

BERICHTE

POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION AND EMBERGER'S PLUVIOTHERMIC COEFFICIENT*)

With 1 figure and 2 tables

ERIC BOUDOURESQUE**)

Zusammenfassung: Der Autor stellt unter Beweis, daß es eine logarithmische Beziehung gibt zwischen der Evapotranspiration nach der Methode von TURC und dem pluviothermischen Koeffizient von EMBERGER. Der Autor stützt sich auf Fakten aus Tunesien.

The essential climatic factors, at least, those affecting vegetation are rains, temperatures and evapotranspiration. The evapotranspiration measures are the most difficult owing to the infrastructures necessary for data exploitation.

Since 1959, Thornthwaite evapotranspirometer with Kikuyu grass cover (*Pennisetum clandestinum* Hochst.) are used in five stations distributed throughout the Tunisian Republic. Each station was located from the Mediterranean North to the Saharan South. In order to avoid uncertainty due to particular microclimatic situations, the authors repeated the determination of ETP on field crops of varied size and density ranging from short grass to continuous cover and to a plantation of trees (Olive); they then compared the results to those from an old but relatively long series of measures of evaporation from a container floating on the Lake of Tunis (DAMAGNEZ *et al* 1960, 1961, 1962). A sixth station was installed at Kairouan in 1963. But it is difficult to generalize from such installations to climatic stations as a whole. The principal interest of these direct measures is to have a base for comparing the different methods of calculation of potential evapotranspiration with the help of empirical formulas. The results obtained demonstrate clearly that methods which only use such habitual data as rains and temperatures are not sufficient for PET estimation.

Thus the potential evapotranspiration calculated by PREZIOZI (1964) using the Thornthwaite method are systematically lower than the values measured (table 1). RIOU et VIELLE began in 1962 to measure sunning and global solar radiation. It is thus possible to apply TURC's formula.:

$$PET = (50 + Ig) 0,4 \frac{t}{t + 15} \text{ in which:}$$

t = average monthly temperatures

$$Ig = \text{Global radiation} = IgA \quad 0,18 + 0,62 \left(\frac{h}{H} \right)$$

IgA = global radiation (Angström)

h = insolation duration in hours

H = length of day in hours.

*) Laboratoire de Biologie Végétale – Université de Niamey – Niger.

***) We are very grateful to William Candler for help with the English text.

Table 1

Stations	Measured PET*) in mm.	Calculated PET**) in mm.	Calculated PET***) in mm.
Tunis	1390	936	1306
Gabes	1431	996	1417
Ksar rhilane	1649	–	–
Kasserine	1396	–	1237
Mellouleche (Sfax)	1111	926	1382
Hendi zitoun (Kairouan)	1338	–	1324

*) Thornthwaite evapotranspirometers with Kikuyu grass cover.

**) Thornthwaite method.

***) Turc method.

Table 2

Stations	Calculated PET*) in mm	Q ₂ EMBERGER
Bizerte	1239	96
Tabarka	1243	163
Ain draham	1139	194
El Feidja	1158	142
Jendouba	1243	47
Béja	1244	78
Kélibia	1261	62
Grombalia	1263	57
Tunis Manoubia	1306	59
Le Thibar	1251	70
Medjez el Bab	1247	55
Téboursouk	1233	69
Zaghouan	1271	64
Le Kef	1196	58
Makthar	1149	57
Thala	1190	52
Kasserine	1237	33
Kairouan	1324	30
El Djem	1360	29
Sousse	1343	48
Sfax	1382	29
Gabès	1417	23
Gafsa	1408	16
Tozeur	1459	9

*) Turc method.

CORMARY (1964) calculated and reported completely the method used in Tunisia. We give below (table 2) the data of 24 stations distributed throughout the Tunisian Republic. It can be immediately seen that these results are compatible with the measures made with a Thornthwaite evapotranspirometer.

DAMAGNEZ *et al.* (1962) establish a linear correlation between global solar radiation and PET measured with a very low distribution of experimental values (correlation coefficient $r=0,96$).

It is therefore possible to have a good estimate of potential evapotranspiration when the global solar radiation is known. But the latter data remain, nevertheless, rare and it is pointless to recall that, in this domain, extrapolation point to point is very hazardous.

In 1930, EMBERGER proposed a formula valid for the Mediterranean region which, in its latest form (1952) may be expressed as:

$$Q_2 = \frac{1000 P}{\frac{(M+m)}{2} (M-m)}$$

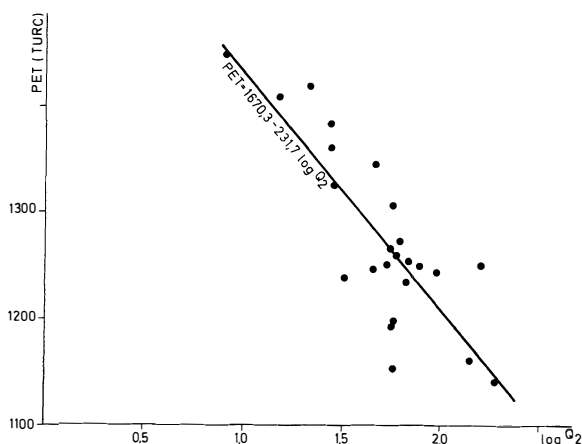
EMBERGER considers that the evaporation (seldom measured) and vegetal transpiration grow approximately in relation to the extreme annual thermic amplitude „M-m“ (difference between the mean of the maxima of the hottest month and the mean of the minima of the coldest one) As the mean annual temperature the author expresses it by $\frac{M+m}{2}$

which characterizes, indeed, the extremes that the vegetation undergoes (M and m in Kelvin degrees).

The comparison of the values of EMBERGER's pluviothermic quotient and the potential evapotranspiration calculated following TURC's formulae for 24 stations in Tunisia shows that these two parameters are linked by the logarithmic relation:

$$PET = 1670.3 - 231.7 \log Q_2$$

with a correlation coefficient: $r = -.82$ ($P = .01$)



This relation was predictable since we know, from DAGET (1971) that there is a relation between Q_2 and global evapotranspiration (GE) which for Tunisia is:

$$GE = 7.14 Q_2 - 29.11$$

We can see, here, a confirmation of the empirical formula established by EMBERGER if we consider that the extreme annual thermic amplitude incorporates vegetal transpiration and evaporation.

We can thus estimate, with acceptable precision, the potential evapotranspiration and global evapotranspiration for a station knowing the total precipitations M and m. And we can reaffirm, after DAGET, that these data give bioclimatic zones a physical signification linking aridity, defined by EMBERGER on phytological criteria to an evapotranspiration that it is possible to calculate or measure.

Bibliography

- AKMAM, Y. & DAGET, PH.: 1971. – Quelques aspects synoptiques des climats de la Turquie. Bull. soc. Languedocienne de Géogr., 5 (3): 269–300 + climagramme.
- BALDY, C. & DURAND, R.: 1970. – Evapotranspirations potentielles calculées et humidités relatives sous forêt et en clairière à Zerniza (Tunisie). Ann. Inst. rech. forest. Tunisie 4 (2): 1–17.
- BORTOLI, L. & al: 1969. – Climatologie et bioclimatologie de la Tunisie septentrionale. Ann. inst. nation. rech. agron. Tunisie. 42 (1): 1–235.
- BUFFO, J. & al: 1972. – Direct solar radiation on variousslopes from 0. to 60. degrees north latitude, Pacific northwest forest. & rang. exper. stat. forest. serv. 142: 74 p.
- CORMARY, Y.: 1964. – Variabilité du déficit en eau. Soc. centr. pour l'équipement du territoire note HCB 10 n° 88: 15 p. + 19 cartes + 43 tab.
- DAGET, PH.: 1971. – Quotient pluviothermique d'EMBERGER et évapotranspiration globale. Bull. rech. agron. Gembloux Hors série: 87–97.
- DAMAGNEZ, J.: 1960. – Le sol, l'eau et la plante: quelques problèmes de bioclimatologie. La Tunisie agric. 61 (3): 39–55.
- & al: 1961. – Les besoins en eau réels des cultures et les possibilités d'utilisation des réserves d'eau du sol en Tunisie; influence de la salure. Ann. agron. 12 (1): 109–120.
- & al: 1962. – Besoin en eau des oliviers; comportement de l'olivier à l'irrigation, soit à l'eau douce, soit à l'eau salée Ann. inst. nat. rech. agron. Tunisie.
- EMBERGER, L.: 1930. – Sur une formule climatique applicable en géographie botanique, CR. Ac. Sciences 191: 389–390.
- : 1952. – Sur le quotient pluviothermique, Cr. ac. sciences 234 2508–2510.
- : 1954. – Projet d'une classification biogéographique des climats: Comité consultatif de l'UNESCO pour la zone aride et commission Ecol. et Géogr. bot. sec. bot. UISB: 50 p.
- GOUNOT, M.: 1958. – Contribution à l'étude des groupements végétaux mescicole et rudéraux de la Tunisie, Ann. serv. bot. agron. Tunisie 31: 1–282.
- & al: 1967. – Carte Phytoécologique de la Tunisie septentrionale, échelle 1/200 000°: feuille II (Bizerte-Tunis) & feuille III (Tabarka-Souk el Arba), Ann. inst. nat. rech. agron. Tunisie 40 (1): 1–340 + fig. + tab. + 2 cartes.
- & al: 1967. – Carte phyto-écologique de la Tunisie septentrionale échelle: 1/200 000°: feuille IV (Maktar) & feuille V (Le Kef),

Ann. inst. nat. rech. agron. Tunisie 40 (2): 1–426 + fig. + tab. + 2 cartes.

LE HOUEROU, H. N.: 1959. – Recherches écologiques et floristiques sur la végétation de la Tunisie méridionale, Inst. rech. saharienne 6 28 p + 230 p + 54 tab. + 4 cartes.

– : 1969. – La végétation de la Tunisie steppique (avec références au Maroc, à l'Algérie et à la Libye), Ann. inst. nat. rech. agron. Tunisie, 42 (5): 624 p + 40 photos + 21 tab. + 2 cartes.

PREZIOSI, P. C.: 1954. – Le climat de la Tunisie, évapotranspiration-bilan hydrologique de la Tunisie, 13 p + 12 cartes (minéogr.).

RIOU, CH.: 1963. – Note technique sur l'utilisation des solarimètres de MOLL-GORCZYNSKY pour la mesure du rayonnement solaire global Inst. nat. rech. agron. Tunisie 7 (1) (Minéogr.).

SAUVAGE, CH.: 1961. – Recherches géobotaniques sur les subéraies marocaines, Trav. inst. scient. Chérifien. série bot., 21: 422 p + graph. + tab. + cartes.

BUCHBESPRECHUNGEN

KISHIMOTO, HARUKO (Hrsg.): Geography and its Boundaries. La Géographie et ses frontières. Geographie und ihre Grenzen. Eine Gedenkschrift zu Ehren von Prof. Dr. HANS BOESCH. 136 S., zahlr. Tab. u. Abb. Kümmerly u. Frey, Zürich 1980

Hans Boesch, der im Frühjahr 1981 seinen siebzigsten Geburtstag hätte feiern können, hat sich in seiner langen beruflichen Laufbahn sehr erfolgreich um die internationalen Beziehungen der Geographie bemüht. Er gehörte zu jenen heute sehr selten gewordenen Fachkollegen, deren Interessen fast allen Teilgebieten der Geographie gelten. Beides kommt in der von H. KISHIMOTO herausgegebenen Gedenkschrift sehr deutlich zum Ausdruck. Der Begriff Grenze wird hier im weitestmöglichen, fast philosophischen Sinn verstanden: als Grenze der Erkenntnismöglichkeiten des Faches und als Prinzip der Gliederung und Systematik des Raumes und seiner Elemente. So befassen sich die zwölf Beiträge meist international renommierter Autoren mit den unterschiedlichsten Themen. In der Eigenwilligkeit ihrer Unterordnung unter den Grenzbegriff besteht zugleich auch die Anregung dieses Bandes.

KLAUS-ACHIM BOESLER

DE HAAR, ULRICH, MAURER, HANSJÜRGEN und NIPPES, KARLRAINER (Hrsg.): Wasserhaushalt und Gewässer. Festschrift zum 60. Geburtstag von Professor Dr. Reiner Keller. – Beiträge zur Hydrologie, Sonderheft 2, 1981, 365 S., 71 Abb., Verlag Beiträge zur Hydrologie Ilse Nippes, Kirchzarten

Die vorliegende Festschrift enthält neben Würdigung, Publikations- und Dissertationsliste zwanzig Beiträge von Schülern und Mitarbeitern des Jubilars. Die regionalen Studien reichen von der Freiburger Bucht bis zum Vorderen Orient (AL-BAHRANI: Dohuk/Irak), nach Südamerika (BRINKMANN: Rio Negro; KUSCHEL: Kolumbien) und Nordamerika (METZ: Souris River; SPÄTH: Ost-Colorado; STRÄSSER: Gr. Salzsee; WEHMEIER: Willox Playa). Ein Teil dieser Studien gehört zugleich einer weiteren Gruppe von Beiträgen an, die sich mit Grundlagenforschung sowie Bearbeitungs- und Meßmethoden beschäftigen (so auch FLÜGEL: Grundwassererneuerung durch Interflow; SCHULZ: Analyse beeinflusster Grundwasserstands-Beobachtungsreihen; KAUFMANN & MATTES: Abflußvorhersage; GRABS: Kolmation; ENGELSING: Trübungsmessung; HIESSL: Modellierung des Pflanzenwasserbedarfs; MESTER: Software-Entwicklung für Mikrocomputer). Das weite Spektrum hydrologischer Themen reicht von der Limnologie (so auch MÜLLER: Schleswig-Holstein) über die Potamologie und Geohydrologie (so auch MORGENSCHWEIS: Mehrschicht-Simulationsmodell der Bodenwasserbewegung; WAGNER: Karsthydrologie Lainbach) bis zur Wasserbilanzierung (LUFT: Versuchsgebiet Kaiserstuhl) und Wasserwirt-

schaft und schließt mit Beiträgen zur Didaktik (NOLZEN) und internationalen Zusammenarbeit (HOFFIUS) ab.

INGRID HENNING

FLATRES, PIERRE und DE PLANHOL, XAVIER (Hrsg.): Paysages arborés et complantés. Publications du Département de Géographie de l'Université, Paris-Sorbonne, Nr. 9, 121 S., 5 Abb., 6 Photoseiten (davon 2 farbig). Paris, 1980. 48 Frs

In diesem Sammelband wurden insgesamt 10 Beiträge über Landschaften zusammengestellt, die durch natürliche Waldvegetation oder durch Anpflanzungen mit Nutzbäumen, Hecken- oder Strauchbewuchs entstanden sind. In einem einführenden Vorwort faßt DE PLANHOL zunächst das terminologische Problem auf, das sich durch die Verwendung des Begriffes „parc“ in der französischen Sprache ergibt. Auch in dem vorgelegten Band wird der Begriff unterschiedlich gebraucht. M. BAZIN spricht von den Parklandschaften im Talech (NW-Iran) und bezeichnet damit die natürliche Waldvegetation eines Teils des kaspischen Tieflandes von Iran. Auch DE PLANHOL selbst verwendet den Begriff „parc“ für die spärliche Waldvegetation (*aubépines*) in Nord-Iran in einem gemeinsamen mit C. SAHAMI und B. HOURCADE verfaßten Beitrag. In einem sehr informativen Aufsatz geht J. DELVERT auf die Nutzung der Baumkulturen in der algerischen Kabylei ein, und F. FOURNEAU behandelt Probleme, die durch Be- und v. a. Überweidung in der Sierra Morena entstehen. Die übrigen Beiträge betreffen Frankreich und behandeln das Problem der Nußbaumausweitung im Berry (J.-C. BELLIARD), Formen der Waldnutzung und der Nutzbaumanpflanzungen in der Auvergne (P. BONNAUD) und im Limousin (J.-R. PITTE) sowie der Obstkulturen (v. a. Apfelproduktion) in der südnormannischen Landschaft Perche (J. PELATAN). Diese Thematik spielt auch im Beitrag von G. DEVAILLY über den Apfelwein in der Bretagne im 9. Jahrhundert eine wichtige Rolle. Insgesamt ein buntes Spektrum von Beiträgen mit einer Reihe von willkommenen Informationen und methodischen Überlegungen.

ALFRED PLETSCH

HOFMEISTER, BURKHARD: Die Stadtstruktur. Ihre Ausprägung in den verschiedenen Kulturräumen der Erde. (Erträge der Forschung, Band 132). VI u. 201 S. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1980. Kart. DM 39,-, für Mitglieder DM 23,50

Anhand von etwa 1100 Arbeiten aus dem geographischen und nichtgeographischen Schrifttum (60% englisch-, 36% deutsch-, 3% französischsprachig) stellt der Verf. den Stand der Forschung über die innere Differenzierung der Städte dar. Im Vordergrund stehen