



HAL
open science

LES PRECIPITATIONS A BUCAREST ET A BUZAU (ROUMANIE) ET LEURS RELATIONS AVEC LES TYPES DE CIRCULATION ATMOSPHERIQUE

Myriam Traboulsi, Maria-Alexandra Chelu, Konstadia Tolika, Christina Anagnostopoulou, Jean Tegoulis, Liliana Zaharia, Panagiotis Maheras

► To cite this version:

Myriam Traboulsi, Maria-Alexandra Chelu, Konstadia Tolika, Christina Anagnostopoulou, Jean Tegoulis, et al.. LES PRECIPITATIONS A BUCAREST ET A BUZAU (ROUMANIE) ET LEURS RELATIONS AVEC LES TYPES DE CIRCULATION ATMOSPHERIQUE. *Climat, eau et société : Changements et défis / Climate, Water and Society: Changes and challenges*, Université de Bucarest département de géographie, Jul 2023, Bucarest, Roumanie. hal-04878095

HAL Id: hal-04878095

<https://hal.science/hal-04878095v1>

Submitted on 20 Jan 2025

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LES PRÉCIPITATIONS A BUCAREST ET A BUZĂU (ROUMANIE) ET LEURS RELATIONS AVEC LES TYPES DE CIRCULATION ATMOSPHERIQUE

Myriam TRABOULSI^{1,2}, Alexandra CHELU^{3,4}, Konstadia TOLIKA⁵, Christina ANAGNOSTOPOULOU⁵, Jean TEGOULIAS^{5,6}, Liliana ZAHARIA³, Panagiotis MAHERAS⁵

¹ Université Libanaise, Faculté des Lettres, Corniche Mazraa, Beyrouth, Liban

² Archéorient – UMR 5133, Maison de l'Orient et de la Méditerranée, CNRS – Université Lyon 2, 7, rue Raulin, 69007 Lyon, France, traboulsim@yahoo.fr

³ Université de Bucarest, Faculté de Géographie, 1 N. Bălcescu Boulevard, 010041, Bucarest, Roumanie, mariaalexandra.chelu@gmail.com, zaharialili@hotmail.com

⁴ LETG-Rennes, UMR 6554CNRS – Université Rennes 2, France.

⁵ Département de Météorologie et Climatologie, Aristote Université de Thessaloniki, 54124, Grèce, maheras@geo.auth.gr, diatol@geo.auth.gr, chanag@geo.auth.gr

⁶ ELGA - Meteorological Applications Center, International Airport Macedonia, 55103 Thessaloniki, Greece. tegoulia@geo.auth.gr

Résumé : Ce travail propose l'analyse des relations entre les précipitations à Bucarest-Băneasa et à Buzău (deux stations météorologiques situées au sud de la Roumanie) et les types de circulation atmosphérique au niveau de 500 hPa pour la période 1951-2020. Les précipitations annuelles et saisonnières à Bucarest présentent des tendances positives non significatives tandis qu'à Buzău ces tendances sont négatives non significatives en été et en hiver, alors qu'elles sont positives non significatives au printemps et en automne. Afin de comprendre ce phénomène, nous avons étudié les tendances des précipitations en relation avec les types de circulation atmosphérique. Il en résulte que les tendances des hauteurs de précipitations, correspondant aux types de circulation à caractère très pluvio-gène, à savoir les types C, Cwsw et Cse sont positives non significatives pour les deux premiers types, notamment à Bucarest et négatives significatives pour le type Cse pour l'année et pour l'été à Bucarest et pour l'année, l'hiver et l'automne à Buzău.

Mots-clés : Types de circulation, tendance, Précipitations, Roumanie.

Abstract: *Precipitation in Bucharest and Buzău (Romania) and their relationships with atmospheric circulation types.* This work proposes the analysis of the relationship between precipitation in Bucharest -Băneasa and Buzău (two weather station located in in southern Romania) and the types of circulation at 500 hPa level for the period 1951-2020. Annual and seasonal precipitation in Bucharest shows non-significant positive trends, while in Buzău these trends are non-significant negative in summer and winter, while they are non-significant positive in spring and autumn. To understand this phenomenon, we studied precipitation trends in relation to atmospheric circulation types. As a result, the trends in precipitation heights corresponding to very rainy circulation types C, Cwsw and Cse are positive and not significant for the first two types, in particular in Bucharest, and negative significant for the Cse type for the year and the summer in Bucharest and for the year the winter and autumn in Buzău.

Keywords: Circulation types, trend, precipitation, Romania.

Introduction

Située géographiquement dans la partie centrale de l'Europe, la Roumanie a un climat tempéré de transition entre celui océanique et continental, avec des différences spatiales induites par la présence des Carpates (qui atteignent 2544 m d'altitude) et par des facteurs et influences climatiques régionaux (par ex., le voisinage de la Mer Noire, les influences méditerranéennes etc.) (Zaharia *et al.*, 2022). La hauteur annuelle des précipitations en Roumanie varie entre 300 – 400 mm dans le sud-est du pays et plus de 1200 mm (jusqu'au 1600 mm), dans les Carpates (ANM, 2008). Les pluies les plus importantes se produisent entre avril et juillet (avec un maximum en mai- juin), tandis que les plus faibles se produisent en hiver (avec un minimum en janvier - février) dans la région montagneuse et en automne (avec minimum en septembre - octobre), dans les plaines. Le principal maximum printanier et le secondaire de la fin de l'automne peuvent être associés à l'activité cyclonique intense en Méditerranée (ANM, 2008).

Ce travail a pour objectif d'analyser les relations entre les précipitations et les types de circulation atmosphérique au niveau de 500 hPa pour deux stations météorologiques situées au sud du pays, dans la Plaine Roumaine, une région avec des enjeux socio-économiques très importants et des forts besoins en eau et, par conséquent, sensible à la variabilité pluviométrique. Les dernières décennies le sud de la Roumanie semblent être affecté par des tendances à l'aridité (Prăvălie *et al.*, 2019, Chelu *et al.*, 2020, 2022), d'où l'intérêt des études portant sur la variabilité pluviométrique dans la région.

1. Données et méthodes

Cette étude repose sur les données pluviométriques quotidiennes des stations de Bucarest – Băneasa (ci-après nommé Bucarest) et de Buzău, situées au sud de la Roumanie, dans la Plaine Roumaine (Figure 1) respectivement à des altitudes de 90 m et 97 m, pour la période 1951-2020, extraites de la base de données ECA&D (European Climate Assessment & Dataset) librement accessible au lien <https://www.ecad.eu/>. Sur la base de ces données, nous avons calculé le nombre de jours des précipitations ($j \geq 0,1$ mm) et les hauteurs des précipitations saisonnières et annuelles. Pour l'étude des types de circulation atmosphérique, nous avons utilisé la méthode de classification automatique des types de circulation développée par Anagnostopoulou *et al.*, (2009) applicable partout dans le monde. Les tendances linéaires et leurs significativité statistiques ont été identifiées à l'aide du teste de Mann-Kendall. Nous avons choisi les deux stations car elles sont situées dans la partie Plaine de la Roumanie avec les plus importants enjeux socio-économique du pays, englobant la capitale du pays, la ville de Bucarest.



Figure 1. Localisation des deux stations météorologiques analysées (encadrées en rouge)

2. Précipitations annuelles et saisonnières

La station de Bucarest reçoit un total moyen annuel des précipitations plus élevé que celle de Buzău (619 mm contre 527,7 mm), avec un maximum estival (35 % des précipitations en moyenne tombent en été). Les mois de printemps et d'automne enregistrent en moyenne respectivement 26 et 22 % du total annuel et, enfin, l'hiver enregistre le minimum des précipitations. Les précipitations annuelles et saisonnières à Bucarest présentent des tendances positives non significatives tandis qu'à Buzău ces tendances sont négatives non significatives excepté au printemps et en automne où elles sont positives non significatives (Tableau 1).

Tableau 1. Tendances des hauteurs des précipitations (1) et des jours de précipitations(2) à Bucarest et à Buzău (1951-2020). Les tendances significatives au seuil de 5 % selon le test Mann Kendall sont marquées par une étoile.

Station (1)	Hiver	Printemps	Été	Automne	Année
Bucarest	+	+	+	+	+
Buzău	-	+	-	+	-
Station (2)	Hiver	Printemps	Été	Automne	Année
Bucarest	-	-	-	+	-
Buzău	-*	-	-	+	-

En ce qui concerne les tendances des jours de précipitations, elles apparaissent partout semblables (négatives non significatives) excepté pour l'automne où elles sont positives non significatives et en hiver pour la station de Buzău (négatives significatives, Tableau 1).

3. Types de circulation : description, fréquences et tendances

La classification comprend 5 types anticycloniques et 7 cycloniques. Le calcul des fréquences relatives annuelles moyennes (Tableau 2) montre que les types anticycloniques représentent 50,8 % du total des jours pour la période étudiée alors que les types cycloniques n'entrent que pour 49,2 %. Al'échelle saisonnière, les types anticycloniques sont majoritaires en été (68,7 %) et en automne (56,2 %), tandis que les types cycloniques sont majoritaires en hiver (62,8 %) et au printemps (59,0 %).

Tableau 2. Tendances et fréquences des types de circulation atmosphérique en Roumanie pour la période 1951-2020. Les tendances significatives au seuil de 5 % selon le test Mann-Kendall sont marquées par une étoile.

	Types anticycloniques		Types cycloniques	
	Fréquence (%)	Tendance	Fréquence (%)	Tendance
Année	50,8	+*	49,2	-*
Hiver	37,2	+*	62,8	-*
Printemps	41,0	+*	59,0	-*
Été	68,7	+*	31,3	-*
Automne	56,2	+*	43,8	-*

Selon le Tableau 3, à l'échelle annuelle, le type Cse est le plus fréquent (10,8 %) parmi les types cycloniques tandis que, parmi les types anticycloniques, c'est le type Asw (13,5 %) le plus fréquent. A l'échelle saisonnière (Tableau 3) ce dernier type enregistre la plus grande fréquence en été (17,1 %), en automne (16,3 %), et au printemps (11,1 %). Pour les types cycloniques, les types Cse (17 %) et Cne (14,9 %) sont les plus fréquents en hiver, le type C (8,9 %) en automne et enfin le type Csw (11,9 %) en hiver.

Les types anticycloniques (Tableau 2) affichent une tendance à la hausse significative au seuil de 5 %, selon le test Mann-Kendall, aux échelles saisonnières et annuelle. Par contre, les types cycloniques affichent une tendance négative significative pour les mêmes échelles temporelles.

Tableau 3. Fréquences saisonnières et annuelles (en %) des types de circulation à Bucarest et Buzău (1951-2020)

	Anw	Ane	A	Asw	Ase	C	Cnnw	Cwnw	Csw	Cssw	Cse	Cne
Année	7,9	9,5	7,1	13,5	12,8	7,5	2,5	4,2	9,8	3,7	10,8	10,7
Hiver	6,1	6,2	3,2	9,5	12,1	5,7	3,9	3,9	11,9	5,5	17,0	14,9
Printemps	9,4	6,9	3,1	11,1	10,4	6,8	3,3	5,0	10,4	4,7	14,1	14,6
Été	9,8	13,0	13,2	17,1	15,7	8,4	0,8	3,8	6,4	1,7	5,4	4,9
Automne	6,2	9,0	9,0	16,3	12,8	8,9	2,1	4,1	10,5	3,1	6,7	8,4

4. Relations entre les types de circulation atmosphérique et les précipitations

Les types anticycloniques s'expriment par une stabilité atmosphérique, donc par la relative rareté des précipitations. En effet, ces types engendrent en moyenne 22,8 % des précipitations totales alors que les types cycloniques représentent 77,2 % des hauteurs totales (Tableau 4). A l'échelle annuelle, c'est le type C qui enregistre le plus fort pourcentage de précipitations en moyenne (21,1 %) suivi par le type Csw (19,5 %) et le type Cse (12,8 %). A l'échelle saisonnière, les précipitations du type C dominent en automne (30,5 %) et en été (22,6 %), suivi par le type Csw pour les précipitations de l'hiver (30,8 %) et le type Cse (19,1 %) pour les précipitations du printemps (Tableau 4).

Tableau 4. Pourcentages des précipitations par type de circulation, en moyenne, à Bucarest et à Buzău (1951-2020)

Bucarest	Anw	Ane	A	Asw	Ase	C	Cnnw	Cwnw	Csw	Cssw	Cse	Cne
Année	4,0	4,7	1,3	5,0	7,4	20,4	2,0	4,3	19,8	9,6	13,7	7,9
Hiver	1,1	1,3	0,1	1,2	3,4	12,4	3,6	3,8	29,2	13,1	18,8	12,1
Printemps	3,2	2,5	0,9	3,0	5,1	16,6	2,8	5,3	18,1	11,1	20,6	10,8
Été	6,8	8,7	2,9	9,3	12,6	22,5	0,8	4,1	13,7	5,1	9,6	3,9
Automne	3,3	4,5	0,6	4,5	6,0	28,8	1,2	4,1	22,4	11,2	7,0	6,4
Buzău	Anw	Ane	A	Asw	Ase	C	Cnnw	Cwnw	Csw	Cssw	Cse	Cne
Année	3,7	4,4	1,6	5,9	7,6	21,8	2,1	6,1	19,2	8,0	11,8	7,7
Hiver	0,5	0,9	0,0	1,9	3,6	13,8	3,6	5,5	32,3	12,2	15,1	10,6
Printemps	3,5	1,8	0,4	4,6	5,3	17,3	3,2	6,6	18,1	10,0	17,5	11,5
Été	6,3	8,2	3,7	9,0	12,0	22,6	0,8	6,6	12,5	4,3	9,4	4,5
Automne	1,8	3,3	0,5	5,0	5,6	31,9	2,0	4,9	22,7	9,1	6,8	6,5

L'examen des tendances du nombre de jours des précipitations par type de circulation (non illustré) révèle qu'elles sont positives pour la majorité des types anticycloniques à l'échelle annuelle et saisonnière, quelquefois significatives à l'échelle annuelle (Asw et Ase). Concernant les types cycloniques, ces tendances sont négatives et significatives à l'échelle annuelle (Cwnw, Cse et Cne). A l'échelle saisonnière, la tendance varie d'un type à l'autre. Les 3 types, Cwnw, Cse et Cne affichent une tendance à la baisse significative durant toutes les saisons. Le type C qui est très pluvieux présente également des tendances négatives significatives en hiver et en été et le type Csw uniquement en été.

A l'échelle annuelle, les hauteurs des précipitations ainsi que leur nombre de jour par type de circulation cyclonique (Tableau 5) affichent une tendance négative et significative pour un certain nombre de types (Cwnw, Cse), mais pour d'autres types la tendance est positive non significative (C, Csw). A l'échelle

saisonnaire, la tendance à la baisse est la même que celle du nombre de jours en automne et en hiver pour le type Cwnw, mais elle n'est pas significative en automne. Enfin, les tendances des types C et Cwsw qui sont, en moyenne, les plus pluvieux apparaissent positives non significatives durant toutes les saisons pour la station de Bucarest (excepté en été pour le type Cwsw), tandis que pour la station de Buzău elles sont positives uniquement au printemps et en automne.

Tableau 5. Tendances des hauteurs des précipitations par type de circulation à Bucarest et à Buzău (1951-2020). Les tendances significatives sont marquées par une étoile ; ss = sans tendance

Bucarest	Anw	Ane	A	Asw	Ase	C	Cnnw	Cwnw	Cwsw	Cssw	Cse	Cne
Année	+	ss	+	+*	+*	+	ss	-*	+	+	-*	ss
Hiver	-*	ss	-*	-	ss	+	ss	-*	+	+	-	ss
Printemps	+	-*	ss	+	+	+	-*	-*	+	-	-	ss
Été	+	-	-	+*	+*	+	ss	-*	-	ss	-*	-*
Automne	ss	ss	-*	+	+	+	-*	-*	+	ss	-	ss
Buzău	Anw	Ane	A	Asw	Ase	C	Cnnw	Cwnw	Cwsw	Cssw	Cse	Cne
Année	+*	ss	-	+*	+*	ss	+	-*	+	-	-*	-
Hiver	ss	-*	ss	-	ss	ss	ss	-*	-	ss	-*	-
Printemps	+	ss	ss	+	+	+	-*	-*	+	-	-	-
Été	+	-	-	+	+*	-	ss	-*	-	ss	-	-*
Automne	ss	-	-*	+	+	+	-*	-	+	-	-*	ss

Discussion et conclusion

Les précipitations annuelles et saisonnières à Bucarest présentent des tendances positives non significatives tandis qu'à Buzău ces tendances sont négatives non significatives, excepté au printemps et en automne où elles sont positives non significatives. En ce qui concerne les tendances des jours des précipitations, elles apparaissent partout semblables (négatives non significatives), excepté en automne où elles sont positives non significatives et en hiver pour la station de Buzău (négatives significatives). Ces résultats se traduisent probablement par une hausse de l'intensité moyenne des précipitations notamment à Bucarest.

La pluviosité des types cycloniques est élevée, avec un pourcentage égal à 77,2 % des précipitations totales alors que les types anticycloniques représentent 22,8 % des hauteurs totales. Le caractère pluviogène élevé d'un certain nombre de types de circulation (C, Cwsw, Cse), ainsi que les tendances des précipitations qu'ils engendrent sont en relation avec les tendances positives (Bucarest) ou négatives (Buzău) non significatives des précipitations annuelles et saisonnières des deux stations. Ceci peut expliquer la hausse des précipitations non significative à Bucarest, ainsi que partiellement celle de la baisse des pluies non significative à Buzău. D'autre part, le signe inverse entre des tendances des hauteurs et des jours de pluies peut se traduire par une augmentation de l'intensité des précipitations notamment à Bucarest.

Bibliographie

ANM (Administration Nationale de Météorologie), 2008 : *Clima României*. Académie Roumaine, 365 pages.

Anagnostopoulou C., Tolika K., & Maheras P., 2009 : Classification of circulation types: a new flexible automated approach applicable to NCEP and GCM datasets. *Theoretical and Applied Climatology*, **96**, 3-15.

Chelu Al., Zaharia L., Toroimac G., 2020: Temporal and Spatial Variability of Drought Based on SPEI Analysis in Southeastern Romania. In *Air and Water – Components of the Environment Conference Proceedings*, Cluj-Napoca, Romania, 71-80.

Chelu A., Zaharia L., Dubreuil V., 2022: Estimation of climatic and anthropogenic contributions to streamflow change in southern Romania. *Hydrological Sciences Journal*, **67**:10, 1598-1608, DOI: 10.1080/02626667.2022.2098025.

Prăvălie R., Piticar A., Roșca B., Sfică L., Bandoc G., Tiscovschi A. & Patriche C., 2019: Spatio-temporal changes of the climatic water balance in Romania as a response to precipitation and reference evapotranspiration trends during 1961–2013. *Catena*, **172**, 295–312, <https://doi.org/10.1016/j.catena.2018.08.028>.

Zaharia L., Ioana-Toroimac G., Morosanu G-A., 2022 : Impacts du changement climatique sur l'écoulement des rivières en Roumanie, 35^{ème} colloque annuel de l'Association Internationale de Climatologie, 109–115, http://www.meteo.fr/cic/meetings/2022/aic/actes/montagne_et_eau.pdf.