

RISQUES ET POTENTIALITES CLIMATIQUES POUR LA PRODUCTION AGRICOLE

M.ELDIN

On se propose de présenter ici quelques travaux réalisés en agroclimatologie par des chercheurs de l'ORSTOM, membres de l'Unité de Recherche : "Valorisation agricole de l'eau" (Département E).

I. RISQUES CLIMATIQUES

Les principaux risques climatiques auxquels l'agriculteur est confronté sont le manque d'eau (sécheresse), l'excès d'eau (inondation, asphyxie du sol), le gel, la grêle, les dégâts par le vent (cyclones, tornades,...). L'analyse fréquentielle des variables météorologiques qui traduisent ces différents risques (précipitations, température minimale de l'air, vitesse du vent,...) permet d'en évaluer l'importance. Il s'agit d'estimer la probabilité d'occurrence de ces risques considérés isolément ou conjointement. A titre d'exemple, la figure I présente l'évolution au cours de l'année, de 10 jours en 10 jours, du risque de sécheresse, du risque de gelée et du risque de grêle pour la station de COPACABANA, située à 4018 m, en bordure du lac TITICACA, en Bolivie.

Il y a de nombreuses façons de définir ces risques. Dans le cas présent, le risque de sécheresse est défini par la probabilité que la pluie décadaire soit inférieure à une fraction : k . ETP de l'évapotranspiration potentielle décadaire: ETP. On a pris ici $k = 1/2$ car ETP/2 correspond, en première approximation, à un niveau d'alimentation hydrique en dessous duquel on peut admettre que des effets de sécheresse se manifestent, quelle que soit la culture et la phase phénologique considérée. On verra plus loin que cette analyse peut facilement être affinée si l'on traite d'une culture particulière. Le risque de gelée est défini par la probabilité d'obtenir, au

cours d'une décade, une température minimale de l'air inférieure à 0°C sous abri météorologique. A celle-ci correspond généralement une température plus basse au niveau du sol ou de la culture. Le risque de grêle est défini par la probabilité de noter au moins une précipitation de grêle pendant la décade étudiée.

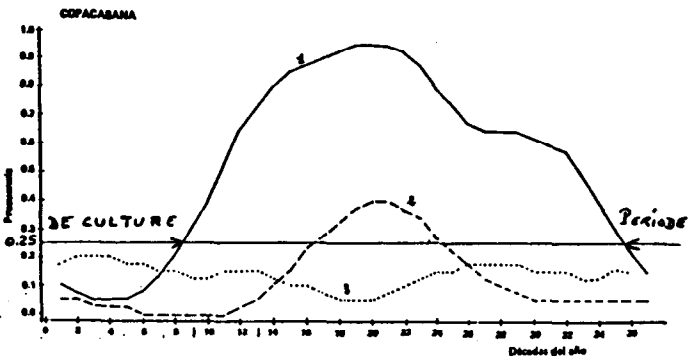


Figure 1 : Evolution annuelle de la fréquence de sécheresse (1), gelée (2) et grêle (3) avec une période élémentaire d'analyse de 10 jours.

La considération de ces trois risques permet de déterminer une période de culture en sec définie comme la succession des décades pour lesquelles la probabilité d'occurrence de chacun de ces risques est inférieure à 0,25 (cf. Fig.1). Cette valeur de 0,25 (une année sur quatre) est arbitraire et traduit simplement l'occurrence maximale que l'on accepte pour le risque considéré. Dans le cas de COPACABANA, il est intéressant de noter qu'une éventuelle irrigation permet de

contourner le risque de sécheresse et d'envisager une nouvelle période de culture avec irrigation qui n'est plus limitée que par le risque de gelée.

II. POTENTIALITES DE PRODUCTION AGRICOLE

L'expression de ces potentialités est basée sur l'utilisation de la notion de durée de la période de culture (DPC) définie ci-dessus ; on intègre au cours de celle-ci une fonction de production du type : $PP_i = f(Rg_i, ta_i, U_i, DS_i)$ ce qui permet d'estimer la production potentielle PP_i de la décade i à partir d'un certain nombre de variables météorologiques classiques telles que rayonnement solaire global : Rg_i , température moyenne de l'air : ta_i , vitesse moyenne du vent : U_i , déficit de saturation de l'air : DS_i . On parvient ainsi à l'évaluation d'un indice climatique de production potentielle : ICPP, défini par :

$$ICPP = \sum_{DPC} (PP_i)$$

qui permet une comparaison simple des zones étudiées.

La méthode utilisée repose donc sur les principes généraux suivants :

- l'analyse est réalisée par période relativement courte - de l'ordre d'une dizaine de jours - adaptée à la précision requise pour le choix des dates d'exécution des opérations du calendrier agricole.

- les risques climatiques sont exprimés en termes de probabilité. On prend ainsi en compte la variabilité interannuelle des divers facteurs météorologiques étudiés.

- on n'établit pas de hiérarchisation a priori des risques climatiques. La durée de la période de culture (en sec ou avec irrigation) est déterminée en prenant en considération

l'ensemble des risques présents.

- le risque de sécheresse s'exprime par le résultat d'un bilan hydrique entre une offre et une demande en eau (k.ETP) qui varient toutes deux dans l'espace et dans le temps.

- la prise en compte des facteurs climatiques limitant la production se fait à deux niveaux :

. un niveau qui traduit une "durée" de production, c'est la période de culture. Pour sa détermination il faut connaître les précipitations et les variables météorologiques entrant dans le calcul de l'ETP.

. un niveau qui traduit une "intensité" de production, c'est la fonction de production potentielle.

Ces deux niveaux sont intégrés de façon rationnelle par le calcul de l'ICPP.

L'utilisation de cette méthode de zonage a permis d'aboutir à trois types de documents :

- Zonage agro-climatique de type général. Il s'agit d'une évaluation macroscopique, généralement à petite échelle, des risques et des potentialités de production. Le facteur k de k.ETP est fixé à une valeur moyenne et les paramètres de la fonction de production correspondent au fonctionnement d'un ensemble de cultures présentant un métabolisme commun : C₃, C₄ ou CAM. Ce type de zonage a été réalisé par l'ORSTOM en Jamaïque et en Haïti. (cf.bibliographie).

- Zonage agro-climatique spécifique d'une culture. Le choix d'une culture permet d'affiner l'analyse : la valeur de k dans k.ETP est variable au cours du temps pour tenir compte de l'évolution des besoins hydriques de la culture au cours des différentes phases de son cycle végétatif. Les paramètres

biologiques de la fonction de production prennent des valeurs correspondant au cas traité. C'est ainsi qu'un zonage agro-climatique de la culture de canne à sucre a été réalisé au Costa-Rica. La figure 2 donne la carte des isovaleurs de l'indice climatique de production potentielle obtenues pour ce pays et pour cette culture.

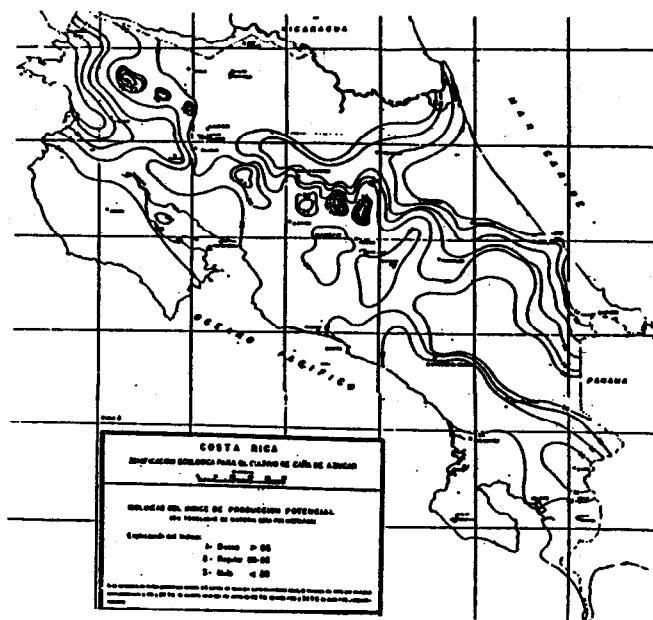


Figure 2 :

- Zonage agro-pédo-climatique. Les types de zonage décrits ci-dessus ne prennent pas en compte le rôle du sol dans l'alimentation hydrique des cultures. Pour pallier cette lacune on peut superposer au zonage agroclimatique un zonage pédologique identifiant les principaux types de sols quant à l'infiltration et au stockage de l'eau.

Une telle approche a été utilisée pour le zonage de la canne à sucre au Costa-Rica. La figure 3 donne une idée du résultat obtenu : sur la base de trois critères : indice de production potentielle, indice climatique de maturation de la canne (aptitude à la conversion des sucres réducteurs en saccharose) et qualité des sols, on a pu délimiter de façon assez précise les zones très favorables, favorables, médiocres,

mauvaises et très mauvaises pour la culture de la canne.

Cette méthode n'est pas très satisfaisante car elle ne permet pas une pondération objective des facteurs climatiques, biologiques et édaphiques dans l'expression des potentialités de production.

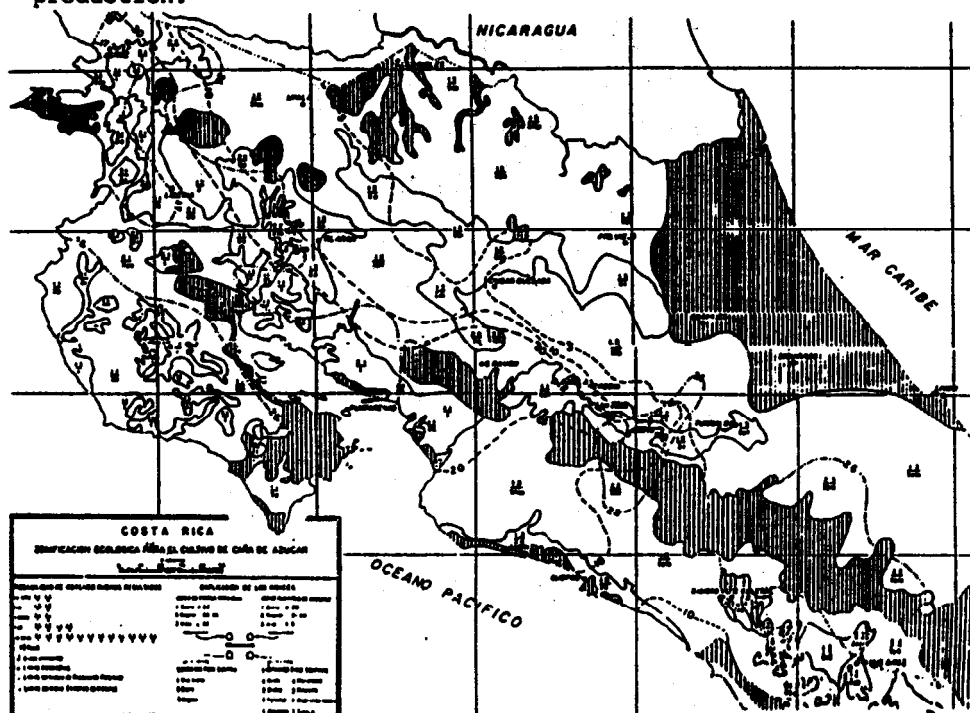


Figure 3 : Zonification écologique pour la culture de la canne à sucre.

III. PERSPECTIVES DE RECHERCHES EN AGRO-CLIMATOLOGIE

Une des principales directions de recherche retenue actuellement pour les travaux de l'Unité de Recherche consiste à mettre au point et à utiliser des modèles de bilan hydrique d'une culture susceptibles de traduire fidèlement les mécanismes d'action et d'interrelation des facteurs climatiques, biologiques et édaphiques qui le déterminent. Ces modèles permettent de suivre l'évolution de la réserve en eau disponible

pour la culture et de calculer sa consommation effective en eau, c'est à dire son évapotranspiration réelle. Ainsi, le niveau d'alimentation hydrique de la culture n'est plus jugé à partir d'un bilan : précipitations - k.ETP, mais à partir de la valeur du rapport : évapotranspiration effective/évapotranspiration maximale possible. Quelques résultats préliminaires ont été obtenus par cette méthode pour des régions où l'on dispose des données de sol adéquates. La figure 4 montre comment, dans le cas de la station de SANTA CRUZ, dans le GUANACASTE costaricain, le risque de sécheresse et la période de culture ont pu être déterminés à partir de l'évolution des probabilités de voir la réserve hydrique du sol : RH descendre, au cours d'une décade donnée, en dessous d'un seuil critique : RDU.

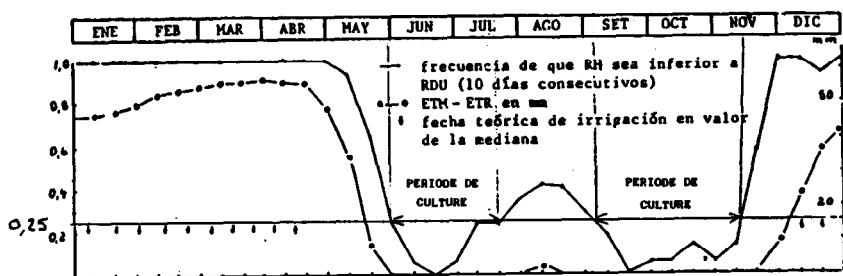


Figure 4 : Réserve hydrique, différence d'évapotranspiration (ETM - ETR) et date théorique d'irrigation pour la station de Santa Cruz.

Cependant, la mise au point de modèles vraiment performants suppose encore de meilleures connaissances en

particulier sur les points suivants :

- Propriétés hydro-dynamiques des sols : couple infiltration-ruissellement (pluie "utile", au sens de l'agronome) ; réserve en eau ; drainage.
- Profondeur et efficacité des systèmes racinaires ; modélisation de la progression du front racinaire au cours du cycle de culture.
- Exigences en eau des cultures au cours des différentes phases de leur cycle végétatif ; influence de l'intensité et de la durée d'une contrainte hydrique sur le rendement final de la culture.

Des recherches dans ce sens sont actuellement conduites par l'ORSTOM en France, en Bolivie, au Nicaragua et vont démarrer en 86 au Niger. Elles devraient permettre une expression rationnelle, fidèle, opérationnelle des risques et des potentialités climatiques pour la production agricole.

BIBLIOGRAPHIE

- ELDIN M., 1983 - A system of agroclimatic zoning to evaluate climatic potential for crop production. In. Cusak, D.F. (Ed.). Agroclimatic information for development. Reviving the Green Revolution. Boulder, Colorado, Westview, 83-91.
- LHOMME J.P. et M.ELDIN, 1983 - Agroclimatic study of Jamaïca. IICA-ORSTOM. San José, Costa Rica, 51 p.
- LHOMME J.P. et O.ROJAS, 1983 - Analisis de los riesgos climaticos para la agricultura en el Departamento de La Paz (Bolivia), metodologia y resultados. Costa Rica. IICA-ORSTOM. 43 p.

- LHOMME J.P. et A.AZAEEL, 1984 - Aspects méthodologiques d'une étude agroclimatologique d'Haïti. IICA, Haïti. Poligrafiado. 4p.
- LHOMME J.P. et M.ELDIN, 1985 - Un modèle agroclimatologique de simulation du bilan hydrique des cultures. In : Conference Internationale de la CIID : "Besoins en eau des cultures". INRA, Paris. 841-852.
- ROJAS O. et M.ELDIN, 1983 - Determinacion del potencial agroclimatico para la produccion de cana de azucar (*Saccharum officinarum*, L.) en Costa Rica. Turrialba 33 (1) 1-10.
- ROJAS O. et M.ELDIN, 1983 - Zonification agroecologica para el cultivo de cana de azucar (*Saccharum* spp.) en Costa Rica. Turrialba 33 (2) 151-160.
- ROJAS O., 1985 - Estudio de las condiciones hidricas del Pacifico Norte de Costa Rica. IICA, Série Publicaciones Miscelaneas n°546. San José, Costa Rica, 73 p.

