

ÉVALUATION DES PHÉNOMÈNES DE DESSÈCHEMENT ET DE SÉCHERESSE DANS LA ZONE CONTINENTALE DU PLATEAU DE LA DOBROUDJA DU SUD

IONAC N. ⁽¹⁾, GRIGORE E. ⁽¹⁾, CONSTANTIN (OPREA) D.M. ⁽¹⁾

(1) Université de Bucarest, Faculté de Géographie, Département de Météorologie et Hydrologie, 1 Boulevard Nicolae Bălcescu, 010041 Bucarest, Roumanie [ionac.nicoleta@gmail.com, ela_zigzag@hotmail.com, oprea.constantin@geo.unibuc.ro]

Résumé – Cette étude fait une évaluation des phénomènes de dessèchement et de sécheresse dans la partie continentale du plateau de Dobroudja à partir d'une analyse quantitative soit des indices climatiques (indice hydro-thermique, indice d'aridité de de Martonne, indice pluviométrique d'Angot, facteur de pluie de Lang etc.), soit des diagrammes climatiques de type Péguy et Walter-Lieth. Dans ce but, nous avons utilisé les données climatologiques de trois stations météorologiques recueillies entre 1965–2000. L'analyse quantitative des indices d'évaluation des phénomènes de dessèchement et de sécheresse et des diagrammes climatiques montre une hausse légère de leur fréquence et de leur intensité de l'ouest vers l'est dans la zone continentale du plateau de Dobroudja du Sud malgré l'effet de modérateur thermique et d'humidité de la Mer Noire qui se trouve à côté.

Mots-clés : dessèchement, sécheresse, indices climatiques, plateau de la Dobroudja du Sud.

Abstract – Evaluation of dryness and drought phenomena in the mainland of South Dobroudja Plateau. This study makes an evaluation of dryness and drought phenomena in the mainland of South Dobroudja Plateau, on the basis of quantitative analysis of climatic indexes (hydrothermal index, De Martonne aridity index, Angot pluviometric index, Lang rain factor etc) or type Péguy and Walter-Lieth charts. For that purpose, we used climatological data from three meteorological stations gathered between 1965-2000. Based on the comparative analysis of the assessment indices of dryness and drought phenomena and from the graphs, we found, for the mainland of South Dobroudja Plateau, a slight increase in the frequency and intensity of this phenomena, from west to east, despite the effect of a thermal and moisture moderator of the Black Sea nearby.

Keywords: dryness, drought, climatic indexes, South Dobroudja Plateau.

Introduction

Étant donné la très grande variabilité du climat, manifestée par la hausse relative de la fréquence et de l'intensité des phénomènes extrêmes, l'étude du dessèchement et de la sécheresse peut constituer un très bon outil de mise en place de mesures adéquates pour réduire et combattre leurs effets négatifs sur la population et les activités humaines. Parmi ces effets, la tendance à l'aridité du climat est l'un des phénomènes climatiques actuels les plus suivis et étudiés, aux niveaux global et régional, surtout à cause des influences insidieuses à long terme sur les communautés humaines et sur l'économie. Cette tendance s'observe en Roumanie surtout dans les zones du sud et sud-est où la majorité des cultures agricoles nécessite l'irrigation pour optimiser les productions (Bogdan, 2002). À partir de ces constats, cette étude fait une évaluation des phénomènes de dessèchement et de sécheresse dans la partie continentale du plateau de la Dobroudja du Sud à partir d'une analyse quantitative soit des indices climatiques, soit des diagrammes climatiques de type Péguy et Walter-Lieth (Deniz *et al.*, 2011).

Le plateau de la Dobroudja du Sud est situé au S-E de la Roumanie. C'est un plateau tabulaire avec des inter-fleuves horizontaux, un relief creusé, une altitude moyenne d'environ 150 m et des bords abrupts vers la Mer Noire et vers le Danube, représentant 2,6 % de la surface du pays (Figure 1 – à gauche).

1. Données et méthodes

L'évaluation des phénomènes de dessèchement et de sécheresse de la zone continentale du plateau de Dobroudja du Sud a utilisé les données climatologiques des stations météorologiques de Hârşova, Medgidia et Adamclisi, recueillies entre 1965-2000 (Figure 1 – à droite). Hârşova est située à l'altitude de 37,5 m, sur la rive droite du Danube; Medgidia se trouve à une altitude de 69,5 m, dans la vallée de Carasu et Adamclisi se trouve à 158 m, sur

le plateau d'Oltina, subdivision du plateau de la Dobroudja du Sud. Suite à leur emplacement à des latitudes différentes et à leur différence d'altitude (120,5 m), ces stations météorologiques sont considérées comme représentatives de la zone continentale du plateau de la Dobroudja du Sud.

À partir de ces données, les indices climatiques suivants ont été calculés: *facteur de pluie de Lang*, *indice hydro-thermique*, *indice de Gams*, *indice d'aridité de de Martonne*, *bilan conventionnel de l'humidité (K)*, *coefficient d'Angot* et *indice pluviométrique d'Angot*, dont les distributions spatiales et temporelles donnent une image pertinente du niveau de dessèchement ou de l'humidité disponible dans le plateau de la Dobroudja du Sud (Lebourgeois *et al.*, 2005).

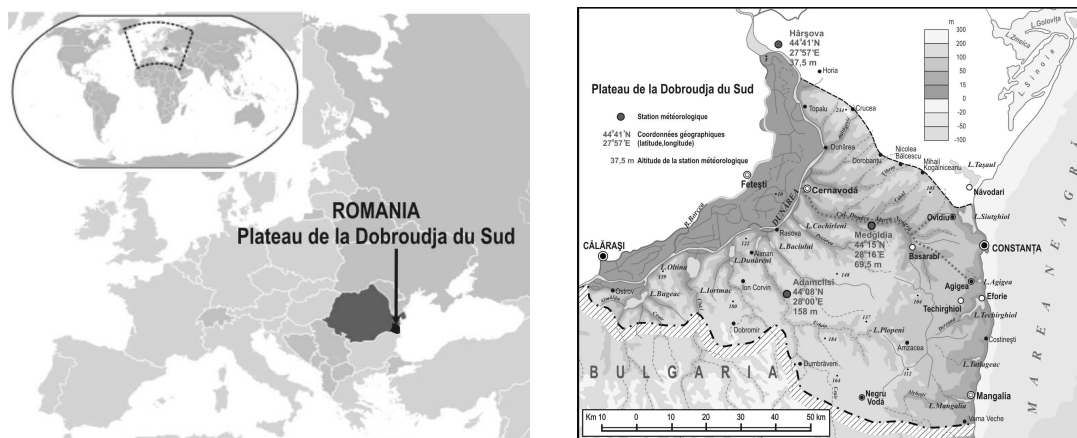


Figure 1. Emplacement géographique du plateau de la Dobroudja du Sud en Roumanie et en Europe (à gauche) et emplacement géographique des 3 stations météorologiques utilisées sur le plateau de la Dobroudja du Sud (à droite)

Le calcul des indices climatiques a été fait à partir de formules mathématiques simples, consacrées, qui mettent en évidence dans leur majorité le niveau différent d'évolution des 2 éléments climatiques fondamentaux (température et précipitations) pour évaluer le niveau de dessèchement et de sécheresse du territoire analysé (Croitoru *et al.*, 2012).

Le facteur de pluie de Lang ($\text{mm}/^{\circ}\text{C}$), nommé aussi *indice pluviométrique*, est le rapport entre la quantité annuelle de précipitations atmosphériques et la température moyenne de l'air. **L'indice hydro-thermique** (I_h) est calculé comme le produit de la température moyenne annuelle de l'air ($^{\circ}\text{C}$) et de la lame d'eau annuelle (en mm) divisé par 1000, $I_h = (T \cdot P / 1000)$. **L'indice de Gams** (mm/m) est le rapport entre la quantité annuelle de précipitations et l'altitude de la station météorologique. **L'indice d'aridité de de Martonne** (I_a ; $\text{mm}/^{\circ}\text{C}$) est un indicateur utile pour caractériser le phénomène d'aridité en exprimant le caractère restrictif pour certaines formations végétales : $I_a = P / (T + 10)$, où P est la quantité annuelle de précipitations, T est la température moyenne annuelle de l'air. **Le bilan conventionnel de l'humidité ou indice K** ($\text{mm}/^{\circ}\text{C}$) exprime le niveau de potentialité climatique propice à la végétation forestière. Il est le rapport entre la quantité de précipitations de la période pendant laquelle la moyenne mensuelle est $\geq 10^{\circ}\text{C}$ et la somme des températures mensuelles de la même période. **Le rapport d'Angot** (mm) est le rapport entre la quantité de précipitations du semestre chaud et la quantité de précipitations du semestre froid, étant un indicateur du niveau de continentalisme climatique. **L'indice pluviométrique d'Angot** (mm) est le rapport entre la quantité moyenne par jour des précipitations d'un mois et la quantité moyenne annuelle par jour des précipitations. La formule de calcul est $K = q \cdot 365 / Q \cdot n$, où K est l'indice d'Angot, q est la quantité de précipitations moyennes mensuelles, Q est la quantité annuelle de précipitations, 365 est le nombre de jours d'une année calendrier conventionnelle et n est le

nombre de jours d'un mois (février a 28 jours). Cet indice est utilisé pour établir les caractéristiques pluviométriques pour chaque mois.

Bien que les analyses quantitatives exprimées par divers indices climatiques soient pertinentes pour évaluer les phénomènes de risque atmosphériques et climatiques (Keyantash, 2002), les produits graphiques, comme par exemple les diagrammes climatiques, permettent aussi une interprétation de qualité des caractéristiques pluvio-thermiques des mois (diagrammes climatiques de type Péguy) ou de la période d'une année avec des phénomènes de dessèchement et de sécheresse (diagrammes climatiques Walter-Lieth).

2. Résultats et discussions

Le plateau de la Dobroudja du Sud se caractérise par un niveau plus élevé de continentalisme par rapport à la partie ouest, le régime et la distribution territoriale des précipitations atmosphériques y sont déterminés par les caractéristiques de la circulation générale de l'atmosphère, les particularités de la surface active et la présence du Danube et de la Mer Noire à proximité (Tiscovschi *et al.*, 2013). À la suite du processus d'évaporation des deux surfaces aquatiques, l'apparition d'inversions thermiques associées à la subsidence de l'air est possible et la dispersion des systèmes de nuages entraîne la réduction ou l'absence des précipitations. Entre 1965-2000, dans la zone continentale du plateau de la Dobroudja du Sud, les quantités annuelles moyennes de précipitations varient entre 408 mm à Hârșova, 437 mm à Medgidia et 473 mm à Adamclisi, avec une quantité moyenne annuelle de 439 mm estimée pour la zone continentale du plateau. En ce qui concerne les variations à long terme des précipitations en Roumanie et donc aussi dans la zone continentale du plateau de la Dobroudja du Sud, nous avons trouvé que, pendant les dernières décennies, les quantités ont baissé, mais elles se maintiennent dans les limites de la variabilité naturelle (Ciulache *et al.* 2003).

Le niveau de continentalisme de la zone étudiée peut être exprimé par la valeur des indices climatiques. Par exemple, le calcul du *facteur de pluie de Lang* a donné des valeurs multi-annuelles et annuelles entre 37,4 à Hârșova et 43,8 à Adamclisi (Tableau 1). Les valeurs en-dessous de 70 indiquent un climat semi-aride. La différence entre les deux stations météorologiques, Adamclisi et Hârșova, n'est pas très grande, elle résulte de petites différences d'altitude. *L'indice hydro-thermique* a les mêmes particularités que le *facteur de pluie de Lang*, ainsi que, dans la zone continentale du plateau de la Dobroudja du Sud, ses valeurs oscillent entre 4,4 à Hârșova et 5,1 à Adamclisi. Le calcul de *l'indice de Gams* indique un écart des valeurs entre 3 pour Adamclisi et 10,9 pour Hârșova, inversement proportionnel avec l'altitude (Tableau 1).

Tableau 1. Distribution des indices climatiques dans la zone continentale du plateau de la Dobroudja du Sud, entre 1965-2000

| Indice climatique / station météorologique | Hârșova | Medgidia | Adamclisi |
|--|---------|----------|-----------|
| Facteur de pluie de Lang | 37,4 | 39,7 | 43,8 |
| L'indice hydro-thermique | 4,4 | 4,7 | 5,1 |
| L'indice de Gams | 10,9 | 6,3 | 3 |
| L'indice d'aridité de de Martonne | 19,5 | 20,8 | 22,8 |
| Le bilan conventionnel de l'humidité (K) | 2,2 | 2,4 | 2,6 |
| Le rapport d'Angot | 1,6 | 1,5 | 1,4 |

Les conditions de sécheresse sont exprimées par *l'indice d'aridité de de Martonne*, qui indique des valeurs réduites en cas de sécheresse et des valeurs élevées en cas de climat humide (De Martonne, 1926). Dans le périmètre analysé, les valeurs de cet indice varient entre 19,5 à Hârșova, 20,8 à Medgidia et 22,8 à Adamclisi ; la différence entre les trois stations météorologiques n'est pas significative. Ainsi, on voit un périmètre réduit dans la partie

nord-ouest de la zone continentale du plateau de la Dobroudja de Sud avec un climat semi-aride, tandis que le reste de la zone a un climat sub-humide, selon la classification des limites d'applicabilité de cet indice. *Le bilan conventionnel de l'humidité ou l'indice K* exprime le niveau de favorabilité climatique pour la végétation forestière, ainsi que n'importe quelle valeur égale à l'unité caractérise les conditions climatiques de steppe tandis que les valeurs au-dessus de l'unité caractérisent les conditions de silvo-steppe dans le périmètre analysé. Cet indice a des valeurs entre 2,2 à Hârşova et 2,6 à Adamclisi, ce qui indique qu'à l'intérieur du plateau il y a des conditions favorables, de point de vue des quantités des précipitations, à l'apparition des forêts en favorisant ainsi les conditions de silvo-steppe. La présence de la végétation de steppe est conditionnée par les paramètres climatiques et aussi par les particularités de la surface active. *Le rapport d'Angot* est un autre indicateur du niveau de continentalisme climatique qui met en évidence le rôle de la convection thermique dans la genèse des précipitations. Les valeurs de cet indice varient dans la zone analysée entre 1,4 à Adamclisi et 1,6 à Hârşova. Ces valeurs s'expliquent par la baisse des précipitations dans le semestre chaud à cause de la continentalisation des masses d'air océanique qui y arrivent, vers l'est de la Roumanie. *L'indice pluviométrique d'Angot* est utilisé pour établir les caractéristiques pluviométriques pour chaque mois. Cet indice met en évidence la nuance climatique de chaque mois: la valeur < 1 indique un mois sec, la valeur unitaire indique un mois avec une distribution normale des précipitations tandis que la valeur > 1 indique un mois pluvieux (Greco *et al.*, 2014). Pour la zone continentale du plateau de la Dobroudja du Sud, la variation de l'indice d'Angot, pour la période analysée est présentée dans le Tableau 2.

Tableau 2. Variation des valeurs moyennes mensuelles de l'indice pluviométrique d'Angot, dans la zone continentale du plateau de la Dobroudja du Sud, entre 1965-2000

| Stations météorologiques / mois | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|-----------------------------------|---------------|-----|-----|-----|----------|-----|-----|------|---------------|-----|-----|-----|
| Hârşova | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,9 | 1,4 | 1,5 | 1,4 | 1,1 | 1,1 | 0,7 | 1 | 0,9 |
| Medgidia | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 0,9 | 1,3 | 1,5 | 1,3 | 1,1 | 1 | 0,8 | 0,9 | 0,9 |
| Adamclisi | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 1 | 1,2 | 1,6 | 1,2 | 1,1 | 1 | 0,9 | 1 | 0,9 |
| Valeur de l'indice d'Angot | < 1 | | | | 1 | | | | > 1 | | | |

On constate donc que toutes les stations météorologiques analysées enregistrent des valeurs inférieures à 1 généralement entre janvier-avril et octobre-décembre. Les valeurs unitaires ont été enregistrées en avril à Adamclisi, en septembre à Medgidia et Adamclisi et en novembre à Hârşova et Adamclisi. Dans la plus grande partie de la saison chaude, les valeurs sont supérieures à 1 dans toutes les stations météorologiques pour les mois de mai, juin, juillet et août. En septembre, la valeur de l'indice Angot est supra-unitaire uniquement à Hârşova. Les valeurs de l'indice oscillent entre 0,6 et 1,5 à Hârşova, entre 0,7 et 1,5 à Medgidia et entre 0,6 et 1,6 à Adamclisi. La zone continentale du Plateau de la Dobroudja de Sud peut être encadrée dans le type IV de répartition zonale des précipitations atmosphériques (Dragotă, 2006) et elle s'individualise par un niveau maximal pluviométrique bien profilé en juin, un niveau minimal en janvier ou février et des amplitudes annuelles significatives.

Pour mettre en évidence les caractéristiques climatiques et pour suivre les périodes de sécheresse et de dessèchement, nous avons fait des représentations graphiques sous forme de diagrammes climatiques de type Péguy ou Walter-Lieth (Figure 2).

L'analyse du diagramme climatique de type Péguy montre que les mois suivants peuvent être considérés arides: août, septembre et novembre pour la station de Hârşova, août et novembre pour la station de Medgidia et juillet et août pour la station d'Adamclisi. Le diagramme climatique Walter-Lieth met en évidence des périodes de dessèchement et de sécheresse de la manière suivante: pour la station de Hârşova, dessèchement entre avril-juillet

et sécheresse en août ; pour les stations de Medgidia et d'Adamclisi, le diagramme climatique ne met pas en évidence des périodes de sécheresse, mais des périodes de dessèchement entre avril-octobre pour la station de Medgidia et entre juin-octobre pour la station d'Adamclisi. Ces périodes ont un impact plus fort sur le paysage à cause de leur superposition avec la saison chaude.

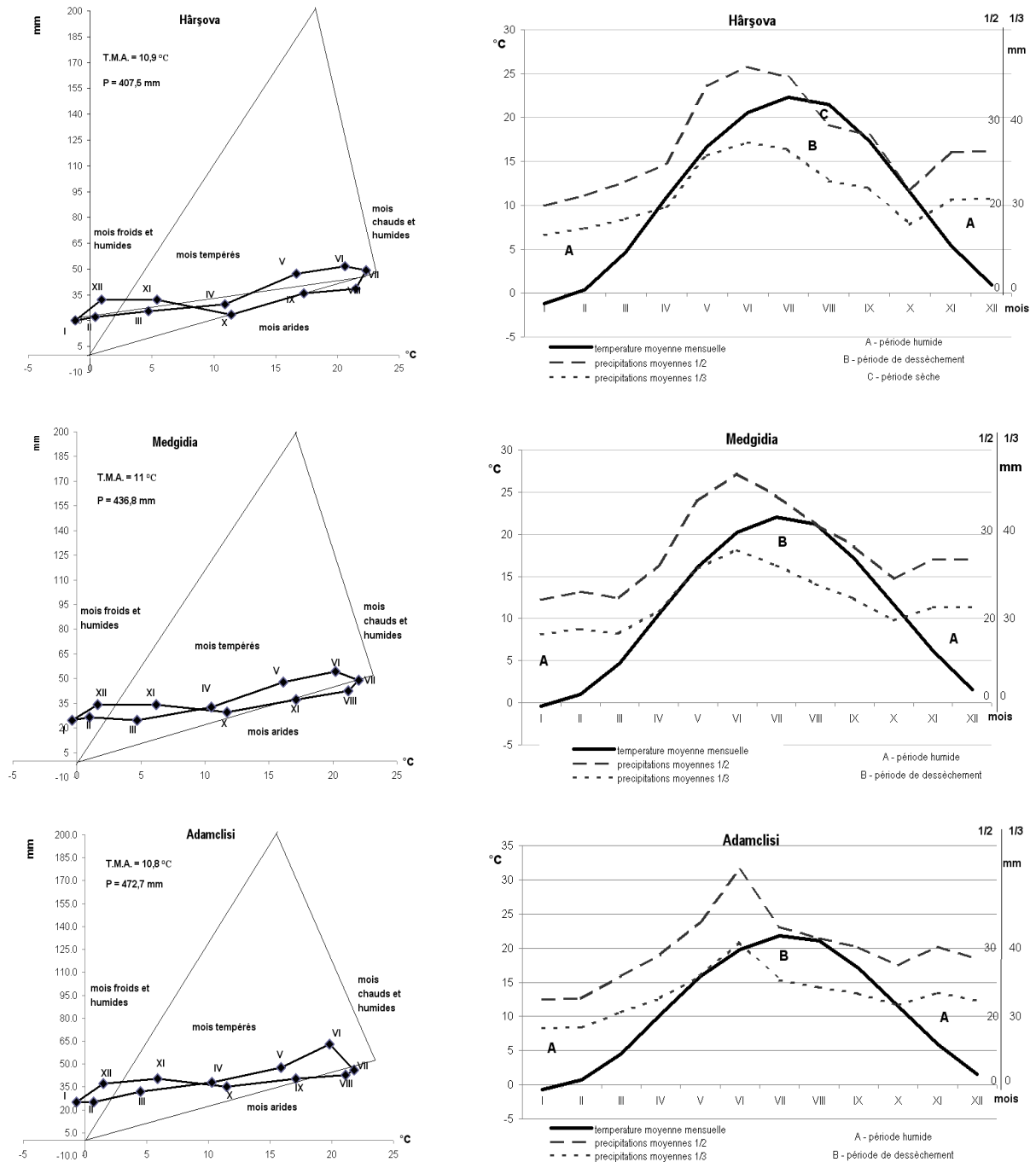


Figure 2. Diagramme climatique de type Péguy et Walter-Lieth pour les stations météorologiques de Hârşova, Medgidia et Adamclisi, entre 1965–2000

Conclusions

Cette étude fait une évaluation des phénomènes de dessèchement et de sécheresse dans la zone continentale du plateau de la Dobroudja du Sud à partir d'une analyse quantitative

d'indices climatiques et de diagrammes climatiques qui montrent, de manière convergente, une hausse légère de la fréquence et de l'intensité des phénomènes associés de l'ouest vers l'est, malgré l'effet de modérateur thermique et de réservoir d'humidité de la Mer Noire qui se trouve à proximité. On constate aussi une baisse générale des quantités moyennes annuelles de précipitations du sud vers le nord et une hausse vers l'est, au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la Mer Noire. L'analyse spatiale des indices climatiques met en évidence l'interdépendance entre les conditions de température, précipitations et la distribution spatiale des formations de végétation. Il faut mentionner aussi le rôle des caractéristiques du relief (e.g., hypsométrie, morphologie) du périmètre analysé sur la distribution et le régime de variation des indices climatiques analysés. Parmi les facteurs météorologiques qui peuvent contribuer au déclenchement des phénomènes de dessèchement et de sécheresse, les régimes thermique et pluviométrique occupent une place prioritaire et l'évaluation de l'impact sur ces phénomènes de risque est représentée par l'analyse de la fréquence, de l'intensité et de la durée ainsi que par l'analyse de leur distribution spatio-temporelle, par leur suivi à l'échelle locale, régionale et globale. Le but final est en principe d'adopter les mesures les plus efficaces de prévention et de réduction des effets sur les récoltes et d'obtenir un rendement économique minimal correspondant à l'unité de surface (le rapport coût/bénéfice) pour chaque culture.

Références bibliographiques

- Bogdan O., 2002 : Formele de uscăciune și secetă, cele mai tipice riscuri climatice din Dobrogea. *Analele Universității Ovidius*, **I**, 1, 97-109.
- Ciulache S., Torică V., 2003 : Clima Dobrogei. *Analele Universității București*, **LII**, 81-103.
- Croitoru A.E., Piticar A., Imbroane A., Burada D., 2012 : Spatiotemporal distribution of aridity indices based on temperature and precipitation in the extra-Carpathian regions of Romania. *Theoretical and Applied Climatology*, DOI 10.1007/s00704-012-0755-2.
- Dragotă C.S., 2006 : *Precipitațiile excedentare în România*. Editura Academiei, București, 176 p.
- De Martonne E., 1926 : Aréisme et indice d'aridité. *Comptes rendus Académie des Sciences*, **181**, 1395-1398.
- Deniz A., Toros H., Incecik S., 2011 : Spatial variations of climate indices in Turkey. *International Journal of Climatology*, **31**, 3, 394-403.
- Greco F., Ioana-Toroimac G., Constantin (Oprea) D. M., 2014 : Le critère pluviométrique Angot dans la détermination de la susceptibilité du terrain aux aléas géomorphologiques en Roumanie. *Actes du XXVII^e Colloque de l'Association Internationale de Climatologie*, 441-446.
- Keyantash J., Dracup J., 2002 : The quantification of drought: an evaluation of drought indices. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **83**, 8, 1167-1180.
- Lebourgeois F., Piedallu C., 2005 : Appréhender le niveau de sécheresse dans le cadre des études stationnelles et de la gestion forestière à partir d'indices bioclimatiques. *Revue forestière française*, **LVII**, 4, 331-356.
- Tiscovschi A., Manea G., Cocos O., Vijulie I., Cuculici R., 2013 : Characteristics of aridity conditions in South Dobroudja. *Riscuri și catastrofe*, Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, **XII**, 12, 57-65.