

# Variabilité de l'intensité des pluies dans la région de Tanger sur une période de 30 ans (1980-2010)

Y. PEPIN<sup>1</sup> & N. HAMMOUDA<sup>2</sup>

(Reçu le 09/01/2012; Accepté le 15/03/2012)

## Résumé

Cet article présente les résultats d'une analyse fréquentielle de l'intensité des pluies dans la région de Tanger sur des pas de temps de 5 minutes à 3 heures et sur une période de 30 ans (1981-2011). Les enregistrements de 2 pluviographes ont été utilisés à cet effet : celui de Romane, géré actuellement par l'ABHL, pour lequel on dispose d'enregistrements sur la période 1981-1999 et celui de Saboun, géré par l'IAV Hassan II, pour lequel on dispose d'enregistrements sur la période 1997-2011. L'analyse fréquentielle a porté sur des périodes de 10 ans pour lesquelles ont été établies les courbes Intensité – Durée - Fréquence (IDF). Pour de fortes récurrences (2 à 5 ans), la comparaison des courbes IDF fait apparaître une augmentation de 10% des intensités de pluie entre la période 1981-1991 et la période 2001-2011. Pour de faibles récurrences (10 ans), les intensités de pluie sont sensiblement les mêmes dans les deux périodes. A partir de l'année 1993-1994, l'accroissement de l'intensité des pluies se traduit par un accroissement de leur agressivité estimée par l'indice d'érosivité de Wischmeier. Cet accroissement, sans les deux années très fortes 2008-2009 et 2009-2010, est de 1,77 ; il passe à 2,2 avec ces deux années.

**Mots-clés:** Intensité pluie, érosivité, variations 1981-2011.

## INTRODUCTION

De nombreuses études ont montré l'effet érosif de l'eau de pluie lorsqu'elle touche le sol (effet «splash»), toutes aussi nombreuses sont celles qui ont montré que cette érosion était liée à la taille des gouttes de pluie qui est elle-même dépendante de l'intensité de la pluie.

Parmi les études qui ont tenté de quantifier cet impact des gouttes de pluie, Morgan (2005) nous en cite treize estimations de l'énergie globale E.

Nous avons choisi la formulation USLE de Wischmeier et Smith (1978):

$$A = R * K * S * L * C * P$$

Avec: A la perte en terre ; R le facteur pluie ; K le facteur érosivité du sol ; S le facteur inclinaison de la pente ; L la longueur de la pente ; C le facteur couvert végétal et P les pratiques antiérosives.

Dans le présent article, nous n'étudierons que le facteur R qui est égal au produit de l'énergie potentielle de la pluie et de l'intensité de la pluie.

$$R = K * E * I_{30}$$

Avec R le facteur pluie ; K le coefficient lié au système d'unité ; E l'énergie cinétique globale (calculée par pas de temps) ; I<sub>30</sub> est l'intensité maximale observée en 30 minutes (Wischmeier et Smith, 1960).

Dans le cadre de l'étude de l'érosion des sols et de l'envasement des barrages dans le Nord du Maroc (Tangérois), l'IAV Hassan II et l'IRD ont étudié trois bassins: Ibn Batouta, Kalaya et Saboun dans leurs composantes de l'érosion (l'envasement des barrages,

les transports solides tant à la sortie des retenues que dans les oueds alimentant ces retenues, les érosions dans les champs, etc.).

## MÉTHODOLOGIE

### Situation géographique de la zone étudiée

Nous donnons ci-dessous la carte de situation de la zone étudiée.

### Variation de l'agressivité de la pluie

Comme dans cet article, nous allons étudier l'effet érosif de la pluie, nous nous sommes intéressés aux enregistrements des intensités de pluie.

Nous possédons les données de pluviométries journalières sur 10 postes, mais nous n'avons que 3 pluviographes: Romane (35° 42' N, 5° 39' E), Kalaya (35° 40' N, 5° 45' E) et Saboun (35° 40' N, 5° 47' E). Les périodes enregistrées sont entre 1981 et 1999 pour Romane et Kalaya et 1997 à 2011 pour Saboun. Nous avons utilisé les données de Romane jusqu'en 1998, puis celles de Saboun pour le reste; les données de Kalaya sont mal enregistrées.

Nous avons comparé les averses sur la partie commune aux deux stations entre novembre 1997 et août 1999.

Les enregistrements pluviographiques sont semblables et liés au total pluviométrique. Nous donnons deux exemples.

Nous avons également comparé les érosivités des averses aux deux postes, elles sont tout aussi semblables. Pour un total de dix averses communes, nous obtenons au poste de Romane

<sup>1</sup> DUMR LISAH, IRD, 15 rue Abou Derr, 10080 Rabat Agdal, Maroc ; courriel : yanik\_pepin@yahoo.fr

<sup>2</sup> Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, B.P. 6206 Madinat Al Irfane, 10101 Rabat, courriel : norahammouda@gmail.com

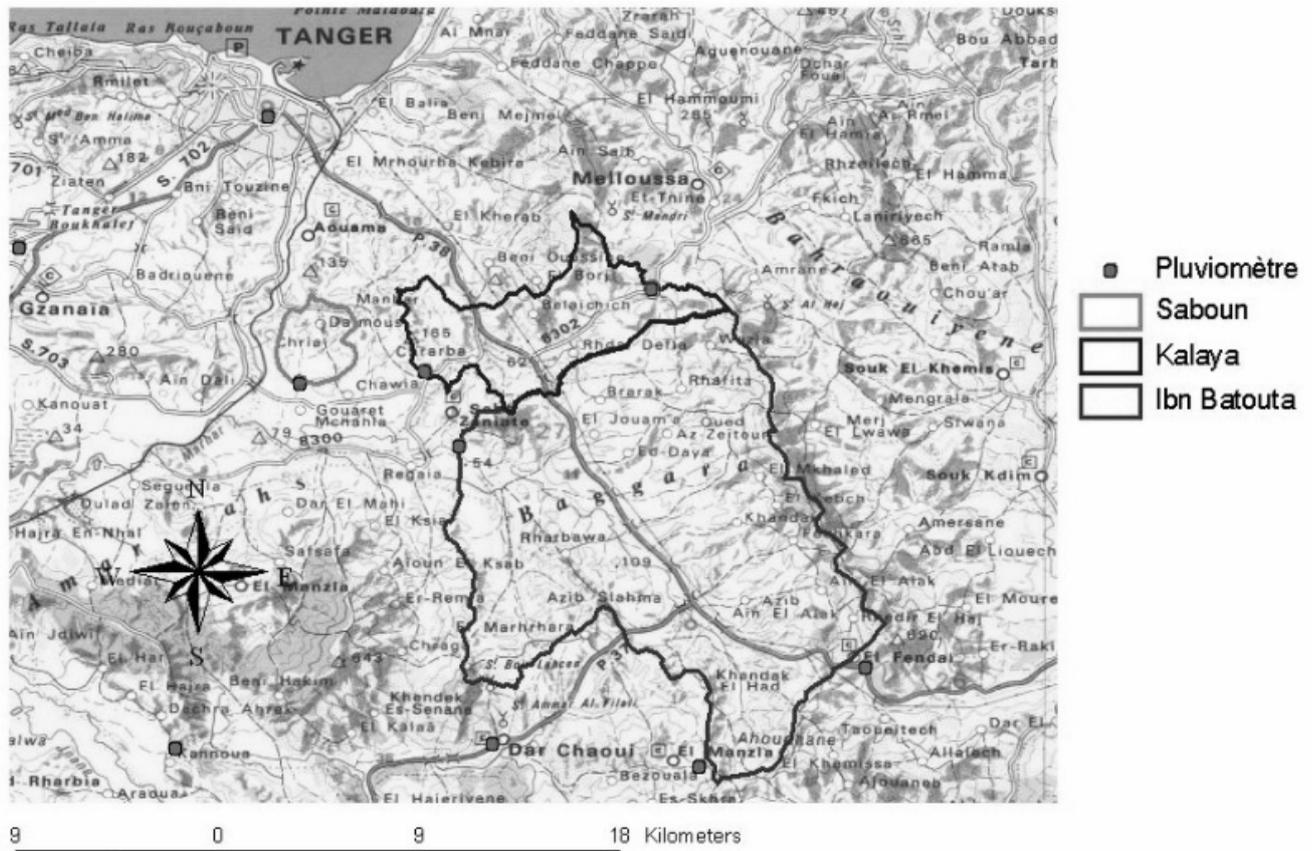


Fig. 1. Carte de la région de Tanger

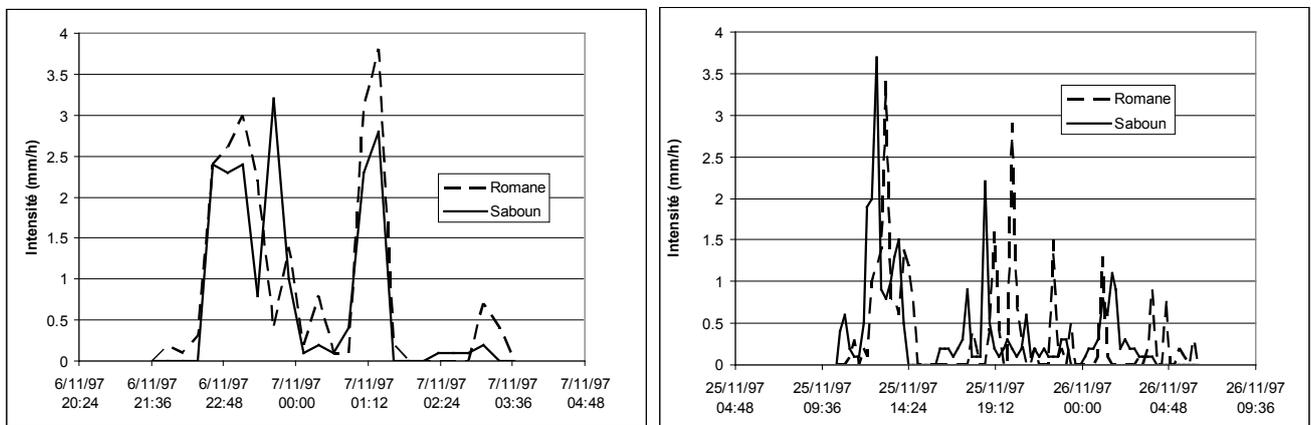


Fig. 2. Comparaison des pluviogrammes de Romane et Saboun

un indice RUSA de 101 MJ\*mm/ha/h à Romane et de 105 à Saboun. La pluie ayant été sur la période 6 novembre 1997 au 31 août 1999 de 1208 mm à Romane et 1255 à Saboun.

Nous considérons que le comportement pluviographique des 2 postes est semblable. Ceci nous permet de prolonger la série de Romane par celle de Saboun.

## RESULTATS

Nous avons donc analysé statistiquement les pluviographies à des pas de temps variables et sur trois décennies séparément. Nous avons obtenu des courbes IDF pour chaque période, nous donnons pour chaque période un tableau et sa représentation graphique.

Les trois tableaux et une figure associée au premier, qui suivent, donnent les valeurs obtenues et leurs récurrences.

Tableau 1. Période 1981 à 1991

Fréq.	durée en min	5	10	15	30	45	60	120	180
0,50	2ans	90,7	63,4	49,9	34,9	27,8	23,7	14,4	11,6
0,67	3ans	98,3	68,7	54,1	37,7	30,2	25,8	15,4	12,5
0,75	4ans	105,9	74,1	58,3	40,5	32,6	27,8	16,4	13,4
0,80	5ans	113,5	79,4	62,5	43,3	34,9	29,9	17,4	14,4
0,86	7ans	123,5	86,3	68,0	45,8	36,7	31,6	18,5	15,1
0,90	10ans	138,4	96,8	76,2	49,7	39,4	34,2	20,0	16,1
0,93	15ans	147,2	102,9	81,0	52,5	42,0	36,3	21,2	17,2
0,95	20ans	156,0	109,1	85,9	55,4	44,7	38,4	22,3	18,4



HSM IRD, 2002) la série de érosivités annuelles afin de déterminer les ruptures dans la série. La méthode Lee et Heghinian et aussi celle de Pettitt nous donnent la rupture en 1993 et celle de Hubert – Scheffe nous donne également cette année comme une des ruptures.

Par la méthode de Lee et Heghinian, le coefficient du test atteint un maximum à une rupture de série, dans notre cas c'est l'année agronomique 1993-94.

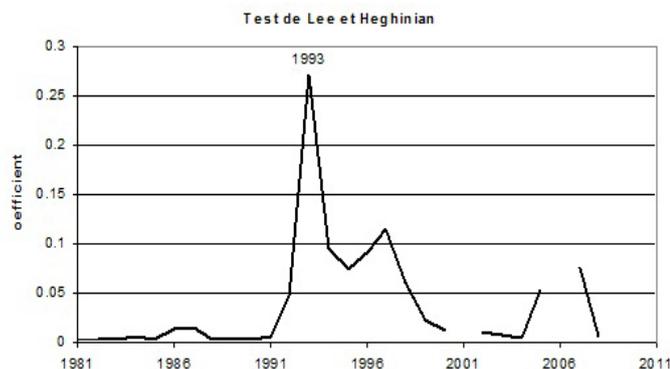


Fig. 4. Représentation graphique du test de Lee et Heghinian

Nous remarquons que cet accroissement de l'érosivité des pluies fait suite à la phase de sécheresse, qui va de 1993 à 1995, suivie de la période très humide 1995 à 1997, est la conséquence de l'augmentation des intensités de la pluie. Le graphique suivant montre bien cette augmentation. Cette double séquence a engendrée, dans la zone Sud Tanger, une modification du régime pluviographique pour les pluies moyennes.

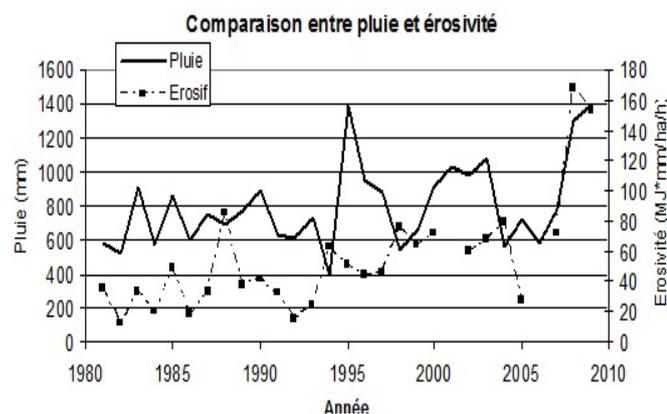


Fig. 5. Comparaison des pluies et des érosivités annuelles

Sur ce graphique nous avons tracé en parallèle les pluies annuelles et les érosivités. Pour une pluie annuelle proche de 1400 mm en 1995-1996 (1382 mm) et 2009-2010 (1398 mm), nous sommes passés de 51 à 153 MJ\*mm/ha/h soit le triple; pour une pluie annuelle proche de 780 mm, 1989-1990 (777 mm) et 2007-2008 (779 mm), nous sommes passés de 38 à 71,5 MJ\*mm/ha/h soit près du double; seule l'année moyenne 2005-2006 reste conforme aux valeurs antérieures.

Nous pouvons raisonnablement penser qu'une

augmentation de l'érosivité des pluies est en cours et donc une augmentation du risque d'érosion dans les champs se profile avec toutes les conséquences qui sont liées: perte de rendement, envasement des retenues, etc.

Cependant, ceci peut être le fait que la décennie récente est plutôt à classer dans les périodes humides, car la médiane 1981-1996 est de 728 mm, conforme à la normale de la zone, alors qu'elle est de 895 mm pour 1997-2010, excédentaire de 24%.

Nous remarquons aussi que les années fortement pluvieuses ne sont pas, à l'exception des deux dernières, les plus érosives. Ce phénomène est également visible à l'échelle journalière, nous avons tracé pour chaque année: la pluie maximale de l'année hydraulique (ou agricole) avec l'intensité maximale en 30 minutes et l'indice érosif Rusa.

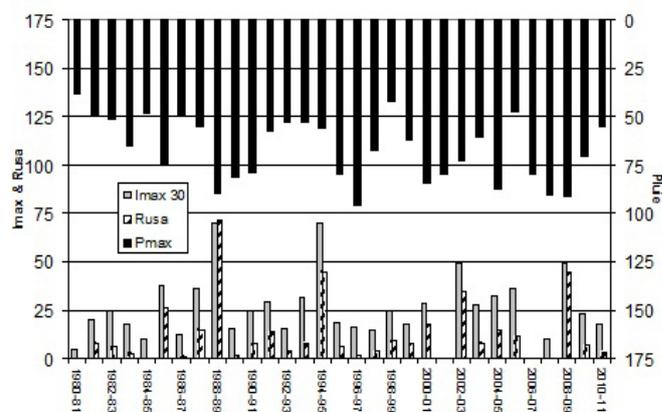


Fig. 6. Comparaison entre pluies, intensités et érosivités

Nous observons que la pluie maximale la plus érosive est du 11 novembre 1988, pour cette année il n'y a eu que deux mois avec des valeurs mesurables pour l'érosion des pluies, les mois d'octobre et novembre. L'année 1988-1989 a eu un total pluviométrique de 693 mm, légèrement déficitaire (4%). La pluie du 11 novembre 1988 représente à elle seule 85% de l'érosion annuelle, alors qu'elle ne représente que 13% de la pluie annuelle. En comparaison, l'averse du 10 octobre 2008, elle aussi assez érosive, ne représente que 25% de l'érosivité annuelle, mais l'année est très pluvieuse (1298 mm) et cette pluie ne représente que 7% de la pluie annuelle.

Dans 62% des cas, les pluies maximales ont lieu en automne, le reste se situe en hiver.

L'averse la plus érosive de toute la série (1981-2011) a eu lieu le 10 novembre 1988 avec une érosivité de 71.6 MJ\*mm/ha/h.

Les pluies d'automne arrivant sur des sols fraîchement labourés sont celles qui présentent le plus de danger pour l'érosion dans les champs et elles sont souvent fréquentes.

Nous sommes descendus au niveau de l'averse et avons observé que la courbe de tendance a une forme:

$$Rusa = 0,016 P^2 - 0,037 P + 0,87 \text{ avec un } R^2 \text{ de } 0,88.$$

Ce qui permet d'entraver que pour les fortes pluies, les intensités sont mineures face au total pluviométrique pour l'érosion. Le graphique suivant montre la courbe de tendance obtenue.

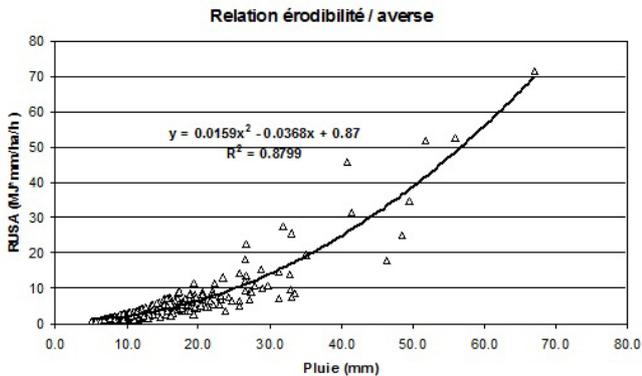


Fig. 7. Comparaison entre pluies journalières et érodibilités

Nous avons également recherché le nombre de jours où la pluie est supérieure ou égale à 50 mm : sur la période 1 janvier 1981 au 1 janvier 1991, nous avons 8 jours ; sur 1991-2001, 18 jours et sur 2001-2011, 30 jours dont 10 pour les deux années hydrologiques 2008 à 2010.

## CONCLUSIONS

Tous ces éléments que nous avons étudiés dans cet article, nous montre une capacité accrue de la pluie à l'érosion.

Des intensités en augmentation pour des fréquences fortes de 2 à 5 ans alors que les intensités de pluie avec des retours plus rares semblent être stables. Ceci indique que globalement les intensités ont augmenté, mais pas de manière exceptionnelle environ 10% seulement.

Ces paramètres associés à une augmentation des surfaces cultivées induisent une augmentation du risque d'érosion et par corollaire d'envasement des retenues.

Des pluies sont plus érosives et aussi plus fortes, cependant dans certains sols qui présentent des fentes et fissures importantes, comme c'est le cas dans le Nord du Maroc ; il faut pour que cette érosivité se concrétise en érosion que l'eau s'écoule vers l'oued, sinon nous observons de traces d'érosion dans les champs, mais elles restent localisées au niveau des champs.

Il reste à analyser le fait que l'accroissement du nombre de jours de forte pluie existe aussi, comme cela fut le cas les deux dernières années.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions la Direction de la Planification du Ministère de l'Hydraulique, l'Agence de Bassin Hydraulique du Loukkos (ABHL) pour nous avoir permis d'accéder aux archives du barrage de Ibn Batouta.

## RÉFÉRENCES

- Boyer J.F., 2002 : Kronostat, logiciel de statistiques sur les séries. UMR HSM IRD, Montpellier.
- Morgan R.P.C., 2005 : Soil and conservation, Third Edition. Blackwell Publishing.
- Wischmeier W.H. and Smith D.D., 1978 : Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning. USDA Handbook n°537, 58 p.
- Wischmeier W.H. and Smith D.D., 1960 : Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the rocky mountains: guide for selection of practices for soil and water conservation. department of agriculture, agriculture handbook n° 282, USDA, 47pp.