

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE DE BRAZZAVILLE

ETUDE DU BILAN D'ENERGIE A BRAZZAVILLE

- Mesure de l'albédo
- Mesure des gradients verticaux de température et d'humidité
- Application ou calcul de l'évapo-transpiration.

par

Ch. RIOU

MAI 1968

I N T R O D U C T I O N

Parmi les méthodes d'estimation de l'évapotranspiration, mesure directe par lysimètre, méthodes aérodynamiques, bilan énergétique, cette dernière peut parfois être appliquée sans trop d'imprécision. Des mesures fines de température rendues possibles par l'utilisation de thermocouples, une estimation correcte du bilan énergétique, peuvent alors permettre d'évaluer les parts respectives de la chaleur latente et de la chaleur sensible, et d'obtenir ainsi l'évapotranspiration réelle. Ce sont les premiers résultats obtenus ainsi qui sont décrits.

x

x x

Mesure des gradients verticaux de température et d'humidité
au-dessus du sol.

Les gradients de température sont obtenus par deux séries de 8 thermocouples chromel constantan, montés en opposition. Un même dispositif où les thermocouples sont recouverts de mousseline constamment humectée, permet d'obtenir le gradient des températures "humides".

Ces couples sont rassemblés en deux minces baguettes de 50 cm de long permettant un dispositif peu encombrant et ne perturbant pas les phénomènes d'échanges.

Deux autres double-thermocouples identiques dont la moitié des soudures plonge dans une bouteille thermos remplie de glace fondante, donnent la température sèche et "humide".

Les baguettes de mesure des gradients placées verticalement définissent ainsi deux niveaux séparés de 50 cm.

L'étalonnage de ces thermocouples donne pour les sensibilités :

Gradient : 0,476 millivolts par degré

Températures sèches et humides : 0,238 millivolts/degré.

Les 4 dispositifs de mesure sont reliés à un enregistreur BRION-LEROUX à 6 directions, une direction étant réservée pour le zéro de l'appareil, et la température humide étant enregistrée sur deux directions.

L'enregistreur permet d'obtenir pour les gradients, une précision supérieure à 2/10ème de degré par point pour la température sèche et humide elle est de l'ordre de 3/10ème de degré par point.

Mesure de la température du sol

Dans le sol ont été disposés 8 thermocouples dont les soudures froides se trouvent à une profondeur d'1 mètre et les soudures chaudes aux profondeurs 1 - 3 - 7,5 - 15 - 22,5 - 30 - 40 et 50 cm. L'onde thermique journalière étant amortie aux environs de 50 cm, la température de référence à 1 mètre peut être considérée comme constante pour une journée. Ces thermocouples sont réunis dans un tube mince de plastique enfoncé dans le sol, les soudures sortant légèrement sur la face externe du tube. Ce tube est placé avec soin dans le sol.

Un potentiomètre manuel, équipé d'un galvanomètre sensible, permet d'obtenir une précision supérieure au 1/10ème de degré.

Mesure du rayonnement global et du rayonnement diffus

Deux solarimètres de KIPP sont actuellement en place et fonctionnent depuis le 1er Janvier sur une tour de 7 mètres de haut. L'un d'eux est protégé du rayonnement direct du soleil par une bande pare-soleil, donnant ainsi le rayonnement diffus.

Ces deux solarimètres sont équipés chacun d'un enregistreur BRION-LEROUX (bande utile de 11 cm de largeur, 6 cm/heure de vitesse de déroulement, un pointé toutes les 20 secondes).

Ces deux solarigraphes ont été étalonnés par comparaison avec un actinomètre de LINKE-FEUSSNER.

Sur la même plate-forme de mesure, un héliographe a été installé ainsi qu'un pyranomètre BELLANI à des fins de comparaison.

Les enregistreurs sont placés dans une salle attenante à la tour.

Mesure de l'albédo

Dispositif

Un dispositif destiné à la mesure de l'albédo a été mis au point à Brazzaville. Il se compose d'un axe rotatif, muni de deux solarimètres regardant dans des directions opposées. Un ensemble de trois niveaux permet de vérifier l'horizontalité dans deux directions perpendiculaires. L'ensemble peut être retourné de 180°, de telle sorte que des mesures peuvent être faites pour deux positions opposées des solarimètres.

Dans la position 1, si a_1 et a_2 sont les coefficients d'étalonnage des solarimètres, E_1 et E_2 les forces électromotrices produites, on a :

$$\text{albédo } b = \frac{a_1 E_1}{a_2 E_2} = \frac{R_r}{R_g}$$

R_r étant le rayonnement réfléchi par la surface considérée, R_g le rayonnement global.

Dans la position obtenue par retournement, on a :

$$b = \frac{a_2 E_2'}{a_1 E_1'} = \frac{R_r}{R_g}$$

d'où finalement

$$b = \sqrt{\frac{E_1 E_2'}{E_1' E_2}}$$

Ce dispositif permet donc de se passer de coefficients d'étalonnage.

Les mesures sont faites grâce à un potentiomètre de précision, pour des valeurs stables des rayonnements.

L'appareil a été installé à 2 m au-dessus des surfaces étudiées. Pour les mesures au-dessus des bacs d'évapotranspiration et du grand bac d'eau libre, la hauteur a été ramenée à 40 cm, ce qui entraîne l'élimination des mesures au milieu de la journée en raison de l'ombre portée.

Résultats

* Albédo de l'eau du grand bac de 4 m²

Les mesures font apparaître une variation importante de l'albédo selon la hauteur du soleil qui est due au phénomène de réflexion de FRESNEL.

L'albédo varie de 3,5 à 7 % entre 70 et 25° de hauteur du soleil. La valeur habituellement adoptée pour les bacs de 5%, se trouve donc vérifiée.

* Albédo de couverts végétaux

D'une façon générale, l'albédo varie légèrement selon la part du rayonnement diffus. Elle est un peu plus faible quand le rayonnement est entièrement diffusé, sans s'écarter de plus de 2% de la valeur obtenue par ciel clair.

Les surfaces mouillées ont également un albédo plus faible, mais guère inférieur à 2% à celui des mêmes surfaces sèches. Ceci est dû vraisemblablement à une mouillabilité assez faible du gazon et à son assèchement rapide.

Les résultats sont les suivants :

Pelouse de paspalum couvrant bien le sol

19,5 à 20,5 % suivant l'importance du rayonnement diffus - moyenne 20%

Bac planté en Cynodon : 19%

Couvert de grandes graminées couvrant mal le sol

(hauteur moyenne 50 cm) : 15 à 17% - moyenne 16%

Albédo du sol nu

Ce sol est ici un sable assez clair. L'albédo est alors beaucoup plus sensible à l'état d'humidité du sol. Celui-ci devient en effet beaucoup plus sombre quand il est mouillé.

Rayonnement entièrement diffus (sol mouillé) 12 %

Ciel moyennement couvert sol humide : 15%
sol sec : 19%

Ciel clair sol sec 20 à 21 %

La part du rayonnement réfléchi atteint donc sur le gazon 20%, ce qui représente une énergie assez forte, et une part importante dans les pertes énergétiques du sol. Une journée claire, correspond à un rayonnement global de plus de 500 cal/cm²/jour en moyenne, soit à un rayonnement réfléchi supérieur à 100 cal/cm²/jour, ce qui est supérieur aux pertes par rayonnement de grande longueur d'onde pendant cette même journée. Des mesures seront faites par la suite au-dessus des arbres.

ESTIMATION DES RAYONNEMENTS DU SOL ET DE L'ATMOSPHERE

Le bilan de rayonnement de grande longueur d'onde s'écrit :

$$R_L = W T^4 = R_T - R_a$$

où W est l'émissivité, R_T le rayonnement terrestre, R_a le rayonnement de l'atmosphère, T la température moyenne sous abri.

Les estimations de différents auteurs montrent que par ciel clair en zone équatoriale, cette émissivité qui est une fonction de la tension de vapeur d'eau dans l'atmosphère est de l'ordre de 0,82 (0,80 à 0,84 suivant les auteurs).

A Brazzaville, la tension de vapeur varie peu en dehors de la saison sèche et reste voisine de 26,5 mb. Par ailleurs, elle varie peu dans la journée, 25 à 28 mb en moyenne. L'émissivité reste donc à peu près constante et de l'ordre de 0,15 suivant BRUNT. Elle diminuerait un peu au cours de la journée et augmenterait par nuit claire.

La température moyenne sous abri varie également, faiblement pendant la longue saison des pluies, entre 25 et 26°.

R_L serait donc en moyenne de 140 cal/jour/cm² par ciel clair, plus faible par ciel nuageux. Ceci correspond à peu près à 0,10 cal/cm²/minute.

Pendant la journée, comparé au rayonnement global qui dépasse 1 cal/cm²/minute, ce terme est un simple terme correctif.

Cette constatation peut permettre, en l'absence de bilanmètre permettant la mesure de RL, d'utiliser cette estimation, sans risque d'erreur appréciable. On peut en effet, pour une journée peu couverte, admettre pour le rayonnement net, une valeur :

$$R_n = (1-b) R_g - 0,1 \text{ cal/cm}^2/\text{minute}$$

Influence des nuages

La présence de nuages modifie notablement le rayonnement atmosphérique. Différents auteurs ont proposé des formules permettant d'estimer cette modification, en particulier BERLIAND qui a corrigé le terme $R_T - R_a$ par $1 - Cn^m$, avec $C = 0,50$ à l'équateur, $m = 1,5$ à 2 suivant l'altitude des nuages n : fraction de ciel couvert.

Par ciel entièrement couvert, ce terme serait égal à 0,5, pour un ciel à moitié, il devient 0,8

Nous admettrons dans l'estimation de $R_T - R_a$ les valeurs suivantes :

- ciel peu couvert : 0,10 cal/cm²/minute
- ciel très couvert : 0,05 " " "
- cas intermédiaire : 0,08 " " "

Chaleur accumulée dans le sol Q

La chaleur accumulée Q dans le sol peut être estimée en traçant les profils de température pour deux instants.

La surface ainsi délimitée, multipliée par la chaleur spécifique du sol par unité de volume, équivaut à Q.

Le sol considéré est un sable dont la densité moyenne apparente est de 1,40. Son humidité H pendant la période étudiée varie peu, autour de 8%

La chaleur spécifique du sable sec C_s^m étant de 0,24 cal/gr³/degré, on peut en déduire la chaleur spécifique C^v par unité de volume.

$$C^v = \rho C^m = \rho_s C_s^m + \frac{H}{100} \rho_s = 0,45 \text{ cal/cm}^3/\text{degré}$$

Les mesures font apparaître une valeur constante jusqu'à 50 cm de la diffusivité égale à 0,0096 cm²/sec soit 830 cm²/jour, ce qui correspond aux valeurs usuelles données pour le sable humide.

Le flux de chaleur suit assez fidèlement le rayonnement global, il prend les valeurs suivantes :

<u>Heures</u>	<u>Flux cal/cm²/minute</u>	
	<u>Journée ensoleillée</u>	<u>Journée couverte</u>
7 - 8	0 à 0,001	-
8 - 9	0,05	0,02
9 - 10	0,08 à 0,09	0,04
10 - 11	0,12	0,05
11 - 12	0,15	0,05 à 0,06
12 - 13	0,15	0,05 à 0,06
13 - 14	0,12	0,05
14 - 15	0,07	0,04
15 - 16	0,02 à 0,03	0,02
16 - 17	-	-

Dans le cas d'une belle journée, la chaleur emmagasinée atteint donc 46 calories, 20 dans le cas d'une journée sans soleil.

Rapport de BOWEN dans la couche turbulente

Ce rapport s'écrit $\beta = A \frac{\Delta T}{\Delta e_d}$

où ΔT est le gradient de température entre les niveaux 1 et 2
 Δe_d le gradient de tension de vapeur entre ces niveaux,
A une constante.

Par ailleurs, Δe_d s'écrit :

$$\Delta e_d = \Delta e_m - K (\Delta T - \Delta T_m)$$

où ΔT et ΔT_m sont les gradients de température sèche et humide,
K la constante psychrométrique, Δe_m , l'écart entre les
tensions de vapeur saturantes correspondant aux valeurs T_{m1} et
 T_{m2} .

Δe_m peut s'écrire $\Delta e_m = S \Delta T_m$

où S est la pente de la courbe $\Delta e_m = f(T_m)$

au point $\frac{T_{m1} + T_{m2}}{2}$

on a alors :

$$\beta = A \frac{\Delta T}{(S + K) \Delta T_m - K \Delta T}$$

On a pour les thermomètres ventilés : K ~~≠~~ A

et $\beta = A \frac{\Delta T}{(S + A) \Delta T_m - A \Delta T}$

et dans l'équation de BOWEN

$$E = \frac{R_n - Q}{1 + \beta}$$

ou $E = (R_n - Q) \left[1 - \frac{A \Delta T}{(A + S) \Delta T_m} \right]$

soit finalement en prenant $\lambda = 0,5$ et S en mm/degé

$$E = (R_n - Q) \left[1 - \frac{0,5 \Delta T}{(0,5 + S) \Delta T_m} \right]$$

R_n est obtenu suivant les estimations établies précédemment. Pour les fortes valeurs de R_g , l'erreur qu'on peut commettre est très faible; en début et fin de journée où pour les faibles valeurs de R_g , l'erreur relative augmente, mais l'évaporation est alors faible et l'erreur absolue reste peu importante.

L'enregistrement des gradients nous donne $\Delta T = T_1 - T_2$ et $\Delta T_m = T_{m1} - T_{m2}$, et celui de la température humide nous donne T_{m1} , S est alors obtenu pour la valeur $\bar{T}_m = T_{m1} - \frac{\Delta T_m}{2}$

Rappelons que la formule de BOWEN ainsi obtenue suppose l'égalité des coefficients de transfert turbulent de la chaleur et de la vapeur, égalité qui est encore discutée.

Mesures effectuées

Le dispositif décrit pour les gradients au-dessus du sol a été installé au-dessus de la pelouse du parc météorologique, pelouse non arrosée. L'albédo mesuré s'écarte peu de 20%. Les niveaux 1 et 2 correspondent à 0,15 et 0,65 m. Les températures sèches et humides sont prises au niveau 1. L'enregistrement permet un pointé des gradients et de la température sèche toutes les deux minutes, de la température humide toutes les minutes.

Les moyennes sont estimées graphiquement pour des intervalles de temps où les valeurs sont homogènes, et en général d'une durée d'1 heure.

Les rapports $\frac{\Delta T}{\Delta T_m}$ sont calculés directement d'après les graduations lues. Dans le tableau qui suit, ΔT et ΔT_m sont convertis en degrés.

Les températures du sol ont été mesurées au même endroit de la pelouse. Des mesures horaires permettent d'obtenir d'heure en heure, le rechauffement du sol et de la chaleur accumulés.

RESULTATS

<u>18 Avril</u>	°C	°C	°C	°C	cal/cm ²	mm/H	Mm
H TSV	Δ T	ΔTm	T1	Tm1	min.Rg	E	ΔE
8.30-9	022	027	25.6	23.7	0.59	0.07	0.16
9 - 10	022	120	28.3	24.4	0.73	0.05	0.41
10 - 11	023	12	29.8	25.4	0.63	0.10	0.36
11 - 12	024	028	29.4	25.4	0.71	0.16	0.38
12 - 13	121	122	31.6	25.6	1.27	0.32	0.60
13 - 14	123	122	34.0	27.3	1.27	0.35	0.58
14 - 15	022	026	29.8	26.8	0.26	0.11	0.13
15 - 16	-022	+022	28.7	25.1	0.28	-0.28	0.23
16 - 17	-021	024	27.3	25.6	0.17	-0.06	0.10
Rg total 382 cal.					Total ...		2,95
					$\frac{Emm}{Rgmm} = 0,46$		
<u>19 Avril</u>							
8 - 9	02	025	24.5	22.3	0.40	0	0.21
9 - 10	022	028	26.8	23.6	0.62	0.06	0.35
10 - 11	025	120	28.6	24.2	0.69	0.16	0.38
11 - 12	029	028	29.2	24.2	0.76	0.43	0.34
12 - 13	025	024	29.6	25.3	0.57	0.43	0.25
13 - 14	122	029	31.4	26.5	1.25	0.45	0.50
14 - 15	028	029	32.0	26.8	0.83	0.30	0.38
15 - 16	02	027	32.0	26.8	0.61	0	0.36
16 - 17	023	023	29.6	25.6	0.22	0.33	0.08
Rg total 379 cal.					Total ...		2,85
					$\frac{Emm}{Rgmm} = 0,45$		
<u>20 Avril</u>							
7 - 8	02	024	24.6	23.0	0.07	0	-
8 - 9	022	024	25.3	23.4	0.35	0.19	0.15
9 - 10	024	028	27.8	24.4	0.62	0.15	0.30
10 - 11	029	122	28.9	25.1	1.15	0.23	0.56
11 - 12	028	028	30.2	25.7	1.20	0.22	0.60
12 - 13	123	122	32.0	26.5	1.35	0.35	0.61
13 - 14	122	12	32.0	26.5	0.97	0.41	0.43
14 - 15	125	122	33.6	28.0	1.13	0.45	0.48
15- 15.55	122	029	33.3	27.6	0.70	0.45	0.29
15.55/16.15	02	025	29.2	25.5	0.13	0	0.05
Rg total 470 cal					Total...		3.44
					$\frac{Emm}{Rgmm} = 0,44$		

<u>21 Avril</u>		$\frac{2C}{\Delta T}$	$\frac{2C}{\Delta T_m}$	$\frac{2C}{T_l}$	$\frac{2C}{T_{m1}}$	$\frac{\text{cal/cm}^2}{\text{min.Rg}}$	$\frac{\text{mm/H}}{E}$	$\frac{\text{mm}}{\Delta E}$	
H	TSV								
8	- 9	02	026	22.6	22.6	0.32	0	0.17	"
9	- 10	-023	029	24.2	23.8	0.55	-0.07	0.36	"
10	- 11	+022	120	26.6	25.3	0.79	0.05	0.45	"
11	- 12	024	029	28.4	25.6	0.89	0.14	0.48	"
12	- 13	029	029	30.1	26.3	1.23	0.34	0.58	"
13	- 14	122	120	31.8	25.8	0.67	0.45	0.30	"
14	- 15	120	029	30.5	25.0	0.93	0.41	0.42	"
15	- 16	023	023	27.7	24.1	0.49	0.43	0.20	"
16	- 17	02	02	26.0	22.7	0.32	0.41	0.12	"
Rg total 412 cal.						Total ...		3,08	
						$\frac{\text{Emm}}{\text{Rgmm}} = 0,45$			
<u>22 Avril</u>									
7	- 8	02	024	23.6	22.1	0.32	0	0.18	0.18
8	- 9	-022	025	25.7	22.8	0.48	-0.11	0.29	0.29
9	- 10	023	027	27.1	23.5	0.51	0.12	0.26	0.26
10	- 11	024	029	28.2	24.2	0.65	0.13	0.33	0.33
11	- 12	027	027	29.8	25.0	0.75	0.37	0.34	0.34
12	- 13	122	029	31.0	25.9	1.29	0.52	0.52	0.52
13	- 14	122	120	32.0	26.2	1.35	0.48	0.56	0.56
14-14.30		029	026	32.0	26.2	0.93	0.54	0.37	0.19
14.30-15		021	025	29.9	24.4	0.40	0.03	0.24	0.12
15-15.30		027	027	28.8	25.5	0.27	0.31	0.12	0.06
15.30-16		02	022	28.0	24.4	0.28	0	0.16	0.08
16	- 17	025	026	28.8	25.2	0.20	0.27	0.09	0.09
Rg total 394 cal.						Total ...		3,02	
						$\frac{\text{Emm}}{\text{Rgmm}} = 0,46$			
<u>23 Avril</u>									
7	- 8	022	025	23.0	21.9	0.38	0.12	0.16	"
8	- 9	023	027	24.5	23.1	0.45	0.15	0.22	"
9	- 10	023	027	26.6	23.8	0.50	0.15	0.27	"
10	- 11	023	027	27.4	24.0	0.475	0.16	0.25	"
11	- 12	024	027	28.5	24.0	0.965	0.18	0.50	"
12	- 13	120	120	31.1	26.1	1.03	0.35	0.47	"
13	- 14	027	027	30.6	25.9	0.83	0.37	0.33	"
14	- 15	023	023	27.8	25.2	0.43	0.27	0.21	"
15	- 16	022	023	28.3	25.2	0.59	0.15	0.31	"
Rg total 380 cal.						Total ...		2,72	
						$\frac{\text{Emm}}{\text{Rgmm}} = 0,43$			

24 Avril	°C	°C	°C	°C	cal/cm ²		mm/H	mm
H TSV	ΔT	ΔT _m	T ₁	T _{m1}	min.Rg		E	ΔE
7.20-8	022	022	22.0	21.6	0.24	0	0.11	0.08
8 - 9	-024	029	24.5	23.4	0.63	-0.12	0.38	0.38
9 - 10	023	120	25.2	23.8	0.71	0.11	0.48	0.48
10 - 11	029	120	27.7	24.2	1.13	0.37	0.50	0.50
11 - 12	121	121	28.8	24.9	1.43	0.37	0.64	0.64
12 - 13	124	120	31.4	25.3	1.35	0.59	0.52	0.52
13 - 14	227	120	33.5	25.6	1.23	0.71	0.44	0.44
14 - 15	028	028	31.2	25.5	0.77	0.35	0.34	0.34
15 - 16	026	027	31.2	25.7	0.50	0.25	0.22	0.22
16 - 17	026	025	29.4	26.2	0.22	0.33	0.08	0.08
							Total ...	3.68
Rg total 496 cal.								
					$\frac{Emm}{Rgmm} = 0,45$			
<u>25 Avril</u>								
7 - 8	021	021	20.9	20.9	0.08	0.45	-	-
8 - 9	024	026	22.6	22.4	0.34	0.22	0.14	0.14
9 - 10	027	120	24.9	24.2	0.68	0.25	0.34	0.34
10 - 11	027	028	26.2	24.2	0.73	0.28	0.36	0.36
11 - 12	026	027	27.0	24.2	0.58	0.30	0.28	0.28
12 - 13	120	029	28.5	25.1	0.93	0.43	0.40	0.40
13 - 14	120	027	30.0	25.4	0.93	0.54	0.37	0.37
14 - 15	027	027	29.2	24.9	0.62	0.33	0.27	0.27
15 - 16	027	027	30.6	25.6	0.45	0.31	0.20	0.20
16 - 17	023	024	27.4	25.0	0.12	0.22	0.06	0.06
							Total ...	2.42
Rg total 333 cal.								
					$\frac{Emm}{Rgmm} = 0,44$			
<u>26 Avril</u>								
7 - 8	022	023	22.0	21.3	0.15	0.37	0.03	0.03
8 - 9	023	026	23.7	22.6	0.40	0.15	0.18	0.18
9 - 10	027	120	24.4	22.7	0.475	0.25	0.23	0.23
10 - 11	027	120	26.2	23.5	0.635	0.24	0.33	0.33
11 - 12	029	120	27.2	24.0	0.71	0.32	0.34	0.34
12 - 13	120	120	28.3	23.9	0.765	0.39	0.35	0.35
13 - 14	123	120	30.1	24.9	1.13	0.51	0.46	0.46
14 - 15	120	120	31.2	25.0	0.77	0.37	0.37	0.37
15 - 16	023	024	28.1	24.7	0.20	0.28	0.09	0.09
							Total ...	2.38
Rg total 322 cal.								
					$\frac{Emm}{Rgmm} = 0,44$			

<u>27 Avril</u>		°C	°C	°C	°C	cal/cm ²	mm/H	mm
H	TSV	ΔT	ΔTm	T ₁	Tm ₁	min.Rg	E	ΔE
7	- 8	-0.23	0.2	21.3	21.3	0.28	-	-
8	- 9	0.2	0.26	24.9	22.7	0.50	0	0.26
9	- 10	0.26	1.20	27.0	23.9	0.83	0.19	0.40
10	- 11	1.20	1.20	28.6	24.9	1.08	0.37	0.48
11	- 12	1.24	1.20	30.2	25.6	1.42	0.54	0.57
12	- 13	1.22	1.20	31.6	25.7	1.50	0.50	0.62
13	- 14	1.24	1.20	34.6	26.4	1.32	0.60	0.50
14	- 15	1.24	1.20	35.3	27.1	0.99	0.54	0.40
15	- 16	1.21	1.20	34.2	26.6	0.75	0.40	0.32
16	- 17	0.29	0.27	32.1	25.6	0.47	0.22	0.22
17	- 18	-0.21	0.26	27.0	25.0	0.08	-0.04	-
Rg total 556 cal.						Total ...		3.77
$\frac{Emm}{Rgmm} = 0,41$								
 <u>28 Avril</u>								
7	- 8	0.24	0.21	21.0	19.8	0.34	0.12	0.15
8	- 9	0.27	0.23	22.0	19.9	0.23	0.19	0.11
9	- 10	0.27	0.23	24.6	21.3	0.65	0.19	0.33
10	- 11	1.20	0.29	27.6	23.4	0.95	0.30	0.45
11	- 12	1.20	1.20	29.8	25.5	1.19	0.35	0.55
12	- 13	1.20	1.21	31.4	25.6	1.03	0.39	0.46
13	- 14	0.29	1.22	32.1	26.3	0.93	0.54	0.38
14	- 15	1.20	1.24	33.4	27.0	0.93	0.60	0.38
Rg total 401 cal.						Total ...		2.81
$\frac{Emm}{Rgmm} = 0,42$								

REMARQUES

De ces quelques valeurs, quelques conclusions se dégagent.

- Tout d'abord un ordre de grandeur de l'évapotranspiration aux "heures de pointe" de l'ordre de 0,6 mm/heure.
- Ensuite une bonne corrélation entre l'évapotranspiration et le rayonnement global. Il semble même que la diminution du coefficient $\frac{E}{R_g}$ puisse être interprétée, en fonction de la date de la dernière pluie précédant le jour considéré.

Mois d' AVRIL 1968

Pluie le	<u>17</u> 8,5mm	<u>18</u> 0,46	<u>19</u> 0,45	<u>20</u> 0,44
Pluie le	<u>21</u> 22,0mm	0,45	<u>22</u> 0,46	<u>23</u> 0,43
Pluie le	<u>24</u> 32,0mm	0,45	<u>25</u> 34,0mm	0,44
Pluie le	<u>26</u> 0,44	<u>27</u> 0,41	<u>28</u> 0,42	

Il y aurait une légère diminution de l'évapotranspiration les jours suivant une pluie. Etant donné la nature sableuse du sol, aux faibles réserves, ceci semble très vraisemblable.

Pour un sol bien irrigué, il semble donc que ce rapport soit de l'ordre de 0,45.

COMPARAISON AVEC L'EVAPOTRANSPIRATION MESUREE

L'évapotranspiration est actuellement mesurée par deux évapotranspiromètres de 4 m², l'un planté en paspalum, l'autre en cynodon dactylon. L'anneau de garde est une pelouse de paspalum de 40 x 30 m.

Pour la décade allant du 19 au 28 Avril, l'évapotranspiration mesurée sur le bac paspalum, rendue imprécise par les fortes averses, est de 32,4 mm.

L'évapotranspiration estimée par la méthode décrite est de 30,2 mm soit un écart de 7%. Il est possible d'autre part, comme le montrent les valeurs journalières, qu'il y ait eu sur la pelouse non irriguée, où se sont faites les mesures, une baisse de l'évapotranspiration.

x

x x

CONCLUSION

Ces résultats confirment l'intérêt de la méthode du bilan énergétique en zone humide. L'appareillage assez long à mettre au point, est par contre relativement facile à mettre en oeuvre. Le dépouillement pourrait être simplifié par l'utilisation d'enregistreurs plus sensibles et plus précis.

Cette méthode qui, par l'intermédiaire des phénomènes d'échanges au-dessus du sol et dans le sol, étudie l'étude de l'évapotranspiration réelle, permettra de préciser les réactions d'un couvert végétal aux variations d'énergie solaire et de disponibilités en eau.

x

x x

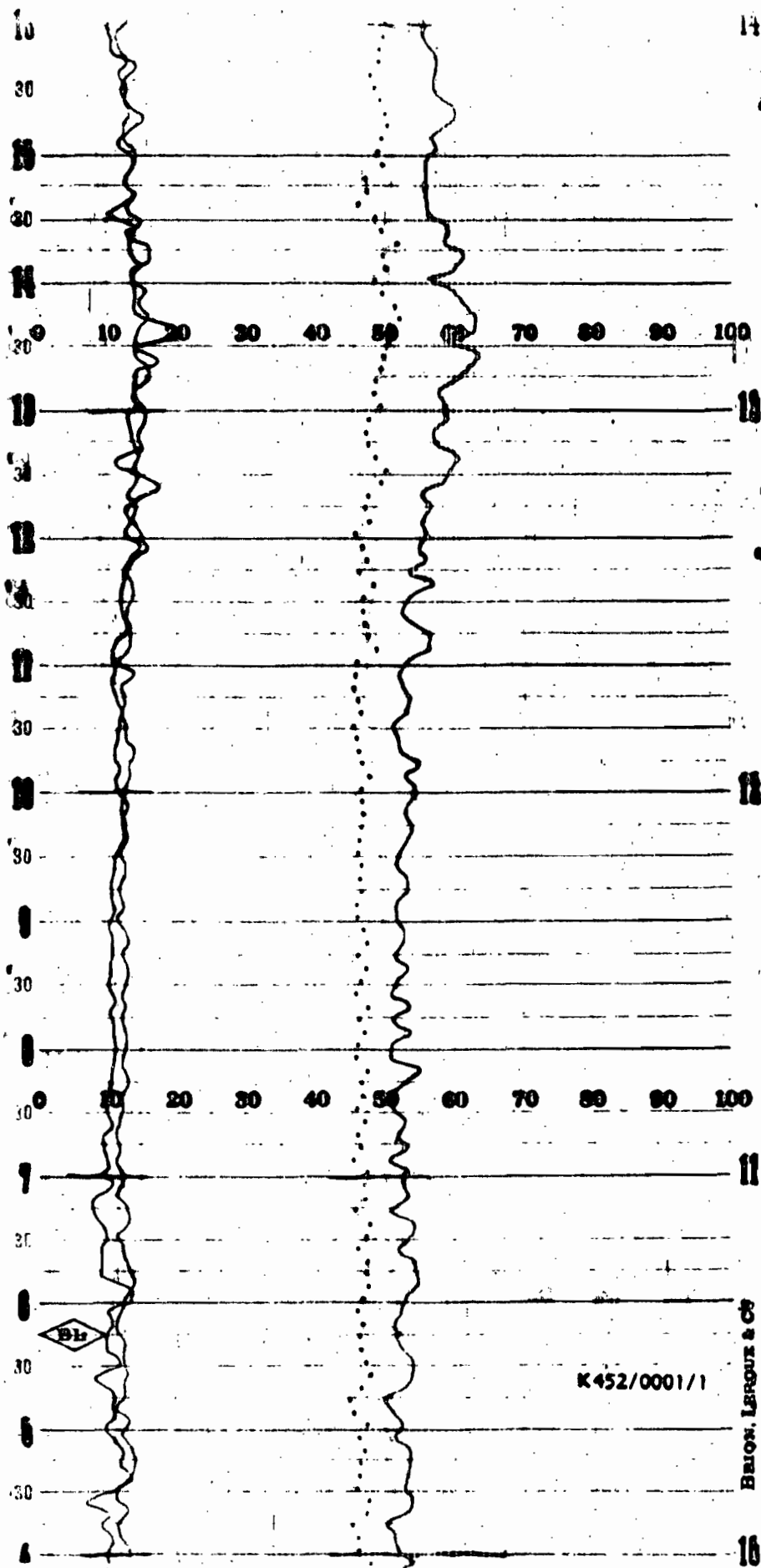
- ENREGISTREMENT : T_{s_1} T_{m_1} , ΔT_s ΔT_m

- PHOTOS

en haut : 1 - plate-forme des solarimètres
2 - salle des enregistreurs

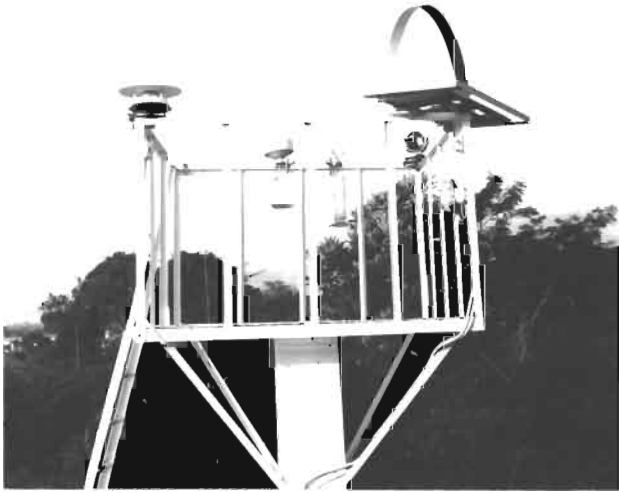
en bas : 3 - Mesure de l'albédo au-dessus du
bac d'ETP paspalum. En arrière plan,
le bac d'eau de 4m².

4 - Thermocouples pour la mesure des
gradients de température et d'humidité.



BRON. LARGUE & C^o

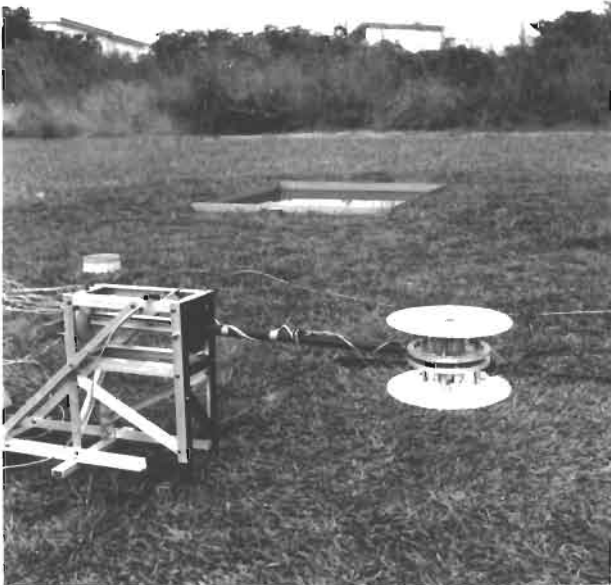
K452/0001/1



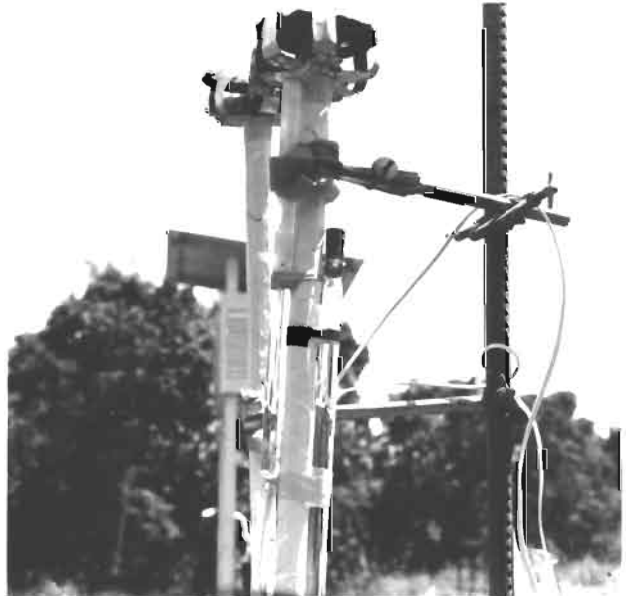
- 1 -



- 2 -



- 3 -



- 4 -

B I B L I O G R A P H I E

- E.A. BERNARD - Le déterminisme de l'évaporation
dans la nature.
INEAC.
- R. GEIGER - The climate near the ground.
- Ch. PERRIN de BRICHAMBAUT
- Rayonnement solaire et échanges
radiatifs naturels.
Gauthier-Villars
-