

ESTIMATION DE L'INDEX D'ÉROSION DE WISCHMEIER DANS LES MICRO BASSINS EXPERIMENTAUX DE L'OUED MINA EN ALGERIE DU NORD.

B. Touaïbia*, D. Gomer & A. Aïdaoui*****

*Laboratoire d'Hydrologie. Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique. BP 31. 09 000.
Blida, Algérie.

**GTZ GmbH. 65760 Eschborn. Dag - Hammarskold - Weg 1-5 . Allemagne.

***Dépt du Génie Rural. Institut National Agronomique. El Harrach, Alger, Algérie.

RESUME

L'érosion dans les bassins versants constitue un facteur limitant à l'agriculture de montagne en zone semi-aride. Dans le but de déterminer les pertes en sol dans une agriculture d'autosubsistance, l'équation universelle des pertes en sols de Wischmeier est appliquée sur des bassins où l'indice d'érosivité des pluies est quantifié sur 2 années consécutives. Aussi, un modèle régressif est recherché pouvant expliquer la relation fonctionnelle entre l'indice d'érosivité et la lame d'eau ruisselée. Plus de 90% de la variation totale est expliquée quand celle-ci est exprimée par le modèle puissance.

Mots clés : Indice d'érosivité des pluies, Parcelles Wischmeier

ABSTRACT

Erosion in watersheds is a limiting factor for mountainous agriculture in semiarid areas. In order to calculate the soil losses in the auto-subsistence agriculture, the Universal Soil Loss Equation (USLE) is applied only where the erosivity index is estimated during successive two years. Also, a regressive model is searched, able to explain the functional relation between the erosivity index and the runoff. More than 90% in the total variation is explained when this one is expressed by the power model.

Key word : Erosivity index – Wischmeier plots

INTRODUCTION

L'érosion dans les bassins versants, en zone semi-aride, constitue un facteur limitant à l'agriculture de montagne. Dans le but de quantifier les pertes en sol dans une agriculture d'autosubsistance, l'équation universelle des pertes en sols de Wischmeier (USLE) est appliquée là où l'indice d'érosivité n'a été mesuré que durant deux années consécutives. Aussi, la recherche d'un modèle régressif entre l'indice d'érosivité et la lame d'eau précipitée ne fait que valider ces pertes en sols.

Dix parcelles de mesure de l'érosion (type de Wischmeier) de largeur uniforme (4 m) ont été délimitées en quatre lieux par groupes de 2 ou de 3 avec des cultures différentes et sous un mode d'exploitation différent.

Ces parcelles appartiennent à une zone expérimentale importante dont l'objectif principal est la quantification de l'érosion hydrique. Ces parcelles sont installées dans les micro-

bassins expérimentaux de la zone des marnes. Celle ci couvre 20% du bassin versant de l'Oued Mina, rive gauche de l'Oued Cheliff.

CALCUL DE L'INDEX D'EROSION

L'érosion en nappe a été quantifiée sur des parcelles d'érosion du type de Wischmeier sous différentes cultures, pentes et types de sols caractéristiques de la région.

L'identification de ces parcelles quant à la longueur, la nature du sol et le couvert végétal est donnée dans le tableau 1.

Tableau 1. Caractéristiques des parcelles d'érosion de Wischmeier

Parcelles	Date d'installation	Nature du sol	Longueur m	Pente %	Couvert végétal
FREIHIA . gauche . milieu . droite	Novembre 1989	Brun Calcaire	22,5	9.1 9.3 9.4	Nu Standard Orge Pois
MEHALLET . gauche . milieu . droite	Novembre 1989	Brun Calcaire	22,1	20.6 21.2 21.2	Nu standard Orge Pois
MB 5/6 . gauche . droite	Mars 1989	Brun calcaire	22.1	17.0 17.0	Jachère labourée Jachère

Source GTZ, 1990

L'équation universelle des pertes de sols (Wischmeier et Smith, 1978) a été appliquée. Elle est basée sur 6 facteurs influençant directement l'écoulement de surface et le phénomène de l'érosion en nappe et rigoles, soit :

$$A = 1.3 R . K . L S . C . P. \quad (1)$$

avec :

- A : Perte de sol en t/ ha sur une période donnée;
- R : Index d'érosivité des pluies caractérisant l'agressivité de la pluie en m t m /ha/ h;
- K : Index d'érodibilité du sol (unités américaines);
- L : Indice de longueur;
- S : Indice de pente;
- C : Indice de culture;
- P : Indice de conservation des eaux et des sols.

Appelé aussi facteur d'érosivité des pluies, l'index *R* caractérise l'agressivité des pluies et permet d'estimer à partir d'une averse, la quantité de terre pouvant être arrachée à un sol, dans des conditions standard (sol nu, pente 9%, longueur 75 pieds. Il s'obtient en sommant, pour une période donnée, les valeurs *R_i* caractérisant un épisode pluvieux. Généralement, on calcule un index d'érosivité moyen annuel calculé sur plusieurs épisodes pluvieux de plusieurs années (20 ans selon Wischmeier).

Le calcul de R nécessite la connaissance du produit de 2 facteurs, à savoir :

- Energie globale E_g en m.Tonne/ha qui peut représenter la somme des énergies unitaires E_u ;
- Intensité maximale observée en 30 mn en cm/h.

Soit :

$$R = E_g \cdot I_{30mn} = \sum_i^n (E_u \cdot h_i) \cdot I_{30mn} \quad (2)$$

Où h représente la lame d'eau précipitée pendant la durée de l'intensité homogène I_h
 E_u est donnée par Wischmeier et est égale à :

$$E_u = 210 + 89 \log I_h \quad (\text{système métrique}) \quad (3)$$

L'index R est exprimée en m.t.m/ha.h

L'index d'érosion est calculé à partir de 7 pluviographes représentatifs des parcelles.

Le dépouillement des données a porté sur un total de 399 pluviogrammes soit 902 épisodes pluvieux des années 1989/90 et 1990/91 (Moussi, 1992) comme le montre le tableau 2.

Tableau 2. Nombre de pluviogrammes dépouillés par poste pluviométrique

Postes pluviométriques	Nombre de pluviogrammes	Nombre de pluies
1	46	74
2	57	114
3	62	163
4	35	96
5	70	136
6	85	218
7	44	101
TOTAL	399	902

Nous avons reporté en tableau 3 et représenté en figure 1, la répartition mensuelle de l'index d'érosion R et de la lame d'eau précipitée h par poste pluviométrique sur 2 années consécutives.

Si l'on examine les lames d'eau précipitées dans chaque poste pluviométrique pour la seule année 1989/90, une nette répartition spatiale apparaît. En effet quand le poste pluviométrique enregistre une pluie de 196.2 mm, le poste 1 n'enregistre que 27.5 mm.

Cette répartition non homogène en terme quantitatif suppose l'existence d'un micro-climat lié probablement à une orientation et à la position des pluviographes dont nous n'avons pas tenu compte dans ce travail. Cette variation spatiale de pluies d'un poste à un autre apparaît clairement dans la figure 1.

L'indice d'érosivité R calculé sur la base des différents enregistrements des pluviogrammes est estimé à 16.53 m.T.m/ha.h.

En tant que tel, cet index est très appréciable. Si l'on considère que les autres facteurs de l'équation (1) sont égaux à 1, la perte en sol serait de 21.49 t/ha classant la zone expérimentale à forte érosion (Tixeront, 1960).

Tableau 3. Répartition mensuelle de l'index "R" en m.T.m/ha.h et de la lame précipitée "h" en mm par poste pluviométrique "PG"

1989/90														
PG	1		2		3		4		5		6		7	
Mois	R	h	R	h	R	h	R	h	R	h	R	h	R	h
S	/	/	0.105	2.8	/	/	0.018	1.2	0.088	2.6	/	/	/	/
O	/	/	/	/	0.009	0.06	/	/	/	/	/	/	/	/
N	0.534	7.0	0.135	5.0	8.508	32.0	/	/	0.045	1.2	0.063	1.4	/	/
D	0.110	2.5	/	/	11.59	45.8	/	/	8.222	33.0	3.301	17.0	0.902	6.0
J	0.129	6.0	1.105	40.0	7.643	39.5	0.080	3.6	1.081	47.5	6.113	54.0	3.349	32.3
F	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
M	0.029	1.0	0.552	/	0.166	4.0	/	/	0.160	2.5	0.497	9.0	0.644	4.0
A	0.170	9.4	5.771	6.0	9.089	55.6	0.473	11.4	6.639	45.0	9.398	58.5	3.718	32.3
M	0.039	1.6	1.335	52.5	5.017	36.6	0.062	2.4	5.316	21.0	14.078	39.5	0.083	21.5
J	/	/	/	13.5	0.007	.06	/	/	/	/	0.392	3.8	/	2.8
J	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1.776	13.0	/	/
A	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
An.	1.011	27.5	9.003	117.0	42.02	214.7	0.633	18.6	21.551	152.8	35.618	196.2	8.696	66.6

1990/91														
PG	1		2		3		4		5		6		7	
Mois	R	h	R	h	R	h	R	h	R	h	R	h	R	h
S	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
O	0.148	5.2	0.150	3.6	/	/	/	/	0.226	8.6	0.149	6.4	0.163	5.8
N	0.920	21.8	1.143	23.4	/	/	/	/	2.729	37.9	0.517	16.0	2.524	33.2
D	1.436	25.2	2.018	37.0	3.807	41.8	1.463	17.5	1.515	34.2	2.901	48.8	0.605	13.8
J	0.564	7.6	0.321	13.8	1.858	22.4	1.604	23.5	0.641	16.4	1.001	21.8	0.429	10.8
F	1.550	23.6	0.160	3.0	3.139	25.2	5.655	40.6	2.656	39.0	4.790	61.0	1.055	26.2
M	3.416	47.3	2.016	40.2	14.038	97.4	14.475	95.8	8.387	102.2	13.878	133.2	8.408	75.8
A	0.018	0.8	0.009	0.6	0.018	0.8	/	/	0.062	2.6	0.025	1.4	/	/
M	/	/	0.149	2.6	0.072	2.0	/	/	0.128	3.4	0.285	6.2	/	/
J	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
J	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
A	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
An.	8.052	131.5	5.966	124.2	22.932	189.6	23.197	177.2	16.344	244.3	23.546	294.8	13.184	165.6

/ : Mois sans pluie

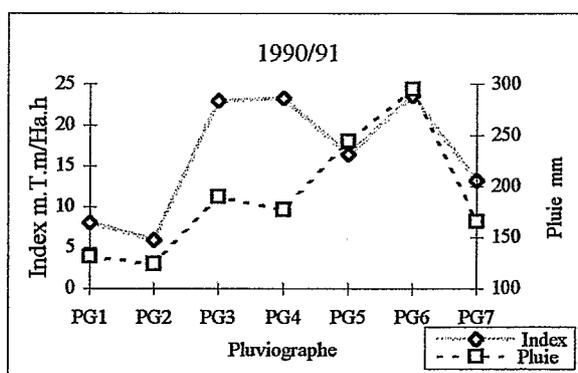
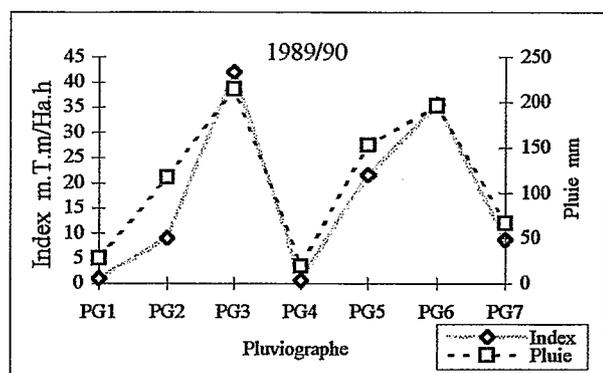


Figure 1. Répartition de R-index et hauteur de pluies par poste pluviométrique

QUANTIFICATION DE L'ÉROSION

Si l'on tient compte que de cet index pour estimer l'érosion hydrique dans la zone expérimentale, les pertes en sols A seraient égales en moyenne annuellement à 21.49 T/ha ce qui est très important. Il y a lieu de noter que ces résultats sont similaires à ceux trouvés dans les micro-bassins expérimentaux au droit des stations hydrométriques (Touaïbia, 2000).

Il est à noter que l'équation universelle des pertes en sol calcule uniquement l'érosion en nappe alors que les observations enregistrées dans les stations hydrométriques au droit des micro-bassins expérimentaux supposent toutes les formes d'érosion qui restent un danger dans la région d'étude. L'érosion du réseau d'écoulement et plus précisément des fonds de lits peut dépasser 25% des pertes en sol totales (Kouri, 1997).

Pour mieux cerner la quantité de matériaux transportés dans ces parcelles lors des différents épisodes pluvieux, nous nous sommes inspirés des travaux de Gomer (1994) pour la lecture des autres paramètres de l'équation universelle des pertes en sols tirés de la littérature à partir des nomogrammes de Schwertmann et al (1990) selon les caractéristiques propres à chaque parcelle. Les résultats sont présentés dans le tableau 4.

Tableau 4. Erosion sur les parcelles d'érosion.

Parcelle	R m.T.m/ha.h	C	K	LS	P	Erosion t/ha/an
FREIHIA						
Standard	16.53	0.385	0.13	1.01	1	1.09
Orge	16.53	0.053	0.13	1.03	1	0.15
Pois	16.53	0.270	0.13	1.04	1	0.78
MEHALLET						
Standard	16.53	0.021	0.13	3.64	1	0.21
Orge	16.53	0.020	0.13	3.78	1	0.21
Pois	16.53	0.011	0.13	3.75	1	0.12
M.B 5/6						
Jachère labourée	16.53	0.051	0.20	2.62	1	0.57
Jachère	16.53	0.025	0.20	2.62	1	0.28
MOYENNE	16.53	/	/	/	/	0.43

Au vu du tableau 4, pour les paramètres C, K, LS et P et en prenant la valeur moyenne de " R = 16.53 m.T.m/ha.h " calculée sur 2 années consécutives (Tableau 4.), la perte de sol varie annuellement de 0.12 à 1.09 t/ha. Ainsi dire, quels que soient le type de sol et la nature du couvert végétal, l'érosion en nappe reste très faible et est égale en moyenne à $A_{\text{moy}} = 0.43$ t/ha/an, quantité négligeable par rapport au seuil critique habituellement admis de 1 à 10 t/ha/an

On constatera à travers le Tableau 4 que les parcelles standard et en jachère travaillée, produisent beaucoup plus de sédiments que les parcelles cultivées. La pratique de la jachère labourée, bien qu'elle reste une bonne façon culturale pour le stockage de l'eau en profondeur, produit 2 fois plus de sédiments que la jachère (Touaïbia, 1999).

RELATION INDICE D'ÉROSIVITE – LAME D'EAU PRÉCIPITÉE

La régression entre valeurs mensuelles R_i et la lame d'eau précipitée h_i est aussi recherchée. Cinq modèles y sont ajustés : le linéaire, le logarithmique, le puissance,

l'exponentiel et le parabolique. La valeur du coefficient de détermination R^2 calculée (Dagnellie, 1992) justifie le choix du modèle pour une erreur de 1^{ère} espèce de 5%.

La mise en graphe de cette relation est donnée en figure 2 et la formulation des modèles est :

Pour l'année 1989/90 on a , $R = 0.036 h^{1.3211}$

Pour l'année 1990/91 on a , $R = 0.021 h^{1.3248}$

Les deux années prises ensemble (1989/90 et 1990/91) ont donné un coefficient de détermination R^2 de 0.90 dont l'équation de régression est :

$$R = 0.030 h^{1.288}$$

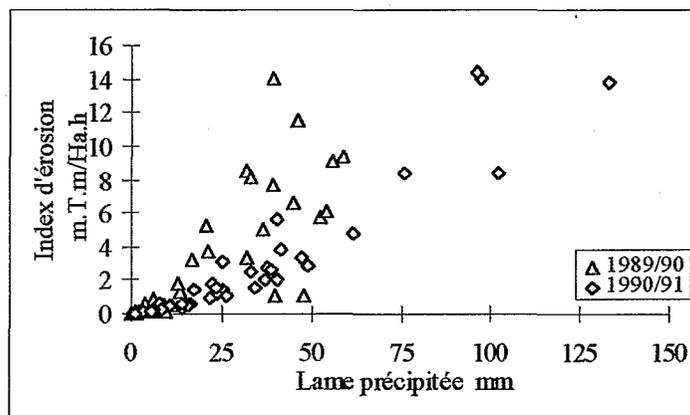


Figure 2. Relation Index d'érosivité – Lame précipitée.

La régression entre les valeurs mensuelles "Ri" et la lame d'eau précipitée "hi" montre que le modèle puissance ajuste bien les données, donnant respectivement pour l'année 1989/90 et 1990/91 un coefficient de détermination R^2 de 0.87 et 0.96, expliquant en moyenne plus de 90% de la variation totale.

CONCLUSION

L'objectif à atteindre à travers ce travail, consiste en la quantification de l'érosion de l'érosion en nappe à l'échelle des parcelles d'érosion de Wischmeier. L'érosion en nappe a été quantifiée pour des parcelles de pente, de type de sol et de culture différentes.

L'indice d'érosivité calculé sur la base de dépouillement de 902 pluies enregistrées à 7 pluviographes sur 2 années consécutives : 1989/90 et 1990/91 est estimé à 16.53 m.t.m/ha.h.

L'application de l'équation universelle de perte de sol a donné une érosion variant de 0.12 à 1.09 t/ha/an. Ce qui reste évidemment tout à fait négligeable.

Une régression significative type puissance s'est dégagée entre l'index d'érosion et la lame d'eau précipitée expliquant en moyenne plus de 90% de la variation.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Dagnellie, P. (1992).** *Théorie et méthodes statistiques*. Volume 2. Presses Universitaires Agronomiques de Gembloux (Huitième impression). Belgique. 407p.
- Gomer, D., (1990).** : Rapport d'évaluation et de planification. ORDF _ GTZ. Sidi M'hammed Bénaouda. Relizane. Algérie. : 6-48
- Gomer, D., (1994).** *Écoulement et érosion dans des petits bassins versants à sols marneux sous climat semi-aride méditerranéen*. Thèse de Doctorat. Université de Wasserbau (en Allemand) Karlsruhe. Allemagne. 207p
- Kouri, L., Vogt, h., Gomer, D., (1997).** Analyse des processus d'érosion hydrique lenéaire en terrain marneux. Bassin versant de l'oued Mina. Tell.Oranais. algérie.
Bull. Réseau Erosion. ORSTOM. Montpellier, 17 : 64 –73.
- Moussi, B., (1992).** *Calcul de l'index d'érosion dans la zone des Marnes du bassin versant de l'Oued Mina*. Mémoire de DUEA. INES Agronomie. Chleff. 50p
- Tixeront, J., (1960).** Les débits solides des cours d'eau d'Algérie et de Tunisie. Secrétariat Agricole. Etudes Hydrologiques. Série II. Tunis.
- Touaïbia, B., Dautrebande, S., Gomer, D. Aïdaoui, A. (1999).** Approche quantitative de l'érosion hydrique à différentes échelles spatiales : bassin versant de l'Oued Mina. *J. Sciences Hydrologiques.*, 44, 6. : IAHS Press. Wallingford.UK : 973- 986.
- Touaïbia, B. (2000).** Erosion – Transport Solide – Envasement de barrage. Cas du bassin versant de l'Oued Mina dans la Wilaya de Relizane. Thèse de Doctorat d'Etat. Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agronomiques (Ex : INA). El-harrach. Alger. 200p.
- Schwertmann, U., Vogl, W., Kainz, M. (1990).** *L'érosion des sols par l'eau. Prévision du transport solide et classification des mesures anti-érosives* (en Allemand). Edition UIMER. Stuttgart. Allemagne.
- Wischmeier, WH . Smith , DD. (1978).** *Predicting Rainfall Erosion losses. Agriculture Handbook no. 57. US Departement of Agriculture. Waschington DC. USA.* 58p.

**RESEAU
EROSION**



Référence bibliographique Bulletin du RESEAU EROSION

Pour citer cet article / How to cite this article

Touaibia, B.; Gomer, D.; Aïdaoui, A. - Estimation de l'index d'érosion de Wischmeier dans les micros bassins expérimentaux de l'Oued Mina en Algérie du nord, pp. 478-484, Bulletin du RESEAU EROSION n° 20, 2000.

Contact Bulletin du RESEAU EROSION : beep@ird.fr