

MODÉLISATION DU BILAN HYDRIQUE À L'ÉCHELLE DE LA PARCELLE :
APPLICATION AU CAS DU MANIOC DANS LES CONDITIONS ÉDAPHO-
CLIMATIQUES DE ADIOPODOUMÉ

ZELLER B., GOUÉ B., MONTENY B., YAO N'GUETTIA R.

Agronomie - Bioclimatologie

Tout au long de son cycle, la plante est parcourue par un flux d'eau absorbée au niveau des racines et transpirée par les feuilles, en réponse à une demande exercée par l'air non saturé de l'atmosphère. Il s'accomplit ainsi des échanges de vapeur d'eau au niveau de la surface foliaire, par les mêmes voies, mais en sens opposé, à la fixation de gaz carbonique ; les phénomènes de transpiration du végétal et de production de matière sèche sont ainsi intimement liés, ce qui est concrétisé par l'emploi répandu de la notion d'efficience de l'eau pour la production :

$$E = \frac{ETR}{MS} \quad \text{où}$$

ETR (kg) : quantité d'eau évapotranspirée par la culture
MS (kg) : quantité de matière sèche produite
E : efficience hydrique à la production, sur une période de temps choisie.

Si un stress hydrique se produit, c'est à dire si la disponibilité de l'eau est inférieure aux besoins exprimés par la plante, on observe alors une réduction des pertes en eau accompagnée, à plus ou moins long terme, d'une réduction de la production de matière sèche ; bien que l'on ne connaisse pas encore le mode d'action du stress sur la photosynthèse, la caractérisation du régime hydrique du végétal est une étape déjà très utile pour déterminer une situation de contrainte.

facteurs (ou variables explicatives) dont le choix peut éventuellement surprendre la logique. L'intérêt de cette approche est très dépendant de l'abondance de mesures utilisées pour établir les corrélations.

- 2 d'autre part mécaniste (ou déterministe), lorsque le modélisateur, disposant de notions assez précises de la biologie de la plante, propose un scénario décrivant son fonctionnement sous forme d'enchaînement de phénomènes. Il peut alors avoir deux objectifs : soit la simulation, ponctuelle dans le temps, d'un événement dans le but de discuter le poids des différents mécanismes intervenant dans le modèle, et recentrer ainsi les recherches sur les aspects révélés importants ; soit la préduction d'un état dans un but d'application : ceci requiert alors la mise au point du modèle dans toute la gamme de situations envisageables dans son domaine

d'utilisation, de façon à ce que lorsque celui-ci est appliqué dans une situation originale à celle qui ont permis sa mise au point, on puisse affirmer la validité de ses résultats sous prétexte que la situation décrite appartient à celles pour lesquelles le modèle donnait une bonne concordance entre les valeurs calculées et mesurées.

Dans une optique d'application agronomique, nous nous intéressons à ce dernier aspect avec l'objectif de mettre au point un schéma de fonctionnement du couvert à l'échelle de la parcelle ; il doit permettre, à partir de la mesure de paramètres météorologiques tels que le rayonnement, la température, l'humidité de l'air, le vent, et la connaissance du type de sol, de calculer un état hydrique de la culture. L'eau est au centre de nos préoccupations dans la mesure où nous nous intéressons aux situations où elle est facteur limitant ; ceci nous conduit à regarder le fonctionnement de la plante à travers des lunettes qui nous font laisser de côté le rôle de la nutrition minérale ou d'autres facteurs dont l'importance se révélerait en conditions hydriques non limitantes. L'hypothèse est ainsi faite que si l'on parvient à modéliser correctement des situations hydriques variées, alors l'essentiel de la variation des rendements sera pris en compte.

Le schéma adopté est le suivant : l'évapotranspiration réelle (ETR) de la culture (évaporation lorsque les feuilles sont extérieurement mouillées par une pluie ; transpiration lorsqu'elles sont sèches) est la résultante d'une demande climatique (l'évapotranspiration potentielle : ETP) indépendante de la nature du couvert sous-jacent, et de la résistance de celui-ci (R_c) à la satisfaire. Cette résistance est un paramètre analytique qui permet de prendre en compte la diffusion plus ou moins aisée de la vapeur d'eau entre la cavité des stomates (changement de phase de l'eau où a lieu le passage entre liquide à gazeux) et l'extérieur de la culture R_c intègre aussi bien la structure du feuillage (orientation

La modélisation de R_c est donc un moyen de calculer ETR ; son déterminisme fait intervenir des facteurs agissant à une échelle de temps supérieure à la journée (architecture du couvert, IF), mais aussi des facteurs à action quasi-instantanée tel que le rayonnement global, le déficit hydrique de l'air, le potentiel hydrique foliaire (ou tension de l'eau dans la feuille) qui varient à l'échelle horaire. Dans la mesure où il est admis que le stress peut se manifester à ces différentes échelles de temps, la modélisation horaire de R_c est nécessaire.

Les figures (1) et (2) illustrent le rôle de l'humidité de l'air dans le déterminisme de l'ouverture des stomates.

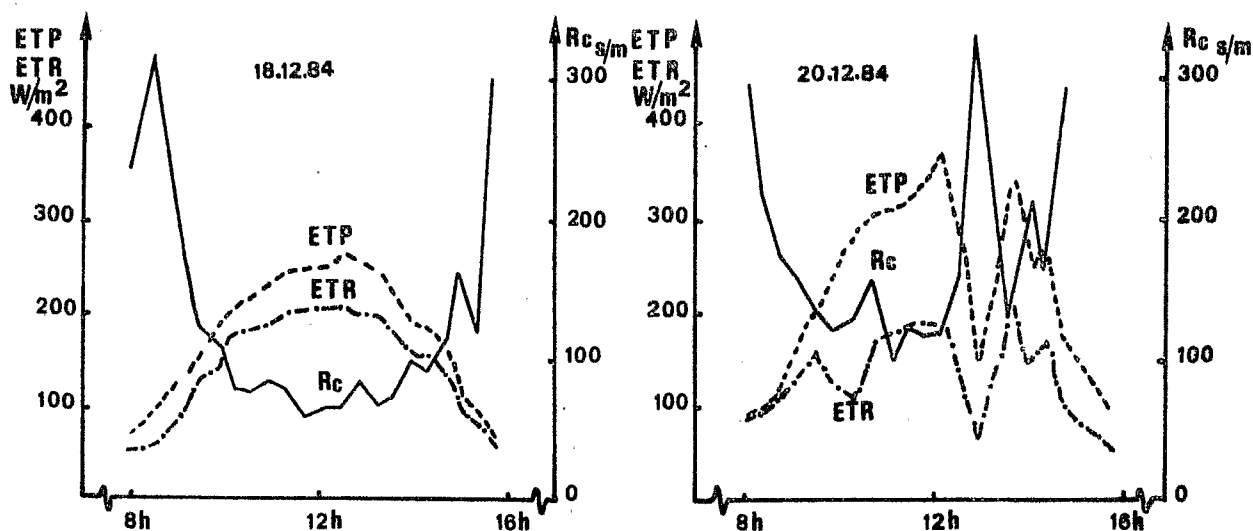


Fig. 1 et 2 : Evolution horaire de la réponse ETR à ETP pour des journées d'humidité relative de l'air variables :

le 18.12.84 : H % = 55

le 20.12.84 : H % = 44

en outre, des passages nuageux (brusque chute de ETP) s'accompagne de la formation des stomates traduite par un accroissement temporaire de R_c .

La réduction de ETR au cours d'un stress hydrique résulte de la réduction de la surface évapotranspirante (IF) et (ou) de la réduction de l'évapotranspiration de la surface ; cette dernière provient d'une modification des lois de réponse des stomates à l'environnement externe ou interne de la feuille, ou à une modification de son état interne. Le diagramme (I) décrit le mode d'action envisagé du stress sur ETR :

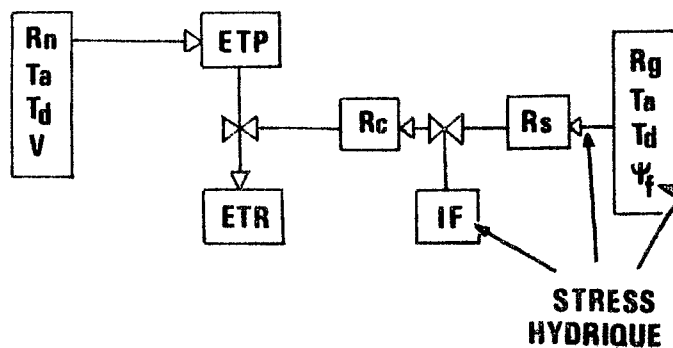


Diagramme (I) : Proposition du mode d'action du stress hydrique :
 au niveau du développement de l'indice foliaire (IF) ; au niveau du déterminisme
 des stomates (R_s) ; au niveau de l'état de l'eau dans la feuille (Ψ_F).

R_n : rayonnement

R_g : rayonnement global

T_a : température de l'air

T_d : température de rosée de l'air

V : vitesse du vent

ETP : évapotranspiration potentielle

ETR : évapotranspiration réelle du
 couvert

R_c : résistance globale du couvert

R_s : résistance de l'unité de surface du
 couvert

$$(R_c = R_s / IF)$$

Ψ_F : potentiel hydrique foliaire

METHODOLOGIE APPLIQUEE

L'objectif latent est la modélisation biochimique de la résis-