

NOTE SUR L'EVAPORATION DE LA MARE D'OURSIS

P. CHEVALLIER

INTRODUCTION

Après la publication du rapport provisoire de B. POUYAUD sur l'étude de l'évaporation du lac de Bam (1) complété par les formules plus élaborées publiées dans son rapport annuel d'activités (juin 78 - mai 79) (2), il nous est apparu intéressant d'appliquer les corrélations qu'il obtient sur le lac de Bam à la mare d'Oursi.

Rappelons que B. POUYAUD admet que l'évaporation d'une nappe d'eau libre est entièrement définie par le déficit de saturation

$$\Delta E = E_w - E_2$$

où E_w tension de vapeur saturante à la surface du lac

E_2 tension de vapeur d'eau de l'air à la hauteur de 2m au dessus du lac

Le vent U_2 constitue l'élément caractérisant le gradient de tension de vapeur au dessus du lac.

B. POUYAUD a corrélié les observations faites sur le lac de Bam avec les paramètres climatiques obtenus à une station climatologique située à proximité immédiate, mais hors de l'influence directe des tensions de vapeurs dues au lac.

Nous allons essayer d'appliquer ces formules à la mare d'Oursi en utilisant les observations à la station climatologique de Djalafanka pendant les années 77 et 78. Une comparaison sera ensuite faite avec l'évapotranspiration potentielle calculée par la formule de Penman, l'évaporation mesurée à l'échelle limnimétrique de la mare et les observations faites sur le bac d'évaporation ORSTOM flottant situé à proximité du limnigraphe.

1. Calcul au pas décadaire

B. POUYAUD a établi des corrélations

$$EVAP = f(\Delta E_{ABRI}, U_2) \quad \text{où } \Delta E_{ABRI} = E_{wCOL} - E_2_{ABRI}$$

EW COL est la tension de vapeur à la température de surface du bac d'évaporation Colorado-ORSTOM

E2 ABRI est la tension de vapeur d'eau mesurée sous abri.

Ces corrélations se présentent sous 5 formes :

$$(1) \text{ EVAP} = 0.754 + 0.172 \cdot \Delta E \text{ ABRI} + 1.508 U_2$$

$$(2) \text{ EVAP} = 1.063 \cdot (\Delta E \text{ ABRI})^{0.558} \cdot (U_2)^{0.333}$$

$$(3) \text{ EVAP} = 2.854 + \Delta E \text{ ABRI} (0.079 + 0.066 \cdot U_2)$$

$$(4) \text{ EVAP} = 1.667 \cdot (\Delta E \text{ ABRI} \cdot U_2)^{0.404}$$

$$(5) \text{ EVAP} = 0.0831 \cdot (\Delta E \text{ ABRI} \cdot U_2) + 3.997$$

Les tableaux 1 et 2 contiennent tous les résultats obtenus pour les années 1977 et 1978 ainsi que la moyenne des résultats obtenus avec les 5 corrélations.

Le tableau 3 met en correspondance la moyenne obtenue à partir des corrélations, l'évapotranspiration potentielle de Penman et les observations sur la mare (échelle et bac flottant) lorsqu'elles ne sont pas perturbées par des éléments extérieurs (pluie, prélèvements humains ou animaux non négligeables).

Tableau 1 : Calcul de EVAP au pas décadaire - année 1977

mois	TCCL (°C)	E2 ABRI (mb)	DE ABRI (mb)	V2 (m/3)	EVAP (mm/jour)							moy.
					(1)	(2)	(3)	(4)	(5)			
1	1	21,1	9,8	15,2	1,9	6,2	6,0	6,0	6,5	6,4	6,2	
	2	21,5	8,7	16,9	2,1	6,8	6,6	6,5	7,0	6,9	6,8	
	3	20,3	7,2	16,6	2,8	7,8	7,2	7,2	7,9	7,9	7,6	
2	1	20,0	6,6	16,8	3,1	8,3	7,5	7,6	8,2	8,3	8,0	
	2	21,9	5,3	20,9	2,4	8,0	7,8	7,8	8,1	8,2	8,0	
	3	22,3	7,0	19,9	2,3	7,6	7,4	7,4	7,8	7,8	7,6	
3	1	20,9	3,8	20,9	3,5	9,6	8,8	9,3	9,4	10,1	9,4	
	2	22,3	3,0	23,9	3,1	9,5	9,1	9,6	9,5	10,1	7,5	
	3	23,7	3,8	25,5	2,8	9,4	9,1	9,6	9,4	9,9	7,5	
4	1	24,6	4,2	26,7	2,6	9,3	9,1	9,5	9,2	9,8	8,9	
	2	27,1	9,6	26,2	2,8	9,5	9,3	9,8	9,5	10,1	9,4	
	3	29,4	19,1	21,9	4,1	10,7	9,5	10,5	10,3	11,5	10,5	
5	1	28,6	11,6	27,5	2,7	9,6	9,4	9,9	9,5	10,2	9,7	
	2	29,0	21,6	18,4	3,2	8,7	8,0	8,2	8,6	8,9	8,5	
	3	29,4	19,1	21,9	4,1	10,7	9,5	10,5	10,3	11,5	10,5	
6	1	29,3	17,8	22,9	4,1	10,9	9,8	10,9	10,4	11,3	10,8	
	2	29,3	17,8	22,9	4,5	10,4	10,1	11,5	10,8	12,6	11,1	
	3	29,4	18,0	23,0	4,0	10,7	9,7	10,7	10,4	11,6	10,6	
7	1	29,0	20,7	19,3	3,8	9,8	8,6	9,2	9,5	10,1	9,4	
	2	28,9	22,8	17,0	4,3	10,2	8,4	9,0	9,4	10,1	9,4	
	3	29,1	22,4	17,9	3,1	8,5	7,7	7,9	8,4	8,6	8,2	
8	1	29,5	24,0	17,2	3,9	9,6	8,2	8,6	9,1	9,6	9,0	
	2	30,2	23,9	19,0	2,4	7,6	7,4	7,4	7,8	7,8	7,6	
	3	29,4	25,1	15,9	3,3	8,5	7,4	7,6	8,3	8,4	8,0	
9	1	30,5	24,4	19,3	2,0	7,1	7,0	6,9	7,3	7,2	7,1	
	2	30,9	24,9	19,8	1,7	6,7	6,7	6,6	6,9	6,8	6,7	
	3	31,1	21,6	23,6	1,7	7,4	7,4	7,4	7,4	7,3	7,4	
10	1	30,4	17,6	25,8	1,6	7,6	7,6	7,6	7,5	7,4	7,5	
	2	29,9	16,0	26,2	1,9	8,1	8,1	8,2	8,1	8,1	8,1	
	3	26,3	7,7	26,5	1,8	8,0	8,0	8,1	7,9	8,0	8,0	
11	1	24,2	5,4	24,8	2,2	8,3	8,3	8,4	8,4	8,5	8,4	
	2	24,9	7,6	23,8	1,8	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	
	3	23,5	4,5	24,4	2,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	
12	1	22,3	4,4	22,5	1,9	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	
	2	21,5	7,5	18,1	2,1	7,0	6,8	6,8	7,2	7,2	7,0	
	3	18,0	5,3	15,4	3,3	8,4	7,3	7,4	8,2	8,2	7,9	

Tableau 2 : Calcul de EVAP au pas décadaire - année 1978

mois	décade	TCCOL (°C)	E2 ABRI (mb)	DE ABRI (mb)	V2 (m/s)	EVAP (mm/jour)					moy.
						(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
1	1	19,7	6,1	16,8	3,1	8,3	7,5	7,6	8,2	8,3	8,0
	2	20,2	7,1	16,6	2,4	7,2	6,8	6,8	7,4	7,3	7,1
	3	20,7	7,3	17,1	2,4	7,2	6,9	6,9	7,5	7,4	7,2
2	1	21,5	8,1	17,5	2,1	6,9	6,7	6,7	7,1	7,0	6,9
	2	23,5	12,3	16,6	2,4	7,2	6,8	6,8	7,4	7,3	7,1
	3	22,8	11,3	16,4	2,2	6,9	6,6	6,5	7,1	7,0	6,8
3	1	25,9	8,1	25,3	1,9	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
	2	26,8	8,4	26,8	2,1	8,5	8,5	8,7	8,5	8,7	8,6
	3	26,2	4,7	29,3	2,5	9,6	9,5	10,0	9,4	10,1	9,7
4	1	28,4	10,8	27,9	2,9	9,9	9,7	10,4	9,8	10,7	10,1
	2	26,6	9,0	25,8	3,0	9,7	9,4	10,0	9,7	10,6	9,8
	3	28,3	19,0	19,4	2,5	7,9	7,5	7,6	8,0	8,0	7,8
5	1	29,5	16,5	24,7	3,9	10,9	10,0	11,2	10,0	12,0	10,9
	2	30,0	18,3	24,1	3,0	9,4	9,0	9,5	9,4	10,0	9,5
	3	30,5	24,0	19,7	4,5	10,9	9,3	10,3	10,2	11,1	10,4
6	1	28,4	23,0	15,7	3,7	9,0	7,6	7,9	8,6	8,8	8,4
	2	29,5	22,4	18,8	4,7	11,1	9,1	10,4	10,6	12,1	10,8
	3	29,4	20,9	20,1	4,3	10,7	9,2	10,1	10,1	11,2	10,3
7	1	28,7	20,4	18,9	4,6	10,9	9,1	10,1	10,1	11,2	10,3
	2	29,2	22,7	17,8	3,9	9,7	8,3	8,8	9,2	9,5	9,2
	3	28,1	23,4	14,6	4,4	9,9	7,8	8,2	9,0	9,3	8,8
8	1	29,2	23,2	17,3	3,1	8,4	7,6	7,8	8,3	8,4	8,1
	2	30,0	24,0	18,4	2,9	8,3	7,7	7,8	8,3	8,4	8,1
	3	30,3	23,5	19,7	3,0	8,7	8,1	8,3	8,7	8,9	8,5
9	1	30,2	23,0	19,9	2,7	8,2	7,9	8,4	8,7	9,0	8,4
	2	29,8	23,3	18,6	2,2	7,3	7,1	7,0	7,5	7,4	7,3
	3	30,1	20,6	22,1	1,9	7,4	7,4	7,4	7,5	7,5	7,4
10	1	30,0	17,3	25,4	2,5	8,9	8,8	9,1	8,9	9,3	9,0
	2	29,9	14,3	27,9	1,9	8,4	8,4	8,6	8,3	8,1	8,4
	3	28,1	11,8	26,2	2,1	8,4	8,4	8,6	8,4	8,6	8,5
11	1	27,9	9,8	27,8	2,0	8,6	8,5	8,7	8,5	8,6	8,6
	2	23,8	5,3	24,1	2,6	8,8	8,6	8,9	8,9	9,2	8,9
	3	21,9	7,2	19,0	3,0	8,5	7,9	8,1	8,5	8,7	8,3
12	1	23,4	10,8	17,9	2,4	7,5	7,1	7,1	7,6	7,6	7,4
	2	21,4	9,1	16,4	2,3	7,0	6,7	6,6	7,2	7,1	6,9
	3	22,0	6,9	19,5	2,0	7,1	7,0	7,0	7,3	7,2	7,1

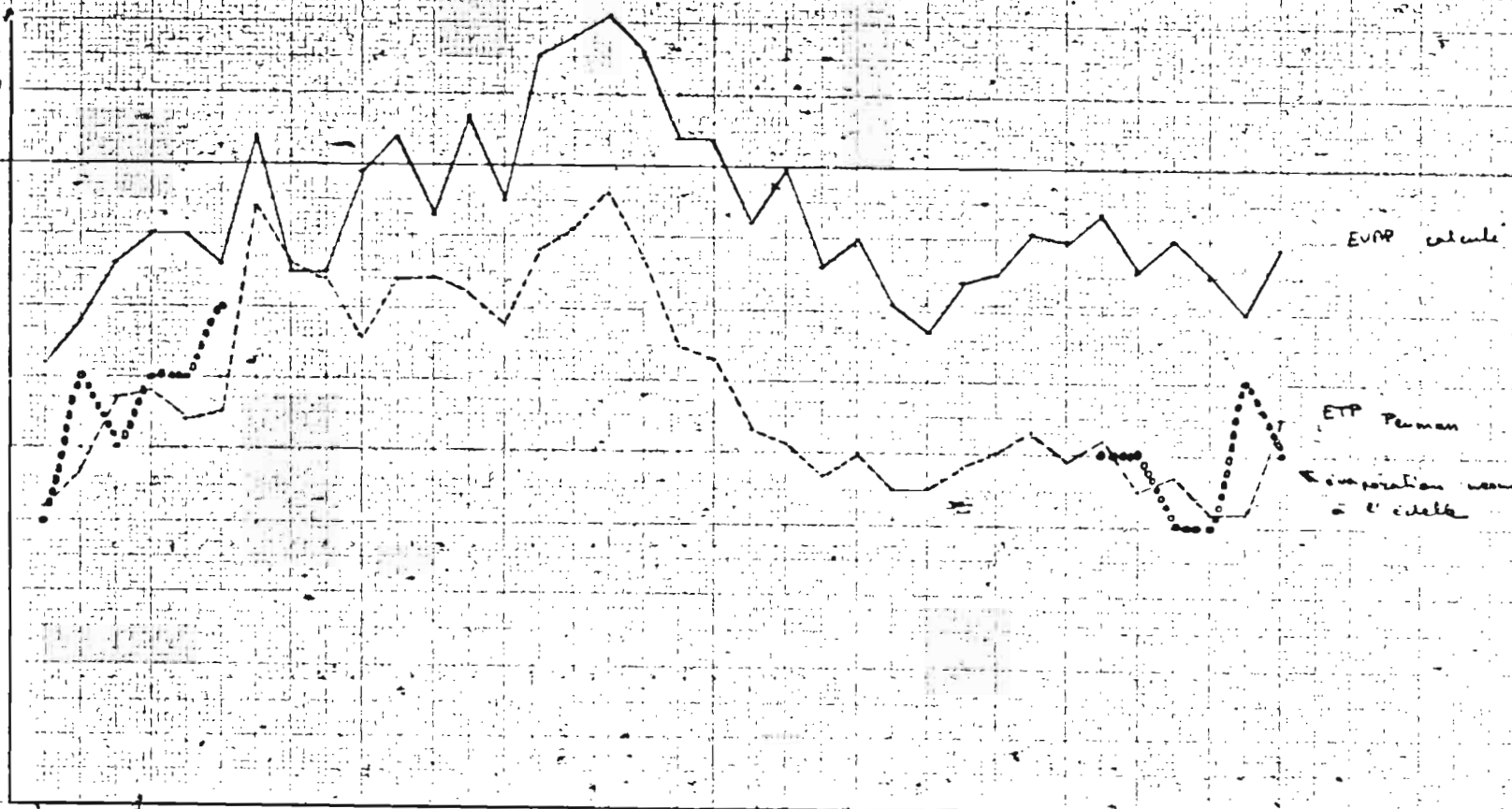
Tableau 3 : Comparaison des résultats et des observations au pas décadaire (en mm/jour)

mois		1977			1978				
déca-		moy.	ETP	échelle	bac	moy.	ETP	échelle	bac
de		correl	Pennan		flottant	correl	Pennan		flottant
1	1	6,2	4,8	4		8,0	5,8	6	
	2	6,8	4,7	6		7,1	4,8	5	
	3	7,6	5,7	5		7,2	5,4	5	
2	1	8,0	5,8	6		6,9	4,7	4	
	2	8,0	5,4	6		7,1	5,6	5	
	3	7,6	5,5	7		6,8	5,1	6	
3	1	9,4	8,4			8,0	5,5	4	
	2	7,5	7,6			8,6	5,7	6	
	3	7,5	7,4			9,7	6,8	7	
4	1	8,9	6,6			10,1	7,2	7	
	2	9,4	7,4			9,8	7,9	8	
	3	8,3	7,4			7,8	5,9		
5	1	9,7	7,2			10,9	8,8	7	6,5
	2	8,5	6,8			9,5	7,7	7	7,5
	3	10,5	7,8			10,4	8,9		8,6
6	1	10,8	8,1			8,4	6,2		
	2	11,1	8,6			10,8	9,1		
	3	10,6	7,7			10,3	8,3		
7	1	9,4	6,5			10,3	7,8		
	2	9,4	6,3			9,2	6,3		
	3	8,2	5,3			8,8	5,6		
8	1	9,0	5,1			8,1	5,8		
	2	7,6	4,7			8,1	5,9		
	3	8,0	5,0			8,5	5,7		
9	1	7,1	4,5			8,4	5,4		
	2	6,7	4,5			7,3	4,3		
	3	7,4	4,8			7,4	5,1		
10	1	7,5	5,0			9,0	5,9	7	6,4
	2	8,1	5,3			8,4	5,5	7	5,8
	3	8,0	4,9			8,5	5,4	6	5,6
11	1	8,4	5,2	5		8,6	5,3	7	6,8
	2	7,6	4,5	5		8,9	5,6	6	7,4
	3	8,0	4,7	4		8,3	5,7	5	7,0
12	1	7,5	4,2	4		7,4	4,7	4	6,0
	2	7,0	4,2	6		6,9	4,4	6	6,6
	3	7,9	5,5	5		7,1	4,2	4	6,2

Fig. 1

Variations de la durée de l'évaporation
sur la base d'Anvers

EVAP
mm/jour



EVAP calculé

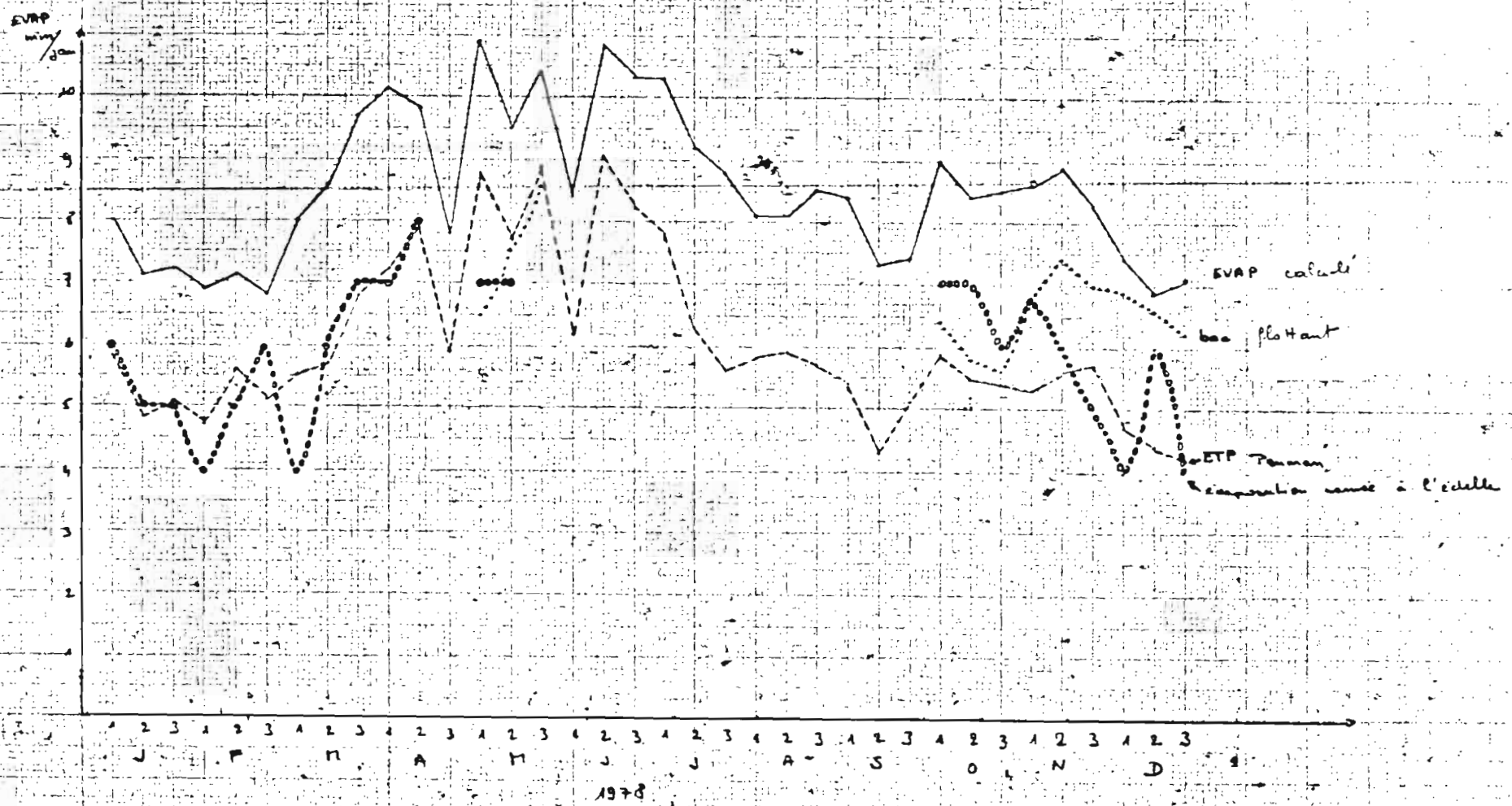
ETP Penman

Evaporation mesurée à l'edelle

1937

Fig. 2

Variations des données de l'évaporation
sur la base d'Oua



2. Calcul au pas mensuel

Une seconde série de corrélations a été trouvée pour les valeurs mensuelles des paramètres qui interviennent sous une forme "amortie" :

$$(6) \text{ EVAP} = 1.465 + 0.170 \cdot \Delta E \text{ ABRI} + 1.014 \text{ U2}$$

$$(7) \text{ EVAP} = 1.222 \cdot (\Delta E \text{ ABRI})^{0.520} \cdot (\text{U2})^{0.244}$$

$$(8) \text{ EVAP} = 3.716 + \Delta E \text{ ABRI} (0.115 + 0.045 \cdot \text{U2})$$

$$(9) \text{ EVAP} = 2.079 (\Delta E \text{ ABRI} \cdot \text{U2})^{0.336}$$

$$(10) \text{ EVAP} = 0.067 \cdot \Delta E \text{ ABRI} \cdot \text{U2} + 4.467$$

Le résultat des calculs est consigné dans le tableau 4 et la comparaison avec les autres valeurs calculées ou observées de l'évaporation dans le tableau 5.

3. Tentative d'explication

Si les deux courbes (fig. 1, 2 et 3) de l'évaporation calculée par les corrélations de Pouyaud et de l'ETP calculée par la formule de Penman - que suivent assez bien les observations sur le terrain (bac et échelle) - se correspondent parfaitement, un décalage de l'ordre de 2 mm/jour existe entre elles.

Les corrélations de Pouyaud doivent sans doute être adoptées en fonction de la latitude d'une part et de l'exposition au vent d'autre part. La figure 4 qui compare les couples de température (TCOL, TABRI) est pour cela significative : pour des températures sous abri sensiblement égales en saison sèche (novembre à avril), les températures de bac sont nettement inférieures en terrain plus venté. En saison des pluies TABRI est supérieur à Oursi qu'à Bam et il semble qu'il faut voir là l'influence de la latitude et de la pluviométrie.

L'orientation des plans d'eau doit également avoir une influence prépondérante : le lac de Bam est très allongé dans l'axe Nord-Sud perpendiculairement ou à peu près aux vents dominants ; alors que la mare d'Oursi beaucoup plus compacte offre aux vents qui la traversent une "surface évaporante beaucoup plus grande".

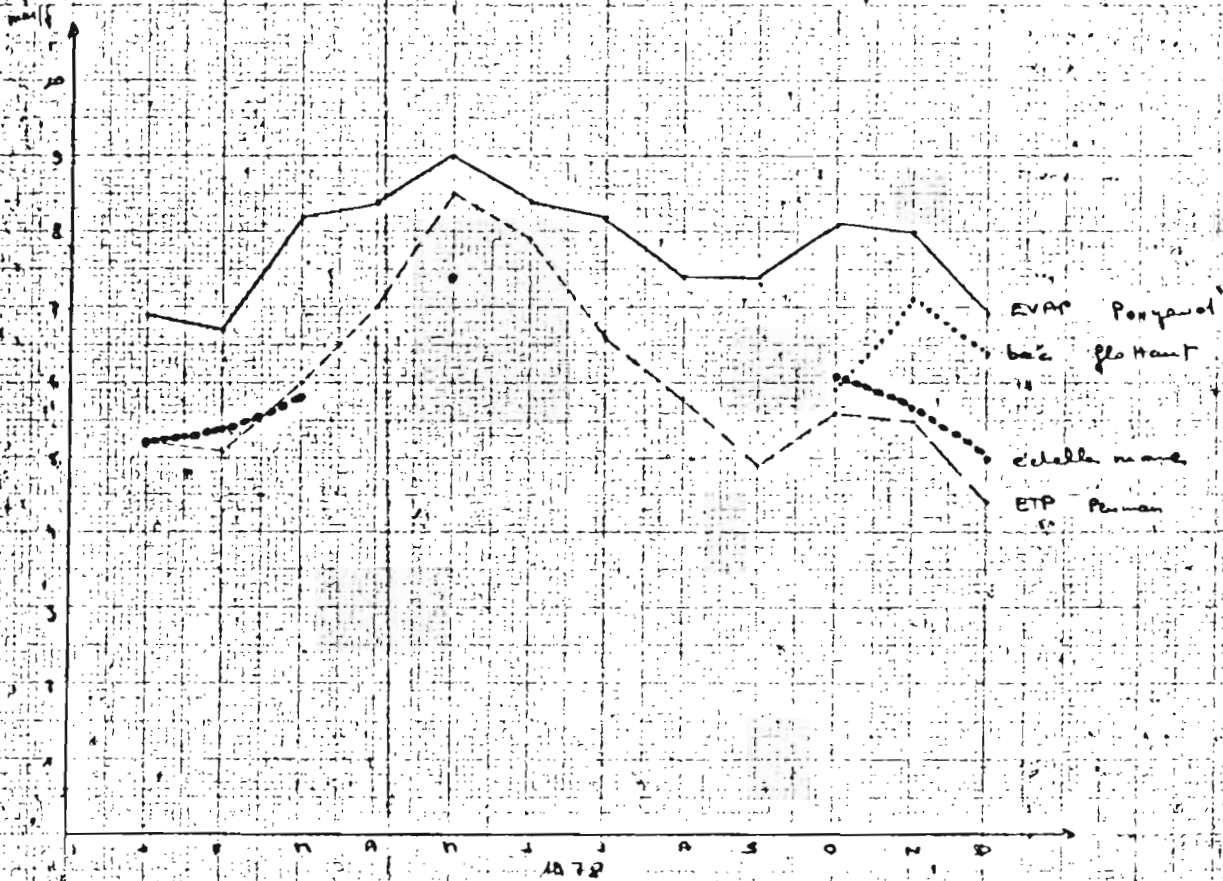
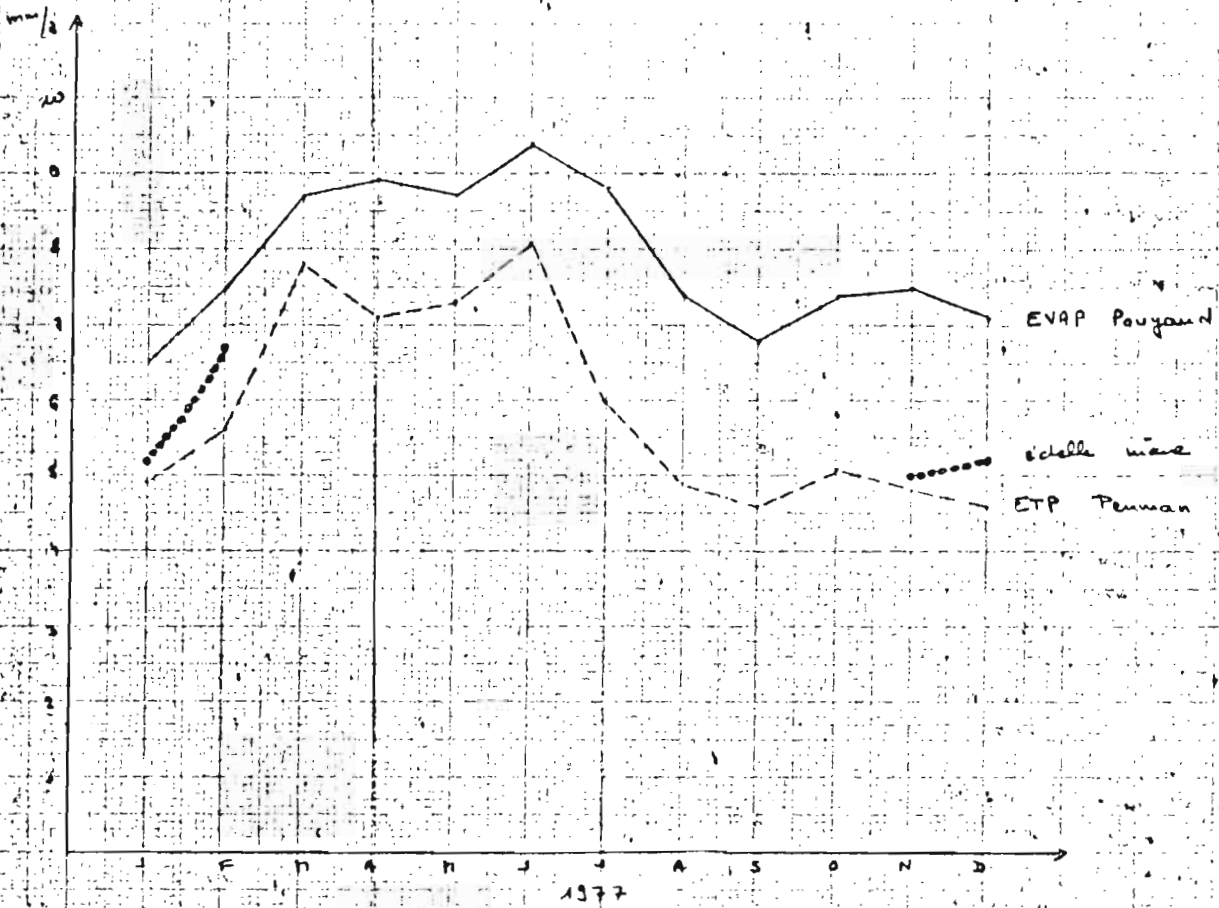
Tableau 4 : Calcul de EVAP au pas mensuel (1977-1978)

T	TCOL (°C)	E ABRI (mb)	DE ABRI (mb)	V2 (m/s)	EVAP \bar{q} (mm) jour					moy.	
					(6)	(7)	(8)	(9)	(10)		
1977											
1	20,5	8,4	15,7	2,2	6,4	6,2	6,1	6,8	6,8	6,8	6,5
2	21,1	6,2	18,8	2,7	7,4	7,2	7,2	7,8	7,7	7,7	7,5
3	22,1	3,5	23,1	3,1	8,5	8,2	8,6	8,7	9,5	9,5	8,7
4	25,7	7,4	25,6	2,9	8,8	8,6	9,0	3,8	9,4	9,4	8,9
5	26,4	16,2	22,5	3,3	8,6	8,3	8,6	8,8	9,4	9,4	8,7
6	28,8	18,1	21,5	4,2	9,4	8,6	9,3	9,4	10,5	10,5	9,4
7	28,5	22,4	20,8	3,7	8,8	8,1	8,6	8,9	9,6	9,6	8,8
8	29,4	24,5	16,5	3,1	7,4	6,9	6,9	7,8	7,9	7,9	7,4
9	30,5	23,8	19,9	1,8	6,7	6,7	6,6	6,9	6,9	6,9	6,8
10	28,4	14,0	24,7	1,7	7,4	7,4	7,4	7,3	7,3	7,3	7,4
11	23,6	5,7	23,4	2,0	7,5	7,5	7,5	7,6	7,6	7,6	7,5
12	20,3	5,8	18,0	2,4	7,0	6,8	6,7	7,4	7,4	7,4	7,1
1978											
1	19,9	6,7	16,5	2,6	6,9	6,6	6,5	7,4	7,3	7,3	6,9
2	22,4	9,9	17,2	2,2	6,6	6,5	6,4	7,0	7,0	7,0	6,7
3	25,9	7,0	26,4	2,2	8,2	8,1	8,4	8,1	8,4	8,4	8,2
4	27,4	13,1	23,4	2,8	8,3	8,1	8,4	8,5	8,9	8,9	8,4
5	29,4	19,8	21,2	3,8	8,9	8,3	8,8	9,1	9,9	9,9	9,0
6	28,5	21,9	17,0	4,2	8,6	7,6	7,9	8,7	9,3	9,3	8,4
7	28,2	22,4	15,8	4,3	8,5	7,3	7,6	8,6	9,0	9,0	8,2
8	29,3	23,7	17,0	3,0	7,4	7,0	7,0	7,6	7,9	7,9	7,4
9	30,1	22,4	20,3	2,3	7,2	7,2	7,2	7,6	7,6	7,6	7,4
10	29,1	14,5	25,8	2,2	8,1	8,0	8,2	8,1	8,3	8,3	8,1
11	24,3	7,8	22,5	2,6	7,9	7,8	7,9	8,2	8,4	8,4	8,0
12	22,1	8,6	18,0	2,2	6,8	6,7	6,6	7,2	7,1	7,1	6,9

Tableau 5 : Comparaison des résultats et des observations au pas mensuel
(en mm/ jour).

Mois	1977				1978			
	Moyenne corrél	ETD Penman	Echelle	Bac flottant	Moyenne corrél	ETP Penman	Echelle	Bac flottant
JAN.	6,5	4,9	5,2		6,9	5,2	5,2	
FEV.	7,5	5,6	6,7		6,7	5,1	5,4	
MAR.	8,7	7,8			8,2	6,0	5,8	
AVR.	8,9	7,1			8,4	7,0		
MAI	8,7	7,3			9,0	8,5	7,4	7,4
JUI.	9,4	8,1			8,4	7,9		
JUI.	8,8	6,0			8,2	6,6		
AOU.	7,4	4,9			7,4	5,8		
SEP.	6,8	4,6			7,4	4,9		
OCT.	7,4	5,1			8,1	5,6	6,1	5,9
NOV.	7,5	4,8	5,0		8,0	5,5	5,7	7,1
DEC.	7,1	4,6	5,2		6,9	4,4	5,0	6,6

Fig. 3 : variation mensuelle de l'évaporation sur la mer d'Azov



TABRI
(°C)

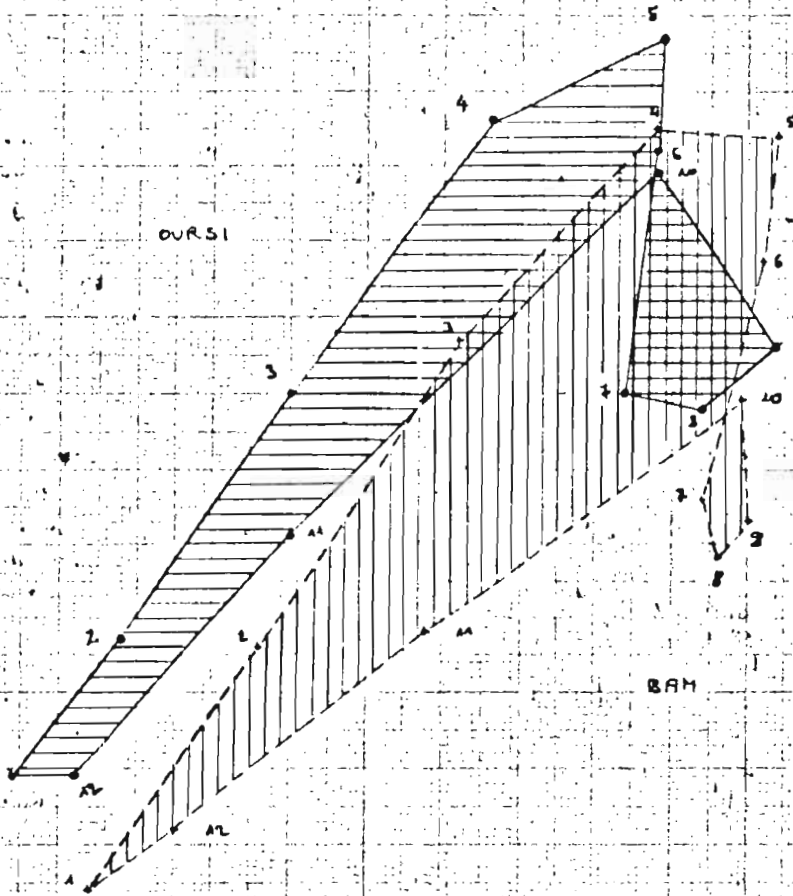


fig 4.01: Comparaison TOL et TABRI au lac de Bam
et à la mare d'OURSI

TOL
(°C)

MAPES CANO FRANCE