

Aperçu des problèmes de bioclimatologie traités au Congrès international d'Horticulture de Tel-Aviv

par B. AUBERT

Institut français de Recherches fruitières Outre-Mer

L'ensemble des publications présentées au 18ème Congrès international d'Horticulture avait trait à de nombreuses disciplines. Les cultures fruitières, légumières et florales étaient plus spécialement évoquées aussi bien en conditions naturelles qu'artificielles (serres phytotrons). Quelques exposés concernaient également d'autres productions telles que thé; hévéa, forêt... Une place importante était réservée aux techniques de conditionnement des fruits, légumes et fleurs, ainsi qu'à l'action de différentes substances de croissance, dont certaines nouvellement introduites dans le commerce.

En ce qui concerne plus directement la bioclimatologie, il importe de signaler les principales têtes de chapitre suivantes, ce qui, bien entendu ne saurait être restrictif :

- effets de la température du substrat d'enracinement sur la croissance et l'absorption minérale de plusieurs fruitiers tropicaux et subtropicaux,
- croissance et développement de quelques plantes fruitières cultivées en dehors ou à la limite de leur climat d'origine,
- problèmes concernant la régulation stomatique, substances antitranspirantes,
- besoins en eau des cultures fruitières,
- nouvelles techniques d'irrigation.

EFFETS DUS A LA TEMPERATURE DU SUBSTRAT D'ENRACINEMENT :

Depuis longtemps, les chercheurs se sont interrogés sur la température du sol et des racines comme facteur limitant de la croissance. L'emploi de plus en plus fréquent de films de polyéthylène en couverture sur le sol, ainsi que la pratique dite de la "non culture", ont donné un regain d'intérêt à cette question.

Plusieurs résultats d'expérimentations conduites en bacs de cultures ou sur le terrain ont été exposés.

a) Citrus - P.R. CARY (Australie) et W. REUTHER (U.S.A.) ont présenté quelques résultats.

Le premier a étudié des plants de "Washington Navel" cultivés en hydroponique et dont le substrat d'enracinement était soumis à différentes températures, toutes autres conditions restant égales. Si la température des racines passe de 19°C à 25°C la croissance des différentes parties du végétal augmente dans les proportions suivantes :

- croissance racinaire + 100 p. cent
- croissance des pousses et des feuilles + 50 p. cent
- croissance du fruit + 30 p. cent.

A 19°C, la croissance de tous les organes de la plante est réduite, même en présence d'une forte fumure azotée et phosphatée. A 25°C, la croissance reste active même si le taux d'azote et de phosphore est voisin de la déficience. La température des racines influe également sur la récolte : à 25°C, on observe non seulement une augmentation de rendement mais aussi une amélioration de la qualité.

L'auteur se référant à WEST reconnaît que le système de "non culture" laissant le terrain nu, non travaillé, est celui qui favorise une température du sol la plus élevée (2°C en moyenne au-dessus des autres méthodes de culture).

Les études entreprises par W. REUTHER mettent l'accent sur la température des racines à l'époque du printemps. On peut gagner à ce moment sur sol nu 3°C, l'optimum de température de racines pour la variété 'Valencia Late' se situerait à 26°C.

L'auteur étudie la qualité des fruits en différentes zones géographiques tropicales et subtropicales : le climat se traduisant par des effets divers tels que : adhérence de la peau à la chair, épaisseur de la peau, couleur de la peau et coloration de la chair dans le cas du pomelo 'Redblush'.

b) Ananas - des études similaires ont été entreprises aux Hawaï sur ananas par W. G. SANFORD (U.S.A.). Des couronnes racinées, placées dans des pots, recevaient une solution nutritive complète en éléments majeurs et oligo-éléments. Trois conditions de culture étaient réalisées pendant un temps fixé à l'avance :

- incubateur placé à l'obscurité dont la température pouvait varier de 7 à 37°C
- chambre de culture à 15°C recevant 12 heures de lumière artificielle (environ 30.000 lux)
- serre recevant la lumière naturelle et maintenue à 24°C.

La croissance racinaire est très lente en-dessous de 15°C et augmente jusque vers 35°C pour retomber ensuite rapidement lorsqu'on atteint 40°C. En obscurité totale, l'optimum d'absorption de l'azote ammoniacal et nitrique a lieu vers 25°C, alors que celui du soufre, du calcium et du phosphore apparaît à 31°C après 72 heures. En chambre de culture des résultats semblables à ceux obtenus en incubateur obscur à 25°C ont été obtenus. Sous serre où la lumière était plus abondante, l'absorption était en générale plus élevée que dans les deux conditions précédentes, à température identique.

Des études ont montré que sur sol nu, exposé au rayonnement solaire direct, la température des racines d'ananas pouvait être de 5°C supérieure à celle de l'air et de 3°C seulement sous polyéthylène.

c) Bananier - L'étude de la croissance racinaire du bananier a été entreprise à Beth Degan par M. GOTTREICH. Le substrat était placé à différentes températures grâce à l'enfouissement dans le sol de bacs remplis de glace. La croissance des racines était étudiée derrière des vitres transparentes. Les accroissements journaliers les plus importants atteignent 4 à 5 cm, mais la croissance moyenne en été est de 2,5 cm pour une température du sol de 25°C. Lorsque la température du sol atteint 10°C, la croissance s'arrête pour reprendre dès que la glace est retirée. Il n'est pas mentionné de température supra-optimale (la température est dite supra-optimale lorsque par suite de sa valeur trop élevée, elle occasionne divers troubles biologiques - voir le cas du pommier).

d) Pommier - En été, ce sont les fortes températures qui peuvent occasionner des troubles de la croissance du pommier. C'est pourquoi une équipe de chercheurs israéliens, A. GUR et col. se sont penchés sur le problème des températures supra-optimales des racines de différents porte-greffes de pommier. La technique habituelle de culture sur sable a été utilisée. Lorsque les racines sont portées à une température de 30°C et au-delà, la croissance racinaire diminue rapidement ainsi que la croissance aérienne. A 35°C de sérieux dommages apparaissent sur les feuilles. Quelques porte-greffes sont cependant plus tolérants aux fortes températures. Des températures supra-optimales de racines conduisent à une réduction du taux de chlorophylle dans les feuilles, laquelle s'accompagne d'une baisse des cytokinines dans les racines et les feuilles. La réduction du taux de chlorophylle peut être enrayée par la pulvérisation de kinétine ou de benzyladénine sur le feuillage.

CROISSANCE ET DEVELOPPEMENT DE QUELQUES PLANTES FRUITIERES CULTIVEES EN DEHORS OU A LA LIMITE DE LEUR CLIMAT D'ORIGINE

a) Développement anormal des fruits du manguier (variété 'Haden') cultivé en Israël (S. GAZIT)

Très souvent, une part importante des fruits obtenus sur cette variété ne se développe pas

normalement : ils restent petits et ne présentent pas de noyau. Des études ont montré que ces fruits proviennent de fleurs ayant atteint leur maturité trop tôt au printemps (février-mars), à un moment où les basses températures entraînent des troubles de croissance. Le grain de pollen atteint le stigmate, germe sans difficulté, le tube germinatif atteint facilement l'ovaire mais l'embryon ne se développe pas. Des études sont en cours pour retarder la floraison de cette variété jusqu'en avril-mai par application de substances de croissance.

b) Action des basses températures hivernales sur la croissance du bananier :

D. ZIV et M. GOTTRIECH (Israël) poursuivent des études sur cette question. Durant l'hiver, la température peut descendre au-dessous de 5°C, et il a été montré que l'activité enzymatique décroît rapidement dès que la température descend en-dessous de 10°C. C'est dire que de novembre à mars, l'activité méristématique du bananier 'Nain' est presque totalement stoppée. Ceci impose un système d'oeilletonnage particulier et un choix très précis du matériel de plantation. F. W. BERRIL a fait état de problèmes analogues en Australie.

En Afrique du Sud, F. A. KUHNE a étudié la croissance journalière de trois bananiers tout au long de l'hiver. La portion de cigare central émise en 24 heures était coupée, séchée et pesée. La croissance était exprimée par la quantité de matière sèche produite par les trois plantes au niveau de la feuille centrale encore enroulée. Des études de corrélation entre la croissance et la température nocturne ou diurne ont montré que le bananier 'Nain' réagit instantanément par une reprise de sa croissance dès que la température dépasse le seuil de 11°C qui semble correspondre à celui de son zéro physiologique.

c) Culture du pommier sous le climat tropical d'Indonésie par M. SAURE :

La variété 'Rome Beauty' est cultivée avec succès à 8° de latitude Sud, sur des plateaux situés entre 800 et 1.200 mètres d'altitude. La défoliation totale pratiquée à une certaine époque de l'année grâce à un traitement hormonal conduit à l'obtention d'une floraison abondante et d'une excellente qualité de fruits.

d) De nombreux travaux sont actuellement en cours en Israël pour l'adaptation de plusieurs espèces fruitières tropicales au climat méditerranéen. La méthode la plus courante consiste en une sélection massale de plants (issus de bouture de préférence) et montrant la plus grande résistance au froid. Citons parmi d'autres :

1.000 plants de Litchi en provenance de Chine et d'Inde, 300 plants de Macadamia, diverses Passiflores, Actinidia, Caramboles, Mangues, Anones.

PROBLEMES CONCERNANT LA REGULATION STOMATIQUE, SUBSTANCES ANTITRANSPIRANTES

J. HANAN (U.S.A.) a étudié la résistance stomatique de jeunes plants d'oeillets cultivés en serre. La culture florale dans un cas se pratiquait sous serre en verre, et dans l'autre, sous serre en fibre de verre.

L'index stomatique :
$$\frac{\text{Nombre de stomates}}{\text{Nombre stomates} + \text{Nombre cellules épidermiques}}$$
 par unité de surface, varie suivant que les plantes poussent dans l'une ou l'autre condition. Sous verre, les feuilles d'oeillet présentent une plus grande densité de stomates.

Lorsque l'on soumet les oeillets à des conditions arides, le nombre de stomates et de cellules épidermiques par unité de surface augmente, mais l'index stomatique garde la même valeur. La relation entre le degré d'ouverture des stomates et la résistance stomatique est logarithmique, les changements les plus rapides de r_f sont obtenus aux faibles ouvertures.

P. LOUGUET (France) a montré que l'absence d'oxygène bloque le mécanisme d'ouverture et de fermeture des stomates de *Pelargonium hortorum*. La levée d'inhibition est obtenue dès que l'oxygène est fourni même à des pressions partielles très faibles (0,005 à 0,01 p. cent). Cependant, le seuil de pression partiel n'est pas le même suivant qu'il s'agit de la vitesse d'ouverture ou de fermeture ce qui laisse supposer que ces deux mécanismes sont différents.

B. BRAVDO (Israël) s'est penché sur le problème des antitranspirants : ces substances sont

utilisées en pulvérisation sur les feuilles, dans le but de diminuer la transpiration sans réduire la photosynthèse, ce qui permet de maintenir la turgescence des feuilles et d'économiser l'eau. Différentes substances ont été testées sur vigne (Sultanina') et sur agrumes. La transpiration était mesurée en même temps que la photosynthèse de façon à tester l'effet de ces produits sur le rapport P/T.

- le PMA (phénylmercure acétate)
- le Tag 50 : produit qui en se polymérisant forme un film semi-perméable sur la feuille
- le R 14 : produit à base d'acides decenyl-succiniques qui agit par voie chimique comme le PMA
- le ACP 67-248 : un film analogue au Tag 50 mais de formulation différente.

Sur agrumes le PMA à 10^{-3} M a donné le taux P/T le plus élevé alors que sur vigne c'est l'ACP 67-248 qui donne les meilleurs résultats. Les recherches se poursuivent dans ce domaine en collaboration avec I. ZELICHT de l'Université du Connecticut.

BESOINS EN EAU DES CULTURES FRUITIERES

a) Bananier - La consommation journalière en eau d'une culture de bananier a été mesurée par ROSENZWEIG et col. (Israël) sur deux campagnes successives, entre juillet et septembre. Une tente de transpiration faite en plastique transparent de 100μ d'épaisseur et couvrant environ un volume de $30m^3$ englobait plusieurs plants de bananiers. Un courant d'air forcé dont on mesurait l'humidité à l'entrée et à la sortie par enregistrement automatique traversait la tente.

La mesure de la transpiration journalière s'est faite sous différents régimes d'irrigation : 9 jours et 18 jours.

Le principal facteur intervenant sur l'utilisation de l'eau est la radiation solaire qui conditionne l'échauffement de l'air et des feuilles ainsi que le degré d'humidité relative de l'air.

Lorsque la température atteint $38^\circ C$ ce qui correspond en général à un taux d'humidité relative inférieur à 50 p. cent, la transpiration atteint une valeur de 5 mm par jour ; ce maximum n'est guère dépassé même si la demande se fait plus forte au niveau du feuillage. Il semble bien que ce taux de transpiration corresponde au débit maximum que puissent fournir les racines de bananier nain dans les conditions de culture d'Israël.

La cadence d'irrigation la plus appropriée est celle qui s'étend sur neuf jours.

b) Pommier - Six régimes hydriques différents ont été étudiés par I. LEVIN (Israël) sur la variété 'Calville de St Sauveur'. Chaque traitement comprenait 4 plants entourés de 16 arbres de bordure et 6 répétitions. Les quantités d'eau appliquées durant la saison sèche variaient de 700 mm en quatre irrigations, à 1.500 mm en 23 irrigations. Le taux d'évapotranspiration journalière s'élevait de 5,5 à 9 mm en fonction des doses d'arrosage. Le tonnage récolté a été de 50-60 tonnes/ha dans les traitements les moins arrosés et 80-90 tonnes/ha dans les autres. La pousse des arbres et le rythme de croissance de leurs troncs sont en relation directe avec les quantités d'eau utilisées. Une bonne irrigation évite la chute prématurée des fruits qui sont plus gros mais plus aqueux.

Les fruits obtenus dans les traitements humides ont un indice de fermeté très faible, sont fades et ont moins de solides solubles.

c) Pomelo - Selon H. BIELORAI (Israël), le régime hydrique du pomelo cultivé dans le Nord du Neguev doit être déterminé avec soin si l'on veut avoir des rendements valables. Dans cette région, l'évapotranspiration journalière atteint 2,5 à 3 mm sur les traitements peu irrigués et 4 à 5 mm sur les traitements les plus irrigués, ceci en juin, juillet et août.

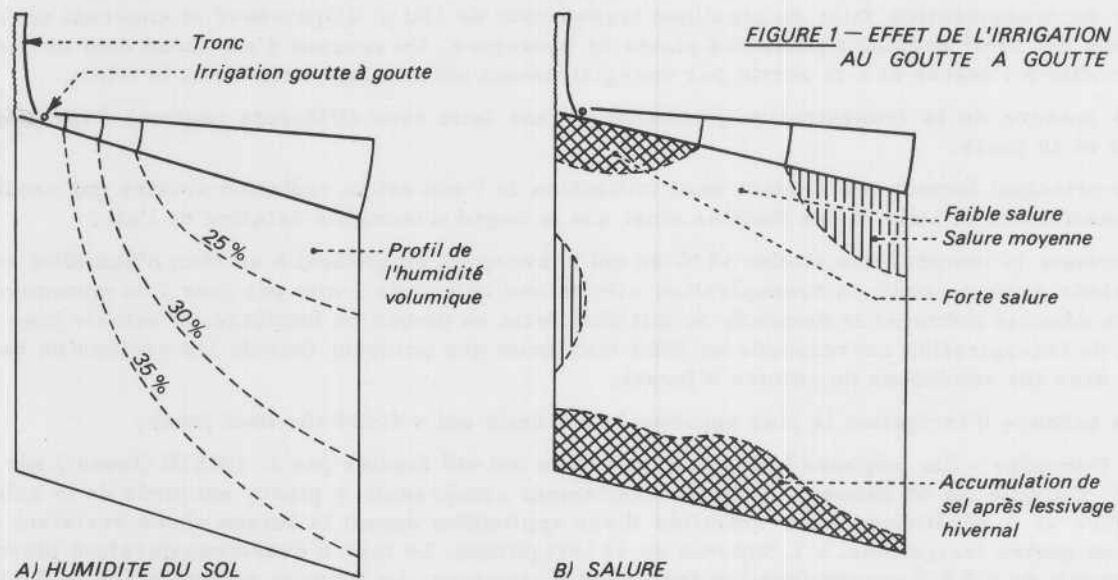
Si l'arrosage est insuffisant, le rendement accuse rapidement des baisses de l'ordre de 25 p. cent : on passe de 73,5 à 52,5 t/ha. Cependant le problème de la salinité intervient dès que l'on augmente les doses d'irrigation en été. Le sel qui s'est accumulé n'est que partiellement lessivé lors des pluies hivernales. Un juste milieu est donc à trouver entre ces deux impératifs : forte irrigation et taux de salinité le plus bas possible. L'irrigation au goutte à goutte semble à cet égard fournir des éléments intéressants.

NOUVELLE TECHNIQUE D'ARROSAGE : L'IRRIGATION AU GOUTTE A GOUTTE

Avec 182.000 hectares de terres irriguées, l'agriculture israélienne consomme chaque année: 1,1 milliard de m³ d'eau, ce qui correspond à 95 p. cent des réserves globales du pays. La presque totalité de cette eau provient de la mer de Galilée et se trouve distribuée jusque dans le désert de Néguev. Il est impossible de puiser davantage dans ce réservoir, sous peine d'augmenter rapidement le taux de salinité qui est déjà relativement élevé. Les chercheurs israéliens ont donc été conduits à mettre au point le système de l'irrigation au goutte à goutte qui permet de réduire sensiblement les quantités d'eau tout en maintenant des rendements élevés.

L'eau arrive dans la plantation par des conduites qui serpentent le long des lignes de culture. Elle est envoyée dans un long conduit spiralé à la sortie duquel elle sort avec une pression voisine de la pression atmosphérique, et se trouve distribuée au goutte à goutte au pied de chaque plante (cas des cultures fruitières) ou d'un groupe de plantes (cas des cultures maraichères). L'interligne non cultivé n'est pas humecté.

L'irrigation au goutte à goutte n'est valable que pour les sols argileux ou argilo-limoneux. On trouvera sur la fig. 1 A, le profil d'humidité volumétrique d'un tel sol irrigué par ce procédé ; les



avantages qui en découlent sont nombreux :

- l'horizon de surface dans l'interligne étant totalement sec constitue un mulch naturel qui permet une grande économie d'eau,
- les passages au tracteur à ce niveau occasionnent un tassement du sol bien moindre,
- l'humidité augmente lorsqu'on se déplace vers la zone de plus forte densité racinaire. Ceci est surtout vrai pour des plantes à système d'enracinement plus ou moins pivotant,
- les accumulations de sel ont tendance à se former en dehors de la zone prospectée par les racines (fig. 1 B).

L'irrigation au goutte à goutte est actuellement à l'essai sur de très nombreuses cultures et cette technique a des chances de se généraliser dans un proche avenir. L'équipement est entièrement en plastique et de fabrication locale. Des réservoirs remplis d'engrais solubilisé peuvent être placés en dérivation de façon à apporter la fumure en même temps que l'eau.

