

CD/NK

REPUBLIQUE DU SENEGAL  
MINISTRE DU DEVELOPPEMENT RURAL

INSTITUT DE RECHERCHES  
AGRONOMIQUES TROPICALES ET DES CULTURES  
VIVRIERES

COMMISSION DU PLAN POUR LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

Groupe météorologie climatologie

Sous-groupe d'étude d'agro et d'hydro météorologie

Projet 2 : Recherches sur les mécanismes biophysiques  
de l'action du climat sur la production végétale -

- Fiches bioclimatologiques des Instituts
- Fiches I R A T -

Alimentation hydrique des cultures

Centre National de Recherches Agronomiques

Bambey

G I

SR/Bio

I A



ALIMENTATION HYDRIQUE DES CULTURES 1968

23111

Fiche A

1°) Alimentation hydrique des cultures

2°) Motivation technique

Besoin scientifique et technique :

La production végétale dépend en grande partie de la façon dont les besoins en eau des plantes sont satisfaits, soit naturellement (pluies) soit artificiellement (irrigation). Il convient donc de déterminer le mieux possible les besoins en eau d'une culture se développant dans des conditions hydriques optimales et susceptible d'assurer les rendements les plus élevés, pour une région et pour une période de l'année données : ces besoins en eau s'expriment par le terme d'évapotranspiration potentielle (ETP).

La consommation en eau d'une culture soumise aux conditions naturelles (pluies et sécheresses) s'exprime par le terme d'évapotranspiration réelle (ETR). Le rapport  $\frac{ETR}{ETP}$  est un indicé d'aridité ; les meilleurs rendements seront obtenus lorsque ce rapport sera égal à 1, c'est à dire  $ETR = ETP$ . ETR pourra égaler ETP (la demande en eau de la plante est alors satisfaite par l'offre en eau du sol) lorsque la pluviométrie sera abondante, ou dans le cas contraire, lorsqu'une irrigation complémentaire sera assurée. Si le rapport  $\frac{ETR}{ETP}$  est nul (pluviométrie nulle) aucune production végétale n'est possible et le seul recours devient l'irrigation. Tous les stades **intermédiaires** devraient être considérés, en confrontant l'offre (ETR) à la demande (ETP). Cette confrontation permet d'expliquer de nombreuses réactions des cultures, de les prévoir et parfois d'y remédier (irrigation, brise vent, cultures associées...)

Enfin, la connaissance précise des besoins en eau des plantes, permet de mieux adapter cultures et variétés à une zone climatique donnée.

But économique : Il découle des considérations ci-dessus. Ces connaissances autorisent une meilleure efficacité de l'eau et surtout, partout où l'irrigation est possible, une véritable économie de l'eau. Une économie de l'eau (par des doses d'irrigation rigoureuses, par des dispositifs de brise vent ou autres techniques réduisant la transpiration des plantes ou l'évaporation à la surface du sol et des nappes d'eau peut se traduire par un accroissement des terres cultivables, en utilisant au maximum le stock d'eau disponible (fleuve, nappe souterraine) et par des augmentations de rendement.



Objectifs scientifiques et résultats attendus

- Mesure au moyen de cuves de végétation (évapotranspiromètres, cases lysimétriques) de l'évapotranspiration potentielle, dans plusieurs zones caractéristiques du Sénégal : Sud, Centre et Nord du Sénégal. Les variations de l'ETP sont suivies jour par jour pendant toute l'année. Certaines formules utilisant des données climatiques peuvent être vérifiées et étalonnées.

- Mesure au moyen d'humidimètres à neutrons fournis par le Commissariat à l'Energie Atomique et par l'Agence Internationale de Vienne, de l'évapotranspiration réelle de plantes cultivées en plein champ ; ceci permet de savoir comment sont satisfaites dans une situation donnée, les exigences en eau des cultures et, quand et comment intervenir. Ces mesures se font pendant toute la durée d'un cycle de végétation. Des relations entre alimentation hydrique pendant certains stades de végétation et rendements pourront être établies et permettront par la suite d'assurer une meilleure prévision des rendements.

- Mesure au champ ou en laboratoire des principales caractéristiques physiques des sols, indispensables pour les études d'irrigation ; en particulier = capacité au champ, point de flétrissement permanent, densité apparente.

Conditions d'exécution - Chercheurs concernés (à temps très réduit)

A BAMBEY: Financement sur Convention générale plus assistance A.I.E.A. et C.E.A.

CHARREAU: Agropédologue (dynamique de l'eau dans le sol)

DANCETTE: Bioclimatologiste (facteurs climatiques et besoins en eau)

JACQUINOT: Physiologiste (dynamique de l'eau marquée au tritium)

BLONDEL : Pédologue (dynamique de l'azote, problème lié au facteur eau)

A RICHARD TOLL

Financement station et Convention Canne à sucre, futur projet inter Etats des Nations Unies

DUC : Hydrolicien (canne à sucre)

A GUEDE : LAGARDE - Agronome

A SEFA Stagiaires

A DJIBELOR : Projet équipement FED et fonctionnement sénégalais  
HADDAD : Spécialiste riz  
BEYE : Pédologue, responsable des futures installations  
d'évapotranspiromètres et de physique des sols

Remarque

Les installations d'évapotranspiromètres ou de cases lysimétriques demandent des soins nombreux et constants ; les chercheurs responsables dans les stations extérieures du CNRA Bambey ont souvent trop peu de temps à y consacrer et sont parfois fort mal secondés. Ceci est particulièrement regrettable dans les régions d'aménagement hydraulique où ces études sont de la plus haute nécessité et où elles ont déjà pris beaucoup de retard (Fleuve), faute de stations d'hydraulique agricole ou de bioclimatologie suffisamment étoffées.

5°) Etat d'avancement

Date de démarrage du programme de bioclimatologie :  
1965.

BAMBEY : Mesures d'évapotranspiration potentielle, comparaison de l'ETP des climats locaux, étalonnage de formule d'ETP depuis 1965 (ces études sont d'intérêt général et dépassent le cadre de l'intérêt local) ; presque 3 ans de bonnes mesures.

. Mesures d'évapotranspiration réelle, au champ, au moyen de l'humidimètre à neutrons, mises au point en 1966-1967 et démarrées valablement en 1968.

RICHARD-TOLL : Une seule année de mesures assez médiocres d'ETP, en 1966, faute d'installation et d'observateurs plus valables. Nouveau dispositif mis en place début 1968 et sur le point de fonctionner = 2 à 3 années de fonctionnement correct sont indispensables, pour formuler des conclusions présentant les mêmes garanties qu'à Séfa et qu'à Bambey.

Contrôle de l'irrigation de la canne à sucre amorcé en mai 1968, à partir d'un humidimètre à neutron prêté par le C.E.A

GUEDE : Aucune installation actuellement

SEFA : Bonnes mesures d'évapotranspiration potentielle, sur une installation de fortune, depuis 1966 : presque 3 années de mesures valables. Etalonnage de formule d'ETP, comme à Bambey.

DJIBELOR : Installations d'évapotranspiration et mesures au champ et en laboratoire prévues mais non démarrées encore à ce jour.

-5

## 6°) Coordination

France : Station Centrale de bioclimatologie agricole  
I.N.R.A. Versailles

Centre Etudes Nucléaires, Cadarache, Section de Radio  
agronomie.

Aide internationale : Agence Internationale de l'Energie Atomique  
Vienne - Autriche

## 7°) Résultats acquis vulgarisables

L'irrigation rationnée est encore trop rare pour que nous puissions donner des recettes vulgarisables, mais nous pouvons fournir, à la demande, certaines indications.

- Meilleure précision des doses et intervalles d'irrigation.
- Connaissance des exigences hydriques régionales ou locales de certaines cultures et interventions en vue de les satisfaire (irrigation) ou de les réduire (brise vent)

- Ces travaux sont de la plus grande utilité partout où est envisagée l'irrigation ; ainsi le casier expérimental de canne à sucre sera en mesure de fournir aux futurs irrigants de nombreux renseignements. A propos de ces études sur les mécanismes biophysiques de l'action du climat sur la production végétale il est difficile de parler de vulgarisation, mais surtout d'utilisation, par d'autres chercheurs et organismes spécialisés

## 8°) Résultats attendus après études complémentaires

- Utilisation pour tout le Sénégal de la formule de Bouchet, donnant à partir de données météorologiques simples, une bonne estimation des besoins en eau (calculs d'ETP). Cette formule déjà bien étalonnée à Bambey et à Séfa devra l'être aussi à Richard-Toll : elle pourra alors être généralisée valablement à l'échelle de tout le Sénégal. Cependant des points de vérification expérimentale (mesures en cuve) devraient être envisagés dans le cap vert, vers Matam et au Sénégal Oriental

- La consommation hydrique au champ de toutes les cultures, avec ou sans irrigation doit être abordée.

- La connaissance des besoins en eau des plantes cultivées permet leur adaptation optimale à une zone climatique donnée et elle permet d'expliquer des variations de rendement, en fonction des conditions pluviométriques de l'année. La satisfaction ou non des besoins en eau à certains stades critiques (levée, floraison...) est un des éléments de prévision des rendements.

9°) Observations du chercheur

Ces études sont actuellement trop peu développées, c'est ce qu'ont pu constater de nombreux spécialistes récemment, non seulement par rapport aux pays tempérés (où les problèmes hydriques sont cependant moins cruciaux) mais même par rapport à des pays d'Afrique Occidentale comme la Haute Volta, le Niger, la Côte d'Ivoire, qui disposent d'importantes stations hydroagricoles et bioclimatologiques. Nous estimons que l'existence d'une station d'hydraulique agricole complète dans une région aussi importante que celle du fleuve, s'impose et aurait dû s'imposer dès le début des travaux d'aménagement, la recherche risquant de prendre dans ce domaine un retard important.

Nous préciserons dans un paragraphe spécial les recherches à développer.

10°) Etudes complémentaires nécessaires sur les besoins en eau.

a) Amélioration des stations actuelles de Séfa, Bambey, Richard-Toll

SEFA : Peu d'améliorations matérielles prévues, ~~excepté~~ l'installation d'un bac d'évaporation (prévu par le service agro-météo). Les efforts porteront surtout sur la basse Casamance avec la Station de Djibelor.

BAMBEY : Peu d'améliorations matérielles prévues, ~~excepté~~ l'installation de bac d'évaporation. Les mises au point de certaines méthodes de mesure (sonde à neutrons) y seront poursuivies, de même que des comparaisons d'abris météo ou des étalonnages et essais d'appareils bioclimatologiques divers.

RICHARD TOLL :

C'est à RICHARD TOLL que devraient surtout porter les efforts, vu l'importance hydroagricole de ce Secteur.

En voie de finition :

Installation d'évapotranspiromètres ordinaires (mesure d'ETP sur gazon de référence)

Prévus : un bac d'évaporation et des anémomètres, par le service agro-météo coût : environ 200 000 CFA

Demande d'assistance AIEA (Agence internationale de l'Energie Atomique de Vienne) installation d'évapotranspiromètres pesables pour étude des besoins en eau des céréales (ETR et ETP) coût 3,5 millions CFA.

Projet inter état des Nations Unies

3 Stations, dont la principale à RICHARD TOLL, étant prévues, on peut supposer que sur les 12 bacs d'évapotranspiration projetés, 4 seront installés à Richard Toll, pour étude des besoins en eau de diverses plantes : riz, maïs, cultures maraichères etc... Coût approché = 3.500 dollars = environ 300 000 CFA (prévision un peu trop ~~3~~ juste à notre avis, pour 4 cuves) mais heureusement, sont prévus 10 000 dollars pour l'équipement bioclimatologique soit environ 2,5 millions CFA ce qui doit permettre un équipement très satisfaisant.

DJIBELOR- Projet d'équipement F.E.D.

Une station agrométéorologique complète est prévue + 6 batteries d'évapotranspiromètres ordinaires pour mesure d'ETP sur gazon de référence et pour mesure des besoins en eau du riz pluvial et du riz inondé.

Il est permis de compter aussi sur les études d'hydraulique agricole prévues par l'U.S.A.I.D.

b) Extension du réseau d'étude des besoins en eau

Les trois points actuels d'étude : DJIBELOR, SEFA, BAMBEY, RICHARD TOLL ne donnent qu'une idée partielle des besoins en eau au Sénégal. Certaines zones climatiques ne sont pas du tout étudiées ; seraient à préconiser les points de mesure suivants :

KAEDI : Point sahélic plus continental que RICHARD TOLL - sous-station bioclimatologique prévue par le Comité inter état (projet des Nations Unies environ 1,25 M CFA. 4 cuves d'évapotranspiration devraient y être installées = 2 pour mesurer l'ETP d'un gazon de référence et 2 pour mesurer les besoins en eau du sorgho de décrue ou de cultures irriguées diverses. Coût total environ 300 000 CFA.

- Un point dans les Niayes, au climat sub canarien très particulier. Une économie de l'eau par mesures de doses rigoureuses et par divers dispositifs (brise vent, cultures associées, lutte contre l'évaporation du sol) s'y impose. 6 cuves d'évapotranspiration pour gazon de référence et cultures maraichères seraient un minimum = prévoir 500 000 CFA plus une station météo de type minimal :abri, thermomètres, évaporomètre, bac d'évaporation, psychromètre, pluviomètre et pluviographe, soit environ 320 000 CFA.

- Bien que les zones suivantes ne soient pas prioritaires au point de vue aménagement hydroagricole, il serait intéressant d'y définir les besoins en eau des cultures, pour des études d'adaptation des plantes au climat (introductions, réactions des plantes : explication et prévision des rendements).

Nous recommandons les 3 points suivants :

- NIOBO DU RIP OU DAROU

Un point de mesure d'évapotranspiration à Louga serait vivement conseillé (intérêt des parcelles biologiques de l'IRHO) sur gazon de référence et sur arachide (minimum 4 cuves soit 350 000 francs CFA).

- KEDOUGOU (zone soudanienne Sud et continentale)

Pour des raisons analogues aux précédentes, l'installation de 6 cuves serait souhaitable mesures d'évapotranspiration sur gazon et sur diverses cultures : coton, maïs, riz de plateau etc... Coût à prévoir pour 6 cuves : environ 500 000 CFA. En vue de la répartition des tâches, il serait peut-être **intéressant** que ce travail soit confié à un Institut bien représenté dans la région (CFDT par exemple).

- D'autres points à Linguère, Louga, Tambacounda, Sinthiou Malème seraient intéressants pour compléter géographiquement le réseau sénégalais, mais peut être discutables au point de vue rentabilité immédiate.

Resterait aussi à combler le vide du Ferlo.

11°) Documentation et références

- 1959 - 1 - BONFILS P., CHARREAU C. et MARA M. - Etudes lysimétriques au Sénégal (1ère partie)  
(Res. 16 tabl. 18 graph. 1 carte. 1 fig. Bibl. 15 réf)  
Ann. C.R.A. Bambey 1958-59 - pp. 29-62  
L'Agron. Trop. Oct. 1962 Vol. XVII N° 10 pp. 881-914
- 1959 - 2 - CHARREAU C. - Dynamique de l'eau dans deux sols du Sénégal (Res. 14 tabl. 32 graph. Bibl. 17 réf.) Ann. C.R.A. Bambey 1958-59 - pp. 63-120  
L'Agron. Trop. sept. Oct. 1961 - Vol XVI N° 5 pp. 504-561.
- 1961 - 4 - CHARREAU C. - A propos des problèmes de l'irrigation au Sénégal (18 tabl. 2 graph. Bibl: 23 réf.) 82 p. mult. C.R.A. Bambey déc. 1961  
Conférence des Nations Unies sur l'application de la Science et de la Technique dans l'intérêt des régions peu développées (Genève - fév. 1963).
- 1961 - 5 - GAUDEFROY-DEMOMBYNES Ph. et CHARREAU C. - Possibilités de conservation de l'humidité dans le sol pendant la saison sèche : influence corrélative sur le degré d'assèchement du sol. (6 tabl. 23grs graphiques Bibl. : 4 réf.)  
Ann. C.R.A. Bambey 1957 (2ème partie) - 1958 pp. 50-65  
L'Agron. Trop. mai-juin 1961 vol. XVI n° 3 - pp. 238-254.
- 1963 - 6 - CHARREAU C. et SENE D. - Note sur une expérience d'irrigation par aspersion au Sénégal (4 tabl. h.t. Bibl : 7 réf.)  
Conférence des Nations Unies sur l'application de la Science et de la Technique dans l'intérêt des régions peu développées. Document c/504, Genève, fév. 1963.  
16 p. mult. C.R.A. Bambey, + ann : 18 p. (tabl. d'arrosages pratiques).
- 1963 - 7 - DURAND J.H. - Carte de l'évapotranspiration potentielle calculée par la formule de TURC pour la Mauritanie et le Fleuve Sénégal (1 tabl. 13 cartes 1 p. mult. C.R.A. Bambey.
- 8 - GROLEE J. - Développement de la canne à sucre au Sénégal. Essais d'irrigation. Compte-rendu des essais et interprétation des résultats (11 tabl. 5 phot. 3 graph.)  
16 p. mult. IRAT PARIS, + ann. : 10 p.

- 1964 - 9 - BLONDEL D.- Mesure de l'humidité du sol par la sonde à neutrons (Bibl. : 12 réf.)  
15 p. dactyl. C.R.A. Bambey.
- 10 -/HALLAIRE M./- Compte-rendu de mission au Sénégal pour le compte de l'IRAT 29 juil. 12 août 1964 (1 graph.)  
11 p. mult. C.R.A. Bambey.
- 11 -/HALLAIRE M./ - Conférence faite par M. HALLAIRE à Bambey le 10 août 1964  
5 p. mult. C.R.A. Bambey.
- 1965 -12 - CHARREAU C., MARA M. - Nouvelle contribution à l'étude des techniques d'arrosage en culture maraîchère au Sénégal (4 tabl.).  
1ère réunion technique FAO sur l'amélioration de la production des légumes et des légumineuses à graines en Afrique.  
14 p. mult. C.R.A. Bambey.
- 15 - TOURTE R., FAUCHE J. et SCHOCH PG.- Vers une évaluation des rendements de l'arachide par la pluviométrie annuelle (nbx tabl. 5 graph. Bibl. 4 réf) 7 p. mult. C.R.A. Bambey + Ann : h.t.
- 16 - CHARREAU C.- Colloque UNESCO sur les méthodes en Agroclimatologie (Reading 25-30 juil. 1966).  
27 p. mult. C.R.A. Bambey  
L'agron. Trop. mars 1967 Vol. XXII n° 3 pp 327-334
- 1966 -17 - DANCETTE C.- Mise au point de mesures d'humidité, avec la sonde à neutrons type TROXLER (Mission de Monsieur BARRADA au C.R.A. de Bambey (2 tabl. 5 graph.)  
13 p. mult. C.R.A. Bambey.
- 18 -/BOUCHET H.J./ - Compte rendu de mission au Sénégal pour le compte de l'IRAT.  
6 p. mult. INRA - déc. 1965.
- 1966 -19 - SCHOCH P.G.- comparaison de quelques formules donnant l'évapotranspiration potentielle en divers points du Sénégal (11 fig. h.t. Bibl. : 7 réf) 8 p. mult. INRA Versailles.
- 20 - SCHOCH P.G.- Influence sur l'évapotranspiration potentielle d'une strate arborée au Sénégal et conséquences agronomiques (res. 2 tabl. 39 graph. Bibl : 5 réf.)  
L'Agron. Trop. nov. 1966 vol. XXI n° 11 pp 1283-1290.

- 21 - SCHOCH P.G.- Rapport de coopération technique militaire à Bambey (mars-déc. 1965).  
(Bilan hydrique, ETP et techniques utilisées, influence des arbres et leurs conséquences agronomiques) (2 tabl. 5 graph. Bibl. : réf.).  
27 p. mult. INRA.
- 1967 - 22 - CHARREAU C. et JACQUINOT L.- Etude au moyen de l'eau tritiée de la circulation de l'eau dans un sol sableux du Sénégal (Res. 2 tabl. 6 graph. Bibl. 10 réf.).  
Isotope and Radiation Techniques in Soil Physics and Irrigation Studies International Atomic Energy Agency - Vienne 1967, pp. 301-314.
- 1967 - 23 - DANCETTE C.- Orientation de travail du Service de Bioclimatologie.  
3 p. mult. CNRA Bambey + Ann. : 1 p.
- 1967 - 24 - SCHOCH PG.- et DANCETTE C.- Utilisation de l'évaporimètre Piche pour le calcul de l'évapotranspiration potentielle. Congrès International d'Agrométéorologie Leipzig (20-24 sept. 1967) (1 tabl. 2 graph.) 8 p. mult. INRA Versailles.
- 1968 - 25 - DANCETTE - L'alimentation hydrique des cultures Orientation des travaux de bioclimatologie agricole. (Séminaire sur la climatologie appliquée au Sénégal) Dakar juin 1968 8p. mult. 2 graph. CNRA Bambey.

