

IMPACT DU PATURAGE SUR LES PROPRIETES HYDRIQUES
DU SOL DANS UN MILIEU PASTORAL ARIDE:
AARID, HAUTE MOULOUYA, MAROC.

SABIR* M., A. MERZOUK** ET O. BERKAT**

RESUME

L'aménagement des terrains de parcours en zones arides et semi-arides nécessite une bonne compréhension et une maîtrise des processus hydrologiques des sols. Parmi ces derniers, l'infiltration constitue la clé du bilan d'eau. Elle dépend beaucoup des états de surface qui peuvent être dégradés par des processus naturels ou anthropiques (surpâturage).

Dans le périmètre d'amélioration pastorale Aarid (Haute Moulouya) zone pastorale aride, où le sol est du type calcimagnésique brun calcaire de texture limonoargilosableuse et où la végétation est du type steppique à base d'armoïse blanche (*Artemisia herba-alba*), une étude de l'effet du pâturage sur le comportement hydrologique du sol a été réalisée. Dans un dispositif expérimental, représentant deux répétitions de 5 niveaux de charge animale (0, 1, 2, 4 et 8 brebis/ha/an ou BHA), les propriétés hydriques du sol ont été observées à la fin de chaque saison sèche et humide durant 4 années. Le niveau 1 BHA étant la charge d'équilibre.

La perméabilité, la capacité d'infiltration et la hauteur totale d'eau infiltrée ont été réduites significativement par rapport au témoin par les niveaux de charge élevé et très élevé (4 et 8 BHA). Ces deux niveaux de charge ont provoqué aussi une augmentation significative de la détachabilité du sol. Ces modifications sont dues, d'une part à la réduction du couvert végétal et, d'autre part, à l'effet mécanique du piétinement sur la surface du sol qui a provoqué son tassement sur les 2 premiers centimètres.

La capacité de stockage en eau du sol n'a pas été modifiée par le pâturage.

* Ecole nationale Forestière d'ingénieurs, BP 511,
Salé, Maroc. Tel: 212 7 / 78 97 04; Fax: 78 71 49

** Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II,
BP 6202, Rabat, Maroc. Tel: 77 17 58; Fax: 77 12 85

I/ INTRODUCTION:

Les terres de parcours, couvrant dans leur ensemble environ 42,7 % de la superficie du Royaume, soit 30,4 millions d'hectares, constituent un secteur de grande importance. Approximativement 90 % du cheptel national pâture dans ces terres et arrive à en tirer plus de 70 % de ses besoins d'entretien. Ils constituent la principale source d'approvisionnement du pays en viande (50 %) (Qarro 1987).

Ces écosystèmes pastoraux présentent une grande diversité qui revient d'abord aux facteurs écologiques (climat, sol, végétation) et ensuite à l'usage qu'en font les populations.

Ils comprennent à la fois de vastes espaces steppiques et de la forêt. Ils s'étendent principalement, sur le piémont de l'Atlas et sur les hauts plateaux. Plus de 80 % de ces parcours sont situés en zone arides ou semi-arides (P.N.L.C.D. 1986).

Outre leur écologie sévère, ils sont soumis à une dégradation extrêmement dangereuse. Les charges supportées par ces parcours sont couramment de 3 à 5 fois supérieures à ce qu'elles devraient être. Le degré d'utilisation de la végétation dépasse de 60 à 70 % la norme préconisée pour le maintien de ces parcours en bonne condition (P.N.L.C.D. 1986; Gharbaoui 1990).

Devant cette situation de dégradation presque généralisée, divers programmes d'aménagement et de mise en valeur de ces terrains de parcours à l'échelle nationale sont entrepris en vue de leur réhabilitation.

Une production animale soutenue dans le temps est l'élément le plus important dans l'utilisation des terrains de parcours. L'efficacité de cette opération réside en une production fourragère, elle aussi soutenue, dont le facteur clé est le bilan d'eau dans le sol (Hanson et al. 1978).

Dans les terrains de parcours, l'aptitude du sol à absorber et à stocker l'eau à une grande importance dans la production fourragère et sa durabilité. En effet, la capacité d'infiltration de l'eau dans le sol a un rôle considérable dans le maintien du stock d'eau et le contrôle du ruissellement et de l'érosion (Hanson et al. 1978). Ceci est particulièrement important dans les zones arides et semi-arides.

Toute intervention d'aménagement et de gestion doit améliorer le bilan d'eau dans le sol, dont l'infiltration constitue le facteur clé.

Cette dernière dépend beaucoup des conditions de surface: type de sol (Hilel 1980 et 1984), type de couvert végétal (Dadkhah et Gifford 1980, Hofmann et Ries 1991) et du type d'aménagement pratiqué (Rauzi 1960, Mohan et Gupta 1983, M'baKaya et al. 1988).

Cependant, pour les terrains de parcours, ce sont les conditions de surface qui sont affectées par le pâturage à la fois par la réduction du couvert végétal (Holechek 1980, Thurow et al. 1988, Sabir et al. 1992) et par le tassement du sol dû au piétinement animal (Gifford et al. 1977, Abdel-Magid et al. 1987b, Blackburn 1983).

L'objectif principal de cette recherche a été d'étudier l'influence du pâturage, à travers différents niveaux de charge animale, sur les processus hydrologiques du sol, dans une zone aride caractérisée par son importance à l'échelle nationale, la Haute Moulouya et notamment dans le périmètre d'amélioration pastorale l'Aarid.

Dans ce genre de zones, caractérisées par un climat aride, des sols peu profonds et une végétation steppique, les problèmes de l'économie de l'eau et de la dégradation des qualités des sols (érosion, tassement) deviennent de jour en jour plus cruciaux. L'étude des processus hydrologiques présente un intérêt considérable en vue d'une utilisation optimale et durable.

II/ MATERIELS ET METHODES:

2.1/ STATION EXPERIMENTALE:

2.1.1/ Localisation:

La station expérimentale sur laquelle est réalisée cette étude est située dans le périmètre d'amélioration pastorale Aarid (Haute Moulouya). Elle est située entre Boumia et Tounfit, à environ 30 Km à l'ouest de la ville de Midelt (figure 1). L'altitude est de 1800 m. La latitude est de 32,64 nord et la longitude est de 4,95 ouest.

2.1.2/ Climat:

L'ambiance bioclimatique à Aarid est du type aride à hiver froid.

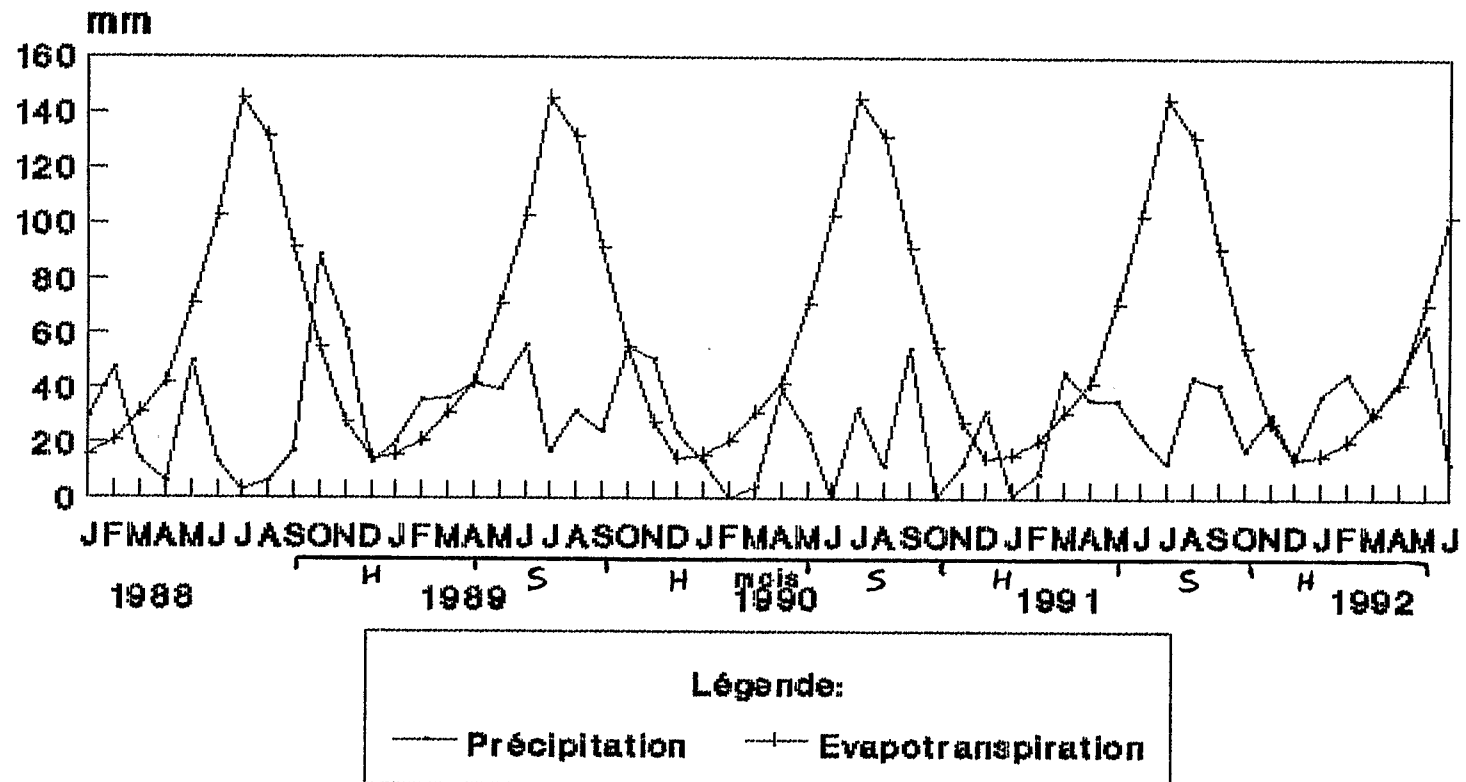
La station la plus proche est celle de Midelt. La précipitation moyenne annuelle y est de 219,2 mm. La température moyenne annuelle est de 14,1°C.

Le mois le plus froid est décembre avec une moyenne des minima de 0,8°C. Le mois le plus chaud est juillet avec une moyenne des maxima de 32,8°C. La représentation graphique des données de l'ETP, calculée selon la méthode de Thornthwaite, avec celles des précipitations d'Aarid sur la période de 1988-92 (durée de la recherche) montre que l'année peut être partagée en saison sèche et saison humide (figure 2), qui sont respectivement mai-octobre et novembre-avril. C'est à la fin de chacune de ces saisons que les observations des propriétés du sol sont faites.

2.1.3/ Sol:

Le sol du lieu d'étude est développé sur l'amont d'un glacis de piémont (Jbel Touarichin, Haut Atlas) de pente faible, 2 à 3,5 (%). Le matériel parental est du type colluvion calcaire. Le drainage est bon. Il appartient à la classe des sols calcimagnésiques, sous-classe

**Figure 2: PRECIPITATION ET
EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE A AARID,
HAUTE MOULOYA, MAROC**



H: Saison humide
S: Saison seche

carbonatés, groupe brun calcaire et sous groupe modal. La texture est limono-argilo-sableuse. Ses caractéristiques physico-chimiques sont données dans le tableau 1.

2.1.4/ Végétation:

La végétation, appartient à une formation steppique où l'armoïse blanche (*Artemisia herba-alba*) est l'espèce dominante. Parmi les espèces abondantes accompagnatrices de l'armoïse blanche on cite: *Stipa barbata*, *Stipa parviflora*, *Dactylis glomerata*, *Artemisia mesatlantica*, *Helianthemum virgatum*, *Santolina rosmarinifolia*, *Koeleria vallesiana*, *Teucrium polium*, avec divers degrés d'abondance.

2.2/ DISPOSITIF EXPERIMENTAL:

2.2.1/ Niveaux de charge animale:

Le dispositif expérimental est constitué de deux répétitions d'un bloc de cinq parcelles. Chacune d'elle correspond à un niveau de charge animale: 0 (témoin), 1, 2, 4, et 8 brebis/ha/an ou BHA (figure 1).

Le niveau 1 BHA étant la charge d'équilibre de défoliation de l'armoïse blanche dans l'Aarid (El Bare 1985). Le pâturage est du type discontinu. Les animaux sont mis en parcelle 2 jours sur 15.

Le troupeau utilisé est composé de 80 brebis adultes. Leur poids moyen est de 34,3 kg. La surface moyenne des 4 sabots est de 71,1 cm². Par conséquent, la pression moyenne du piétinement exercée sur le sol est de 0,5 kg/cm².

Tableau 1: Caractéristiques physiques et chimiques du sol brun calcaire d'Aarid et description du profil.

Caractéristiques	Profondeur (cm)		
	0-6	6-19	19-45
Éléments grossiers (%)	30.5	15.4	13.2
Sables grossiers (%)	11	8	7.3
Sables fins (%)	15.7	19.7	24.5
Limons grossiers (%)	24.2	14.4	11.7
Limons fins (%)	25.4	21.9	19.1
Argiles (%)	23.8	36	37.3
Matière organique (%)	2.5	1.7	0.7
Carbone total (%)	1.4	1	0.4
Azote total (%)	1.8	1.5	1.4
C/N	7.8	6.7	2.9
P ₂ O ₅ assimilable (mg/kg)	22.5	9.8	5.1
K ₂ O ₅ assimilable (mg/kg)	205.1	91.6	79.6
CaCO ₃ total (%)	34.1	36.7	38.6
pH (H ₂ O)	8	8.2	8.3
Conductivité électrique (mmho/cm)	0.6	0.4	0.3

Description du profil:

- 0 - 6 cm:** Frais, 10 YR 4/4
 Vive effervescence généralisée. Graviers calcaires 30 à 50 %.
 Structure: très bonne, grumeuleuse bien développée.
 Texture limonoargilosableuse.
 Très poreux, très friable, beaucoup de racines.
 Transition nette.
- 6 - 19 cm:** Frais, 10 YR 3/4
 Vive effervescence généralisée, peu de gravier calcaire.
 Structure polyédrique sub-angulaire moyenne, bien développée.
 Texture: un peu plus d'argile.
 Poreux, friable, nombreuses racines fines.
 Limite inférieure tranchée et régulière.
- 19 - 45 cm:** Frais, 10 YR 4/1
 Vive effervescence généralisée, beaucoup d'éléments grossiers (cailloux, graviers).
 Structure polyédrique moyenne à grossière, friable, nombreuse racines fines.
 Transition bien nette.
- > 45 cm:** Conglomérat dur, constitué de cailloux et de pierres calcaires bien cristallisées avec un ciment calcaire.

2.2.2/ Observations:

a/ Perméabilité: (K mm/h)

La perméabilité du sol est mesurée par la méthode des doubles anneaux (méthode de Muntz) à l'état humide. L'anneau interne a un diamètre de 20 cm.

La structure d'échantillonnage décrite dans la figure 1 donne pour chaque parcelle 12 points permanents (24 pour les 1 BHA) répartis d'une manière systématique, espacés de 14 m dans le sens de la largeur et de 20 m dans le sens de la longueur.

La perméabilité du sol à l'équilibre est considérée comme étant la moyenne des deux dernières 5 minutes (Gifford et Busby 1974).

b/ Capacité d'infiltration et détachabilité du sol: (Fc mm/h et Q g/m²/h):

La capacité d'infiltration et la détachabilité du sol sont observées par simulation de pluie sur des placettes de 1 m². L'infiltromètre utilisé est celui décrit par Sabir (1991). L'averse simulée est d'intensité 100 mm/h et de durée 60 minutes. Le nombre de placettes par parcelle est de 3 (figure 1). Le taux d'infiltration est calculé par la relation suivante, en supposant que l'évaporation est nulle:

$$i \text{ (mm/h)} = r \text{ (mm/h)} + f \text{ (mm/h)}.$$

avec i: intensité de la pluie simulée (constante) (100 mm/h),
r: intensité du ruissellement,
f: intensité d'infiltration.

La capacité d'infiltration à l'équilibre (fc) est considérée comme étant la moyenne des 5 dernières minutes. La hauteur totale d'eau infiltrée (F mm) durant le test (60 mn) est calculée aussi.

La turbidité est déterminée en passant des échantillons d'eau de ruissellement (200 ml) prélevés toutes les 5 minutes dans un bain de sable. La quantité de sédiments mesurée est convertie en turbidité (g/l) puis en détachabilité totale durant le test: Q (g/m²/h).

c/ Humidité à la capacité au champ: (Hcc %)

La Hcc est mesurée par la méthode décrite par Peters (1965). Elle consiste à limiter des placettes d'environ 6 m² et d'y ajouter de l'eau jusqu'à saturation de la profondeur considérée du sol, puis la couvrir avec du plastique pour éviter l'évaporation. Après approximativement deux jours (48 h) de ressuyage, trois échantillons de sol sur toute la profondeur considérée sont pris au centre de la placette. La teneur en eau à ce moment là est définie comme étant l'humidité du sol à sa capacité au champ.

Le nombre de placettes par parcelle est de 3 (figure 1). Les échantillons sont pris sur une profondeur de 10 cm et pesés avant et après séchage à l'étuve (105°C / 24 heures).

III/ RESULTATS ET DISCUSSION:

3.1/ Effet du pâturage sur la perméabilité du sol: (K mm/h)

Les résultats d'observation (tableau 2) montrent que le niveau de charge 1 BHA n'a pas eu d'effet sur la perméabilité (K) du sol. Les niveaux modéré (2 BHA) et élevé (4 BHA) l'ont relativement peu réduite. Les différences avec le

Tableau 2: Réponse de la perméabilité du sol, K (mm/h), au pâturage ovin à différentes charges animales (BHA) dans la station expérimentale d'Aarid, Haute Moulouya, par type de saison et sur une période de 4 années.

Date d'observation	Type de saisons	Charge animale									
		0		1		2		4		8	
		K	s	K	s	K	s	K	s	K	s
Avril 89	H	122,0aX	8,6	113,1aX	10,3	98,3abX	17,1	95,6bX	15,2	92,3bX	16,1
Septembre 89	S	123,2aX	12,0	119,7aX	11,9	96,8bX	13,4	117,7aX	18,8	90,5bX	15,2
Mai 90	h	122,8aX	18,9	112,7aX	13,8	106,1aX	10,3	94,5bX	17,8	84,5bX	15,3
Octobre 90	S	102,3aX	12,2	94,2aX	13,2	85,1abX	11,4	90,3aX	9,8	65,5bXY	9,2
Mai 91	h	90,9aXY	12,5	81,6aX	14,2	63,3bcY	9,4	82,9bXY	13,2	43,1cY	10,2
Octobre 91	S	79,1aY	18,4	82,7aX	17,5	63,6abY	11,5	69,2aY	8,5	54,2bY	12,8
Mai 92	H	110,2aX	12,4	107,0aX	9,3	107,0aX	15,4	110,3aX	13,1	76,4X	10,8

s: Ecart type;

a,b,c et X,Y: Respectivement, les valeurs de la même ligne et de la même colonne suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ($\alpha = 0,05$).

témoin ne sont pas toutes significatives. Par contre, le niveau très élevé (8 BHA), dès la première année de pâturage (avril 89), a provoqué une nette diminution qui s'est accentuée au cours du temps.

Donc, on peut dire que pour le sol d'Aarid, plus le niveau de charge animale est élevé, plus sa perméabilité à l'eau est réduite. Ces résultats sont similaires à ceux trouvés par plusieurs auteurs, entre autres Abdel-Magid et al. (1987b), McCalla et al. (1984), Rauzi (1960), Rhoades et al. (1964), Blackburn (1983) et Gifford et Provenza (1983).

Cette réduction de la perméabilité du sol peut être expliquée par la diminution de la porosité de la couche superficielle du sol. Ceci peut être expliqué par l'augmentation de la densité des deux premiers centimètres et des résistances à la pénétration et au cisaillement de la couche superficielle du sol (Sabir 1993).

Ces effets sont plus apparents pour les niveaux élevé (4 BHA) et très élevé (8 BHA) que pour les niveaux léger (1 BHA) et modéré (2 BHA). Le remaniement de la couche superficielle par l'action du piétinement a aussi un effet de réduction de porosité, notamment la macroporosité qui est étroitement liée à la perméabilité du sol (Sabir 1993). La même observation a été signalée par Seyfried (1991).

3.2./ Effet du pâturage sur la capacité d'infiltration: (fc mm/h)

Les résultats d'observation (tableau 3) de cette caractéristique hydrologique du sol mesurée par simulation de pluie montrent que les niveaux de charge animale léger et modéré (1 et 2 BHA) n'ont pas d'effet sur la capacité d'infiltration du sol. Par contre, pour les niveaux élevé (4 BHA) et très élevé (8 BHA), plus la charge est forte, plus cette caractéristique du sol est réduite. Ce résultat est similaire à ceux trouvés par plusieurs chercheurs, entre autres, Abdel-Magid et al. (1987b), Gifford et Hawkins (1978), Mbakaya et al. (1988), Pluhar et al. (1987), Rauzi et Hanson (1966), Warren et al. (1986), Takar et al. (1990), Mohan et Gupta (1983) et Seyfried (1991).

Tableau 3: Réponse de la capacité d'infiltration du sol, fc (mm/h), au pâturage ovin à différentes charges animales (BHA) dans la station expérimentale d'Aarid, Haute Moulouya, par type de saison et sur une période de 4 années.

Dates d'observation	Type de saison	Charge animale									
		0		1		2		4		8	
		fc	s	fc	s	fc	s	fc	s	fc	s
Avril 89	H	58,2aX	12,3	59,4aX	11,3	53,5abX	9,7	50,7bX	10,7	51,4bX	12,6
Septembre 89	S	40,0aY	11,8	40,4aY	6,5	38,4aY	11,1	35,7bY	20,9	30,4bY	17,0
Mai 90	h	62,6aX	10,3	61,6aX	9,0	56,0bX	13,3	55,9bX	10,4	53,0bX	7,1
Octobre 90	S	38,9aY	10,6	41,4aY	11,1	35,2aY	13,1	31,6bcY	15,8	29,5cY	15,1
Mai 91	h	65,2aX	15,1	63,4aX	13,3	62,2aX	9,3	50,8bX	11,4	51,5bX	10,5
Octobre 91	S	40,1aY	6,5	37,3abY	8,4	36,8bY	12,8	30,6cY	11,3	28,3cY	3,1
Mai 92	H	63,3aX	9,5	64,0aX	16,0	61,8aX	14,2	54,1bX	11,3	51,3bX	7,1

s: Ecart type;

a,b,c et X,Y: Respectivement, les valeurs de la même ligne et de la même colonne suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ($\alpha = 0,05$).

La réduction de la capacité d'infiltration par les niveaux de charge élevé et très élevé est expliquée par deux faits. Le premier est que le piétinement animal provoque une réduction de la porosité de la couche superficielle du sol. Le second, est que plus le niveau de pâturage augmente plus le couvert végétal est réduit (Sabir 1993). Ce dernier est fortement corrélé à la capacité d'infiltration du sol (Gifford et Hawkins 1978, Holechek 1980, Sabir 1993).

Ces résultats montrent aussi une variation saisonnière de la capacité d'infiltration du sol. Elle est plus élevée après les saisons humides. Ceci est expliqué par la tendance inverse observée pour certaines caractéristiques mécaniques de la surface du sol à savoir les résistances à la pénétration et au cisaillement (Sabir 1993).

3.3/ Effet du pâturage sur la hauteur d'eau infiltrée: (F mm)

Les résultats (tableau 4) montrent un effet du niveau de charge sur la hauteur d'eau infiltrée similaire à celui sur la capacité d'infiltration.

Tableau 4: Réponse de la hauteur totale d'eau infiltrée dans le sol, F (mm), au pâturage ovin à différentes charges animales (BHA) dans la station expérimentale d'Aarid, Haute Moulouya, par type de saison et sur une période de 4 années.

Dates d'observation	Type de saison	Charge animale (BHA)									
		0		1		2		4		8	
		F	s	F	s	F	s	F	s	F	s
Avril 89	H	71,2aX	13,7	71,7aX	9,1	70,7aX	11,3	68,1aX	12,3	68,8aX	11,8
Septembre 89	S	51,4aY	10,8	49,2aY	4,6	50,8aY	10,3	43,2bY	16,3	41,1bY	13,4
Mai 90	h	74,9aX	18,6	72,7aX	6,3	69,4bX	10,8	69,5bX	9,4	68,1bX	4,5
Octobre 90	S	50,9aY	9,6	49,6aY	9,2	42,2bY	11,6	41,1bY	13,5	39,7bY	12,5
Mai 91	h	76,8aX	13,1	75,8aX	12,5	73,3abX	11,8	69,4bX	12,4	69,3bX	9,6
Octobre 91	S	48,0aY	7,7	45,3aY	8,9	42,4abY	7,8	39,1bY	12,2	37,4bY	6,8
Mai 92	H	74,4aX	14,8	73,7aX	11,7	71,2aX	10,4	68,0bX	9,4	65,6bX	8,9

s: Ecart type;

a,b,c et X,Y: Respectivement, les valeurs de la même ligne et de la même colonne suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ($\alpha = 0,05$).

Les niveaux léger et modéré (1 et 2 BHA) ne provoquent pas de changement par rapport au témoin. Par contre, pour les autres niveaux, plus l'intensité du pâturage augmente plus la hauteur d'eau infiltrée est réduite.

La même variation saisonnière est observée aussi. Elle est plus élevée après les saisons humides qu'après les seches.

Ceci est expliqué par le fait que la hauteur d'eau infiltrée est étroitement liée à la capacité d'infiltration.

3.4/ Effet du pâturage sur la perte en terre: (Q g/m²/h)

Les résultats (tableau 5) montrent que les niveaux léger et modéré (1 et 2 BHA) ne modifient pas la détachabilité du sol par rapport au témoin pour toute les périodes d'observation. Pour le niveau élevé les différences ne sont pas toutes significatives. Par contre, le niveau très élevé (8 BHA) a provoqué une augmentation sensible par rapport au témoin. Ces résultats sont similaires à ceux trouvés par Allis et Kuhlman (1962), Blackburn (1983), Dadkhah et Gifford (1980), Manson et al. (1973), Mbakaya et al. (1988), Pluhar et al. (1987), Meeuwig (1965) qui signalent que la perte en terre des terrains de parcours augmente avec l'intensité du pâturage. La réduction du couvert végétal protecteur du sol et la diminution de la capacité d'infiltration font que le ruissellement devient plus important et plus érosif.

Tableau 5: Réponse de la détachabilité du sol, θ (g/m²/h), au pâturage ovin à différentes charges animales (BHA) dans la station expérimentale d'Aarid, Haute Moulouya, par type de saison et sur une période de 4 années.

Dates d'observation	Type de saisons	Charge animale									
		0		1		2		4		8	
		θ	s	θ	s	θ	s	θ	s	θ	s
Avril 89	H	89,2aX	24,1	90,1aX	32,5	107,0abX	28,1	116,2bX	19,6	127,4bX	17,0
Septembre 89	S	197,9a	32,2	194,8a	24,9	253,8b	48,4	348,7	35,3	298,9b	35,8
Mai 90	h	100,5aX	28,1	90,7aX	16,7	102,2aX	24,8	108,7aX	23,5	125,6bX	21,2
Octobre 90	S	272,8a	38,9	283,7a	44,8	338,8bY	41,3	411,7cY	45,7	478,8cY	40,7
Mai 91	h	89,2aX	17,0	100,7aX	20,4	95,0aX	15,6	116,0bX	19,7	130,7bX	20,0
Octobre 91	S	394,1a	44,1	402,4a	52,9	388,9aY	48,9	430,6bY	51,2	463,1bY	32,7
Mai 92	H	85,4aX	18,3	83,8aX	20,1	92,6aX	21,6	103,6abX	21,5	125,0bX	20,5

s: Ecart type;

a,b,c et X,Y: Respectivement, les valeurs de la même ligne et de la même colonne suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ($\alpha = 0,05$).

La détachabilité du sol présente une variabilité saisonnière assez importante et inverse à celle de la capacité d'infiltration de l'eau dans le sol. Elle est plus élevée après les saisons seches qu'après les saisons humides. Ceci est dû à l'effet de pulvérisation de la surface du sol sous l'action du piétinement beaucoup plus prononcé durant les saisons seches que durant les saisons humides.

3.5/ Effet du pâturage sur l'humidité à la capacité au champ du sol: (Hcc %)

L'analyse des résultats d'observation de cette caractéristique du sol (tableau 6) montre que le pâturage, sous différents niveaux de charge (0 à 8 BHA), n'a pas eu d'effet sur la capacité de stockage en eau du sol brun calcaire d'Aarid mesurée sur 10 cm de profondeur. Les différences ne sont pas significatives ni entre les traitements, ni entre les périodes d'observation.

Tableau 6: Réponse de l'humidité à la capacité au champs, Hcc (%), au pâturage ovin à différentes charges animales (BHA) dans la station expérimentale d'Aarid, Haute Moulouya, par type de saison et sur une période de 4 années.

Dates d'observation	Type de saisons	Charge animale									
		0		1		2		4		8	
		Hcc	s	Hcc	s	Hcc	s	Hcc	s	Hcc	s
Avril 89	H	17,9aX	2,4	18,6aX	3,2	18,6aX	3,2	18,3aX	2,4	19,3aX	1,5
Septembre 89	S	18,7aX	2,1	18,4aX	1,1	19,0aX	4,5	19,0aX	3,1	18,2aX	0,9
Mai 90	h	18,1aX	2,4	18,5aX	3,2	19,1aX	3,9	19,0aX	2,6	19,3aX	2,9
Octobre 91	S	19,2aX	3,3	18,0aX	2,2	18,5aX	2,4	18,5aX	2,0	17,6aX	2,4
Avril 91	h	17,8aX	1,9	17,5aX	5,2	18,4aX	3,3	17,4aX	3,1	18,5aX	2,8
Octobre 91	S	18,3aX	2,4	18,2aX	3,0	18,8aX	3,5	18,4aX	2,6	18,6aX	2,1
Mai 92	H	18,5aX	2,5	18,0aX	3,4	18,9aX	3,3	19,0aX	2,6	18,8aX	2,5

s: Ecart type,

a et X: Respectivement les valeurs de la même ligne et de la même colonne

suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ($\alpha=0,05$).

La Hcc est une propriété du sol qui dépend essentiellement de sa texture et de sa structure. L'impact du piétinement, s'il a lieu, ne peut modifier que la structure par l'effet du compactage des particules du sol et/ou par la destructuration des agrégats. L'observation de la densité apparente a montré que le sol d'Aarid n'a été tassé que sur une profondeur de l'ordre de 2 cm et que l'onde de tassement n'est pas encore arrivée à 7,5 cm (Sabir 1993). En plus de la résistance du sol au tassement, l'effort du piétinement animal ainsi que sa durée peuvent être considérés comme encore insuffisants pour tasser le sol sur une profondeur de 10 cm, qui a été considérée pour l'observation de la Hcc. Peut être avec des charges animales plus élevées et une durée de pâturage plus longue le sol sera tassé sur une telle profondeur. En outre, l'effet du tassement n'est pas permanent. La nature plastique du sol peut lui permettre de récupérer ses propriétés originales, surtout après une période de repos (Howard et al. 1981).

VI/ CONCLUSION:

La perméabilité, la capacité d'infiltration et la hauteur totale d'eau infiltrée ont été réduites significativement par rapport au témoin par les niveaux de charge élevé et très élevé (4 et 8 BHA). Ces deux niveaux de charge ont provoqué aussi une augmentation significative de la détachabilité du sol. Ces modifications sont dues, d'une part à la réduction du couvert végétal et, d'autre part, à l'effet mécanique du piétinement sur la surface du sol qui a provoqué son tassement sur les 2 premiers centimètres.

La capacité de stockage en eau du sol n'a pas été modifiée par le pâturage.

RECONNAISSANCES:

Cette recherche est le fruit d'une collaboration réussie entre le département d'aménagement des bassins versants de l'École Nationale Forestière d'Ingénieurs et les départements des sciences du sol et d'écologie et pastoralisme de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Elle a été supportée financièrement par la Fondation Internationale pour la Science, FIS (Suède).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

- ABDEL-MAGID A.H., M.J. TRILICA and R.H. HART 1987a
Soil and vegetation responses to simulated trampling.
J. Range Man. 40(4): 303-306.
- ABDEL-MAGID, A.H., G.E. SCHUMAN and R.H. HART 1987b
Soil Bulk density and water infiltration as affected by grazing systems.
J. Range Man. 40(4): 307-309.
- ALLIS J.A et A. KUHLMAN 1962.
Runoff and sediment yield studies on rangeland watersheds .
J. Soil Water Con. March-april: 68-71.
- BAKKER, P. 1985
The impact of grazing on plant communities, plant populations and soil conditions on salt marsh vegetation 62: 391-398.
- BARNES K.K., W.M. CARLETON, H.M. TAYLOR, R.I. THROCKMORTON and G.E. VANDEMBERG 1971
Compaction of agricultural soils.
ASAE Monograph.
- BERGLUND, E.R., A. AHYUD and M. TAYAA 1981.
Comparison of soil and infiltration properties of range and afforested sites in northern Morocco.
Forest Ecology and Management 3: 295 - 306.
- BLAKE, G.R. 1965
Bulk density
Methods of soils analysis.
Part 1: 374-390
Am. Soc. Agr. Madison.
- BLACKBURN, W.H. 1975
Factors influencing infiltration and sediment production of semiarid rangelands in Nevada.
Water Resour. Res. 11: 929-937.

- BLACKBURN, W.H. 1983
Livestock grazing impacts on watersheds.
Rangelands 5: 123-125.
- BRYANT H.T, R.E BLASER and J.R. PETERSON 1972.
Effect of trampling by cattle on bluegrass yield
and soil compaction of a meadowville loam.
Agronomy J. Vol. 61: 331-334.
- DADKHAH M., and G.F. GIFFORD 1980
Influences of vegetation, rock cover, and trampling
on infiltration rates and sediment production.
Water Ressources Bul. Vol 16 N°6: 979-986.
- EL BARE, B. 1985
Contribution à la connaissance des pâturages à
armoise. Utilisation par les ovins et impacts du
brouillage sous différents niveaux de charge.
Mémoire d'assistant. I.A.V. Hassan II.
- ELLISON L. 1960
Influence of grazing on plant succession of
rangelands.
The Botanical Review,
Vol. 26, N°1, pp 70.
- GHARBADUI A. 1990
Présentation de la situation actuelle des terrains
de parcours . Session d'Echanges sur les
écosystèmes arides en Afrique du Nord.
Rabat, 24-29 Sept 1990.
- GIFFORD, G.F. 1979
Infiltration dynamics under various rangeland
treatments on uniform sandy-loam soils
in southeastern Utah.
J. Hydrology, 42: 179-185
- GIFFORD, G.F. and BUSBY, F.E. 1974
Intensive infiltroneter studies on a plowed big
sagebrush site.
J. Hydrol., 21: 81-90.
- GIFFORD G.F., R.H. FAUST and G.B. COLTHARP 1977
Measuring soil compaction on rangeland.
J. Range Man. 30 (6): 457-470.
- GIFFORD G.F. and R.H. HAWKINS 1978
Hydrologic impact of grazing on infiltration:
A critical review.
Water Ressources Reserach Vol. 14, N°2: 305-313.

- GIFFORD, G.F., and R.H. HAWKIMS 1979
 Deterministic hydrologic modeling of grazing
 system on infiltration rates
 Water Res. Bull. Vol 15 N°4.
- GIFFORD, G.F., F.D. PROVENZA and J.C. MALECHEK 1983
 Impact of Range Goats on infiltration rates in
 southwestern Utah.
 J. Range Man. 36(2): 152-153.
- HANSON C.L., A.R. KUHLMAN and J.K. LEWIS 1978
 Effect of grazing intensity and range condition
 on hydrology of western South Dakota ranges.
 South Dakota State University, Brookings.
 Bull. N°647. p:55.
- HILEL, D. 1980
 Applications of soil Physics
 Academic Press.
- HILEL, D. 1984
 L'eau et le sol.
 Principes et processus physiques.
 CABAY, LOUVAIN-LA-NEUVE.
- HOFMANN, L., and R.E. RIES 1991.
 Relationship of soil and plant characteristics to
 erosion and runoff on pasture and range.
 J. Soil and Water Cons. 143-147.
- HOLECHEK J. 1980
 Livestock grazing impacts on rangeland ecosystems.
 J. of Soil and Water Conservation: 162-164.
- MAGIER, J., and I. RAVINA 1984
 Rock fragments and soil depth as factors in land
 evaluation of Terra Rossa.
 Soil Sci. Soc. Am.
 Special publication N°13: 13-30
- M'BAKAYA, D.S., W.H. BLACKBURN, J.M. SKOULIM,
 and R.D CHILD 1988.
 Infiltration and sediment production of a bushed
 grass land as influenced by livestock grazing
 systems, Buchuma, Kenya.
 Trop. Agric (Trinidad) Vol 65 N° 2. 99-105.
- MCCALLA, G.R., W.H. BLACKBURN, and L.B. MERRILL 1984
 Effects of livestock grazing on infiltration rates,
 Edwards Plateau Texas.
 J. Range Man. 37(3): 265-296.

- MEEUWIG, R.O. 1965
Effect of seeding and grazing on infiltration capacity and soil stability of a subalpine range in central Utah.
J. Range Man. 18: 173-180.
- MEEUWIG, R.O. 1970
Infiltration and soil erosion as influenced by vegetation and soil in northern Utah
J. Range Man. Vol 23: 185-188.
- MERZOUK, A., 1985
Relative erodibility of nine selected moroccan soils as related to their physical, chemical and mineralogical properties.
Ph.D. thesis. Univ. of MN. 114 p.
- MERZOUK, A., M.BADRAOUI et A. BENYELLOUL 1987
Estimation des caractéristiques hydriques de quelques sols marocains. I. Hcc et pF4.2
Actes Inst. Agron. Vet. Vol.7 (1 et 2):101-111.
- MOHAN, S.C., and R.K. GUPTA 1983.
Infiltration rates in various land uses from a himalayan watershed in Tehri Garhwall
Indian J. Soil Conserv. Vol 11, N° 2-3 oct.
- NAETH, M.A., D.J. PLUTH, D.S. CHANASYK, A.W.BAILEY and A.W. FEDKENHEUER 1990
Soil compacting impacts of grazing in mixed prairie and fescue grassland ecosystems of Alberta.
Can. J. Soil Sci. 70: 157-167.
- NAETH, M.A., D.S. CHANASYK, R.L. ROTHWELL, and A.W.BAILEY 1991
Grazing impacts on soil water in mixed prairie and fescue grasland ecosystems of Alberta.
Can. J. Soil Sci. 71: 313-325
- PLUHAR, J.J., R.W. KMIGHAT, and R.K. HEITSCHMIDT 1987.
Infiltration rates and sediment production as influenced by grazing systems in the Texas Rolling Plains.
J. Range Man. 40 (3): 240-243.
- GARRO, M., 1987
Aperçu sur le patrimoine forestier et pastoral au Maroc.
Rapport multig. 18p. E.N.F.I.
- RAUZI, F. 1960
Water intake studies on range soils at three locations in the northern Plains.
J. Range Man. 4: 179-184.

- RAUZI, F. 1963
Water intake and plant composition as affected by differential grazing on rangeland.
J. Soil and Water Cons.: 114-116
- RAUZI, F., and C.L. HANSON 1966.
Water intake and runoff as affected by intensity of grazing.
J. Range Man. 19: 341-356.
- RHOADES, E.D., L.F. LOCKE, H.M. TAYLOR, and E.H. McILVAIN 1964
Water intake on a sandy range as affected by 20 years of differential cattle stocking rates.
J. Range Man. 17: 185-190.
- SABIR, M. 1991
La simulation de pluie pour l'étude des caractéristiques hydrodynamiques des sols en parcours.
Actes Inst. Agron. Vet. Vol.11(1):43-47.
- SABIR, M. 1993
Impact du pâturage sur les caractéristiques de l'état de surface et les propriétés hydrologiques du sol dans un milieu pastoral aride: Aarid (Haute Moulouya).
Thèse de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat.
- SABIR, M., O. BERKAT, M. QARRO et A. MERZOUK 1992.
Effets de la charge animale sur le développement de la végétation dans un milieu steppique: Aarid, Haute Moulouya.
Ann. Rech. For. Maroc. T 26, 80-90: 59-67.
- SEYFRIED, M.S. 1991
Infiltration patterns from simulated rainfall on a semiarid rangeland soil.
Soil Sci. Soc. Am. J. 55:1726-1734.
- TAKAR, A.A., J.P. DOBROWOLSKI, and T.L. THUROW 1990
Influence of grazing, vegetation life-form, and soil type on infiltration rates and interrill erosion on a somalio rangeland
J. Range Man. 43 (6): 486-490.
- THOMPSON, J.R. 1968
Effect of grazing on infiltration in a western watershed.
J. Soil and Water Con. march - april: 63-65.
- THUROW, T.L., W.H. BLACKBURN, and C.A. TAYLOR 1988
Some vegetation responses to selected livestock grazing strategies, Edwards Plateau, Texas.
J. Range Man. 41(2): 108-114.

- WARREN, S.D., M.B. MEVILL, W.H. BLACKBURN, and M.E. GARZA
1986a
Soil response to trampling under intensive rotation
grazing.
Soil Sci. Soc. Am. J. Vol 50: 1336-1341.
- WARREN S.D., W.H. BLACKBURN, and C.A. TAYTOR 1986b
Effects of season and stage of rotation cycle on
hydrologic condition of rangeland under intensive
rotation grazing.
J. Range Man. 39.
- WEST, M.E., F.D. PROUENZA, P.S. JOHNSON, and M.K. OWENS 1984.
Vegetation change after 13 years of livestock
grazing exclusion on sagebrush semidesert in west
central Utah.
J. Range Man. 37 (3): 262-264.

**RESEAU
EROSION**



Référence bibliographique Bulletin du RESEAU EROSION

Pour citer cet article / How to cite this article

Sabir, M.; Merzouk, A.; Berkat, O. - Impact du pâturage sur les propriétés hydriques du sol dans un milieu pastoral aride : Aarid, Haute Moulouya, Maroc, pp. 444-462, Bulletin du RESEAU EROSION n° 14, 1994.

Contact Bulletin du RESEAU EROSION : beep@ird.fr