

# STRUCTURE STOCHASTIQUE DES PLUIES INTENSES PAR TYPE DE TEMPS

N. MAMASSIS et D. KOUTSOYIANNIS

Division de Ressources en Eau, de Travaux Hydrauliques et Portuaires,  
Département de Génie Civil, Université Technique Nationale d'Athènes,

*5, rue Iroon Polytechniou, 15700 Zografou, Grèce*

## Sommaire:

On étudie l'influence du type de temps sur la structure stochastique des événements de pluie intense. On utilise des données de pluie horaire de trois pluviographes du bassin de Evinos alors que les types de temps correspondants sont déterminés sur la base de la classification selon Maheras (1982). Tout d'abord, on a calculé la fréquence d'apparition des événements de pluie intense pour chaque type de temps. Ensuite, on a estimé les paramètres statistiques des caractéristiques de l'événement pluvieux (durée, hauteur horaire et totale, intensité moyenne) y inclus l'autocorrélation et la corrélation croisée des hauteurs horaires. Afin de détecter des différences significatives entre les caractéristiques de l'événement pluvieux pour différents types

## Summary:

We studied the influence of weather types on the stochastic structure of the intense rainfall events. We used hourly rainfall depths from three rain recorders in Evinos River basin while the corresponding weather types were determined based on classification by Maheras (1982). Initially, we calculated the frequency of occurrence of intense rainfall events for each weather type. Also, we calculated the statistics of the rainfall event characteristics (duration, the hourly and the total rainfall depth), including the autocorrelation and cross correlation functions of hourly depths. To detect statistically significant differences between event characteristics for different weather types, we applied various statistical tests and analysis of variance.

**Mots-clés:** Types de temps; événement de pluie; analyse stochastique.

**Key-words:** Weather types; rainfall event; stochastic analysis.

---

## Introduction

Le processus naturel de la pluie et son évolution spatio-temporelle a rarement fait l'objet de recherches sur la situation synoptique qui est à l'origine du phénomène. Le groupement ou classification des situations de temps similaires ont été effectués pour peu de cités et de climats. Les classifications des types de temps, employées dans le passé dans les études de la pluie, se distinguent en deux catégories selon la codification de la situation synoptique faite sur la base de données météorologiques et des cartes de temps.

Dans la première catégorie de classification on localise sur les cartes, le schéma météorologique qui a engendré la pluie comme, par exemple, le passage d'un front, la présence d'un secteur chaud ou l'apparition d'une instabilité thermique et autres phénomènes météorologiques locaux, la forme desquels varie selon le climat. Dans cette

catégorie on trouve la classifications de Shaw (1962) en Angleterre et celle de Huff (1969) aux Etats Unis qui a examiné la variation spatio-temporelle de la pluie journalière pour chaque type de temps. Dans les deux cas, des données météorologiques et des cartes du surface ont été utilisées. Une classification assez satisfaisante a été introduite par McCabe (1989). Elle est basée sur la combinaison de trois intervalles de valeurs de la direction du vent et de deux catégories de nébulosité. Les six types de temps qu'il a localisés, ont été utilisés par Hay et al. (1992) dans la classification, modélisation et simulation de la pluie journalière sur un bassin versant des Etats-Unis. Enfin, Wilson et al. (1991) ont classifié chaque jour dans une classe de temps sur la base de la pression en surface et la température au niveau de 850 mb. Cette classification a été utilisée par la suite dans une simulation de la pluie journalière sur l'Océan Pacifique du Nord.

Dans la deuxième catégorie, la classification se fait sur la base de la circulation atmosphérique dans la région géographique étudiée. On utilise la direction des trajectoires des dépressions, et la forme des isobares à des niveaux différents. Cette classification requiert une expérience importante sur les cartes des temps et elle est faite, le plus souvent, par les météorologues. Les deux classification des types de circulation qui ont été faites en Europe tombent dans cette catégorie (Banz et al., 1944; Shuepp, 1968). Bardosy et Plate (1992) ont employé la première classification pour modéliser la pluie journalière alors que la deuxième a été employée par Vander Gried et Seyhan (1984) pour étudier le débit journalier d'un bassin versant de montagne en Italie.

Dans le présent travail nous avons utilisé la classification proposée par Maheras (1982) qui appartient à la deuxième catégorie et elle classe la circulation atmosphérique en Méditerranée en cinq type anticycloniques (A1, A2, A3, A4, A5), six dépressionnaires (SW1, SW2, NW1, NW2, W1, W2), deux mixtes (MT1, MT2) et trois caractéristiques (DES, MB, DOR). Les types anticycloniques sont déterminés sur la base de la position du centre d'action, les dépressionnaires à partir du trajectoire de la dépression, les mixtes à partir de la direction des isobares et les caractéristiques sur la base de situations synoptiques particulières en surface et au niveau de 500 mb. La fréquence d'apparition ainsi que les caractéristiques de chaque type de temps varient selon la saison. En examinant les caractéristiques des différents types de temps on déduit que les événements de pluie intense sont liés aux six types dépressionnaires et au type DOR sans que l'apparition sporadique de pluies intenses soit exclue pour les autres types. Maheras et Flocas (1985) ont étudié la distribution de la pluie journalière en Grèce sur la base de cette classification.

Le présent travail fait une analyse statistique suivant le type de temps, les caractéristiques des événements de pluie intense et leur variabilité spatio-temporelle sur un pas de temps d'une heure. Dans le chapitre 2 nous présentons les données alors que dans le chapitre 3 on calcule les fréquences d'apparition de pluies intense pour chaque type de temps et on analyse les caractéristiques principales des événements de pluie spatiale on ponctuelle. De plus, on évalue les résultats à l'aide de tests statistiques et une analyse de variances. Dans la chapitre 4 on compare les résultats de notre travail avec ceux d'autres travaux et enfin on présente les conclusions dans le chapitre 5.

## 1. Les données

Les événements de pluie intense ont été localisés sur les bandes de trois pluviographes du bassin versant de la rivière Evinos en Grèce d'Ouest (Krikello, Aniada, Drimonas), pour une période de 20 années hydrologiques (1970-71 à 1989-90). Les stations se trouvent respectivement aux altitudes 1120, 1060 et 900 m et leur distance est assez faible (7 km pour les deux premiers). Drimonas se situe au sud-ouest de deux autres pluviographes dans une distance de 20 km.

Les données sont fiables malgré les interruptions de fonctionnement en période de chute de neige. Pour localiser les événements de pluie intense on a utilisé deux seuils: le premier pour la hauteur totale (25 mm) et le deuxième pour la hauteur horaire (7 mm). Pour la pluie spatiale, l'événement est intense si les seuils ci-dessus sont dépassés pour (au moins) une station. Pour la pluie spatiale on a extrait 358 événements et pour la pluie ponctuelle (à Krikello) 293. On distingue deux saisons: la saison humide (Octobre-Avril) et la saison sèche (Mai-Septembre) selon la définition de Maheras (1989). La détermination du type de temps pour chaque événement a été effectuée sur la base des travaux de Maheras (1993). Pour la classification de certains événements on a utilisé de cartes de temps (en surface et aux 500 mb) publiées par les services météorologiques nationaux de la Grèce (pour la période 1970-79) et de l'Allemagne (pour la période 1980-90).

## 2. Analyse statistique des caractéristiques des événements de pluie

### 2.1 Fréquences d'apparition de types de temps et de pluies intenses

Nous avons calculé pour les deux saisons de l'année la fréquence d'apparition de chaque type de temps et de chaque événement ainsi que la probabilité de réalisation d'un événement pour chaque type. Les résultats sont les suivants:

- (a) En période humide les deux tiers des événements de pluie intense sont liés aux types NW1 et SW1 alors que la fréquence de l'apparition de ces deux types est 28%. De plus, 91.4% des pluies intenses sont liées aux types dépressionnaires dont la fréquence est 45.9%.
- (b) En saison sèche un événement sur trois est lié au type DOR dont la fréquence d'apparition est 11.5%. Les types dépressionnaires avec une fréquence de 24.5% ont donné le reste des événements.
- (c) Pour toute saison et surtout pour la saison sèche, il y a des événements intenses qui ne sont pas engendrés par des types de temps pluvieux mais ils sont plutôt dus à des instabilité locales. Ces pluies n'apparaissent que sur une seule station et elles ont une durée très courte.

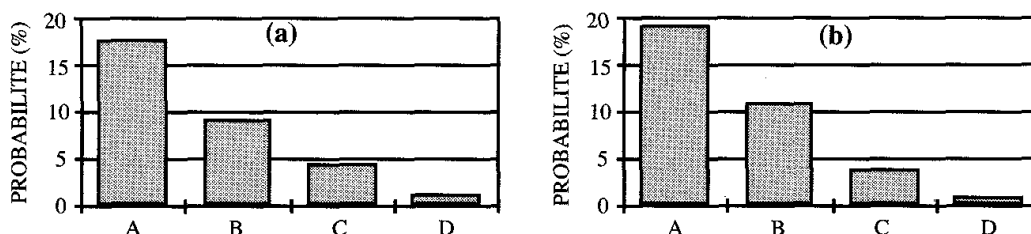
Les données de chacune des saisons peuvent se grouper en quatre types de temps, avec une probabilité d'apparition différente pour chaque catégorie. Sur Le Tableau 1 on présente l'intervalle de variation et la moyenne de cette probabilité pour chaque saison.

**Tableau 1:** Probabilité d'apparition de pluies intenses par groupe de type de temps.

Groupe	Saison humide		Saison sèche	
	Type de temps	Probabilité moyenne (%)	Type de temps	Probabilité moyenne (%)
A (probabilité >15%)	W1, W2, NW1, SW1	19.1	W2, NW1, DOR	17.9
B (probabilité 8-15%)	SW2, NW2	10.8	SW1, SW2	9.1
C (probabilité 2-8%)	MT2, DOR	3.9	W1, NW2, MT1, DES, MB	4.4
D (probabilité <2%)	A1, A2, A3, A4, A5, MT1, DES, MB	0.8	A1, A2, A3, A4, A5, MT2	1.1

Par la suite, on a testé si la fréquence d'apparition d'un événement est différente d'un type de temps à l'autre. L'hypothèse que la fréquence d'apparition d'un événement pour un type de temps donné ne varie pas selon la saison, n'est pas acceptée pour aucun des niveaux usuels de signification (jusqu'à 1%). On conclue alors que la saison influe sur la probabilité d'apparition d'un événement de pluie intense engendré par un type de temps donné.

Les figures 1a et 1b présentent la probabilité d'apparition de pluies pour les types de temps testés.



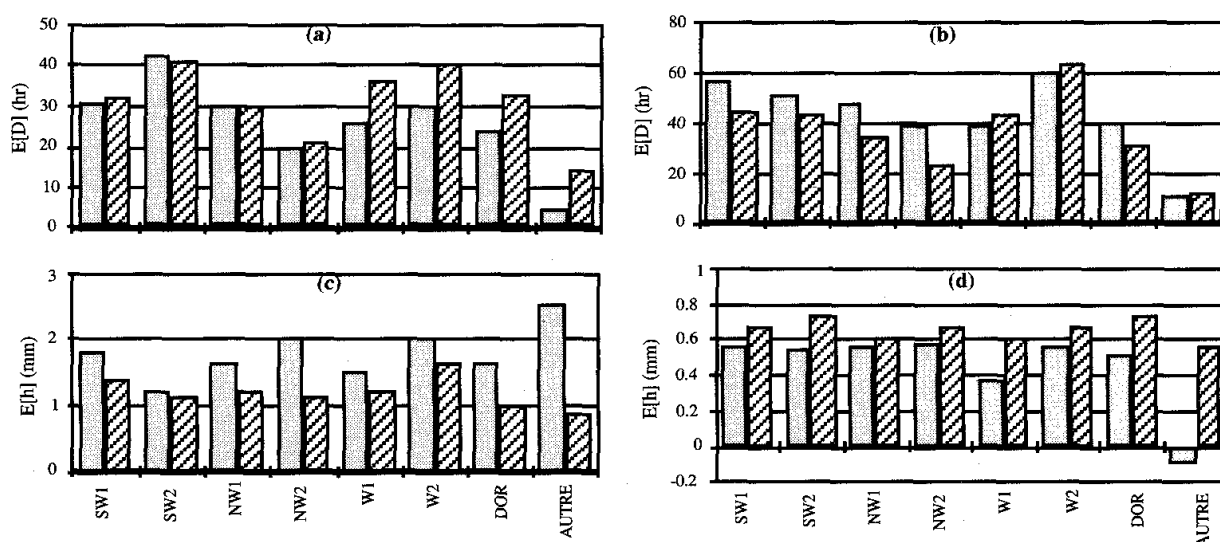
**Figure 1:** Probabilité d'apparition d'une pluie intense par groupe de type de temps (a) Saison humide (A: W1, W2, NW1, SW1; B: SW2, NW2; C: MT2, DOR; D: A1-A5, MT1, DES, MB) (b) Groupes de saison sèche (A: WZ, NW1, DOR; B: SW1, SW2; C: W1, NW2, MT1, DES, MB; D: A1-A5, MT2).

## 2.2 Caractéristiques d'un événement de pluie intense par type de temps

L'analyse a été effectuée pour chaque saison, séparément. Les événements ont été classifiés selon le type de temps et ensuite on a calculé les caractéristiques de l'événement pluvieux qui sont la durée, la hauteur totale, la hauteur horaire et l'intensité moyenne de l'événement pluvieux. De plus, pour les hauteurs horaires on a

calculé le coefficient d'autocorrélation au pas 1. Plus particulièrement, pour la saison sèche, le nombre réduit des événements les similarités entre les caractéristiques de la pluie par type de temps et la similarité des situations météorologiques entre les types de temps nous a conduits à grouper les types des temps en quatre catégories. La première comprend les types d'ouest W1 et W2 et les types de sud-ouest SW1 et SW2. La deuxième catégorie comprend les types de nord-ouest (NW1, NW2) et la troisième le type DOR. La quatrième catégorie comprend tous les autres types. Les analyses ont été faites à la fois sur la pluie spatiale et la pluie ponctuelle (à la station de Krikello). La durée d'un événement de pluie spatiale correspond au temps écoulé entre le tout premier début de la pluie à toutes les stations et sa cessation à toutes les stations. Pour les hauteurs de pluie spatiale (totale et horaire) on a tout simplement considéré la moyenne sur les trois stations. L'intensité moyenne s'obtient par la hauteur totale divisée par la durée de l'événement.

Les tableaux 2 et 3 montrent respectivement pour la pluie ponctuelle et la pluie spatiale, les moyennes et les écarts-type des caractéristiques des événements de pluie par type de temps et par saison de l'année. La figure 2 présente, pour la saison humide, les moyennes des durées, des hauteurs totales et des intensités moyennes ainsi que les coefficients d'autocorrélation des hauteurs horaires au pas 1. Les mêmes caractéristiques sont présentées sur la figure 3 pour la saison sèche.



**Figure 2:** Caractéristiques d'événements de pluie intense pour la saison humide, par type de temps sur une base ponctuelle (couleur claire) et spatiale (couleur sombre): (a) durée moyenne, (b) hauteur totale moyenne, (c) intensité moyenne, et (d) coefficient d'autocorrélation au pas 1.

Les tableaux 2 et 3 ainsi que les Figures 2 et 3 nous permettent de noter que

- Les échantillons de toutes les caractéristiques de l'événement de pluie ponctuelle et surtout la hauteur horaire ont une variance importante.
- Les types de temps groupés comme "autres" pour les deux saisons ne sont pas caractérisés par des phénomènes météorologiques qui justifient la réalisation

















