

RÉSULTATS DE L'EXPÉRIMENTATION SUR LA FUMURE DES AGRUMES EN CALIFORNIE ET EN FLORIDE ⁽¹⁾

Les méthodes d'application, l'efficacité et la durée de l'effet des engrais dépendent beaucoup du climat.

Les sols des régions arides ont généralement des teneurs beaucoup plus élevées en phosphore, potasse, chaux, magnésium et sodium que ceux, très lessivés, des régions humides. Les eaux d'irrigation des régions arides contiennent des quantités importantes de magnésium et de calcium. Dans beaucoup de sols des régions arides, des accumulations de nitrates et d'autres sels peuvent se produire, pendant la saison sèche, à la surface du sol.

Dans les régions humides, les pluies peuvent entraîner des éléments nutritifs très solubles au-dessous de la zone des racines et une grande partie des matières fertilisantes peut se retrouver dans les eaux de drainage.

Les plantes de couverture peuvent donner des indications pour la fumure des agrumes ; beaucoup de plantes annuelles, par exemple, sont relativement très exigeantes en phosphore, potassium et calcium ; un sol où les légumineuses poussent bien est bien pourvu en ces éléments sous forme assimilable ; naturellement l'insuffisance du développement des légumineuses peut être dû à l'ombrage de grands arbres ou à la concurrence de mauvaises herbes.

Dans un verger, la réponse de cultures annuelles à l'application, sous forme d'engrais, d'un élément nutritif, ne donne pas toujours une indication certaine sur les besoins, en cet élément, des arbres de ce verger ; des légumineuses, par exemple, peuvent répondre à une application d'engrais phosphaté sans qu'il en soit ainsi pour les arbres poussant dans le même sol.

On a constaté en Californie que le meilleur moyen de remédier aux déficiences de certains éléments, comme le cuivre, le zinc et le manganèse, est de faire, sur les arbres, des pulvérisations de suspensions diluées de produits contenant un ou plusieurs de ces éléments. Les éléments dits « mineurs » sont d'ailleurs parmi ceux qui deviennent toxiques si le sol en contient un peu plus que la quantité nécessaire à la croissance normale des arbres.

FUMURE ORGANIQUE.

L'étude, dans cent vergers de Floride, de terres très sableuses, a montré qu'il y a une relation directe entre la

(1) D'après L. D. BATCHELOR. — Principles and methods of fertilization (The Citrus Industry, BATCHELOR and WEBBER, vol. II, p. 323-381).

« capacité d'échange de bases » et la teneur du sol en matière organique. Or la capacité d'échange de bases est considérée en Floride comme le meilleur indicateur de la fertilité des sols plantés en agrumes.

Les microorganismes du sol qui décomposent la matière organique absorbent certains des éléments chimiques nécessaires aux plantes, notamment l'azote assimilable. Si la teneur en azote de la matière organique incorporée au sol est trop faible par rapport à la teneur en carbone (rapport C/N élevé), ces microorganismes absorbent des nitrates du sol ; ces nitrates sont cependant restitués au sol plus tard, lorsque la décomposition se ralentit, après la mort de ces microorganismes.

De nombreuses recherches ont montré que dans la plupart des sols cultivés le rapport C/N est assez constant, et varie généralement de 8/1 à 12/1. En se décomposant la matière organique peut libérer certains éléments minéraux du sol et d'engrais chimiques presque inassimilables ; la matière organique est elle-même une source d'éléments nutritifs.

L'application de matières organiques à basse teneur en azote, comme les feuilles de certaines plantes, les tiges de maïs, la paille de blé, constitue une mauvaise fumure si on les emploie seules ou en sol peu fertile ; pendant leur décomposition elles peuvent priver la plante cultivée d'une partie des nitrates emmagasinés dans le sol.

Dans les vergers irrigués des régions arides, les pertes de nitrates, par lessivage, sont basses relativement à celles des vergers des régions à forte pluviométrie. Dans les terrains très fumés et irrigués par rigoles, il peut se produire, dans la première couche de 120 cm d'épaisseur du sol, une accumulation de nitrates de l'ordre de 5 à 30 p. p. m. ; dans ces conditions les matières à rapport C/N élevé ont plus d'efficacité que lorsque la teneur du sol en nitrates est basse. Lorsque des matières organiques à rapport C/N élevé sont appliquées dans un sol à basse teneur en nitrates, il peut donc être bon de répandre en même temps des engrais contenant des nitrates ou de l'ammoniac, surtout si la quantité de matière organique incorporée au sol est importante et si l'application en est faite pendant la période de croissance des agrumes.

Le planteur ne peut avoir d'influence sur certains des facteurs dont dépend la vitesse de décomposition des engrais organiques : température et aération du sol, nature

des microorganismes présents, mais il peut tenir compte de ce que cette vitesse est d'autant plus grande que ces engrais contiennent moins de carbone et plus d'azote.

Dans les conditions de culture en plein champ seul l'ammoniaque du purin est disponible pendant l'année qui suit l'incorporation de fumier dans le sol ; toutefois, si le fumier est bien décomposé, tout l'azote s'y trouve pratiquement sous forme de composés organiques, et un cinquième de cet azote peut nitrifier en 300 jours. Dans les vergers d'agrumes, la température du sol et les conditions d'humidité sont d'ailleurs favorables, durant la majeure partie de l'année, à la nitrification.

L'examen des microorganismes qui décomposent la matière organique montre la prédominance de divers champignons dans le cas d'un sol acide et celle de bactéries dans le cas d'un sol neutre ou alcalin. Les champignons forment plus de protoplasme et retiennent plus d'azote que les bactéries ; les bactéries transforment une plus grande quantité de la matière organique en gaz carbonique, eau et ammoniaque que les champignons. Des expériences de laboratoire ont montré que le fumier produisit, en 180 jours, trois fois plus de nitrates en sol alcalin (pH 7,42) qu'un sol acide (pH 4,74).

Dans une expérience, d'une durée de 12 années, faite à la Citrus Experiment Station de l'Université de Californie, l'azote du fumier n'a pas été aussi efficace que celui des engrais chimiques ; les fèves, la luzerne et les céréales employées comme engrais verts ont été aussi efficaces que la combinaison fumier-urée lorsque leur rapport C/N n'était pas trop élevé.

Des recherches de laboratoire sur la nitrification de l'azote du fumier ont montré que lorsqu'on avait incorporé au sol du fumier de rapport C/N égal à 21/1, 22 % de l'azote avait nitrifié au bout de 360 jours ; lorsqu'on avait incorporé au même sol un mélange de fumier et de sulfate d'ammoniaque de façon que le rapport C/N de ce mélange fût de 16/1,41 % de l'azote appliqué (tout l'azote du sulfate d'ammoniaque et 24 % de l'azote du fumier) avait nitrifié durant le même laps de temps. Ceci explique le succès général, en Californie, de l'emploi simultané du fumier et des engrais azotés ; en Floride, toutefois, pour une raison inconnue, l'utilité du fumier est très contestée.

La paille de céréales, seule ou en tant que constituant important du fumier d'étable, tend à rendre temporairement inassimilable l'azote du sol. Si la teneur du sol en azote nitrique n'est pas très élevée, la réduction de la teneur du sol en nitrates qui suit l'application de la paille de céréales seule, ou sous forme de fumier, peut persister pendant quelque temps.

Il faut remarquer cependant que la diminution des nitrates dans le sol, après une application de fumier ou de paille, est temporaire. L'application au sol de ces matières doit se faire avant la période de demi-repos des agrumes plutôt qu'avant celle de période active de la croissance. La paille appliquée en automne, en quantité modérée et soigneusement incorporée au sol, peut être bienfaisante.

AZOTE.

Dans les régions à pluviométrie élevée, particulièrement dans les sols à faible capacité pour l'eau, les nitrates sont généralement entraînés au-dessous de la zone des racines. Toutefois, lorsqu'on irrigue par rigoles, les nitrates ont tendance à s'accumuler, pendant la saison sèche, près de la surface du sol, entre les rigoles.

Lorsque les engrais azotés sont répandus à la volée et après la saison pluvieuse dans les vergers irrigués par rigoles, une grande partie de l'azote reste au-dessus de la zone des racines jusqu'au début de la prochaine saison pluvieuse. Le déplacement latéral des nitrates durant l'irrigation empêche leur entraînement avec l'excès d'eau d'irrigation.

Dans le cas de sols légers et recevant périodiquement de fortes pluies, les nitrates seront probablement entraînés au-dessous de la zone des racines ; on conseille alors d'appliquer l'azote nitrique en plusieurs fois. Si on applique l'azote en une seule fois, il devra l'être sous différentes formes, dont plusieurs inassimilables.

En terres franches ou argileuses, les composés ammoniacaux sont généralement fixés dans les premiers centimètres du sol, mais lorsque l'azote ammoniacal s'est transformé en azote nitrique il se déplace rapidement avec l'humidité du sol. En sols sableux légers, les sels ammoniacaux peuvent être entraînés très vite au-dessous de la zone des racines par de fortes pluies ou par l'irrigation ; on a donc avantage à y employer des engrais organiques insolubles dans l'eau. Dans les régions à pluviométrie relativement faible et à sols compacts, le problème consiste à favoriser l'entraînement de l'azote dans la zone des racines plutôt qu'à empêcher son lessivage au-dessous de cette zone ; les applications devront être faites au début de la saison de la croissance.

Si l'on répand l'engrais dans les rigoles d'irrigation il faut prendre soin de l'appliquer bien au fond des rigoles de façon qu'il soit bien recouvert par l'eau d'irrigation. Bien que très solubles dans l'eau, les engrais comme l'urée et le sulfate d'ammoniaque ne sont déplacés par l'eau, dans les sols à haut pouvoir fixateur, que lorsqu'ils ont été transformés en nitrates ; si on les emploie on fera deux irrigations à quinze jours d'intervalle, la première fournira l'humidité nécessaire à la nitrification et la seconde entraînera dans la zone des racines les nitrates formés ; si le temps est frais on aura avantage à augmenter l'intervalle entre les deux irrigations.

L'irrigation par bassins assure une bonne pénétration des nitrates dans le sol, mais il faut creuser les bassins d'abord, y répandre l'engrais et irriguer ensuite.

Dans les régions à forte pluviométrie, où les engrais ammoniacaux peuvent être entraînés dans les profondeurs du sol, surtout si le sol est très léger, il est préférable d'employer des nitrates qui seront absorbés par les arbres avant que de fortes pertes soient possibles, ou bien des engrais à décomposition lente.

Il est probable que les jeunes fruits poussent plus vite

sur des arbres bien nourris et y sont moins sujets à la « chute de juin ». Il est nécessaire que les arbres disposent d'une quantité suffisante d'azote, au printemps, à l'époque de la floraison et de la nouaison. On appliquera alors des engrais azotés mais pas d'engrais organiques, car la décomposition de ces derniers mobiliserait de l'azote. Dans les sols froids, la nitrification est lente, une partie au moins de l'azote incorporé devra l'être sous la forme nitrique.

PHOSPHORE.

Des observations faites en Floride ont montré que presque tout le phosphore appliqué sous forme d'engrais, dans des terrains sableux, avait été fixé dans la première couche de 23 cm d'épaisseur du sol, malgré une pluviométrie annuelle de 1 m 24 en moyenne ; l'application de grandes quantités d'engrais phosphatés augmente toutefois la quantité de phosphore assimilable.

En Californie, des parcelles de terre franche reçoivent chaque année différents engrais phosphatés ; au bout de 22 ans, on ne trouva pas de phosphate soluble à plus de 30 cm de profondeur dans celles qui avaient reçu de la farine d'os, alors qu'on en trouva jusqu'à 60 et 90 cm de profondeur dans celles qui avaient reçu du superphosphate ou du fumier.

De nombreuses expériences faites en Californie ont montré que les engrais phosphatés n'amélioraient ni la quantité, ni la qualité des fruits, ce qui semble prouver que les sols des vergers d'agrumes de ce pays sont suffisamment pourvus de phosphore.

Dans les sols sableux de Floride, au contraire, l'emploi continu des phosphates a amélioré les rendements. On y estime qu'une concentration de 0,1 p. p. m. de phosphore dans les solutions du sol de la zone des racines, pendant la période de croissance, suffit aux besoins des citrus.

POTASSIUM.

Le potassium des engrais potassiques peut être fortement fixé dans le sol. L'argile contenant du potassium, les terrains argileux de Californie ne profitent pas en général des engrais potassiques. Les sols sableux de Floride, qui contiennent peu d'argile, répondent très bien, au contraire, à ces engrais.

A la Citrus Experiment Station, en Californie, l'application annuelle de 230 kg de sulfate de potasse par ha a augmenté notablement, au bout de 17 ans, la teneur de potassium soluble dans l'eau dans la première couche de 60 cm d'épaisseur du sol. L'application annuelle de 30 m³ de fumier par ha, pendant le même laps de temps, a donné les mêmes résultats.

Certaines eaux employées pour l'irrigation des vergers californiens contiennent 5 à 7 p. p. m. de potassium soluble dans l'eau.

CALCIUM.

Environ un tiers des cendres des feuilles de citrus est composé de calcium.

En Floride, c'est au pied de la région montagneuse du centre de cet état, où le pH du sol est inférieur à 6,0, que les citrus se trouvent dans les meilleures conditions. Sur la Côte orientale de ce pays, où les sols contiennent beaucoup plus de matière organique, les citrus prospèrent dans des sols dont le pH varie de 5,5 à 7,7 dans la première couche de 30 cm d'épaisseur. On a observé aussi que les arbres pouvaient prospérer en Floride, dans des sols de pH 7 à 8 si on leur appliquait des pulvérisations de zinc et de manganèse.

Les applications de chaux au sol, pour en modifier le pH, doivent être faites très prudemment, car elles peuvent rendre indisponibles pour les plantes certains éléments, le zinc par exemple ; elles peuvent avoir cependant des effets secondaires très profitables.

L'excès de carbonate de calcium produit souvent une chlorose des feuilles dans les régions arides, mais pas dans les régions humides si les sols sont bien drainés.

SOUFRE.

Le soufre augmente l'acidité des sols acides et diminue l'alcalinité des sols alcalins. La théorie suivant laquelle le soufre, la chaux et le gypse libèrent du phosphore et du potassium ne se vérifie pas en général ; au contraire ils diminuent quelquefois les teneurs en phosphore et potassium solubles dans l'eau. En petite quantité le soufre stimule

Citronnier adulte présentant les symptômes de déficience générale de zinc avec une grande quantité de bois mort. (Photo Batchelor.)



la nitrification, mais en grande quantité il peut l'arrêter.

A part son utilité pour supprimer l'alcali noir l'emploi du soufre ne semble pas nécessaire dans les vergers d'agrumes des États-Unis.

MAGNÉSIUM.

Le magnésium entre dans la composition de la chlorophylle. Aux États-Unis on constate souvent sa déficience dans les sols sableux du littoral atlantique ; en Floride les citrus et certaines plantes annuelles, comme le *Crotalaria*, employé comme plante de couverture, profitent beaucoup de l'apport de magnésium au sol.

Chez les citrus les symptômes de déficience en cet élément sont les suivants : des taches jaunes de forme irrégulière apparaissent le long de la nervure centrale des feuilles, surtout sur les feuilles qui sont proches des fruits ; ces taches peuvent se réunir pour former une bande jaune de forme irrégulière de chaque côté de la nervure centrale. Ces symptômes sont associés au déplacement du magnésium des plus vieilles feuilles aux fruits en train de se développer et aux jeunes feuilles. Lorsqu'une feuille est très décolorée, elle peut tomber. La déficience de magnésium accentue les dégâts causés par le froid. Les fruits à pépins contiennent plus de magnésium que les fruits sans pépins. La déficience de magnésium diminue le rendement ainsi que le calibre et la qualité des fruits ; une fois en magasin, ceux-ci ont tendance à se briser, leur apparence est mauvaise et ils sont peu colorés intérieurement et extérieurement. L'application de produits contenant du magnésium dans des sols déficients en cet élément a augmenté la teneur des fruits en acidité, extrait soluble, sucres, vitamine C, et amélioré leur saveur.

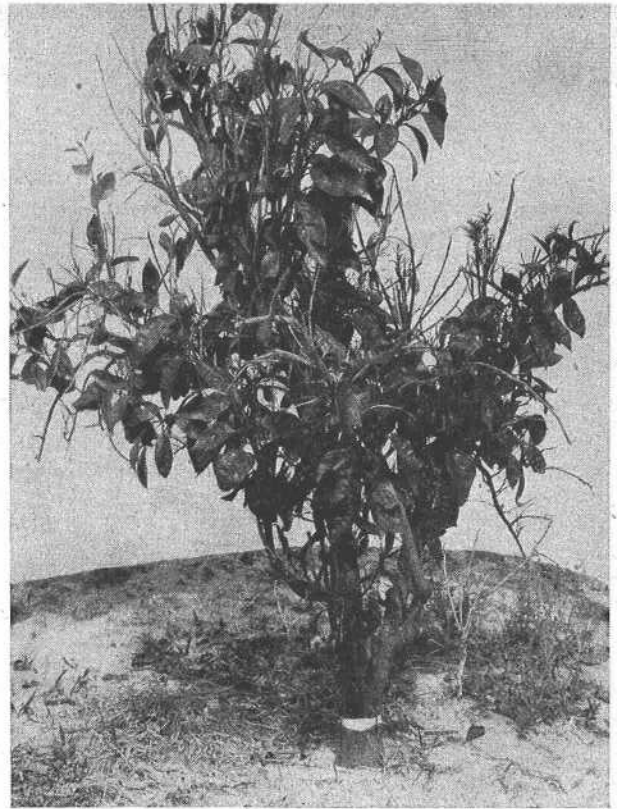
La plupart des sols de Californie contiennent assez de magnésium pour les besoins des agrumes ; les eaux d'irrigation employées en ce pays contiennent d'ailleurs des quantités appréciables de magnésium.

La plupart des sols sableux de Floride sont, au contraire, déficients en magnésium, cuivre et zinc ; cette déficience est aggravée par le lessivage causé par les grosses pluies et par l'emploi d'engrais acides. La déficience de magnésium est générale en Floride dans les sols de pH inférieur à 5,0. Le traitement consiste en applications de dolomite, en quantité suffisante pour élever le pH à 5,5 ou 6,0. Il est bon d'ailleurs d'appliquer, en même temps que la dolomite, du sulfate de magnésium, d'assimilation immédiate.

ZINC.

Pour les agrumes la déficience de zinc est nommée « mottleleaf » ou « frenching ». La plupart des sols des régions agrumicoles du monde ne contiennent pas suffisamment de zinc sous forme assimilable.

Les symptômes de la déficience de zinc sont très visibles sur les feuilles adultes des citrus : entre les nervures latérales le limbe est vert jaunâtre, alors qu'il est vert foncé le long de la nervure centrale et des nervures latérales ; dans les cas extrêmes le limbe peut devenir jaune pâle. Les



Jeune oranger souffrant d'une déficience aiguë de cuivre.

(Photo Batchelor.)

feuilles sont étroites, de taille au-dessous de la normale ; elles sont touffues et ont tendance à être érigées. C'est le dernier cycle de la croissance, en automne, qui est le plus affecté. A mesure que l'intensité de ces symptômes augmente, les rameaux meurent prématurément ; l'arbre présente une quantité notable de bois mort. Le rendement des orangers et des pomélos affectés est inférieur à la normale ; les fruits sont plus petits, à peau plus épaisse, de mauvaise qualité.

On ne peut appliquer de zinc dans le sol, car il s'y transforme en composés insolubles, surtout si le sol contient beaucoup d'argile. Il est préférable de l'appliquer en pulvérisations sur les feuilles.

CUIVRE.

On a observé les symptômes de la déficience de cuivre dans la plupart des régions agrumicoles du monde ; l'état anormal des arbres présentant ces symptômes était connu, avant qu'on eût découvert sa corrélation avec la déficience de cuivre, sous le nom de « dieback » ou « exanthema ».

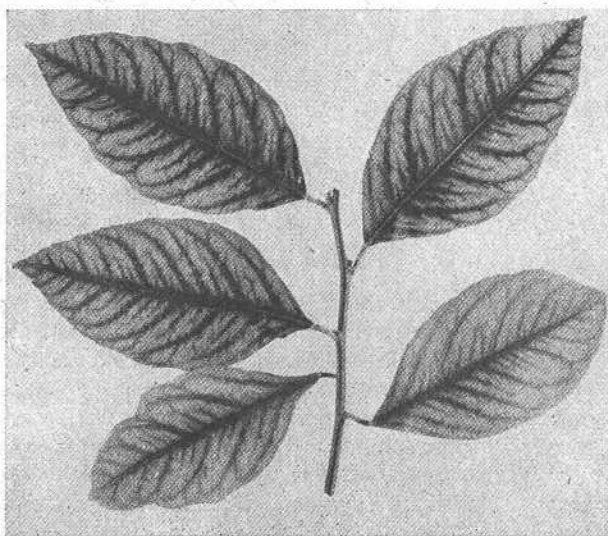
Les symptômes sont les suivants : les rameaux sont trop faibles pour conserver la position érigée, l'affaissement de leur extrémité leur donne la forme d'un « S », leur pousse terminale meurt prématurément, les bourgeons latéraux, de leur base forment ensuite des petits rameaux de faible durée. Il en résulte finalement un nombre anormal de rameaux morts, courts, distribués irrégulièrement sur la périphérie de l'arbre. Le développement en forme de buisson

causé par la multiplicité des bourgeons, peut être accompagné par la formation de poches de gomme entre l'écorce et le bois à l'articulation de la feuille ou tout près.

Certains fruits des arbres atteints présentent des taches brun rougeâtre, devenant finalement brun foncé, presque noires sur les fruits mûrs. Ces fruits sont insipides et contiennent une quantité de jus inférieure à la normale. Sur les fruits très atteints des taches de gomme se forment en leur centre et dans l'écorce, souvent les fruits se fendillent.

On estime en Floride que la déficience de cuivre est associée aux sols acides et sableux, dans lesquels le lessivage est très important surtout en l'absence de couverture durant la saison pluvieuse. En ce pays cette déficience est généralement associée aux fortes applications d'engrais azotés.

Il est probable aussi qu'il se forme, dans les sols légers et acides de Floride, des composés cuivriques insolubles.



Feuillage de citronnier atteint de déficience de manganèse.
(D'après *The Citrus Industry*, Batchelor et Webber.)

L'emploi inconsidéré de la chaux peut d'ailleurs rendre inassimilables le cuivre et le zinc.

Des études récentes ont montré qu'une grande partie du cuivre est retenue dans le sol sous une forme peu soluble. S'il n'était pas fixé par le sol, le sulfate de cuivre, aux doses couramment appliquées en Floride, serait d'ailleurs extrêmement dangereux pour les agrumes. En ce pays on remédie à la déficience de cuivre par des applications au sol de 100 à 1.000 g de sulfate de cuivre par arbre et en Californie par des pulvérisations de bouillie bordelaise.

MANGANÈSE.

Les sols des États-Unis contiennent 0,001 % à 1,27 % de manganèse ; certains sols tropicaux en contiennent jusqu'à 15 %.

En Floride, la déficience de manganèse est associée,

le plus souvent, à celle de zinc, et on y désigne les effets de ces deux déficiences sous les noms de « marl frencing » ou « marl chlorosis ».

En Californie, on observe des cas de déficience de manganèse sans association avec celle de zinc, les jeunes feuilles présentent alors un réseau de nervures vert foncé sur fond vert plus clair ; ce réseau est particulièrement visible sur les citronniers. Les symptômes ressemblent à ceux de la déficience de zinc, mais sont généralement moins marqués, d'autre part la déficience de manganèse ne produit pas comme celle de zinc des feuilles étroites ou de taille inférieure à la normale. On n'a pas observé, sur les fruits, des caractères typiques de cette déficience.

La déficience de manganèse est souvent observée dans les sols à haute teneur en calcium, dans ceux qui ont été très chaulés et dans ceux qui sont alcalins. Dans les sols acides cette déficience est causée probablement par le lessivage du sol, particulièrement dans les régions à pluviométrie élevée.

En Floride, on a remédié à la déficience de manganèse par des pulvérisations, sur les arbres, de sulfate de manganèse neutralisé avec de la chaux ou par des applications de sulfate de manganèse au sol ; les pulvérisations se font surtout sur les arbres plantés en sols alcalins, les applications de sulfate de manganèse à de tels sols ne donnant pas de bons résultats.

EFFETS DES ENGRAIS SUR LA QUALITÉ ET LE CALIBRE DES FRUITS.

Dans une expérience faite en Californie, en terre franche graveleuse, des parcelles d'orangers Navel reçurent différentes formules de fumure pendant dix ans ; on étudia ensuite, pendant cinq ans, l'effet de chacune d'elles sur la qualité des fruits récoltés. On ne constata aucune différence significative, en ce qui concerne le calibre ou la durée de conservation, pour les fruits provenant des différentes parcelles ; seuls le sulfate d'ammoniaque et les tourteaux de coton augmentèrent un peu le calibre.

Sur pomélo on a constaté, en Arizona, qu'une fumure à bas pourcentage d'azote correspondait à une plus grande proportion de fruits de meilleure qualité, alors qu'une fumure à pourcentage élevé d'azote correspondait à une récolte de fruits moins sucrés, se colorant plus tard, à écorce plus épaisse et moins beaux. On a constaté aussi que des fruits provenant d'arbres ayant reçu peu d'azote contenaient 20 à 25 % plus de vitamine C que ceux provenant d'arbres en ayant reçu beaucoup.

Dans une expérience, on a observé une corrélation entre la haute teneur des fruits en potassium, l'épaisseur de leur écorce et leur haut degré d'acidité ; entre la haute teneur en phosphore, la minceur de leur écorce et leur bas degré d'acidité ; entre la teneur élevée en azote et la teneur élevée en sucre.

C'est la déficience de magnésium qui semble avoir le plus d'influence sur la qualité des fruits. Le traitement de pomélos croissant en sol déficient en magnésium a donné

des fruits à teneur plus élevée en extrait soluble total, en sucres totaux et en vitamine C que ceux des témoins. Ces différences étaient décelables par simple dégustation.

La déficience très accusée de zinc peut donner des fruits extrêmement petits, ou des fruits de taille normale mais à écorce très épaisse et presque dépourvus de jus.

ÉPOQUES D'APPLICATION DES ENGRAIS.

Les citrus, comme d'autres arbres fruitiers, ont besoin au printemps, pour assurer une bonne nouaison des fruits, de beaucoup d'azote assimilable. Une application, au printemps, de fumier ou d'un autre engrais organique à basse teneur en azote, peut rendre l'azote du sol inassimilable pour les arbres à cette époque. Le fumier peut être appliqué cependant à n'importe quel moment de l'année si la teneur du sol en nitrates est élevée. Les orangers Navels étant sujets à la chute de juin, il ne faut pas leur appliquer d'engrais organiques entre le mois de janvier et la fin de la période de cette chute de fruits. En Californie la meilleure époque pour l'application des engrais organiques est la fin de l'automne ou le début de l'hiver ; si l'azote est rendu inassimilable l'effet sera une avance plutôt qu'un retard de la maturité des fruits.

Dans les vergers des régions arides et irriguées par sillons les nitrates peuvent s'accumuler en grandes quantités à la surface du sol ; la première pluie importante les entraîne dans la zone des racines. En Californie on conseille d'appliquer les nitrates à la fin de l'hiver.

Une expérience d'une durée de 12 années, faite en Californie sur orangers Washington Navel, a montré qu'il n'y avait aucun avantage à répandre les nitrates en trois fois plutôt qu'en une seule fois par an.

Pour les sols fumés chaque année et peu sujets au lessivage, il est douteux que l'époque de l'application des nitrates ait de l'importance. En Floride, au contraire, où le climat est humide et les sols sableux, l'application du nitrate en trois fois est très justifiée.

Les engrais phosphatés et potassiques sont difficilement entraînés dans la zone des racines, même en sols sableux ;

il faut toutefois les appliquer au moment où ils pourront profiter au maximum de leur lessivage par les pluies ; en Californie, ils sont relativement peu employés ; en Floride, on les répand en trois applications par an.

MÉTHODES D'APPLICATION.

S'il s'agit d'arbres jeunes il n'est pas nécessaire de répandre l'engrais au delà du système racinaire, mais s'il s'agit d'arbres adultes l'engrais doit être répandu sur toute la surface du sol du verger ; l'engrais est enterré ensuite par un passage du disque.

Dans les vergers irrigués par rigoles, l'engrais appliqué en saison sèche doit être déposé bien au fond des rigoles de façon qu'il soit entraîné dans la zone des racines avec l'eau d'irrigation.

Des expériences ont montré que le fumier appliqué dans des tranchées de 25 à 30 cm de profondeur n'est pas aussi efficace que lorsqu'il est répandu sur le sol et enterré ensuite par un passage du disque.

QUANTITÉS D'ENGRAIS A APPLIQUER.

En Californie, certains chercheurs considèrent qu'il n'est pas nécessaire d'appliquer d'engrais azotés dans les vergers en production, lorsque la première couche de 90 cm d'épaisseur du sol contient 66 à 132 kg d'azote nitrique par ha au début du printemps, ce qui équivaut à 5-10 p. p. m. d'azote dans le sol sec. Il faut tenir compte de la teneur du sol en matière organique, de la vitesse de la nitrification, ainsi que de la dimension et de l'état des arbres. On a observé en Californie que les engrais azotés, répandus dans les vergers en pleine production, augmentent les rendements jusqu'à la quantité de 385 kg d'azote pur par ha, mais qu'au-dessus de cette quantité les rendements diminuent.

Traduit et adapté par

J. LEMAISTRE
(I. .F. A. C.)

