

Par différence, on peut donc estimer la quantité de phytomasse perdue et consommée par les animaux (tableau III.2) ; en moyenne elle est deux fois plus élevée sur Chaffai 2 que sur Chaffai 1. Ramenée à la surface totale du bassin et aux 6000 ovins  $\text{j}^{-1}$  (200 têtes x 30 jours) cette quantité laisse entrevoir un prélèvement quotidien moyen de 1,6 kg de matière sèche par tête d'ovine ; bien qu'un peu faible, ce résultat demeure vraisemblable.

### 3.2 Protocole expérimental

A l'automne 1993, il est décidé, en accord avec les agriculteurs exploitant le site, de tester l'hypothèse selon laquelle la conduite, dite rationnelle, des cultures de céréales est de nature à réduire sensiblement le ruissellement des eaux de pluie et le transport solide à l'échelle du micro-bassin versant.

Dans ce but, les deux sites sont mis en exploitation culturale différenciée. Chaffai 1 est conduit avec l'application de techniques intensives telles que l'utilisation de semences conditionnées et de variété améliorée, l'emploi du semoir, l'épandage d'engrais phosphaté de fond et l'apport d'azote en couverture. Chaffai 2 simule la conduite traditionnelle avec un semis manuel de semences fermières tout venant directement après labour et sans apport d'engrais.

Le détail des itinéraires techniques figure en annexe III.2.

### 3.3 Premiers résultats agronomiques

#### Analyse comparative des coûts d'implantation

**Tableau III.3 - Comparaison des coûts d'implantation sur les deux bassins versants (les coûts d'utilisation du matériel sont ceux pratiqués par la SONAM : Société Nationale de Motoculture)**

coûts à l'hectare	Chaffai 1		Chaffai 2		1 - 2
	en dinars	%	en dinars	%	dinars
labour	8,7	8,5	8,7	24,8	-
reprise	3,3	3,2	4,6 (après semis)	13,1	-1,3
semoir	8,4	8,2	-	-	8,4
semences	29,4	28,8	19,6	55,8	9,8
engrais	46,7	45,7	-	-	46,7
incidence main-d'oeuvre	5,6	5,5	2,2	6,3	3,4
total en dinars	102,1	100	35,1		67,0
en q <sup>x</sup> d'orge (15 D/q <sup>al</sup> )	6,8		2,3		4,5

L'implantation d'une culture d'orge en technique dite intensive revient à environ 100 dinars l'hectare contre 35 dans le cas d'une mise en place traditionnelle. L'essentiel de la différence est exprimé dans les deux postes d'intrants, semences et engrais, qui représentent 75 % du coût total dans un cas contre seulement 56 % dans l'autre. La différence globale met en évidence un surcoût de 67 dinars à l'hectare, soit environ 5 quintaux d'orge, ce qui n'est pas considérable et, a priori, aisément compensable.

#### Analyse de la réussite des levées

La levée a été appréciée à la date du 20 décembre, soit 19 jours après semis alors qu'elle n'était probablement pas achevée, surtout sur la parcelle semée manuellement, en raison de la forte variabilité de profondeur de semis, et que la quantité de pluie enregistrée pendant cette durée est de 16,6 mm mais succédant à un mois de novembre plutôt sec (total de précipitation égal à 19,4 mm en 9 jours de pluie).

Les comptages des plants levés sont rapportés en annexe III.3. Ils ont été réalisés :

- pour Chaffai 1, sur 12 placettes-échantillon choisies de manière aléatoire, constituées chacune de 5 lignes de semis contiguës, d'une longueur de 1 mètre et observées individuellement ; l'opération a été répétée sur les deux sous-parcelles (amont, aval) ayant fait l'objet d'un semis à dose différenciée ;
- pour Chaffai 2, sur 12 stations de mesure réparties au hasard, au sein desquelles 4 placettes-échantillon d'une surface unitaire de 0,25 m<sup>2</sup> ont été observées.

**Tableau III.4 - Peuplement en pieds, observé à la levée, et taux de réussite du semis**

	station d'observation Chaffai 1 : pour 0,7 m <sup>2</sup> Chaffai 2 : pour 1 m <sup>2</sup>												position et dispersion			peuplement nb pieds au m <sup>2</sup>	taux de réussite du semis % (1)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	moyenne	écart- type	c.v. %		
<u>Chaffai 1</u> sous- parcelle 1 (amont)	91	133	79	143	90	93	88	109	128	77	110	117	104,8	21,85	20,8	150	100
sous- parcelle 2 (aval)	186	111	137	159	54	73	114	100	153	95	89	126	116,4	37,9	32,6	166	88
<u>Chaffai 2</u>	65	128	60	38	80	115	100	28	167	56	64	103	83,6	40,2	48,1	84	48

(1) estimé par la formule  $\frac{\text{Nombre de pieds réellement observés à l'unité de surface}}{\text{Nombre de grains viables semés à l'unité de surface}}$

Le nombre de grains viables semés est déterminé à partir de la dose de semis pondérée par le taux de germination contrôlé au laboratoire et le pourcentage d'impuretés contenues dans les semences et la connaissance du poids d'un grain.

Les résultats de l'analyse du peuplement figurent au tableau III.4. Les niveaux atteints sont tout à fait corrects sur Chaffai 1, semé au semoir, avec des réussites de semis exemplaires. On y a distingué deux sous-parcelles, celle de l'aval, semée plus densément mais avec un état de surface très encombré de gros blocs pierreux, manifestant une assez forte hétérogénéité dans la levée ; elle n'atteint pas toutefois celle observée sur Chaffai 2 où la réussite globale du semis est plutôt médiocre.

Point n'est besoin d'établir la comparaison statistique entre les deux bassins versants de Chaffai 1 et 2 tant les différences sont évidentes. Par contre, il a semblé intéressant de tester l'homogénéité de la levée entre stations et sous-parcelles et à l'intérieur même des placettes de mesure. Pour cela, on a réalisé des analyses de variance dont les résultats sont rassemblés dans les tableaux III.5 et III.6.

**Tableau III.5 - Analyse de la variance et étude de l'homogénéité de la levée sur Chaffai 2**

sources de variation	degrés de liberté	sommes des carrés des écarts	Carrés moyens	F
différences entre placettes	3	4447,7	1482,6	6,77***
différences entre stations	44	9634	219	
total	47	14081,7		

**Tableau III.6 - Analyse de la variance et étude de l'homogénéité de la levée sur Chaffai 1**

sources de variation	degrés de liberté	sommes des carrés des écarts	carrés moyens	F
sous parcelles	1	161	161	1,49
lignes	4	903,3	225,8	2,09
interaction	4	172,5	43,1	0,40
résiduelle	110	11842,3	107,7	
total	119	13079,1		

Sur Chaffai 2, l'hétérogénéité est totale, les différences entre les placettes d'une même station étant très hautement significatives. Le peuplement obtenu à partir d'un semis manuel à tous les caractères d'une foule désordonnée ; en tout état de cause il n'est pas possible de l'estimer avec un minimum de fiabilité.

Sur Chaffai 1 on est en présence par contre d'un peuplement homogène à tous les niveaux, aucune différence statistique n'est mise en évidence aussi bien entre sous-parcelles qu'entre lignes à l'intérieur d'une placette de mesure. Cela laisse augurer d'une bonne couverture du sol, peut-être trop dense eu égard à d'éventuels épisodes de sécheresse remettant en cause l'obtention d'un rendement correct.

## CONCLUSION

L'ensemble de ces premiers résultats démontre toute la spécificité du fonctionnement hydrique d'un bassin versant de petite taille. En dépit de quelques imprécisions dans certaines mesures, qui vont être rapidement corrigées, on peut parler d'un comportement hydrique propre à chaque entité, d'où la difficulté d'établir un modèle, prévisionnel et régionalisé à l'échelle de la dizaine d'hectares, d'écoulement et de transport solide facilement généralisable.

En tout état de cause, les données obtenues, aussi bien sur le ruissellement que l'érosion, fixent déjà des valeurs régionales, à confirmer, tout à fait importantes dans la mise en oeuvre d'une politique d'aménagement de versants. A priori, les pertes hydriques globales par ruissellement semblent relativement faibles, mais elles ne préjugent pas d'une possible hétérogénéité d'infiltration à l'intérieur du bassin lui-même. Les phénomènes érosifs ont, par contre, un caractère beaucoup plus nocif, et l'accent est mis sur le caractère sélectif de ce processus qui contribue au transport vers l'aval des éléments les plus fins et les plus riches en matière organique et nutriments ; à terme, c'est tout le potentiel de production de vastes espaces du bassin versant qui est ainsi remis en cause.

Mais à l'évidence, il faut aller plus loin dans l'explication de ces phénomènes, si l'on veut un jour être en mesure de les maîtriser correctement. Déjà, on sait que la pente moyenne globale, de valeur tout à fait comparable sur les deux micro-bassins étudiés, ne semble jouer aucun rôle. Par contre, des caractéristiques d'état de surface, comme la teneur en éléments texturaux grossiers et surtout l'histoire culturelle antérieure, pourraient avoir une influence déterminante.

C'est dans cet esprit que l'on cherche à obtenir des comportements différenciés des deux micro-bassins versants en leur appliquant des itinéraires culturels distincts. Cette année, ce sont la technique de semis et les apports d'engrais minéraux qui sont testés ; de sensibles différences sont déjà observées dans les niveaux de peuplement végétal. Seront-elles suffisantes pour entraîner des modifications du régime hydrologique de ces bassins versants ?

## ANNEXE I.1

### Micro-bassins versants de Chaffai - Pluviométrie journalière

jours	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août
1					0,3		12,1					
2			*			2,7		1,0	13,5			
3			*		0,5				0,4			
4			*			0,4						
5			*		0,2	6,1						
6			111,9		1,6				8,8			
7					3,9				6,0			
8						1,9						
9												
10				0,3		2,0	2,8					
11					0,4		1,8					
12												13,2
13									13,5			0,4
14									5,2			
15									6,4			
16												26,0
17												
18				44,3		2,7	0,7					
19				5,4		3,4			27,0	0,8		
20										10,7		
21												
22												
23							20,8	22,4				
24												
25												
26						0,2	13,3					
27				7,9			2,8					
28				1,5								
29				3,8								
30			0,7	1,3								
31				4,0								
total	0,0	0,0	112,6	68,5	6,9	19,4	54,3	23,4	80,8	11,5	0,0	39,6
nb jrs			2	8	6	8	7	2	8	2	0	3

\* = hauteurs de pluies cumulées à la date du 6.11.1993

hauteur annuelle partielle = 417,0 mm

## ANNEXE I.2

### Micro-bassin versant de Chaffai 1 Caractéristiques des crues observées en 1992 et 1993

n°	date	déb. pluie	pluie mm	intensités			déb. crue	Ve m3	He mm	Ke en %	Qmax l/s	qs l/s.km²	heure Qmax	Tm mn	Tb mn	PTs kg	pTs t/ha
				I 5'	I 15'	I 30'											
1	1.12.92		14,0				23h12	15,8	0,27	1,94	16,6	285	23h18	6	156		
2	3.11.92 (1)						8h39	7,6	0,13		2,6	18	8h57	102	75	*	
3	3.11.92 (2)						10h39	13,4	0,23		3,5	59	13h18	159	237	*	
	3.11.92		15,0				8h39	21,5	0,37	2,46	3,5	59	13h18	279	360	*	
4	3.11.92						21h36	15,1	0,26		7,0	120	22h21	45	189	*	
5	4.11.92		16,5				0h51	14,6	0,25	1,52	14,3	245	2h33	102	192	*	
6	5.11.92		19,5				16h03	2,2	0,04	0,19	0,8	14	17h03	60	144	*	
7	6.11.92 (1)						16h18	27,3	0,47		10,3	177	17h45	87	117	*	
8	6.11.92 (2)						18h18	61,1	1,05		56,9	976	18h24	6	123	*	
	6.11.92		17,5				16h18	88,9	1,52	8,71	56,9	976	18h24	141	258	199,4	0,03
9	18.12.92		27,0				3h39	2,0	0,03	0,13	0,2	4	4h21	42	375	0,3	0,00
10	22.03.93	17h20	22,0	60	32	20	17h40	3,7	0,06	0,29	0,2	4	17h48	8	353	0,0	0,00
11	25.03.93		14,5					3,0	0,05	0,35						18,8	0,00
11	22.04.93		26,5					3,0	0,05	0,19						4,0	0,00
12	18.05.93	16h55	28,5	90	36	35	17h02	100,9	1,73	6,07	62,1	1070	17h24	22	160	240,0	0,04
13	16.08.93	1h35	15,0	85	32	30	1h49	66,4	1,14	7,59	79,1	1360	2h00	11	59	279,9	0,05
14	14.09.93	15h15	24,0	109	92	46	15h22	159,9	2,74	11,43	238,0	4080	15h33	11	62	742,8	0,13

n.b. : les observations ont commencé le 15.10.1993

La superficie du micro-bassin versant de Chaffai 1 est de 5,83 hectares.



## ANNEXE I.3

### Micro-bassin versant de Chaffai 2 Caractéristiques des crues observées en 1992 et 1993

n°	date	déb. pluie	pluie mm	intensités			déb. crue	Ve m3	He mm	Ke %	Qmax l/s	qs l/s.km <sup>2</sup>	heure Qmax	Tm mn	Tb mn	PTs kg	pTs t/ha	
				I 5'	15'	30'												
1	1.11.92		14,0				23h12	46,5	0,60	4,29	31,4	422	23h25	13	106	*		
2	3.11.92 (1)						6h10	5,2	0,07		1,86	25	6h30	15	75	*		
3	3.11.92 (2)						8h25	32,6	0,42		8,55	115	9h15	50	110	*		
4	3.11.92 (3)						10h40	63,2	0,82		12,2	164	13h20	160	225	*		
	3.11.92		15,0				6h10	105,8	1,37	9,11	12,2	164	13h20	430	530	*		
5	3.11.92 (1)						21h30	67,1	0,87		19,1	257	22h35	65	165	*		
6	4.11.92 (2)						1h40	88,6	1,14		38,9	523	2h40	65	205	*		
	4.11.92		16,5				21h30	159,5	2,06	12,49	38,9	523	2h40	310	455	*		
7	5.11.92		19,5				16h00	15,1	0,20	1,00	4,48	60,2	17h10	70	155	*		
8	6.11.92		17,5				15h35	541,9	7,00	40,01	215	2890	18h35	180	375	812,9	0,11	
9	18.12.92	0h05	27,0	12	8	8	2h39	4,4	0,06	0,21	1,27	17,1	3h03	24	396	0,5	0,00	
10	22.03.93	17h20	22,0	60	32	20	17h45	3,6	0,05	0,21	0,47	6,3	17h51	6	48	*		
11	25.03.93		14,5					3	0,04								31,6	0,00
12	22.04.93		1,0	10	10	10	19h15	1,5	0,02	1,94	0,81	10,9	19h24	9	69	22,0	0,00	
13	18.05.93	16h55	28,5	90	36	35	17h04	202,1	2,61	9,16	121	1630	17h27	23	224	1189,0	0,15	
14	16.08.93	1h35	15,0	85	32	30	2h06	15,3	0,20	1,32	16,6	223	2h09	3	57	191,7	0,02	
15	14.09.93	15h15	24,0	109	92	46	15h21	476,6	6,16	25,66	400	5380	15h30	9	105	19103,0	2,47	

n.b. = Les observations ont commencé le 15.10.1993

La superficie du micro-bassin versant de Chaffai 2 est de 7,74 hectares.

## ANNEXE II.1

### Résultats d'analyse physico-chimique de sédiments érodés

date de crue	parcelle	lieu de prélèv.	n° échant.	argile %	limon %	sable g. %	sable f. %	sable t.f. %	m. o. %	carbone %	% de saturation	pH 1/2,5	conduct. dS/m
22 et 25.3.93	Chaffai 1	-	C1	14,70	21,00	20,20	18,70	22,60	4,35	2,52	65,00	7,20	2,79
	Chaffai 2	-	C2	15,60	24,00	23,40	16,70	18,10	4,06	2,36	67,50	7,30	2,10
18.5.93	Chaffai 1	canal + 1er bassin	C1 BI	18,50	22,50	13,10	23,50	20,30	3,87	2,25	62,50	7,50	0,92
		grande fosse	C1 GF	24,70	38,50	10,60	5,50	18,60	5,47	3,18	72,50	7,20	1,42
	Chaffai 2	canal + 1er bassin	C2 BI	17,50	19,10	19,50	27,20	12,90	3,56	2,07	55,00	7,40	0,99
		grande fosse	C2 GF	24,20	38,10	7,60	11,50	13,90	3,85	2,24	67,50	7,40	1,21

date de crue	parcelle	lieu de prélèv.	n° échant.	argile %	limon %	sable g. %	sable f. %	sable t.f. %	matière org. %	carbone %
16.8.93	Chaffai 1	grande fosse	1608-1	23,90	41,90	6,40	9,40	11,70	5,32	3,13
		canal + 1er bassin	1608-2	29,10	19,50	8,00	19,70	18,70	4,28	2,49
	Chaffai 2	grande fosse	1608-3	61,40	21,50	4,30	4,70	6,10	4,18	2,43
		canal + 1er bassin	1608-4	17,40	17,80	20,00	23,10	18,30	3,13	1,82
14-.9.93	Chaffai 1	grande fosse	1509-1	22,10	26,00	9,00	18,20	20,90	4,32	2,55
		canal + 1er bassin	1509-2	15,20	15,40	47,00	10,20	8,10	1,99	1,15
	Chaffai 2	grande fosse	1509-3	18,20	16,60	13,20	29,80	18,40	2,67	1,55
		canal + 1er bassin	1509-4	18,40	18,30	13,40	30,50	18,20	3,20	1,86

## ANNEXE II.2

### Valeurs des différentes caractéristiques mesurées

CHAFFAI 1	valeurs pour la terre de la parcelle	sédiments érodés des différentes crues								valeurs moyennes pour les sédiments érodés et pour les divers lieux de réception		
		22 et 25/3/93	18/5/93		16 / 8 / 93		14 / 9 / 93		C+B	GF	(C+B)+(GF)	
		C+B	C+B	GF	C+B	GF	C+B	GF				
m. o. %	2,36	4,35	3,87	5,47	4,28	5,32	1,99	4,32	3,62	5,04	4,33	
carbone %	1,37	2,52	2,25	3,18	2,49	3,13	1,15	2,55	2,10	2,95	2,52	
% de saturation	46,66	65,00	62,50	72,50	-	-	-	-	63,75	72,50	68,13	
argile %	18,66	14,70	18,50	24,70	29,10	23,90	15,20	22,10	19,38	23,57	21,48	
limon %	18,26	21,00	22,50	38,50	19,50	41,90	15,40	26,00	19,60	35,50	27,55	
sable total %	61,16	61,50	56,90	34,70	46,40	27,50	65,30	48,10	57,52	36,75	47,13	
arg. + limon %	36,92	35,70	41,00	63,20	48,60	65,80	30,60	48,10	38,98	59,07	49,02	

CHAFFAI 2	valeurs pour la terre de la parcelle	sédiments érodés des différentes crues								valeurs moyennes pour les sédiments érodés et pour les divers lieux de réception		
		22 et 25/3/93	18/5/93		16 / 8 / 93		14 / 9 / 93		C+B	GF	(C+B)+(GF)	
		C+B	C+B	GF	C+B	GF	C+B	GF				
m. o. %	2,04	4,06	3,56	3,85	3,13	4,18	3,20	2,67	3,49	3,57	3,53	
carbone %	1,19	2,36	2,07	2,24	1,82	2,43	1,86	1,55	2,03	2,07	2,05	
% de saturation	46,66	67,50	55,00	67,50	-	-	-	-	60,35	67,50	63,92	
argile %	19,00	15,60	17,50	24,20	17,40	61,40	18,40	18,20	17,22	34,60	25,91	
limon %	15,70	24,00	19,10	38,10	17,80	21,50	18,30	16,60	19,8	25,40	22,60	
sable total %	62,40	58,20	59,60	33,00	61,40	15,10	62,10	61,40	60,33	36,50	48,41	
arg. + limon %	34,70	39,60	36,60	62,30	35,20	82,90	36,70	34,80	37,02	60,00	48,51	

C+B = canal + 1er bassin  
 GF = grande fosse  
 m. o. = matière organique

## ANNEXE III.1

### Données relatives à la mesure de la phytomasse résiduelle post-récolte.

Avant pâturage (21.07.1993) 4 échantillons de 0,25m<sup>2</sup> / sac  
on a prélevé 7 sacs / sous-bassin

site	n°de l'échant.	couvert végétal y compris ligneux		chaumes +mauvaises herbes		chaumes de blé (variété CHILI)	
		g / m <sup>2</sup>	kg / ha	g / m <sup>2</sup>	kg / ha	g / m <sup>2</sup>	kg / ha
Chaffai 1	1	230	2300	140	1400	120	1200
	2	170	1700	160	1600	125	1250
	3	100	1000	80	800	75	750
	4	240	2400	120	1200	100	1000
	5	245	2450	110	1100	95	950
	6	190	1900	130	1300	130	1300
	7	170	1700	140	1400	110	1100
Chaffai 2	1	60	600	60	600	55	550
	2	360	3600	260	2600	260	2600
	3	180	1800	160	1600	60	600
	4	175	1750	165	1650	110	1100
	5	180	1800	180	1800	140	1400
	6	100	1000	100	1000	100	1000
	7	260	2600	230	2300	195	1950

Après pâturage (17.11.1993) 4 échantillons de 0,25m<sup>2</sup> / sac  
on a prélevé 7 sacs / sous-bassin

site	n° de l'échant.	couvert végétal y compris ligneux		chaumes + mauvaises herbes		chaumes de blé	
		g / m <sup>2</sup>	kg / ha	g / m <sup>2</sup>	kg / ha	g / m <sup>2</sup>	kg / ha
Chaffai 1	1	193,80	1938	124,8	1248	119,2	1192
	2	79,70	797	64,0	640	60,2	602
	3	183,4	1838	84,4	844	66,3	663
	4	145,1	1451	36,5	365	36,5	365
	5	125,6	1256	70,8	708	70,8	708
	6	217,6	2176	132,0	1320	106,3	1063
	7	123,65	1236,5	83,80	838	83,0	830
Chaffai 2	1	56,10	561	47,8	478	47,8	478
	2	42,3	423	29,9	299	29,9	299
	3	80,8	808	42,20	422	8,6	86
	4	145,0	1450	97,10	971	65,7	657
	5	357,6	3576	146,8	1468	107,0	1070
	6	157,6	1576	87,10	871	67,8	678
	7	79,5	795	71,5	715	71,5	715

## ANNEXE III.2

### Itinéraires techniques mis en oeuvre sur les deux micro-bassins versants

Chaffai 1 est subdivisé en deux sous-parcelles de culture : l'une à l'amont mesure 1,76 ha et est séparée par une bande non cultivée de quelques mètres de largeur, d'une sous-parcelle aval de 4,21 ha de surface.

- Labour au pulvérisateur à disques offset à deux trains de disques (ouverture 20 et 22 degrés) le 17 novembre 1993.
- Epierrage partiel.
- Apport manuel de superphosphate 45 le 24 novembre à raison de 100 kg/ha (45 unités de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> à l'ha).
- Façon superficielle à l'aide d'un cultivateur à dents.
- Semis de semences conditionnées par l'Office des Céréales mais stockées depuis deux ans (mélange variétal Roho et Tej) à raison de 100 kg/ha sur la sous-parcelle amont et 130 kg/ha sur la sous-parcelle aval au moyen d'un semoir à cannelures de 3,20 m de largeur )à 24 tubes de descente espacés de 14 cm, le 1er décembre.
- Fin janvier, puis courant mars, il est prévu l'application de 75 kg d'ammonitrate à l'hectare, soit 25 unités N/ha à chaque épandage.

Chaffai 2 est exploité sur une surface de 6,40 ha selon l'itinéraire technique suivant.

- Labour à offset le 17 novembre 1993.
- Semis manuel de semences fermières (cultivar local), non conditionnées mais obtenues dans l'année, à la dose moyenne de 115 kg/ha, le 29 novembre.
- Recouvrement à offset le 1er décembre.

## ANNEXE III.3

### Résultats des comptages à la levée.

- **CHAFFAI 1** (20.12.1993)

Sous-parcelle aval

Plants / 0,14m<sup>2</sup> ( par ligne )

REPETITIONS											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
39	23	15	14	5	34	13	14	25	18	11	28
41	29	3	27	21	9	35	27	24	27	17	18
39	16	38	37	7	10	20	17	27	9	9	21
39	21	21	36	11	13	26	23	24	20	25	30
28	22	60	45	10	7	20	19	53	21	27	29

- **CHAFFAI 1** (20.12.1993)

Sous-parcelle amont

Plants / 0,14m<sup>2</sup> ( par ligne )

REPETITIONS											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
16	16	0	23	15	7	17	17	12	14	21	31
21	36	12	41	7	19	16	12	37	19	47	27
22	27	12	18	18	25	26	25	25	8	21	17
12	21	31	31	22	12	23	27	23	23	6	21
20	33	24	30	28	30	6	28	31	13	15	21

- **CHAFFAI 2** (20.12.1993)

Plants / 0,25m<sup>2</sup> ( par placette )

REPETITIONS											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
29	44	22	5	6	25	27	0	58	13	13	4
10	16	24	9	8	21	17	1	12	13	22	28
23	30	9	3	57	59	45	12	36	14	19	4
3	38	5	21	9	10	11	15	61	16	10	67

1.12.1993 : semis d'orge au semoir pour Chaffai 1.

1.12.1993 : semis d'orge à la volée pour Chaffai 2.