

Phytohormones et Biologie fruitière

III. - L'emploi des Auxines dans la pratique agricole ⁽¹⁾

par **J. P. NITSCH**

INGÉNIEUR AGRONOME, DOCTEUR ÈS SCIENCES.

Après avoir montré que la croissance des fruits est contrôlée par certaines substances [1] qui ont été étudiées du point de vue biochimique [2], l'auteur expose ici les applications de la science des auxines au domaine des cultures fruitières.

Auxines et mise à fleurs.

Les auxines exercent une influence nette sur la floraison des plantes, mais le mécanisme de cette action n'est pas encore bien élucidé. En général, elles ont tendance à inhiber la floraison et à faire régresser les ébauches florales. Dans d'autres cas — qui semblent constituer plutôt des exceptions — elles stimulent la floraison (ananas, litchi) et favorisent la formation de fleurs femelles (concombre, courge).

Le cas de l'ananas est devenu classique. Une simple pulvérisation d'acide 1-naphtalèneacétique (5-10 mg/l) à raison de 60 g de produit pur à l'hectare déclenche la floraison deux mois après. Cette pratique a révolutionné la culture de l'ananas en permettant de régler la floraison à volonté et d'échelonner la récolte sur toute l'année. Cette question a déjà été abordée dans cette revue ; nous y renvoyons le lecteur pour plus de détails [3]. L'application d'acide 1-naphtalèneacétique provoque quelquefois la verse, par suite d'un trop grand allongement de la tige. On contre-balance cet effet en pulvérisant sur le jeune fruit de l'acide 2-naphtoxyacétique. Les fruits deviennent alors plus trapus et plus gros.

Auxines et mise à fruits.

Le pollen et les ovules stimulent la croissance des fruits en libérant des auxines, nous l'avons vu [1]. On

comprend donc que des fleurs puissent être mises à fruits par des applications d'auxines artificielles. En principe, si la fécondation des ovules par le pollen n'a pas lieu, les fruits obtenus à l'aide d'auxines seront dépourvus de graines. On peut donc réaliser avec des auxines des tomates sans pépins, à condition d'enlever les étamines encore fermées et d'empêcher le pollen d'autres fleurs d'atteindre le stigmate. Si, au contraire, on pulvérise, des auxines sur des fleurs sans prendre ces précautions, les fruits seront, en général, pourvus de graines comme ceux des plantes non traitées. L'apport d'auxines au bon moment ne fera alors qu'augmenter la récolte. Dans certains cas cependant, et ceci semble être surtout le cas des variétés qui produisent naturellement des fruits sans pépins (oranges, raisins, figues, etc.), l'application d'auxines artificielles peut stimuler le développement d'ébauches d'ovules en de véritables *pseudo-graines* qui ont l'apparence de pépins mais ne contiennent pas d'embryons et ne peuvent pas germer.

Voici maintenant des directives pratiques concernant l'emploi d'auxines pour la mise à fruit.

1) *Tomates*. — La tomate répond particulièrement bien aux applications d'auxines. C'est avec elle que les premières expériences de GUSTAFSON ont démontré que les auxines synthétiques étaient capables de déclencher la croissance d'ovaires non pollinisés et de causer la formation de fruits sans pépins. A ce stade expérimental, une des meilleures techniques consistait à dissoudre l'auxine dans un peu d'eau, puis à pétrir de la lanoline anhydre avec cette solution pour obtenir finalement une pâte homogène que l'on appliquait sur le style ou le pédoncule de la fleur (fig. 1).

Du point de vue commercial, l'intérêt de l'emploi des auxines dans la culture de la tomate est double : remédier à la mauvaise pollinisation en serre et obtenir des tomates précoces en pleine terre. *En serre*, les

(1) Voir *Fruits*, vol. 8, n° 3, 1953, p. 91-97 et n° 11, 1953, p. 533-543.

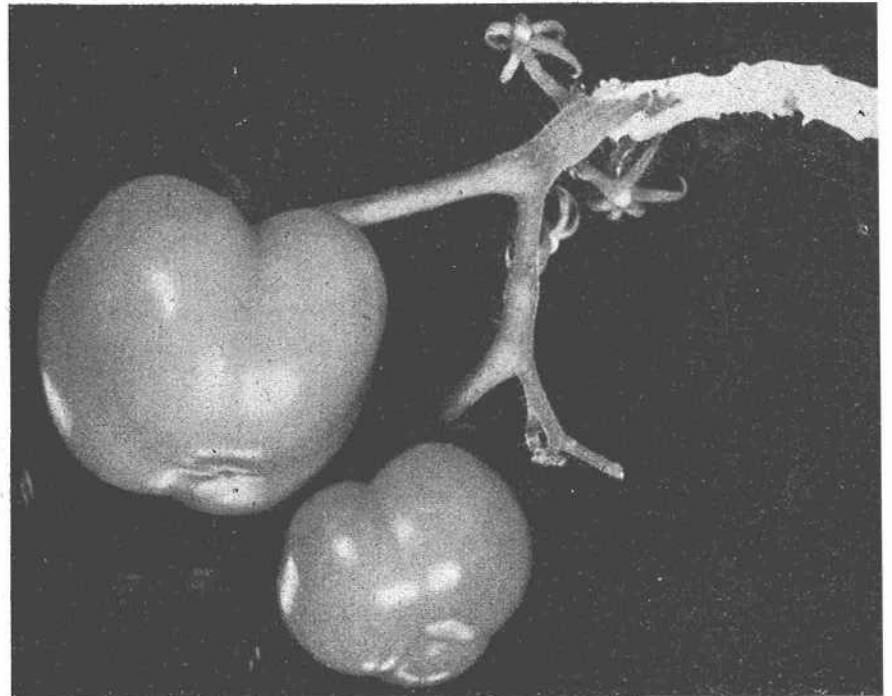


FIG. 1. — Une pâte à la lanoline contenant une auxine synthétique, telle que le 2,4-D à 5 mg/l, provoque la mise à fruits de fleurs non pollinisées de tomates, même si elle est appliquée sur le pédoncule de la grappe florale.

auxines permettent parfois de doubler la récolte. On peut les appliquer par fumigation, en employant les esters méthyliques ou éthyliques des composés cités plus bas, mais un tel traitement affecte toute la plante et provoque des déformations et des courbures des pétioles et des tiges. On préfère donc pulvériser directement sur les bouquets floraux une solution aqueuse du produit choisi. *En pleine terre*, la première grappe de fleurs fructifie généralement très mal, en particulier lorsque la température nocturne est inférieure ou égale à 15°C. Il est possible de mettre à fruits ces premières fleurs, d'obtenir ainsi une première récolte de tomates huit à quinze jours plus tôt que la moyenne habituelle et de bénéficier des cours élevés des primeurs. Notons cependant que la récolte *totale* de l'été n'est généralement pas augmentée ; elle est simplement avancée.

Les produits et doses les plus fréquemment recommandés sont :

- l'acide indole-3-butyrique à 1.500 mg/l,
 - l'acide 2-naphtoxyacétique à 50 mg/l,
 - l'acide *para*-chlorophénoxyacétique (ou 4-chlorophénoxyacétique) à 25 mg/l,
 - l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique (2,4-D) à 5 mg/l.
- La meilleure formule correspond au mélange suivant : acide *para*-chlorophénoxyacétique (10 mg/l) plus acide 2-naphtoxyacétique (40 mg/l).
- Le stade auquel la pulvérisation a son maximum

d'effet correspond à la période du flétrissement des pétales.

2) *Fraises*. — On peut employer l'acide indole-3-butyrique (2 g/l) ou l'acide 2-naphtoxyacétique (100 mg/l). Il est possible d'augmenter la taille des fraises en traitant les jeunes fruits environ 12 jours après l'ouverture de la fleur, c'est-à-dire au moment où la concentration en hormone naturelle commence à diminuer (voir [1], fig. 10).

3) *Mûres*. — Quand 50 % des fleurs sont ouvertes, pulvériser un mélange d'acide *para*-chlorophénoxyacétique (15 mg/l) et d'acide 2-naphtoxyacétique (30 mg/l).

4) *Raisins*. — Les vignes sont très sensibles aux auxines, en particulier au 2,4-D. Pour ne pas abîmer le feuillage, on trempe chaque grappe dans la solution d'auxine. Les variétés de raisins sans pépins telles que Corinthe blanc et noir, Monukka noir et Thompson seedless répondent à ce traitement en produisant des grappes plus compactes, formées de grains plus gros mais contenant des pseudo-graines. Le trempage se fait à la pleine floraison, dans une solution d'acide *para*-chlorophénoxyacétique à 25 mg/l. En pulvérisant cette solution sur des pieds de raisin de Corinthe noir en pleine fleur, WEAVER et WILLIAMS obtinrent les récoltes suivantes : 8,6 kg de raisins par pied traité contre 0,6 kg par pied non traité [4]. Pour éviter la formation de pseudo-graines et diminuer la main-

d'œuvre, on peut traiter par pulvérisations après la chute des petits grains, soit 10 à 15 jours après la floraison, avec de l'acide *para*-chlorophénoxyacétique à 15 mg par litre.

5) *Figues*. — L'acide *para*-chlorophénoxyacétique à 50 mg/l et l'acide 2,4,5-trichlorophénoxyacétique (2,4,5-T) à 25 mg/l donnent de bons résultats en pulvérisations. Traiter quand les jeunes figues atteignent environ la moitié de la taille finale. La maturité et la récolte sont avancées d'un mois. L'emploi d'auxines permet d'obtenir des figues sans caprification.

6) *Abricots*. — On emploie le sel d'ammonium de l'acide 2,4,5-trichlorophénoxyacétique (2,4,5-T) à 100 mg/l, en pulvérisation. Traiter au moment où le noyau se durcit, soit 3 semaines après la floraison. Le diamètre des fruits traités devient de 10 % supérieur à celui des fruits non traités. La maturité est avancée de 15 jours. A la concentration de 100 mg/l, ce traitement tue l'extrémité des jeunes pousses, ce qui n'a pas d'effet nuisible, semble-t-il, sur l'ensemble de la croissance de l'arbre et sa fructification l'année suivante.

7) *Poires*. — L'acide 2,4,5-trichlorophénoxypropionique (2,4,5-TP), à 100 mg/l, pulvérisé à l'ouverture des fleurs, augmente la récolte des poires Williams, mais non celle des variétés Beurré d'Anjou, Beurré Hardy et Winter Nelis. L'acide α -(2-naphtoxy)propionique (l'isomère L ou le racémique, mais non l'isomère D qui est inactif) permet de mettre à fruits les variétés Pitmaston Duchess, Fertilité et Dr Jules-Guyot. Pulvériser ce produit cinq fois, à 3 jours d'intervalle, à partir de la chute des pétales (concentration : 100 mg/l).

8) *Pommes*. — Jusqu'ici, un seul composé, l'acide α -phénoxypropionique (l'isomère L ou le racémique, mais non l'isomère D) a donné quelques résultats encourageants, à la dose de 100 mg/l.

9) *Houx*. — Il est possible de mettre à fruits des pieds de houx femelle isolés des pieds mâles en pulvérisant sur les fleurs ouvertes de l'acide 1-naphtalèneacétique ou son amide, à la concentration de 50 mg/l.

10) *Insuccès : cerises et prunes*. — Jusqu'à présent et malgré des essais répétés, il n'a pas été possible de mettre à fruits des cerises ou des prunes en employant des auxines synthétiques.

Auxines et éclaircissage des fruits.

Les producteurs de pommes connaissent bien le phénomène de l'*alternance* : les arbres produisent beaucoup de fruits une année, mais très peu l'année suivante. Ce phénomène, très marqué chez certaines variétés, à peine perceptible chez d'autres, est un sérieux handicap pour la production fruitière. Pour le faire

disparaître, on a essayé de réduire la récolte des années d'abondance. Les données du tableau I montrent que la pratique de l'éclaircissage non seulement répartit la récolte plus régulièrement dans le temps, mais aussi augmente le volume total de la récolte. De plus, les fruits éclaircis deviennent plus gros. Ce dernier résultat a une grande importance aux États-Unis où les fruits petits sont refusés au producteur.

TABLEAU I

INFLUENCE DE L'ÉCLAIRCISSEMENT SUR LA RÉCOLTE ET LA TAILLE DES POMMES.

VARIÉTÉ ET LIEU	ANNÉE	RÉCOLTE PAR ARBRE (EN LITRES)		TAILLE DES FRUITS	
		témoin	traité (1)	témoin	traité
« Wealthy », État de New York Réf. [5]	1943	697	735	7,8 (2)	4
	1944	4	466	—	3,8
	1945	679	550	5	2,9
	1946	7	721	—	3,9
	Total ..	1.387	2.472		
« Baldwin », Nouvelle- Angleterre Réf. [6]	1949	564	322 (3)	2,8 (4)	67,4
	1950	0	326	0	69,9
	Total ..	564	648		

(1) Pulvérisation d'Elgétol sur les fleurs ouvertes, à raison de 2,5 cc. de produit par litre d'eau.

(2) Nombre de fruits par litre. Les fruits sont donc d'autant plus gros que le chiffre est plus petit.

(3) Pulvérisation d'acide 1-naphtalèneacétique (30 mg/l en 1949, 20 mg/l en 1950) deux semaines après la chute des pétales.

(4) Pourcentage de fruits ayant un diamètre supérieur ou égal à 7 cm.

Pour être efficace, l'éclaircissage doit être : 1) *précoce*, c'est-à-dire être effectué à un moment où les fruits sont encore très petits et où leur chute ne cause pas une perte de substance trop grande ; 2) *suffisant*, c'est-à-dire laissant subsister des fruits sur 20-25 % seulement des bouquets floraux ; autrement, l'*alternance* n'est pas supprimée.

Les produits utilisés sont de deux types : ceux qui stérilisent les fleurs en brûlant les styles et ceux qui font tomber les jeunes fruits après la fécondation. Au premier groupe appartiennent les colorants nitrés tels que l'Elgétol qui doivent être pulvérisés sur les fleurs ouvertes. Le second groupe comprend certaines auxines synthétiques qui inhibent le développement des très jeunes graines, lorsqu'elles se trouvent à un certain stade critique. Les fruits les moins vigoureux tombent

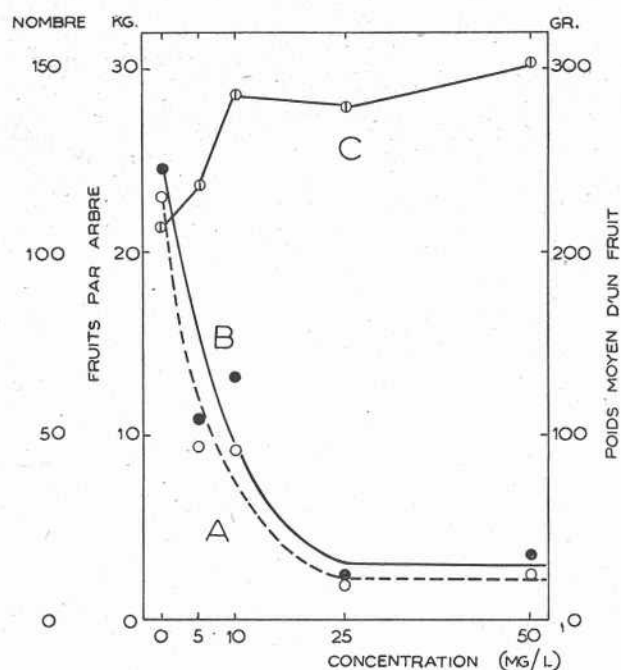


FIG. 2. — Influence sur la récolte de poires « Doyenné du Comice » de la concentration de l'amide de l'acide 1-naphtalèneacétique pulvérisé dix jours après la floraison sur des espaliers (Région parisienne, 1952). Courbe A (pointillé et points blancs) : nombre de fruits par arbre à la récolte. Courbe B (trait plein et points noirs) : poids moyen de la récolte totale par arbre. Courbe C : poids moyen d'un fruit [7].

alors. On a beaucoup employé l'acide 1-naphtalèneacétique (10 à 20 mg/l). Ce produit brûle les jeunes feuilles, aussi ne doit-on l'appliquer que deux semaines après la chute des pétales. A ce moment, les résultats sont bons, mais ce délai a l'inconvénient de faire tomber des fruits déjà bien formés, ce qui entraîne une perte de substance pour l'arbre. On y remédie en employant l'amide de l'acide 1-naphtalèneacétique dont l'action est plus douce, et que l'on pulvérise sur les fleurs à la chute des pétales, à la concentration de 50 mg/l.

Il est important de se rappeler que le degré d'éclaircissage obtenu est proportionnel à la concentration du produit. La figure 2 montre que l'amide de l'acide 1-naphtalèneacétique réduit le nombre de fruits de

60 % si la concentration est de 5 mg/l et de 90 % si elle est de 25-50 mg/l dans le cas de la poire Doyenné du Comice. Des essais préliminaires sont à faire pour déterminer la courbe de sensibilité de chaque variété. L'éclaircissage chimique des fruits a été réalisé avec succès, non seulement pour les pommes et les poires, mais aussi pour les pêches et les olives.

Au lieu de provoquer la chute des jeunes fruits, il se peut qu'on veuille, au contraire, diminuer la chute naturelle de ces jeunes fruits (« chute de juin »). Des essais préliminaires, effectués en 1952 dans la région parisienne [7], ont montré que l'acide triiodobenzoïque (5 mg/l) pulvérisé sur les fleurs dès que tous les pétales sont tombés, peut doubler le nombre de fruits et le poids de la récolte de poires « Doyenné du Comice »

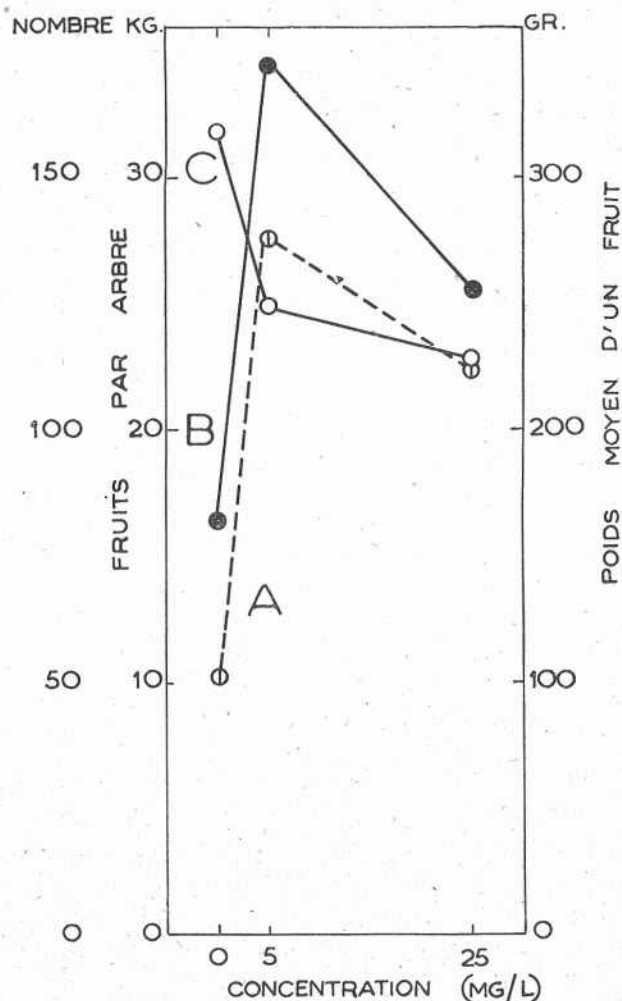


FIG. 3. — Action de l'acide triiodobenzoïque sur la récolte des poires « Doyenné du Comice ». Courbe A (pointillé et points blancs) : nombre de fruits par arbre à la récolte. Courbe B (trait plein et points noirs) : poids moyen de la récolte totale par arbre. Courbe C : poids moyen d'un fruit [7].

(fig. 3). Les fruits récoltés sont alors plus petits que ceux des arbres non traités (4 au kg au lieu de 3) (fig. 4). Il est prudent, cependant, d'attendre la confirmation de ces résultats avant de conseiller au praticien l'emploi de l'acide triiodobenzoïque qui produit d'ailleurs des déformations sur les jeunes pousses.

Auxines et chute des fruits à la récolte.

Vers la fin de la saison, lorsque les fruits sont lourds et que les cellules de la zone d'abscission du pédoncule sont vieilles, les fruits ont tendance à tomber. Des pul-

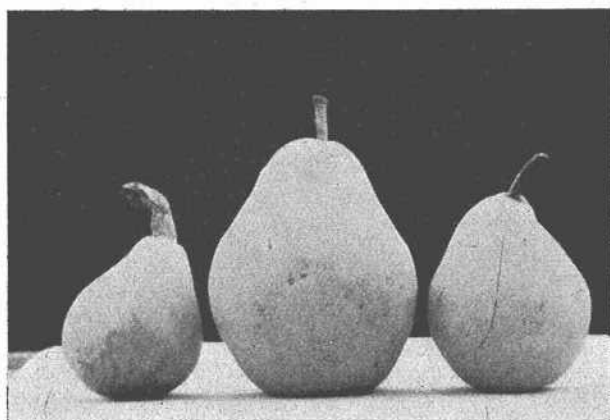


FIG. 4. — Paires « Doyenné du Comice ». Au centre : témoin non traité. A droite : poire obtenue après traitement à l'acide triiodobenzoïque. A gauche : poire obtenue avec un excès d'acide 1-naphtalène-acétique ; pédoncule renflé, fruit petit, graines avortées [7].

vérisations d'auxines peuvent déclencher une nouvelle activité dans les cellules du pédoncule qui se trouve ainsi rajeuni et renforcé. Il peut sembler paradoxal que les produits employés pour éclaircir les jeunes fruits soient aussi ceux que l'on applique plus tard pour maintenir sur l'arbre les fruits qui vont mûrir. Il est vrai que les auxines tendent à inhiber la chute des fruits à tout moment ; mais elles ont encore d'autres effets. En particulier, elles inhibent la croissance des jeunes graines et, par là, arrêtent la croissance des jeunes fruits et les font tomber. En automne, lorsque les graines sont développées, seule persiste l'action sur le pédoncule du fruit.

Voici quelques exemples d'emploi des auxines synthétiques de ce domaine :

1) *Pommes*. — L'acide 1-naphtalèneacétique a été longtemps employé, mais il n'exerce un effet que pendant dix jours environ. Le 2,4-D (10 mg/l) est beaucoup plus persistant et peut être employé un mois avant la

date de la récolte. Mais ce produit cause des déformations l'année suivante. L'acide 2,4,5-trichlorophénoxypropionique (2,4,5-TP) peut aussi être employé un mois avant la récolte (10-20 mg/l) et a l'avantage de ne pas causer de déformations l'année suivante. Aussi est-il employé avec succès chez les variétés Golden Delicious, Winesap, Rome Beauty, York Imperial. Enfin, ce produit augmente la coloration des pommes d'été et accélère leur maturation.

2) *Agrumes*. — Le 2,4-D (8 mg/l) est employé avec succès en Californie. Les fruits récoltés se conservent mieux. Dans le cas de citrons, employer de préférence le 2,4,5-T (5 mg/l).

3) *Amandes*. — On peut enrayer leur chute prématurée à la récolte en pulvérisant de l'acide 2,4,5-trichlorophénoxypropionique (2,4,5-TP) à la dose de 20 mg/l.

Auxines et maturation des fruits.

Il est possible d'avancer la maturation des *figues* de deux mois en les trempant dans du 2,4,5-T (10-100 mg/l). Le même produit, s'il est pulvérisé sur la plante (à 25 mg/l) au moment où les figues atteignent la moitié de leur taille finale, avance la maturité d'un mois. Chez l'*abricot*, pulvérisé trois semaines après la floraison (100 mg/l), il avance de 15 jours l'époque de maturité.

Les *bananes vertes*, trempées dans une solution de 2,4-D (200 mg/l), jaunissent en 24 heures et mûrissent cinq jours après. Pour les *citrons*, un trempage dans 200 mg/l de 2,4,5-T au moment de la cueillette améliore la conservation.

Une pulvérisation de 2,4,5-TP (60 mg/l) sur les *poires* d'été un mois environ avant leur récolte augmente leur couleur et stimule leur maturation. Pour les *prunes*, c'est le 2,4,5-T qui est employé (50 mg/l). On peut encore stimuler la maturation des pommes cueillies en les trempant dans une solution de 2,4-D (500 mg/l) ; de même pour les *poires* (100 mg/l).

Les exemples précédents font comprendre que les pulvérisations d'auxines destinées à empêcher la chute prématurée des pommes puissent hâter leur maturation, ce qui peut être gênant. Pour éliminer cet inconvénient, on pulvérise en même temps de l'hydrazide maléique (200-400 mg/l) sous forme du sel d'éthanolamine qui supprime l'accélération de la maturation sans annuler l'effet retardateur sur la chute des fruits.

Appendice : conseils pratiques.

1) *Formes sous lesquelles sont présentées les auxines synthétiques*. — Les doses indiquées au cours de cet

article concernent, sauf indications contraires, les auxines sous forme d'acides purs. Or ces acides (qui sont des acides faibles) sont très difficilement solubles dans l'eau. Aussi emploie-t-on souvent à leur place leurs sels de soude, d'ammonium, etc., leurs amides et autres composés facilement solubles dans l'eau. Dans ces cas, il est nécessaire de recalculer la dose exacte à partir de celle de l'acide pur.

Sur la plante, un composé est, en général, plus actif sous la forme acide que sous la forme sel, et encore plus actif sous la forme ester que sous la forme acide.

2) *Solvants*. — Lorsqu'on veut employer une auxine sous la forme acide libre, il est commode de la dissoudre d'abord dans un polyéthylène-glycol comme le Carbowax ou le Tween. Par exemple, on dissoudra une auxine dans le Tween 80, dans la proportion de 100 mg d'auxine pour 1 cc de Tween rendu liquide par un léger chauffage. Après la dissolution complète de l'auxine, on ajoute la quantité d'eau voulue. Au lieu de Tween, on peut dissoudre les auxines dans de l'alcool dans la proportion de 100 mg d'auxine pour 50 cc d'alcool par

exemple, puis étendre avec le volume d'eau nécessaire. Si l'on emploie un ester, il faut le dissoudre dans une huile émulsionnable.

3) *Concentrations*. — La concentration d'une solution en auxine est d'importance capitale puisque, comme nous l'avons vu [2], un même produit peut stimuler ou inhiber la croissance selon qu'il est plus ou moins concentré. Il est donc impératif de veiller à l'exactitude des dosages.

4) *Nettoyage des appareils*. — Les doses employées en culture fruitière sont beaucoup plus faibles que celles qui servent à détruire les mauvaises herbes. Les dangers d'abîmer la végétation en employant des récipients mal lavés sont donc moindres. Ils restent réels dans le cas de cultures très sensibles aux auxines, telles que la vigne. Les appareils ayant contenu des auxines artificielles devront donc être rincés avec des cristaux de soude. Si on a employé des esters, rincer avec des solvants comme l'alcool, l'acétone ou le pétrole. Les auxines ne sont toxiques ni pour l'homme ni pour les animaux.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] NITSCH (J. P.). Phytohormones et biologie fruitière. I. Les mécanismes hormonaux de la croissance des fruits. *Fruits*, 8, 91-97, 1953.
- [2] NITSCH (J. P.). Phytohormones et biologie fruitière. II. Biochimie des auxines. *Fruits*, 8, 1953.
- [3] PY (C.). Les hormones dans la culture de l'ananas. *Fruits*, 7, 215-221, 1952.
- [4] WEAVER (R. J.) et WILLIAMS (W. O.). Response of certain varieties of grapes to plant growth regulators. *Bot. Gazette*, 113, 75-85, 1951.
- [5] HOFFMAN (M. B.). Further experience with the chemical thinning of Wealthy apples during bloom and its influence on annual production and fruit size. *Proc. Amer. Soc. Hort. Science*, 49, 21-25, 1947.
- [6] SOUTHWICK (F. W.) et WEEKS (W. D.). The influence of chemical thinning treatments on yield and flowering of apples. *Proc. Amer. Soc. Hort. Science*, 60, 165-172, 1952.
- [7] NITSCH (J. P.). Étude expérimentale de la fructification chez la poire « Doyenné du Comice ». *Rapport à l'I. N. R. A.*, 1952 (non publié).

