

## **Caractérisation du risque climatique de la culture du maïs en zone centre Côte d'Ivoire**

**D. KONE**

*Département des Cultures Vivrières, Institut des Savanes (IDESSA), 01 BP 635, Bouaké 01, Côte d'Ivoire*

**Résumé** La répartition irrégulière des pluies de la région centre Côte d'Ivoire constitue la contrainte majeure pour la production du maïs. En effet, le risque climatique est très élevé pour les trois possibilités de mise en place de la culture du maïs dans cette région. Le risque climatique est caractérisé selon la double optique de déficit et d'excès d'eau à partir de l'analyse des termes du bilan hydrique simulé. L'étude fait une typologie des rendements du maïs en fonction d'indices caractérisant ce risque climatique. Le maïs, essentiellement destiné à l'autoconsommation, est cultivé en première saison de pluies pour faire place ensuite au cotonnier qui est la principale culture de rente de la région. Le risque de déficit hydrique est très marqué pour la culture du maïs du premier cycle, mais l'irrigation de complément permettrait de relever et de régulariser les rendements.

### **LE MILIEU NATUREL ET LES CARACTERISTIQUES DU SYSTEME DE CULTURE DU MAIS**

#### **Localisation**

La région centre Côte d'Ivoire correspond aux zones de Bouaké, Séguéla et Dimbokro selon la carte des zones climatiques homogènes (Le Buanec, 1979). D'après l'annuaire des statistiques agricoles et forestières de 1983, cette zone couvre 25% de la superficie de la Côte d'Ivoire et représente 19% des surfaces cultivées par 22% des paysans.

#### **Climat**

Le climat de la zone centre Côte d'Ivoire est de type tropical humide. La pluviosité constitue le facteur climatique le plus contraignant de par son irrégularité. On peut noter aussi le faible ensoleillement qui limite le potentiel irradiatif entre juin et octobre et les fortes températures de mars avril qui gênent les levées de certaines cultures (Koné, 1987).

Selon Gigou (1973), la pluviométrie moyenne dépasse l'évapotranspiration potentielle entre avril et octobre. Toutefois, si l'on considère les pluies médianes (pluies atteintes une année sur deux) on voit apparaître nettement une petite saison sèche en juillet-août avec une première saison des pluies de

mars-avril à fin juin, peu pluvieuse. La deuxième saison des pluies, d'août à octobre, est plus régulièrement pluvieuse, mais très courte.

Il existe des variations pluviométriques importantes en zone centre (Gigou, 1973): vers le sud on passe au climat à deux saisons des pluies bien distinctes, et vers le nord, au contraire, au climat à une seule saison des pluies bien marquée. On note également un gradient pluviométrique de l'ouest plus pluvieux à l'est plus sec.

## Sols

Les sols les plus représentatifs de la région sont de type ferrallitique issus de granite. L'utilisation agricole de ces sols dépend de leur position sur la toposéquence. Roose (1981) distingue:

- Les sols de plateau profonds, peu cuirassés, bien pourvus en argile (texture limono-sableuse, parfois argileuse); ils conviennent pour toutes les cultures.
- Les sols de pente sont marqués par l'affleurement de cuirasses et par l'érosion; ils sont souvent peu profonds, au-dessus d'un horizon induré (cuirasse ou carapace). En raison de l'érosion, la texture est graveleuse et les horizons de surface sont appauvris en argile. Quand la cuirasse affleure, ces sols de pente ne peuvent pas être cultivés. S'ils présentent plus de 40 à 50 cm de terre utilisable par les racines, même en étant graveleux, ils peuvent être utilisés pour les cultures annuelles et leur qualité dépend de leur réserve en eau utilisable par les racines.
- Les sols de bas de pente sont très sableux et sont souvent soumis aux fluctuations de la nappe phréatique.

## Le système de culture du maïs

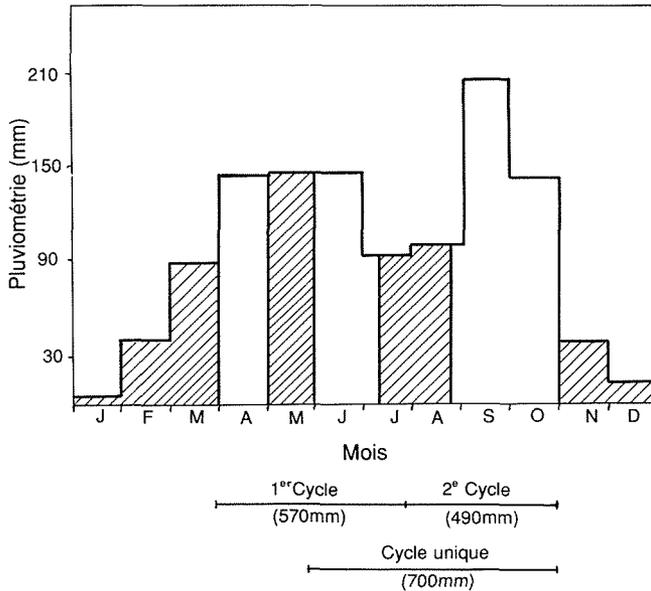
Le maïs peut être cultivé en premier cycle, en cycle unique ou en deuxième cycle (Fig. 1).

La culture de deuxième cycle se heurte aux problèmes suivants:

- saison pluvieuse très courte d'où des risques de sécheresse soit à la levée, soit en fin de cycle; par ailleurs les pluies abondantes de septembre peuvent causer des excès d'eau qui provoquent la lixiviation des éléments minéraux par drainage;
- défaut d'ensoleillement qui limite le potentiel irradiatif pour la photosynthèse;
- les maladies et les parasites favorisés par la forte humidité.

Le cycle unique permet de mieux caler la culture du maïs par rapport aux pluies. Ce cycle présente également les mêmes problèmes d'ensoleillement, de parasites et de maladies.

Le grand handicap de la culture du maïs de cycle unique et de deuxième cycle est la concurrence en temps de travaux avec la culture cotonnière. Dans la région, le cotonnier est la seule culture de rente à prix garanti bénéficiant d'un circuit de commercialisation organisé et d'un débouché sûr.



*Fig. 1 Possibilités de mise en place des cultures pluviales du maïs en région centre Côte d'Ivoire.*

//// Mois au cours desquels une période de 12 jours à moins de 20 mm est susceptible de se produire plus d'une année sur cinq (périodes glissantes de 3 en 3 jours), d'après Gigou (1973).

Ces considérations réduisent le maïs à un plan de culture secondaire faite au premier cycle où les pluies sont aléatoires. Les variétés utilisées sont de cycle court (<100 jours) à potentiel de rendement réduit (4–5 t ha<sup>-1</sup>). Les rendements sont très variables; certaines années ils peuvent être nuls (Bigot, 1977). Le maïs produit est surtout destiné à l'autoconsommation.

Les avantages de ce système de culture de maïs de premier cycle sont:

- l'utilisation des pluies certes aléatoires de la première saison pour produire du maïs en juin-juillet, période de pénurie alimentaire;
- la protection du sol contre l'agressivité des pluies grâce à une culture dont le désherbage permet un meilleur contrôle des mauvaises herbes pour la culture suivante;
- la possibilité de faire une culture de cotonnier qui procure un revenu monétaire substantiel.

## METHODOLOGIE

Il faut entendre ici par risque climatique le risque de déficit hydrique et le risque d'excès d'eau. En effet, ces deux risques sont tout aussi préjudiciables au maïs. Dans le cas de la culture du maïs de premier cycle, le risque de sécheresse prédomine.

La présente étude détermine le risque climatique du maïs sous cette

double optique à partir de la simulation du bilan hydrique (modèle Franquin & Forest, 1977).

Ce modèle de bilan hydrique ayant été décrit plus en détail dans des publications précédentes (Franquin & Forest, 1977; Forest & Kalms, 1984; Koné, 1989) on se contentera des rappels suivants:

- Le modèle fonctionne avec trois types de données:
  - \* paramètres "climat": pluviométrie journalière, demande évaporative;
  - \* paramètres "sol"; toutes les caractéristiques du sol qui modifient l'alimentation hydrique des racines sont prises en compte dans la notion de réserve utile racinaire (RUR) qui dépend du sol, de la profondeur du sol exploité par les racines;
  - \* paramètres "plante": en dehors de l'enracinement qui est pris en compte dans la RUR, les coefficients culturaux et surtout la durée du cycle sont des éléments essentiels pour l'utilisation du modèle.
- Le modèle fournit en sortie des indices standards:
  - \* ETR/ETM: indice de satisfaction des besoins en eau qui est le rapport des évapotranspirations réelle et maximale (ETM); cet indice conditionne le rendement espéré;
  - \* DR/RUR: indice d'excès d'eau calculé par le rapport entre le drainage rapide (DR) et la RUR; cet indice conditionne le drainage, la lixiviation et la fertilité.

## PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS

La simulation du bilan hydrique a été faite à partir des données (dates de semis et rendements) du traitement labouré et fertilisé de l'essai de longue durée "Systèmes culturaux" de l'IDESSA/DCV Bouaké à partir des hypothèses suivantes:

- Culture d'un maïs de 90 jours en premier cycle sur un sol ferrallitique gravillonnaire de faible réserve en eau utilisable par les racines de maïs (40 mm sur 70 cm de profondeur).

Le Tableau 1 présente les termes du bilan hydrique de la série étudiée. On note une année à rendement nul (1969) dû à une forte sécheresse caractérisée par un indice de satisfaction des besoins en eau du cycle (ETR/ETM cycle) de 0.41. Ceci illustre la grande sensibilité du maïs à la sécheresse; comme pour les autres céréales, le maïs forme les organes de réserves en un temps très court, celui-ci a coïncidé cette année-là avec la sécheresse de mai.

L'année 1972 donne l'exemple d'une année à bonnes conditions d'alimentation hydrique avec un rendement ( $4 \text{ t ha}^{-1}$ ) voisin du potentiel de ces variétés de maïs.

Le risque climatique est déterminé à partir du bilan hydrique par:

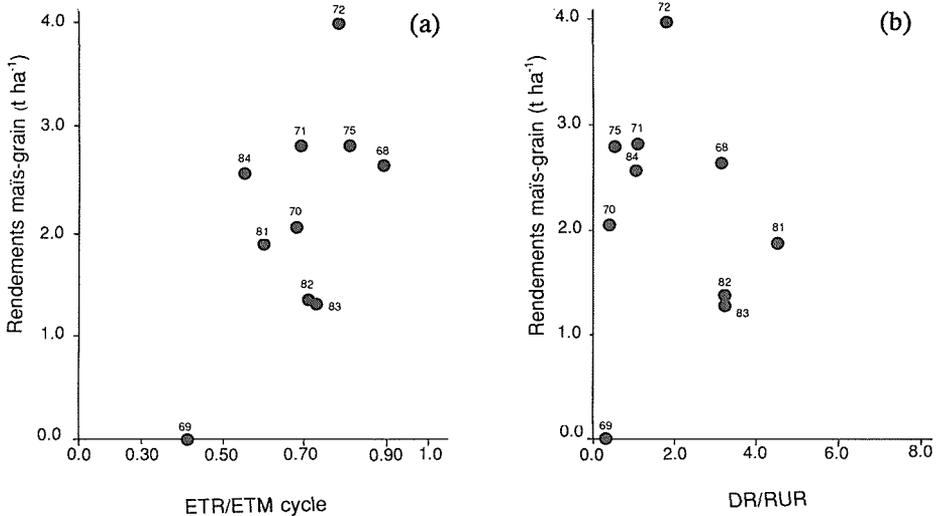
- l'indice de satisfaction des besoins en eau moyen du cycle ETR/ETM;
- l'indice de drainage DR/RUR pendant les 50 premiers jours.

La Fig. 2 présente le rendement du maïs-grain en fonction de ces deux indices. Elle permet de faire la typologie du Tableau 2.

**Tableau 1** Termes du bilan hydrique simulé et rendement du maïs de premier cycle à Bouaké

Date de semis	Pluie cycle (mm)	ETM cycle (mm)	ETR cycle (mm)	Drainage 1-50 JAS	ETR/ETM IDV 5-30 JAS	ETR/ETM F11 30-50 JAS	ETR/ETM F12 50-70 JAS	ETR/ETM Maur. 70-90 JAS	ETR/ETM cycle 0-90 JAS	Rdt maïs grain (t ha <sup>-1</sup> )	Pluie de l'année (mm)	Rayt global moy. cycle (cal cm <sup>-2</sup> jour <sup>-1</sup> )
19/4/1968	605	353	317	125	0.89	0.84	0.92	0.98	0.90	2.67	1546	-
23/4/1969	181	340	139	15	0.53	0.38	0.25	0.60	0.41	0	1004	390
08/4/1970	271	380	262	20	0.90	0.46	0.83	0.53	0.69	2.08	1067	415
24/3/1971	440	427	298	48	0.72	0.46	0.84	0.76	0.70	2.86	1291	468
30/3/1972	449	409	327	79	0.49	0.93	0.88	0.97	0.80	4.00	879	441
07/4/1975	395	380	311	27	0.79	0.83	0.70	0.97	0.82	2.84	889	455
15/3/1981	576	453	274	186	0.58	0.70	0.49	0.68	0.61	1.90	1392	500
15/3/1982	501	453	324	131	0.77	0.83	0.52	0.77	0.72	1.39	1042	448
04/4/1983	430	394	288	133	0.48	0.94	0.85	0.65	0.73	1.37	775	408
13/3/1984	292	453	253	46	0.48	0.60	0.47	0.70	0.56	2.60	1171	442

90 jours de cycle utile d'alimentation en eau (variétés de cycle court).  
40 mm de réserve en eau utilisable par les racines du maïs exploitant 70 cm de sol gravillonnaire.



*Fig. 2 Rendements du maïs en fonction de (a) l'indice de satisfaction en eau (ETR/ETM cycle) et (b) de l'indice de drainage (DR/RUR) pour quelques années comprises entre 1968 et 1984.*

Cette typologie met en évidence que la seule connaissance du régime pluviométrique ne suffit pas à expliquer le rendement, puisqu'un rendement faible peut résulter aussi bien de conditions hydriques déficitaires qu'excédentaires.

Dans le cadre de la culture du maïs en premier cycle, ce sont les conditions hydriques déficitaires qui prédominent. La possibilité d'irrigation de complément de ces systèmes pourrait éviter le risque de rendements nuls et permettre de mieux organiser le calendrier agricole avec des semis au début du mois de mars.

*Tableau 2 Typologie des rendements du maïs et leurs indices caractéristiques*

Type de rendement	Conditions d'alimentation en eau du maïs	Indices: (ETR/ETM) cycle	(DR/RUR) 50
Excellent	Optimales	> 0.90	< 2
Moyen	Bonnes	[0.70-0.90]	[2-3]
Faible	Déficitaires	< 0.50	/
Faible	Excédentaires	> 0.90	> 3

## CONCLUSION

En région centre Côte d'Ivoire, la pluviosité est le principal facteur climatique limitant particulièrement la production du maïs.

Pour les trois cycles de culture du maïs autorisés par la saison humide culturale, le risque climatique est important.

La présente étude a caractérisé le risque climatique du maïs de premier cycle qui est traditionnellement semé en avant culture du cotonnier à partir de deux indices du bilan: l'indice de satisfaction des besoins en eau moyen du cycle (ISBC) et l'indice de drainage des 50 premiers jours après semis (ID).

L'analyse a permis de distinguer les années à:

- rendement excellent avec  $ISBC > 0.90$  et  $ID < 2$ ;
- rendement moyen avec  $0.90 > ISBC > 0.70$  et  $3 > ID > 2$ ;
- rendement faible avec  $ISBC < 0.50$  et/ou  $ID > 3$ .

Le risque de déficit hydrique prédomine pour le premier cycle de culture. Les propositions suivantes peuvent réduire ou lever ce risque:

- Le choix de sols à bonne réserve en eau utilisable par les racines permettrait au maïs de mieux résister lors des fréquentes périodes sèches.
- Le sorgho ou le mil plus résistants à la sécheresse peuvent remplacer le maïs.
- L'irrigation de complément, qui peut être rentabilisée par d'autres cultures (maraîchage en saison sèche), permettrait de préparer le sol, de semer le maïs au début du mois de mars et de combler les déficits en eau fréquents pour éviter les années à rendement nul. Des variétés de 110 à 120 jours de rendement potentiel plus élevé pourraient alors être utilisées. Les préalables dans ce cas sont l'existence d'un débouché, d'un circuit de commercialisation et d'un prix d'achat incitatif du maïs.

## REFERENCES

- Bigot, Y. (1977) Fertilisation, labour et espèces cultivées en situation de pluviosité incertaine du centre Côte d'Ivoire. *Agron. Trop.* **32** (3), 242-247.
- Forest, F. & Kalms, J. M. (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. & Forest, F. (1977) Des programmes pour l'évaluation et l'analyse fréquentielle des termes du bilan hydrique. *Agron. Trop.* **32** (1), 7-11.
- Gigou, J. (1973) Etude de la pluviosité en Côte d'Ivoire. Application à la riziculture pluviale. *Agron. Trop.* **28** (9), 858-875.
- Koné, D. (1987) Influence des facteurs climatiques sur le comportement au champ de deux cultivars d'ignames. *Mémoire de DEA*. Ronéotypé, Université des Sciences Techniques du Languedoc, Montpellier.
- Koné, D. (1989) Calcul du bilan hydrique. Application du modèle BIP au calage du cycle du riz pluvial et du cotonnier dans le région de Yamoussoukro. *Agron. Africaine* **1** (1), 7-12.
- Le Buanec, B. (1979) Intensification des cultures assolées en Côte d'Ivoire. Milieu physique et stabilité des systèmes de cultures motorisées. *Agron. Trop.* **34** (1), 54-73.
- Roose, E. J. (1981) Dynamique actuelle des sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique occidentale. *Travaux et Documents de l'ORSTOM no. 130, ORSTOM, Paris.*

