

**INFLUENCE DE LA PERIODICITE DES IRRIGATIONS A LA RAIE, SUR
LA CONSOMMATION EN EAU ET LE RENDEMENT DES CULTURES DU
HARICOT ET DU POIVRON**

PAR : B. MERABET et A. ISSOLAH
Institut National Agronomique (Alger)
Département de Génie Rural

ملخص:

أقيمت الأبحاث لتحديد الاستهلاك المائي لمحاصيل الفاصوليا
الخضراء والفلفل (لغرض ترقية الاستعمال الأمثل للماء استنادا الى
معاملات الري بالأثلام بمقننات ثابتة وبتكرار متغير بواسطة الاسترشاد
(صف) على تربة التجربة وفي دفيئة .
قادت النتائج المتحصل عليها في ظروف بحثنا الى تحديد
طرق اجراء الري بالأثلام للفلفل والفاصولياء

Résumé

Les recherches sur la consommation en eau des cultures
(haricot vert et poivron) avaient pour objet de promouvoir
une meilleure utilisation de l'eau à partir de traitements
irrigués à la raie à des doses fixes et des fréquences varia-
bles par pilotage Bac "Class A" sur sol retentif et sous-serre.

Les résultats obtenus ont abouti à préciser dans nos
conditions de recherche, les modalités de conduite d'une irri-
gation à la raie pour le poivron et le haricot.

Mots clés :

Besoin en eau - haricot - poivron.

I. INTRODUCTION :

Actuellement en Algérie, la distribution de l'eau à la parcelle repose essentiellement sur l'expérience acquise par les irrigants.

Or la programmation des arrosages doit concilier les besoins en eau d'une culture et les contraintes exogènes au système sol-plante-atmosphère (M. DECROIX, J. PUECH, 1984).

Le rôle d'un arrosage gravitaire, pour une culture maraîchère dont le système racinaire est bien développé, est de reconstituer la réserve hydrique du sol puis de la gérer.

Dans le but de comparer divers rythmes de consommation et doses d'irrigation appliquées aux cultures du haricot vert et du poivron, les essais réalisés consistaient à combler les réserves en eau du sol à la suite de dessiccations différentes et de déterminer celui qui peut être toléré et dont on escompte une production aussi élevée et rentable que possible.

La méthode la plus accessible et la plus facile à mettre en œuvre comme indicateur du "stress hydrique" de la plante suite à un manque d'eau est celle du bilan hydrique.

II. MATERIEL ET METHODES :

II.1. Introduction :

Les essais entrepris en 1980 et poursuivis pendant plusieurs années à la station horticole de l'I.N.A. d'El-Harrach ont permis de préciser l'impact de différentes périodicités d'arrosage sur les rendements des cultures du haricot vert et du poivron sur sol retentif (argilo-limoneux) par irrigation à la raie.

Les programmes d'arrosage ont mis en comparaison des périodicités allant de 10 mm à 110 mm du bac "Class A" avec un dispositif expérimental en blocs aléatoires complets.

La consommation en eau des cultures a été quantifiée par la méthode du bilan hydrique via des profils d'humidité réalisés jusque 1 m de profondeur par l'humidimètre à neutrons de type **PITMAN**.

Bien que les paramètres du rendement mesurés ont été la croissance, la couverture et l'indice foliaire, la matière fraîche et sèche des parties aériennes et racinaires et la production en fruits, dans ce présent article, il ne sera fait mention que des rendements en fruits frais.

II.2. Sol et matériel végétal utilisés :

II.2.1. Le sol :

Le sol utilisé pour les deux cultures présente les caractéristiques principales suivantes données par le tableau n° 1.

Tableau n° 1 : Caractéristiques physiques et hydrodynamiques du sol.

Composition Horizons	% Argile	% Limon	Sable %	Texture	Porosité %	Poids spécifique apparent sec g/cm ³	K _s * m/J surface
A ₁ 0 - 60 cm	36,7	22,8	40,5	L. A	46	1,39	0,33
A ₂ 60 - 100 cm	22,3	43,2	34,5	L.	44	1,45	

Remarquons que le sol est de texture limono-argileuse, peu perméable.

* K_s : conductivité hydraulique

Les courbes de rétentions réalisées respectivement aux profondeurs 5, 30 et 50 cm (cf. figure n° 1) montrent que "l'eau utile" correspondant, à la différence entre, la capacité en champ (PF = 2) et le point de fanaison (PF = 4,18) varie de 5 à 15 % en volumétrie. Ce sol peut être classé comme moyennement retentif à l'eau.

II.2.2. Le matériel végétal utilisé :

Les cultures utilisées sont le haricot vert et le poivron. La culture du haricot vert (*Phaseolus Vulgaris*) s'adapte bien aux conditions climatiques de l'Algérois, principale région productrice en Algérie. La variété cultivée est le haricot 4/4 (U.S.A) du groupe des haricots sans parchemins (mangetout).

La culture du poivron (*Capsicum Annum*) représente 7% des surfaces maraichères récoltées en Algérie dont 90% sont situées dans la zone littorale et sub-littorale de l'Algérie. La variété utilisée (*Doux Marconi*) est caractérisée par ses fruits gros et allongés (l'une des plus répandues en Algérie).

II.3. Climat serre :

En vue d'une observation du microclimat régnant sous serre, durant le cycle de développement des cultures, des relevés quotidiens d'évaporation bac, de températures et d'humidité relative de l'air ont été effectués.

Afin de mieux appréhender les variations spatiotemporelles de la température de l'air et du sol, le dispositif mis en place est représenté par la figure n° 2.

Figure n° 1 : Courbe de rétention de l'eau (en remanié).

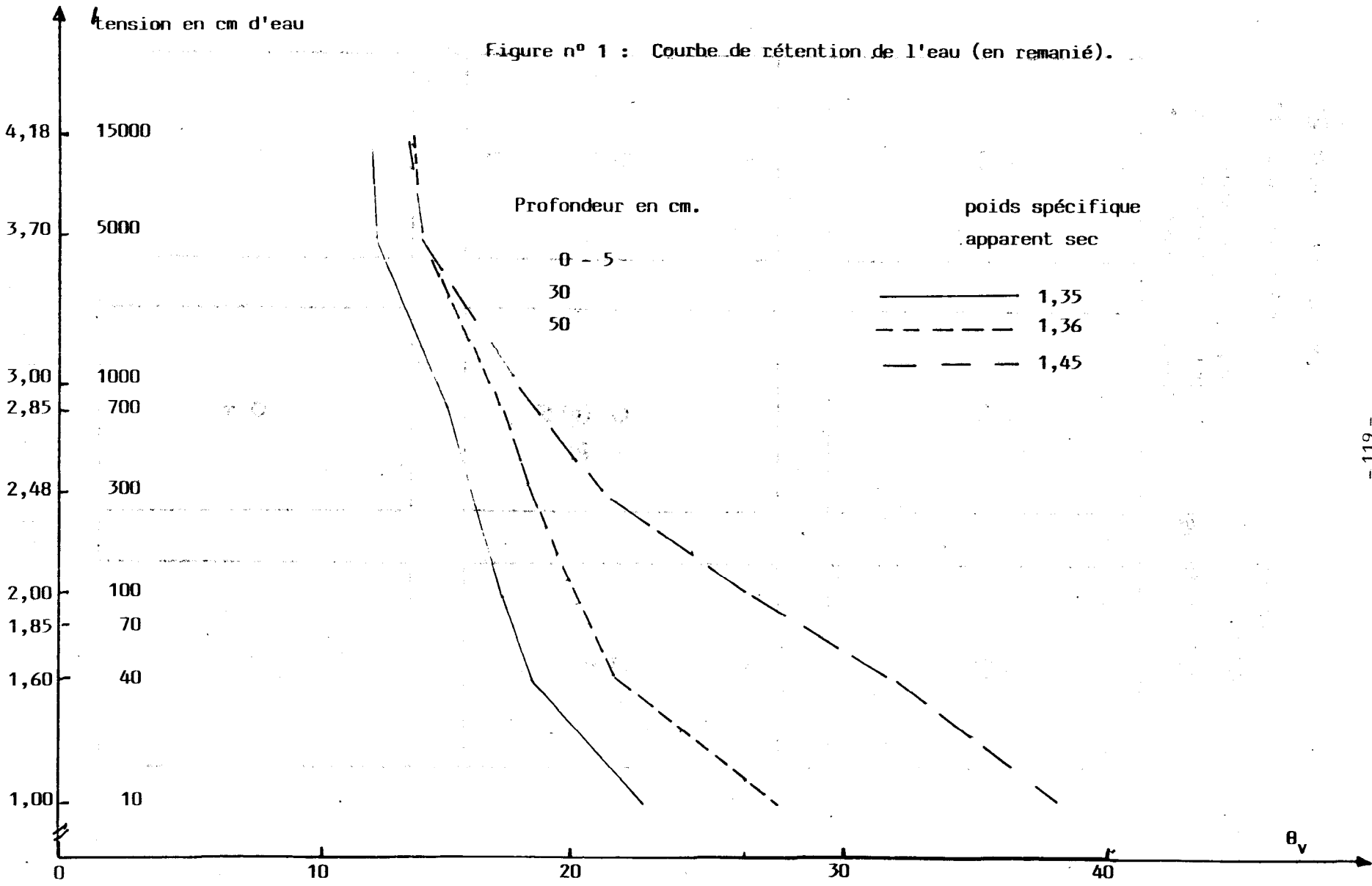
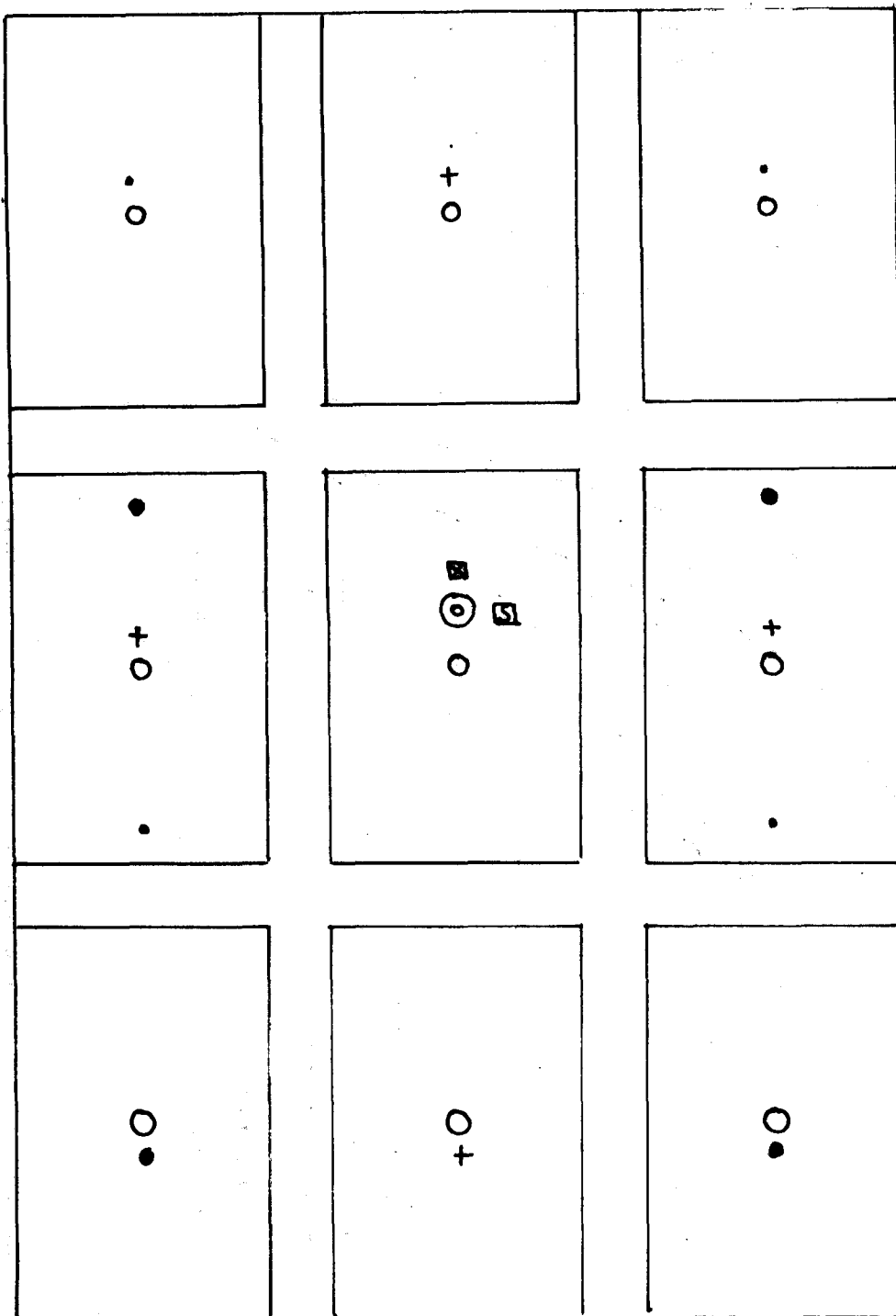


Figure n° 2 : Dispositif de mesure du climat serre.



- Géothermomètre (- 10 cm)
- Géothermomètre (- 40 cm)
- + Thermomètre (+ 100 cm)
- ⊗ Thermohumidigraphe
- ⊙ Bac Class A
- Tube d'accès à l'humidimètre à neutron
- Ⓢ Psychromètre (ASSMAN)

Des mesures d'évaporation ont été réalisées pour caractériser les demandes potentielles en eau à l'intérieur et à l'extérieur de la serre.

II.4. Protocoles d'essais :

II.4.1. Culture du haricot :

L'ETM et les K_c de la culture ont été évalués sur cuves lysimétriques à drainage pendant deux années consécutives (1981, 1982). L'étude de l'influence sur les rendements des fréquences d'irrigation correspondant à l'occurrence de déficits hydriques potentiels de référence de l'ordre de 30 mm, 60 mm et 90 mm, a été réalisée sous abri serre aéré sur une superficie de 200 m² subdivisée en 12 parcelles élémentaires de 3,5 x 2,5 m et séparées les unes des autres par des bandes de 3,5 x 1 m.

Les traitements considérés (30, 60 et 90 mm) comportent trois répétitions; un traitement supplémentaire a été conduit sans irrigation.

Chaque parcelle est munie d'un tube d'accès à l'humidimètre à neutrons, jusqu'à une profondeur de 80 cm.

L'irrigation s'effectue à la raie (gravitaire).

II.4.2. Culture du poivron :

L'ETM et les K_c ont été évalués sous serre à partir du bilan hydrique via l'humidimètre à neutrons.

L'expérience conduite en blocs aléatoires complets avec trois répétitions concerne les déficits hydriques potentiels - 30, 70, 110 mm - mesurés par le water bureau placé au centre de la serre. Chaque parcelle est munie d'un tube d'accès à la sonde à neutrons jusqu'à une profondeur de 1 m.

III. RESULTATS ET INTERPRETATIONS :

III.1. Paramètres climatiques :

III.1.1. Evaporation :

Nous avons comparé l'évolution de l'évaporation sous serre et à l'extérieur. La figure n° 3 montre que l'évaporation à l'extérieur de la serre est nettement plus importante que celle à l'intérieur. Ceci s'explique par le fait que le déficit de saturation de l'air est important en dehors de la serre (humidité très élevée et vent nul dans la serre).

III.1.2. Température et humidité serre :

L'évolution des températures moyennes, diurnes et nocturnes de la journée (cf. figure n° 4) montre deux phases bien distinctes:

- la première qui va du 15 Mars à la fin Avril montre des écarts importants entre les températures nocturnes et diurnes. Cette période correspond aux phases installation, végétation et début floraison du poivron : les températures nocturnes relativement basses (7°C au 31 Mars et 18°C au 31 Avril) peuvent ralentir la respiration des plantes (J.P. JACOBS, (1977) remarque que sous une température de 10°C, la végétation du poivron est stoppée).

- La deuxième qui va du début Mai jusqu'au 18 Juin présente des écarts moins importants et très favorables au développement de la plante.

Les mesures effectuées révèlent des différences de températures de l'air et du sol durant la journée et le gradient de température est de l'ordre de 2 à 4°C.

Remarquons que l'humidité relative de l'air dans la serre (moyenne journalière) demeure très élevée (comprise entre 70 et 90 %).

FIGURE N° 3 : EVOLUTION DE L'EVAPORATION DU BAC.
(Serre et Extérieur)

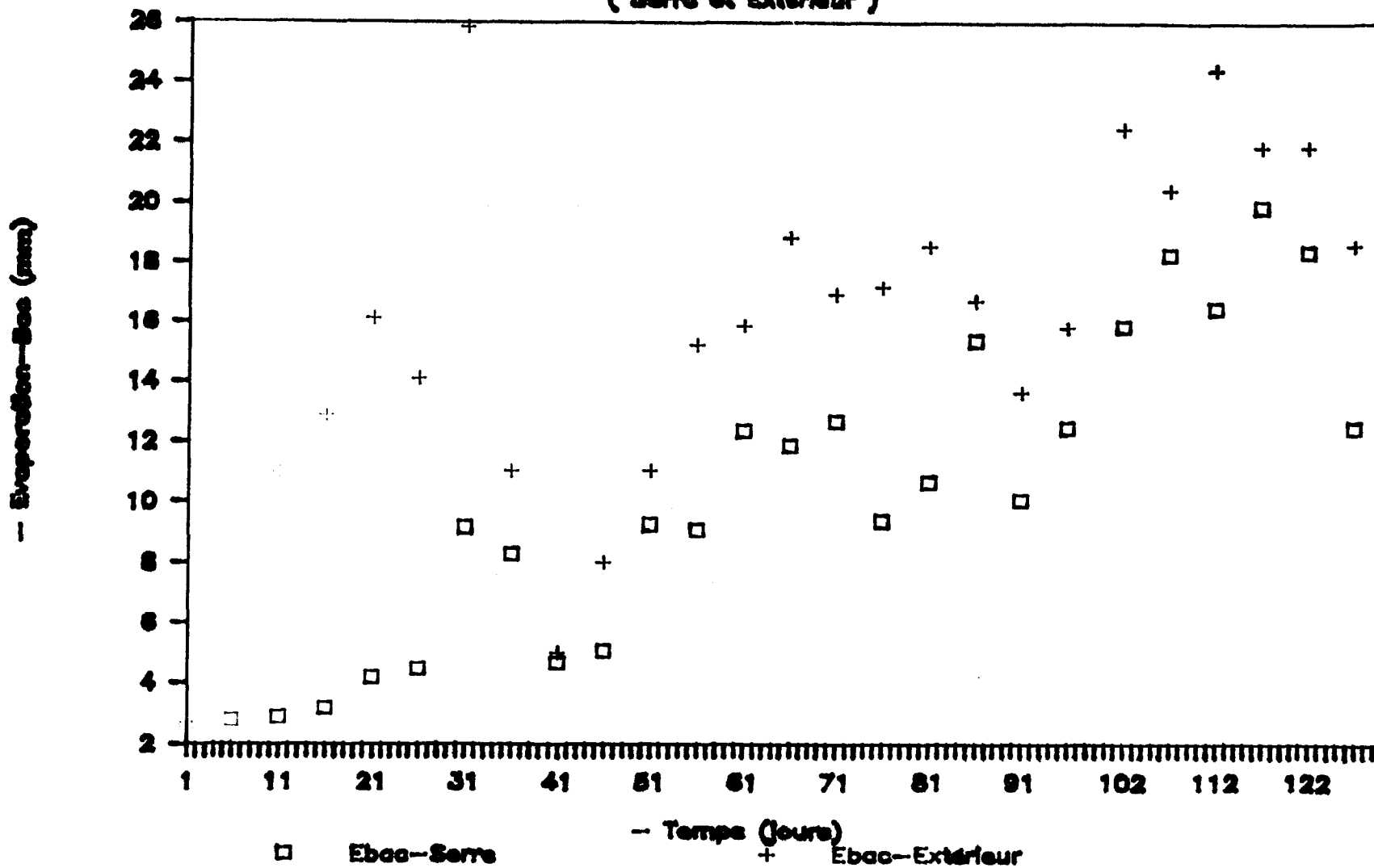
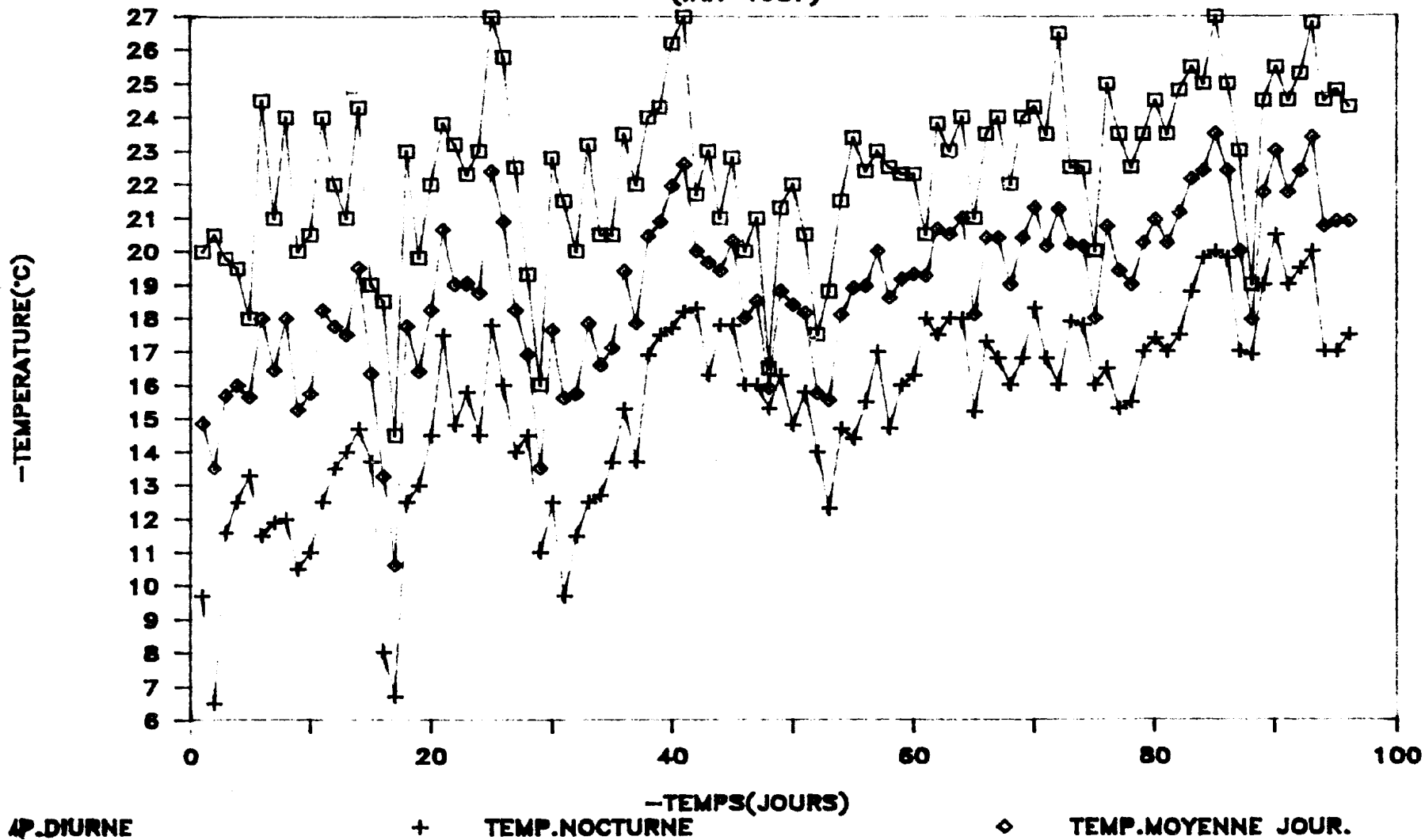


FIGURE N° 4 : —EVOLUTION DES TEMPERATURES SOUS SERRE.

(INA-1987)



III.2. Coefficients culturaux (K_c) du haricot et du poivron :

Rappelons que la relation entre l'évapotranspiration maximale d'une culture et celle de la culture de référence (gazon uniforme, maintenu court) est définie dans la pratique à partir des coefficients culturaux correspondant aux différents stades végétatifs. Cette relation s'écrit :

$$ETM = K_c \cdot ETP \quad (1)$$

dans laquelle :

ETM : évapotranspiration maximale

ETP : évapotranspiration potentielle (référence bac class A)

K_c : coefficient cultural.

III.2.1. Coefficients culturaux (K_c) du haricot :

Les essais furent réalisés sur cases lysimétriques et pour deux types de sol (sol B de texture limono-argileuse et sol C de texture limoneuse).

Les valeurs décadaires des coefficients culturaux (K_c) sont reportées sur la figure n° 6. Nous distinguons quatre phases :

Phase I : - C'est la phase d'installation de la culture (semis 1^{ère} feuille) qui dure une décade :

* - en 1981, K_c est en moyenne de 0,33;

* - en 1982, K_c est en moyenne de 0,25.

Les valeurs de K_c ainsi obtenues indiquent que le rythme de consommation est faible.

Phase II : - Elle correspond au développement végétatif de la culture (1^{ère} feuille - début floraison) et englobe deux décades.

Le rythme de consommation est croissant; la valeur moyenne de K_c est de 0,70 en 1981 et de 0,82 en 1982.

Phase III : - D'une durée d'environ deux décades, c'est la phase critique (floraison - formation des gousses). La consommation en eau avoisine la demande climatique. En 1981, K_c est en moyenne de 1,0 et en 1982, K_c est en moyenne de 0,90.

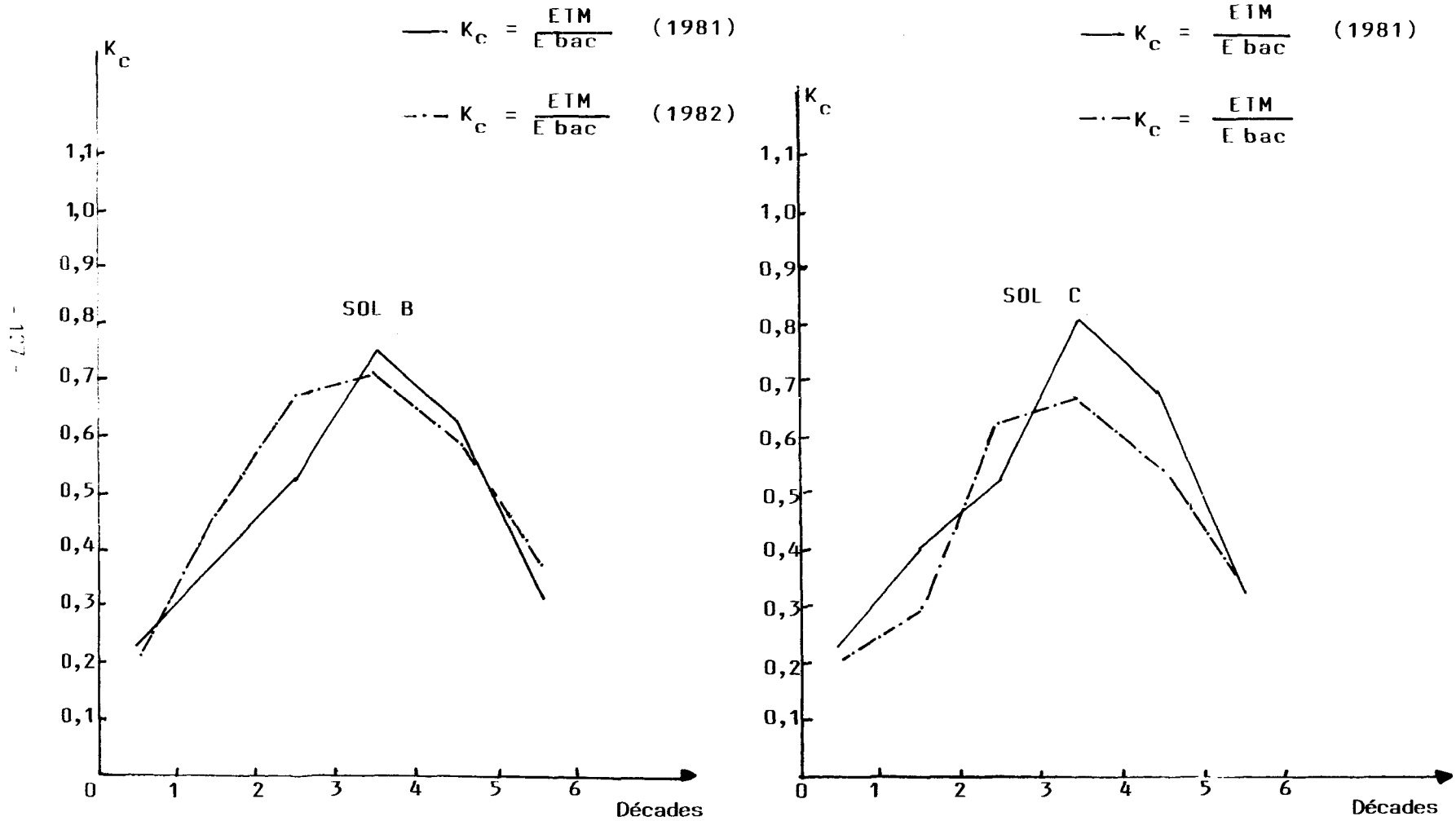
Phase IV. : - Elle intervient à la fin du cycle de la culture (récolte) et la consommation décroît relativement à la **phase III**. K_c est en moyenne de 0,42 en 1981 et de 0,39 en 1982.

On remarquera l'excellente concordance des coefficients culturaux d'une année à l'autre.

Des essais similaires réalisés dans la région d'Aix en Provence (France) de 1972 à 1973 (P. NIEL, 1977) en culture estivale, montrent les mêmes tendances :

- besoins faibles en eau au cours de l'installation de la culture;
- accroissement régulier pendant le cycle végétatif (croissance foliaire);
- augmentation sensible des besoins lors de l'apparition d'un stade physiologique caractéristique : grossissement des fruits.

Figure n° 6 : Evolution des coefficients culturaux (K_c) en fonction des stades végétatifs du haricot vert, pour deux types de sol, (cases lysimétriques), année 1981-1982.



III.2.2. Coefficients culturaux (K_c) du poivron :

L'essai a été réalisé en 1986 sous serre avec un traitement en ETM (irrigation très fréquente) et en supposant que celle-ci correspond à la variation de stock d'eau dans le sol entre deux irrigations.

Les valeurs décadaires des coefficients culturaux sont reportées sur la figure n° 7. Nous distinguons trois phases :

Phase I : - stade développement végétatif avec un K_c de l'ordre de 0,7.

Phase II : - phase critique qui correspond au stade floraison, la consommation équivaut et même dépasse la demande climatique ($K_c \approx 1,3$).

Phase III : - elle intervient à la fin du cycle et correspond au stade grossissement du fruit, le rythme de consommation diminue progressivement (K_c passe de 1,3 à 0,6).

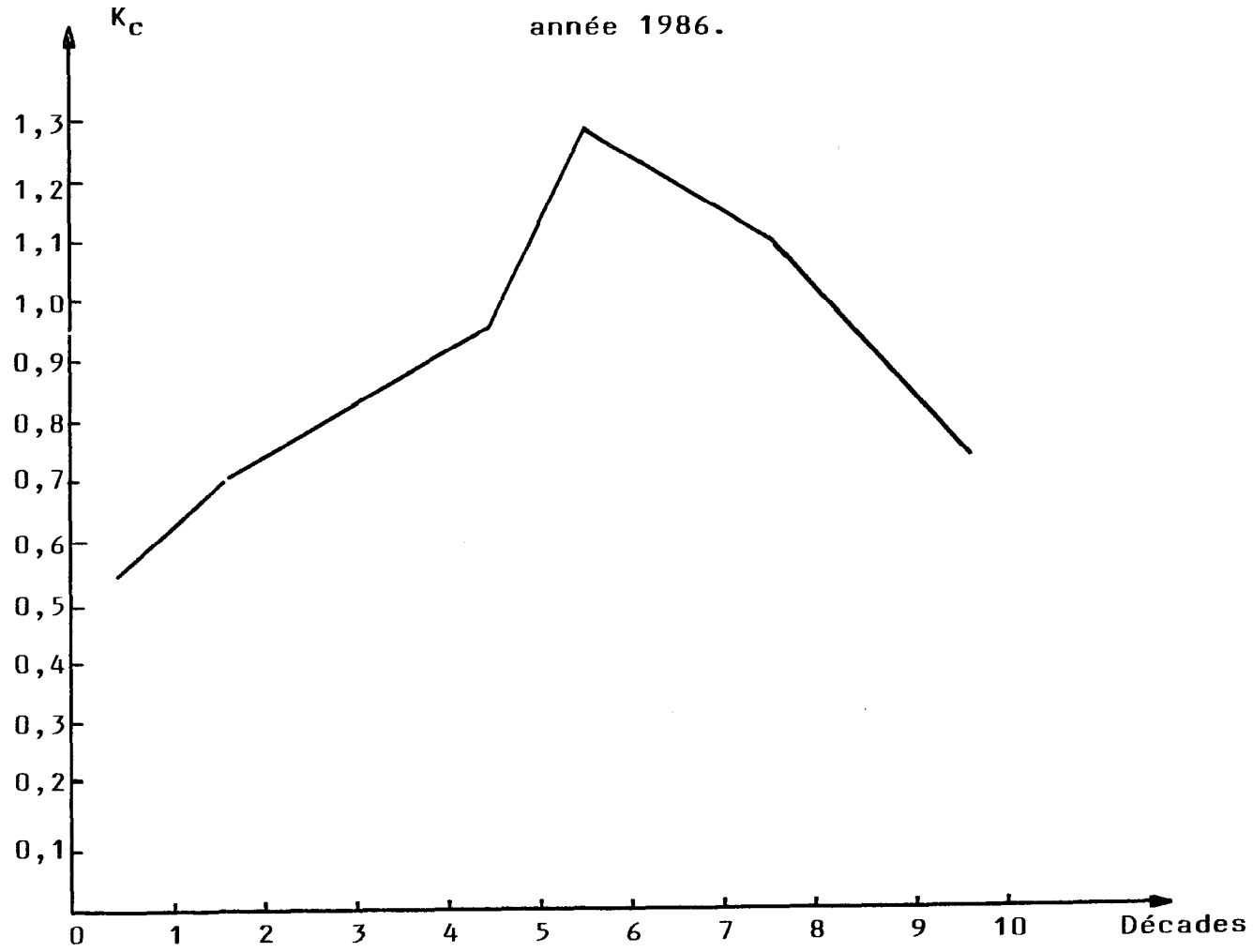
Il apparait que le rythme de consommation de la culture du poivron en condition potentielle ($\frac{ETM}{ETP}$) avoisine la demande climatique durant le cycle cultural et laisse supposer que la sensibilité de cette culture à la sécheresse est forte.

III.3. Influence de la périodicité des arrosages :

Rappelons que l'objectif des essais réalisés est de préciser l'impact des différentes périodicités d'arrosage sur les paramètres du rendement du haricot vert et du poivron.

Les fréquences d'irrigation correspondent à l'occurrence de déficits hydriques potentiels en référence au bac class A

Figure n° 7 : Evolution des coefficients culturaux (K_c)
en fonction des stades végétatifs du poivron,
année 1986.



Sur une période sèche (entre deux irrigations), en postulant que la percolation est négligeable, l'évapotranspiration réelle ETR sera évaluée à partir de la relation suivante :

$$ETR = \Delta S \quad (2)$$

dans laquelle, ΔS représente la variation de stock d'eau dans le sol mesurée par l'intermédiaire de profils d'humidités effectués à l'humidimètre à neutron.

L'effet des périodicités d'arrosage sur les rendements sera évalué à partir du rythme de consommation de la culture $\frac{ETR}{ETP}$.

III.3.1. Culture du haricot vert :

Les rapports de consommation $\frac{ETR}{E \text{ bac}}$ pour les traitements 30, 60 et 90 mm et pour l'entièreté de la période considérée, figurent dans le tableau n° 2.

Tableau n° 2 : Consommations en eau et rendements

Traitements	E bac (mm)	ETR (mm)	$\frac{ETR}{E \text{ bac}}$	Rendements en gousses (t/ha)
30 mm	140	159	1,1	14,6
60 mm	153	134	0,9	12,6
90 mm	150	127	0,8	11,2

Dans lequel :

ETR : évapotranspiration réelle estimée par variation de stock hydrique du sol (ΔS), entre deux irrigations

Ebac: évaporation du bac class A.

In première analyse, il apparait que pour le traitement 90 mm, l'offre du complexe sol-plante ne satisfait plus la demande climatique : le rapport de consommation $\frac{ETR}{E_{bac}}$ est inférieur à l'unité.

La consommation en eau réelle (ETR) des traitements 60 et 90 mm diminue respectivement de 16 et 20 % par rapport au traitement 30 mm.

En prenant comme référence le traitement 30 mm, la chute de rendement en gousses pour les autres traitements est en moyenne de :

- 8 % pour le traitement 60 mm;
- 18% pour le traitement 90 mm;
- 63% pour le traitement sans irrigation.

En ce qui concerne les fréquences des irrigations sur sol limono-argileux, nous préconisons une périodicité optimale de 60 mm mesurée par bac class A.

III.3.2. Culture du poivron :

Les rapports de consommation $\frac{ETR}{E_{bac}}$ pour les traitements 30, 70 et 110, figurent dans le tableau n° 3.

Tableau n° 3 : Consommations en eau et rendements.

Traitements	Ebac (mm)	ETR (mm)	$\frac{ETR}{Ebac}$	Rendement en fruits frais (t/ha)
30 mm	138	136	0,98	18,3
70 mm	138	100	0,73	10,8
110 mm	110	77	0,70	9,1

La consommation en eau réelle (ETR) des traitements 70 mm et 110 mm ont diminué respectivement de 26 et 43 % par rapport au traitement 30 mm.

En prenant comme référence le traitement 30 mm, la chute de rendement en poids frais pour les autres traitements est en moyenne de :

- 41 % pour le traitement 70 mm;
- 50 % pour le traitement 110 mm.

En première analyse, il apparait que la culture du poivron est sensible à la sécheresse et, en ce qui concerne les fréquences d'irrigation, l'utilisation du bac **class A** à définir une périodicité optimale des irrigations correspondant à un déficit climatique potentiel de 30 mm sur sol limono-argileux.

IV. CONCLUSION

Ces diverses expérimentations permettent d'aboutir aux conclusions suivantes :

- Les phénomènes de l'évaporation sous serre et dans les conditions naturelles sont liés. La réduction de l'évaporation sous serre est à attribuer d'une part à l'altération du rayonnement global introduite par les propriétés optiques de la paroi (polyéthylène 200) et d'autre part, à un faible pouvoir évaporant de l'air dû à la faible vitesse du vent (pratiquement nulle).

- La productivité des cultures de serre étant maximale lorsque la culture est conduite en **ETM**, l'estimation des besoins des cultures du haricot vert et du poivron se fera à partir de l'évaluation de la référence climatique **ETP (Bac Class A)** et des coefficients culturaux (K_c) consignés dans le présent article.

- Dans le cas d'une irrigation gravitaire (à la raie par exemple) l'opération pilotage à dose fixe et fréquence variable est la plus recommandée.

Dans nos conditions, les résultats obtenus précisent que la culture du poivron est nettement plus sensible au "stress hydrique" que celle du haricot eu égard aux chutes de rendement observées. Nous préconisons donc, une périodicité des irrigations correspondant à un déficit climatique potentiel de :

- * 30 mm pour la culture du poivron;
- * 60 mm pour la culture du haricot vert.

BIBLIOGRAPHIE



- DECROIS M., PUECH J., 1985** - Le pilotage de l'irrigation à la parcelle. Les besoins en eau des cultures. Conférence Internationale, Paris 11 - 14 Sept. 1984. **INRA**, Paris 1985, PP. 693 - 724.
- JACOB J. P., 1977** - Cultures maraîchères spéciales, les solanacées fruitières : le poivron. Cours polycopié, **INA** - Alger.
- MERABET B., DAUTREBANDE S., 1985** - Besoins en eau du haricot vert. Influence des fréquences d'irrigation sur la production. Annales de l'Institut National Agronomique, Vol. 9, N° 2, 1985, PP. 95 - 116.
- NIEL P., 1977** - L'irrigation des cultures légumineuses de plein air. **BII**, N° 319 - 320, PP. 273 - 294.