



Incidence de l'eau sur la culture de la canne

Pour obtenir un développement satisfaisant, avec la chaleur et la lumière, la culture de canne à sucre a besoin d'eau (figures 1 et 2). De nombreuses études ont mis en évidence la relation entre sa vitesse de croissance et la disponibilité

de l'eau dans le sol, à tel point que l'observation d'une canne à la récolte peut permettre de repérer des entre-nœuds plus courts qui, à la manière des cernes des arbres, renseignent sur le régime pluviométrique de l'année (YATES, 1998).

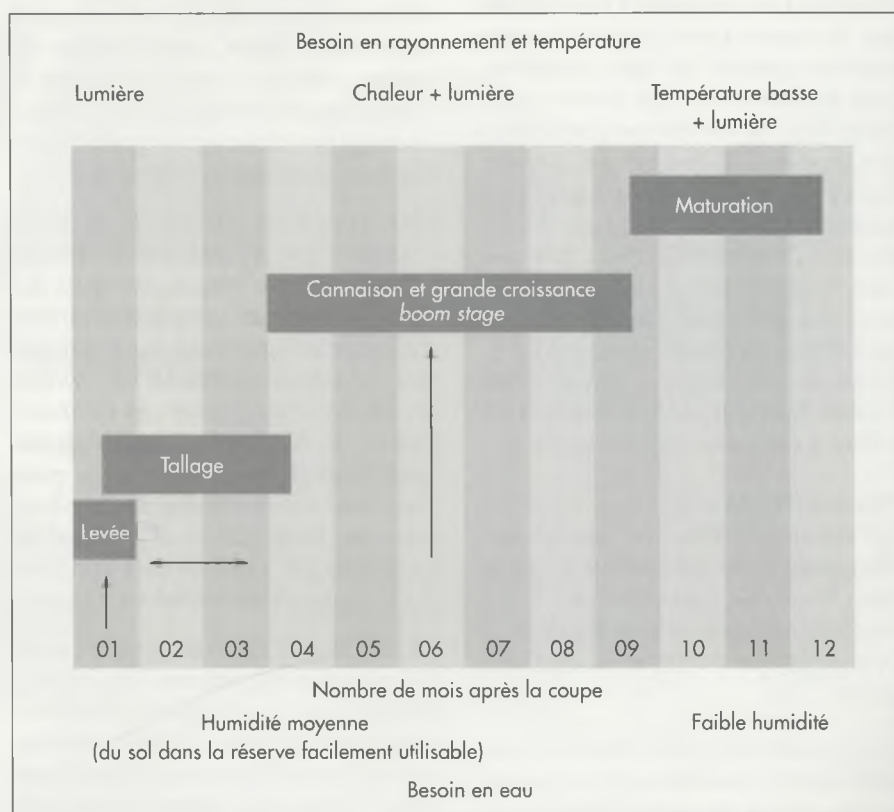


Figure 1. Les principaux besoins de la canne au cours de son cycle (adapté de DEVANNE, 1987).

L'installation de la culture doit impérativement éviter les températures trop basses (inférieures à 10 °C) ou trop élevées (50 °C), l'optimum souhaitable est de 30 °C. Chez la canne à sucre, comme pour beaucoup d'autres plantes, l'évolution entre les différents stades est liée à une somme de température. Ainsi, la fin du tallage correspond à 1 200 à 1 300 degrés jours calculés sur la base de 12 °C. A ce stade, le sol est totalement couvert par la plante. Ensuite, pendant la phase de grande croissance, la satisfaction des besoins en eau et en température est primordiale : la consommation en eau de la canne à sucre peut alors atteindre 10 mm / jour, voire plus dans certains cas (MARTINE, 1999).

R. GAUDIN

Cirad-ca, avenue Agropolis,
34398 Montpellier Cedex 5, France
gaudin@ensam.inra.fr

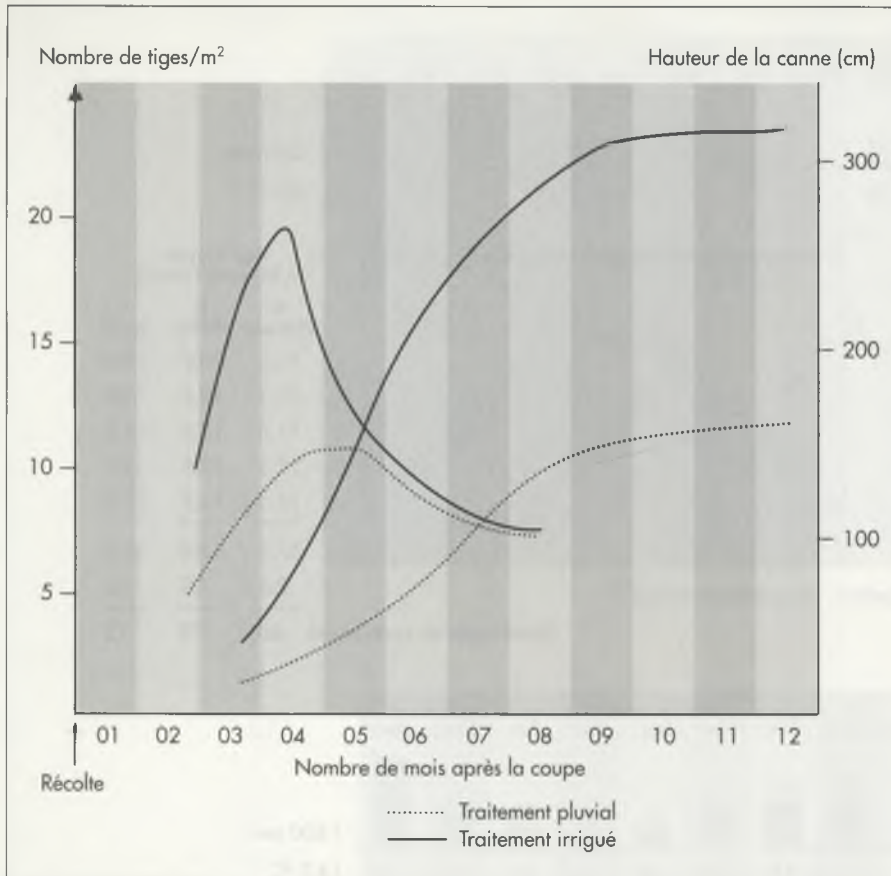


Figure 2. Tallage et élévation de la canne au cours du cycle d'une repousse (LANGELLIER, 1990). Les données ont été collectées à la Réunion, station de Ligne Paradis, pluviométrie annuelle de 1 000 mm, altitude de 180 m.

La relation entre l'eau et la canne intègre plusieurs éléments comme le calendrier agricole et le climat, la nature physiologique de cette graminée, son mode de croissance et le type d'approvisionnement en eau.

Le calendrier agricole, conditionné par le climat

L'exploitant adapte le calendrier agricole¹ au climat en jouant sur les cycles, et par un recours éventuel à l'irrigation. Deux exemples de schéma de cycle (FAUCONNIER, 1986)

1. Période allant pour une canne vierge de la plantation à la récolte, puis pour une repousse de cette récolte jusqu'à la prochaine.

montrent la souplesse de la plante, puisque l'âge à la récolte peut varier de 11 à 27 mois (figure 3). Signalons qu'on pratique à Hawaï la culture de canne de 24 mois, replantée après chaque récolte. Le cycle annuel est généralement d'environ 12 mois, mais il peut, pour les cannes vierges, aller jusqu'à 17 mois. Pour comparer des récoltes de canne ou des productions de sucre entre des sites différents, il est donc indispensable de rapporter les résultats au nombre de mois de la culture.

La canne à sucre, graminée tropicale

Le tallage

Comme graminée, la canne à sucre se développe par le tallage. Au sein d'une touffe, les tiges primaires,

secondaires et tertiaires n'ont pas le même âge. Une tige primaire va entamer la phase de grande croissance avant une tige secondaire, elle-même avant une tige tertiaire. Il en résulte un certain décalage dans le déploiement des entre-nœuds, qui doit être pris en compte dans les études de croissance (LINGLE, 1999).

Bien avant la maturité, la densité des tiges régresse puis se stabilise (7 tiges/m² pour la variété R570, 12 tiges/m² pour la variété NCo376), de façon assez indépendante de l'alimentation en eau (figure 2) et de la densité de plantation. Le tallage n'est donc pas une phase critique vis-à-vis de l'eau.

Photosynthèse en C₄

La canne à sucre a une photosynthèse de type C₄ car le produit formé après la fixation du gaz carbonique a 4 atomes de carbone (oxalo-acétate) (HATCH et SLACK, 1966). Cette réaction catalysée par la phospho-énolpyruvate carboxylase (PEPC) se déroule dans les cellules du mésophylle. Le gaz carbonique, CO₂, est ensuite repris par l'enzyme classique de la photosynthèse, la ribulose biphosphate carboxylase oxygénase (RUBISCO), dans des cellules qui entourent les vaisseaux conducteurs de sève. Les chloroplastes des deux types de cellules ont des caractéristiques qui permettent cette division du mécanisme de la photosynthèse.

L'intérêt de ce mécanisme est de concentrer le CO₂ au voisinage de la RUBISCO et ainsi de limiter considérablement une réaction concurrente de la photosynthèse, la photorespiration. La photosynthèse peut aussi continuer à fonctionner lorsque la teneur interne en CO₂ est très faible. Pour un même degré d'ouverture stomatique, la photosynthèse de type C₄ est donc plus efficace que la photosynthèse classique de type C₃. Ceci a une influence très forte sur l'efficacité de l'eau : pour 1 kg d'eau transpirée, une plante en C₄ fixe 2 à 5 g de CO₂ alors qu'une plante en C₃ en fixe 1 à 3 g (LEEGOOD, 1993).

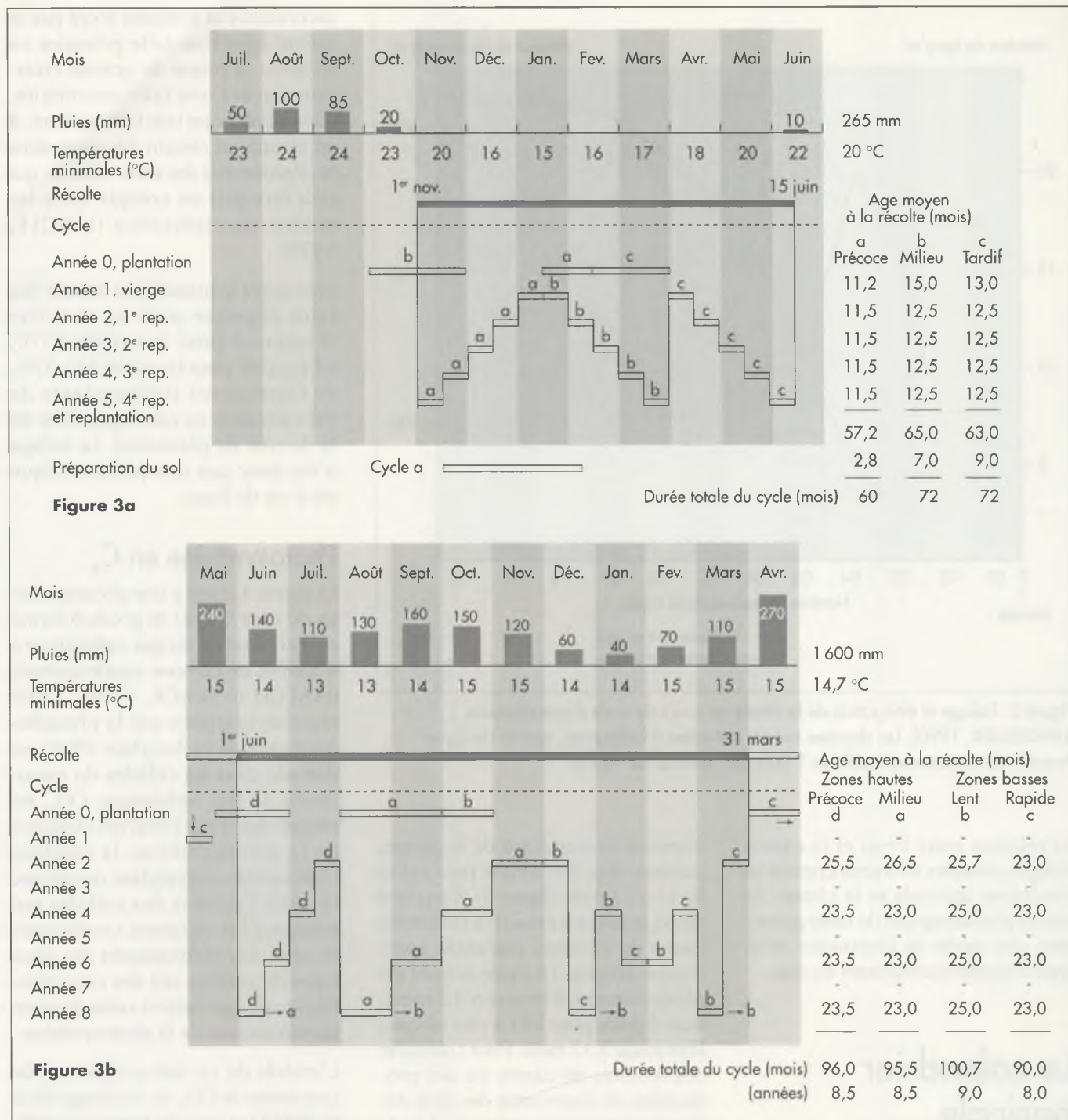
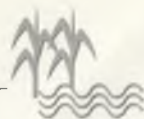


Figure 3. Deux situations contrastées, avec un âge moyen de la canne à la récolte de 12 mois en culture irriguée et de 24 mois en culture pluviale (d'après FAUCONNIER, 1986).

Figure 3a. A Richard-Toll, Sénégal, latitude 16,5° nord, culture irriguée avec trois groupes de variétés : précoces (a), de mi-saison (b), tardives (c).

Figure 3b. A Nzoia, Kenya (latitude 0,5° nord), culture pluviale : les cannes (b) et (c) sont cultivées en zones basses, très sujettes à un excès d'eau, et les cannes (a) et (d) en zones hautes.

A Richard-Toll, la culture est impossible en pluvial. Le besoin en eau d'irrigation dépend du calage du cycle, possible sur plus de la moitié de l'année. Ce besoin est le plus important pour les cannes coupées en novembre, car la saison des pluies est alors décalée par rapport à la phase de grande croissance, il dépasse 2 000 mm, sans tenir compte de l'efficacité du système d'irrigation, ni du besoin de drainage pour entraîner les sels.

Croissance et alimentation en eau

La canne valorise bien les forts éclaircissements (LARCHER, 1995) et les températures élevées (MARTINE *et al.*, 1999). Grâce à son mode de croissance (la tige est une succession de nœuds et d'entre-nœuds), elle est en mesure de faire face à une situation où la disponibilité de l'eau n'est pas optimale. Lorsque les racines ne parviennent plus à satisfaire les

besoins en eau de la plante, la turgescence cellulaire des tissus diminue ; pour les cellules des jeunes feuilles ou du fouet foliaire, cela engendre une pression moindre sur les parois et donc un allongement plus faible. La croissance s'arrête, bien que la plante ait pu atteindre temporairement un nouvel équilibre hydrique en fermant ses stomates. Un niveau convenable de consommation en eau doit donc être assuré pour obtenir une bonne croissance de la plante. A cet égard, la phase de grande croissance constitue la phase critique de la culture.

La mise au point d'un modèle de croissance de la plante qui intègre le facteur hydrique constitue une voie prometteuse de recherche (MARTINE, 1999).

La phase de maturation : l'évolution des besoins

La maturation intervient après la longue phase de croissance végétative (300 jours environ pour une canne récoltée à un an), qui détermine le tonnage de cannes.

La phase de maturation se caractérise par une inversion des besoins par rapport à la phase de grande croissance. L'accumulation maximale de sucres dans les cannes est associée à la phase de maturation durant laquelle la croissance est très ralentie et la canne « mûrit » (transformation du fructose et du glucose en saccharose). La maturation est favorisée par l'un des facteurs qui induisent une réduction de croissance : disponibilité réduite de l'eau ou de l'azote, basse température ou forte amplitude thermique. Sur l'exploitation, la réussite de la maturation dépend du choix variétal (cannes de début de campagne, cannes de fin de campagne) et de l'efficacité du sevrage. Les caractéristiques hydriques du sol sont à prendre en compte. L'emploi

de « maturateurs » chimiques est intéressant lorsque le rationnement en eau n'est pas possible. Il faut aussi éviter la surmaturation qui correspond à une remobilisation du saccharose pour un nouveau départ en végétation.

Le rationnement de l'irrigation est le moyen le plus direct pour viser un contrôle de l'alimentation en eau en phase de maturation. L'arrosage est souvent suspendu un à deux mois avant la récolte, et la canne puise dans les réserves en eau du sol. Celles-ci peuvent être très importantes, car la culture est alors enracinée très profondément — à plusieurs mètres en situation favorable. La bonne gestion de ces réserves profondes, avec notamment la prise en compte de leur renouvellement éventuel par remontée capillaire, permet de faire des économies d'eau et de réussir la maturation.

Disponibilité en eau pour la canne

De façon schématique, la canne peut satisfaire ses besoins en eau à travers les précipitations, les pluies complétées par l'alimentation en eau par une nappe, ou par l'irrigation.

Les précipitations

Les pays proches de l'équateur à courte saison sèche (République démocratique du Congo, Congo, Gabon) ou les régions avec du relief (Nicaragua, Réunion, Australie, Hawaï) pratiquent la culture pluviale. YATES et TAYLOR (1988) estiment que 1 200 mm de précipitations sont indispensables dans l'année. A titre indicatif, 1 500 mm bien répartis peuvent assurer un rendement de 100 t de cannes à l'hectare (FAUCONNIER, 1991).

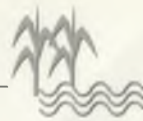
Les précipitations complétées par les apports d'une nappe

Ce type de culture est prépondérant en Louisiane, en Floride, au Surinam, et dans l'ouest de Taïwan (FAGERIA *et al.*, 1997). Il se rencontre localement ailleurs, comme dans la plaine de la Mahavavy au nord de Madagascar. Si le niveau de la nappe fluctue au cours de l'année, cette variation détermine alors en grande partie le calendrier agricole, puisqu'il faut concilier une alimentation en eau convenable de la plante grâce au phénomène de remontée capillaire (nappe pas trop basse en replantation et en début de repousse) et une accessibilité aux parcelles (nappe pas trop haute à la coupe en raison du risque d'enlèvement des engins de récolte).

Les précipitations complétées par l'irrigation

Des cultures de canne sont conduites avec les pluies complétées par l'irrigation, voire l'irrigation quasi exclusive, notamment au Soudan et au Sénégal. L'irrigation permet de s'affranchir du risque pluviométrique et d'assurer une récolte à peu près constante d'année en année et au cours de la campagne de coupe. L'usine qui traite la canne peut tourner à un rythme régulier. La pratique de l'irrigation est fréquente à la Réunion, à l'île Maurice, sur les périmètres sucriers africains de la zone sahélienne à la zone soudanienne (Côte d'Ivoire, Sénégal, Mali, Burkina-Faso) et dans bien d'autres régions du monde (Australie, Inde, Madagascar, etc.).

Cet inventaire n'épuise pas la problématique de l'eau et la canne. La canne irriguée et récoltée chaque année représente la situation la plus courante, celle où le planteur maîtrise au mieux sa production. Ce numéro de la revue *Agriculture et développement* aborde les questions posées par cette culture et les solutions apportées.



Bibliographie

DEVANNE E., 1987. Effets du sevrage en eau pendant les derniers mois de culture sur le rendement et la richesse de la canne à sucre à la Réunion. Rapport, Irat Réunion, 41 p.

FAGERIA N.K., BALIGAR J.C., JONES C.A., 1997. Growth and mineral nutrition of field crops. Marcel Dekker, New York, Etats-Unis, 624 p.

FAUCONNIER R., 1986. Quelques utilisations de bons schémas de cycles en culture de canne à sucre. L'Agron. Trop. 41 (2) : 110-118.

FAUCONNIER R., 1991. La canne à sucre. Le technicien d'agriculture tropicale, numéro 17, Maisonneuve et Larose, Paris, France, 165 p.

HATCH M.D., SLACK C.R., 1966. Photosynthesis by sugarcane leaves. A new carboxylation reaction and the pathway of sugar formation. Biochem. J. 101 : 103-111.

LANGELLIER P., 1990. Etude de la variabilité multilocale de la croissance de la canne à sucre à la Réunion. Ses conséquences sur le rendement. Application à la zone des périmètres irrigués de l'ouest et du sud. Cirad Réunion, 15 p.

LARCHER W., 1995. Physiological plant ecology. Springer, Berlin, Allemagne, 506 p.

LEEGOOD R.C., 1993. Carbon dioxide-concentrating mechanisms. In Plant biochemistry and molecular biology, LEA P.J., LEEGOOD R.C. (éditeurs), John Wiley and Sons, Chichester, Royaume-Uni, p. 47-72.

LINGLE S.E., 1999. Sugarcane. In Crop Yield. Physiology and Processes, SMITH D.L.,

HAMEL C. (éditeurs), Springer, Berlin, Allemagne, p. 287-310.

MARTINE J.-F., 1999. Croissance de la canne et stress hydrique : les apports d'un modèle plante. Agriculture et développement, 24 : 21-28.

MARTINE J.-F., SIBAND P., BONHOMME R., 1999. Simulation of the maximum yield of sugar cane at different altitudes : effect of temperature on the conversion of radiation into biomass. Agronomie 19 : 3-12.

YATES R.A., 1998. Growth analysis as a diagnostic tool for sugarcane. Sugar Cane 4 : 3-12.

YATES R.A., TAYLOR R.D., 1988. Water use efficiencies in relation to sugar cane yields. Sugar Cane 1 : 6-10.

Résumé...Abstract...Resumen

R. GAUDIN — Incidence de l'eau sur la culture de la canne.

Cultivée pour le sucre qu'elle accumule dans les tiges, la canne est, selon le climat, exploitée en culture pluviale ou irriguée. La pratique de l'arrosage permet théoriquement la maîtrise du calendrier agricole (ajustement du cycle, coupe à 12 mois) tout en assurant la satisfaction des besoins en eau de la plante dans la phase dite de « grande croissance » (entre 4 et 9 mois). Un rationnement important en eau au cours de cette phase se traduit par une chute de rendement. Il ne pourrait être rattrapé que par un allongement de la durée du cycle, sous réserve que la chaleur soit au rendez-vous. Cette souplesse biologique s'explique par le mode de croissance de la plante et sa photosynthèse de type C₄. La pratique de l'irrigation permet de viser une croissance maximale et ainsi de régulariser le rendement, quand les autres modes d'approvisionnement en eau (pluies, nappe) sont insuffisants ou irréguliers. Des précautions particulières doivent être prises pour la maturation, phase qui se caractérise par une inversion des besoins (en eau, en azote, en chaleur) par rapport à la phase de grande croissance. A ce niveau, le bon ajustement du cycle et le contrôle de l'état hydrique du sol sont les clés de la réussite.

Mots-clés : *Saccharum officinarum*, photosynthèse en C₄, besoin en eau, maturation.

R. GAUDIN — Impact of water supply on sugarcane cultivation.

Sugarcane is grown for the sugar contained in its stem, and depending on the climate, can be a rainfed or irrigated crop. Watering can theoretically be used to control the agricultural calendar (adjusting the cycle, cutting after 12 months), while satisfying plant water requirements during the so-called "main growth" phase (between four and nine months). Marked water rationing at this stage results in reduced yields, and the only way to make up the shortfall is to extend the cycle, provided the weather is warm enough. This biological flexibility is due to the way the plant grows and to its C₄ type photosynthesis. Irrigation can be used to ensure maximum growth and stable yields when other sources of supply (rainfall, water table) are insufficient or inconsistent. Particular care has to be taken during ripening, when requirements (water, nitrogen and heat) are reversed in relation to the main growth stage. Effective adjustment of the cycle and close control of soil water content are the key to success at this stage.

Keywords: *Saccharum officinarum*, C₄ photosynthesis, water requirements, ripening

R. GAUDIN — Incidencia del agua en el cultivo de la caña.

Cultivada por el azúcar que acumula en su tallo, la caña se cultiva, en función del clima, en secano o regadío. Teóricamente, el riego permite el control del calendario agrícola (ajuste del ciclo, corte a 12 meses) garantizando la satisfacción de los requerimientos hídricos de la planta en la fase llamada "de gran crecimiento" (entre 4 y 9 meses). Un racionamiento importante del agua durante esta fase acarrea una disminución del rendimiento. Sólo podría recuperarse mediante una prolongación de la duración del ciclo, siempre y cuando venga el calor. Esta flexibilidad biológica se explica por el modo de crecimiento de la planta y su fotosíntesis de tipo C₄. La práctica del regadío permite esperar un crecimiento máximo y, de esta forma, regularizar el rendimiento cuando los demás modos de abastecimiento hídrico (lluvias, capas de agua) son insuficientes o irregulares. Deben tomarse una serie de precauciones particulares para la maduración, fase caracterizada por la inversión de requerimientos (en agua, nitrógeno, calor) respecto de la fase de gran crecimiento. En este nivel, el adecuado ajuste del ciclo y el control del estado hídrico del suelo son las bases del éxito.

Palabras clave : *Saccharum officinarum*, fotosíntesis C₄, requerimientos hídricos, maduración.