



## UNE METHODE D'ANALYSE AGROCLIMATIQUE POUR LE CALAGE DES CYCLES CULTURAUX EN ZONE INTERTROPICALE

J.P. LHOMME, B. MONTENY

**RÉSUMÉ** — La méthode d'analyse agroclimatique que nous présentons permet de déterminer la date climatiquement optimale pour le semis d'une culture annuelle. Dans les conditions de la zone intertropicale, où l'eau est très souvent facteur limitant, on peut définir cette date comme étant celle qui assurera, avec la probabilité maximale, la satisfaction des exigences hydriques de la culture. Sur la base de ce critère hydrique, certaines phases du cycle de développement sont privilégiées et les besoins correspondant formulés approximativement. On détermine alors, en fonction d'une date de semis évoluant avec un certain pas de temps, le nombre de fois où ces besoins ont été satisfaits au cours des différentes années d'enregistrement de la pluviométrie. Les résultats sont reportés sur un diagramme fréquentiel, avec en abscisse la date de semis et en ordonnée la fréquence de satisfaction des besoins hydriques de chacune des phases considérées. Ce diagramme visualise la ou les dates de semis optimales. La méthode ainsi décrite est appliquée à deux cultures annuelles, l'une de riz pluvial et l'autre d'arachide, en deux localités de Côte d'Ivoire.

**Mots-clé** : analyse agroclimatique, cycles cultureux, dates optimales de semis, besoin hydrique, riz, arachide, Côte d'Ivoire.

### INTRODUCTION

En zone intertropicale, la pluviosité est le facteur climatique le plus souvent limitant pour le développement des cultures annuelles. Sa répartition au cours de l'année est très inégale (alternance saison sèche - saison des pluies) et sa variabilité interannuelle importante. La température et la durée du jour, par contre, varient peu et ne constituent pas généralement une entrave à la réussite des cycles cultureux. Or l'un des problèmes importants qui se posent à l'agronome est celui du choix de la meilleure date de semis compte tenu des contraintes climatiques et des exigences culturales. Dans ces conditions, il paraît évident que c'est sur la base d'un critère hydrique que devra s'effectuer ce choix. La méthode d'analyse agroclimatique que nous développons permet de déterminer la date climatiquement optimale pour le semis, c'est-à-dire celle qui assurera, avec la probabilité maximale, la satisfaction des exigences hydriques de la culture.

### METHODOLOGIE

Une culture annuelle a des besoins en eau qui évoluent au cours de son cycle de développement. Certaines phases phénologiques sont en particulier plus sensibles que d'autres à un stress hydrique, et une mauvaise alimenta-

tion hydrique, durant ces stades, peut provoquer une chute de rendement importante, voire compromettre la récolte. La méthode d'analyse que nous allons développer est basée sur le principe que l'obtention d'un bon rendement est conditionnée par la «réussite» de ces phases sensibles, c'est-à-dire par la satisfaction prioritaire de leurs besoins hydriques propres. Il va s'agir alors de choisir la date de semis de telle façon que les besoins correspondants aient le maximum de chances d'être satisfaits (FRANQUIN (1973)).

Pour chaque localité, les données de base concernant l'offre climatique en eau sont fournies par les relevés pluviométriques journaliers au cours des différentes années d'enregistrement. Les besoins de la culture sont, eux, appréhendés, d'abord à travers le découpage de son cycle en phases critiques du point de vue hydrique, ensuite dans la définition des besoins par phase. Certaines phases sont exigeantes en eau, d'autres, au contraire, comme la maturation de certaines plantes (cotonnier, arachide) ne supportent pas une pluviosité trop importante. La définition des besoins fait intervenir deux paramètres : l'un indicatif de la quantité à dépasser ou à ne pas dépasser, et l'autre indicatif de la répartition souhaitée au cours de la phase, ce dernier tenant compte de la réserve utile du sol. Pratiquement cela revient à découper la phase «sensible» avec un certain pas de temps et d'attacher à chaque créneau ainsi défini une certaine

O.R.S.T.O.M.

Fonds de

N° : 1735

Cote B

Date 10 AOÛT 1982

quantité d'eau exprimable directement sous forme d'une hauteur en millimètres ou indirectement sous forme d'un coefficient multiplicatif de l'ETP. Par exemple, pour une phase exigeante en eau de 20 jours, on peut demander au moins 3/4 ETP en 4 périodes adjacentes de 5 jours : dans chacun des créneaux de 5 jours constituant la phase, l'apport pluviométrique devant constituer l'équivalent d'au moins 3/4 ETP.

La recherche de la date optimale de semis se fait alors sur la base suivante : la date qui a le plus de chances d'assurer la satisfaction des besoins hydriques est celle qui l'a assurée le plus souvent par le passé. On détermine donc, pour chaque date de semis envisagée et chacune des phases analysées, le nombre de fois où les besoins formulés ont été satisfaits dans les années antérieures, en comparant, pour chaque année d'enregistrement, demande et offre en eau. Chaque phase est repérée par le numéro de son premier jour et de son dernier jour comptés à partir de la date de semis et supposés fixes. Ces calculs étant réalisés, on peut tracer les courbes (une par phase) donnant l'évolution de la fréquence de satisfaction des exigences hydriques formulées, en fonction de la date de semis, repérée par le numéro du jour de l'année. Cette date de semis peut varier, de cinq en cinq jours par exemple, à l'intérieur d'une plage comprenant la (ou les) saison culturale. L'examen de ces courbes conduira au choix de la meilleure date de semis. Notons que cet examen doit se faire dans un certain ordre hiérarchique, la priorité étant accordée aux phases dont l'impact sur le rendement, compte tenu de la probabilité de réussite, est le plus décisif.

Les données nécessaires pour réaliser une telle analyse sont de deux ordres : climatique et agronomique. Les données climatiques sont, d'une part les hauteurs pluviométriques journalières telles qu'elles sont issues d'un fichier pluviométrique, d'autre part les évapotranspirations potentielles qui, du fait de leur faible variabilité interannuelle par rapport à la pluviosité, peuvent être appréhendées à travers leurs moyennes décennales ou mensuelles. Ainsi, pour une station analysée, les données pluviométriques vont constituer un tableau de dimension  $(n \times 365)$ ,  $n$  étant le nombre d'années d'enregistrement de la pluviométrie, et les données d'ETP un vecteur de dimension 12 (mensuel) ou 36 (décadaire), que l'on transformera en un vecteur de dimension 365 pour faciliter les calculs.

### APPLICATION

Nous allons illustrer cette méthode d'analyse par quelques exemples et considérer pour cela deux localités du Centre de la Côte d'Ivoire : Bouaflé et Mankono. Climatiquement, cette région est une zone de transition entre le Nord qui est à deux saisons (un maximum pluvieux en août) et le Sud qui est à quatre saisons (une petite saison sèche entre deux maxima pluvieux en juin et septembre). De ce fait, il y a la possibilité d'une ou deux saisons culturales suivant les années et le type de culture considéré. Une méthode d'analyse performante doit mettre en évidence ce trait particulier.

Les hauteurs des pluies journalières ont été tirées du fichier pluviométrique opérationnel de la Côte d'Ivoire établi par le Service Hydrologique de l'ORSTOM pour le compte du Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques (C.I.E.H.). Bouaflé comptabilise 51 années de mesure et Mankono 36 années. Les ETP ont été calculées au moyen de la formule de Penman (moyennes mensuelles sur 15 années de mesure) pour les localités disposant des données nécessaires (MONTENY et *al.*, 1981). Les valeurs pour Bouaflé et Mankono ont été interpolées à partir d'équations de régression linéaire multiple sur la latitude et la longitude ajustées sur l'échantillon des ETP calculées (LHOMME et MONTENY, 1980).

Un programme FORTRAN effectue automatiquement les calculs à partir des données journalières du fichier pluviométrique opérationnel stocké sur support informatique (bande magnétique) et des valeurs d'ETP introduites avec le programme. En entrée, on se fixe les caractéristiques hydriques de la culture considérée (limites des phases, exigences hydriques correspondantes). Deux exemples de culture annuelle ont été choisis : le riz pluvial et l'arachide.

### LE RIZ PLUVIAL

L'alimentation en eau du riz pluvial est assurée uniquement par la pluie. Son cycle cultural doit donc coïncider exactement avec la saison pluvieuse. Il est conseillé de faire le semis après une pluie de 25-30 mm afin de favoriser la germination. La préépipaison et le début du stade grossissement des grains constituent la période la plus exigeante du point de vue hydrique et la plus vulnérable.

Pour une variété à cycle moyen (130 jours), le découpage opéré et les besoins formulés sont les suivants (fig. 1) :

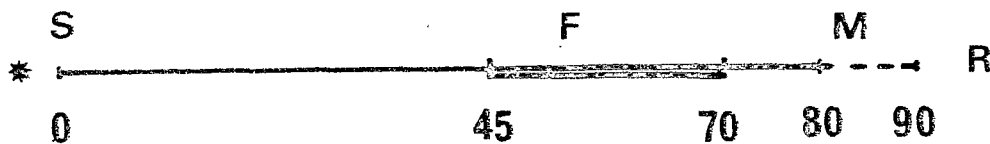
- Semis (S) : au moins 25 mm dans les 10 jours qui précèdent le semis,
- Floraison (F) : au moins 3/4 ETP en 5 périodes adjacentes de 6 jours, entre le 75ème et le 105ème jour.

### L'ARACHIDE

L'arachide (*Arachis hypogea*) est une légumineuse annuelle dont le fruit se développe et mûrit dans le sol entre 3 et 5 cm de profondeur. Au moment du semis, la terre doit être assez humide pour permettre une bonne germination. Les besoins en eau atteignent leur maximum pendant la floraison et au début de la fructification. La dernière partie du cycle doit être plus sèche afin de favoriser la maturation et la récolte des gousses. Le cycle que nous considérons est celui des variétés hâtives, de 90 jours environ (fig. 1). La délimitation des phases critiques et les besoins hydriques formulés sont les suivants :

- Semis (S) : au moins 30 mm dans les 10 jours précédant le semis,
- Floraison (F) : du 45ème au 69ème jour, au moins 3/4 ETP en 4 périodes adjacentes de 6 jours,
- Maturation (M) : du 80ème au 90ème jour, au plus 10 mm.

## ARACHIDE (cycle court)



## RIZ PLUVIAL (cycle moyen)



Figure 1 - Représentation schématique des cycles de développement du riz pluvial et de l'arachide.

- S : semis (en terre humide)  
 F : floraison (besoins hydriques maximaux)  
 M : maturation (à étaler sur une période sèche)  
 R : récolte.

## RESULTATS

Les résultats sont présentés pour chaque culture sous forme de graphiques (fig. 2 et 3). En abscisse est portée la date de semis repérée par le numéro du jour de l'année sur l'échelle du bas et par le mois correspondant sur l'échelle du haut. A chacune des phases analysées (semis (S), floraison (F), maturation (M)) correspond une courbe donnant l'évolution de la fréquence de satisfaction des exigences hydriques formulées, en fonction de la date de semis. La partie supérieure hachurée de chaque graphique donne l'évolution du produit en % des fréquences relatives à chacune des phases analysées. Ce produit, qui correspondrait à la fréquence totale si les événements attachés aux différentes phases étaient indépendants, doit être considéré comme un indice climatique qui délimite, en première approximation, les plages les plus favorables pour le semis.

Dans le cas du riz pluvial, deux périodes favorables apparaissent à Bouaflé et une seule à Mankono. Pour les deux localités la date optimale se situe autour du 20 juin. En ce qui concerne l'arachide, deux saisons culturales sont possibles à Bouaflé (semis mi-avril ou fin-juillet). A Mankono la première saison semble exclue car la fréquence de réussite de la floraison est trop faible.

## CONCLUSION

Nous venons de développer et d'appliquer une méthode d'analyse agroclimatique qui permet le calage

optimal des cycles culturaux. Elle est basée sur la comparaison des besoins hydriques, tels qu'ils sont issus du découpage phénologique, avec la répartition annuelle des pluies, et ce pour chaque année d'enregistrement.

Les calculs que requièrent une telle méthode sont très simples mais longs. Ce qui pouvait représenter un handicap il y a quelques décennies, ne l'est plus maintenant avec les moyens modernes dont nous disposons pour effectuer les calculs (programmation sur ordinateur et stockage informatique des données). Ces moyens rendent la méthode tout à fait opérationnelle. L'outil informatique représente, de fait, un apport essentiel pour l'agroclimatologie qui pourra, grâce à lui, affiner les études et répondre de mieux en mieux aux préoccupations des agronomes.

## Références bibliographiques

- FRANQUIN (P.), 1973 — Analyse agroclimatique en régions tropicales : méthode des intersections et période fréquentielle de végétation. *L'Agronomie Tropicale*, 28, n° 6-7.
- GIGOU (J.), 1972 — Etude de la pluviosité en Côte d'Ivoire : application à la riziculture pluviale. *L'Agronomie Tropicale*, 28, n° 9.
- L'HOMME (J.P.) et MONTENY (B.), 1980 — Agroclimatologie de la région Centre Bandama de Côte d'Ivoire. ORSTOM, Centre d'Adiopodoumé, 56 p.
- MEMENTO de L'AGRONOME, 1980 — Collection «Techniques rurales en Afrique». Ministère de la Coopération.
- MONTENY (B.A.), HUMBERT (J.), L'HOMME (J.P.) et KALMS (J.M.), 1981 — Le rayonnement net et l'estimation de l'évapotranspiration en Côte d'Ivoire. *Agricult. Meteor.* 23 : 45-59.

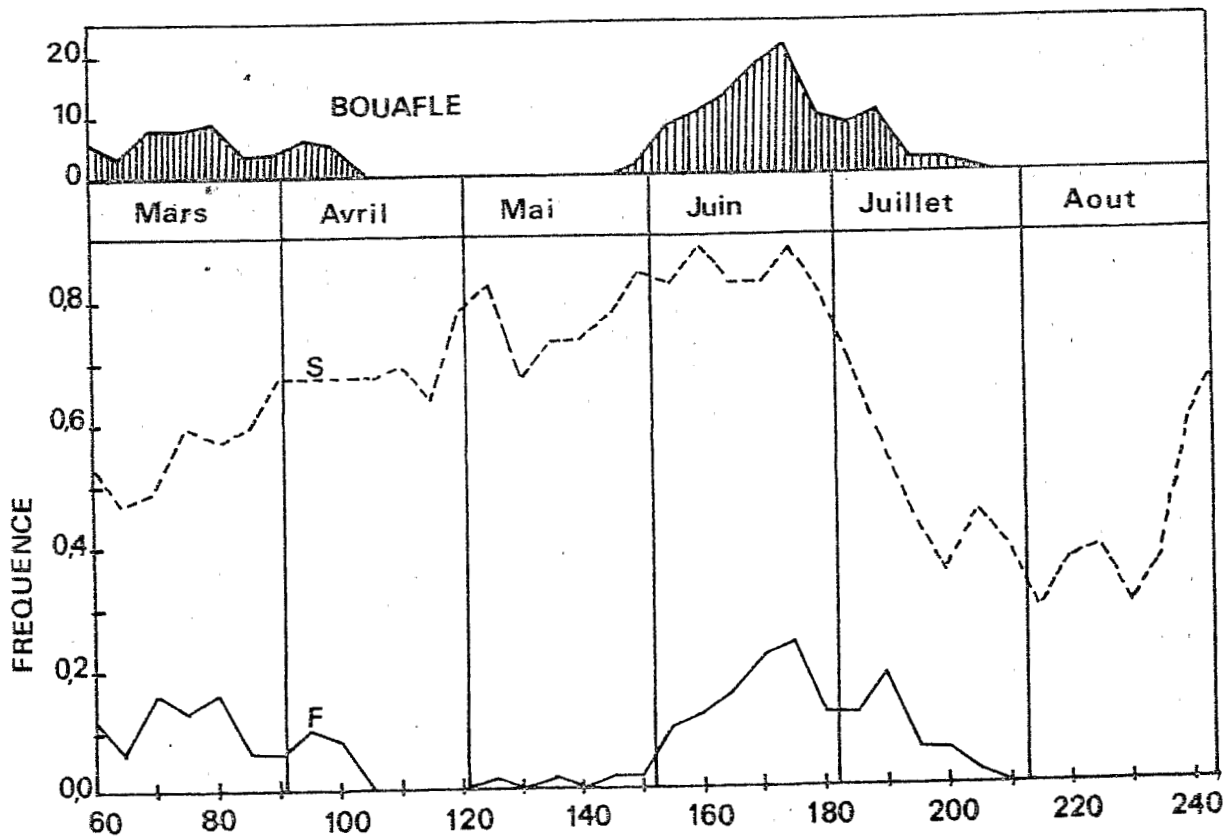
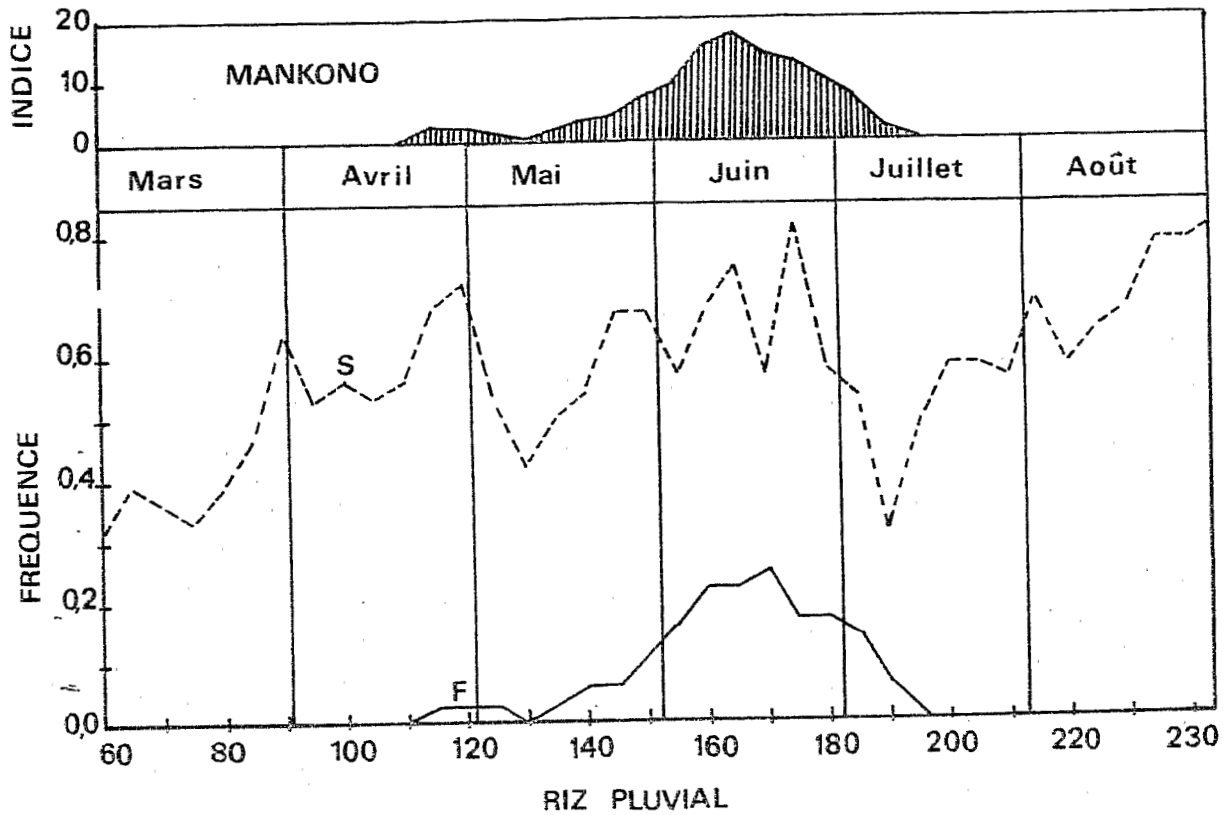


Figure 2 - Graphique représentant l'évolution des fréquences de satisfaction des exigences hydriques de chaque phase en fonction de la date de semis repérée par le numéro du jour de l'année : cas du riz pluvial.

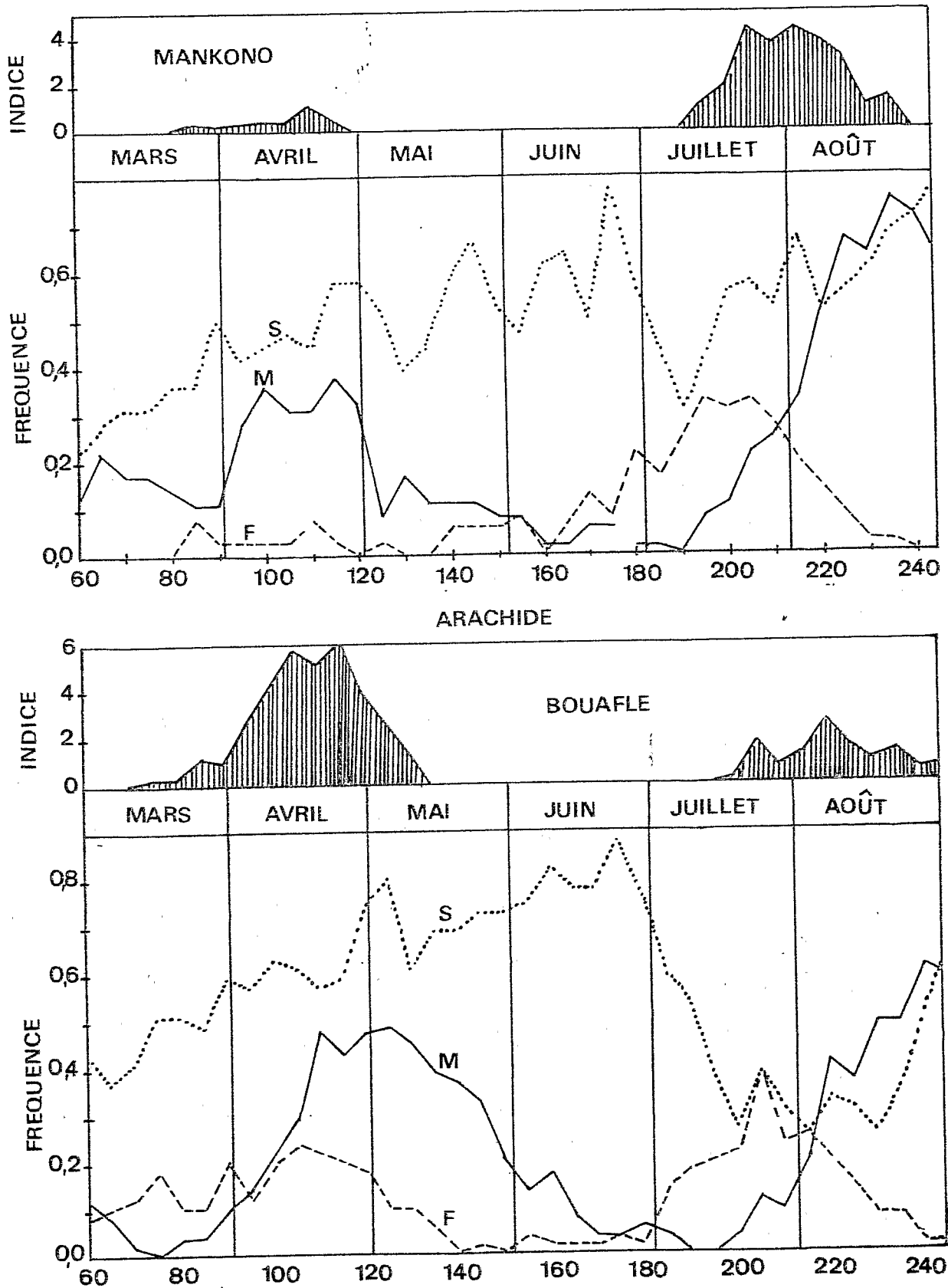


Figure 3 - Graphique représentant l'évolution des fréquences de satisfaction des exigences hydriques de chaque phase en fonction de la date de semis : cas de l'arachide.