



MICROFICHE N°

04491

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية
وزارة الزراعة

المركز القومي
للتوثيق الفلاحي
تونس

F 1

**DIRECTION
DES RESSOURCES EN EAU**

**REJETS DES EAUX USEES DE L'USINE
DE CELLULOSE DE KASSERINE**

Etude du bassin d'évaporation



Février 1937

ABDALLAH MIDHA

REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
DIRECTION DES RESSOURCES EN EAU
ARRONDISSEMENT D'ETUDES
"TUNISIE CENTRALE"

REJETS DES EAUX USEES DE L'USINE
DE CELLULOSE DE KASSERINE
Etude du bassin d'évaporation

Février 1987

ABDALLAH RIDHA
Chef d'Arrondissement D.R.E
de Kasserine

SOMMAIRE

	PAGE
AVANT PROPOS	1
I. POSITION DU PROBLEME	2
II. CHOIX DU SITE DU BASSIN D'EVAPORATION	3
III. CALCUL DE LA SUPERFICIE DU BASSIN D'EVAPORATION	5
III.1 Bilan hydrique du bassin	
III.2 Pluviométrie du bassin	
III.3 Evaporation du bassin	7
III.3.1 Les observations	
III.3.2 Passage de l'évaporation du bac à l'évaporation du bassin	9
IV. BILAN DU BASSIN D'EVAPORATION	11
BIBLIOGRAPHIE	14
ANNEXE 1. Schéma des affluents des eaux usées de la S.N.C.P.A et emplacement des stations d'épuration	15
ANNEXE 2. Evaporation sur bac "O.R.S.T.O.M" aux bassins du Centre	16

)- VANT //)- ROPOS

•

La présente note fait suite à la note préliminaire et la note technique établies par la Direction de l'E.G.T.H à propos des rejets des eaux usées de l'Usine de Cellulose de Kasserine.

I. POSITION DU PROBLEME :

La Société Nationale de Cellulose et de Papier Alfa (S.N.C.P.A) installée à Kasserine depuis 1963 rejette quotidiennement entre 15 000 et 17 000 m³ d'eaux usées dans l'oued Andlou au niveau de la route G.P 13 . Ce cours d'eau qui ne coule que suite à des orages intenses et localisés sous forme de crues brutales et de courtes durées, est un affluent de la rive droite du grand cours d'eau de la région et de la branche Sud du Zéroud : L'Oued El Hatob (Fig 1).

Les rejets font un trajet de près de 70 kms avant de s'infiltrer en totalité dans la nappe importante et fortement exploitée de Sidi Bourid. Jusqu'à sa confluence avec Oued El Hatob, l'Oued Andlou ne présente pas de débit de base d'où le risque de contamination dans cette partie de la nappe de la "Plaine de Kasserine" d'autant plus que la pollution est maximale à ce niveau là avec une charge polluante des eaux de l'ordre de 50 à 55 tonnes par jours [9] L'Oued El Hatob qui draine cette nappe véhicule ensuite ces rejets. Le débit d'étiage de ce cours d'eau qui croît d'une vingtaine de l/s au niveau du pont de la route G.P 13 , jusqu'à la valeur moyenne interannuelle de 106 l/s à Khanguet Zaria [10] , permet une certaine épuration naturelle. La charge polluante des eaux du rejet à cette station n'est plus que de l'ordre de 20 à 30 tonnes par jour [9] .

Pour lutter contre cette pollution un programme a été établi et comporte quatre phases :

1ère phase : 4 stations d'épuration des eaux ont été réalisées au cours de ces deux dernières années à l'intérieur de l'Usine de Cellulose elle-même. Le schéma de l'annexe 1 montre les effluents des eaux usées et l'emplacement des stations d'épuration.

1ère phase : Séparation des eaux prétraitées à la sortie de l'usine en deux effluents :

- Effluent N°1 très polluant, constitué par les eaux du blanchiment de la pâte d'alfa et de l'électrolyse avec un volume moyen journalier de 7 000 m³.
- Effluent N°2 constitué par les autres effluents traités dans 3 stations internes avec une quantité moyenne totale de 8 500 m³ par jour.

2ème phase : Conduite des eaux de l'effluent N°1 vers un bassin d'évaporation.

3ème phase : Mélange des eaux de l'effluent N°2 avec les eaux usées de la ville de Kasserine (près de 1 500 m³/j) pour être traitées dans une station d'épuration projetée par l'O.N.A.S.

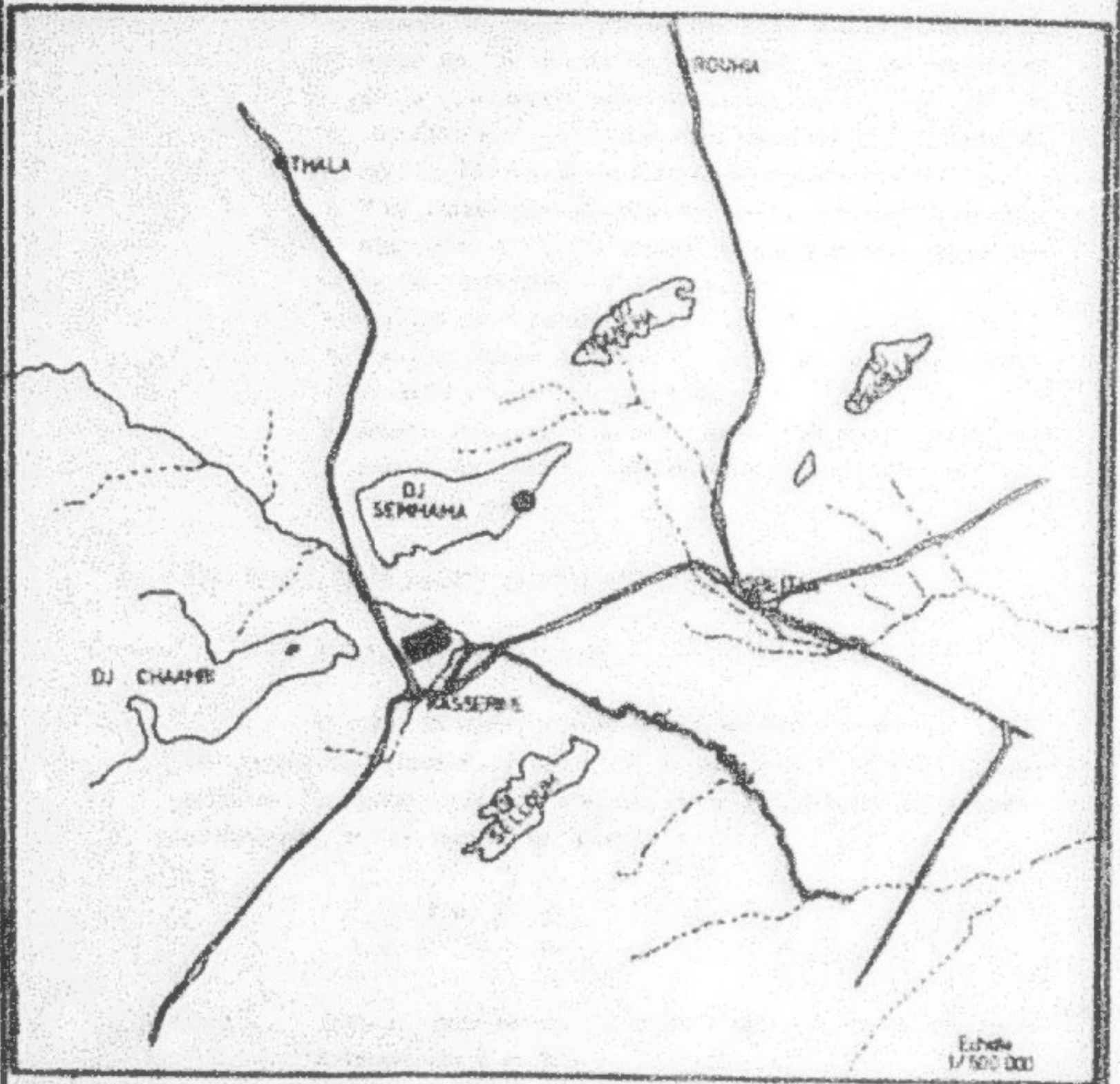
La présente note intéresse donc la troisième phase et précisera le choix du site du bassin d'évaporation ainsi que sa superficie.

II. CHOIX DU SITE DU BASSIN D'EVAPORATION :

La reconnaissance hydrologique et hydrogéologique de la région de Kasserine nous a conduit au choix définitif du site du futur bassin d'évaporation qui se trouve dans la zone comprise entre la rive gauche de l'oued Derb et la rive droite de l'Oued El Natob à près de 5 kms au Nord de la ville de Kasserine (fig.1). Cette zone connue sous le nom de "Sebket Ouled Zid" présente des conditions très favorables, voir même idéales, pour ce genre d'emplacement :

CARTE DE SITUATION

(Fig 1)



Echelle
1/500 000

 Site du bassin d'évaporation

 Station de mesure d'évaporation

 Trojet des rojets

1. Terrain peu érodé avec une faible pente de l'ordre de 2,3 %.
2. Absence de nappe phréatique : la limite Nord de la nappe de "la plaine de Kasserine" se situe au niveau de la rive droite de l'Oued Derb. Le forage SK 24 (N° IRH 16649/4) réalisé dans cette région en 1979 a recoupé 300 mètres de marnes sans aucune trace d'eau.
3. Très faible perméabilité des sols : des essais de perméabilité en trois points de la zone ont donné des valeurs inférieures à 10^{-6} m/s.
4. Qualité médiocre des sols.
5. Distance entre le point de rejet et cette zone relativement courte (près de 5 kms).
6. Aspect foncier, à priori, sans problème : la majeure partie du terrain est propriété de l'O.I.D c'est à dire de l'état.

III. CALCUL DE LA SUPERFICIE DU BASSIN D'EVAPORATION :

III.1 Bilan hydrique du bassin

S'étant la superficie du bassin, les apports sont d'une part les rejets de volume V (7 000 m³/j) et la pluie P, si E est l'évaporation, le bilan hydrique s'écrit alors à l'échelle de l'année, en supposant que le terrain est plat :

$$E = \frac{V}{S} + P \text{ ou } S = \frac{V}{E-P}$$

V étant connu et égal à 7 000 X 365 = 2.555.000 m³, reste à déterminer P et E.

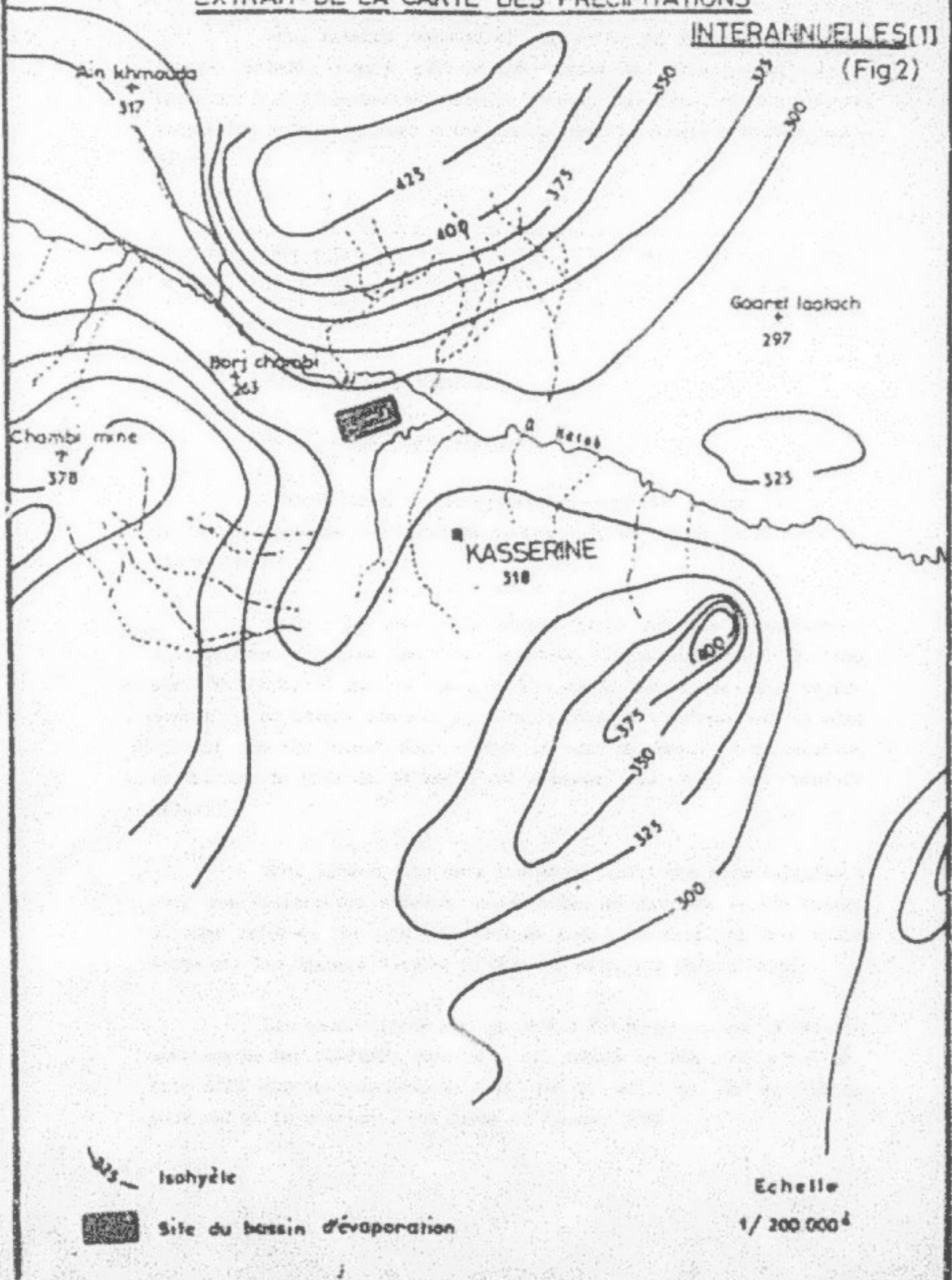
III. 2 Pluviométrie du bassin :

L'extrait de la carte des précipitations interannuelles établies pour la période d'homogénéisation (1925-1981) [1] montre que le site choisi du bassin se trouve sur l'isohyète 300 mm (fig.2).

EXTRAIT DE LA CARTE DES PRECIPITATIONS

INTERANNUELLES (1)

(Fig 2)



A l'échelle mensuelle, la série de mesures effectuées depuis 1932-33 jusqu'à 1985-86 aux postes de Kasserine/village et Kasserine H.E.R., comportant donc 54 années, donne les valeurs moyennes mensuelles suivantes avec entre parenthèses le nombre d'années considérées.

SÉP	OCT	NOV	DÉC	JAN	FÉV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOUT
57.6	41.3	20.9	20.1	16.7	21.4	36.6	27.7	30.8	24.0	5.6	19.1
(54)	(53)	(53)	(53)	(53)	(52)	(37)	(32)	(32)	(53)	(33)	(34)

III.3 Evaporation du bassin

III.3.1 Les observations

L'importance de l'évaporation dans la région vis à vis de la pluviométrie constitue le facteur clé du calcul de la superficie du bassin.

Pour cela nous nous sommes basés sur les excellentes observations fournies par les stations climatologiques installées par l'O.S.T.O.M dans le cadre de l'étude de bassins versants représentatifs du Centre (Annexe 2). Ces bassins se trouvent sur le même versant Sud de Djebel Sannane que le site du bassin d'évaporation et distant de près de 20 kms à vol d'oiseau au N.E de celui-ci (fig.1).

Nous sommes donc dans les mêmes conditions climatologiques avec une évaporation sûrement supérieure au site du bassin retenu puisque celui-ci est placé en face du couloir naturel et très venté formé par les Djebels Sannane et L'Réaoubi au niveau de Boulasba.

Les observations sur bac O.S.T.O.M, ou encore la version métrique du bac COLCRAIO enterré, ont débuté en Mai 1975 à la station d'ED DIAR de coordonnées : 35° 19' 24" et 6° 34' 44" et d'altitude 997 m. La station a été fermée en Janvier 1980.

Les observations sur le même type de bac ont commencé en Janvier 1976 à la station de Boufardus de coordonnées : 35° 18' 00" N et 6° 36' 00" E et d'altitude 672 m. Cette station a été déplacée à Rathmaia en Avril 1987 pas très loin, et 20 m plus haut à côté de chez l'observateur Ali Ben Othman qui continue à assurer avec grande satisfaction les observations ; la cote du bassin d'évaporation était de 630 m environ.

Nous avons donc pour cette station une série de neuf années de mesures avec un seul mois non observé, Août 1979.

Par ailleurs et dans le souci d'étendre cette série nous avons procédé à la corrélation des 13 couples des valeurs mensuelles communes aux stations d'ED DIAR et BOUFAROUA (Janvier 1976 à Décembre 1980).

Le coefficient de corrélation a atteint 0.98, la droite de régression a pour équation : $E_{BOUF} = 1.30 E_{DIAR} + 51.6$

Cette corrélation très satisfaisante nous permet donc, sans trop de risque, de compléter le mois non observé d'Août 1979 et d'étendre la série de Boufardus à onze années complètes (1975-76 à 1985-86). Nous obtenons en définitive le tableau suivant :

TABLEAU DES VALEURS MENSUELLES D'EVAPORATION
(Les valeurs sont données en mm)

ANNEE	JAN	FEB	MAR	AVR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1975-76	220.64	151	95.49	70.19	61.99	64.89	80.19	149.04	161.49	241.19	272.39	272.89	1055.1
1976-77	178.54	142.89	95.19	95.29	59.59	105.39	131.49	159.59	238.19	311.29	335.59	350.39	1488.4
1977-78	237.64	154.89	114.39	97.09	95.4	121.0	144.2	186.9	243.1	273.2	405.5	313.5	2178.1
1978-79	260.5	174.8	73.1	117.2	112.4	105.6	147.8	131.0	273.9	258.7	339.5	321.9	2370.7
1979-80	141.7	140.2	75.8	101.5	91.8	87.3	103.4	125.0	190.3	302.2	343.9	369.7	2135.6
1980-81	214.1	168.0	112.1	89.0	83.9	90.6	142.4	18.4	299.4	311.0	470.2	357.9	2575.9
1981-82	221.2	210.6	108.0	146.8	124.9	109.4	141.5	145.7	125.1	317.8	330.1	374.3	2408.7
1982-83	180.8	125.4	58.4	91.4	87.7	91.9	149.1	179.5	240.1	304.2	371.5	319.9	2038.4
1983-84	172.0	178.4	105.4	93.3	94.2	98.5	147.3	185.8	271.1	272.1	371.0	308.0	2319.4
1984-85	274.6	127.8	104.9	111.7	70.5	118.7	99.2	191.5	232.5	377.0	341.8	392.5	2737.3
1985-86	227.4	141.8	151.5	77.4	84.2	123.2	100.0	210.0	257.1	311.4	379.4	319.4	2795.0
MOYENNES	215.4	143.4	97.2	98.6	87.5	105.2	112.5	174.2	244.4	291.7	371.4	324.3	2341.8

174.74 = Valeur donnée par la droite de régression.

L'examen du tableau précédent permet de dégager les remarques suivantes :

1. L'année 1975-76 a été exceptionnellement de faible évaporation dû sans aucun doute à l'abondance de la pluie au cours de cette même année et surtout aux mois de Mai et Juin. A la station de Kasserine HER nous avons enregistré respectivement pour ces deux mois 112.0 mm et 103.3 mm, le total annuel a été de 530.5 mm.
2. Pour les 10 autres années, l'évaporation annuelle ne présente pas de variations notables et oscille autour de 2100 et 2500 mm par an.
3. A l'échelle mensuelle, le minimum est observé en Novembre Décembre ou Janvier, le maximum en Juillet ou au mois d'Aout.

III.3.2 Passage de l'évaporation du bac à l'évaporation du bassin

REMINERAS, dans son livre "l'Hydrologie de l'Ingénieur" précise que le coefficient de correction à appliquer pour passer de l'évaporation d'un bac colorado enterré à l'estimation de l'évaporation d'un bac ($E_{\text{bac}} = K E_{\text{bac}}$) vérifié sous divers climats varie de 0.75 à 0.85 [11].

G. OBERLIN [7] indique que ce même coefficient varie d'une façon générale de 0.80 à 0.90.

En fait le passage des mesures faites sur bac à l'estimation de l'évaporation d'un grand réservoir n'est pas si simple que ça, et dépend de plusieurs facteurs climatologiques. C. RIOU [6] a même établi une formule pour ce passage s'écrivant comme suit :

$$E_{\text{bac}} = \frac{\Delta + \gamma}{\Delta + \gamma} \left(E_{\text{bac}} \frac{(2.8 - 0.592) E_a}{\Delta + 2\gamma} \right)$$

avec γ = Constante psychrométrique

E_a = Évaporation fictive d'une nappe d'eau à la température sous abri.

$$\Delta = \frac{e_s - e_s}{t_s - t_a}$$

e_s = Tension de vapeur saturante à la température de la surface évaporantes.

e_s = Tension de vapeur saturante à la température t_s de la surface évaporante.

t_a = Température de l'air au niveau de 2 mètres (sous-abri).

t_s = Température de la surface S.

L'application de cette formule à la station de Boi - Dure, dans la zone sahélienne du Tchad avec 10 années d'observations a donné des coefficients de corrections mensuelles variant de 0.58 au mois de Janvier (froid et très sec) à 0.97 en Août (très chaud et très humide).

En conséquence le coefficient de correction pour le bassin d'évaporation qui nous intéresse peut être pris en toute sécurité égal à 0.80.

L'évaporation moyenne sur les 11 années considérées de la station de Boufaroua étant de 2281.9 mm, l'évaporation sur le bassin serait alors de : $0.8 \times 2281.9 = \underline{1824.8 \text{ mm}}$

D'ailleurs M.RIOU, dans sa note de 1981 [4] a proposé l'intervalle (1700 , 1800) mm/an pour le Centre Tunisien comme pertes moyennes par évaporation sur les plans d'eau et a même ajouté que "ces valeurs peuvent être nettement majorées pour des vitesses de vent importantes (20 % environ) et là où l'altitude est notable".

En définitive nous retenons la valeur de 1800 mm comme évaporation sur le bassin et nous obtenons donc comme valeur de la superficie :

$$S = \frac{V}{E-P} = \frac{2555\ 000}{1.6 - 0.3} = 170\ 333\ m^2 \quad \underline{170\ ha}$$

Pour les imprévus, et les conditions de gestion du bassin d'évaporation ainsi que sa sécurité, nous proposerions une superficie totale de 200 ha.

IV. BILAN DU BASSIN D'ÉVAPORATION

Il ressort de l'examen du tableau du bilan du bassin d'évaporation et du schéma de la figure 3 les remarques suivantes:

1. Aussi bien pour $S = 170\ ha$ que pour $S = 200\ ha$, la stock s'annule à la fin de chaque année hydrologique.
2. La lame d'eau maximale qu'on peut avoir dans le bassin est de l'ordre de 40 cm à la fin du mois d'Avril pour $S = 170\ ha$ et de l'ordre de 30 cm à la fin du mois de Mars pour $S = 200\ ha$.
3. Il y'aura de l'eau en stagnation pendant presque toute l'année, ce qui pourrait avoir des effets néfastes sur l'environnement. Faut-il alors procéder à l'étude de cet aspect ?
4. Tous les calculs que nous avons faits supposent que la surface est plane ce qui réduit énormément le coût de revient des digues puisque la hauteur peut ne pas dépasser 1 mètre.
Par contre si le bassin garde la pente du terrain naturel il y a lieu de refaire les calculs.
5. Un stock résiduel pourrait exister dans le cas où l'on ne peut pas disposer de la superficie théorique

du bassin pour des raisons foncières ou autres, ou encore l'on est amenée à garder la pente du terrain naturel. Il est alors conseillé de prévoir son évacuation vers l'Oued El Haleb lors des crues pour éviter toute onde de pollution.

BIAN KOUSSA DE BASSIN L'HABITATION

(Toutes les valeurs sont données en m³)

	10/1	01/2	01/3	01/4	01/5	01/6	01/7	01/8	01/9	01/10	01/11	01/12	01/13
Précipitation mm	115.6	147.6	97.6	86.5	97.5	100.5	117.5	116.5	115.4	111.1	113.4	113.0	113.0
Evaporation bassin 9 4.8 m²	125.1	111.7	11.8	21.0	22.0	90.7	109.8	141.0	140.7	111.4	116.5	114.4	114.4
Flux	37.6	47.3	10.3	20.9	14.1	21.4	31.4	31.7	30.8	24.0	3.6	18.1	18.1
Deficit hydraulique + Deficit de	139.1	78.4	36.5	51.1	51.5	55.3	75.2	111.3	114.3	109.5	116.1	114.1	114.1

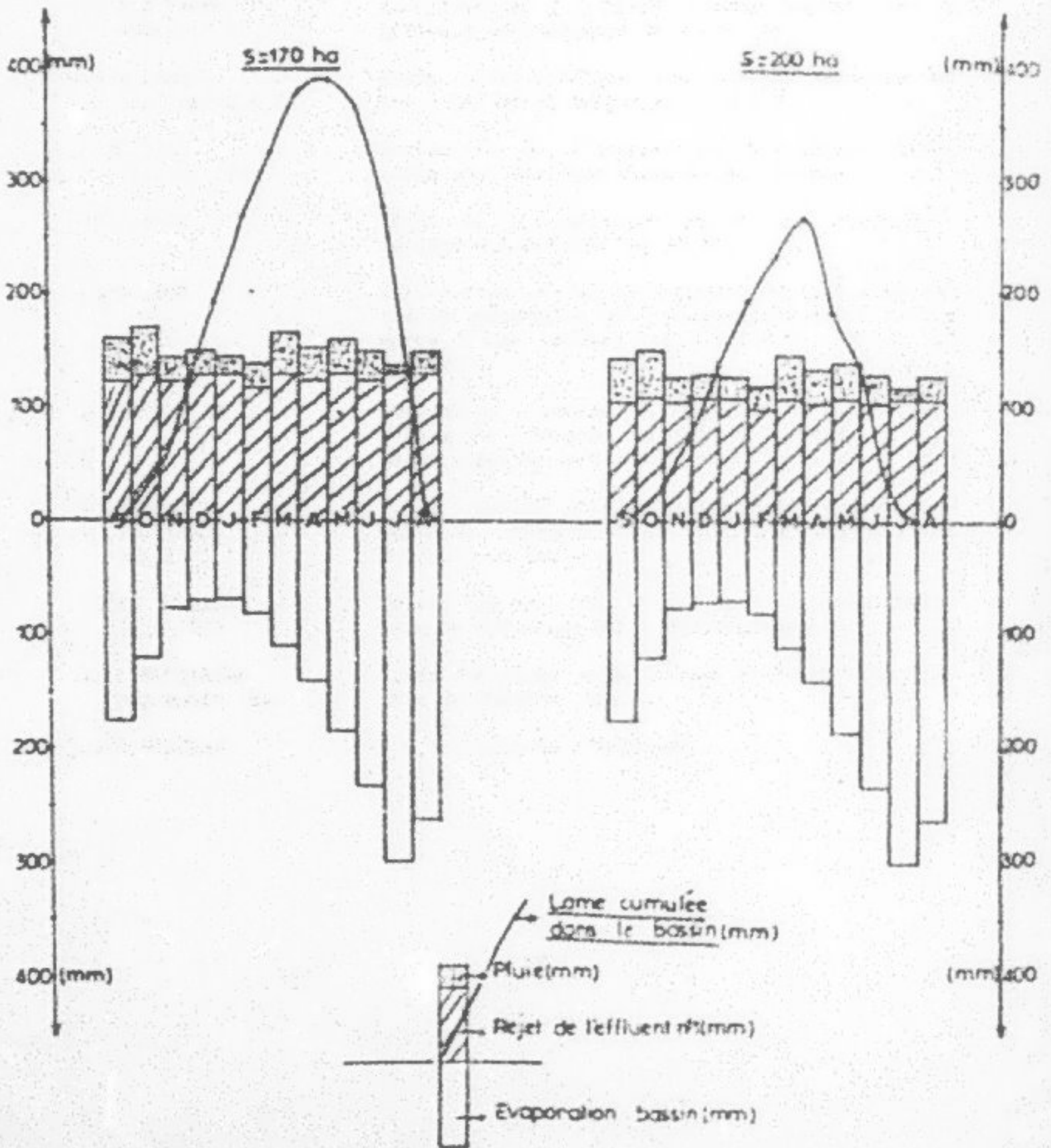
BIAN KOUSSA 2 - 125.50

Apport de l'effluent N° 2	115.6	147.6	111.1	111.6	117.4	115.1	127.6	121.5	122.6	117.5	121.5	121.5	121.5
Rejet - Deficit	-14.6	49.6	44.6	17.5	14.3	31.6	54.4	10.8	-26.1	-45.9	-111.7	-115.7	-115.7
Donc d'eau courante dans le bassin à la fin de chaque jour	0	81.2	115.0	125.3	247.6	243.6	178.6	204.2	96.5	273.4	114.8	0	0

BIAN KOUSSA 3 - 200.00

Apport de l'effluent N° 3	105.0	106.5	105.8	106.5	106.5	98.0	104.5	105.0	106.5	105.0	106.5	106.5	106.5
Rejet - Deficit	-11.1	10.3	48.0	54.4	55.2	34.7	31.1	-11.0	-45.9	-104.4	-110.8	-114.8	-114.8
Donc d'eau courante dans le bassin à la fin de chaque jour	0	24.8	74.2	101.6	135.8	133.3	245.8	194.8	117.0	10.6	0	0	0

BILAN MENSUEL DU BASSIN D'EVAPORATION (Fig3)

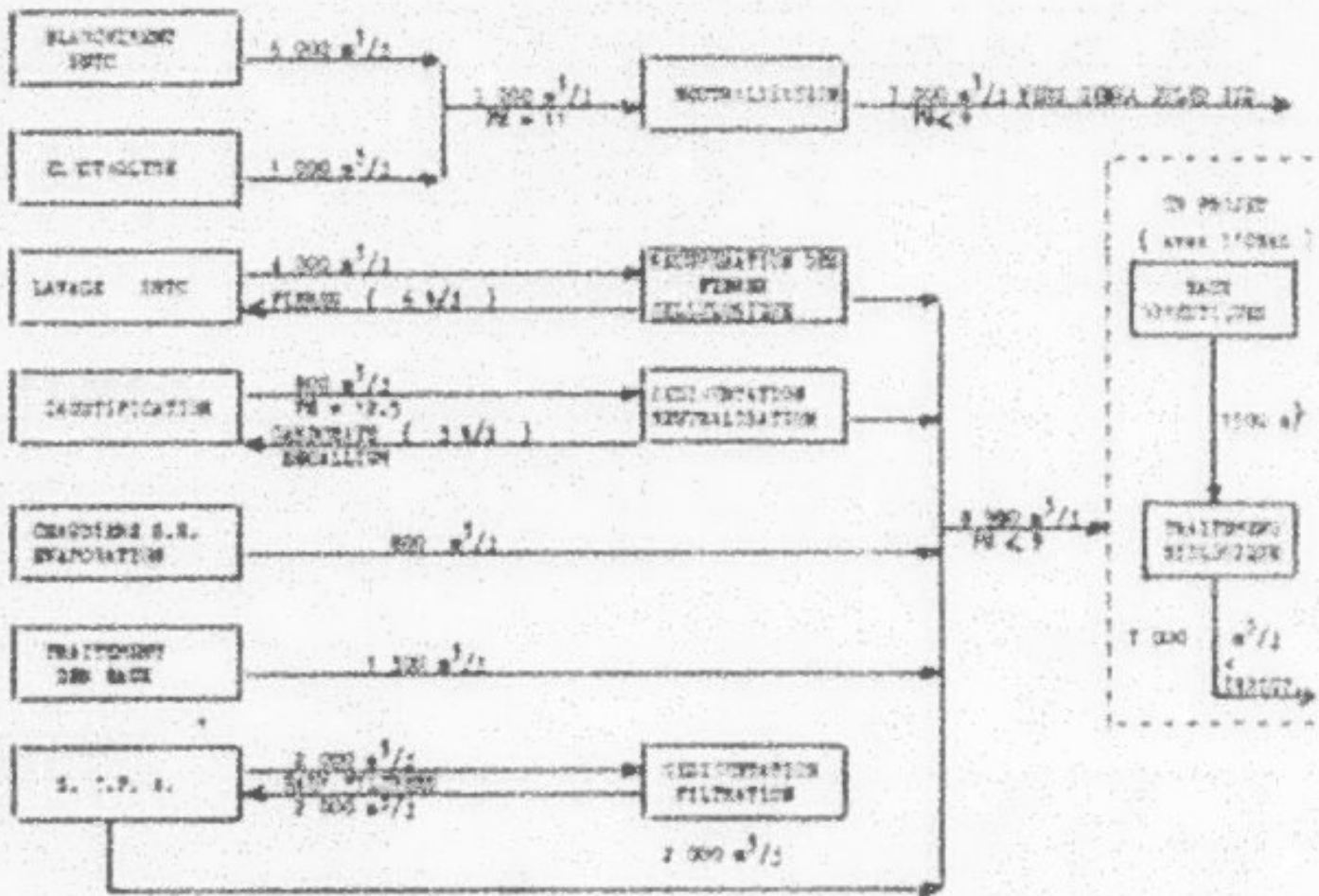


BIBLIOGRAPHIE

- [1] S. BOUZAIANE
H. CAMUS
M. CHIKHAOU
1985-D.R.E
Note de la carte des isohyètes des bassins versants des oueds Zéroud et Merguellil.
- [2] D. H'BAEK
1981-D.R.E
Contribution à l'étude hydrogéologique de la plaine d'affondrement de Kasserine.
- [3] H. CAMUS
Sep 1985-D.R.E
Etude pluviométrique des bassins versants des oueds Zéroud et Merguellil - D.R.E.
- [4] C. RIOU
Janvier 1981
Evaluation de l'évaporation des nappes d'eau libre pour quelques stations de Tunisie.
- [5] C. RIOU
Etude de l'évaporation en Afrique Centrale - Cahiers O.R.S.T.O.M Vol IX N°2 1972.
- [6] C. RIOU
Evaporation en bac et évapotranspiration potentielle expression de l'évaporation d'une petite nappe d'eau cahiers O.R.S.T.O.M. Vol VII N°3 1970.
- [7] G. OBERLIN
Estimation, pertes de ressources entraînées moyens de réduire ces pertes C.E.M.A.G.R.E.F.-Département Ressources en eaux.
- [8] R. GUALDE
G. GIRARD
Mai 1978
Procès Verbal d'installation des bassins versants du Centre Tunisien (O.El Hiesiane) Mission O.R.S.T.O.M Tunisie.
- [9] S. BOUZAIANE
Juin 1978
Impact des eaux des rejets de l'usine de cellulose de Kasserine sur l'environnement.
- [10] S. BOUZAIANE
Septembre 1981
Etude Hydrologique de l'Oued El Hatab à la station de Rhanguet Zarja.
- [11] REMINERAS
L'Hydrologie de l'Ingénieur.

ANNEXE 1

SCHEMA DES EFFLUENTS DES BACS VERSES
DE LA S.P.C.P.A. DE BRUNHEIMONT DES
STATIONS D'EPURATION



ANNEX 1

EVAPORATION DES LACS "CHARENTAIS" AFIN
RÉGULER LE CLIMAT

ANNEXE 1

(Les chiffres sont exprimés en millions de mètres cubes)

STATION DE LA RIVE

ANNÉE	JAN	FEB	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEPT	OCT	NOV	DÉC	TOTAL
1974-75													
1975-76	165,8	123,5	81,8	57,0	4,14	45,0	55,1	128,9	120,4	181,5	275,4	257,5	1385,9
1976-77	175,5	127,4	87,6	72,1	41,7	43,5	197,4	186,1	179,3	237,1	288,3	262,5	1526,9
1977-78	178,9	155,0	94,5	72,1	71,5	31,9	110,4	181,9	139,4	240,2	243,5	221,6	1601,5
1978-79	144,2	85,0	10,5	79,7	74,2	36,1	107,8	105,5	178,1	212,5	223,5	241,9	1333,0
1979-80	151,9	107,7	72,4	73,8									

STATION DE BOURGOGNE

ANNÉE	JAN	FEB	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEPT	OCT	NOV	DÉC	TOTAL
1977-78					35,9	121,0	164,2	186,9	245,1	270,2	475,5	573,8	
1978-79	258,0	124,8	78,1	117,7	112,4	115,4	182,8	154,0	215,9	264,7	209,1		
1979-80	145,7	140,0	92,8	107,5	31,3	47,0	105,4	95,0	180,3	509,2	541,0	389,7	1735,6
1980-81	214,1	148,0	112,1	89,0	36,9	33,6	182,4	16,1	29,4	501,0	429,2	351,9	2550,0
1981-82	205,7	210,6	108,0	114,9	124,9	107,4	101,5						

STATION ALPINE

ANNÉE	JAN	FEB	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEPT	OCT	NOV	DÉC	TOTAL
1961-62								147,7	189,7	317,8	397,1	114,9	
1962-63	109,4	139,4	50,4	51,6	47,7	91,9	141,1	198,5	249,1	504,2	379,9	179,9	2328,4
1963-64	197,0	138,4	100,4	51,1	17,2	96,5	147,7	174,9	275,1	272,7	370,0	302,0	2329,6
1964-65	274,6	120,8	104,9	71,7	78,7	118,7	99,2	191,1	280,5	327,0	341,8	355,5	2393,1
1965-66	271,8	147,8	114,5	71,8	99,7	125,2	120,0	210,0	257,1	268,3	372,4	329,3	2390,0

FIN

19

VUE