Etudes climatologiques.

par

DEZYDERY SZYMKIEWICZ.

(entré le 21. IX. 1933).

XXIII. L'influence de la hutte thermométrique sur l'indice d'évaporation.

Il est universellement connu que la hutte thermométrique exerce une influence bien marquée sur les thermomètres qu'on y installe. Une comparaison avec un psychromètre d'Assmann mis à côté montre que les thermomètres dans la cage indiquent, dans la plupart de cas, une température et une humidité de l'air plus ou moins différentes de celles de l'atmosphère libre. La cause en est la différence qui existe entre la température de la hutte et celle de l'air. Cette différence est provoquée d une part par le rayonnement qui agit sur la hutte et qui est émis par elle et d'autre part par son inertie thermique.

Au millieu de la journée, la hutte reçoit plus d'énergie du rayonnement qu'elle n'en perd. Par suite, sa température s'élève audessus de celle de l'air. Le soir, le bilan d'énergie devient négatif. Son action, ajoutée à celle de l'abaissement de la température de l'air, provoque le refroidissement de la hutte. Cependant, comme la hutte a une masse considérable, sa température reste encore pendant une partie de la nuit supérieure à celle de l'air libre. L'excès, naturellement, va en diminuant. Au cours de la nuit, la différence des températures change de signe: la hutte se refroidit au-dessous de la température de l'air. Le matin, malgré l'échauffement par les rayons du soleil, la hutte, par suite de sa grande masse, ne peut pas suivre assez rapidement l'élevation de la température de l'air et reste encore pendant quelque temps plus froide que l'air. Enfin, à une heure plus ou moins avancée de la journée, la hutte devient de nouveau plus chaude que l'air.

On n'a pas jusqu'ici, à ce qu'il semble, mesuré directement la température de la hutte. Par suite, pour illustrer les phénomènes qui viennent d'être décrits, il n'y a pas d'autre moyen que de citer l'échauffement des thermomètres qui en est l'effet. Mais on doit d'abord considérer de plus près la causalité de cet échauffement.

Il se produit par l'effet du rayonnement émis par les parois de la hutte et par intermédiaire de l'air qui s'échauffe au contact avec elle. La première cause est de beaucoup la plus importante, car on construit les huttes de façon à assurer la libre circulation de l'air. L'installation d'un ventilateur ne change pas beaucoup dans cet état de choses, comme on peut le voir d'après les observations effectuées à l'Observatoire de Tachkent (voyez la table I).

TABLE I

Tachkent. Le maximum d'écarts hutte — Assmann dans les valeurs moyennes mensuelles de la température de l'air et de la tension de vapeur pour 13 h.

Hutte	Année		Tension de vapeur
Non ventilée	1901	1.8°	6.2mm
	1903	1.9	4.3
	1904	1 7	4.3
	1905	1 0	3 4
Ventilée	19 0 5	1.9°	3.4mm
	190 6	1.4	4.1
	19 0 7	1.3	2.7
	1907	1.0	4.6

On n'a pas beaucoups d'observations comparatives suivies, exécutées en huttes et en même temps, à côte, avec un psychromètre d'A s s m a n n. Je ne connais que celles de Batavia, Tachkent et Leningrad.

A Batavia (6º 11'S, 106º 45'E, 6 m), on emploie un type de hutte très grande, dit "tropical". La grande masse provoque des phénomènes de retard très marqués: la différence négative, caractéristique pour la matinée, dure ici jusqu'à 14 h (voyez la tab. II).

Les observations de Batavia sont uniques dans leur genre: à cet observatoire on effectue les observations toutes les heures — 24 fois par jour. Ailleurs, on n'a que 3 mesures par jour aux heures reglémentaires. Dans le réseau russe, anquel appartiennent les ob-

TABLE II

Batavia 1911—1915

Les écarts de la température et l'humidité relative de l'air: hutte—Assmann

Heures	Température	Humidité
	$+0.54^{\circ}$	- 16 pro mille
2	+ 52	 16
3	÷ 50	14
4	+ 49	— (5
5	+ 48	 15
6	+ 42	 14
1 2 3 4 5 6 7 8	- 0.14	+13
8	— 53	+28
9	— 57	+25
10	— 51	+21
11	— 44	+14
12	 38	+12
13	— 32	+9
14	- 10	+ 1
15	+0.12	- 2
16	+ 39	 10
17	+ 52	— 9
18	+ 73	— 13
19	+ 78	18
20	+ 73	— 18
21	+ 66	- 16
22	+ 63	— 1 6
23	+ 63	17
24	+ 57	— 16

servatoires de Tachkent et Leningrad, on emploie des huttes plus petites que dans les pays tropicaux et, par suite, les phénomènes de retard sont moins sensibles. A titre d'exemple je citerai les observations de 1906 à Tachkent (voyez table III).

TABLE III

Tachkent. 1906. Les différences de la température de l'air et de la tension de vapeur hutte – Assmann.

	T	e mpératui	re	Tension de vapeur				
3	7h	13h	21h	7h	13h	21h		
1 1	0.1	1.4	0.0	0.2	0.3	0.2		
· ·	-0.1	0.4	-0.1	0.1	0.1	0.1		
111	-01	0 2	0.0	0.3	0.5	0.5		
IV	0.3	0.5	0.1	0.8	0.8	0.7		
V	0.8	1.1	0.5	0.9	1.5	0.8		
VI	1.5	0.9	0.4	1.4	1.9	1.5		
VII	1.2	1.0	0.6	1.5	2.8	1.4		
VIII	1.1	1.0	1.0	1.8	4.1	1.9		
lX	0.4	0.8	0.7	1.0	2.6	1.3		
Х	0.4	0.7	0.7	0.1	1.5	0.8		
XI	-0.2	0.3	0.0	0.6	0.9	0.7		
XII	01	0.4	0.1	0.3	0.4	0.3		

On voit qu'à Tachkent l'inversion du signe de la différence de la température entre la hutte et le psychromètre d'A s s m a n n se produit avant 7 h, à l'exseption de l'hiver seulement. Dans les observations de Leningrad dont j'omets les détails le signe des moyennes mensuelles de la différence est en général positif à toutes les heures-termes, sauf quelques cas isolés qui sont, chose curieuse, eparpillés dans les saisons variées.

Comme on le voit des tables I—III, l'influence de la hutte sur les indications des thermomètres est tellement marquée que l'écologie végétale doit en tenir compte, lorsqu'elle utilise les observations météorologiques officielles. Les différences de la température entre la hutte et le psychromètre d'A s s m a n n s'élèvent souvent à plus d'un degré en moyenne mensuelle et probablement à un niveau beaucoups plus élevé à des observations particulières. Il est impossible de préciser les maxima, car on ne poublie pas les observations inextenso, en se contentant des moyennnes mensuelles. A titre d'exemple je citerai ici, outre les données déjà mentionées, les observations de 1907 de Leningrad et de 1915 à Batavia. J'ai choisi les séries qui se rapprochent de la moyenne au point de vue considéré (table IV).

TABLE IV
Différences hutte-Assmann de la température de l'air pour 13h

Station	I	II	III	lV	V	VI	VII	VIII	IX	X	ΧI	XII	Période
	0.10												1907
Batavia	0.69	0.16	-0.18	-0.04	0.60	0.15	0.53	-0 .14	0.06	0.14	0.31	0.22	191 5

Aux données de table IV il faut ajouter qu'en 1915 à Batavia les moyennes mensuelles des différences hutte — A s s m a n n pour la température étaient comprises entre + 1.06 (22 h, août) et — 1.09 (9 h, juillet). Des trois stations considérées, les plus faibles écarts donne Leningrad.

Pour l'écologie végétale, le problème de la hutte météorologique englobe aussi la question des mesures du pouvoir évaporatoire de l'air. La méthode la plus efficace pour caractériser ce pouvoir consiste en détermination de l'indice d'évaporation, défini dans la partie V de ces études. Cet indice ne diffère pas beaucoups du déficit hygrométrique, qu'on calcule au moyen de la formule

$$d = p' - p$$

où p' est la tension de vapeur saturée et p - la tension de vapeur

TABLE V Batavia, 13 h, 1925

				-	,								
		I	п	Ш	IV	Λ	N	VII	V VI VII VIII IX X XI XII	IX	×	IX	XII
Les écarts hutte — Assmann		- 0.69 + 4	0 18 11	+0.18 -25	+0.04	-0.60 + 30	-0.15	-0.53 + 16	+0.14	-0.0 6	-0.14 + 11	- 0.31	0.22 + 2 6
Indice d'évapora- tion pour	Hutte Assmann	8.5 9.0		11.3	8.5 11.3 10.7 10.2 10.5 14.6 16.5 13.5 14.7 11.2 10.0 8.2 10.3 10.0 11.8 9.9 15.8 15.4 13.9 15.4 9.6 11.1	10.2	9.9	14.6	10.5 14.6 16.5 13.5 14.7 9.9 15.8 15.4 13.9 15.4	13.5	14.7	11.2	10.0

observée. Or, étant donné que la tension de vapeur saturée croit bien vite avec la température, on pourrait prévoir que l'influence de la hutte sur les thermomètres produira un effet très fort sur les valeurs de l'indice d'évaporation.

Cet effet dépend naturellement de l'action de la hutte sur le thermomètre mouillée et par suite sur les valeurs de l'humidité. Or le problème devient ici fort embrouillé, car nous avons les données contradictoires pour Batavia et pour Tachkent, les seules données que nous avons à notre dispositions, Lèningrad n'ayant pas publié ses observations à ce sujet. A Batavia, comme on le voit dans la table II, les différences hutte — A s s m a n n pour la température et l'humidité relative ont en général des signes opposés, à Tachkent au contraire les signes sont pour la plupart concordants (voyez la table III). Considerons à part ces deux stations.

Pour ce qui est de Batavia, les heures du milieu du jour qui ont le plus dimportance pour l'écologie accusent les écarts de la température et de l'humidité les plus faibles de la journée (voyez la table II). Par suite, les écarts de l'indice d'évaporation sont faibles, également. Par exemple, pour 13 h en 1915 on obtient les valeurs mensuelles reunies dans la table V, qui donnent pour la hutte et pour le psychromètre d'A s s m a n n la moyenne anuelle presque identique.

A Tachkent nous avons non seulement les écarts considérables de la température, mais aussi les écarts très forts de l'humidité. (Voyer la table III). Comme ces écarts ont des signes concordants, leur influence sur l'indice d'évaporation se compense partiellement. Cependant l'influence de l'humidité prévaut et, par suite, le psychromètre d'Assmann donne des valeurs plus élevées que la hutte météorologique (table VI).

Les différences entre les valeurs de la hutte et du psychromètre d'Assmann sont ici assez faibles, de même comme elles l'étaient à Batavia. Dans l'un et l'autre cas on peut les négliger, lorsqu'on compare les climats des localités appartenant à la même région.

TABLE VI Tachkent, 1906. Les valeurs de l'indice d'évaporation calculées d'après les données de la hutte et du psychromètre d'Assmann pour 13h

	1	11	Ш	IV	V	Vi	Vlí	VIII	lX	Х	Xl	XII
Hutte Assmann	2.2 2.0	2.4 2.3	6.6 6.9	9. 4 9.8	17.8 17.7	3 2.3 32.3	29.8 30.7	31.3 33.5	19. 6 21.2	12.2	6. 5 7.2	3.0 3.2

Mais lorsqu'on veut déterminer les valeurs absolues de l'évaporation, on doit en tenir compte.

La cause de la différente action de la hutte à Batavia et à Tachkent reste à élucider.

XXIV. Sur la mesure des températures minima de l'air.

La mesure des températures minima de l'air est très simple et facile. On l'effectue généralement au moyen des thermomètres placés dans la cage météorologique. Leurs indications sont très utiles pour écologie théorique et pratique, surtout au printemps et en automne, quand ils renseignent sur les gelées dont l'action sur la végétation est fort nuisible et souvent désastreuse. Cependant, les agriculteurs et les horticulteurs se plaignent que ces renseignements sont souvent faux: les plantes sont souvent gelées quand les thermomètres indiquent une température supérieure au zéro.

La cause de cette discordance réside dans le fait bien connu que les plantes refroidissent pendant la nuit au-dessous de la température de l'air. En conséquence, il faut pour l'étude des gelées mesurer la température des plantes et non celle de l'air. Le moyen le plus simple pour ces mesures consiste en emploi des thermomètres placés librement sans abri. La température de ces thermomètres diffère de celle de l'air, mais pendant la nuit suit assez exactement la température des plantes. Or, les thermomètres libres indiquent en général des températures minima plus basses que les thermomètres en cage. On peut le voir, par exemple, d'après les observations exécutées dans la Station écologique de Dublany en juin 1933 (voyer la table VII). Le thermomètre libre était placé pendant ces observations au même niveau que celui de la cage.

Chose remarquable, la différence entre les thermomètres libres et ceux en cage est en général d'autant plus grande que le ciel est moins couvert par les nuages. On peut déduire facilement de la table VII que la différence (thermomètre en cage — thermomètre libre) était pendant les observations citées en moyenne égale à:

1.52° pour les nébulosités 10—8 2.19° ,, ,, 7.5—5.5 2.72° ,, ,, 5—0,

la nébulosité étant la moyenne de celles de 7 heures du matin et de 21 heures du soir précédent.

Cette influence de la nébulosité est facile à expliquer. Les nuages émettent, en effet, un rayonnement à ondes longues plus fort

Table VII

Températures minima de l'air dans la station des champs en juin 1933

à Dublany (49° 54' N, 24° 05' E, 259 m).

	a Dublany	(49° 54 N, 2			
D - 4 -	Therm	omètr e		ulosi	CONTRACTOR OF THE PARTY OF THE
Data	en cage	ibre	* 7 h	13 h	21 h
	0.0	7 9	10	10	10
1	9.8		10	3	4
2	10.5	7.7		7	
3	8.6	4.1	1	7	,
4	3.5	0.8	3		7 9 4
5	6.1	3.8	5	8	
6 、	6.4	3.8	10	10	10
7	6.2	63	10	10	10
8	6.4	6.2	10	7	. 8
9	9.6	3.8	10	10	10
10	11.0	11.3	10	10	10
11	12.1	12.2	10	9	10
12	12.4	12.3	10	1	1
13	8.3	4.8	3	5	0
14	10.5	9.8	0	3	3
15	12.7	11.7	10	10	10
16	14.4	11.2	10	10	4
17	10.6	7.9	0	9	10
18	10.6	12.0	10	4	10
19	10 6	8.0	10	10	1
20	10.0	7.8	1	5	10
21	9.5	6.3	10	8	
22	10.6	8.5	8	7	5 7
23	14.0	12.6	6	10	10
24	11.9	9.7	4	10	10
25	10.6	10.0	10	10	10
26	11.1	7.9	10	. 10	10
27	10.1	6.3	5	8	5
28	10.0	7.3	10	10	8
29	9.0	6.3	5	7	1
30	12.4	9.5	10	10	10
Moyenne	10.0	7.9			

que l'atmosphère claire. Le rayonnement d'un ciel totalement couvert s'approche par son intensité de celui émis par les parois de la cage météorologique. Ce rayonnement échauffe les plantes et les thermomètres à peu près également, car il est absorbé par ces corps en proportion approché, contrairement au rayonnement à ondes courtes émis par les soleil dont l'action sur les plantes et les thermomètres est très différente.

Laboratoire de Botanique de l'École Polytechnique de Lwów.