

D.P. ✓

DONNÉES PRÉLIMINAIRES SUR LA TRANSPIRATION DU RIZ PLUVIAL, VARIÉTÉ IRAT 13, SOUMIS À UNE CARENCE HYDRIQUE

par D. PICARD*, Ph. COUCHAT** et P. MOUTONNET**

* Antenne ORSTOM, CEN Cadarache, BP 1, 13115 Saint-Paul-Lez-Durance, France*** et

** Département de Biologie, Service de Radioagronomie, CEN Cadarache, BP 1,
13115 Saint-Paul-Lez-Durance, France

MOTS-CLÉ

Riz pluvial Transpiration Carence hydrique Potentiel hydrique du sol

SUMMARY

The transpiration of a rice plant, variety IRAT 13, grown in a controlled environment, was investigated by means of a continuous record of the difference between the rate of water vapour in the air admitted in the growth cabinet and that in the air issued from it. The plant was submitted to water stress by stopping the irrigation to the soil in which the plant was grown.

The plant reacted rapidly to the stress settlement, though the soil water potential was still high: on the one hand, the mean diurnal and nocturnal transpiration values, which increased linearly with time, became to decrease linearly. On the other hand, the transpiration cycles, over 24 h periods, became distorted, likely in relation with the rate of the nocturnal rehydration of the plant.

INTRODUCTION

En Côte d'Ivoire, comme dans beaucoup de régions où se pratique la culture du riz pluvial, la fréquence d'épisodes secs durant le cycle de végétation est élevée³: au cours de ces périodes, les horizons du sol se dessèchent plus ou moins fortement, ce qui entraîne des effets sur le métabolisme de la plante, notamment la transpiration.

L'étude de ces effets a été entreprise en conditions contrôlées à l'aide d'un dispositif permettant de suivre en continu la transpiration de la plante, dont l'évolution à une échelle de temps inférieure à la journée est très mal connue¹. Les premiers résultats portent sur la variété IRAT 13, qui présente une bonne résistance à la sécheresse⁷.

*** Adresse actuelle: INRA, Station d'Agronomie, 28, rue de Herrlisheim, 68000 COLMAR, France.

DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Le dispositif utilisé a déjà été décrit par ailleurs⁵.

La plante de riz est cultivée depuis la germination dans un pot de culture rempli de sol sur 20 cm de haut (2,125 kg de terre argilo-limono-sableuse enrichie en terreau; densité apparente: 1,30) placé en phytotron, en conditions constantes, jusqu'à la période des mesures.

Le pot de culture est alors raccordé de façon étanche à une enceinte constituée par une cloche en verre à double paroi dans laquelle circule de l'eau à température contrôlée pour maintenir dans l'enceinte une température de $25 \pm 0,2^\circ\text{C}$. Son volume intérieur est de 7 l.

L'air admis dans la cellule est lui-même conditionné en température et teneur en vapeur d'eau à $25 \pm 0,2^\circ\text{C}$ et $60 \pm 3\%$ d'humidité relative. Le débit d'air à l'entrée dans la cellule est d'environ 420 l h^{-1} soit un renouvellement de l'atmosphère par minute.

L'air à la sortie de l'enceinte est enrichi en vapeur d'eau par la transpiration de la plante. Son humidité est en permanence comparée à celle de l'air d'entrée grâce à un analyseur de vapeur d'eau différentiel à infra-rouge couplé à un enregistreur.

L'éclairage est fourni par une lampe à vapeur de mercure de 1000 watts qui procure environ 15 000 lux à la partie supérieure du feuillage. La photopériode est de 12 h.

Les apports d'eau au sol sont mesurés à l'aide d'une burette graduée. Le potentiel hydrique du sol est suivi par des tensiomètres couplés à des capteurs de tension et à un enregistreur, mis en place à 2,5; 7,5; 12,5 et 17,5 cm de la surface du sol, à partir du 11e jour.

Les mesures ont porté sur une plante âgée de 30 jours en début d'essai et ont duré 21 jours. La plante a été alimentée en eau de façon à maintenir le potentiel hydrique du sol au dessus de -200 mbars jusqu'au 14e jour inclus, puis l'irrigation a été arrêtée de sorte que le sol s'est desséché progressivement jusqu'à l'arrêt de l'expérience.

Au cours de l'essai, la date d'apparition de chaque nouvel organe (talle, feuille) a été notée et les feuilles planimétrées individuellement en fin d'essai.

RESULTATS ET DISCUSSION

Les transpirations moyennes diurne et nocturne (Fig. 1) augmentent de façon linéaire avec le temps, passent par un maximum le lendemain de la dernière irrigation, atteignant alors respectivement $2,27$ et $0,92 \text{ g h}^{-1}$, puis décroissent.

Les équations des différentes droites d'ajustement sont les suivantes, x étant exprimé en jours et \hat{y} en g h^{-1} :

$$\text{transpiration diurne avant le stress } \hat{y} = 0,088 x + 0,915 \quad r = 0,94^{**}$$

$$\text{transpiration diurne après le stress } \hat{y} = -0,030 x + 2,405 \quad r = -0,91^{**}$$

$$\text{transpiration nocturne avant le stress } \hat{y} = 0,045 x + 0,270 \quad r = 0,95^{**}$$

$$\text{transpiration nocturne après le stress } \hat{y} = -0,069 x + 1,947 \quad r = -0,97^{**}$$

Que la relation transpiration/temps soit linéaire n'est pas surprenant, l'expérience ayant porté sur un petit nombre de jours durant lesquels la portion de la courbe sigmoïde classique peut être assimilée à une droite.

Ces valeurs moyennes, rapportées à la journée et converties en mm j^{-1} sont à rapprocher de celles estimées pour l'ETM du riz pluvial en conditions naturelles: de $2,0$ à $4,4 \text{ mm j}^{-1}$, contre $3,7 \text{ mm j}^{-1}$ aux mêmes âges⁷.

Compte tenu de la croissance plus lente du riz dans les conditions expérimenta-

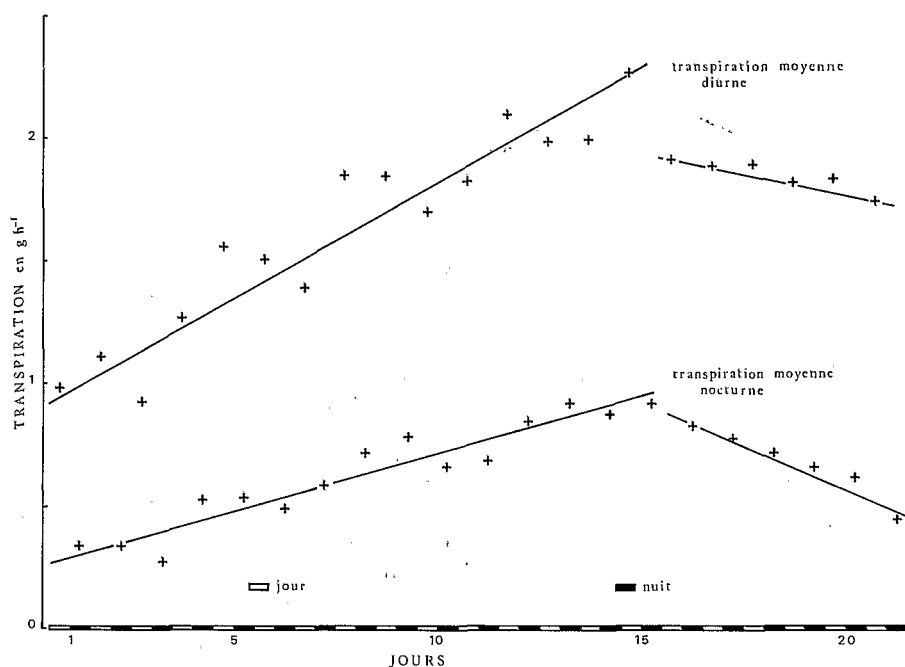


Fig. 1. Evolution des transpirations moyennes diurne et nocturne.

les, on peut donc considérer que l'évapotranspiration avec une alimentation hydrique non limitante est voisine de celle au champ.

La réaction de la plante à l'arrêt de l'irrigation est très rapide: 24 h après le dernier apport d'eau, la transpiration est élevée, mais elle baisse très brusquement le 16e jour et, apparemment, les droites d'ajustement concernant la transpiration moyenne diurne avant et après arrêt de l'irrigation ne se raccordent pas. Cependant la dispersion des points autour de la droite d'ajustement pour la transpiration moyenne diurne avant le stress ne permet pas de dire si ce non raccordement est significatif.

Le potentiel hydrique du sol, voisin de -100 mbars après la dernière irrigation (Fig. 2), diminue ensuite et atteint -900 mbars 7 jours après. Il est encore de -270 mbars le 16e jour, alors que la transpiration a déjà baissé.

La vitesse de réaction de la plante traduit bien l'importance que peuvent avoir des épisodes secs de courte durée sur la régulation stomatique et, par là, la photosynthèse et le rendement, même pour une plante réputée résistante à la sécheresse.

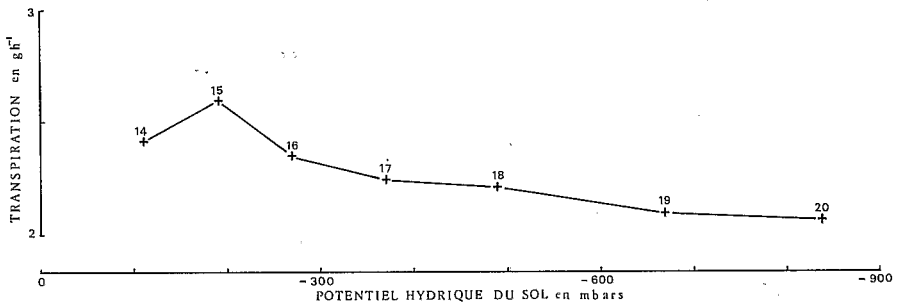


Fig. 2. Evolutions comparées de la transpiration et du potentiel hydrique moyen du sol, à l'extinction de la lumière, du 14e au 20e jour de l'expérience, après arrêt des irrigations. 17: rang du jour.

D'ailleurs, Alvarez et de Datta² ont montré que si une culture est conduite entièrement à un potentiel hydrique du sol voisin de -330 mbars, la croissance et le rendement en grains étaient affectés, comparés à ceux obtenus pour un potentiel hydrique du sol nul, plus ou moins gravement selon les variétés.

L'établissement du stress se traduit, à l'échelle de la journée, par une transformation des courbes de transpiration en fonction du temps (Fig. 3):

- aux potentiels hydriques du sol supérieurs à -200 mbars, la transpiration reste sensiblement constante durant toute la journée;
- lorsque le potentiel décroît de -200 à -700 mbars environ, la transpiration passe par un maximum environ une heure après l'éclairement, puis diminue, d'abord rapidement jusqu'au milieu de la journée, puis beaucoup plus lentement jusqu'à l'extinction (jours 16 à 20);
- enfin, lorsque le potentiel continue à décroître, de -700 à -900 mbars (21e et 22e jours), la transpiration passe par son maximum 30 mn seulement après l'éclairement, puis chute très vite en l'espace d'une heure, enfin diminue beaucoup plus lentement jusqu'à l'extinction.

Si l'on compare ces courbes à celles obtenues par Aho *et al*¹, sur *Sinapsis alba* et *Triticum sativum*, on constate l'absence de ce que ces auteurs ont appelé la phase oscillatoire et qui correspond à une augmentation du flux transpiratoire jusqu'à des valeurs sus-optimales. Dans notre expérience, on n'observe en effet jamais, durant la période de stress, d'augmentation de transpiration dans la journée, au-delà de la phase d'ouverture stomatique liée à l'éclairement. Une telle augmentation ne se produit d'ailleurs qu'une seule fois, le 14e jour, où est effectuée la dernière irrigation.

Les différences observées peuvent s'expliquer par les conditions expérimenta-

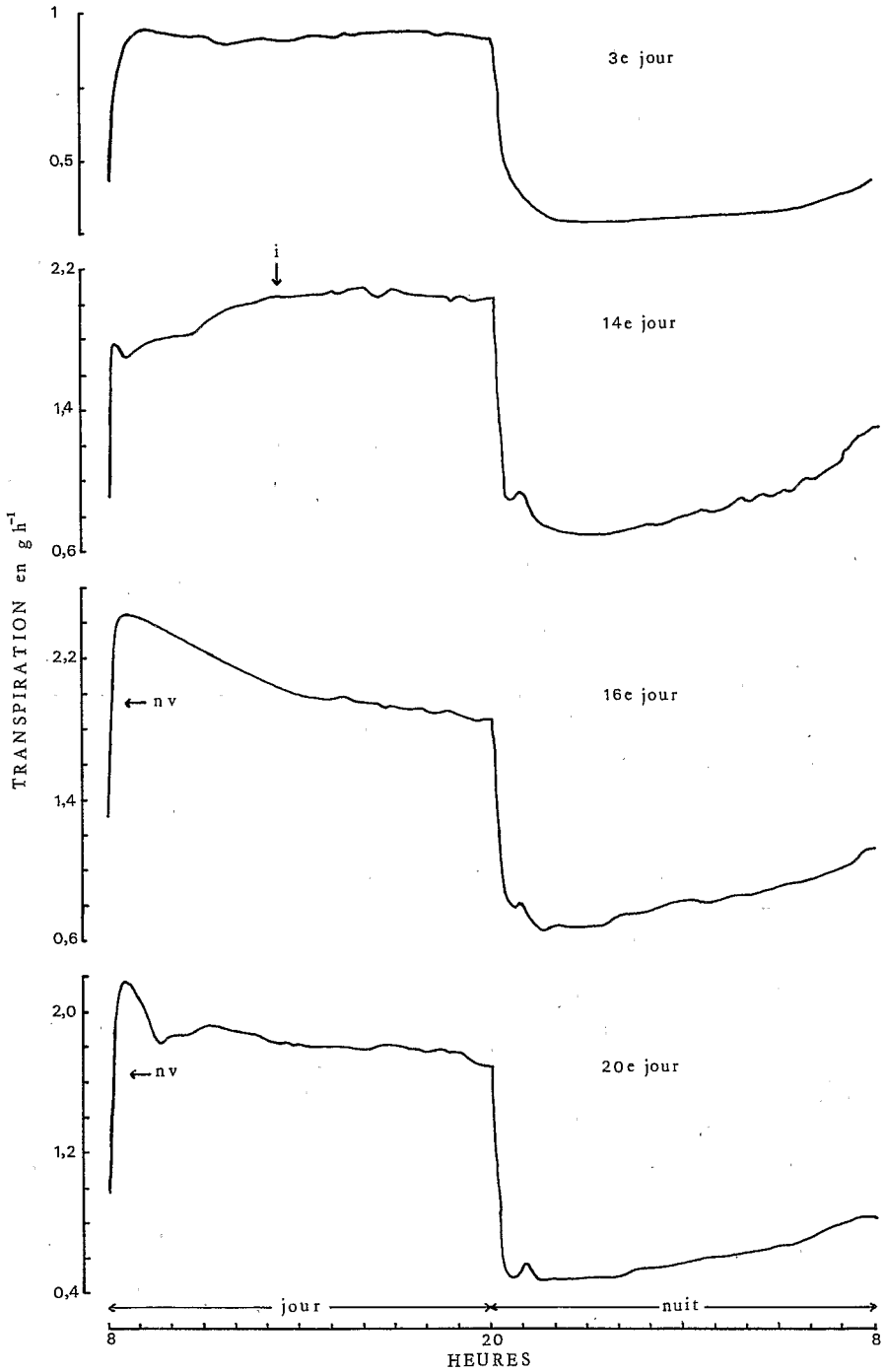


Fig. 3. Cycles de variation de la transpiration en 24 h selon l'intensité du stress hydrique.

i: irrigation (la dernière effectuée).

nv: niveau atteint par la transpiration la veille à l'extinction.

les: dans le cas présent, la quantité de sol disponible pour la plante est plus importante, le niveau de transpiration moyen à l'établissement du stress est moins élevé, enfin, la photopériode moins longue. Par conséquent, l'existence de la phase dite oscillatoire serait essentiellement due aux conditions de stress plus intense dans les essais de Aho *et al*¹.

Toujours dans le cas présent, la transpiration relativement élevée observée après l'éclairement serait liée au fort potentiel hydrique foliaire après réhydratation de la plante en phase nocturne. La phase d'ajustement de la transpiration à l'absorption d'eau par la régulation stomatique, qui correspond à la période de chute rapide de la transpiration, serait d'autant plus courte que la réhydratation nocturne serait plus réduite, au fur et à mesure du dessèchement du sol: ceci expliquerait qu'elle dure 6 h (de 8 h à 14 h) le 16e jour et seulement 1 h (de 8 h 30 à 9 h 30) le 20e jour (Fig. 3).

La transpiration moyenne est affectée par l'assèchement du sol comme la transpiration moyenne diurne. Mais la remontée durant la nuit, phénomène caractéristique de la variété IRAT 13⁵, ne semble pas varier: le rapport entre la transpiration à l'éclairement et la transpiration au minimum nocturne est en moyenne de 1,8 aussi bien durant les 14 premiers jours que durant les 7 derniers jours, et la forme des courbes transpiration/temps ne paraît pas modifiée pendant cette partie du cycle.

A partir des observations sur les dates d'apparition des feuilles et de la mesure des surfaces foliaires à l'issu de l'essai, on peut connaître approximativement la surface foliaire totale de la plante à un moment donné et en déduire une estimation des résistances à la diffusion de la vapeur d'eau au niveau des feuilles et de la couche limite par la formule:

$$\frac{1}{Ra + Rs} = \frac{T}{S(1 - Hr)\rho v}$$

où Ra et Rs sont respectivement les résistances à la diffusion de la vapeur d'eau dans la couche limite et au niveau des stomates, en s cm⁻¹, T est la transpiration en mg s⁻¹, S est la surface foliaire, en cm², Hr est l'humidité relative dans l'enceinte, en %, enfin, ρv est la teneur en vapeur d'eau à saturation à la température de la cellule, en mg cm⁻³.

Cette formule suppose que la température des feuilles soit identique à celle de l'air ambiant, approximation que l'on admettra.

Les valeurs de résistance ainsi obtenues (Tableau 1) paraissent faibles par rapport à celles signalées par l'IRRI⁴: de 3,5 à 3,9 s cm⁻¹ en l'absence de stress hydrique; de 6,9 à 12,4 s cm⁻¹ en période de stress. Il est vrai que l'intensité du

Tableau 1. Estimation des résistances à la diffusion de la vapeur d'eau des stomates et dans la couche limite, en $s\ cm^{-1}$.

	Jour			
	2e	14e	15e	21e
Jour	0,57	0,71	0,37	1,60
Nuit	3,30	3,96	4,25	11,79

stress dans le cas présent, appréciée par le potentiel hydrique du sol, est inférieure à celle des expériences de l'IRRI où ce dernier était descendu à $-6,5$ bars.

CONCLUSION

De ces expériences préliminaires effectuées sur IRAT 13, il apparaît que la transpiration de la plante réagit très rapidement à une baisse du potentiel hydrique de l'eau du sol. Cette réaction se traduit, au niveau des transpirations moyennes diurne et nocturne, par une diminution linéaire en fonction du temps. D'autre part, les courbes de variations de la transpiration instantanée à l'échelle de la journée évoluent, vraisemblablement en liaison avec le degré de réhydratation nocturne de la plante.

REMERCIEMENTS

Nous remercions Monsieur Jacquot, de l'IRAT, d'avoir bien voulu nous fournir les semences.

Reçu le 22 Novembre 1979. Révisé Mars 1980

BIBLIOGRAPHIE

- 1 Aho, N., Daudet, F. A. et Vartanian, N. 1977 Régime transitoire de transpiration au cours de l'installation progressive d'une carence hydrique. C. R. Acad. Sc. Paris 285 (D), 159-162.
- 2 Alvarez, E. I. et De Datta, S. K. 1977 Automatic feed back control to maintain constant soil moisture tension in the study of drought tolerance in rice. Soil Sc. Soc. Am. J. 41, 452-454.
- 3 Gigou, J. 1973 Etude de la pluviosité en Côte d'Ivoire. Application à la riziculture pluviale. Agron. Trop. 28, 858-875.
- 4 International Rice Research Institute 1973 Screening test for drought resistance. IRRI Annu. Rep. 1972, pp. 212-215.
- 5 Picard, D., Couchat, Ph. et Moutonnet, P. 1980 Particularité du cycle nyctéméral de transpiration de la variété de riz pluvial IRAT 13 comparé à celui de Morobérékan. *A paraître in Pl. Soil.*

