

Premier Congrès international d'agrumiculture Murcie et Valence (Espagne), 30 avril-10 mai 1973

La célébration du centenaire de l'Université de Californie (Riverside, USA) avait donné lieu à un Symposium international sur les agrumes, qui, du 16 au 26 mars 1968, réunit 754 participants représentant 45 pays, autour du «père» de la recherche agrumicole : le Professeur Homer D. CHAPMAN. Vingt et une disciplines avaient été le sujet de 240 communications. Les comptes rendus ont été publiés en trois volumes totalisant 1.836 pages : Proceedings of the first international Citrus symposium».

Le vif succès remporté incita les organisateurs à susciter le renouvellement périodique de cette rencontre, tous les quatre ou cinq ans. A cette fin, les statuts de la Société internationale d'Agumiculture () furent élaborés au cours d'une réunion présidée par le Professeur Walter REUTHER, en marge du XVIII^e Congrès international d'Horticulture (cf: Fruits, juin 1970, vol. 25, n°6, p. 472). Avec la présidence de la nouvelle Société, le Professeur Octavio CARPENARTES reçut la lourde charge d'en organiser le premier congrès dans sa ville de Murcie, conjointement avec le Professeur CHAPMAN, Secrétaire-Trésorier de l'ISC. Par la suite, la recherche d'un plus grand impact dans le pays hôte entraîna la décision de transférer les dernières séances à Valence.*

Près de 800 personnes représentant plus de 40 pays ont assisté à cet important rassemblement agrumicole, qui a été un grand succès, tant sur le plan de la remise à jour des connaissances acquises en agrumiculture que sur celui de renforcement des liens amicaux et de travail qui unissent les chercheurs de tous les pays agrumicoles.

Recevoir tant de monde dans une capitale provinciale d'importance très moyenne ne va pas sans difficultés : salles dispersées et parfois un peu exigües, logement d'une partie des congressistes à 40 et 70 km de la ville. Grâce au labeur de toute l'équipe du Centro de Edafología y Biología aplicada del Segura, coordonnée par le Secrétaire général F. ARTES, la proverbiale hospitalité espagnole (qui se manifeste par d'innombrables attentions) compensa largement ces inconvénients. Aussi le réseau des contacts personnels, principal intérêt de ce genre de réunion, se tissa-t-il avec une grande aisance au sein de la cité ensoleillée du Sureste, dont le Congrès représentait l'évènement du moment. Le transfert final dans la grande métropole du Levante déjà surchargée de manifestations, ne manqua pas de créer une coupure, malgré les prouesses techniques de l'opération et l'ardeur du comité valencien à prendre la relève de son homologue murcien.

Après l'espagnole, la participation la plus nombreuse fut, de loin, celle des USA. Australie, Israël et Afrique du Sud avaient fourni des contingents relativement importants, où des agrumiculteurs et membres d'organisations professionnelles voisinaient avec les scientifiques. La délégation française comptait 18 membres, dont 9 de l'IFAC (Services centraux, Corse, La Réunion) et 4 de l'INRA. Les trois pays du Maghreb avaient envoyé chacun 2 à 4 représentants auxquels s'ajoutaient 5 français travaillant dans des organismes marocains et algériens.

303 communications, réparties en vingt-six sections, ont été préparées pour le Congrès (toutes n'ont pas été présentées en raison de l'absence de certains auteurs).

(*) - Dans les documents officiels, International Society of Citriculture (ISC) a été traduit par Société internationale de Citriculture. Alors que ce dernier mot fait partie du langage courant dans les pays anglophones, sa transposition «française» présente des risques de mauvaises interprétations et nous avons rétabli le terme Agrumiculture, consacré par l'usage dans notre langue.

Notre revue présentera, dans ce numéro et le suivant, un résumé des travaux des principales Sections, dont les séances se sont déroulées à raison de 5 à 11 exposés par demi-journée dans chacune des quatre salles de conférences. On peut regretter que l'originalité et l'actualité, aient parfois fait défaut à certains travaux présentés. Fruits se propose de reproduire quelques communications susceptibles d'intéresser ses lecteurs, sous réserve de l'accord de l'ISC et des auteurs.

Les quelques critiques que nous avons formulées dans un souci d'objectivité s'adressent donc aux congressistes beaucoup plus qu'aux organisateurs, et se veulent constructives : nous pensons déjà au prochain Congrès (1978 en principe). C'est qu'en effet le positif l'emporte de très loin dans le bilan de ces dix jours, et nous tenons à renouveler ici, aux amis que sont nos collègues espagnols et à l'ISC, les très vifs remerciements des délégués de langue française.

Afin que nos lecteurs disposent assez rapidement d'informations sur le Congrès, nos collègues qui y assistèrent ont rédigé des notes dont les présentations varient sensiblement entre elles. Elles ne se succéderont pas non plus dans un ordre logique. Nos lecteurs voudront bien en excuser la Rédaction de Fruits.

J. CASSIN et P. MARTIN-PRÉVEL.

PHYSIOLOGIE ET RELATIONS SOL~PLANTE~ENGRAIS

P. MARTIN-PRÉVEL et J. MARCHAL

SOLS A AGRUMES

Sept communications figuraient au programme de la Section, présidée par R. KHALIDY (Liban). Quatre d'entre elles traitaient des sols de zones précises du sud-est espagnol, mais une seule fut exposée, portant sur la basse vallée du Segura dans la province d'Alicante ou le manque d'aération cause parfois de graves difficultés (CANALES et col.).

Plus synthétique était l'effort de classement des sols d'après leurs caractéristiques analytiques, avec définition d'équilibres optima entre celles-ci, sur 46 vergers choisis pour leur représentativité dans la région de Séville (ROMERO et CHAVES). Ce travail se prolongeait par l'analyse foliaire des mêmes vergers, présentée dans la Section fertilisation - nutrition (CHAVES et col.). Sa portée dépasse le cas de la région étudiée.

Les deux dernières notes n'étudiaient pas les sols mais des techniques culturales. Dans la région de Valence, un essai a montré la supériorité de la non-culture avec herbicides sur le travail du sol traditionnel, et de celui-ci sur l'enherbement ; l'auteur examine les effets sur les caractéristiques des fruits et sur l'analyse foliaire (LLORET-OLTRA). En Floride, des rendements très élevés ont été obtenus sur un oranger 'Pineapple' en abaissant les distances de plantation jusqu'à 4,6 x 3,1 m ; il faut alors tailler sévèrement en haies, et fertiliser en proportion de la productivité obtenue (PHILLIPS).

L'agro-pédologie des Citrus paraît donc quelque peu en sommeil sur l'ensemble du globe. Certes, les connaissances accumulées sont abondantes ; la poursuite de l'intensification de l'agrumiculture mériterait cependant d'être accompagnée d'un approfondissement de l'étude de leurs sols, en particulier dans les recherches sur les porte-greffe.

FERTILISATION - NUTRITION

Dans ce domaine l'activité reste au contraire débordante. La section, présidée par P. MARTIN-PRÉVEL (IFAC, France), bénéficia d'une des plus fortes proportions de travaux de valeur. Elle fut aussi la plus chargée avec 33 exposés. En outre, une quinzaine de communications que nous passons également en revue dans ce chapitre avaient été réparties, dans un but d'équilibrage, parmi les Sections porte-greffe, maladies et physiologie.

1) La recherche de la fertilisation optimale par des **essais d'engrais** tient toujours une grande place dans la majorité des pays. En Floride, le problème a dû être repris sous tous ses aspects, à cause de l'extention actuelle des agrumes vers des zones nouvelles de bas-fonds (CALVERT). Des essais avec N, P, K sous différentes formes et fumier, qui se sont succédés depuis 23 ans sur les mêmes arbres plantés en 1932 dans des limons de l'Arizona, montrent que les effets à long terme peuvent différer des effets à court terme (HILGEMAN et DUNLAP).

Les relations entre nutrition et qualité du fruit ont fréquemment été abordées dans ces expérimentations (SCUDERI et col.) ou dans le cadre d'enquêtes systématiques avec analyse foliaire à l'échelon régional (CHAVES et col., PENNISI). Dans ce domaine, nous devons souligner tout particulièrement l'essai mené depuis neuf ans en Californie ; les auteurs y ont **chiffré le rendement monétaire** des diverses combinaisons NKMg, compte tenu non seulement de la productivité mais aussi de l'**incidence des principaux facteurs qualitatifs** : calibre, gaufrage, persistance de coloration verte (EMBLETON et JONES). En dépit des difficultés et limitations encourues, les chercheurs présents ont été invités, d'ici au prochain Congrès, à **s'engager davantage dans la voie ainsi tracée** : car la rentabilité dans les conditions de la pratique agricole est le juge final de leur activité.

Mais pour cela il faut d'abord, dans chaque cas particulier, trouver les formes efficaces des engrais et vaincre les barrières qui peuvent s'opposer à leur action, il y a en premier lieu des pertes par lixiviation, volatilisation (N) ou fixation sous forme inassimilable (P dans l'étude présentée) variables selon les types d'engrais et de sols : on peut les mesurer à l'aide de techniques appropriées (CUÑAT et col., PRIMO et col., présentées par SALA). Toutefois, des systèmes microbiologiques avec *Aspergillus niger* peuvent à l'inverse libérer du phosphore assimilable en sols calcaires ou salins calcaires : d'où l'intérêt de la fertilisation biologique (ORTUÑO, PARRA et col., dans la Section physiologie - biochimie).

Dans le cas de la chlorose ferrique, d'importantes améliorations de rendement et de qualité ont été obtenues sur citronniers en Californie ; mais les nombreux chélates commerciaux et leurs modes d'application sont d'inégale valeur et le remède parfait n'est pas encore trouvé (BURNS

et col.). Sur de vieilles orangeries d'Afrique du Sud, après plusieurs années d'insuccès avec toutes les formes et modes d'apport du potassium, le taux de cet élément dans les feuilles (et par là le calibre et la qualité des fruits) n'ont pu être substantiellement augmentés qu'en contrôlant efficacement les nématodes (BESTER).

A côté des engrais, certains soins culturaux peuvent comporter **d'autres fournitures d'éléments minéraux** aux plantes. Le problème des apports par les eaux d'irrigation sera traité par ailleurs (Section salinité). Les pesticides contiennent souvent des oligo-éléments ; en Sicile, l'absorption de Zn et de Mn à partir de trois fongicides a été clairement démontrée, même si elle n'a pas permis la guérison des carences correspondantes (LO GIUDICE et LANZA, Section physiologie - biochimie).

2) Dans un ordre d'idées voisin, on observe des **distorsions de la composition minérale** de la plante quand elle est inoculée de divers champignons (MINESSY et col. ; également STOLZY et col., LABANAUSKAS et col., dans la Section phytopathologie) ou virus (SMITH et col., dans la Section virologie). La profondeur de la nappe phréatique agit-elle aussi sur les teneurs en certains oligoéléments des feuilles et racines (EL AZAB et col.). Les effets combinés de l'irrigation et de la fourniture d'azote sur la composition foliaire diffèrent en partie selon les lieux et conditions d'expérience (MILELLA et DEIDDA ; KHALIDY et NAYYAL). Ils interviennent sur la formation de l'acide oxalique, impliqué dans la maladie «Peteca» du citronnier du Liban (KHALIDY et NAYYAL).

Plus classique, et toujours à l'ordre du jour, est le domaine des **interactions entre éléments minéraux**. Au Liban, elles ont été étudiées : d'une part, à l'égard des éléments majeurs et mineurs dans un essai multilocal ; d'autre part entre les quatre cations lors d'une enquête par analyse des feuilles et des sols sur un très grand nombre de vergers (KAZAK et KHALIDY). Sur des citronniers souffrant de carences induites en sols calcaires d'Espagne, on a examiné les relations entre Fe, Mn, Zn et B ; ce dernier diminue s'il y a carence en Fe mais augmente s'il y a carence en Mn ou Zn (LLORENTE et col., présentée par LOPEZ-ANDREU).

Les **interrelations entre éléments au cours de la croissance** ont été précisées par ailleurs (Section physiologie - biochimie), en vue de dégager des lois physiologiques. On a calculé pour cela les équations de régression entre et parmi les divers groupes d'éléments : N et P, cations mono et divalents, Fe et Mn dans la feuille (ORTUÑO et col.) et dans la fleur (PARRA et col.), en conditions normales et en conditions de salinité.

L'équilibre minéral de la plante n'agit pas seulement sur sa croissance et son développement : il intervient aussi dans sa résistance aux maladies et aux parasites. Ainsi, au Maroc, l'équilibre entre K, Ca et Mg exerce une forte influence sur les pullulations d'acariens et de cochenilles (CHABOUSSOU, Section physiologie - biochimie).

3) Nous avons déjà signalé au passage plusieurs enquêtes par analyse foliaire. La mise au point de celle-ci en agronomie il y a un quart de siècle a fait la gloire de l'école américaine en Californie puis en Floride, mais la **méthodologie du diagnostic foliaire** continue toujours à s'approfondir.

Le **problème de l'échantillonnage** se pose à nouveau, au moins partiellement, à chaque introduction de la méthode dans une nouvelle région : ce fut le cas par exemple en Afrique du Sud, en Israël, plus récemment en Corse. Le chercheur responsable a généralement besoin de tester l'impact, dans les conditions où il aura à travailler, des facteurs dont les normes de prélèvement doivent tenir compte : tels l'orientation et le type des rameaux au Maroc,

où les taux de calcium sont en général très élevés (NADIR). Il pourra pousser l'étude de ces facteurs au-delà du point atteint par ses prédécesseurs, en examinant par exemple plus à fond les différences entre feuilles des divers segments d'un même rameau (RODRIGUEZ SEÑAS et col.). La reprise de problèmes déjà réglés ailleurs permet aussi d'attirer l'attention sur des influences facilement perdues de vue, comme celle des conditions de lavage des échantillons (FRAGOSO et FERREIRA). On a trop tendance à oublier que dans l'ensemble prélèvement - conservation - préparation - analyse, la plus mauvaise étape quelle qu'elle soit causera la plus grande distorsion du résultat final.

La sagesse oblige cependant à ne pas consacrer trop d'années à figoler un outil de travail dont l'utilisation effective serait diminuée d'autant. Il faut aussi arriver à concilier une adaptation convenable aux cas particuliers avec la nécessaire normalisation internationale.

Autre préalable à l'introduction du diagnostic foliaire dans une région : l'étude des **variations saisonnières** de composition des feuilles dans les conditions locales. Elle peut être jumelée feuilles-sol, et mener à des conclusions pratiques sur les meilleures époques et formes d'apport de N, P, K (GONZALEZ PONCE et col.). Elle peut aussi participer à des recherches plus approfondies comme nous le verrons plus loin.

Enfin, de nombreux auteurs ont signalé des différences de composition foliaire selon les variétés et les porte-greffe. Ces effets, d'ailleurs divergents selon les pays, étaient l'objet total ou partiel de trois communications dans la Section porte-greffe (CARY, GONZALEZ-SILICIA et col., MAR-CHAL et col.). Cependant, le problème de l'**ajustement des normes selon les variétés et porte-greffe** n'a presque jamais été posé en termes corrects : une teneur plus élevée en un élément est en général interprétée a priori comme l'indice d'un besoin supérieur, alors qu'elle révèle seulement une plus grande absorption face à un besoin (supérieur, égal ou inférieur) dont la détermination nécessite une expérimentation appropriée. Les travaux présentés ne poursuivaient pas cet objectif, et n'ont donc guère apporté d'éléments à une question qui, en filigrane, préoccupe la majorité des utilisateurs du diagnostic foliaire et devrait donc susciter davantage leur sollicitude.

En revanche, si l'analyse comparée de clones anciens et nouveaux n'a pas fourni de différences susceptibles d'expliquer leurs inégalités de comportement, elle montre que le facteur clonal risque peu de venir grossir une situation déjà compliquée (MINESSY et EL AZAB).

4) Mais on sait depuis longtemps que l'analyse des éléments totaux rend mal compte des réalités. Plusieurs auteurs l'ont souligné (BURNS pour le fer, etc.). Une étude très serrée montre bien la signification limitée de l'analyse de l'azote total, malgré les informations qu'elle peut fournir (GUARDIOLA et col.).

Pour y remédier, une **seconde génération de méthodes de diagnostic** a pris naissance il y a une douzaine d'années en Israël, grâce aux progrès des connaissances sur les fonctions des éléments dans le végétal. Jusqu'à présent elle a peu fait école dans les autres pays, à cause d'autres limitations - d'ordre technique cette fois - inhérentes aux mesures d'activités enzymatiques. L'équipe israélienne s'est attachée à les réduire, en mettant au point des nécessaires portatifs (information fournie par BAR AKIVA au cours des discussions). Puis, pour ce qui concerne l'azote, elle a introduit la mesure du rapport activité induite/activité initiale de la nitrate réductase, beaucoup plus rapide et présentant en outre l'avantage de supprimer en quasi totalité les problèmes de l'échantillonnage (SHAKED et col.). Mais la mise en évidence d'excellentes corrélations entre le taux de nitrates

dans les feuilles et la fourniture d'azote d'une part, les rendements d'autre part, ouvre une voie très prometteuse : on peut travailler sur échantillons séchés et broyés (BAR AKIVA).

Semblable aboutissement vient sanctionner les travaux des chercheurs espagnols, faisant appel également - et contribuant - à la connaissance des rôles des éléments dans la feuille, mais visant en même temps l'obtention de techniques facilement utilisables. L'étude des fractions subcellulaires de broyats de feuilles a montré, entre autres effets des déficiences en Fe et Mn, des relations très nettes et opposées de ces deux éléments avec l'activité peroxydase (CARPENA et col., présentée par LACARAZ, Section physiologie - biochimie). L'activité de la peroxydase se confirme un excellent indice de l'efficacité de la nutrition en fer ; mais le fer soluble présente une très bonne corrélation avec la peroxydase : la simplicité de sa détermination le désigne donc comme moyen pratique d'appréciation (LLORENTE et col., présentée par TORRECILLAS).

Le fait que ces déterminations se réfèrent à des activités biochimiques précises, nécessairement reliées à des carrefours métaboliques, débouche sur des faisceaux d'interactions de haute complexité. L'influence de la nutrition en molybdène vis-à-vis des nitrates, celles des températures et de l'alimentation en eau dans tous les cas, viennent immédiatement à l'esprit. Ainsi, l'étude des fractions du calcium dans les feuilles, fleurs, fruits et bourgeons montre que l'incorporation métabolique de cet élément est extrêmement influencée par les déficiences en fer, manganèse ou zinc (CARPENA et col., présentée par LEON). Une communication qui ne put être présentée montrait de même les effets de la déficience en phosphore sur les fractions de cet élément, mais aussi sur celles de l'azote (ACHITUV).

Par la richesse des informations fournies, cette situation présente plus d'avantages que d'inconvénients. La seconde génération de méthodes de diagnostic est donc maintenant placée sur une bonne ligne de départ. Il lui reste à s'étendre à d'autres éléments, à s'affirmer et à s'affiner à l'épreuve de conditions écologiques et nutritionnelles variées : sur ce point aussi un rendez-vous a été donné pour le prochain Congrès.

5) **La dynamique de la nutrition** nécessite deux approches complémentaires : la quantification des contenus en éléments des organes aux diverses phases de leur vie, pour la mise en évidence des transferts de masses en relation avec la croissance et le développement : l'évolution des formes physiologiques des minéraux, pour l'explication des relations entre flux d'éléments et croissance-développement.

Pour des raisons matérielles, les deux approches ne peuvent pas toujours être combinées ; du moins n'en connaît-on aucun exemple à l'échelle de l'arbre entier et de toutes les formes significatives des éléments. Dans le cas de l'azote, ces formes sont multiples, surtout si l'on entre dans le détail des acides aminés ; et, même limitée à la feuille, l'étude présentée dans la Section physiologie - biochimie a donc été surtout descriptive (NAVARRO et col.). Le travail cité au paragraphe précédent sur le calcium, aux formes peu nombreuses, a pu aller plus loin dans la recherche des mécanismes et se situait dans le droit fil de la seconde approche (CARPENA et col.). La conjonction des deux approches a pu être réalisée en se limitant aux formes les plus simples des cinq éléments majeurs dans les feuilles et les fruits au cours de l'année ; cela permit à l'auteur de tirer davantage de conclusions relatives aux besoins saisonniers en éléments nutritifs et à la « chute de juin » (GARCIA MARTINEZ et col.).

La même équipe, revenant à la première approche, a

établi le bilan de N, P, S, K, Ca, Mg totaux dans les fleurs et fruits tombant des arbres jusqu'à la « chute de juin », puis dans les fruits restant ensuite sur l'arbre ; elle a ainsi déterminé le rythme de la consommation et des exportations quant aux organes considérés (GARCIA MARTINEZ et col.). Au Maroc, trois orangers entiers ont été déracinés à trois dates différentes et analysés organe par organe, afin de tracer l'évolution des rapports entre ceux-ci ; l'auteur met ainsi en évidence d'importants transferts et les proportions, variables selon les éléments mais toujours élevées, des exportations des fruits par rapport aux masses globales de l'arbre (NADIR). En outre, la taille très forte pratiquée en certaines régions du Maroc, indépendamment de ses effets sur le rendement et la composition foliaire, exporte de grandes quantités de fertilisants, surtout si l'on ne laisse pas défolier les branches coupées avant de les sortir du terrain (DEVAUX, Section couverture du sol et taille).

La quantification des contenus minéraux des organes permet donc à la physiologie de rejoindre les préoccupations, toujours quantitatives, de la fertilisation pratique. Quand elle s'ajoute à la biochimie des éléments, elle permet d'aller plus avant dans la compréhension de leurs effets sur la croissance-développement, et par là sur le rendement et la qualité. Pourtant on ne fait pas souvent appel à elle, alors que dans de nombreux cas il suffirait d'enregistrer quelques données supplémentaires pour pouvoir bénéficier de ses apports. Elle a donc fait l'objet d'un dernier rendez-vous proposé par le président de séance pour le prochain Congrès.

SALINITE

Dans cette section, présidée par F.T. BINGHAM (Université de Californie, Riverside) onze communications ont été présentées.

Les effets de la concentration de l'eau d'irrigation en chlorures et sulfates, déjà largement étudiés, ont été expérimentés à différentes échelles. Outre certains caractères signalés dans la section porte-greffe, il ressort que le choix d'un porte-greffe devra en partie être fonction de la qualité de l'eau disponible pour l'irrigation. Dès leur germination, les porte-greffe se différencient par leur plus ou moins grande sensibilité au chlorure de sodium (CARO et col.).

L'absorption des ions chlorure et sulfate ne semble guère être contrôlée par un mécanisme physiologique de la plante. Ainsi des feuilles de citronnier au champ (CARPENA et col.) ou de bigaradier et mandarinier 'Cléopâtre' cultivés en pots (EL AZAB et col.) sont d'autant plus riches en ces ions que la teneur de l'eau est élevée. Le seuil de concentration toxique des sulfates dans l'eau est par ailleurs plus faible que celui des chlorures ; ceux-ci seraient plus fortement absorbés par le mandarinier 'Cléopâtre' que par le bigaradier (EL AZAB et col.). Toutefois ce dernier résultat est infirmé par un essai de combinaisons de six porte-greffe réciproquement greffés (KIRKPATRICK et col.) où le mandarinier 'Cléopâtre' accumule à la fois moins de sodium et de chlore que le citrange ou le bigaradier. A l'inverse, le pomelo 'Ruby' sera le moins sensible aux chlorures lorsqu'il sera greffé sur limettier 'Rangpur' (WUTSCHER et col.).

Une accumulation de sodium dans les feuilles tout comme une nappe phréatique basse ont pour résultat des arbres plus petits (MINESY et col.). Cependant une assez forte quantité de sodium peut s'accumuler dans le sol au niveau des racines, sans dommage pour des orangers 'Valencia' greffés sur citrange 'Troyer' (BINGHAM et col.) ; alors que si la concentration en chlore dépasse 10 méq/l dans l'extrait saturé de sol, il y a toxicité (HOMES et col.).

Il est donc essentiel de contrôler la concentration de la

solution du sol, afin de programmer l'irrigation en quantité et qualité : à plus de 350 ppm de chlore et de 1 ppm de bore, une eau est inutilisable ; elle ne devrait pas dépasser 140 ppm de chlore et 0,5 ppm de bore (MARSH). Mais, pour une même concentration de l'eau en sels, le mode d'irrigation influera par rapport à l'inondation, le goutte à goutte réduit l'intoxication due au chlore (WUTSCHER et col.).

Dans le cas d'une eau salée, l'apport d'engrais azoté au

sol (nitrate de calcium) va augmenter la salinité totale du sol il s'agit là d'un fait évident mais qui n'a peut-être pas été assez souligné jusqu'à maintenant, car la productivité en est affectée (EMBLETON et col.). Même avec une eau de bonne qualité, sur un sol peu lessivable, les apports d'engrais au sol vont exercer ce même effet. Mais il a été constaté que plus le sol était humide, moins la salinité était préjudiciable (SHALHEVET et col.) ; et pour une même humidité l'effet de la salinité sur le rendement est variable selon les porte-greffe et les variétés greffées.

PHYSIOLOGIE~BIOCHIMIE

P. MARTIN-PRÉVEL et J. MARCHAL

Carrefour de nombreuses disciplines scientifiques, cette Section présidée par I. STEWART (Université de Floride, Lake Alfred) avait à son programme 27 communications. Nous avons déjà rendu compte de celles touchant à la **nutrition minérale**. De même, les travaux relatifs à la **croissance** et au **développement** seront examinés avec la Section régulateurs de croissance, ces derniers étant impliqués dans les phénomènes concernés. Il reste donc à passer en revue ici les exposés se rapportant au **métabolisme**. Par la nature des sujets traités, ils opéraient la jonction avec la Section physiologie après récolte et avec la technologie.

Un premier groupe de six communications portait sur l'étude générale des flavonoïdes. Il émanait pour deux tiers d'une équipe de Murcie (TOMAS et col.) et pour le reste d'une équipe de Valence (PRIMO, CASAS et col.). Chacune a consacré une grande place à décrire ses méthodes ; les résultats concernaient, dans le premier cas, trois variétés de citron et une d'orange, avec étude des relations entre feuille, écorce du fruit et jus ; dans le deuxième cas, les fruits de cinq variétés d'orange, puis les feuilles de limettier mexicain et d'oranger. L'équipe de Valence présentait en outre deux communications sur les mécanismes de dégradation du précurseur de la limonine, dont il sera rendu compte sous la rubrique chimie - technologie.

Les composants volatils de l'huile essentielle ont été

déterminés dans les feuilles de divers Citrus grâce aux méthodes modernes d'analyse (LAENCINA et col.). Très importants également chez les agrumes, les acides organiques ont été étudiés au cours du développement de la feuille de citronnier (NAVARRO et col.). Malheureusement, l'exposé qui devait rechercher l'explication de leur plus ou moins grande abondance selon les variétés, en passant en revue les nombreuses voies métaboliques pouvant concourir à leur formation, ne fut pas présenté (WALLACE et col.).

Sur les pigments caroténoïdiques, principaux responsables de la couleur des fruits d'agrumes, les connaissances sont très fragmentaires malgré les nombreux travaux existants (STEWART et WHEATON). En revanche, l'étude des divers pigments dans la feuille au long d'un cycle annuel montre une dynamique particulière de deux xanthophylles dans le chloroplaste (NAVARRO et col.). La photosynthèse elle-même, ainsi que la transpiration, les dimensions et l'ouverture des stomates, sont influencées par la présence ou l'absence de fruits sur des boutures de calamondin (LENZ).

Enfin, - mais c'est là en fait de la technologie - une méthode de mesure de la forme des fibres a été proposée pour l'appréciation de la comestibilité du fruit ; ses auteurs lui voient un grand avenir pour les contrôles de maturité et de qualité, la sélection, etc. (VAN OOSTRUM et HOLT-ZHAUSEN).

TRAVAUX SUR LES PORTE-GREFFE

L. BLONDEL

Au cours de deux séances de travail, 17 communications sur les 19 inscrites à l'ordre du jour ont été présentées et discutées.

La première séance était présidée par M. D.C. GIACOMETTI (FAO) et la seconde par M. W.P. BITTERS (USA).

L'existence de la Tristeza dans certains pays et sa menace dans tous les autres suscitent les plus importantes recherches dont les résultats ont été exposés.

En Espagne où la Tristeza s'est étendue à plusieurs zones au cours de la dernière décennie, le problème des porte-greffe revêt une importance particulière. Les pouvoirs publics ont pris des mesures sévères en ce qui concerne l'emploi des porte-greffe. Un organisme a été créé : le groupement national de pépinières d'agrumes autorisées dépendant de l'Institut national de semences et de plants de pépinière. Il contrôle 9 établissements de pépinières, seuls autorisés à produire des plants d'agrumes.

Dans la notice qui a été remise aux congressistes : « La lutte contre la Tristeza », figurent les conditions générales propres à toutes ces pépinières :

- 1) Toutes les « Pépinières autorisées » se trouvent situées dans des zones exemptes de « tristeza » et à plus de 50 km de la zone de quarantaine la plus proche.
- 2) Le volume de production minimum de chacune de ces pépinières est de l'ordre de 300.000 plants commerciaux par an, bien que des volumes de production supérieure à ces chiffres aient été établis dans certains cas.
- 3) Toutes ces pépinières sont soumises à une direction technique qualifiée, et disposent d'installations pour maintenir un parfait contrôle sanitaire des plantes produites (abris de quarantaine, champs de pieds-mères, diagnostic des viroses, chambres de conservation des graines et des baguettes-greffons).

- 4) L'INSPV soumet ces pépinières à un contrôle périodique de la production. D'autre part au moment de la livraison, les plantes commercialisées sont pourvues par l'Inspecteur de l'INSPV d'une étiquette de garantie de l'état sanitaire, l'authenticité du porte-greffe et de la variété.
- 5) Les «Pépinières autorisées», disposent obligatoirement d'une superficie d'exploitation suffisante pour assurer la production minimum assignée ainsi que la rotation nécessaire pour la production annuelle de ces plantes.
- 6) Il convient de signaler que l'INSPV fixe annuellement le prix maximum de vente des plantes produites. Il existe actuellement neuf «Pépinières spécialement autorisées» par l'INSPV pour la production des plants d'agrumes sur pieds tolérants. Ces pépinières, sont les seules à pouvoir produire des plants d'agrumes en vertu de la législation en vigueur et par conséquent, ce sont les seules qui soient autorisées pour leur vente.

Dans le cadre de cette réglementation, seules certaines espèces de porte-greffe sont autorisées pour l'oranger, le clémentinier, le mandarinier ... Il s'agit de :

mandarinier 'Cléopâtre'
 mandarinier 'Commun'
 mandarinier 'Kinnow'
 oranger doux
 citrange 'Troyer'
 citrange 'Carrizo'
Poncirus trifoliata

Pour le citronnier on peut encore utiliser le bigaradier puisque la combinaison citronnier/bigaradier est tolérante à la Tristeza, mais d'autres espèces sont expérimentées : *Citrus macrophylla* et *Citrus volkameriana*.

Le mandarinier 'Cléopâtre' est, à l'heure actuelle, le plus utilisé. Il permet la culture de variétés dont l'état sanitaire est imparfait. Ainsi par exemple plusieurs variétés propagées, porteuses d'exocortis, (clémentinier 'Nules', 'Oroval', 'Navelate ...) ne peuvent pas être greffées sur citrange ou sur *Poncirus*.

Le citrange 'Troyer' est de plus en plus utilisé comme porte-greffe des variétés d'origine nucellaire. Malgré la forte teneur en calcaire de la plupart des terres agrumicoles d'Espagne, le citrange 'Troyer' semble se comporter d'une manière satisfaisante. Sa résistance au calcaire serait donc supérieure à celle que l'on supposait.

Trois communications ont été présentées par des chercheurs espagnols sur le comportement de ces porte-greffe appelés à remplacer le bigaradier :

Comportement en champ des porte-greffe tolérants à la Tristeza en Espagne par E. GONZALES-SILICIA, A. SANCHEZ-CAPUCINO, M. MANTEIGA et J.L. GARDIOLA (Espagne).

Les auteurs relatent le comportement écologique et phytopathologique de quatre porte-greffe : mandarinier 'Cléopâtre', mandarinier Commun, oranger doux et citrange 'Troyer' greffés avec l'oranger doux et le mandarinier.

L'oranger doux se montre le plus sensible à la chlorose des quatre porte-greffe et subit de fortes attaques de gommose et parfois de pourridié à *Armillaria*.

Le mandarinier commun se révèle le plus sensible à la gommose des quatre porte-greffe et manifeste des symptômes de Cachexie et de Cristacortis lorsqu'il est greffé avec des clones porteuses de ces viroses. Sa résistance au calcaire est satisfaisante.

Le mandarinier 'Cléopâtre' présente souvent un système racinaire peu développé et se montre peu résistant à l'asphyxie mais assez résistant à la chlorose. Il confère une

bonne résistance au froid et une meilleure tolérance aux sels que le bigaradier.

Aucun symptôme de cachexie n'est observé sur ce porte-greffe 7 ans après le greffage alors que des symptômes sont visibles sur la partie greffon (mandarinier commun).

Le concave gum est apparu dans plusieurs cas.

Jusqu'à présent il n'a pas été observé de gommose dans ces essais.

Le citrange 'Troyer' semble s'adapter à une gamme de sols plus large que prévue. Ainsi, dans ces essais installés sur des sols assez riches en calcaire, il se montre relativement tolérant à la chlorose, ainsi qu'à l'asphyxie racinaire.

Aucun cas de gommose à *Phytophthora* n'a été observé.

Les arbres greffés avec des greffons porteurs d'exocortis ont montré de graves symptômes de la maladie sur le porte-greffe, mais maintenant, les citrange 'Troyer' reçoivent exclusivement des greffons nucellaires, exempts en principe, d'exocortis.

Étude comparative des porte-greffe mandarinier 'Cléopâtre' et bigaradier par E. GONZALES-SILICIA et J.L. GARDIOLA (Espagne).

Les variétés greffées : 'Satsuma', 'Clémentinier de Nules', 'Oroval' et oranger 'Valencia late' ont été étudiées sur ces deux porte-greffe.

Aucune différence de croissance et de rendement n'est observée quel que soit le porte-greffe.

La qualité des fruits est pratiquement identique : on note simplement une densité plus haute des fruits produits par les arbres greffés sur mandarinier 'Cléopâtre' et une amélioration du calibre des fruits de la variété 'Valencia late'.

Les feuilles des arbres greffés sur mandarinier 'Cléopâtre' sont plus riches que celles des arbres greffés sur bigaradier en bore, zinc, magnésium, plus pauvres en calcium et de richesse identique en azote, potasse, fer, cuivre et manganèse.

Quelques arbres greffés sur mandarinier 'Cléopâtre' sont attaqués par la gommose, mais il y en a encore davantage sur oranger doux.

Contribution à l'étude du «Limoncillero» et du «Limero» comme porte-greffe par O. ORTUÑO, A.G. LIDON, O. CARPENA et G. LIDON (Espagne).

Ces deux espèces ou hybrides découverts dans la région de Murcie sont en expérimentation.

Bien que leurs aptitudes soient insuffisamment connues ils semblent prometteurs pour le citronnier et peut-être pour certaines variétés d'oranger.

Plusieurs auteurs ont fait connaître l'orientation donnée aux recherches sur les porte-greffe dans leurs pays respectifs.

Les porte-greffe d'agrumes en Australie par M.C. STANFORD (Australie).

La Tristeza interdit l'utilisation du bigaradier.

Le Rough lemon est le porte-greffe le plus employé en Australie. Il donne des arbres vigoureux et productifs, des fruits gros, mais dont la richesse en extrait sec soluble est faible.

L'oranger doux occupe une place importante dans les sols légers et bien drainés tandis que le *Poncirus trifoliata* se développe dans les plantations installées sur des sols lourds.

L'auteur reproche aux citranges 'Troyer' et 'Carrizo' de retarder la mise à fruits par rapport au Rough lemon et à l'oranger doux. Ils sont néanmoins utilisés surtout lorsqu'il

s'agit de replantation.

Des essais sont en cours sur l'emploi de combinaisons *Citrus/Poncirus* possédant le complexe nanisant afin d'obtenir des plantations à forte densité.

Le programme d'amélioration des porte-greffe en Floride par D.J. HUTCHINSON et W.C. COOPER (USA).

La mise en expérimentation de nouveaux porte-greffe doit être précédée de tests destinés à mettre en évidence leur résistance ou leur tolérance à la gommoze, à la Tristeza et aux nématodes.

Après ces tests les espèces tolérantes reçoivent des greffons d'oranger 'Valencia' et sont plantées en plein champ pour l'étude du rendement, de la qualité des fruits, de l'adaptation au sol, etc.

Sept cents types d'agrumes ont été examinés et trente et une sélection ont été retenues pour l'expérimentation en plein champ.

La maladie qui sévit actuellement en Floride, le Young tree decline, semble influencée par le porte-greffe : le *Poncirus*, les citranges notamment le citrange 'Carrizo' semblent conférer une meilleure résistance que le Rough lemon.

Le comportement de quelques nucellaires d'agrumes sur différents porte-greffe par P.C.J. OBERHOLZER (République d'Afrique du Sud).

Pratiquement tous les agrumes d'Afrique du Sud (environ 10 millions d'arbres) sont greffés sur Rough lemon.

Au cours des dernières années, d'autres espèces, greffées avec des lignées nucellaires, ont été expérimentées.

Le mandarinier 'Emperor' donne de bons résultats ainsi que le mandarinier 'Cléopâtre' qui semble améliorer la qualité des fruits.

Le *Poncirus* et ses hybrides se sont révélés de bons porte-greffe en particulier dans les cas de replantation.

Malgré ces bons résultats l'auteur estime que le Rough lemon restera encore le porte-greffe le plus employé en Afrique du Sud au cours des prochaines années.

Croissance de l'arbre et qualité des fruits de l'orange douce 'Valle Washington' sur 93 porte-greffe par O. RIOS CASTAÑO (Colombie).

Les porte-greffe suivants, par ordre décroissant, confèrent la plus grande vigueur :

'Rough lemon', *Citrus volkameriana*, *Citrus moi*, Citrumelo 4475, lime 'Rangpur', mandarinier, orangers doux ...

En ce qui concerne la qualité des fruits, l'ordre est le suivant :

Poncirus, citranges, orangers doux, mandariniers.

Le meilleur calibre des fruits est obtenu avec le *Citrus volkameriana*.

Les *Poncirus* fournissent le meilleur extrait sec soluble ; ils sont suivis par les citranges.

Comportement de 8 porte-greffe avec des greffons nucellaires d'oranger 'Baianinha' en sol sablonneux par A.A. SALIBE, O. RODRIGUEZ et S. MOREIRA (Brésil).

Le classement des porte-greffe en fonction des rendements cumulés des 8 premières récoltes s'établit comme suit :

lime 'Rangpur', citrange 'Troyer', *Poncirus*, mandarinier 'Cléopâtre', oranger doux 'Caipira', 'Rough lemon' de

Floride, oranger doux 'Pera' et 'Rough lemon' du Brésil.

La lime Rangpur induit la plus grande vigueur ; elle est suivie par l'oranger 'Caipira', le mandarinier 'Cléopâtre' et le citrange 'Troyer'. Le *Poncirus* fournit les arbres les plus petits.

Le *Poncirus* suivi du citrange 'Troyer' et du mandarinier 'Cléopâtre' produisent les fruits les plus riches en extrait soluble.

Expériences sur des porte-greffe pour les citrons et les oranges par F. RUSSO (Italie).

On observe une grave incompatibilité entre le citronnier 'Monachello' et le bigaradier.

Le clone de mandarinier 'Cléopâtre' utilisé montre des symptômes de gommoze à *Phytophthora* 3 ans après la plantation.

Les orangers 'Tarocco' greffés sur citrange 'Troyer' et 'Carrizo' fournissent de meilleurs rendements que les arbres greffés sur bigaradier et *Poncirus*.

Les autres greffés sur *Poncirus* et sur citrange 'Troyer' produisent les fruits à peau la moins épaisse.

C'est le *Poncirus* qui confère l'extrait soluble le plus élevé.

Le *Citrus macrophylla* (Alemow) semble augmenter la sensibilité des citronniers au mal secco.

L'influence des porte-greffe sur la composition minérale des feuilles a fait l'objet de deux communications :

Les effets des porte-greffe et de la composition du sol sur la production et la teneur en éléments nutritifs de la feuille d'oranger 'Washington navel' et Valencia late par R.P. CARY (Australie).

De hauts rendements de fruits de bonne qualité ont été obtenus malgré un faible niveau de P dans les feuilles. Des applications répétées de superphosphate n'ont pas encore augmenté la teneur des feuilles en P.

Les niveaux foliaires en N, P, Ca, Mg, Zn étaient similaires pour les quatre combinaisons : W. navel et Valencia sur oranger doux. Les feuilles de Washington navel sont plus riches en K que les feuilles de Valencia quel que soit le porte-greffe.

La production de Valencia ne diffère pas en fonction du porte-greffe, mais celle de Washington navel est améliorée par le Rough lemon.

Influence des porte-greffe sur la composition foliaire du clémentinier et d'autres espèces d'agrumes sous différents climats par J. MARCHAL, P. MARTIN-PREVEL, L. BLONDEL, J. CASSIN et P. LOSSOIS (France).

Une forte influence des porte-greffe se manifeste sur les niveaux foliaires, pour une même variété. Avec le clémentinier et l'oranger 'Washington navel' le greffage sur *Poncirus* conduit à des niveaux de N et K plus hauts que le greffage sur citrange 'Troyer'. L'antagonisme entre K et Ca est fort et aboutit aux niveaux de Ca les plus faibles quand le porte-greffe est *Poncirus*.

Les effets des porte-greffe se montrent plus forts que les effets des variétés greffées (clémentinier, oranger 'Hamlin', oranger Washington navel) sur les niveaux foliaires de N et de P.

Par contre, en ce qui concerne les cations K, Ca, Mg, les effets de la variété greffée prédominent sur ceux des porte-greffe.

Dans la plupart des communications, la qualité des fruits,

problème éminemment d'actualité, a été examinée en même temps que les autres critères soumis à l'influence des porte-greffe. Dans la communication suivante les effets des porte-greffe sur la qualité ont été particulièrement étudiés.

Effets des porte-greffe sur la qualité des fruits par L. BLONDEL (France).

L'auteur présente les conclusions des essais réalisés récemment à la Station de Recherches agrumicoles de Corse.

Premier essai :

Oranger 'Hamlin' sur trois porte-greffe : bigaradier, mandarinier 'Cléopâtre', Rough lemon.

L'influence défavorable du Rough lemon se fait nettement sentir (réduction de l'extrait sec soluble).

Deuxième essai :

Le *Poncirus* et le citrange 'Troyer' fournissent des fruits au moins aussi bons que le bigaradier en année normale, mais améliorent la teneur en extrait soluble en année pluvieuse.

Le tangelo 'Orlando' abaisse la qualité des oranges mais non celle des clémentines.

La limette douce provoque dans tous les cas une diminution du taux d'extrait soluble.

Troisième essai :

Le *Poncirus* et le citrange 'Troyer' améliorent la qualité des clémentines (plus grande richesse en jus, extrait soluble plus élevé). Le *Citrus karna* (KHATTA) et le *Citrus volkameriana* donnent les meilleurs rendements à la quatrième année après la plantation, mais confèrent deux graves défauts :

- réduction sensible de la teneur en jus et de l'extrait soluble,
- présence du phénomène de «granulation» dans un grand nombre de fruits.

Dans une seule communication a été abordé spécialement le problème de la résistance au froid conférée par les porte-greffe.

Résistance au froid conférée par certains porte-greffe par L. BLONDEL (France).

Après un abaissement de température, du 5 au 7 mars 1971, de 53 heures au-dessous de 0° dont 2 heures 30 entre -3 et -4,5°, les trois porte-greffe (bigaradier, *Citrus macrophylla* et *Citrus volkameriana*) du cédratier ont exercé leur influence de la manière suivante :

Le *Citrus volkameriana* confère au cédratier une résistance au froid deux fois plus grande que le bigaradier et cinq fois plus grande que le *Citrus macrophylla*.

Des clémentiniers de quatre ans greffés sur bigaradier et citrange 'Troyer' ont subi 50 heures de températures négatives dont plusieurs heures entre -5 et -7,5°. Sur bigaradier 57 p. cent des arbres ont eu la partie greffon détruite, sur citrange 'Troyer' 31 p. cent seulement.

Dans un autre verger de clémentiniers de un an soumis à -6° durant plusieurs heures, les résultats suivants ont été enregistrés :

- sur bigaradier : 27 p. cent des greffes détruites
- sur citrange 'Troyer' : 12 p. cent des greffes détruites
- sur *Poncirus* : 2 p. cent des greffes détruites

Une communication se rapportant à des recherches sur la résistance des porte-greffe au mal secco a été présentée par des chercheurs italiens.

Recherches préliminaires sur la résistance au mal secco de quelques porte-greffe par F.G. CRESCIMANO, V. SOMMA et F. CALABRESE (Italie).

Une vingtaine d'espèces ont été expérimentées. Chaque arbre était inoculé avec une suspension de conidies de *Phoma tracheiphila* P.

Les trois espèces suivantes se sont révélées les plus résistantes :

Shangyuan (il s'agirait d'un hybride *Citrus ichangensis* x *Citrus grandis*), *Citrus junos* et Rough lemon.

Les trois communications suivantes se rapportent à des sujets divers.

Evapotranspiration dans les arbres d'oranger doux en relation avec le porte-greffe par A. MILELLA et P. DEIDDA (Italie).

Sur des orangers 'Tarocco' la plus haute E.T.P. apparaît avec la lime mexicaine comme porte-greffe, suivie par le citrange 'Troyer', le tangelo 'Orlando' et le *Poncirus* 'Rubidoux'.

Les besoins en eau des arbres greffés sur *Poncirus* 'Rubidoux' s'élevaient à 77 p. cent de ceux des arbres greffés sur lime mexicaine.

Évaluation des variétés de *Poncirus* comme porte-greffe des orangers 'Washington navel' et 'Valencia late' par W.P. BITTERS, C.D. Mc CARTHY et D.A. COLE (USA).

Les résultats relatés par l'auteur se rapportent en fait à un essai de sélection clonale de *Poncirus*. L'essai entrepris aux U.S.A. ne diffère pas sensiblement de celui qui est préparé à la S.R.A. de Corse où 40 clones de *Poncirus* sont étudiés et seront expérimentés pour le clémentinier.

Les auteurs américains ont étudié une vingtaine de clones greffés en oranger.

En général les clones à grandes fleurs produisent des arbres plus grands que les clones à petites fleurs et produisent plus de fruits par arbre.

Cependant les clones à petites fleurs produisent plus de fruits par unité de volume et sont par conséquent, plus recommandables pour les plantations à forte densité, d'autant plus que les types à petites fleurs semblent avancer l'époque de maturité.

Recherches préliminaires sur des nouvelles méthodes pour former des agrumes nains par F.G. CRESCIMANO (Italie).

Essai 1. Plantation de bigaradiers avec un angle de 45° à la densité de 5.000 arbres par hectare. Greffage de la pousse la plus vigoureuse en pomelo 'Duncan' : le porte-greffe et le scion formaient alors un angle de 140° : six ans après le greffage la récolte s'est élevée à 110 t/ha.

Essai 2. Plantation de pomelo 'Duncan' obtenus par bouturage sous brouillard.

Densité : 13.000 arbres par hectare.

La mise à fruit a été obtenue l'année suivant la plantation. Les rendements atteignent constamment 25 t/ha.

Enfin deux communications inscrites à l'ordre du jour n'ont pu être présentées par leurs auteurs qui étaient absents. Les congressistes ont néanmoins disposé des résumés dont l'essentiel est donné ci-dessous :

Les effets de trois porte-greffe sur le clémentinier par M. BOUDERBALA (Algérie).

Sur les clémentiniers greffés sur bigaradier, mandarinier 'Cléopâtre' et *Poncirus*, plantés en 1960, les résultats obtenus jusqu'en 1972 montrent que l'effet du *Poncirus* est toujours positif sur la production, la précocité dans la mise à fruit, le calibre, la teneur en jus, la richesse en extrait soluble.

Le plus grand développement est obtenu avec le bigaradier suivi du *Poncirus* et du mandarinier 'Cléopâtre'.

Les futurs aspects dans la recherche des porte-greffe d'agrumes par K. MENDEL (Israël).

L'auteur estime qu'il conviendrait de commencer la recherche des aspects de base de l'influence porte-greffe-greffon afin d'arriver à des méthodes pour un diagnostic rapide des performances des combinaisons.

A son avis les recherches sur les porte-greffe nanisants ne sont pas suffisamment poussées. Il conviendrait d'étudier les espèces autres que le *Poncirus* et de créer par hybridation de nouveaux porte-greffe notamment en croisant des variétés d'agrumes avec d'autres espèces de la tribu des *Citrinae*.

L'utilisation de souches de virus faibles devrait être envisagée afin d'obtenir des arbres plus ou moins nanisés.

Il conviendrait aussi d'entreprendre des études sur les espèces monoembryonnées en les multipliant par voie végétative.

CONCLUSIONS

Ces 19 communications ont permis de faire le point sur la situation mondiale en matière de porte-greffe.

L'existence ou la menace de la Tristeza provoquent une accélération des recherches aussi bien en ce qui concerne l'expérimentation d'espèces nouvelles qu'en ce qui concerne la sélection sanitaire des variétés en vue d'obtenir des greffons sains absolument nécessaires pour certains porte-greffe.

L'amélioration de la qualité des fruits par l'emploi de porte-greffe adaptés au sol et aux variétés suscitent également des recherches de plus en plus nombreuses.

Il est aussi heureux de constater que l'on s'intéresse aux porte-greffe nanisants en vue de la création de plantation à forte densité et que des chercheurs se préoccupent des porte-greffe susceptibles de donner, avec les variétés de citronniers, des associations résistantes au mal secco.

Les études sur les aspects nutritionnels en fonction des porte-greffe ne manquent pas non plus d'intérêt.

Cependant on peut regretter que certains aspects scientifiques ne soient pas davantage étudiés.

Ainsi par exemple de nombreux chercheurs sous-estiment l'influence probable de l'origine des *Poncirus* expérimentés : ils précisent rarement l'origine du clone utilisé ; la communication de M. BITTERS constitue heureusement une première contribution au comblement de cette lacune.

Il est regrettable également que les études édaphiques ne soient pas mieux effectuées surtout quand on utilise le *Poncirus* et les citranges. Il serait grand temps de connaître avec plus de précision quel est le taux de calcaire actif supporté par ces espèces. Il conviendrait de définir un indice chlorosant comme cela a été fait pour les porte-greffe de la vigne.

On pourrait en dire autant de la tolérance aux sels, de l'hydromorphie, etc.

On peut aussi constater la faiblesse des recherches au sujet de la résistance au froid conférée par les porte-greffe. Pourtant plusieurs grands pays producteurs sont directement concernés.

On peut encore regretter que certains pays emploient toujours le Rough lemon et par conséquent misent plus sur le rendement que sur la qualité. Or l'augmentation constante de la production et les difficultés commerciales qui peuvent en résulter devraient les inciter à développer les recherches sur ce problème.

Malgré ces insuffisances, il est réconfortant de constater que le problème des porte-greffe retient l'attention d'un grand nombre de chercheurs et on peut espérer que les recherches seront intensifiées au cours des prochaines années.

RÉGULATEURS DE CROISSANCE PHYSIOLOGIE DU DÉVELOPPEMENT ET DE LA FLORAISON

L. BLONDEL

RÉGULATEURS DE CROISSANCE

Depuis une vingtaine d'années, l'agrumiculture fait de plus en plus appel aux substances de croissance.

Elles permettent d'agir sur un grand nombre de processus physiologiques :

mise à fruit, éclaircissage, lutte contre l'alternance, parthénocarpie, lutte contre la chute prématurée, activation de l'abscission en vue de la cueillette mécanique, amélioration de la coloration, etc.

Or, au congrès de Murcie, les huit communications présentées n'ont traité que de quelques aspects des possibilités de ces substances.

Méthodes pour limiter l'alternance chez l'oranger 'Valencia late' par G.I. MOSS et K.B. BEVINGTON (Australie).

Plusieurs méthodes ont été retenues :

a) l'augmentation de la floraison l'année de non production ;

- b) la diminution de floraison l'année de production ;
- c) l'augmentation de la formation des fruits l'année de non production et la diminution l'année de production ;
- d) la modification de la production par la taille.

La diminution de l'intensité de la floraison est possible en appliquant l'acide gibberellique à 25 ou 50 ppm pendant la période d'induction florale (décembre).

Pour réduire la formation des fruits après une floraison excessive l'application d'éthéphon à 90 ppm après la floraison s'est montrée efficace.

La taille et l'éclaircissage manuel se révèlent trop coûteux.

Pour éviter l'effet dépressif sur la récolte suivante des oranges Valencia laissées sur l'arbre il convient de cueillir avant la floraison. A notre avis il conviendrait de procéder à des essais pour vérifier cette hypothèse formulée par l'auteur.

Influence du Captan sur la production d'orangers 'Tarocco', 'Moro' et 'Sanguinello' par V.L. LO GIUDICA (Italie).

Le Captan à 0,25 p. cent utilisé en pulvérisation en pleine floraison n'a eu aucune influence sur les rendements des deux variétés soumises à l'expérience.

Activités comparées des gibberellines et de l'incision annuelle sur la fructification du clémentinier en Corse par L. BLONDEL (France).

Dans une première expérience, en 1971-72, l'acide gibberellique (A.G.) employé en pulvérisation à 10 ppm en deux fois, en pleine floraison et 15 jours après, a induit une augmentation de rendement de 67 p. cent, l'incision annuelle double de 92 p. cent, l'A.G.+ l'incision de 138 p. cent.

L'A.G. agit défavorablement sur le calibre des fruits alors que l'incision se révèle sans effet.

Ni l'A.G., ni l'incision n'agissent sur la composition chimique des fruits.

En 1972-73, de nouvelles expériences ont confirmé ces résultats, avec des différences atténuées en raison d'une production déjà importante même sur les témoins.

Les arbres traités à l'A.G. en 1971, mais non en 1972, ont encore donné en 1972-73 une production supérieure (bien que la différence ne soit pas significative) à celle des témoins alors que les arbres incisés en 1971, mais non incisés en 1972 ont eu une production réduite, inférieure à celle des témoins (effet dépressif incontestable).

Un seul traitement à l'A.G. en pleine floraison semble presque aussi efficace que deux traitements : de nouvelles expériences seront réalisées en 1973 pour vérifier cette observation.

Une nouvelle substance à base de α -chlor- β - (3-chloro-o-Tolyl) propionitrile n'a pas induit d'augmentation de rendement, mais a provoqué la formation d'un grand nombre de fruits porteurs des styles persistants.

Influence de plusieurs substances de croissance sur mandarinier 'Satsuma' et clémentinier par R. CARRERES (Espagne).

Des substances de croissance ont été pulvérisées avec comme objectif l'amélioration du calibre des fruits.

Quand le traitement est appliqué sur des fruits atteignant environ 1 cm de diamètre, de bons résultats sont obtenus avec le 2,4-D, le 2,4-5-T et le 2,4-5-TP. C'est le 2,4-5-T à 30 ppm qui donnent en définitive les meilleurs résultats.

Les deux dernières substances avancent la maturité de 4 ou 5 jours.

Les fruits traités au 2,4-5-T se conservent mieux en frigorifique que les fruits témoins et les pertes de poids sont diminués.

Des essais de déverdisage dans un bain d'Ethrel à 1.500 ppm ont donné des résultats prometteurs.

Les régulateurs de croissance utilisés pour étendre la saison de récolte des pomelos par S.P. MONSELISE (Israël).

Le 2,4-D (ester isopropylique) et le 2,4-5-T (sel triéthanolamine) utilisées en pulvérisation à 12-18 ppm en fin avril ont donné des résultats favorables. Le 2,4-D augmente le nombre de fruits et aussi légèrement leur calibre alors que le 2,4-5-T augmente considérablement le calibre, con-

tre-balançant ainsi un effet défavorable d'éclaircissage.

Les pulvérisations comprenant l'acide gibberellique à 20 ppm et le 2,4-D à 16 ppm, appliquées en décembre, diminuent la chute des fruits et augmentent sa viabilité sur l'arbre et en entreposage.

Le contrôle hormonal de l'abscission du fruit par W.C. COOPER (U.S.A.).

Sur oranger 'Pineapple' et 'Valencia' les meilleurs résultats sont obtenus par pulvérisation de cycloheximide à 20 ppm. Cette substance provoque une émission d'éthylène dans les fruits et abaisse leur résistance au point d'insertion sur le rameau ce qui facilite la cueillette mécanique.

Récents découvertes concernant l'abscission chimique des fruits par W.C. WILSON (U.S.A.).

Le cycloheximide, appliqué en pulvérisation pour l'abscission des oranges hâtives ou de mi-saison, produit un détachement des fruits dans la plupart des cas, cependant son utilisation n'a qu'un faible intérêt pratique (les fruits de l'intérieur des arbres ne sont pas suffisamment affectés).

D'autres produits ont donné de bons résultats sur oranges 'Valencia'. Ils sont mis en comparaison avec le cycloheximide.

Eclaircissage des mandarines 'Ponkan' par M. X. (Japon).

L'A.N.A. appliqué en pleine floraison provoque une éclaircie qui permet une amélioration du calibre des fruits et une augmentation de la production l'année suivante. On obtient donc une réduction de l'alternance.

Parmi les concentrations utilisées : 200, 400 et 800 ppm, la première, soit 200 ppm, semble suffisante, mais cinq traitements sont nécessaires.

CONCLUSIONS.

Les deux problèmes qui semblent le plus bénéficier de l'utilisation des substances de croissance sont l'éclaircissage chimique des fruits et l'amélioration de l'abscission en vue de la cueillette mécanique.

D'autres utilisations de ces substances ont été discutées au cours du congrès ; amélioration de la production et de la « tenue » des fruits par l'acide gibberellique, amélioration du calibre par le 2,4-5-T, lutte contre l'alternance par l'emploi de l'A.N.A. ...

En raison de la très vaste gamme d'utilisation possible des substances de croissance, on peut être surpris du faible nombre de communications présentées.

Les gibberellines seules, auraient dû intéresser davantage les chercheurs.

PHYSIOLOGIE DU DEVELOPPEMENT ET DE LA FLORAISON

Jusqu'à ces dernières années, de rares publications ont vu le jour sur ces problèmes de physiologie. Il semble maintenant que plusieurs chercheurs s'en préoccupent.

Les études récentes se rapportent surtout aux relations entre la croissance végétative et la production : induction florale, alternance ...

Les études fondamentales réalisées sur ces thèmes sont souvent liées à l'emploi des substances de croissance.

Six communications ont été présentées :

La floraison précoce des plants de semis d'agrumes par M. IWAMASA et Y. OBA (Japon).

Lorsque l'apex des plants de semis est exposé à des températures basses et que les autres parties sont gardées au chaud, une fleur terminale est induite chez les plants de semis de pomelo.

Les basses températures et le manque d'eau induisent une floraison précoce.

Facteurs majeurs qui influencent la formation des fleurs et la formation des fruits de l'oranger par G.I. MOSS (Australie).

Les arbres greffés sur *Poncirus* sont plus florifères que les arbres greffés sur Rough lemon.

Les faibles températures d'hiver provoquent une induction florale.

Des températures de 13 à 18° (16° semble l'idéal) durant la floraison, provoquent la meilleure formation des fruits d'oranger 'Washington navel'.

La température optimum pour la formation des fruits est de 21° durant les 4-6 semaines suivant la pleine floraison. Un manque d'eau pendant cette période critique réduit la formation des fruits car lorsque l'humidité est basse, la photosynthèse est réduite si la température excède 20°.

Certaines techniques peuvent favoriser la formation des fruits : incision annulaire, pulvérisations de gibberelline, de Kinétine, de C.C.C. Les produits dérivés de l'éthylène, au contraire ont tendance à diminuer le pourcentage de nouaison.

Induction florale chez le clémentinier commun et le mandarinier 'Satsuma' par J.A. SANCHEZ-CAPUCHINO et R. CASANOVA (Espagne).

L'époque d'induction des boutons à fleur chez le clémentinier et le mandarinier 'Satsuma' a été déterminée en pratiquant les défoliations périodiques d'arbres entiers en automne et en hiver.

L'induction florale a lieu principalement du début de décembre jusqu'à mi-janvier chez le clémentinier et de mi-janvier à mi-février chez le mandarinier 'Satsuma'.

Facteurs agissant sur la fructification du mandarinier 'Kinnow' par W.W. JONES, T.W. EMBLETON, C.W. COGGINS et D.D. HALSEY (U.S.A.).

L'alternance affecte régulièrement le mandarinier 'Kinnow'.

En année de forte récolte la teneur foliaire en P et K est nettement diminuée. L'application de NO³K augmente la teneur foliaire en K, mais n'a aucun effet sur l'alternance.

Une pulvérisation d'A.N.A. (acide naphthalène acétique) l'année de forte production, diminue cette dernière (éclaircissage des fruits) et permet une meilleure fructification l'année suivante.

Effets des fruits sur la consommation d'eau et la photosynthèse des boutures d'agrumes par F. LENZ (Allemagne).

Les boutures fructifères de Calamondin : *Citrus madurensis* LOUR ont des taux plus élevés de transpiration que les boutures non fructifères.

Les feuilles des boutures fructifères ont des stomates plus larges et ouverts plus longtemps que les feuilles des boutures non fructifères. La présence de fruits stimule l'activité de la Ribulose diphosphate carboxylase.

Plus les fruits sont abondants plus il y a d'hydrates de carbone dans les feuilles et plus le taux de transpiration augmente.

Nouvelles méthodes d'éclaircissage pour les agrumes par G.I. MOSS (Australie).

L'éclaircissage par prévention de la formation des fleurs est obtenu en utilisant l'acide gibberellique.

Les huiles blanches plus l'acide gibberellique en pulvérisation appliqués à la fin de la période d'induction florale diminuent la floraison de l'année suivante (huile blanche à 2,5 p. cent plus A.G. à 20 ppm).

D'autres produits réduisant la photosynthèse ont été expérimentés.

CONCLUSIONS.

Les recherches en cours paraissent susceptibles de conduire à une meilleure compréhension des phénomènes liés à la fructification des agrumes. Ainsi par exemple, une meilleure connaissance de l'induction florale devrait permettre de mieux contrôler l'alternance qui affecte gravement de nombreuses variétés.

Il apparaît que la plupart de ces phénomènes physiologiques sont sous la dépendance de substances de croissance parmi lesquelles les gibberellines semblent jouer un rôle très important.

