



VARIABILITÉ DE L'ÉVAPORATION ET IMPACT SUR LA RESSOURCE EN EAU DU LAC CĂLDĂRUȘANI (ROUMANIE)

STAN Florentina^{1,2}

NECULAU Gianina²

ZAHARIA Liliana¹

IOANA-TOROIMAC Gabriela¹

MIHALACHE Sorin³

1) Faculté de Géographie, Université de Bucarest, Roumanie

2) Institut National d'Hydrologie et de Gestion des Eaux, Bucarest, Roumanie

3) Académie Roumaine, Institut de Géographie, Bucarest, Roumanie

Plan de l'exposé

1. Problématique et région d'étude

2. Objectifs

3. Données et méthodes

4. Résultats

5. Conclusions

1. Problématique et région d'étude

L'évaporation et l'évapotranspiration :

- composantes climatiques majeures du cycle de l'eau ;
- paramètres d'intérêt dans l'analyse du bilan hydrique.

Pourquoi cette étude?

L'étude de l'évaporation de la surface de l'eau libre et de l'évapotranspiration des plantes aquatiques permet d'analyser et d'estimer les variations du niveau et du volume d'eau stockée dans un lac.



L'évaporation à la surface de l'eau

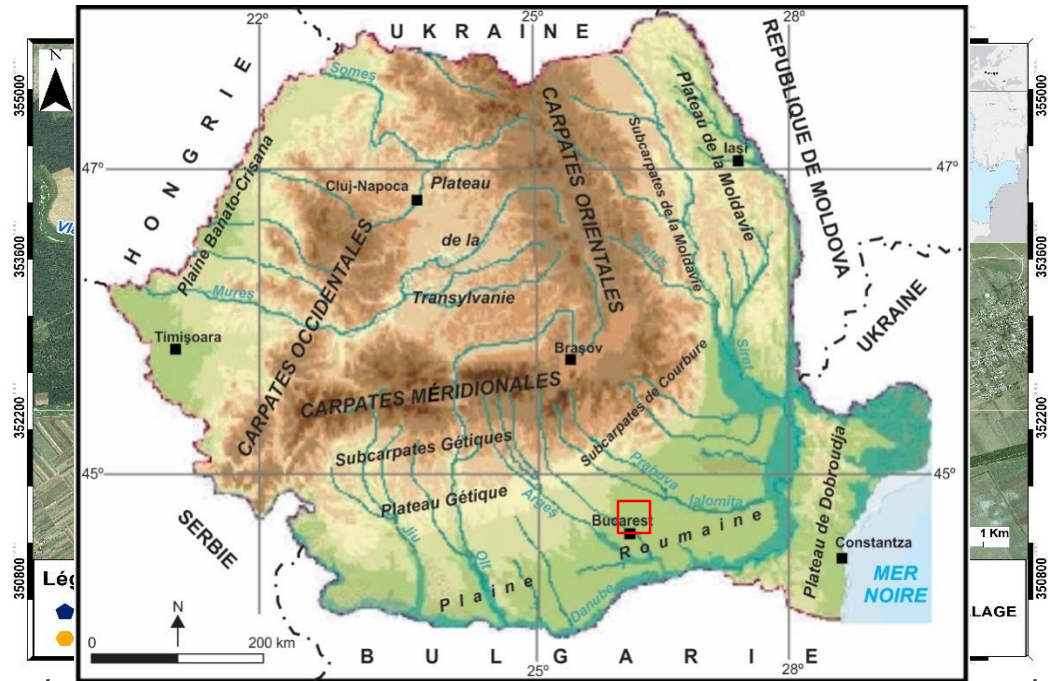
Très utile pour les gestionnaires des eaux, qui sont intéressés à estimer l'impact possible de ces processus sur le volume d'eau des lacs, afin de les gérer le mieux possible (Boyd, 1987).

Les résultats de ce travail complètent et actualisent ceux de quelques études antérieures réalisées en Roumanie dans ce domaine, basées sur des séries de données courtes et anciennes (réalisées pendant les années 1960-1970) .

1. Problématique et région d'étude

Le lac Căldărușani

- ❑ formé à la suite de l'effondrement des plaines (Cornaștea et Alăside); 85 m ;
- ❑ superficie du bassin versant : 219,3 km² ;
- ❑ superficie du lac : 2,4 km² ;
- ❑ profondeur maximale : 5 m ;
- ❑ longueur du lac : 6 km ;
- ❑ largeur : de 100 à 200 m ;
- ❑ volume total du lac Căldărușani : 9,8 millions de m³ pour un niveau du lac de 72,0 m ;
- ❑ fonctions principales : piscicole, irrigation et loisir. ;
- ❑ températures moyennes annuelles : 10,5 °C ;
- ❑ précipitations : 591 mm/an.



La localisation des stations de mesure analysées et l'extension de la végétation aquatique

(à partir de l'orthophotoplan de 2011, résolution spatiale de 0,5 m)

2. Objectifs

- d'analyser la variation temporelle de l'évaporation et de l'évapotranspiration mesurées à la surface du lac Căldărușani ;
- d'évaluer les volumes d'eau perdus par ces deux processus afin d'estimer leur impact sur la réserve en eau du lac.

3. *Données et méthodes*

❖ *Données*

- ❑ séries de données portant sur l'évaporation (1961-2014) et l'évapotranspiration (2009-2014) mesurées à la surface du lac Căldărușani ;
- ❑ données morphométriques (superficie, volume) et hydrologiques (niveau d'eau) du lac ;
- ❑ images aériennes (orthophotoplans) prises en 2010, 2011 et 2012 - pour déterminer la superficie de la végétation aquatique et la superficie de l'eau libre ;

❖ *Méthodes*

- ❑ analyses classiques des paramètres statistiques ;
- ❑ analyse de tendance avec le test de Mann-Kendall ;
- ❑ représentations cartographiques et analyses spatiales sous SIG ;
- ❑ estimation des volumes d'eau perdus (PE, millions de m³) par l'évaporation (E, mm) et l'évapotranspiration (ET, mm) en fonction de la superficie de l'eau libre (A_e, km²) et de la superficie couverte par végétation aquatique (A_v, km²) :

$$PE=10^3 \cdot E \cdot A_e \quad \text{et} \quad PE=10^3 \cdot ET \cdot A_v$$

3. Données et méthodes

❖ Les mesures d'évaporation et d'évapotranspiration

- ❑ mesure d'évaporation par flottant de type GCH 800 (même caractéristique que le bac évapotranspiromètre) ; installé au bord du lac, à l'intérieur duquel en avril, des roseaux sont semés à une profondeur d'environ 50 cm de sol ;



La station flottante placée au niveau du lac

Les plantes aquatiques au bord du lac
Căldărușani
Căldărușani



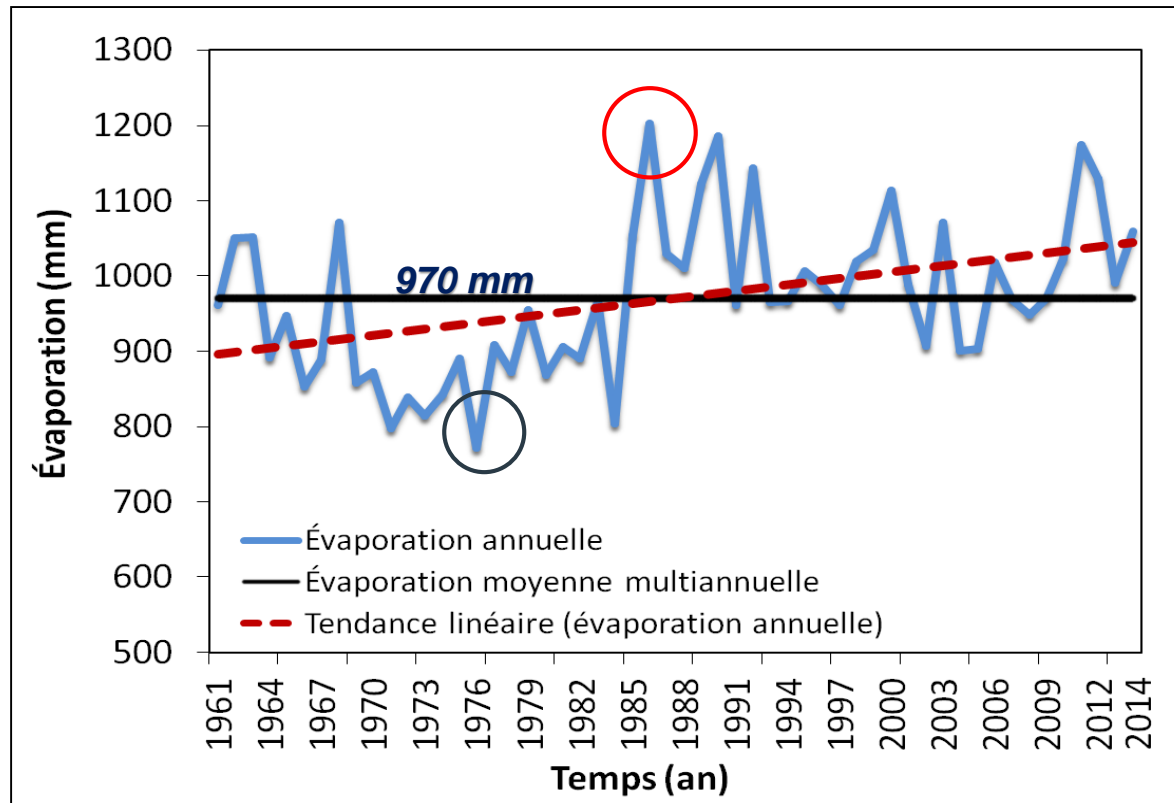
Le bac évapotranspiromètre au bord du lac
Căldărușani
Căldărușani

- ❑ les mesures d'évaporation et d'évapotranspiration sont réalisées tous les jours à 7 heures et 19 heures (UTC + 2h), durant la période avril-novembre ;
- ❑ les valeurs quotidiennes de l'évaporation et de l'évapotranspiration des plantes aquatiques sont calculées par cumul en 24 heures.

4. Résultats

4.1. Variabilité de l'évaporation

- ❑ 1961 – 2014 : évaporation moyenne 970 mm/an; $C_v = 0,10$;
- ❑ valeurs extrêmes : 772,0 mm (1976) - 1202,9 mm (1986) ;
- ❑ valeurs relativement proches à celles mesurées en Pologne ou en France (Walkusz *et al.*, 2009 ; Al Domany *et al.*, 2013) ;
- ❑ tendance positive statistiquement significative de l'évaporation annuelle .

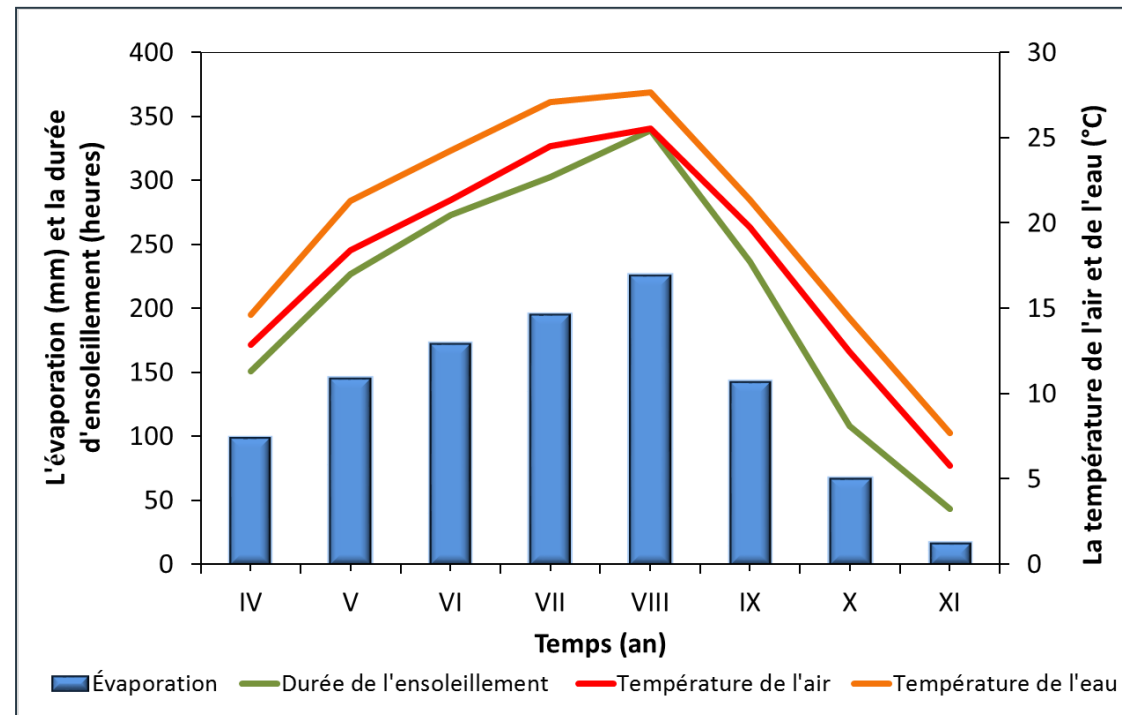


La variation annuelle de l'évaporation et la tendance linéaire au lac Căldărușani (1961-2014)

4. Résultats

4.1. Variabilité de l'évaporation

- durant l'année, les plus importantes quantités d'eau évaporées (>160 mm/mois) ont été enregistrées en juillet et août, quand les températures moyennes mensuelles de l'air et de l'eau sont supérieures à 20°C et la durée de l'ensoleillement est maximale (>300 h/mois).



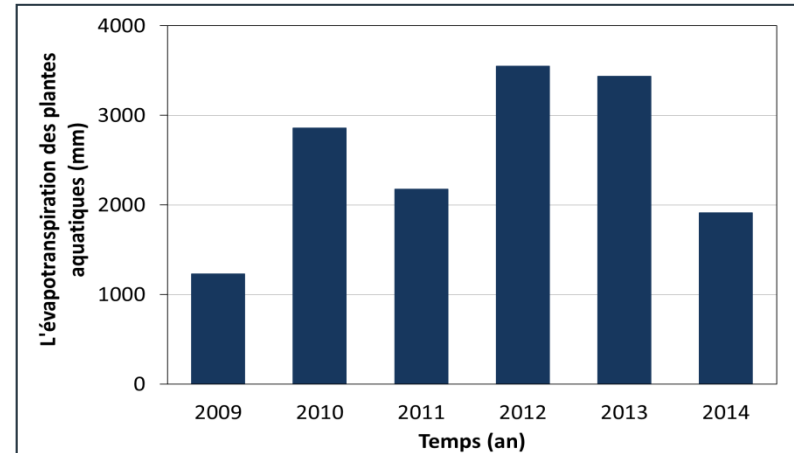
La variation mensuelle de l'évaporation, de la durée d'ensoleillement, de la température de l'air et de l'eau (1961-2014)

4. Résultats

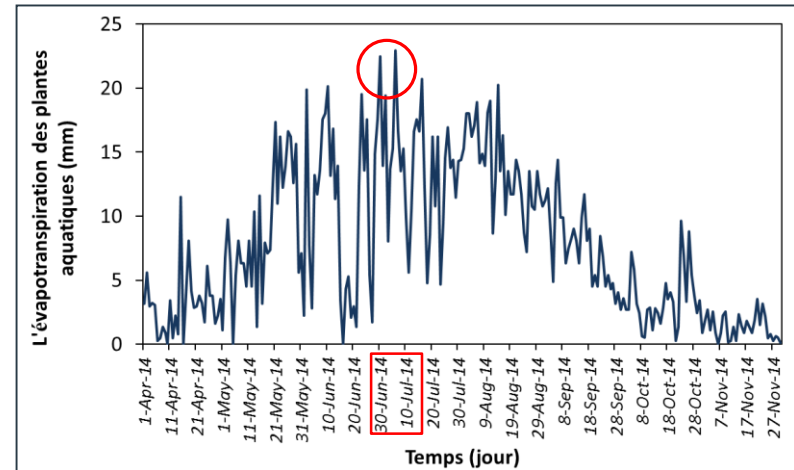
4.2. Variabilité de l'évapotranspiration

□ 2009-2014 : l'évapotranspiration a varié entre 1200 mm/an (en 2009, quand les précipitations ont cumulé 428,0 mm et la température moyenne a été de 13,9°C) et 3000 mm/an (en 2012, avec des températures moyennes de 15,0°C et des précipitations de 391 mm) ;

□ la moyenne quotidienne de l'évapotranspiration de végétation aquatique (roseau) : 10,3 mm/jour (2009-2014), similaire à celle proposée dans d'autres études au Nebraska – États-Unis d'Amérique et en Sicile – Italie (Irmak *et al.*, 2013 ; Borin *et al.*, 2011).



L'évapotranspiration annuelle à Căldărușani (2009-2014)

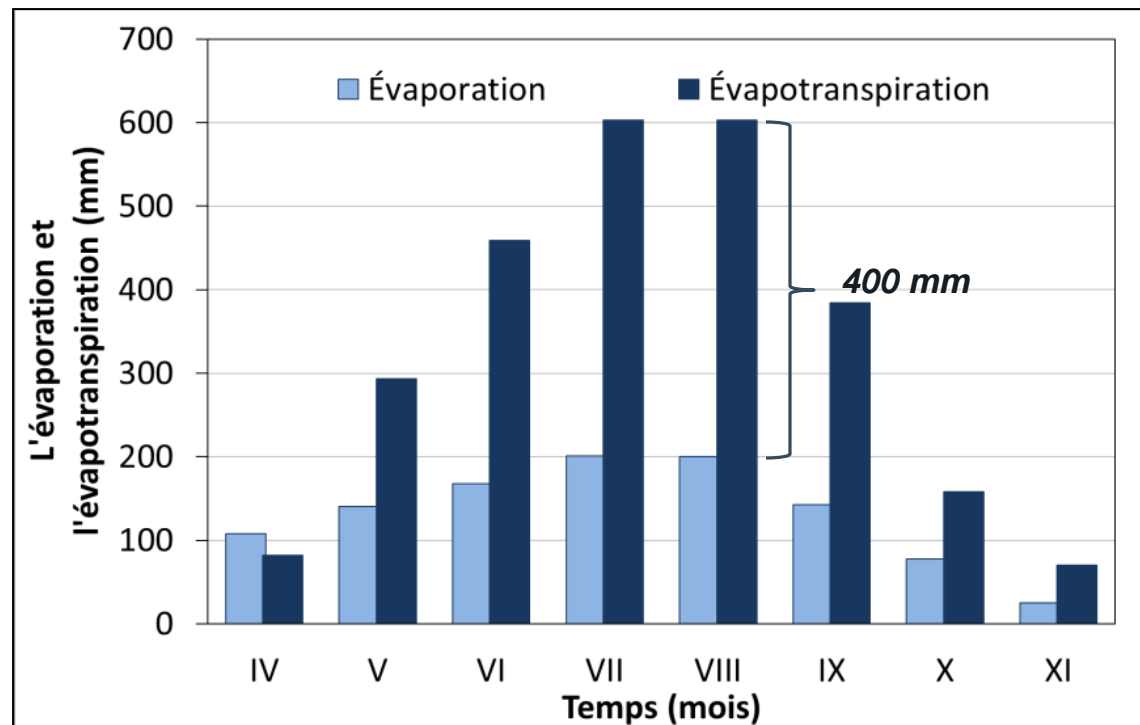


La variation de l'évapotranspiration des plantes aquatiques à Căldărușani, durant l'année 2014

4. Résultats

4.3. Comparaison des valeurs de l'évaporation et de l'évapotranspiration

- ❑ les différences entre l'évaporation à la surface libre de l'eau et l'évapotranspiration des plantes aquatiques sont liées au cycle de croissance des plantes ;
- ❑ l'influence du roseau sur l'évapotranspiration est de plus en plus importante au fur et à mesure que les plantes se développent : elle est maximale en juillet et août lorsque le roseau atteint sa maturité, puis diminue avec le flétrissement de la plante ;



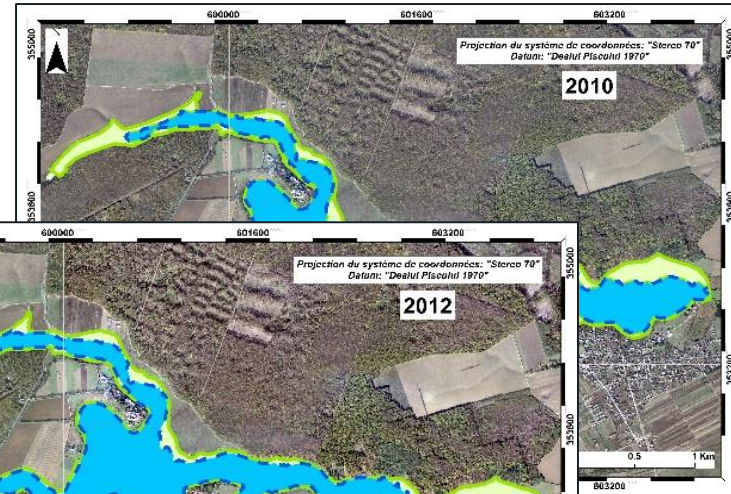
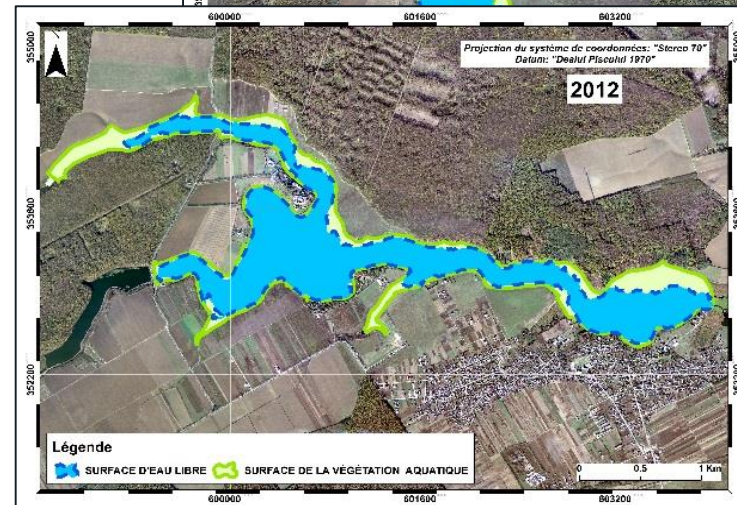
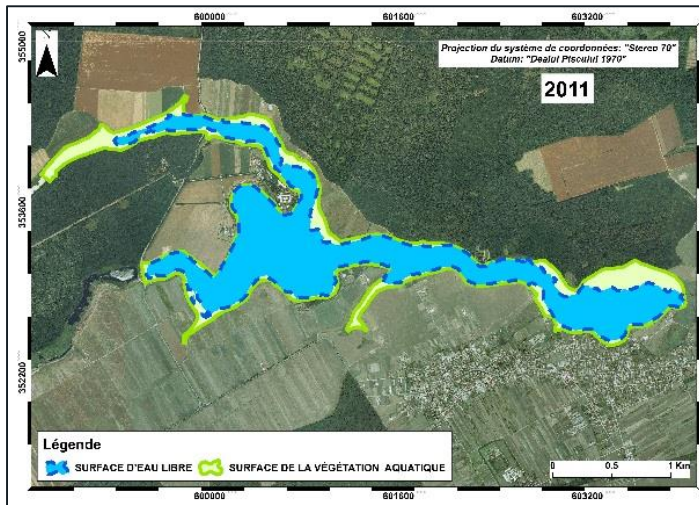
Comparaison entre l'évaporation et l'évapotranspiration mensuelle à Căldărușani (2009-2014)

4. Résultats

4.4. Le volume d'eau perdu par évaporation et évapotranspiration

$$P=10^3 \cdot E \cdot A_e \quad \text{et} \quad P=10^3 \cdot ET \cdot A_v$$

PE – volumes d'eau perdus (millions de m³), E – évaporation ou évapotranspiration (mm), A_e – superficie de l'eau libre (km²), A_v – superficie couverte par végétation aquatique (km²) (Drobot et al., 1999)

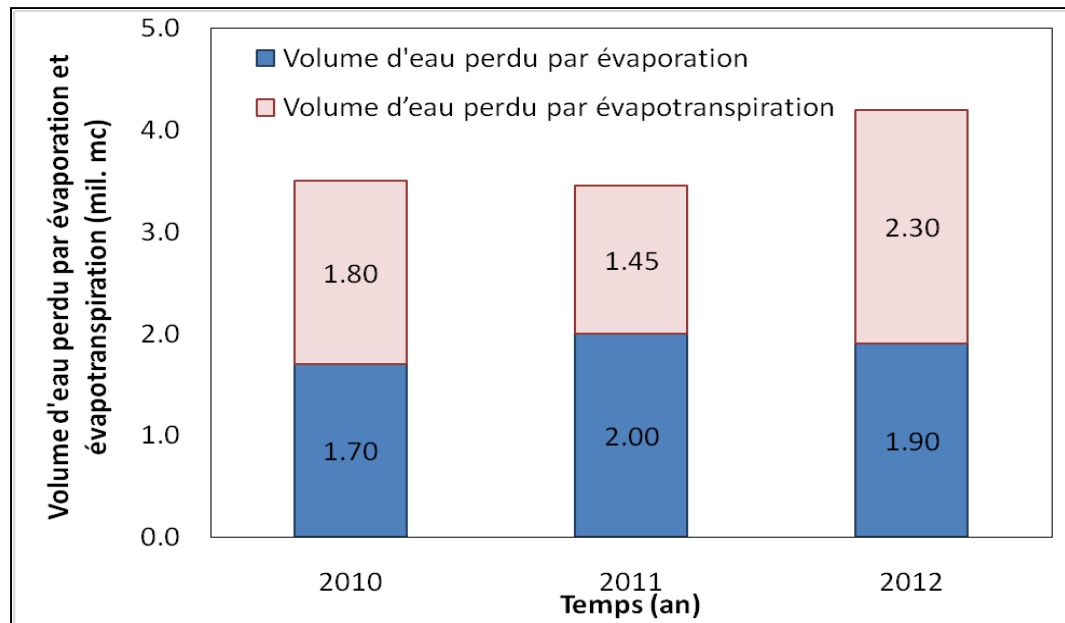


An	Évaporation (mm)	Évapotranspiration (mm)	Superficie de l'eau libre (km ²)	Superficie couverte par végétation aquatique (km ²)	Superficie totale du lac (km ²)	Volume du lac (millions de m ³)
2010	1023.0	2857.7	1.73	0.66	2.39	8.5
2011	1174.0	2176.8	1.72	0.67	2.39	8.5
2012	1128.9	3549.2	1.74	0.65	2.39	8.5
Moyenne	1108.6	2861.2	1.73	0.66	2.39	8.5

4. Résultats

4.4. Le volume d'eau perdu par évaporation et évapotranspiration

- ❑ le volume moyen d'eau perdu annuellement par évaporation et évapotranspiration pendant la période 2010-2012 a été de 3,7 millions de m³ (~44% du volume du lac) ;
 - ❖ perte d'eau par évaporation : ~22 % du volume de lac ;
 - ❖ volume d'eau perdu par évapotranspiration : ~22 % du volume de lac ;
- ❑ la réserve d'eau perdue par évaporation et évapotranspiration est refaite au printemps, grâce aux précipitations tombées et aux débits élevés des deux rivières qui alimentent le lac.



Les volumes d'eau perdus par évaporation et évapotranspiration à Căldărușani (2010-2012)

Conclusions

- ✓ Cette étude analyse la variabilité de l'évaporation et de l'évapotranspiration à l'échelle du lac Căldărușani, en Roumanie et elle estime l'impact de ces deux processus sur le volume d'eau du lac.
- ✓ Les résultats indiquent que l'évaporation de la surface de l'eau libre est en moyenne de 970 mm/an, tandis que l'évapotranspiration des plantes aquatiques dépasse 1200 mm/an.
- ✓ Les deux processus, de l'évaporation et de l'évapotranspiration, peuvent générer durant la période avril-novembre une perte d'environ 44% du volume d'eau du lac.
- ✓ La végétation aquatique peut contribuer au doublement de la perte du volume d'eau du lac.




Rôle important de l'évapotranspiration
dans la variabilité de la réserve en eau d'un lac.

- ✓ Les études portant sur l'évaporation et l'évapotranspiration de la surface des lacs pourraient offrir des résultats utiles pour la gestion adéquate des ressources en eau des lacs.

Bibliographie

1. Al Domany M., Touchart L., Bartout P., Nedjai R., 2013. The evaporation from ponds in the French Midwest. *Lakes, reservoirs and ponds*, **7**(2), 75-88.
2. Bădescu V., Tibacu L., 1975. Détermination de l'évaporation réelle de la surface des lacs de dimensions moyennes. *Etudes et Recherches de la partie II de l'Hydrologie*, **44**, 103-118.
3. Borin M., Milani M., Salvato M., Toscano A., 2011. Evaluation of Phragmites australis (Cav.) Trin. Evapotranspiration in northern and southern Italy. *Ecol. Eng.*, **37**, 721-728.
4. Boyd C., 1987. Evapotranspiration/Evaporation (E/Eo) ratios for aquatic plants. *J Aquat Plant Manage*, **25**, 1-3.
5. Covaliov S., Doroftei M., Hanganu J., 2010. Danube Delta Biosphere Reserve (D.D.B.R.): reed dynamics within actual context. *AES BIOFLUX*, **2**, 69-80.
6. Drobot R., Șerban P., 1999. *Aplicații de Hidrologie și Gospodărirea Apelor*. Bucarest, HGA, 375 p.
7. Herbst M., Kappen L., 1999. The ratio of transpiration versus evaporation in a reed belt as influenced by weather conditions. *Aquat Bot*, **63**, 113-125.
8. Irmak S., Kabenge I., Rudnicka D., Knezevic S., Woodward D., Moravek M., 2013. Evapotranspiration crop coefficients for mixed riparian community and transpiration crop coefficients for common reed, cottonwood and peach-leaf willow in the Platte River Basin, *J Hydrol*, **481**, 177-190.
9. Neculau G., Stan F., Adler M.J., 2016. The role of Evaporation in Evaluating the Water Reserve of Romanian Lakes – A Case Study. *Lucrările Seminarului Geografic "Dimitrie Cantemir"*, **41**, 5-15.
10. Rudescu L., Niculescu C., Chivu IP., 1965. *Monograph of the Danube Delta's reed*. Bucarest, Academia Română, 542 p.
11. Stan F., Zaharia L., Neculau G., Ioana-Toroimac G., 2015. Variabilité spatiale et temporelle de l'évaporation dans la Plaine roumaine. *Actes du Colloque de l'Association Internationale de Climatologie*, **28**, 621-626.
12. Walkusz E., Jańczak J., 2009. Comparative study of evaporation rate from surface water of Lake Raduńskie Górze and that from an evaporimeter pan placed on land, *Limnological Review*, **7**(4), 241-246.

A scenic view of a village with a church dome, seen from across a body of water with reeds in the foreground. The text "Nous vous remercions de votre attention!" is overlaid on the water.

Nous vous remercions
de votre attention!