

6.15 POUR UNE MEILLEURE UTILISATION DE L'EAU PAR LE MAÏS: LA SIMULATION DU BILAN HYDRIQUE

par

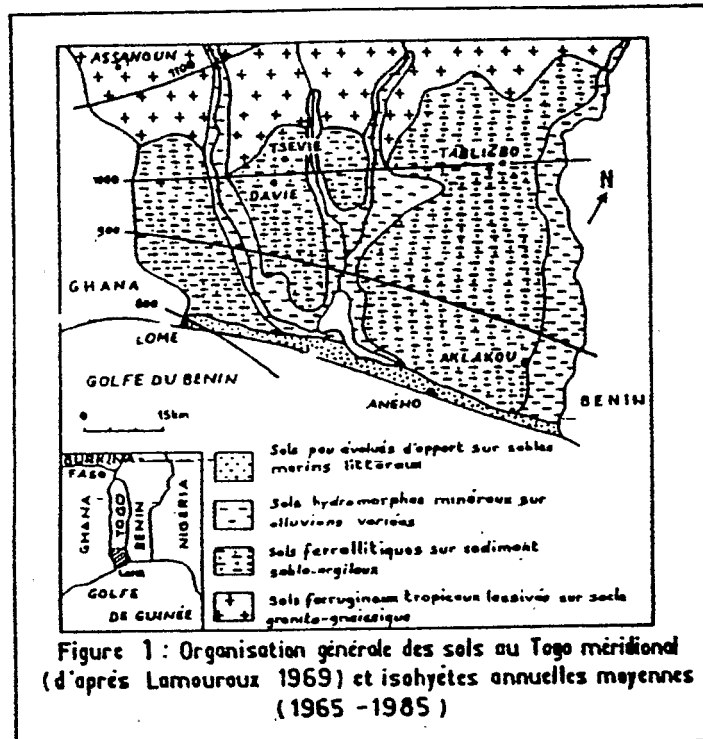
R. Poss * et H. Saragoni **

INTRODUCTION

Les régions d'Afrique sud-saharienne sont soumises à une importante variabilité pluviométrique interannuelle, à laquelle se surimpose parfois une tendance générale vers l'aridité. Par ailleurs, les sélectionneurs sont parvenus à obtenir des variétés plus productives que les variétés traditionnelles, mais avec des durées de cycle différentes de celles auxquelles les paysans sont habitués. Il est donc apparu récemment d'importants problèmes de calage des dates de semis, qui restent encore mal résolus.

Le plus souvent le calage des dates de semis repose sur des études agro-climatiques fondées sur l'analyse fréquentielle des pluies. Cette approche a été utilisée avec succès au Bénin par Van Diepen et Azontonde en 1979. Mais elle tient peu compte de la réserve utile du sol et considère les pas de calcul (pentade ou décade) comme indépendants entre eux, ce qui peut introduire des biais importants.

Nous avons préféré utiliser un modèle de simulation du bilan hydrique des cultures, dérivé du modèle BIP de l'IRAT (Franquin et Forest, 1977), qui a déjà été testé avec succès en Afrique de l'Ouest (Forest et Kalms, 1984). En partant de l'exemple du Togo méridional (Fig. 1), nous allons voir comment la simulation du bilan hydrique permet de définir les dates de semis et de préciser les rendements potentiels du maïs dans chaque région.



* ORSTOM, Lomé, Togo
** IRAT/DRA, Lomé, Togo

1. REPONSE A L'EAU: LIAISON ENTRE BILAN HYDRIQUE ET RENDEMENT

Le modèle de simulation utilisé considère le sol comme un réservoir qui se remplit par le haut ("effet piston"), dans lequel les racines puisent d'autant plus difficilement que la quantité d'eau disponible est plus faible (Eagleman, 1971). Il fournit des valeurs d'évapotranspiration réelles par pentades, à partir des données pluviométriques, de l'évaporation d'un bac d'eau libre, des besoins en eau de la plante à chacun de ses stades de développement (coefficients culturaux) et de la réserve utile du sol accessible aux racines.

Le calage du modèle mathématique sur la réalité physique (Fréteaud et al., 1987) a été réalisé à l'aide de mesures de la consommation en eau réelle d'un champ de maïs pendant plusieurs années consécutives, à la station IRAT de Davié. La méthode utilisée combine la mesure de l'humidité du sol grâce à l'humidimètre à neutrons et celle du drainage profond à l'aide de tensiomètres (méthode tensio-neutronique). On constate (Fig. 2) que le modèle rend bien compte de l'évolution de la consommation en eau du maïs au cours de l'ensemble de son cycle végétatif.

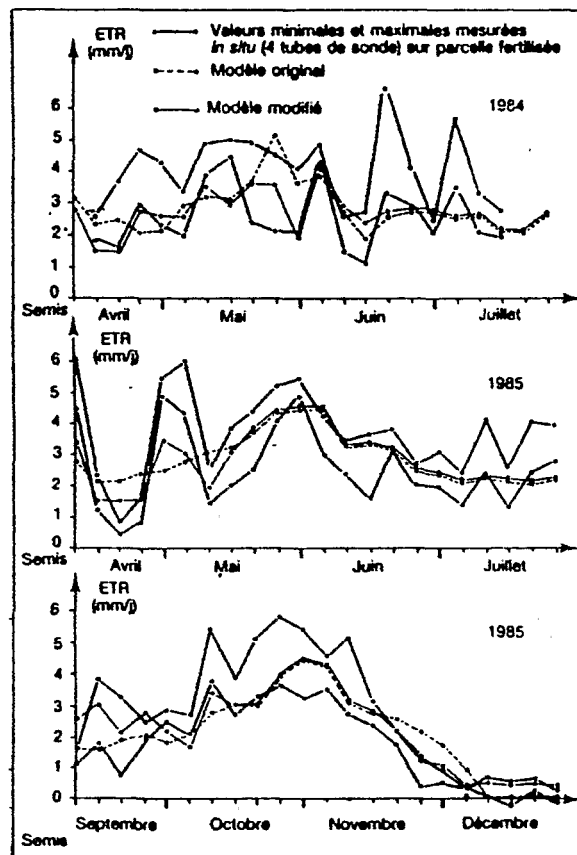


Figure 2 Evolution au cours du cycle des évapotranspirations mesurées et simulées (maïs NH1 F1)

La simulation du bilan hydrique permet de reconstituer des consommations en eau pour des années au cours desquelles nous ne disposons pas de mesures de terrain. Il a été ainsi possible de simuler l'évapotranspiration du maïs entre 1976 et 1985, années pour lesquelles nous avons mesuré les rendements dans des conditions de bonne fertilisation sur deux points d'essais distants d'une cinquantaine de kilomètres (Davié et Agbomedji, à proximité d'Aklakou, cf. Fig. 1).

Il apparaît (Fig. 3 et 4) une bonne corrélation entre les rendements mesurés et deux paramètres hydriques. Le premier paramètre est la quantité d'eau totale évaporée par la plante au cours de son cycle (ETR cycle): plus l'ETR cycle est élevée, plus le rendement est fort, avec une relation de type linéaire. Le deuxième est la satisfaction des besoins en eau au moment de la floraison (évapotranspiration réelle/ évapotranspiration maximale ETR/ETM): si la plante souffre de manque d'eau au cours de cette période cruciale pour le maïs (ETR/ETM < 70%) le rendement est faible, quelles que soient les conditions hydriques qui précèdent ou qui suivent la floraison.

RELATION ENTRE ETR CYCLE CULTURAL SIMULEE ET RENDEMENT MESURE

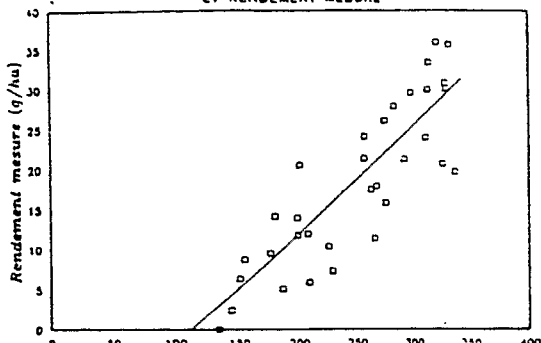


Figure 3: ETR du cycle cultural simulee (mm)

RELATION RENDEMENT - ETR/ETM FLORAISON

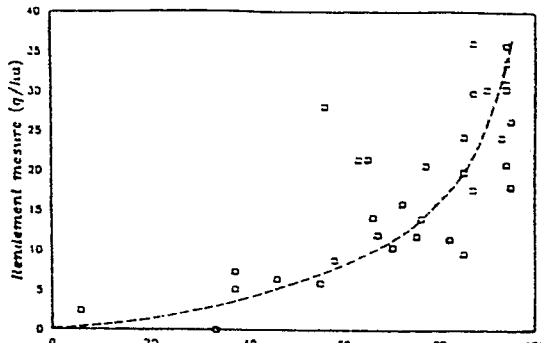


Figure 4: ETR/ETM floraison simulee (%)

2. IMPACT DES DATES DE SEMIS SUR LE BILAN HYDRIQUE. RECOMMANDATIONS AGRONOMIQUES

Il est possible d'utiliser ces résultats pour tester l'effet des dates de semis sur le rendement potentiel du maïs. Nous avons simulé des bilans hydriques sur une période de 21 ans (1965-1985) pour des semis échelonnés sur toute l'année. Les valeurs moyennes, obtenues sur quatre stations représentatives de l'ensemble de la région, ont été reportées sur la Figure 5. Elles montrent que les deux paramètres hydriques qui interviennent dans l'élaboration du rendement (ETR cycle et ETR/ETM floraison) passent

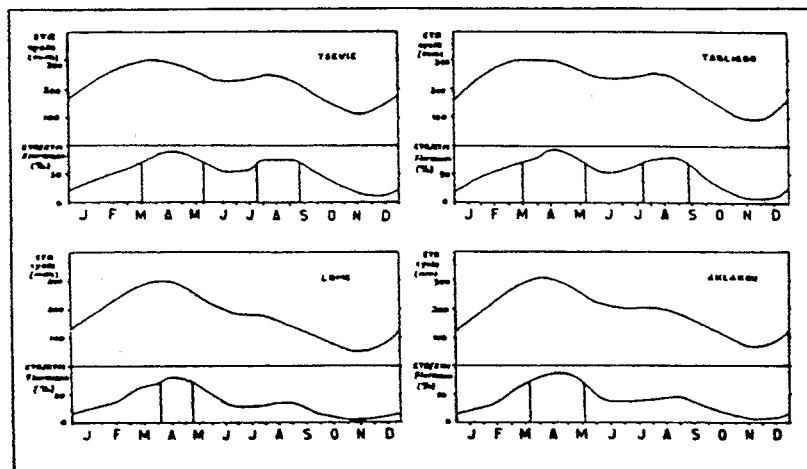


Figure 5 Evolution de l'ETR du cycle et du rapport ETR/ETM à la floraison (moyenne 1961 - 1985) pour différentes dates de semis (maïs NHI F1).

par un maximum pour un semis fin mars-début avril en première saison (maïs La Posta de 120 jours), et qu'en deuxième saison seules les stations situées le plus au nord (Tsevie et Tabligbo) permettent d'obtenir des résultats satisfaisants. En prenant en compte la

nécessité d'avoir une pluie de semis suffisante en début de cycle, il est possible d'établir des recommandations de dates de semis comme celles du Tableau 1: dates de semis la plus précoce et la plus tardive et date de semis optimale.

Tableau 1 Dates de semis pour deux variétés de maïs au Togo méridional

Variétés	Première saison des pluies			Deuxième saison des pluies		
	Semis le plus tôt	Semis le plus tard	Optimum : Semis sur pluie > 20mm après le	Semis le plus tôt	Semis le plus tard	Optimum : Semis sur pluie > 15mm après le
Maïs NH1F1 (110j)	20 mars	15 mai	1 avril	15 juil	15 sept	10 août
Maïs La Posta (120j)	15 mars	5 mai	20 mars	-	-	-

3. EXTENSION REGIONALE: LE ZONAGE AGRO-PEDO-CLIMATIQUE

La stratégie de semis optimale qui vient d'être définie peut être appliquée à un ensemble de stations pour lesquelles des valeurs fiables de pluviométrie sont disponibles. Cela permet d'obtenir une valeur moyenne sur 21 ans de l'ETR cycle, donc, grâce à la relation de la Figure 3, une valeur de rendement potentiel.

Cette démarche a été adoptée pour les quinze postes pluviométriques du Togo méridional, ce qui a permis d'élaborer des cartes de potentialités pour les deux saisons de culture (Fig. 6 et 7). Il apparaît qu'en première saison de culture les potentialités sont peu variables sur l'ensemble de la région, à l'exception du cordon littoral, où une texture très sableuse constitue un facteur limitant important. En deuxième saison de culture, par contre, un important gradient nord-sud apparaît, lié à un gradient pluviométrique. Au cours de cette saison, les rendements potentiels sont

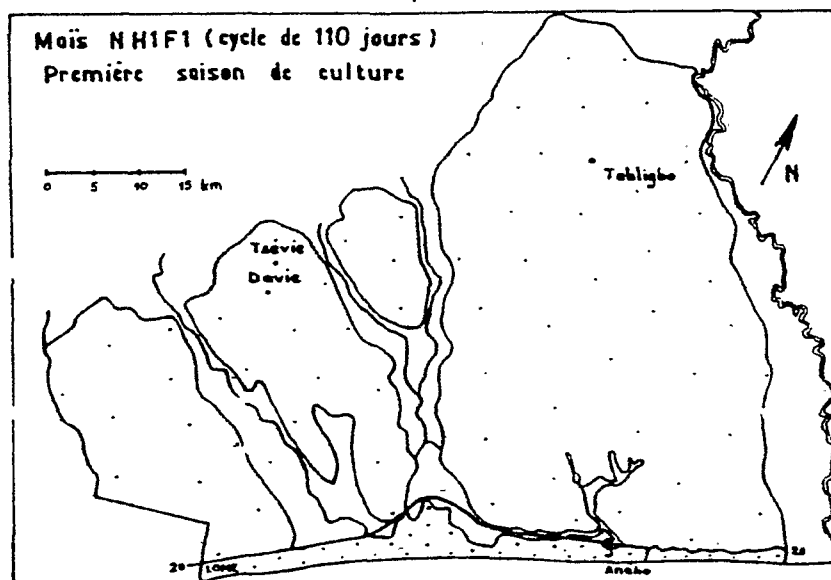


Figure 6: Rendement potentiel moyen (q/ha) du maïs en première saison de culture

inférieurs à 10 q/ha sur toute la bande littorale, ce qui correspond à des rendements encore plus faibles dans les champs des paysans. Il est donc préférable de réorienter la production agricole de cette zone vers des plantes peu exigeantes en eau (sorgho, mil ou niébé), car tous les efforts d'amélioration du rendement du maïs se heurteront au problème du déficit pluviométrique.

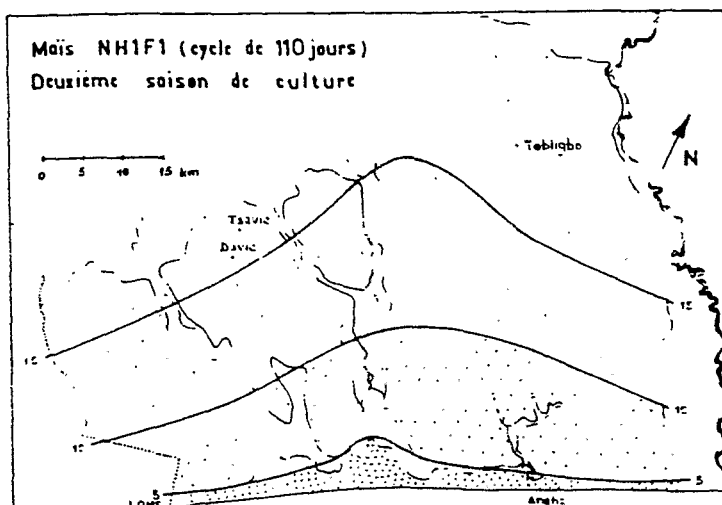


Figure 7. Rendement potentiel moyen (q/ha) du maïs en deuxième saison de culture

CONCLUSION

La simulation du bilan hydrique est une méthode prometteuse pour caler le cycle cultural des plantes sensibles aux déficits hydriques comme le maïs. Elle permet d'obtenir rapidement des résultats sur des régions étendues, en intégrant la variabilité climatique et la réserve utile des sols. Son emploi nécessite cependant un calage sur des mesures de terrain, tant en ce qui concerne l'évapotranspiration réelle de la plante qu'en ce qui concerne les rendements.

Pour les plantes présentant un fonctionnement hydrique plus complexe que celui du maïs (coton notamment) des études méthodologiques doivent être poursuivies avant de transmettre ce type d'approche aux services de développement.

BIBLIOGRAPHIE

- Eagleman, J.R. 1971 An experimentally derived model for actual evapotranspiration. *Agr. Meteorol.*, 8(4-5): 385-394
- Ehlers, W. 1986 Transpiration and yield relations of oats. *Comm. XIII Congr. ISSS (Hambourg)*
- Forest, F. et J.M. Kalms 1984 Influence du régime d'alimentation en eau sur la production du riz pluvial. *Simulation du bilan hydrique. Agron. Trop.*, 39(1): 42-50
- Franquin, P. et F. Forest 1977 Des programmes pour l'évaluation et l'analyse fréquentielle des termes du bilan hydrique. *Agron. Trop.*, 32(1): 7-11
- Freteaud, J.P., R. Poss, et H. Saragoni 1987 Ajustement d'un modèle de bilan hydrique à des mesures tensio-neutroniques in-situ (culture du maïs au Togo méridional). *Agron. Trop.* 42(2): 94-102
- Van Diepen, C.A. et A.H. Azontonde 1979 Détermination des dates de semis basée sur l'analyse fréquentielle de la pluviométrie décadaire au Bénin. *Rapport CENAP (Cotonou)*, 97 p., multigr.

**NEUVIÈME RÉUNION
DU SOUS-COMITÉ OUEST ET CENTRE AFRICAIN
DE CORRÉLATION DES SOLS
POUR LA MISE EN VALEUR DES TERRES**

Cotonou, Bénin, 14-23 novembre 1988



ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE

04 SEP. 1990

ORSTOM Fonds Documentaire
N° : 30.486 ex 1
Cote : B P 483