

Arbeitsberichte der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt
Rapports de travail de l'Institut Suisse de Météorologie
Rapporti di lavoro dell'Istituto Svizzero di Meteorologia
Working Reports of the Swiss Meteorological Institute

Zürich

No. 9

Du rapport entre l'évapotranspiration
potentielle et l'évaporation mesurée

par

Bernard Primault Dr. Ing.

Météorologie appliquée

551.573

Février 1971

Zusammenfassung :

Ausgehend von Messungen mit einem Evapotranspirometer nach Thornthwaithe und mit einer Verdunstungswaage nach Wild, schlägt der Autor eine Relation vor, die erlaubt, die Wasserverluste einer Wiese zu bestimmen, wenn man entweder durch Messung oder rechnerisch die Verdunstung einer Wasserfläche kennt. Er diskutiert ferner einige jahreszeitliche Einzelheiten in diesem Zusammenhang.

Résumé :

En partant des relevés provenant d'un évapotranspiromètre de Thornthwaithe modifié et d'une balance d'évaporation de Wild, l'auteur propose une relation permettant de calculer l'évapotranspiration d'une prairie en partant de l'évaporation mesurée ou calculée d'une surface d'eau. Il discute quelques particularités saisonnières du dit rapport.

Summary :

Starting from measurements with an evapotranspirometer after Thornthwaithe and with an evaporation balance after Wild the author proposes a relationship which would allow to determine the evapotranspiration of a meadow, in case the evaporation of a water surface is known either by measurement or by calculation. He also discusses some seasonal particularities in this connection.

1. But poursuivi

Dans un travail précédent (Primault[1962]), nous avons établi une formule permettant le calcul de l'évapotranspiration potentielle d'une prairie en partant d'éléments météorologiques communément mesurés (durée d'insolation et humidité relative). Pour ce faire, nous étions parti des valeurs obtenues en mesurant l'évaporation d'une surface d'eau au moyen de la balance de Wild. Pour passer de ces grandeurs à celles de l'évapotranspiration potentielle nous nous étions servi de relevés effectués sur une parcelle d'essai à Kloten. Le passage de l'évaporation à l'évapotranspiration potentielle (ETP) devait s'effectuer en appliquant un rapport indiqué dans le travail par une courbe (ubidem figure 9, page 147). Le présent mémoire est appelé à confirmer ou infirmer la dite courbe.

2. Matériel de base

Dans ce but nous avons repris toutes les valeurs disponibles de la balance de Wild installée à Zürich. Nous disposons pour cet instrument de relevés journaliers issus d'un enregistrement permanent de l'évaporation d'une surface d'eau, enregistrement couvrant plusieurs années. La série dont nous disposons est donc sans failles.

Pour ce qui est de l'évapotranspiration potentielle d'une prairie la série de comparaison dont nous disposons est moins homogène. Il s'agit des relevés effectués au moyen d'un appareil analogue à l'évaporomètre de Thornthwaithe tel que l'a décrit Burgos [1950]. Afin de maintenir la nappe phréatique à un niveau constant à l'intérieur de l'évaporomètre quelles que soient les précipitations et l'évapotranspiration, nous avons légèrement modifié l'appareil décrit par Burgos en lui ajoutant un trop-plein avec enregistrement du déversoir et un réservoir d'eau pour compenser les pertes. La nappe phréatique est ainsi maintenue en permanence à 40 cm en-dessous de la

surface du sol. On a mesuré au moyen de cet appareil les grandeurs suivantes: trop-plein, pertes. En outre, un pluviomètre situé à même hauteur que le bord de la cuve nous indiquait les précipitations à l'endroit de l'instrument. Il était alors théoriquement possible d'évaluer journallement l'évapotranspiration potentielle d'une prairie - car la surface de l'évaporomètre était gazonnée - au moyen de la formule suivante:

$$\text{ETP} = \text{P} - \text{PER} + \text{C} \quad [1]$$

où ETP est l'évapotranspiration potentielle, P les précipitations, PER la percolation et C l'eau ajoutée en complément.

La formule 1 ne peut toutefois être appliquée à notre cas particulier que si nous sommes assurés que le sol reste en permanence à sa capacité au champ. Ce n'est pourtant pas le cas dans la pratique. En effet, après de fortes précipitations, nous avons pu constater qu'il se formait en surface une légère pellicule d'eau dont l'importance dépendait des précipitations. Il y aurait donc, dans la nature, un écoulement en surface. Ceci prouve qu'à certains moments notre sol est saturé d'eau. En outre, le sol dont est rempli la cuve est assez argileux c'est à dire que les remontées capillaires n'atteignent pas nécessairement la surface ni même la zone des racines. Il se peut donc que, au cours de longues périodes sèches, nous assistions à l'utilisation plus ou moins totale de la capacité de rétention de notre sol. De ce fait, bien que nous ayons pour la plupart des jours de l'été des valeurs relevées de P, PER et C il n'est pas possible d'établir la valeur correspondante de ETP pour chaque jour. Par conséquent, nous avons groupé toutes les journées juxtaposées et présentant les caractéristiques suivantes: précipitations, écoulement ou les deux ensemble. Pour être certain de ne traiter des valeurs journalières qu'avec un sol ayant retrouvé sa capacité au champ ou dont l'évaporation potentielle se produit au dépend de la capacité de rétention, nous avons chaque fois inclu au groupe précédemment formé le premier jour suivant soit des précipitations, soit un écoulement

par percolation, éventuellement les deux. Nous avons donc deux groupes de comparaison: D'une part les journées avec seule évapotranspiration, d'autre part, des groupes de journées n'ayant pas seulement de l'évapotranspiration.

3. Comparaisons

3.1 Jours sans pluie et sans percolation

Bien que nous disposions de quatre ans de relevés (1965 - 1968) le nombre de jours de chaque mois réunissant les conditions citées plus haut sont peu nombreux. Ils permettent cependant de se faire une première idée de la relation existant entre les deux modes de mesure. A la figure 1 nous avons reporté pour chaque mois les différents points dont nous disposions. Un examen rapide de cette figure nous montre d'emblée une relation étroite entre les deux modes de mesure. Cependant cette relation ne saurait être la même au cours de l'année, ce que nous montrait déjà notre précédent travail. Le rapport entre les deux varie au cours de l'été. Dans les conclusions nous chercherons à en examiner le pourquoi.

Nous avons en outre calculé les coefficients de corrélation entre les deux séries. Toutefois, le nombre des points de chaque mois étant insuffisant pour en tirer une conclusion, nous avons donc rassemblé pour ce calcul les mois d'avril, mai et juin; juillet et août respectivement septembre et octobre (voir tableau 1). De ce tableau on constate que les coefficients de corrélation sont partout significatifs à au moins $P = 1 \%$, voire $P = 1 \text{‰}$. La pente de la droite de régression varie cependant d'un groupe à l'autre ce que laissait d'ailleurs prévoir notre premier travail.

3.2 Groupe de jours avec pluie ou / et percolation

Bien plus encore que le nombre de jours sans pluie et sans percolation, le nombre de périodes avec pluie et percolation est faible. C'est pourquoi nous n'avons pas groupé ces points par mois dans les calculs, mais seulement dans la représentation graphique. En effet, nous avons reporté conjointement les deux valeurs à la figure 2. Ici aussi, on constate un parallélisme étroit confirmé d'ailleurs par les calculs de régression et de corrélation (voir tableau 2). Ici également la corrélation est étroite et significative à $P = 1 \%$.

3.3 Corrélation par mois

De ce qui précède on peut dire qu'il est indifférent d'utiliser soit des valeurs journalières résultant des jours sans précipitations et sans percolation ou des périodes groupant des jours avec pluie ou percolation. Réunissant enfin ces deux conditions, nous avons calculé des coefficients de corrélation mensuels provenant des deux groupes. Ces valeurs sont réunies au tableau.3. Nous pouvons constater en confirmation de ce qui précède que les corrélations sont très étroites entre les deux séries. Par conséquent, il est possible d'utiliser les relevés effectués à la balance de Wild pour déterminer l'évapotranspiration potentielle d'une prairie et, partant, d'une culture. Il n'y a cependant pas identité entre les deux valeurs c'est-à-dire que les évaporations relevées à la balance de Wild doivent être corrigées d'un facteur saisonnier pour obtenir l'évapotranspiration potentielle. Ce facteur saisonnier est à déterminer par le rapport des valeurs moyennes.

4. Conclusion

Si nous reproduisons ensemble les valeurs obtenues dans notre premier travail et issues des relevés de la parcelle d'essais de Kloten avec celles provenant de Zurich, on remarque une différence assez sensible (voir tableau 4). Dans le premier cas, le maximum était donné soit au mois d'août, soit au mois de septembre alors que dans notre nouveau travail notre maximum est situé en juillet. Une telle différence peut provenir d'une part du mode de mesure, beaucoup plus précis cette fois qu'à l'origine, ou, d'autre part, des années prises en considération.

Essayons toutefois d'expliquer pourquoi le maximum du rapport existant entre l'évapotranspiration potentielle et l'évaporation d'une surface d'eau telle qu'elle est donnée par la balance de Wild ne correspond pas au maximum du rayonnement reçu. Il semblerait à première vue que l'évapotranspiration potentielle, comme l'évaporation d'une surface d'eau d'ailleurs, ne devrait refléter que le résultat du bilan énergétique. C'est cependant le cas dans les deux modes de faire malgré le paradoxe apparent. En effet, les évaporations mesurées à la balance de Wild suivent de très près le rayonnement total reçu estimé par la durée d'insolation (voir Primault [1962]). La haute corrélation entre ces deux phénomènes le prouve. En ce qui concerne l'évapotranspiration potentielle les pertes d'eau d'un sol dépendent d'une part du bilan énergétique d'autre part de la croissance des plantes. Comme, dans notre cas, nous avons à faire à un gazon qui est régulièrement coupé, on peut admettre que les quantités d'eau nécessitées par la végétation ne varient guère au cours de l'année c'est à dire que l'herbe est toujours en état de croissance. Par contre, les quantités d'énergie disponibles pour l'évapotranspiration varient au cours des saisons par le fait qu'une grande quantité d'énergie reçue est utilisée par le complexe sol- plante pour son réchauffement, en particulier celui des couches profondes du sol. En automne par contre, l'atmosphère se refroidit plus rapidement que le sol c'est à dire que ce dernier peut mettre à

disposition de l'évapotranspiration des quantités considérables de chaleur. Par conséquent, les quantités d'eau perdues par évapotranspiration augmentent encore après le solstice d'été bien que, théoriquement, elles devraient y culminer.

Nous n'aimerions pas terminer ce message sans exprimer ici notre reconnaissance à notre collaborateur M. Meisser qui a procédé aux extraits des relevés, au calcul des corrélations et aux reports graphiques.

5. Bibliographie

Burgos Juan Jacinto

El Evapotranspirometro de Thornthwaithe
Revista de la facultad de agronomia de
la Plata. T XXVII. Buenos Aires 1950.
13 p.

Primault B.

Du calcul de l'Evapotranspiration.
Archiv für Meteorologie, Geophysik und
Bioklimatologie. Serie B. Band 12.
Heft 1. 1962. SS 124-150.

Tableau 1. Jours sans précipitations ni percolation
(x = ETP, y = balance de Wild)

Période	r x y	b	N
avril, mai, juin	0,718***	1,335	35
juillet, août	0,511**	0,689	33
septembre, octobre	0,887***	1,489	42

Significatif à **P 1 %, ***P 1 ‰

Tableau 2. Périodes de précipitations et / ou de percolation
+ 1 jour (x = ETP, y = balance de Wild)

Période	r x y	b	N
avril à octobre	0,938***	0,760	79

Significatif à ***P = 1 ‰

Tableau 3. Corrélations par mois (Tous les chiffres disponibles)
(x = ETP, y = balance de Wild)

Période	r x y	b	N
avril	0,917***	0,931	12
mai	0,965***	0,885	15
juin	0,963***	0,806	32
juillet	0,938***	0,661	33
août	0,960***	0,817	36
septembre	0,942***	0,796	32
octobre	0,919***	1,332	33

Significatif à ***P = 1 ‰

Tableau 4. Facteur saisonnier de correction

	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.
Moyennes glissantes (Primault 1962, Tab.4,col.7)	0,47	0,60	0,80	0,95	0,98	0,76	0,69
Chiffres proposés (Primault 1962, Fig.9)	0,37	0,59	0,79	0,96	1,07	1,12	1,04
Moyennes actuelles	0,75	0,93	1,05	1,11	0,99	0,98	0,56

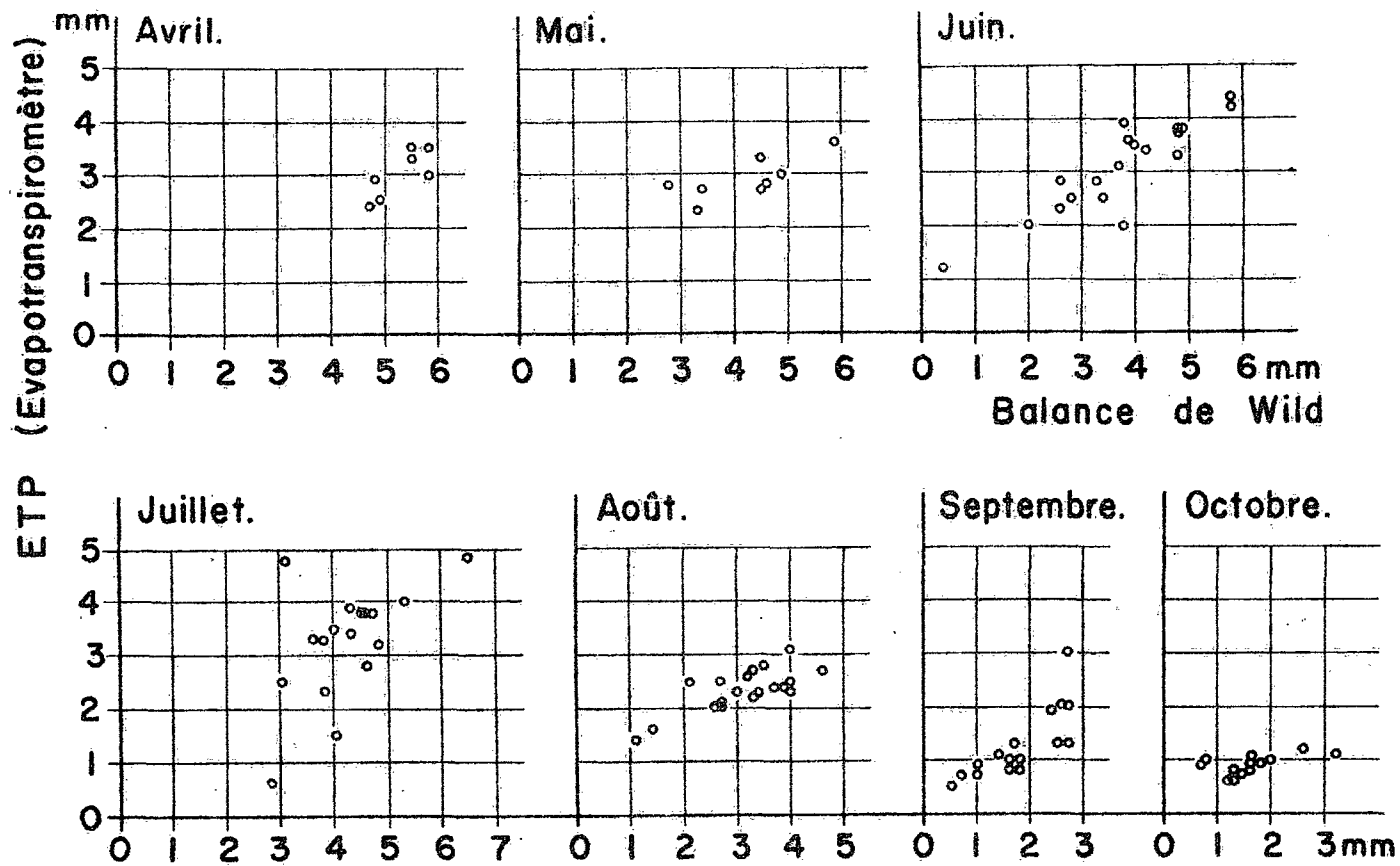


Fig. 1. Jours sans pluie ni percolation.

