

relations : sol - plante - eau

premières observations dans le contexte so.su.mav.

J.R. TERRASSE

La SOSUMAV couvre 13 000 ha dont 7 000 ha irrigables conduits en culture de canne à sucre. Les pluies, mal réparties au cours de l'année, ne suffisent pas aux besoins hydriques des plantations.

L'auteur aborde la question sous l'aspect "pratique des apports d'eau" :

- . approche de la détermination de la Capacité de Rétention du sol selon un découpage à grande maille du périmètre;
- . en fonction de ce paramètre, il détermine la périodicité des irrigations et leur importance de façon à mouiller une tranche de sol d'épaisseur compatible avec une alimentation hydrique optimale de la canne. A cet égard, les plantations de cannes vierges semblent devoir bénéficier d'un traitement différent de celui réservé aux repousses.

L'auteur aborde aussi l'aspect théorique des besoins hydriques de la canne, sur parcelles d'essais conduites en sol nu, en vierges et en repousses. L'étude des L.T.R. déterminées au champ (humidimètre à neutrons) et des Evaporations enregistrées sur Bass Colorado (couverts ou non par la végétation) met en évidence une corrélation étroite entre ces valeurs. On déduit les corrections à apporter à l'E.T.R. pour que les valeurs obtenues s'adaptent parfaitement aux conditions particulières du périmètre SOSUMAV.

1 - INTRODUCTION

La SOSUMAV domaine agricole de 13 000 ha comporte approximativement un périmètre irrigable de 7 000 ha de cannes à sucre.

La pluviométrie se répartit irrégulièrement tout au cours de l'année et peut se définir en deux périodes bien distinctes :

- . une saison sèche de mai à octobre où il ne tombe que 120 mm (moyenne effectuée sur 20 ans)
- . une saison humide où le total des précipitations est de 1 760 mm (moyenne sur 20 ans).

La canne plantée en début de saison sèche ou coupée au cours de celle-ci ne peut donc se développer que grâce à l'eau d'irrigation.

Notre problème pouvait se définir d'une façon très simple.

QUAND APPORTER DE L'EAU :

C'est-à-dire définir avec assez de précision la R.F.U. et l'E.T.P. pour connaître la périodicité irrigatoire de chacune de nos unités de surface (chaque champ fait 30 ha environ).

OU L'APPORTER :

- *Le problème des vierges.* Une canne vierge, durant toute la saison sèche va émettre un réseau racinaire. Il est évident qu'il n'est pas nécessaire, pour des cannes de 1 ou 2 mois, de mettre à C.R. tout l'horizon 0 - 100 cm alors que les racines ne descendent pas jusque-là.
- *Le problème des repousses.* Il était important pour nous de savoir si l'ancien système racinaire était immédiatement remplacé ou bien s'il aidait à la reprise. La profondeur à humecter était beaucoup plus importante par conséquent.

A la tarière, nous avons pu déterminer, par prélèvements successifs, de 10 en 10 cm la Capacité de Rétention de 5 000 ha avec un point de prélèvement tous les 2 ha environ.

Nous avons déterminé ensuite, à l'aide du densitomètre à membrane, la densité moyenne du domaine. La moyenne d'une cinquantaine de mesures faite à 0 cm, 30 cm et 60 cm nous a donné une valeur de 1,3. Il était facile ensuite de passer de l'humidité pondérale à l'humidité volumique. Nous avons situé notre R.F.U. égale à 1/3 de la C.R.

Arrivé à ce point de notre étude les travaux à la tarière étaient par trop imprécis pour pouvoir calculer les facteurs manquants.

Début 1968, Monsieur MOUTONNET nous proposa un matériel qui nous permettait de pouvoir définir avec précision les critères qui nous manquaient.

Après un an de manipulations sur 6 tubes placés dans des champs de grande culture, nous sommes passés à l'étude que nous nous étions fixés, c'est-à-dire ; la recherche proprement dite des facteurs inconnus de nous.

2 - EMLACEMENT DE L'ESSAI

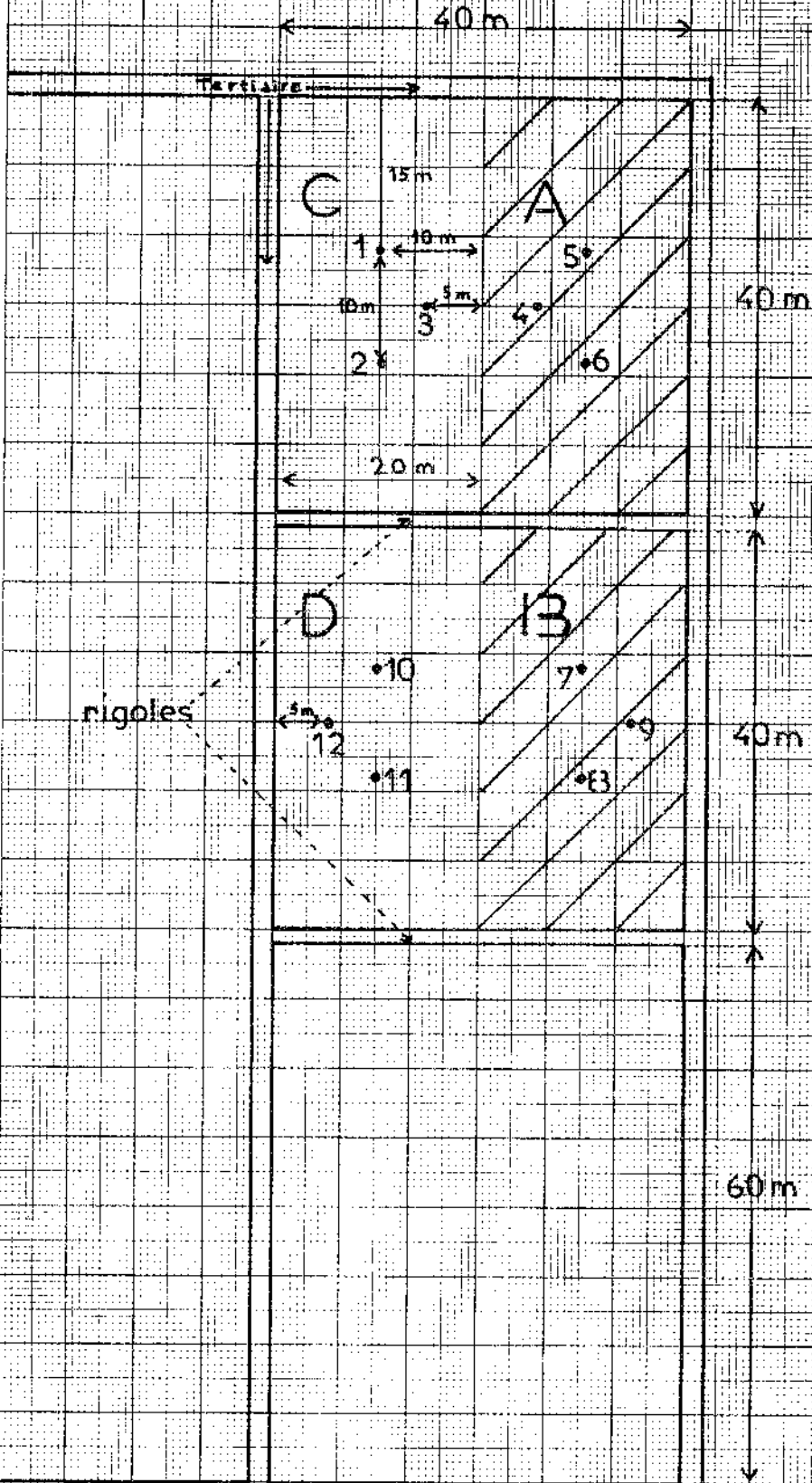
La parcelle d'essai fait 80 mètres sur 40.

- 2 parcelles plantées en cannes de 40 x 20 mètres chacune
- 2 parcelles nues de 40 x 20 mètres
- 2 verticales entourent la parcelle
- 1 drain profond est placé à 60 m.

Les tubes 1, 2, 5, 6 ont été implantés en Octobre 1969, les autres le furent fin Avril 1970.

R.F.U. : *Réserves Facilement Utilisables*
C.R. : *Capacité de Rétention du sol*
E.T.P. : *Evapotranspiration potentielle*

Essai Champ 735



La C.R. de chaque tube a été calculée suivant la méthode classique c'est-à-dire mise en charge d'un anneau de garde autour du tube, maintien d'une couche d'eau de 10 cm et contrôle toutes les demi-heures. Quand l'humidité n'évolue plus, nous avons arrêté les apports d'eau et contrôlé notre profil sur 1 mètre toutes les demi-heures. Avec plus ou moins de succès, nous avons obtenu graphiquement la cinétique rapide de ressuyage et la cinétique lente.

Nous avons pris comme C.R. le point d'intersection des 2 droites. Le 7 Juillet, nous avons coupé les cannes de la parcelle A et en même temps planté la parcelle B.

Nous avons donc, pour notre expérimentation :

- 3 tubes plantés sous des 1ères repousses de S. 17
- 3 tubes plantés sous des vierges de S. 17
- 3 tubes sur sol nu.

Pour contrôler l'évaporation, nous avons installé dans un périmètre de 50 mètres, un Dac colorado sur sol engazonné et un autre dans une unité de canne coupée elle aussi le 7 Juillet.

La station météo se situe à environ 200 mètres de notre essai. Les buts que nous nous étions fixés étaient nombreux :

A - CALCUL DE L'E.T.P. : le terme est un peu inexact car les parcelles n'étaient pas maintenues à C.R. permanente. Cependant nous déclenchions l'irrigation avant que le profil n'atteigne les 2/3 de C.R. Celle-ci se fait par syphons avec chronométrage précis de chacun d'eux. On irrigue une parcelle à la fois.

B - TRANSPIRATION PROPREMENT DITE D'UNE UNITE DE CANNE

C - DETERMINATION DES ZONES DE POMPAGE RACINAIRE

D - CORRECTION D'UNE FORMULE D'E.T.P. applicable à la zone SO.SU.MAV.

Pour avoir la plus grande précision possible, nous avons fait des mesures journalières sur nos 12 tubes. Les mesures étaient faites de 10 en 10 cm jusqu'à 150 cm.

Nous nous sommes limités dans notre étude à 100 jours et à 100 cm, c'est-à-dire que nous avons commencé l'étude le 10 Juillet et nous l'avons close le 17 Octobre.

Passons à présent à l'étude proprement dite des différents facteurs :

A - CALCUL DE L'E.T.P.

La consommation journalière des cannes est calculée par différence de bilan pour chaque horizon donné. Si un des points du profil précédent est supérieur à la C.R., nous ramenons celui-ci à C.R. et calculons d'après ce chiffre. Prenons un exemple tiré de nos documents :

TUBE 5

C.R. %	24 - 9	Δ %	25 - 9	Δ %	26 - 9
0-10 cm 50,1	30,1%	- 0,2	29,9	- 0,2	29,7
49,7	29,5		29,9	- 1,2	28,7
46,1	29,1		29,1	- 1,7	27,4
42,0	24,0	- 1,9	22,1	- 0,4	21,7
34,0	18,0		18,0	- 0,8	17,2
28,9	25,9	- 5,5	20,4		23,2
37,4	39,7	- 3,0	34,4		34,4
45,9	49,0		47,5		47,3
49,3	47,7		48,4	- 0,2	48,2
90-100 cm 50,7	46,1		46,9	- 1,3	45,6

Nous avons journallement la moyenne de chaque traitement et en avons fait le cumulé.

Il en ressort que la consommation d'eau pour 100 jours est de :

- 454,9 mm pour les *repousses*
- 513,3 mm pour les *vierges*
- 476,2 mm pour les *non plantés*.

Ce qui donne par jour :

- pour les *repousses* EIP = 4,5 mm
- pour les *vierges* EIP = 5,1 mm
- pour les *non plantés* : Evaporation = 4,0 mm.

Nous verrons par la suite comment nous pouvons comprendre ces différences.

B - TRANSPIRATION DE LA CANNE

Pour cela, il faut passer par le biais des deux bacs colorado .

Les mesures étaient faites sur ceux-ci tous les jours. Il est primordial au départ de comprendre ceci. Nous prenons une surface nue coupée ou plantée à 0% de couverture végétale et arrivons à 100 jours avec presque 100% de couverture foliaire.

Nous avons fait l'analyse statistique du cumulé des départs d'eau entre le Bac Nu et le Bac Couvert sur 100 jours. L'analyse statistique sur 100 couples nous a donné une corrélation de 0,91 hautement satisfaisante.

Ensuite, nous avons fait l'analyse par couple de 10 chiffres, c'est-à-dire de 10 en 10 jours. La courbe obtenue est très caractéristique.

Nous avons une augmentation progressive et lente pendant les 50 premiers jours et ensuite le phénomène s'accroît très fortement. Il semblerait que la canne à partir de 40 à 50 jours à un potentiel très élevé à faire des feuilles.

Nous avons donc une consommation du bac nu par rapport au bac sous couvert de :

0 à 10 jours	+ 0,2 mm	soit 104 %
10 à 20 jours	+ 0,4 mm	soit 107 %
20 à 30 jours	+ 0 mm	soit 100 %
30 à 40 jours	+ 0,7 mm	soit 112 %
40 à 50 jours	+ 0,3 mm	soit 104 %
50 à 60 jours	+ 1,8 mm	soit 125 %
60 à 70 jours	+ 1,5 mm	soit 119 %
70 à 80 jours	+ 2,6 mm	soit 140 %
80 à 90 jours	+ 2,0 mm	soit 145 %
90 à 100 jours	+ 2,0 mm	soit 129 %

soit au total 0 - 100 jours + 11,5 mm, soit 118,5 %

Nous pouvons transposer cela à notre essai sous cannes.

L'évaporation journalière de la surface nue CD est de 4,8 mm. Or nous savons qu'elle est supérieure de 118,5 % à la surface plantée, donc l'évaporation sous les cannes sera de :

$$\frac{4,8 \text{ m} \times 100}{118,5} = 4,0 \text{ mm}$$

La transpiration théorique canne est donc pour le moment :

- pour la repousse : 0,5 mm
- pour la vierge : 1,1 mm.

Cependant à ce stade-là, notre calcul n'est pas fini, et il y a d'autres phénomènes à considérer.

COMPARONS LES REPOUSSES AUX VIERGES

Quels sont leurs points communs ?

La couverture végétale se développe sensiblement au même rythme dans les deux cas.

Les jeunes racines poussent à la même vitesse et de la même manière.

Les points qui les différencient :

L'ancien système racinaire très dense forme un mulch souterrain qui empêche ou diminue le phénomène d'évaporation.

COMPARONS LES VIERGES AUX NON-PLANTES

Différences caractéristiques

- Feuillage de protection qui se développe graduellement
- Racines nouvelles sur la vierge.

Avec tous ces éléments, nous pouvons calculer :

- l'économie d'eau de l'effet de Mulch par différence vierge et repousse

$$513,3 - 454,9 = 58,4 \text{ mm.}$$

- effet combiné protection végétale et consommation par les nouvelles racines

par différence vierge et non planté

$$513,3 - 476,2 = 37,1 \text{ mm}$$

La transpiration de la repousse de canne est donc de :

$$0,5 + 0,6 \text{ mm} = 1,1 \text{ mm/jour}$$

La transpiration de la vierge de canne est de :

$$1,1 + 0,4 \text{ mm} = 1,5 \text{ mm/jour}$$

Admettons que 1 ha de cannes pèse, à 100 jours, 40 tonnes de matière verte. Le poids sec de 1 ha de canne sera donc de :

$$\frac{40 \times 10}{100} = 4 \text{ tonnes}$$

Pour produire 4 tonnes de matière sèche en vierge, il a fallu :
 $15 \times 100 = 1500$ tonnes d'eau. Donc il faut pour produire un kilo de matière sèche :

$$\frac{15}{4} = 375 \text{ litres d'eau (*)}$$

(*) - DETERMINATION DES ZONES DE POMPAGE RACINAIRE

Pour cela, il faut faire la comparaison des divers traitements aux mêmes profondeurs.

a - 0 - 20 cm

Consommation d'eau en 1 jour.

<i>1ère repousse</i>	<i>Vierge</i>	<i>Non planté</i>
0,94 mm	1,97 mm	1,36 mm

Nous voyons qu'il y a une forte différence entre chaque traitement.

• Commençons par la surface non plantée. Il est bien évident que seuls les facteurs climatiques interviennent, et même fortement, sur cette surface très exposée.

La vierge : c'est un combinat important entre l'évaporation mécanique due aux conditions climatiques et la transpiration à l'aide du jeune système racinaire qui se développe.

La 1ère repousse : deux solutions se présentent à nous, ou bien celle-ci n'émet pas de nouveau système racinaire et continue à vivre sur l'ancien, ou bien cet ancien système racinaire est assez dense pour former un mulch souterrain et préserver l'évaporation des effets climatiques.

La première solution est à rejeter, car dans ce cas-là, nous aurions une évaporation au moins égale à celle de la parcelle non plantée dans les 30 premiers jours. Ce n'est pas le cas, et seule la deuxième solution est acceptable.

(*) En ne tenant compte que du seul facteur *TRANSPARATION*.

b - 20 - 40 cm

<i>ière repoussée</i>	<i>Vierge</i>	<i>Non planté</i>
0,96 mm	1,42 mm	1,05 mm

Sur les non plantés et sur les vierges, c'est le même phénomène qui se poursuit mais d'une manière atténuée. N'oublions pas que nous sommes déjà à 20 cm de la surface. La consommation des ières repoussées dans cet horizon reste absolument égale à elle-même.

c - 40 - 60 cm

<i>ière repoussée</i>	<i>Vierge</i>	<i>Non planté</i>
0,92 mm	0,73 mm	1,0 mm.

C'est à notre avis, l'horizon intermédiaire entre l'horizon travaillé et le sous-sol. Nous pouvons remarquer que :

sur les ières repoussées, la consommation d'eau est la même que dans les deux premiers horizons, preuve qu'il n'y a aucun pompage préférentiel.

EN CONCLUSION

1 - Sur les repoussées

Il y a intérêt à mouiller tout le profil jusqu'à 1 mètre car, tout du moins à la reprise, la consommation se fait indifféremment à tous les niveaux. Nous pouvons pratiquement affirmer à l'heure qu'il est que le vieux système racinaire du cycle précédent aide au démarrage de la canne. Il est certainement progressivement remplacé par un nouveau système racinaire.

Des études faites à ce sujet l'ont d'ailleurs démontré.

2 - Les non plantés

Nous avons des départs d'eau décroissants de la surface jusqu'à un mètre ce qui nous semble absolument normal. Nous pouvons remarquer que la capillarité est un phénomène qui est loin d'être négligeable. Il faut convenir tout de même que cette surface absolument nue est soumise pendant dix heures par jour à des conditions climatiques très fortes.

3 - Les vierges

C'est la forme hybride entre les repoussées et les non plantés, elle se rattache, dans les 100 premiers jours tout au moins, soit à l'un soit à l'autre cas. Après, certainement, elle doit se confondre avec les repoussées.

Il faut prendre soin de bien mouiller les 40 premiers centimètres sans toutefois négliger les horizons inférieurs. Nous ne pensons pas que les racines en fin de saison sèche, dépassent les 50 premiers centimètres.

Nous ne pouvons affirmer que les départs d'eau entre 40 et 80 cm servent à la consommation et c'est pour cela que nous préférons préconiser une mise à C.R. jusqu'à 80 cm avec un soin tout particulier pour l'horizon 0 - 40 cm.

3 - CORRECTION D'UNE FORMULE D'E.T.P.

Maintenant que nous avons analysé chaque horizon point par point, essayons d'étudier le problème dans son ensemble, c'est-à-dire comparons les données climatiques aux E.T.P. correspondantes.

De nombreux calculs statistiques ont été faits pour essayer de mettre en corrélation les divers éléments climatiques avec les E.T.P. des périodes correspondantes.

Chaque fois nous avons trouvé une corrélation non satisfaisante car trop faible.

Nous avons essayé de calculer l'E.T.P. avec les formules de Turc et de Bouchet. Le résultat fut assez décevant.

Au fil de notre raisonnement, nous avons été amenés à penser que les données climatiques n'étaient pas les seules à influencer les évapo-transpiration.

En effet, prenons le cas de notre essai qui fut coupé le 7 Juillet. Pendant les 10 premiers jours au moins, la couverture végétale est nulle. Dans les 100 jours, le feuillage couvre à peu près 100 % de la surface du sol. Qui connaît la canne à sucre peut affirmer que l'ombrage est parfait.

Nous avons donc, tout au long du cycle, une évaporation qui s'en va décroissant. Cette décroissance, comme nous l'avons vu dans notre étude Bac Nu et sous couvert, est très importante puisque les départs d'eau du Bac Nu sont supérieurs à 100 jours de 40% à ceux du Bac sous couvert.

Nous nous trouvons donc devant un *phénomène continu* qui n'a un rapport que très lointain avec les conditions climatiques. Il en suit tout de même, d'une façon atténuée, les variations.

Nous avons donc pensé qu'il était plus logique, dans notre propre cas (qui est un cas très particulier), de rattacher nos consommations d'eau à une surface évaporante et non aux données climatiques.

Deux solutions se présentent à nous :

- faire une corrélation entre le Bac sous-couvert et les ETP de 1ères repousses,

ou bien

- effectuer cette corrélation entre le Bac Nu et les ETP corrigées de la 1ère repousse.

CLIMATOLOGIE ET E. T. P. DECADEAIRES

CUMULE DEPARTS D'EAU																
JOUR	R	V	N.P.	JEUR	R	V	N.P.	MAXIM	MINIM	AMP.	EVAP.	INS.	VENT	H.R.	BAC NU	BAC OUVERT
5	18,7	24,4	18,0	0-10	5,7	4,9	5,5	31,8	18,5	13,3	4,3	9,1	13,7	63	4,9	4,8
10	57,1	48,5	55,2	5-15												
15	89,6	80,3	80,6	10-20	5,7	4,3	4,4	32,4	18,7	13,7	4,3	8,4	13,7	69	6,0	5,7
20	113,9	94,8	98,4	15-25												
25	137,4	144,1	124,4	20-30	5,3	6,6	5,3	32,9	18,0	14,9	4,5	9,5	12,7	77	6,2	6,1
30	156,6	160,5	152,3	25-35												
35	190,3	196,7	175,1	30-40	5,9	4,3	5,5	31,7	15,7	13,0	4,3	9,5	12,1	50	6,5	6,1
40	225,0	227,7	206,5	35-45												
45	252,5	259,5	231,4	40-50	4,4	4,8	4,5	31,2	19,3	12,6	5,1	9,8	21,0	65	7,9	7,8
50	289,1	276,1	251,6	45-55												
55	285,5	303,7	274,9	50-60	3,2	4,7	4,0	32,6	20,2	12,4	6,1	3,5	20,5	69	8,5	7,2
60	300,8	322,6	291,3	55-65												
65	318,5	376,8	329,9	60-70	4,4	6,7	5,9	32,6	18,6	14,0	6,7	10,9	17,4	54	9,7	8,0
70	345,2	409,1	360,6	65-75												
75	357,9	418,7	375,6	70-80	3,6	2,8	4,0	32,6	18,3	14,3	6,0	9,8	19,9	64	9,2	6,5
80	361,0	437,0	401,0	75-85												
85	353,4	445,1	420,1	80-90	4,3	4,1	4,2	32,5	20,4	12,1	5,3	9,6	21,1	90	7,6	5,8
90	423,4	477,9	442,9	85-95												
95	435,5	491,0	460,3	90-100	3,2	3,5	3,3	33,6	21,9	12,3	5,3	16,6	29,4	56	9,2	7,0
100	454,9	513,3	476,2													

1ère SOLUTION

Etude statistique entre les ETP 1ère repousse et les départs d'eau du Bac Colorado sous cannes.

Nous avons pris les valeurs intercalaires 5 - 15 jours, 15 - 25, etc... pour avoir plus de chiffres dans l'analyse statistique.

X = ETP décadaire des 1ères repousses

Y = Evaporation décadaire du Bac sous-couvert

$$\Sigma X = 88,0 \qquad \Sigma Y = 124,5 \qquad n = 19$$

$$\Sigma X^2 = 433,5 \qquad \Sigma Y^2 = 830,1$$

$$\Sigma XY = 564,8$$

$$\bar{X} = 4,63 \qquad \bar{Y} = 6,6$$

$$FC_1 = 407,6$$

$$FC_2 = 815,8$$

SOMME DES PRODUITS DES ECARTS PAR RAPPORT AUX DONNEES

$$564,8 - 576,6 = 11,8$$

$$SX^2 - FC_1 = 25,9$$

$$SY^2 - FC_2 = 14,3$$

$$a (y,x) = - 0,46$$

$$b (x,y) = - 0,83$$

$$r = \sqrt{0,3818} = 0,61 \text{ donc hautement significatif (P = 0,01} \\ r = 0,571)$$

Calcul de la courbe

$$6,6 = 4,6 \times (- 0,46) + b$$

$$b = 6,6 + 2,1 = 8,7$$

$$Y = - 0,46 x + 8,7$$

$$X = 0 \quad , \quad Y = 8,7$$

$$X = 10 \quad , \quad Y = 4,1$$

Etablisssons la courbe et calculons d'après celle-ci les E.T.P. théoriques et les corrections à apporter pour trouver les E.T.P. 1ères repousses vraies.

DECADE	BAC COLORADO sous-couvert	E. T. P. calculée	CORRECTION	E. T. P. réelle
0 - 10	4,8	8,5	- 2,8	5,7
10 - 20	5,7	6,5	- 0,8	5,7
20 - 30	6,1	5,7	- 0,4	5,3
30 - 40	6,1	5,7	+ 0,2	5,8
40 - 50	7,6	2,4	+ 2,0	4,4
50 - 60	7,2	3,4	- 0,2	3,2
60 - 70	8,0	1,5	+ 2,9	4,4
70 - 80	6,5	4,8	- 1,2	3,6
80 - 90	5,8	6,3	- 2,0	4,3
90 - 100	7,0	3,7	- 0,5	3,2

Etablisssons la courbe correctrice en faisant la corrélation

$$\begin{aligned}
 X &= \text{ETP calculée} & Y &= \text{Correction} \\
 \Sigma X &= 485 & \Sigma Y &= - 2,8 & n &= 10 \\
 \Sigma X^2 &= 275,5 & \Sigma Y^2 &= 26,8 & \Sigma XY &= 41,9 \\
 FC_1 &= 235,2 \\
 FC_2 &= 0,8
 \end{aligned}$$

SOMME DES PRODUITS DES ECARTS PAR RAPPORT AUX DONNES

$$\begin{aligned}
 &- 41,9 + 13,6 = - 28,3 \\
 SX^2 - FC_1 &= 40,3 \\
 SY^2 - FC_2 &= 26,0 \\
 a (y, x) &= - 0,7 \\
 a (x, y) &= - 1,1 \\
 r &= \sqrt{0,77} = 0,87 \text{ hautement significatif (P = - 0,001, r = 0,87)} \\
 b &= - 0,3 + 3,4 = 3,1
 \end{aligned}$$

$$Y = - 0,7 x + 3,1$$

Le calcul, en passant par les 2 courbes, donne :

DECADE	BAC COLORADO sous-couvert	E. T. P. calculée	E. T. P. réelle
0 - 10	4,8	5,7	5,7
10 - 20	5,7	5,1	5,7
20 - 30	6,1	4,8	5,3
30 - 40	6,1	4,8	5,9
40 - 50	7,6	3,8	4,4
50 - 60	7,2	4,1	3,7
60 - 70	8,0	3,6	3,4
70 - 80	6,5	4,5	3,6
80 - 90	5,8	4,9	4,3
90 - 100	7,0	4,1	3,2

La moyenne statistique entre le Bac Colorado sous-couvert et l'E. T. P. calculée peut se trouver par calcul.

X = Bac Colorado sous-couvert

Y = FTP Colorado

$$\Sigma X = 65,4$$

$$\Sigma Y = 64,6$$

$$n = 10$$

$$\Sigma X^2 = 209,9$$

$$\Sigma Y^2 = 428,4$$

$$\Sigma XY = 288,6$$

$$\bar{X} = 4,5$$

$$\bar{Y} = 6,5$$

$$FC_1 = 206,1$$

$$FC_2 = 419,9$$

SOMME DES PRODUITS DES ECARTS PAR RAPPORT AUX DONNES

$$288,6 - 294,2 = - 5,6$$

$$SX^2 - FC_1 = 3,8$$

$$SY^2 - FC_2 = 8,5$$

$$a (y,x) = - 1,47$$

$$a (x,y) = - 0,66$$

$$r = \sqrt{0,9702} = 0,98$$

$$b = 6,5 + 6,7 = 13,2$$

L'équation de la droite est donc :

$$Y = - 1,47 x + 13,2$$

2ème SOLUTION

Etude statistique entre Bac Nu et ETP 1ère repousse corrigée

X = ETP 1ère repousse corrigée

Y = Bac Colorado Nu

$$\Sigma X = 102,3$$

$$\Sigma Y = 140,9$$

$$n = 13$$

$$\Sigma X^2 = 572,1$$

$$\Sigma Y^2 = 1\ 089,0$$

$$\Sigma XY = 737,0$$

$$\bar{X} = 5,4$$

$$\bar{Y} = 7,4$$

$$FC_1 = 550,8$$

$$FC_2 = 1\ 044,8$$

SOMME DES PRODUITS DES ECARTS PAR RAPPORT AUX DONNEES

$$737,0 - 758,3 = - 21,3$$

$$SX^2 - FC_1 = 21,3$$

$$SY^2 - FC_2 = 44,9$$

$$a (y,x) = - 1,0$$

$$a (x,y) = - 0,47$$

$$r = \sqrt{0,47} = 0,68$$

$$(P = 0,001 \quad r = 0,67)$$

Calcul de la courbe

$$7,4 = - 5,4 + b$$

$$b = 12,8$$

$$Y = - X + 12,8$$

E.T.P. Théoriques et corrections à apporter

DECADE	BAC COLORADO NU	E. T. P. calculée	CORRECTION	E. T. P. réelle
0 - 10	4,9	7,9	- 2,7	5,7
10 - 20	6,0	6,8	- 1,1	5,7
20 - 30	6,2	6,6	- 1,3	5,3
30 - 40	6,3	6,5	- 0,6	5,9
40 - 50	7,9	4,9	- 0,5	4,4
50 - 60	6,5	4,3	- 1,1	3,2
60 - 70	9,7	3,1	+ 1,3	4,4
70 - 80	9,2	3,5	+ 0,1	3,6
80 - 90	6,2	6,6	- 2,3	4,3
90 - 100	9,2	3,5	- 0,3	3,2

Courbe correctrice entre X = LIP trouvée sur la courbe Y = correction

$$\Sigma X = 53,7$$

$$\Sigma Y = - 8,0$$

$$\Sigma X^2 = 314,6$$

$$\Sigma Y^2 = 16,6$$

$$\Sigma XY = - 55,0$$

$$\bar{X} = 5,4$$

$$\bar{Y} = 0,8$$

$$FC_1 = 288,4$$

$$FC_2 = 6,4$$

SOMME DES PRODUITS DES ECARTS PAR RAPPORT AUX DONNEES

$$- 55,0 + 43,0 = - 12,0$$

$$SX^2 - FC_1 = 26,2$$

$$SY^2 - FC_2 = 8,6$$

$$a (y,x) = - 0,5$$

$$a (x,y) = - 1,4$$

$$r = \sqrt{0,70} = 0,85 \text{ hautement significatif}$$

Calcul de la droite

$$b = 2,7 - 0,8 = 1,9$$

$$Y = - 0,5 x + 1,9$$

Chiffre ETP en passant successivement par les 2 courbes

DECADE	BAC COLORADO NI	E. T. P. trouvée	E. T. P. réelle
0 - 10	4,9	5,8	5,7
10 - 20	6,0	5,3	5,7
20 - 30	6,2	5,2	5,3
30 - 40	6,3	5,0	5,9
40 - 50	7,9	4,4	4,4
50 - 60	8,5	4,1	3,2
60 - 70	9,7	3,5	4,4
70 - 80	9,2	3,5	3,6
80 - 90	6,2	5,2	4,3
90 - 100	9,2	3,5	3,2

Moyenne statistique entre Bac Nu et TTP trouvée

Y = Bac

X = TTP trouvée

$$\Sigma X = 45,5$$

$$\Sigma Y = 74,1$$

$$\Sigma X^2 = 213,7$$

$$\Sigma Y^2 = 574,6$$

$$\Sigma XY = 324,2$$

$$\bar{X} = 4,6$$

$$\bar{Y} = 7,4$$

$$FC_1 = 207,0$$

$$FC_2 = 549,1$$

SOMME DES PRODUITS DES ECARTS PAR RAPPORT AUX DONNEES

$$342,2 - 337,2 = - 5,0$$

$$SX^2 - FC_1 = 6,7$$

$$SY^2 - FC_2 = 25,5$$

$$a (y,x) = - 1,94$$

$$a (x,y) = - 0,51$$

$$r = \sqrt{0,9894} = 0,99 \text{ très hautement significatif}$$

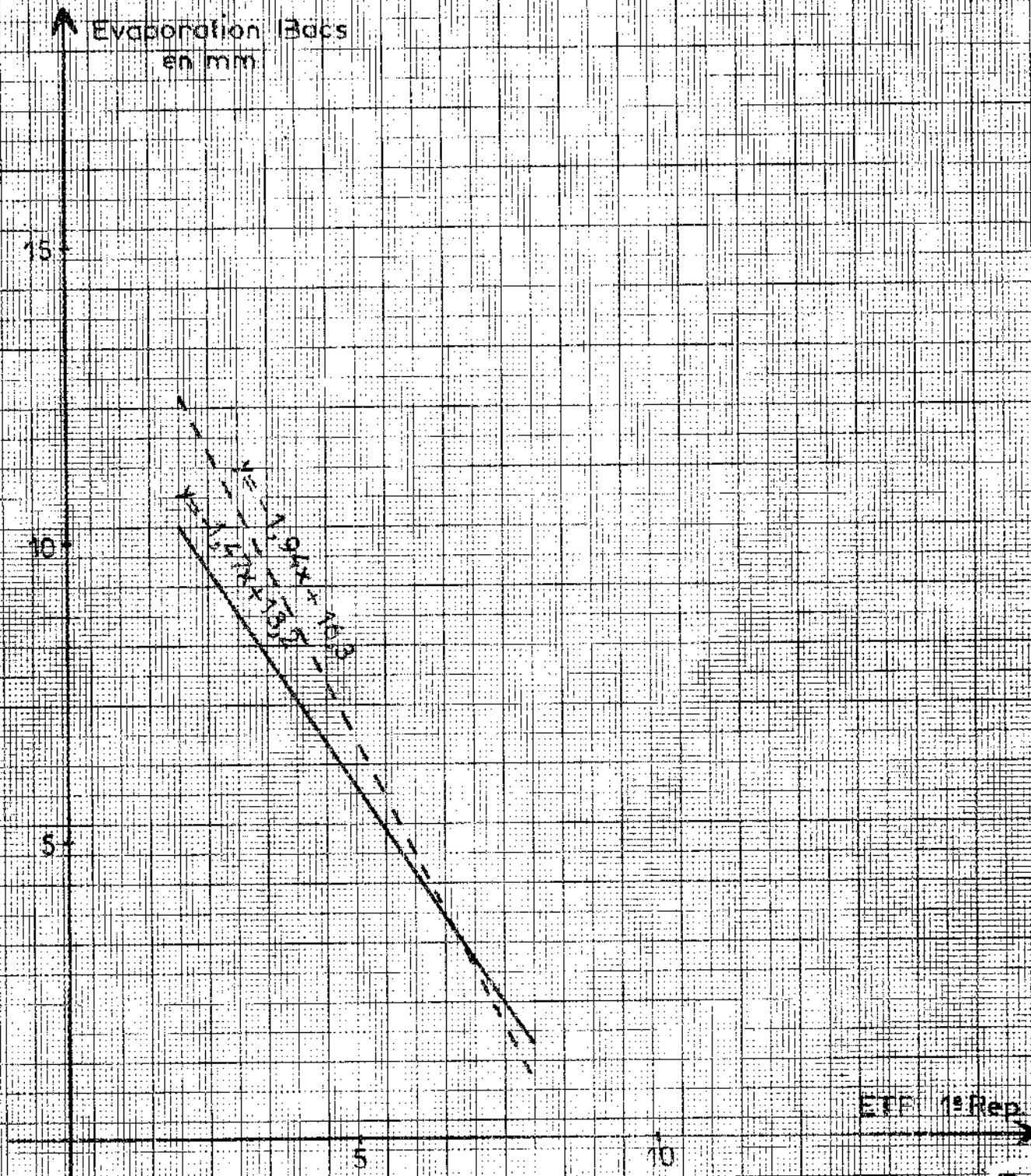
Calcul de la courbe

$$7,4 = 4,6 x - 1,94 + b$$

$$b = 16,3$$

$$Y = - 1,94 x + 16,3$$

CALCUL de l'ETP par les Evaporations des BACS



formule n°1

formule n°2

ETP (1^{er} Rep)

CONCLUSION

Faisons les moyennes mensuelles, ETP globales et le pourcentage d'erreurs que l'on commet avec nos courbes calculées.

JOURS	FORMULE 1	E. T. P. globale mensuelle	% erreur	F ₂	E. T. P. globale mensuelle	% erreur	E.T.P. réelle	E. T. P. globale mensuelle
0- 30	5,2 mm	156 mm	7 %	5,4mm	162 mm	+ 2 %	5,6	168 mm
10- 40	4,9 mm	147 mm	13 %	5,2mm	156 mm	+ 7 %	5,6	168 mm
20- 50	4,5 mm	135 mm	13 %	4,9mm	147 mm	6 %	5,2	156 mm
30- 60	4,2 mm	126 mm	7 %	4,5mm	135 mm	0 %	4,5	135 mm
40- 70	3,8 mm	114 mm	5 %	4,0mm	120 mm	0 %	4,0	120 mm
50- 80	4,1 mm	123 mm	10 %	3,8mm	114 mm	3 %	3,7	111 mm
60- 90	4,4 mm	132 mm	7 %	3,8mm	114 mm	7 %	4,1	123 mm
70-100	4,6	138 mm	20 %	4,0	120 mm	7 %	3,7	111 mm

Il y a donc intérêt, au vu de ces résultats, à employer la deuxième formule qui est beaucoup plus précise que la précédente.

4 - CONCLUSIONS GENERALES

Nous pensons continuer, une année encore, ces contrôles journaliers pour pouvoir confirmer ou déterminer certains facteurs.

- . limite d'humidité admise par la canne : contrôles hebdomadaires du tronçon 4 et 5 et des gaines 3 - 4 - 5 - 6
- . vérifier si l'Evapotranspiration est inversement proportionnelle à l'évaporation du Bac Colorado : contrôles hebdomadaires de l'élongation; contrôles horaires et journaliers de l'ouverture stomatique par la méthode Molish.
- . détermination de l'humidité du sol au point de flétrissement de la canne
- . étude hybride sur le rendement optimal de la canne en relation avec le meilleur état nutritionnel hydrique (contrôle à la sonde) et minéral (diagnostic foliaire).

CUMULE DES EVAPORATIONS DANS LES DIFFERENTS NIVEAUX DU SOL-CHAMP 753

JOUR	MOYENNE 4+5+6	MOYENNE 7+8+9	MOYENNE 1,2,3, 10, 12	4+5+6	1° R.	V.	N.P.	1° R.	V.	N.P.	1° R.	V.	N.P.	1° R.	V.	N.P.
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
1	1,4	2,5	1,2	0,6	0,4	2,9	0,4	0,8	1,2	0,8	0,7	0,3	0,8	0,9	0,4	0,3
2	2,3	3,7	2,9	1,1	1,1	3,3	1,2	1,6	1,8	1,6	0,7	0,9	1,2	1,1	1,1	1,2
4	2,3	8,4	4,5	3,3	1,1	5,6	2,4	3,0	2,7	3,0	2,2	2,0	2,4	1,1	1,1	1,7
5	2,9	11,2	5,7	4,4	2,9	5,8	3,3	3,7	3,4	3,7	6,1	2,7	2,9	1,6	1,3	2,4
6	2,9	12,7	6,8	4,4	3,5	6,2	4,2	4,4	4,2	4,4	6,1	2,7	3,4	1,8	1,3	3,1
7	6,2	14,0	9,5	10,9	6,9	10,1	6,9	6,2	5,9	6,2	10,9	4,3	5,6	9,3	1,5	5,1
8	6,2	15,9	9,5	10,9	7,9	11,0	7,9	6,9	5,9	6,9	10,9	4,4	5,6	9,3	2,0	5,4
9	6,7	15,9	12,5	10,9	7,0	11,0	11,7	10,0	5,9	10,0	10,9	4,4	9,1	10,8	2,0	7,2
11	11,1	22,8	16,2	14,4	12,5	16,8	13,2	12,1	8,7	12,1	18,2	7,3	10,1	11,5	2,0	8,4
12	11,8	25,6	17,5	14,9	4,2	16,8	13,9	13,1	9,5	13,1	18,4	7,5	10,9	11,6	2,0	9,1
13	13,4	25,6	16,2	16,7	15,4	17,3	16,8	13,8	9,5	13,8	19,6	7,5	13,6	14,1	2,0	9,9
14	13,7	28,5	19,3	17,0	15,4	21,5	17,1	14,5	12,3	14,5	19,6	12,0	13,0	14,1	2,6	10,5
15	16,5	30,7	20,6	18,4	17,9	22,1	18,7	15,9	12,4	15,9	22,2	12,5	14,3	14,6	2,6	11,1
16	18,8	31,1	22,5	20,4	19,7	22,8	20,3	18,4	13,4	18,4	23,9	12,7	15,8	16,8	2,6	11,6
18	20,3	35,3	24,2	22,2	21,0	25,4	21,5	19,9	13,9	19,9	24,8	14,4	16,3	17,4	2,6	12,7
19	21,5	36,1	25,7	22,8	21,8	25,7	21,9	20,4	13,9	20,4	27,0	15,4	17,0	17,9	3,0	13,0
20	22,8	36,6	26,2	23,0	22,0	25,8	23,0	20,4	14,0	20,4	27,0	15,4	17,4	19,0	3,0	13,4
21	22,8	36,6	26,4	23,3	22,0	27,6	22,1	20,8	14,2	20,8	27,0	15,4	17,4	19,0	3,0	13,5
22	23,9	46,4	29,9	24,4	24,4	35,0	26,4	23,6	20,2	23,6	29,4	18,8	18,1	19,0	3,4	15,0
23	25,1	46,4	29,9	25,2	25,2	36,0	26,4	23,6	20,2	23,6	30,5	23,2	19,9	20,0	3,4	15,0
25	26,5	52,1	34,7	26,4	25,8	40,9	27,7	24,7	22,5	24,7	32,5	25,2	21,7	21,2	3,4	15,6
26	28,6	54,1	36,0	28,2	27,7	41,5	28,3	25,0	22,8	25,0	33,2	26,3	22,1	22,0	3,4	15,6
27	29,4	55,5	37,4	28,7	28,2	42,1	29,5	25,4	23,3	25,4	34,4	27,0	23,1	22,1	3,4	16,6

JOUR	MOYENNE 4+5+6	MOYENNE 7+8+9	MOYENNE 1,2,3, 10, 12	4+5+6	V.	N.P.	1° R.	V.	N.P.	1° R.	V.	N.P.	1° R.	V.	N.P.
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
28	31,4	53,7	36,3	30,0	47,0	31,4	29,3	23,7	27,2	35,2	34,0	24,3	22,8	3,4	17,3
29	32,7	58,2	41,6	30,2	48,2	34,3	30,2	26,0	29,9	36,4	35,7	25,4	22,8	4,0	17,8
30	35,6	63,9	44,1	38,7	48,9	34,9	31,0	25,5	30,0	36,6	36,7	25,5	24,7	4,2	17,8
32	37,5	54,1	46,7	39,3	49,7	36,8	34,8	27,5	32,3	35,1	35,8	26,8	24,7	4,8	18,8
33	37,5	64,1	48,4	39,3	49,7	36,8	34,8	27,5	32,6	39,2	36,8	27,1	24,7	4,8	18,6
34	37,7	70,9	49,3	40,4	52,0	39,0	37,3	29,0	34,4	41,2	37,3	28,1	25,3	4,8	19,5
35	39,3	72,4	50,5	41,8	53,4	39,4	36,7	23,6	35,7	42,9	37,8	28,7	25,5	4,9	20,1
36	39,9	73,7	50,5	42,7	54,8	40,4	39,0	28,5	35,9	43,0	37,9	28,7	26,7	4,6	20,1
38	44,6	79,1	54,2	46,9	58,4	44,2	44,6	29,8	39,2	47,4	39,6	31,5	28,6	4,6	21,5
39	45,6	82,4	58,0	49,1	58,6	45,4	45,4	31,5	40,3	49,0	40,6	33,1	29,8	4,8	22,7
40	47,0	83,7	59,9	49,8	61,4	46,8	46,2	34,8	41,1	50,0	41,7	33,9	30,3	4,8	23,1
41	47,4	88,0	61,3	50,6	61,4	47,5	49,5	35,5	42,5	52,7	42,6	35,1	31,8	5,0	24,1
42	48,8	85,5	63,1	50,9	62,6	46,1	49,5	35,9	43,5	57,1	43,4	35,5	32,0	6,0	24,3
43	49,8	90,9	64,2	52,4	64,6	49,9	50,6	36,8	47,2	57,7	44,9	36,9	32,8	6,0	25,5
44	51,9	95,7	65,5	52,8	67,6	50,1	50,9	40,2	47,3	58,0	47,6	38,6	32,9	6,2	26,0
46	54,8	95,6	67,4	54,5	67,6	52,3	51,8	40,2	47,3	59,8	47,6	38,7	34,3	6,2	26,0
47	55,4	97,4	68,0	54,9	68,3	54,2	52,1	40,7	49,9	59,9	49,8	40,0	34,3	6,2	26,7
48	57,4	93,0	68,9	56,3	69,4	55,4	52,5	41,6	50,2	60,6	49,5	40,4	35,1	6,2	27,4
49	57,4	103,5	70,5	56,3	71,4	55,8	52,7	41,6	51,0	60,6	49,7	41,9	35,1	6,2	27,5
50	59,4	103,5	71,8	57,3	71,4	56,3	53,4	42,6	51,6	62,0	50,7	42,2	35,3	6,2	28,0
51	59,7	108,2	74,5	58,3	72,9	58,4	54,1	44,1	52,5	63,0	51,9	42,5	35,9	6,2	28,0
53	61,0	110,3	76,3	59,9	75,4	58,8	54,4	44,4	53,6	63,0	52,5	43,5	36,4	6,2	28,7
54	62,2	114,9	77,7	60,7	76,6	59,8	55,7	45,1	54,7	65,8	54,0	45,2	36,8	6,2	28,8
55	62,8	116,1	79,1	61,4	78,8	61,7	56,8	46,4	56,4	65,8	55,3	46,5	37,0	6,2	29,5
56	64,9	117,0	79,3	63,0	78,0	61,7	57,1	46,4	56,7	66,1	55,4	46,6	37,9	6,2	29,5
57	65,3	121,7	80,9	63,0	80,9	62,4	57,9	47,1	57,9	66,1	56,4	47,3	37,9	6,2	29,7
58	66,2	121,8	83,1	64,5	82,5	64,8	58,9	47,6	60,1	67,4	56,4	48,0	38,9	6,2	30,0
60	66,9	125,8	84,0	65,3	83,9	65,3	59,6	48,1	60,5	68,9	56,5	48,5	39,4	6,2	30,3

JOUR	MOYENNE 4+5+6		MOYENNE 7+8+9		MOYENNE 1,2,3, 10, 12		4+5+6		1° R.		V.		N.P.		1° R.		V.		N.P.	
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
63	67,5	126,7	55,2	35,9	60,2	49,7	51,4	38,1	57,9	50,1	39,6	6,2	30,3							
64	67,5	126,7	55,8	35,0	60,8	40,7	31,5	56,4	57,9	50,2	39,6	6,2	30,4							
65	67,3	127,8	55,4	35,4	61,1	48,8	52,6	66,7	30,6	52,4	39,7	6,2	33,6							
66	66,3	139,1	60,0	31,5	61,6	51,5	34,0	74,4	34,0	54,2	40,4	6,2	31,4							
67	66,7	147,1	55,6	36,6	62,3	59,5	37,4	74,3	69,6	57,0	41,1	6,2	34,6							
68	68,7	147,1	55,6	36,6	60,3	56,5	67,4	74,5	63,7	57,0	44,1	6,2	34,5							
69	73,0	148,6	101,3	73,0	66,7	56,7	73,9	79,1	69,1	60,9	46,2	6,2	35,9							
70	73,4	152,3	102,8	73,0	67,2	63,1	74,6	79,4	72,2	62,2	40,3	6,2	36,3							
71	74,2	156,4	103,7	74,7	67,7	63,1	75,0	80,1	72,2	62,4	40,3	6,2	36,5							
72	74,6	150,4	105,5	74,9	68,3	53,4	75,6	81,4	72,2	53,6	46,3	6,2	36,9							
73	74,6	157,9	106,2	74,9	68,5	63,7	76,5	91,5	72,7	63,8	47,3	6,2	37,1							
74	75,4	150,2	108,5	75,7	69,4	63,6	76,6	83,4	72,7	63,8	47,3	6,2	37,1							
75	76,0	160,5	108,9	77,0	69,3	63,8	77,3	94,6	72,9	64,6	48,1	6,2	37,4							
76	76,7	162,7	111,5	87,7	70,8	65,1	79,9	85,5	73,5	66,9	48,2	6,2	38,0							
77	79,0	154,2	111,8	79,1	71,2	66,1	80,9	85,9	74,0	67,1	49,0	6,2	38,0							
78	80,3	165,6	115,6	80,1	75,4	66,3	81,9	87,7	74,0	67,3	49,6	6,2	38,0							
79	81,3	167,4	116,4	81,2	75,9	66,3	82,1	88,5	74,2	68,6	50,3	6,2	38,2							
80	82,1	167,6	117,3	82,3	76,6	67,0	83,2	90,2	74,5	71,3	50,3	6,2	38,4							
81	82,4	168,1	119,3	83,1	77,0	67,0	84,9	91,5	75,0	71,4	53,4	6,2	38,6							
82	82,4	168,8	119,8	83,1	77,0	68,2	85,4	91,5	75,0	71,6	53,4	6,2	38,6							
83	83,2	169,5	121,8	84,5	78,5	58,3	89,2	92,1	75,7	72,6	54,7	6,2	38,9							
84	84,7	169,5	121,8	85,0	78,7	68,3	89,5	92,9	75,8	72,6	54,7	6,2	38,9							
85	84,7	173,1	122,7	85,2	78,7	69,7	89,7	94,3	76,2	73,6	55,3	6,2	38,9							
86	85,0	176,2	123,3	86,6	80,7	70,1	90,2	95,1	76,3	74,0	55,9	6,2	39,0							
87	85,7	180,4	124,0	86,9	82,5	70,2	90,8	95,7	76,3	74,6	56,2	6,2	39,2							
88	83,7	183,9	125,5	88,8	83,5	70,8	92,1	98,1	77,0	75,1	56,7	6,2	39,2							
89	88,7	185,7	127,9	89,0	86,1	70,8	92,6	98,1	77,3	75,1	56,7	6,2	39,4							

JOUR	MOYENNE 4+5+6		MOYENNE 7+8+9		MOYENNE 4+5+6		MOYENNE 7+8+9		MOYENNE 4+5+6		MOYENNE 7+8+9		MOYENNE 4+5+6		MOYENNE 7+8+9		MOYENNE 4+5+6		MOYENNE 7+8+9							
	1° R.	V.	N.P.	1° R.	V.	N.P.	1° R.	V.	N.P.	1° R.	V.	N.P.	1° R.	V.	N.P.	1° R.	V.	N.P.	1° R.	V.	N.P.					
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm					
93	88,7	187,9	129,3	89,0	132,7	100,7	85,4	70,8	93,2	98,9	76,2	57,2	39,5	89,4	188,6	130,4	90,0	132,7	101,3	87,2	70,8	95,9	99,3	77,5	57,2	39,6
95	90,3	192,3	137,2	90,7	137,5	101,6	88,3	72,1	96,3	99,9	77,6	57,3	39,3	92,0	194,7	132,1	93,2	139,1	102,0	89,3	72,2	97,2	99,9	78,7	57,3	40,0
98	92,0	195,0	135,1	93,2	136,1	103,6	89,3	72,4	97,8	99,9	79,2	57,3	40,1	99	195,0	135,0	93,2	136,1	103,6	89,3	72,4	97,8	99,9	78,8	57,3	40,1
100	93,8	197,4	135,5	95,8	141,8	104,5	91,7	73,2	100,2	100,9	80,4	57,3	40,2	93	187,9	129,3	89,0	132,7	100,7	85,4	70,8	93,2	98,9	77,3	57,2	39,5

ANKARATRA, le 22 Janvier 1971

J.R. TERRASSE
EXPERIMENTATION

DEPARTS D'EAU ENTRE LE BAC NU ET LE BAC SOUS-COUVERT
- CANVE -

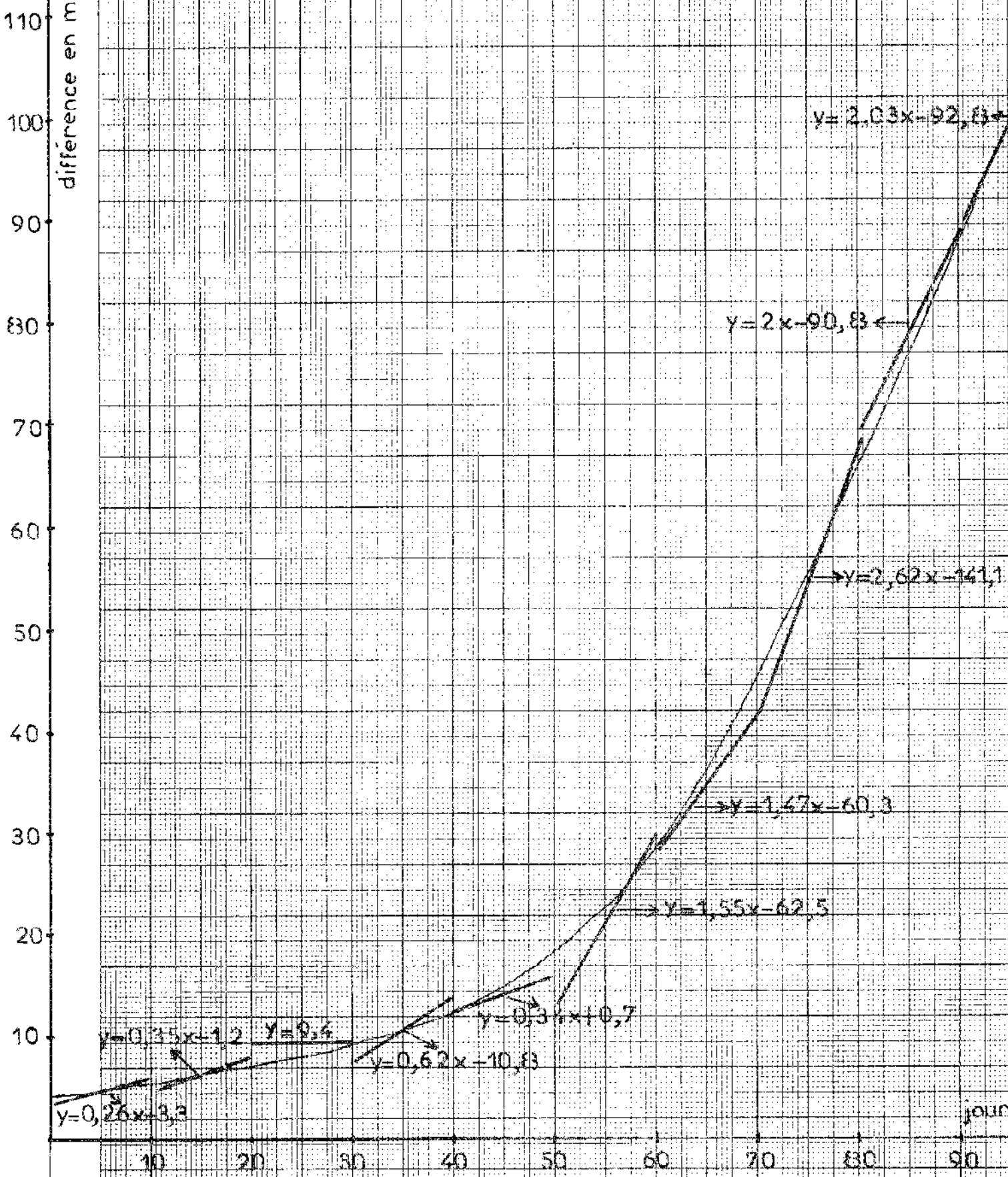
JOUR	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
1	2	6	21	10	31	9	41	14	51	17	30	71	45	61	71	51	51	51	51	51	51
2	4	6	22	10	32	9	42	14	52	16	30	72	46	62	73	52	52	52	52	52	52
3	5	5	23	9	33	10	43	16	53	19	32	73	50	63	75	53	53	53	53	53	53
4	6	5	24	9	34	10	44	16	54	21	34	74	51	64	77	54	54	54	54	54	54
5	5	6	25	9	35	10	45	17	55	22	36	75	55	65	80	55	55	55	55	55	55
6	3	7	26	9	36	11	46	17	56	24	37	76	59	66	82	56	56	56	56	56	56
7	5	7	27	9	37	12	47	17	57	26	36	77	60	67	83	57	57	57	57	57	57
8	5	7	28	9	38	13	48	17	58	28	39	78	62	68	85	58	58	58	58	58	58
9	5	8	29	10	39	14	49	17	59	29	41	79	67	69	87	59	59	59	59	59	59
10	6	9	30	10	40	16	50	17	60	30	45	80	69	70	90	60	60	60	60	60	60
X =	55	155	X =	255	X =	355	X =	455	X =	555	X =	655	X =	755	X =	855	X =	955	X =	1055	X =
Y =	46	66	Y =	94	Y =	112	Y =	162	Y =	235	Y =	360	Y =	567	Y =	602	Y =	641	Y =	681	Y =
Y ² =	226	450	Y ² =	664	Y ² =	1288	Y ² =	2638	Y ² =	5721	Y ² =	13140	Y ² =	32727	Y ² =	64552	Y ² =	102561	Y ² =	132581	Y ² =
XY =	272	1052	XY =	2357	XY =	4027	XY =	7369	XY =	13170	XY =	23701	XY =	43025	XY =	68766	XY =	96718	XY =	132581	XY =

X = Jour

Y = Différence cumulée

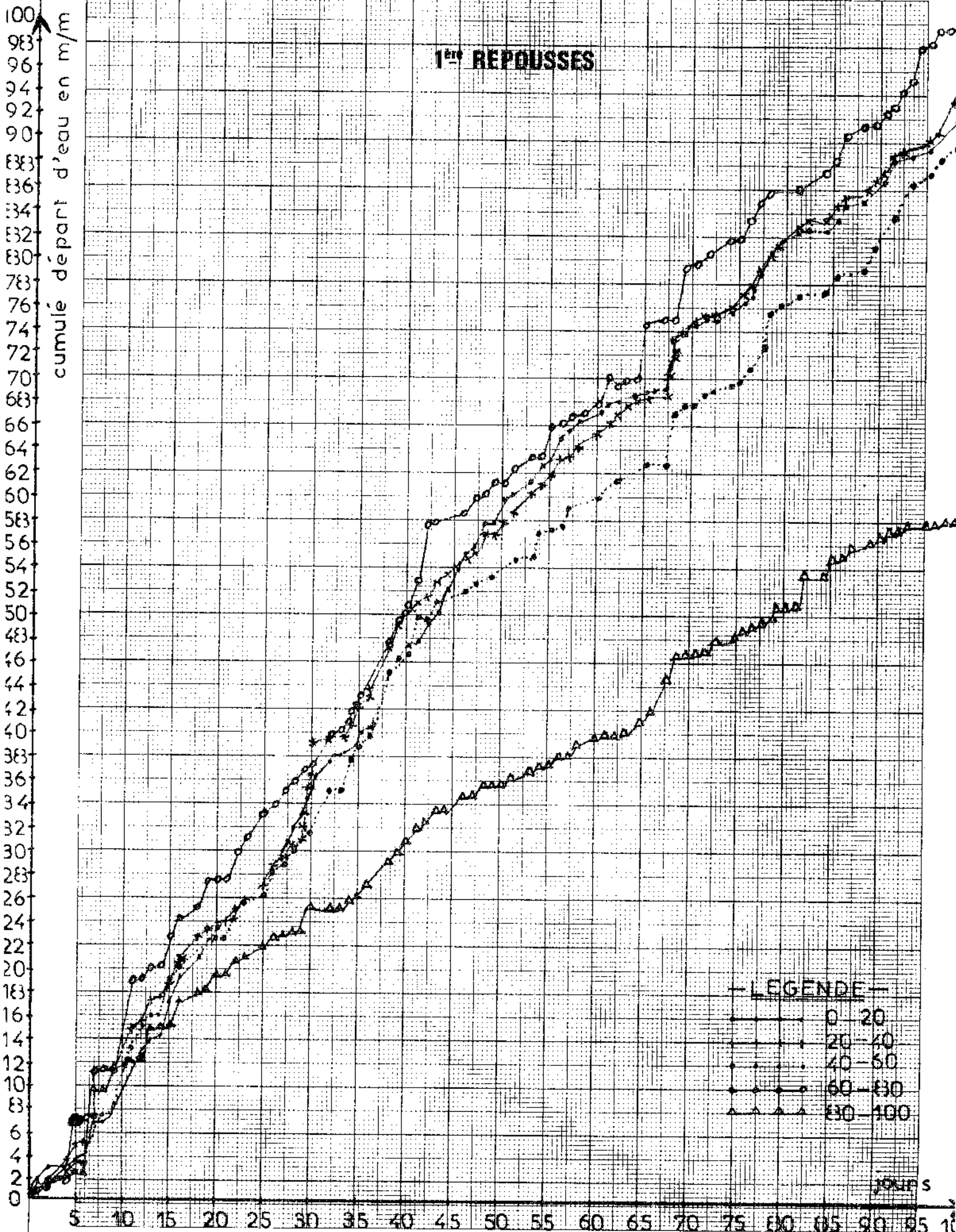
CUMULE des DIFFERENCES d'EVAPORATION entre BACS NU et couvert

↑
différence en mm



1^{er} REPOUSSES

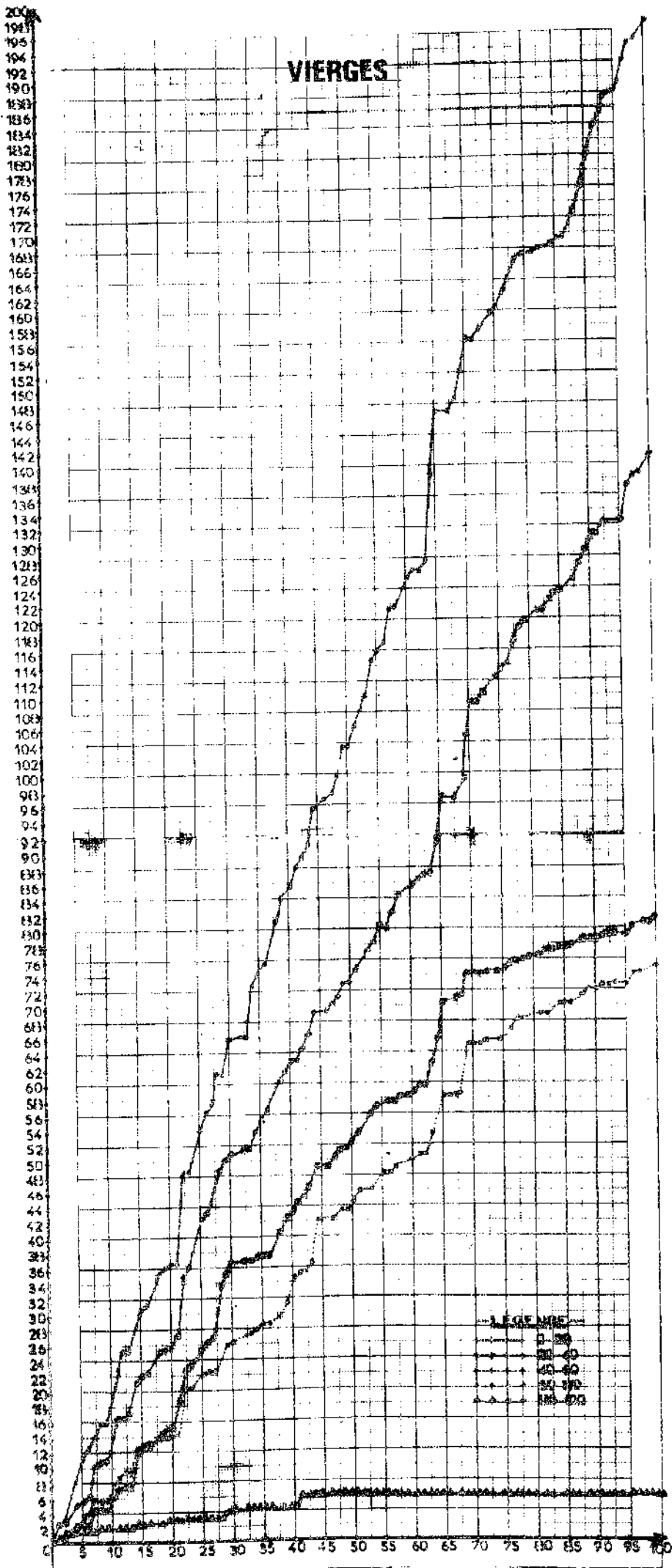
cumulé départ d'eau en m/m



— LEGENDE —
● 0-20
▲ 20-40
● 40-60
● 60-80
▲ 80-100

jours

VIERGES



NON PLANTE

