

Contrôle de la floraison du limettier de Tahiti (*C. latifolia* TAN.) en climat tropical humide.

R. COTTIN*

avec la collaboration technique de J.J. BANIDOL

CONTROL OF FLOWERING OF TAHITI LIME (*C. LATIFOLIA* TAN.) IN THE HUMID TROPICS.

R. COTTIN.

Fruits, May 1989, vol. 44, n° 5, p. 259-273.

ABSTRACT - The influence of some natural factors and two molecules (ethephon and gibberellic acid) on the flowering of Tahiti lime (*C. latifolia* TAN.) is assessed by the number of floral and vegetative shoots, the fruit setting rate and fruit development. The influence of hand thinning on flowering is also described.

CONTROLE DE LA FLORAISON DU LIMETTIER DE TAHITI (*C. LATIFOLIA* TAN.) EN CLIMAT TROPICAL HUMIDE.

R. COTTIN.

Fruits, May 1989, vol. 44, n° 5, p. 259-273.

RESUME - L'influence de quelques facteurs naturels et de deux molécules (éthephon et acide gibbérellique) sur la floraison du limettier de Tahiti (*C. latifolia* TAN.) est quantifiée au niveau du nombre de pousses florales et végétatives, du taux de nouaison et de la croissance des fruits. L'influence de l'éclaircissage manuel sur la floraison complète ces observations.

La floraison des agrumes est induite naturellement par les basses températures et/ou les stress hydriques (4, 5). Le contrôle de la floraison du limettier (*Citrus latifolia* TAN.) en climat tropical humide par le pilotage de l'irrigation n'est guère possible, ce qui justifie l'utilisation de régulateurs de croissance ou de phytohormones.

En Martinique, et plus particulièrement dans la région de St Joseph, le limettier présente une floraison de type remontant avec cependant deux pics de floraison aux changements climatiques. La floraison du mois de mai, provoquée par la reprise des pluies, est la plus importante. Elle est à l'origine d'une surproduction quasi-chronique durant les mois de juillet à septembre. Par conséquent, il est très intéressant d'orienter la floraison pour produire à contre-saison.

L'objet de la présente étude consiste à observer *in situ* l'action de deux phytohormones, l'éthephon et la gibbéreline (2), et à voir dans quelle mesure leur emploi peut permettre d'orienter la date de cueillette en vue d'une meilleure commercialisation des récoltes.

Les expérimentations ont permis de comparer la qualité des récoltes issues de floraisons naturelles à celle des floraisons-nouaisons obtenues par voie chimique ou après éclaircissage manuel des arbres.

PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Verger et conditions climatiques.

L'expérimentation a été conduite au domaine de Rivière Lézarde, exploitation pilote de l'IRFA-Martinique, situé à une vingtaine de kilomètres au Nord-ouest de Fort-de-France (Antilles françaises). Ce domaine se trouve à 14°40' de latitude Nord et 61°00' de longitude Ouest, son altitude moyenne est de l'ordre de 50 mètres.

Le climat y est de type tropical humide avec une pluviométrie annuelle voisine de 2300 mm. La température moyenne est de 25,5°C, la moyenne des minima de 22,1°C, celle des maxima de 28,9°C.

Les arbres, greffés sur citrange Carrizo [*Citrus sinensis* (L.) OSB. x *Poncirus trifoliata* RAF.], ont été plantés en 1981 sur un sol brun à halloysites et provenaient de la

TABLEAU 1 - Facteurs intervenant dans le contrôle de la floraison des agrumes.
[d'après MONSELISE (18)].

Facteurs influençant la floraison		Utilisation en Martinique
Température < 13°C	+	impossible
Stress hydrique	+	difficile à contrôler
Présence de feuilles	+	application d'ethephon
Gibbérellines	-	application de GA ₃
Présence de fruits	-	éclaircissage manuel

+ : floraison améliorée - : floraison diminuée.

Station de Recherche agronomique de Corse (Clone SRA 58). La densité est de 192 arbres à l'hectare, soit une distance de plantation de 6 mètres par 8 (figure 1).

La saison sèche, ou Carême, a été particulièrement marquée en 1987. Aussi, une irrigation de 20 mm/semaine a permis de déclencher une floraison (21) vers le 15 mars après un mois et demi de stress hydrique. Le bilan hydrique des limettiers a été calculé avec un coefficient cultural égal à 0.75. Il est donc égal à :

$$B. \text{ hydrique en mm} = \text{pluviométrie} + \text{irrigation} - 0.75 \times \text{évaporation bac A}$$

Les termes classiques de réserve en eau du sol et de pertes directes d'eau par drainage et par ruissellement ont été négligés dans le calcul de ce bilan hydrique, compte tenu de la faiblesse des pluies et de la durée des observations.

L'apport d'eau par irrigation n'ayant pas été suffisant pour éviter un déficit hydrique à partir de la fin du mois de janvier (figure 2), une floraison naturelle a eu lieu à la reprise des pluies vers le 15 mai.

Nomenclature et classement des pousses végétatives et florales.

L'intensité de la floraison et du développement végétatif des arbres a été estimée par comptages des pousses apparues lors des diverses floraisons observées.

En s'inspirant de la classification de MOSS (19), sont classées :

- comme **pousses florales** les pousses issues d'un bourgeon donnant :

- une fleur avec une ou plusieurs feuilles,
- une fleur sans feuille,
- plus d'une fleur avec une ou plusieurs feuilles,
- plus d'une fleur sans feuille.

TABLEAU 2 - Bilan hydrique des limettiers.

10 Déc.	20 Déc.	30 Déc.	10 Jan.	20 Jan.	30 Jan.
80.8	43.2	20.1	-5.4	4.2	-7.7
10 Fév.	20 Fév.	28 Fév.	10 Mar.	20 Mar.	30 Mar.
-19.1	-13.7	-26.6	-22.4	-37.5	-24.2
10 Avr.	20 Avr.	30 Avr.	10 Mai	20 Mai	30 Mai
-43.0	-28.9	-39.3	-7.3	87.9	85.0

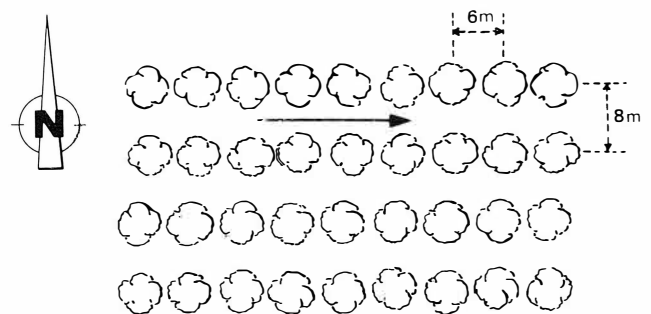
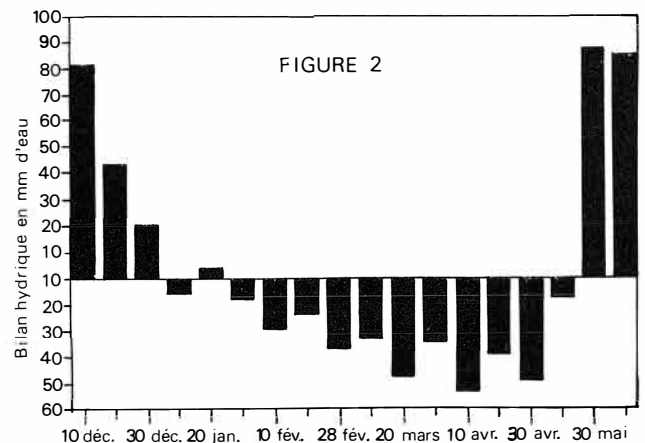


FIGURE 1* ORIENTATION ET DISPOSITION DES LIMETTIERS OBSERVES.



- comme **pousses végétatives** toutes les pousses ne présentant pas de pièces florales.

Mode d'application des phytohormones.

Chaque traitement hormonal a été effectué par pulvérisation foliaire de cinq litres de solution par arbre, soit environ 1 000 l/ha, à l'aide d'un atomiseur portable à moteur. Un mouillant non ionique a été rajouté à la bouillie dans la proportion de 0,5 ml/l.

Le traitement des arbres a été réalisé le 26 décembre 1986, en début de matinée par beau temps. Aucune pluie n'a été observée, dans les 24 heures suivant l'application hormonale.

EFFET D'UN TRAITEMENT A L'ETHREL

La preuve de l'existence de molécules entraînant la floraison est déduite d'expériences d'incisions annulaires (1) ou de défoliation (2), qui ont montré que la différenciation des bourgeons était liée à la présence de feuilles.

L'action physiologique de l'éthephon (acide chloro-2-éthyl-phosphonique C.E.P.A.) sur les agrumes a été mise à profit pour entraîner une défoliation des limettiers (22). Cet acide se dégrade, dès que le pH du milieu environnant dépasse 3, en éthylène et en ions chlorures et phosphates. L'éthylène alors libéré favorise la chute des feuilles en inhibant les mitoses de la zone d'abscission, en stimulant la synthèse des cellulases et des pectinases, et en accélérant la sénescence des feuilles (3, 6, 8, 13).

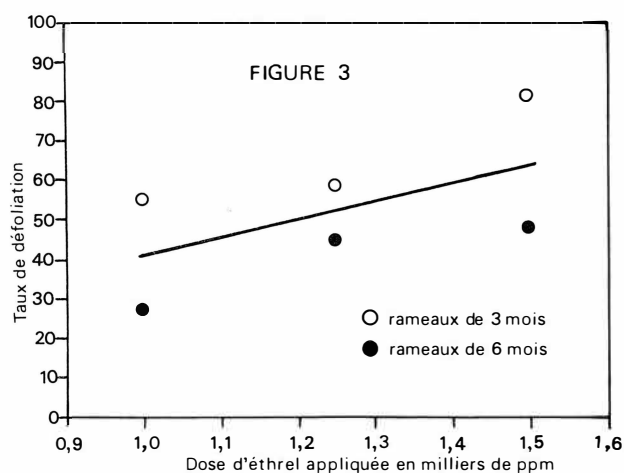
Cette molécule a été apportée sous la forme d'éthrel (CFPI) dosé à 480 g d'éthephon par litre (2). Trois doses (1 000, 1 250 et 1 500 ppm) d'éthrel ont été appliquées la 51^e semaine de 1986 sur des blocs de quatre arbres.

Défoliation.

Un quadrant unique a été marqué par arbre, ceci pour quatre arbres, afin de couvrir les quatre points cardinaux. Par secteur, 25 rameaux de même âge ont été repérés. Des comptages de pétioles ont été effectués sur ces rameaux, à l'arrêt de la chute des feuilles, soit quatre semaines après l'application du produit. L'expérience a montré que la défoliation après traitement à l'éthrel s'effectue par une cassure au niveau de l'articulation du pétiole, la partie ailée restant généralement fixée sur le rameau.

Le taux de défoliation a été calculé en faisant le rapport du nombre de feuilles détachées par le nombre total de feuilles portées par 100 rameaux d'une même classe d'âge. L'opération a été répétée pour chaque classe de rameaux.

La relation dose d'éthrel-pourcentage de défoliation est quasiment linéaire (figure 3), et la sensibilité des feuilles au traitement est inversement proportionnelle à l'âge des rameaux qui les portent : on observe le maximum de défoliation sur les rameaux les plus jeunes ; en effet, 81 p. 100 des feuilles sont tombées à la suite du traitement avec 1 500 ppm d'éthrel sur les rameaux âgés de moins de 3 mois.



Cette sensibilité accrue des jeunes feuilles des limettiers au traitement à l'éthrel est à l'encontre des observations réalisées sur d'autres agrumes (22) où l'importance de la défoliation était liée à l'augmentation de l'âge des feuilles.

Pousses florales.

Durant cinq mois, des observations ont été effectuées chaque semaine afin de relever le nombre de bourgeons évoluant soit vers des pousses florales, soit vers des pousses végétatives. Le témoin a été constitué d'un bloc de quatre arbres de la même parcelle n'ayant pas fait l'objet d'une pulvérisation d'éthrel.

Un cumul hebdomadaire du pourcentage de bourgeons évoluant vers des pousses florales par rapport au nombre

TABLEAU 3 - Taux de défoliation consécutif au traitement à l'éthrel.

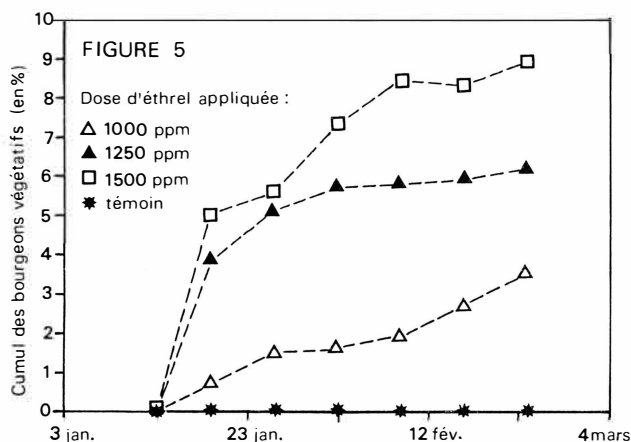
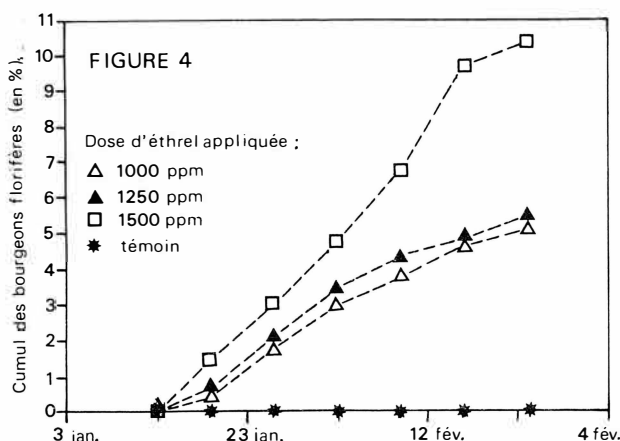
Dose d'éthrel (ppm)	1 000	1 250	1 500
rameaux de 3 mois	55.0	58.0	81.0
rameaux de 6 mois	28.0	45.0	48.0
défoliation moyenne	41.5	51.5	64.5

TABLEAU 4 - Pourcentage cumulé de pousses florales.

Dose	Date						
	13 Jan.	19 Jan.	26 Jan.	02 Fév.	09 Fév.	16 Fév.	23 Fév.
témoin	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1 000 ppm	0.0	0.5	1.8	3.0	3.8	4.7	5.2
1 250 ppm	0.0	0.7	2.1	3.5	4.4	4.9	5.5
1 500 ppm	0.0	1.5	3.0	4.8	6.8	9.7	10.4

total de bourgeons présents sur les rameaux repérés a permis de caractériser l'intensité de la floraison (figure 4).

Le pic de floraison a eu lieu vers le 1er février, soit 6 semaines après le traitement. L'intensité de cette floraison, bien que relativement faible, a été proportionnelle à la dose d'éthrel appliquée. Les arbres témoins n'ont pas émis de pousses florales durant cette période.



Pousses végétatives.

Le traitement à l'éthrel a eu pour conséquence un très important développement végétatif (figure 5), qui a confirmé les résultats des tests précédents.

Alors que le pourcentage moyen de pousses végétatives d'une floraison naturelle est de l'ordre de 1 p. 100, l'apparition de six fois plus de rameaux lors d'une floraison provoquée par l'éthrel leur donne un aspect en « balai de sorcière » caractéristique de l'ensemble de la frondaison (figure 6) et se traduit, l'année suivante, par une augmentation des frais de tailles d'entretien.

Cette augmentation de la masse végétale, bien qu'étant le principal inconvénient lié à l'utilisation de l'éthrel en temps que molécule florigène, est sans doute à l'origine du déclenchement de la floraison.

Un des modèles proposés pour expliquer la floraison des agrumes (10) suppose l'existence d'un facteur mobile, d'origine foliaire, qui favoriserait la différenciation des bourgeons en pousses florales (14, 18). L'existence de cette molécule, non isolée, attribue un rôle hormonal aux feuilles plutôt que nutritionnel dans le processus de la floraison.

Croissance des fruits.

Le calcul de la moyenne du diamètre de 60 fruits, choisis au hasard dans les quatre secteurs de chaque bloc traité, a permis de mesurer la croissance des fruits.

Le témoin est constitué par la courbe de croissance des fruits issus de la floraison déclenchée grâce à l'irrigation (pic de floraison le 5 mars).

Les irrégularités dans la courbe de croissance des fruits sont dues au stress hydrique supporté par les arbres durant la période sèche, les fruits ayant alors joué le rôle de réservoir hydrique en faveur des autres parties végétales. Les fruits issus de la floraison chimique ont atteint le calibre minimum requis pour la commercialisation (45 mm de diamètre) la semaine du 25 mai (figure 7), soit 17 semaines après la pleine floraison. On retrouve ici l'écart anthèse-maturité de l'ordre de 120 jours qui est généralement

TABLEAU 5 - Pourcentage cumulé de pousses végétatives.

Dose \ Date	13 Jan.	19 Jan.	26 Jan.	02. Fév.	09 Fév.	16 Fév.	23 Fév.
témoin	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1 000 ppm	0.0	0.7	1.5	1.6	1.9	2.7	3.5
1 250 ppm	0.0	3.8	5.1	5.7	5.8	5.9	6.2
1 500 ppm	0.0	5.0	5.6	7.3	8.4	8.3	8.9

TABLEAU 6 - Diamètre moyen des fruits en mm.

	06 Avr.	13 Avr.	16 Avr.	23 Avr.	18 Avr.	04 Mai	11 Mai	18 Mai	25 Mai	29 Mai	05 Juin	12 Juin	19 Juin	29 Juin
témoin	3.6	5.5	5.0	11.6	8.8	15.1	17.8	25.1	27.5	28.6	34.6	35.6	40.3	41.7
1 000 ppm	19.7	23.8	28.5	33.7	36.7	39.1	41.5	42.4	45.1	49.0	49.9	51.9	53.5	53.3
1 250 ppm	21.3	25.8	26.2	32.7	33.2	38.4	39.0	42.4	45.0	46.4	49.0	51.0	52.8	52.7
1 500 ppm	17.7	22.8	22.7	28.9	29.4	36.4	37.1	38.3	41.4	46.5	récolté			

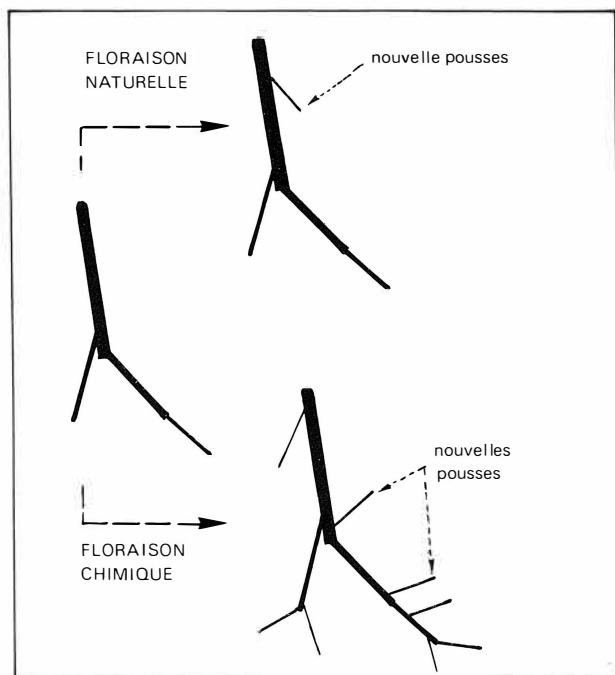


FIGURE 6 * INFLUENCE DU TRAITEMENT A L'ETHREL SUR L'ARCHITECTURE DU LIMETTIER.

INFLUENCE DU TRAITEMENT A L'ETHREL SUR LE CYCLE NATUREL

Le stress infligé par la défoliation due au traitement à l'éthrel perturbe notablement la physiologie de l'arbre. Son impact sur le cycle suivant, déclenché par irrigation, fait l'objet de ce chapitre.

Pousses florales.

Seul le bloc d'arbres avec 1 000 ppm d'éthrel, et ayant fleuri au début février, présente une courbe de floraison notable avec un pic aux environs du 5 mars (figure 8).

Le nombre total de bourgeons ayant évolué vers des pousses florales, lors des floraisons du 1er février et du 15 mars, est inférieur au nombre de bourgeons florifères des arbres témoins ayant fleuri uniquement en mars.

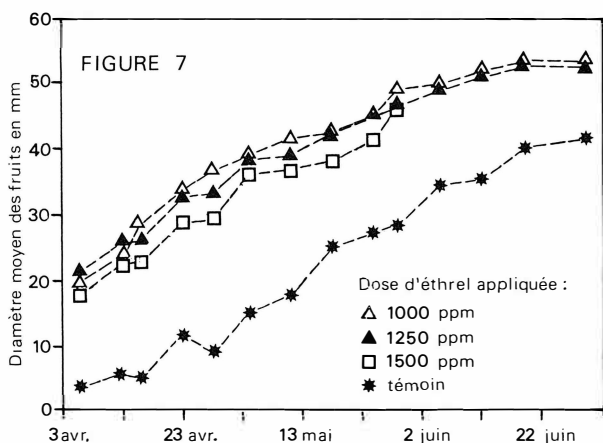
Cette absence de floraison pourrait s'expliquer par un effet inhibiteur des fruits (18) issus de la floraison chimique sur la floraison déclenchée par irrigation.

Pousses végétatives.

L'influence du traitement à l'éthrel sur le développement des pousses végétatives est comparable à celle exercée sur les pousses florales. Seuls les bourgeons des arbres traités avec 1 000 ppm d'éthrel ont débourré de façon significative lors de cette floraison, mais toujours en proportion moindre au témoin (figure 9).

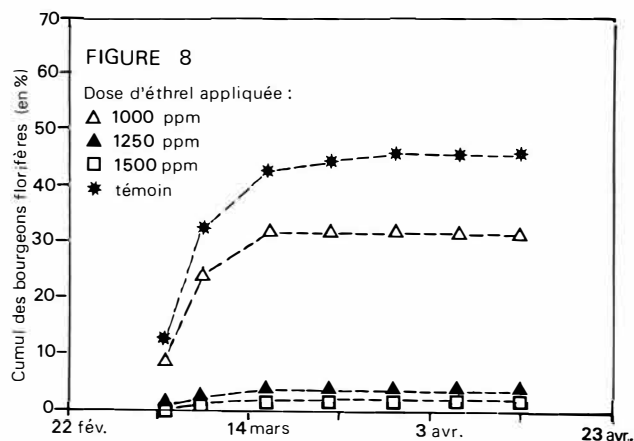
Nombre de fruits.

Le nombre de fruits indiqué est la moyenne de la quantité de fruits sur 100 rameaux âgés de 3 mois environ et de



observé à la Martinique pour les floraisons naturelles du limettier.

Les fruits issus de la floraison déclenchée par le traitement à l'éthrel semble avoir une croissance comparable à celle de ceux issus de la floraison naturelle. On retrouve la différence de 5 semaines, observée sur les pics de floraison, au niveau des calibres moyens de ces fruits (18 mai-29 juin: calibre 41 mm).

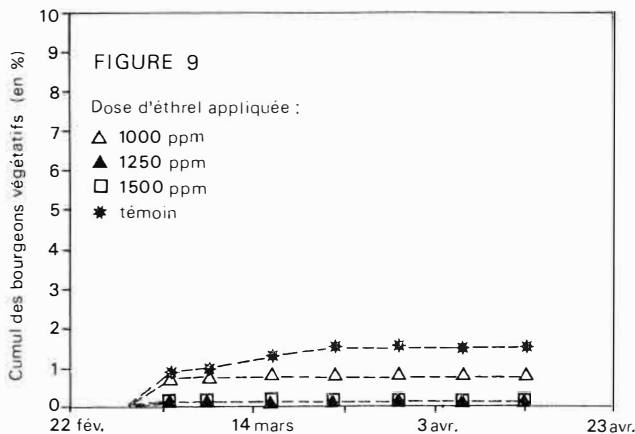


TABEAU 7 - Pourcentage cumulé de pousses florales.

Dose	Date						
	05 Mar.	09 Mar.	16 Mar.	23 Mar.	30 Mar.	06 Avr.	13 Avr.
témoin	12.5	32.4	42.8	44.9	46.3	46.3	46.3
1 000 ppm	9.0	24.0	31.9	32.0	32.0	32.0	32.0
1 250 ppm	0.9	2.4	4.0	4.1	4.1	4.1	4.1
1 500 ppm	0.0	1.4	2.2	2.5	2.6	2.6	2.6

TABLEAU 8 - Pourcentage cumulé de pousses végétatives

Dose \ Date	05 Mar.	09 Mar.	16 Mar.	23 Mar.	30 Mar.	06 Avr.	13 Avr.
témoin	0.9	1.0	1.3	1.5	1.5	1.5	1.5
1 000 ppm	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
1 250 ppm	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
1 500 ppm	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1



Les fruits de la seconde floraison ont davantage souffert du stress hydrique du fait de leur petite taille. Ce point a sans doute largement contribué à augmenter leur chute dite «physiologique» qui est généralement considérée comme une sorte d'auto-régulation de la plante.

On obtient sensiblement le même nombre de fruits sur les arbres traités avec 1 500 ppm d'éthrel que sur le témoin, ceci avec une floraison moins importante et surtout antérieure de cinq semaines à celle déclenchée par l'irrigation. Cette dose, bien qu'étant la plus stressante pour l'arbre, est la seule présentant un intérêt pour obtenir une récolte conséquente si l'on traite la totalité de l'arbre.

Taux de nouaison.

Le taux de nouaison n'est que relatif : il exprime le nombre de fruits par pousse florale, les fleurs n'ayant pas été individuellement repérées.

100 rameaux âgés de 6 mois répartis sur les quatre arbres d'un même bloc, et ce dans les quatre orientations.

La chute des fruits issus de la floraison chimique du 1er février a été nettement plus faible que celle des fruits provenant de la floraison du 5 mars (figure 10).

A la lecture du tableau 15, il apparaît une certaine linéarité entre le taux de nouaison et la dose d'éthrel, bien que le nombre de fruits par pousse florale soit comparable à celui du témoin pour les arbres des blocs traités avec

TABLEAU 9 - Nombre de fruits moyen pour 100 rameaux.

Dose \ Date	02 Fév.	09 Fév.	16 Fév.	23 Fév.	05 Mar.	09 Mar.	16 Mar.	23 Mar.	30 Mar.	06 Avr.	13 Avr.	21 Avr.	26 Avr.	05 Mai
témoin	0	0	0	0	0	32	75	89	114	118	123	69	36	28
1 000 ppm	1	2	5	4	32	41	84	97	108	107	91	52	23	14
1 250 ppm	0	1	14	16	15	13	31	32	38	28	24	24	15	7
1 500 ppm	6	10	30	32	40	36	40	38	34	20	25	25	24	23

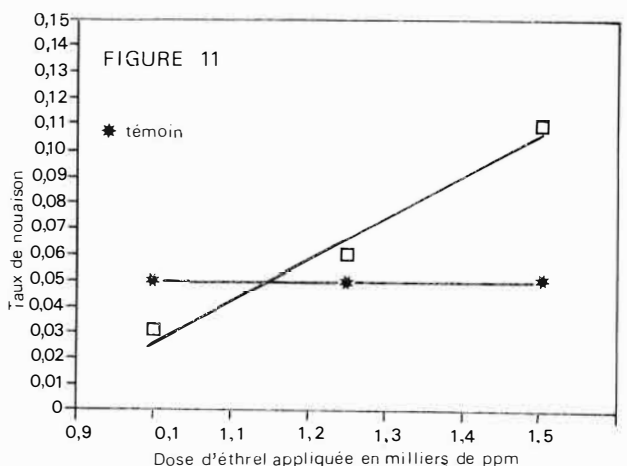
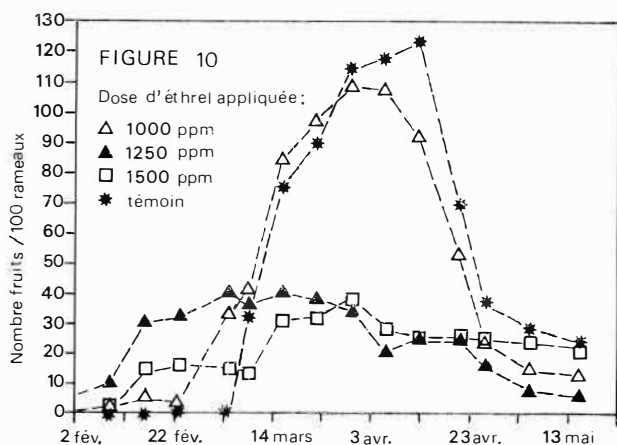


TABLEAU 10 - Taux de nouaison.

Dose d'éthrel ppm	0	1 000	1 250	1 500
Fruit/pousse florale	0.05	0.03	0.06	0.11

1 000 et 1 250 ppm d'éthrel (figure 11).

Croissance du fruit.

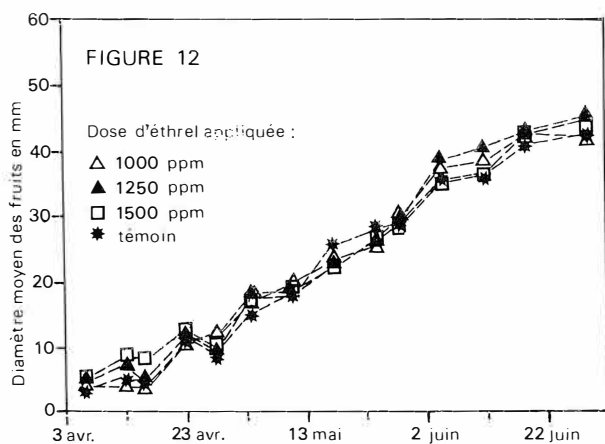
La croissance des fruits issus de la floraison déclenchée par l'irrigation ne semble pas être dépendante du passé de l'arbre. Aucune différence n'est observable (figure 12) entre la taille des fruits du témoin et celle des fruits portés par des arbres traités à l'éthrel.

Conclusions.

L'application d'éthrel, en entraînant une défoliation proportionnelle, à la dose utilisée, permet de déclencher, six semaines après le traitement, une floraison légèrement plus faible qu'une floraison naturelle, mais surtout un développement végétatif très important (figure 13). Cette augmentation de la masse végétale se traduit par un déséquilibre hormonal du fait de la synthèse massive d'un facteur d'origine foliaire (10) qui permet la différenciation des bourgeons en pousses florales.

TABLEAU 11 - Diamètre moyen des fruits en mm.

	06 Avr.	13 Avr.	16 Avr.	23 Avr.	28 Avr.	04 Mai	11 Mai	18 Mai	25 Mai	29 Mai	05 Juin	12 Juin	19 Juin	29 Juin
témoin	3.6	5.5	5.0	11.6	8.8	15.1	17.8	25.1	27.5	28.6	34.6	35.6	40.3	41.7
1 000 ppm	4.1	4.3	4.0	10.7	12.1	16.7	19.4	22.3	25.1	29.4	36.7	37.7	41.8	41.2
1 250 ppm	4.6	7.6	4.8	11.5	11.6	17.7	18.4	21.7	26.1	28.8	37.9	39.8	42.3	44.3
1 500 ppm	5.1	8.8	8.1	12.4	9.4	17.8	17.8	22.0	25.7	28.5	34.9	35.8	41.8	43.9



Ce traitement perturbe notablement le cycle de l'arbre : la floraison immédiatement postérieure est quasiment inexistante. Ce dernier inconvénient pourrait être évité en ne traitant qu'un secteur de l'arbre. Ce procédé aurait l'avantage de ne pas hypothéquer la floraison naturelle, immédiatement postérieure à l'application d'éthrel, qui pourrait être localisée sur le secteur non traité de l'arbre. Cette hypothèse a été vérifiée au mois de novembre 1987 sur une autre parcelle de limettiers.

EFFET D'UN TRAITEMENT SECTORIAL DE L'ARBRE A L'ETHREL

La technique utilisée pour ne traiter qu'un secteur de l'arbre associe l'éthrephon à 250 ppm avec une huile paraffinique (2 p. 100) retenue pour sa phytotoxicité vis-à-vis des

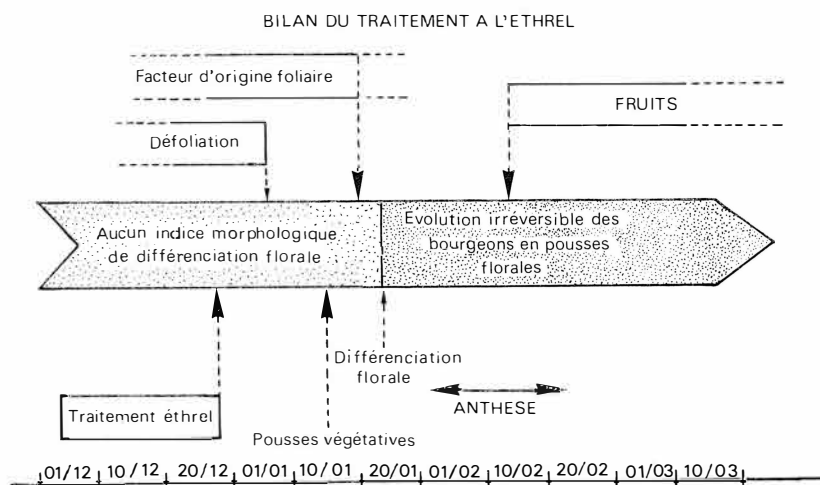
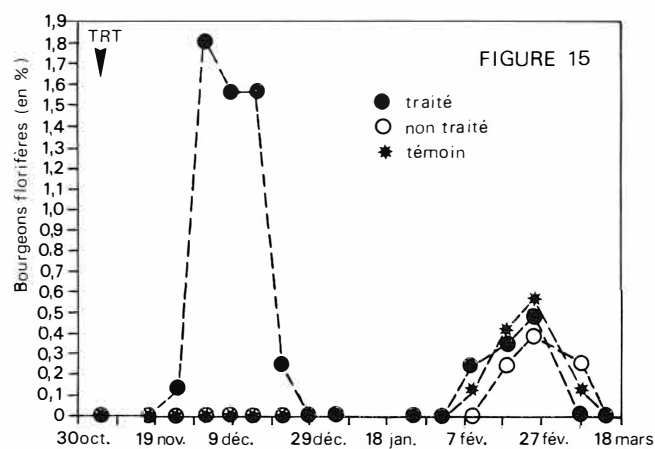
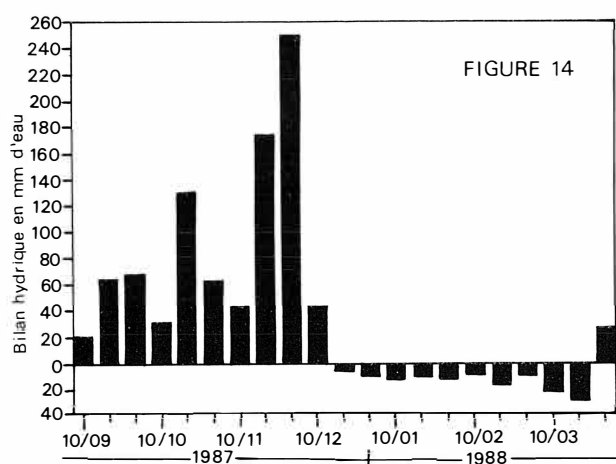


FIGURE 13 * CHRONOLOGIE DES EVENEMENTS.

TABLEAU 12 - Bilan hydrique des limettiers.

10 Oct.	20 Oct.	30 Oct.	10 Nov.	20 Nov.	30 Nov.
31.6	130.2	63.8	43.4	17.7	250.5
10 Déc.	20 Déc.	28 Déc.	10 Jan.	20 Jan.	30 Jan.
43.2	-5.9	-9.6	-12.0	-9.9	-12.0
10 Fév.	20 Fév.	30 Fév.	10 Mar.	20 Mar.	30 Mar.
-8.5	-15.6	-9.4	-21.0	-28.5	26.9



agrumes et pour son rôle de mouillant. La face ouest de 154 arbres a été traitée avec un pulvérisateur tracté de 1 500 l le 5 novembre 1987. La parcelle retenue pour cette expérimentation était représentative de l'ensemble du verger aussi bien au niveau productivité qu'au niveau entretien.

Le traitement a été réalisé dans une période durant laquelle les besoins en eau de l'arbre sont largement suffisants. Comme on peut le constater sur le tableau 12 et sur la figure 14, les limettiers ont subi un stress hydrique de la mi-décembre à la fin mars. Des petites pluies ont déclenché une floraison naturelle début février.

Pousses florales.

Le même type d'observation a été fait sur les arbres servant de support à cet essai en distinguant trois cas de figure :

- observation du secteur de l'arbre ayant reçu le traitement (noté traité),
- observation du secteur de l'arbre traité n'ayant pas reçu de produit (noté non traité),
- observation d'un secteur d'un arbre n'ayant pas été traité (noté témoin).

La floraison a été localisée uniquement sur le secteur traité des arbres (figure 15). Ceci confirme l'absence, ou du moins la très faible circulation latérale de la sève dans l'arbre.

Contrairement à ce qui a été observé en 1987 sur des arbres dont l'ensemble de la frondaison avait été traitée à l'éthrel, la floraison naturelle, déclenchée par un stress hydrique, a été d'intensité équivalente sur l'ensemble des arbres, traités ou non traités, mais aussi sur la face n'ayant pas subi de défoliation.

Pousses végétatives.

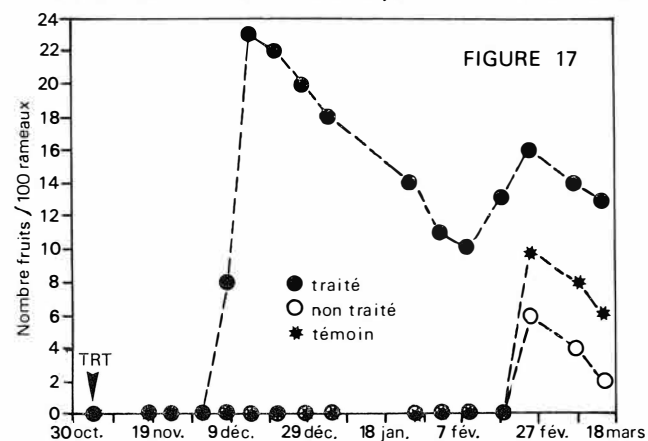
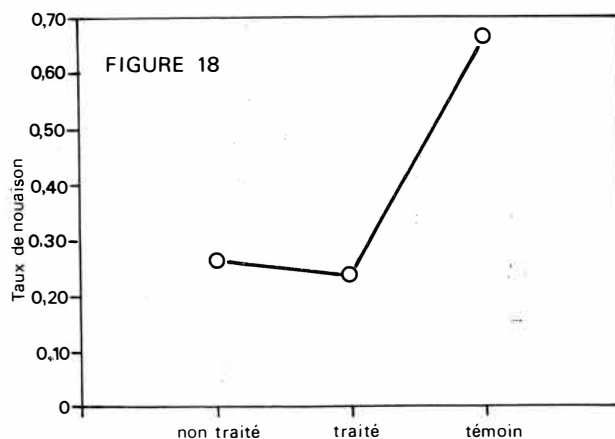
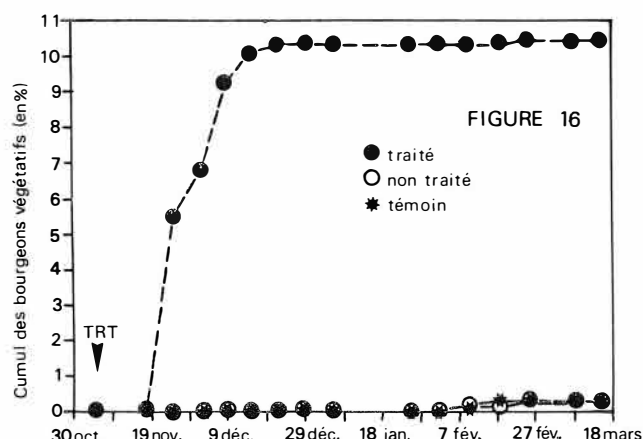
On observe, figure 16, le même pourcentage de bourgeons évoluant vers des pousses végétatives que dans le cas d'un traitement complet de l'arbre. Ce pourcentage, de l'ordre de 10 p. 100, est toujours très nettement supérieur à celui observé dans le cas d'une floraison naturelle.

Nombre de fruits.

Le nombre de fruits moyen pour 100 rameaux en fonction du temps (tableau 15 et figure 17) reflète l'intérêt du

TABLEAU 13 - Pourcentage cumulé de pousses florales.

	25 Nov.	02 Déc.	09 Déc.	15 Déc.	22 Déc.	29 Déc.	05 Jan.	26 Jan.	02 Fév.	09 Fév.	18 Fév.	25 Fév.	08 Mar.	15 Mar.
témoin	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	1.1	1.3	1.3
traité	0.1	1.9	3.6	5.2	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.6	6.0	6.5	6.5	6.5
non traité	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.6	0.9	0.9



La notion de compétition inter-pousses florales, entraînant une abscission (13) dans le cas d'une floraison importante, peut expliquer les faibles valeurs observées l'année précédente.

Croissance des fruits.

Le diamètre moyen d'une soixantaine de fruits permet d'estimer la différence de croissance entre les fruits mesurés en 1987 (floraison 1987) et ceux issus de la floraison de décembre 1988 (floraison 1988).

L'observation du tableau 17 et de la figure 19 met en lumière un autre avantage lié à la production de fruits durant la saison humide : le fruit ne joue plus le rôle de réservoir hydrique vis-à-vis des autres parties végétales. Cela se traduit par une courbe de croissance dont la pente est plus importante et un raccourcissement de l'intervalle floraison-point de coupe (diamètre supérieur à 45 mm) de l'ordre de 15 jours.

TABLEAU 14 - Pourcentage cumulé de pousses végétatives.

	25 Nov.	02 Déc.	09 Déc.	15 Déc.	22 Déc.	29 Déc.	05 Jan.	26 Jan.	02 Fév.	09 Fév.	18 Fév.	25 Fév.	08 Mar.	15 Mar.
témoin	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3
traité	5.5	6.7	9.3	10.1	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.5	10.5	10.5
non traité	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3

TABLEAU 15 - Nombre de fruits moyen pour 100 rameaux.

	25 Nov.	02 Déc.	09 Déc.	15 Déc.	22 Déc.	29 Déc.	05 Jan.	26 Jan.	02 Fév.	09 Fév.	18 Fév.	25 Fév.	08 Mar.	15 Mar.
témoin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	8	6
traité	0	0	8	23	22	20	18	14	11	10	13	16	14	13
non traité	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	4	2

Taux de nouaison.

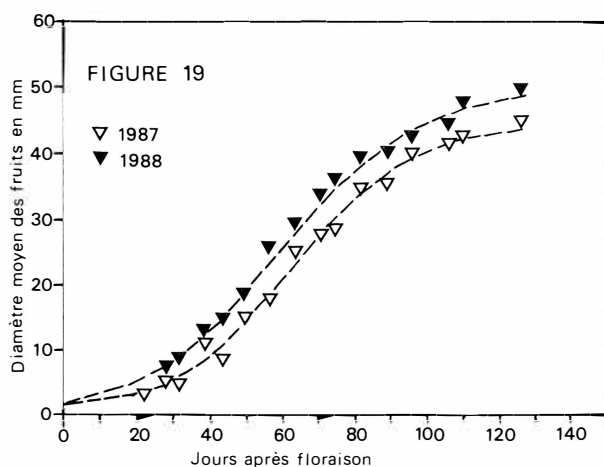
Les différents taux de nouaison, consignés dans le tableau 16 et sur la figure 18, sont nettement supérieurs à ceux observés en 1987 lors des traitements à l'éthrel de l'ensemble de la frondaison.

TABLEAU 16 - Taux de nouaison

traitement	témoin	traité	non traité
fruit/pousse florale	0.67	0.24	0.27

TABLEAU 17 - Diamètre moyen des fruits en mm.

Age/jour	29	32	39	44	50	57	64	71	75	82	89	96	106	110
floraison 1987	4.5	5.0	11.6	8.8	15.1	17.8	25.1	27.5	28.6	34.6	35.6	40.3	41.7	42.8
floraison 1988	7.2	9.0	12.3	14.9	18.7	25.7	29.7	33.7	36.3	39.2	40.4	42.7	44.8	47.7



Conclusion.

L'application d'éthrel ne permet d'obtenir une floraison artificielle qu'en utilisant de fortes doses de l'ordre de 1 500 ppm. Ce traitement a l'énorme inconvénient de perturber le cycle naturel de l'arbre en inhibant quasi-complètement la floraison naturelle immédiatement postérieure au traitement.

L'utilisation d'un mélange d'éthephon à 250 ppm et d'huile minérale à 2 p. 100 et en ne traitant qu'un secteur de l'arbre permet de remédier à ce problème. Le stress infligé à l'arbre suffit à déclencher une floraison significative mais n'hypothèque pas la floraison naturelle suivant le traitement.

Le seul problème lié à cette pratique est un développement important de la frondaison de l'arbre suite à l'apparition d'un grand nombre de pousses végétatives. La diminution de la taille de ces rameaux, par l'utilisation de régulateurs de croissance réduisant les entre-noeuds, pourrait être envisagée.

Le fait de ne traiter qu'un secteur de l'arbre réduit le rendement à l'hectare. Ce manque de production a été largement compensé par un prix de vente nettement au-dessus de la moyenne annuelle. Le traitement revenant à 320 F/ha et la récolte à environ 500 F/ha, un gain de l'ordre de 13 F/kg a été réalisé pour un rendement de l'ordre de 500 kg/ha pour la floraison de début décembre 1987.

L'utilisation de l'éthrel semble donc convenir pour orienter la production du limettier de Tahiti lorsque cet arbre est dans des conditions telles que l'utilisation des moyens classiques, tels que l'abaissement de la température ou le stress hydrique contrôlé, ne peuvent être utilisés.

EFFET DE L'ACIDE GIBBERELLIQUE

Les gibbérellines ont été décrites comme des inhibiteurs naturels de la floraison du limettier de Tahiti (7), mais aussi des autres variétés d'agrumes (12). Cette action pourrait expliquer, entre autres, l'effet inhibiteur des fruits, sources de gibbérellines endogènes, sur la floraison (18).

Un traitement a été réalisé au moment d'un pic de sensibilité maximale au GA₃ des arbres (10). Trois doses (10, 20 et 40 ppm) d'acide gibbérellique (GA₃-Bérélex, Sopra) ont été appliquées la 5^e semaine de 1986 sur des blocs de quatre arbres. Le mode d'application a été le même que pour l'éthrel.

Les méthodes d'observation sont identiques à celles employées pour caractériser les effets des traitements à l'éthrel.

Pousses florales.

Le cumul hebdomadaire du pourcentage de bourgeons évoluant vers des pousses florales permet de caractériser l'intensité de la floraison de chaque bloc d'arbres en fonction de la dose de GA₃ appliquée.

L'observation de la figure 20 et du tableau 17 met en évidence le double effet de l'acide gibbérellique sur la floraison du limettier :

- un effet inhibiteur qui se traduit par une plus faible quantité de bourgeons évoluant vers des organes floraux. Tous les traitements ont provoqué une floraison moins importante que celle du témoin, proportionnellement à la dose appliquée.

- un effet retardateur visible au niveau de la diminution de la pente de la courbe du cumul des bourgeons florifères, entre le 22 février et le 14 mars.

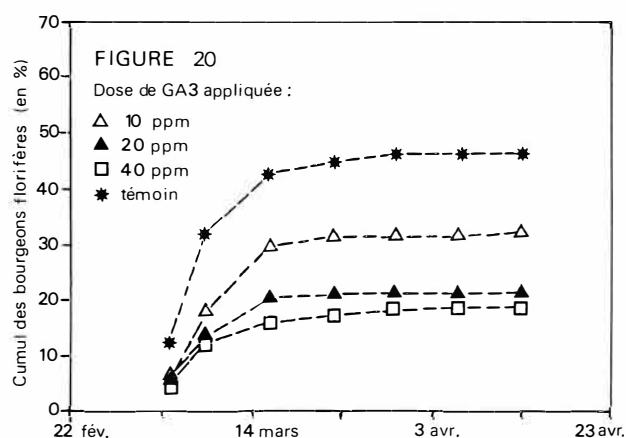
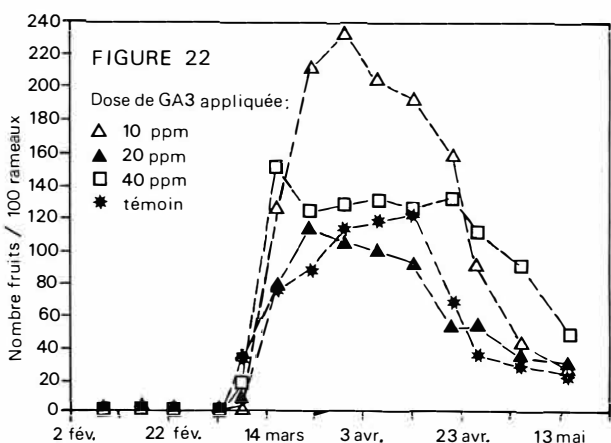
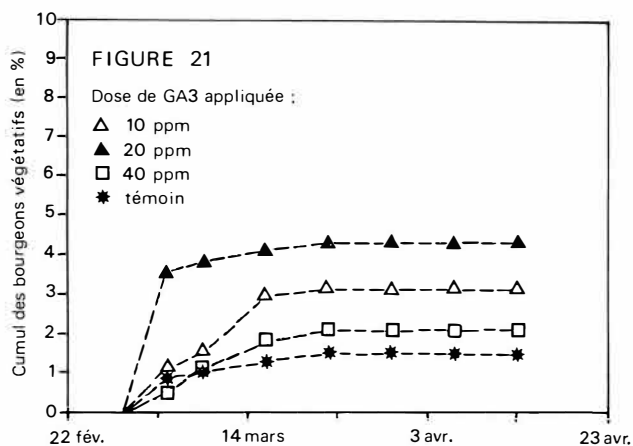


TABLEAU 18 - Pourcentage cumulé de pousses florales.

Dose \ Date	05 Mar.	09 Mar.	16 Mar.	23 Mar.	30 Mar.	06 Avr.	13 Avr.
témoin	12.5	32.4	42.8	44.9	46.3	46.3	46.3
10 ppm	5.6	17.9	29.8	31.6	31.6	31.6	31.6
20 ppm	6.5	13.5	20.4	21.0	21.2	21.2	21.2
40 ppm	4.6	12.3	16.0	17.4	18.1	18.7	18.7



Pousses végétatives.

Le traitement à la gibbérelline a entraîné un développement végétatif deux à deux fois et demi supérieur à celui du témoin (figure 21), mais largement inférieur à celui produit par l'application d'éthrel qui était de l'ordre de 9 p. 100 pour la dose la plus élevée. Cette augmentation de la masse végétale semble être indépendante de la dose employée (7). Contrairement à l'éthrel, la gibbérelline ne provoque pas de modification architecturale de l'arbre : il n'y a pas de phénomène de croissance en « balai de sorcière ».

Nombre de fruits.

L'accroissement très sensible du nombre total de fruits sur les arbres traités à la gibbérelline a été suivi d'une forte chute due à la sécheresse (figure 22). Seuls les arbres ayant reçu la dose la plus élevée de produit (40 ppm) portent un nombre différent de fruits, environ deux fois plus de fruits que les arbres témoins.

Taux de nouaison.

L'augmentation du nombre de fruits par pousse florale est le reflet des deux précédentes observations, à savoir la diminution de la floraison et l'augmentation du nombre de fruits.

La variation de ce rapport est quasiment linéaire en fonction de la dose appliquée (figure 23). Sa valeur est toujours nettement supérieure à celle du témoin (2).

TABLEAU 19 - Pourcentage cumulé de pousses végétatives.

Dose \ Date	05 Mar.	09 Mar.	16 Mar.	23 Mar.	30 Mar.	06 Avr.	13 Avr.
témoin	0.9	1.0	1.3	1.5	1.5	1.5	1.5
10 ppm	1.1	1.5	2.9	3.1	3.1	3.1	3.1
20 ppm	3.5	3.8	4.1	4.3	4.3	4.3	4.3
40 ppm	0.5	1.1	1.8	2.1	2.1	2.1	2.1

TABLEAU 20 - Nombre de fruits moyen pour 100 rameaux.

	09 Mar.	16 Mar.	23 Mar.	30 Mar.	06 Avr.	13 Avr.	21 Avr.	26 Avr.	05 Mai	15 Mai
témoin	32	75	89	114	118	123	69	36	28	23
10 ppm	0	125	210	232	203	192	158	90	42	26
20 ppm	6	78	114	106	100	90	52	53	33	29
40 ppm	19	151	124	128	132	126	132	112	90	48

TABLEAU 21 - Taux de nouaison.

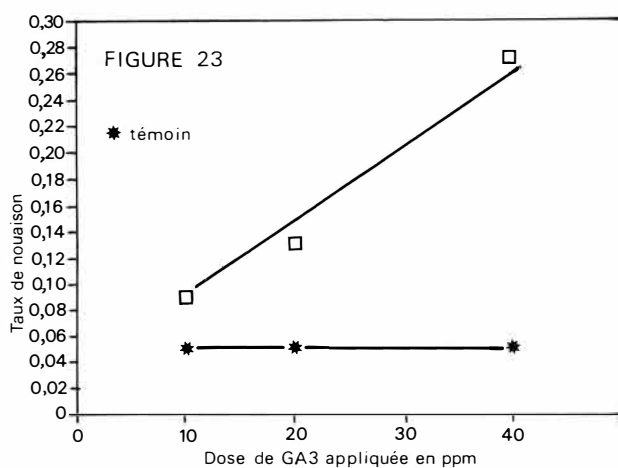
Dose de GA ₃ ppm	0	10	20	40
fruit/pousse florale	0.05	0.09	0.13	0.27

nouaison et celle sur la croissance des fruits sont deux points à considérer pour avancer légèrement une production sensiblement augmentée.

Le prix élevé de cette hormone, environ 100 FF le gramme, restreint son utilisation pour l'obtention de fruits

TABLEAU 22 - Diamètre moyen des fruits en mm.

	06 Avr.	13 Avr.	16 Avr.	23 Avr.	28 Avr.	04 Mai	11 Mai	18 Mai	25 Mai	29 Mai	05 Juin	12 Juin	19 Juin	29 Juin
témoin	3.6	5.5	5.0	11.6	8.8	15.1	17.8	25.1	27.5	28.6	34.6	35.6	40.3	41.7
10 ppm	5.4	8.4	10.8	12.4	13.2	18.9	22.1	28.1	31.4	33.2	37.0	41.1	43.3	44.7
20 ppm	4.7	8.1	11.8	15.0	16.6	21.4	25.2	29.0	33.0	34.4	37.5	39.5	41.4	43.6
40 ppm	5.7	11.8	13.3	17.3	20.9	22.5	26.7	30.7	37.3	39.6	40.8	42.1	45.5	47.4



en début de période de production. A cette époque, la mise sur le marché d'une partie de la production avec deux semaines d'avance se traduit par des prix de vente suffisamment rémunérateurs pour justifier l'utilisation du GA₃ à grande échelle dans un verger.

EFFET DE L'ECLAIRCISSEMENT

L'influence inhibitrice des fruits sur la floraison, évoquée au paragraphe précédent, a été mise en évidence par un éclaircissage manuel des limettiers.

Technique employée.

Les fruits de quatre arbres ont été totalement récoltés au mois de novembre 1986. Une petite floraison ayant eu lieu en décembre sur l'ensemble du verger, les fruits apparus ont été éliminés sur deux des arbres dont les fruits avaient déjà été récoltés en novembre.

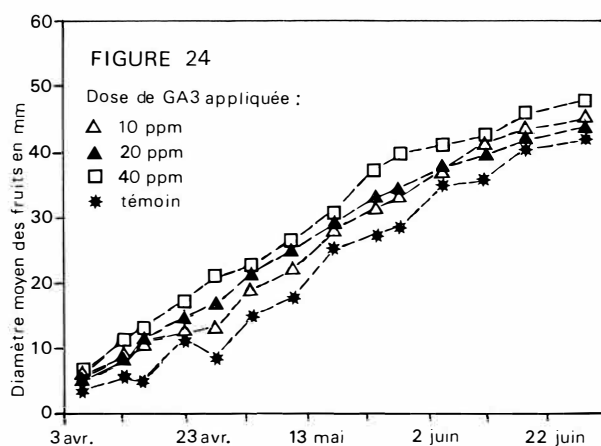
Ces deux arbres ayant été totalement récoltés à deux reprises (R 100 p. 100) et les deux autres arbres récoltés en novembre seulement (R 50 p. 100) ont servi de support au même type de comptage que précédemment pour évaluer la floraison et le développement végétatif relatif à la floraison du mois de mars. Le témoin était constitué d'un bloc de quatre arbres dont les fruits n'ont pas été cueillis.

Pousses florales.

Les arbres, dont les fruits ont été complètement récoltés à deux reprises, ont présenté une floraison supérieure de 50 p. 100 à celle des arbres témoins (figure 25). L'effet d'un seul éclaircissage est beaucoup moins net sur la floraison : le nombre de bourgeons ayant évolué vers des organes reproductifs a été le même que sur les arbres témoins.

Pousses végétatives.

Le nombre de bourgeons évoluant vers des pousses végétatives semble indépendant du nombre de fruits présents sur l'arbre (figure 26), puisque les pourcentages cumulés sont de l'ordre de 1 à 2 p. 100 quel que soit le bloc d'arbres observés.



Croissance du fruit.

L'utilisation de l'acide gibbérellique semble avoir également une influence sur la cinétique de croissance des fruits. Un gain de l'ordre de deux semaines pour la date de récolte est visible au 15 mai pour les fruits traités avec 40 ppm de GA₃ (figure 24).

Conclusion

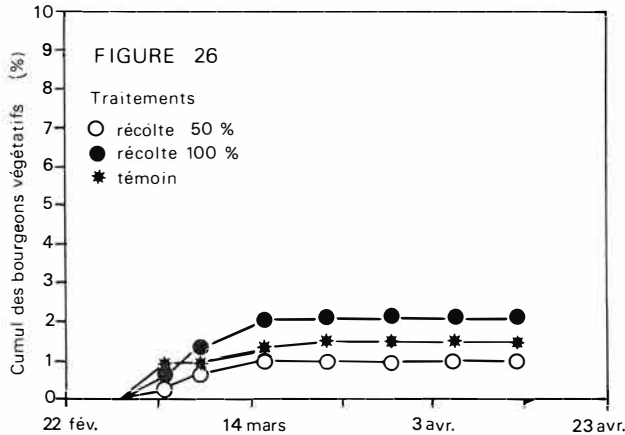
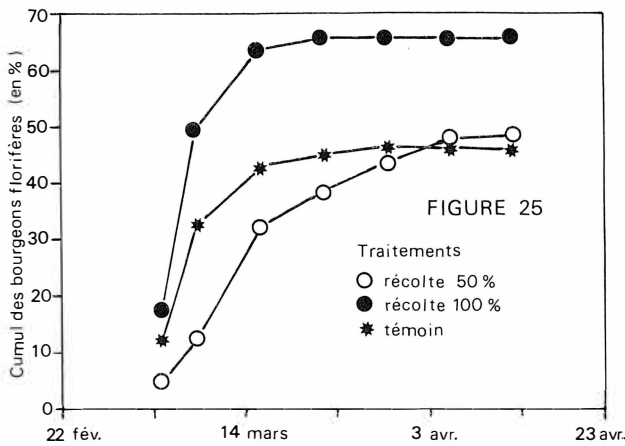
Bien que l'utilisation de l'acide gibbérellique ne permette pas de déclencher une floraison, son action sur le taux de

TABLEAU 23 - Pourcentage cumulé de pousses florales.

	05 Mar.	09 Mar.	16 Mar.	23 Mar.	30 Mar.	06 Avr.	13 Avr.
témoin	12.5	32.4	42.8	44.9	46.3	46.3	46.3
R 50 p. 100	4.8	12.6	31.8	38.6	43.6	47.6	48.5
R 100 p. 100	17.7	49.3	63.5	65.5	65.6	65.6	65.6

TABLEAU 24 - Pourcentage cumulé de pousses végétatives.

	05 Mar.	09 Mar.	16 Mar.	23 Mar.	30 Mar.	06 Avr.	13 Avr.
témoin	0.9	1.0	1.3	1.5	1.5	1.5	1.5
R 50 p. 100	0.3	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
R 100 p. 100	0.6	1.3	2.0	2.1	2.1	2.1	2.1



Nombre de fruits.

Le nombre de fruits apparus sur les arbres ayant été éclaircis à 100 p. 100 est très largement supérieur à celui des autres arbres. Malheureusement, la majorité de ceux-ci sont tombés, victimes de la sécheresse (figure 27). Dans ces conditions, il est difficile de conclure à l'intérêt de l'éclaircissage, du fait de la présence de ce facteur extérieur incontrôlable.

Croissance du fruit.

La croissance des fruits issus de la floraison de mars (figure 28), est nettement plus rapide sur les arbres ayant été complètement récoltés depuis le mois de novembre (R 100 p. 100). La compétition entre les fruits déjà présents et ceux issus de la dernière floraison entraîne une croissance plus rapide des fruits portés par les arbres ayant été totalement récoltés aux deux dates.

Conclusion.

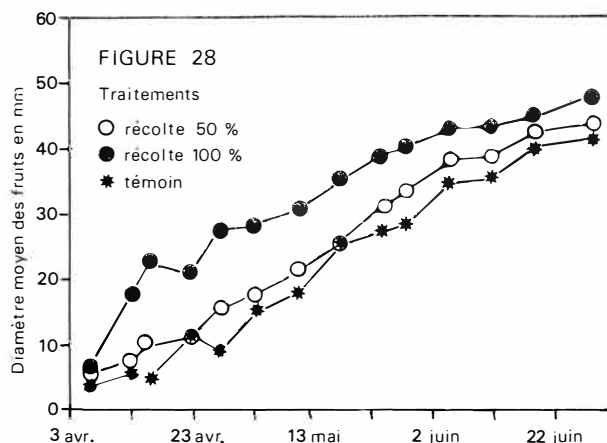
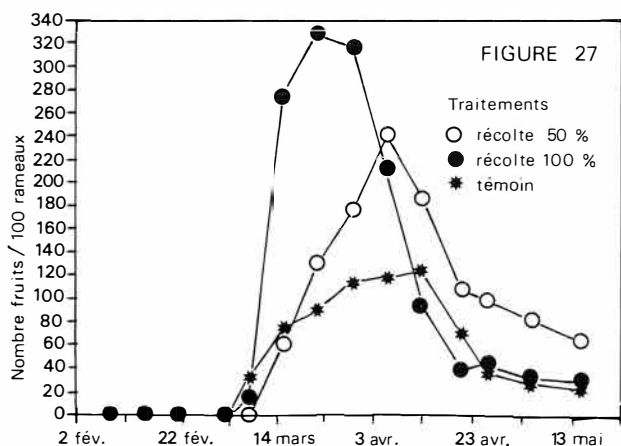
Malgré un effet très net de l'éclaircissage total sur la floraison et la croissance des fruits, cette technique se heurte à un problème de rentabilité dû aux coûts de main-d'oeuvre pour réaliser systématiquement ce type de récolte.

TABLEAU 25 - Nombre de fruits moyen pour 100 rameaux.

	09 Mar.	16 Mar.	23 Mar.	30 Mar.	06 Avr.	13 Avr.	21 Avr.	26 Avr.	05 Mai	15 Mai
témoin	32	75	89	114	118	123	69	36	28	23
R 50 p. 100	0	60	128	176	242	186	108	98	80	62
R 100 p. 100	13	275	327	313	211	94	40	42	30	27

TABLEAU 26 - Diamètre moyen des fruits en mm.

	06 Avr.	13 Avr.	16 Avr.	23 Avr.	28 Avr.	04 Mai	11 Mai	18 Mai	25 Mai	29 Mai	05 Juin	12 Juin	19 Juin	29 Juin
témoin	3.6	5.5	5.0	11.6	8.8	15.1	17.8	25.1	27.5	28.6	34.6	35.6	40.3	41.7
R 50 p. 100	5.6	7.0	9.9	10.9	15.4	17.6	21.1	25.6	31.4	33.6	38.3	39.0	42.4	43.7
R 100 p. 100	6.6	17.7	22.4	20.8	27.8	28.4	30.7	35.0	39.3	40.2	43.0	43.6	44.9	48.1



BIBLIOGRAPHIE

1. ADAMOV (T.) and ALTMAN (A.).
The effect of growth regulators and water stress on flowering and sprouting of calamondin.
Proc. Int. Soc. of Citriculture, 1988.
2. AGUSTI (M.) *et al.*
The regulation of fruit cropping in mandarins through the use of growth regulators.
Proc. Int. Soc. Citriculture, 1981, 216-220.
3. BLONDEL (L.).
Action comparée des gibbérellines et de l'incision annulaire sur la fructification du clémentinier en Corse.
Ann. Amélior. Plantes, 1975, 25 (2), 85-95.
4. BORROTO (C.) *et al.*
Flowering and fruiting of Citrus tree in tropical areas in relation with endogenous balance and exogenous application of growth regulators.
HortScience, 1986, 21 (3), 17.
5. BORROTO (C.) *et al.*
A contribution to the flowering regulation mechanism in persian lime.
Proc. Int. Soc. of Citriculture, 1988.
6. BURG (S.P.).
Ethylene, plant senescence and abscission.
Plant Physiol., 1968, 43, 1501-1511.
7. CASSIN (J.).
Influence du climat sur la floraison des agrumes en Guinée.
Fruits, 1958, 13 (7), 286-292.
8. CASSIN (J.) *et al.*
The influence of climate upon blooming in tropical areas.
Proc. First Int. Citrus Symp., 1969, vol. 1, 315-323.
9. COOPER (W.C.) *et al.*
Control of abscission in agricultural crops and its physiological basis.
Plant Physiol., 1968, 43, 1560-1576.
10. DAVENPORT (T.L.).
Diaminozide and gibberellin effects on flower induction.
HortScience, 1983, 18, 947-949.
11. DE LA FUENTE (R.K.) and LEOPOLD (A.C.).
Senescence processes in leaf abscission.
Plant Physiol., 1968, 43, 1496-1502.
12. FOUQUE (A.).
Floraison des agrumes en basse Côte d'Ivoire.
Fruits, 1980, 35 (1), 51-54.
13. GUARDIOLA (J.L.).
Flower initiation and development in Citrus.
Proc. Int. Soc. Citriculture, 1981, 242-246.
14. IWAHORI (S.) and OOHATA (J.T.).
Control of flowering of Satsuma mandarins with gibberellin.
Proc. Int. Soc. Citriculture, 1981, 247-249.
15. JACOBS (P.W.).
Hormonal regulation of leaf abscission.
Plant Physiol., 1968, 43, 1480-1495.
16. LORD (E.M.) and ECKARD (K.J.).
Shoot development in *C. sinensis*.
I.- Floral and inflorescence ontogeny.
Bot. Gaz., 1985, 146 (3), 320-326.
17. LORD (E.M.) and ECKARD (K.J.).
Shoot development in *C. sinensis*.
II.- Alteration of developmental fate of flowering after GA₃ treatment.
Bot. Gaz., 1987, 148 (1), 17-22.
18. LOVATT (C.).
A new look at the KRAUS-KRAYBILL hypothesis and flowering in Citrus.
Proc. Int. Soc. Citriculture, 1988.
19. LUCKWILL (L.C.).
Progress in the control of flowering and fruiting.
Proc. Int. Hort. Congress, 1970, 177-186.
20. MAY (P.).
Physiological and horticultural aspects of flowering and fruit set.
Proc. Int. Hort. Congress, 1970, 211-240.
21. MONSELISE (S.P.).
Recent advances in the understanding of flower formation in fruits trees and its hormonal control.
Acta Hort., 1973, 34, 157-166.
22. MONSELISE (S.) *et al.*
Alternate bearing in Citrus and ways of control.
Proc. Int. Soc. Citriculture, 1981, 239-242.
23. MOSS (G.).
Influence of temperature and photoperiod on flower induction and inflorescence development in sweet orange.
HortScience, 1969, 44, 311-320.
24. RODRIGUES (J.) and SRIVASTAVA (C.).
Rôle des substances de croissance dans la floraison, la nouaison, le développement des fruits, leur maturation et leur comportement pendant la conservation.
Fruits, 1966, 21 (7), 352-361.
25. SOUTHWICK (S.M.) and DAVENPORT (T.L.).
Characterization of water stress and low temperature effects on flower induction in Citrus.
Plant Physiol., 1986, 81, 26-29.
26. YOUNG (R.H.) and BIGGS (R.H.).
Ethephon-induced defoliation patterns and subsequent yields in Citrus.
J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1978, 103 (5), 670-672.

**KONTROLLE DER BLÜTE DES TAHITI-LIMETTENBAUMS
(C. LATIFOLIA KAN.).**

R. COTTIN.

Fruits, May 1989, vol. 44, nº 5, p. 259-273.

KURZFASSUNG - Der Einfluss einiger natürlicher Faktoren und zweier Moleküle (Äthephon und Gibberellinsäure) auf die Blüte des Tahiti-Limettenbaums wurde mit Blick auf die Anzahl der Blatt- und Vegetationstriebe, den Fruchtansatzumfang und das Wachstum der Früchte quantitativ erfasst. Beobachtungen über die Wirkung des manuellen Vereinzeln vervollständigen die Kontrollstudie.

**CONTROL DE LA FLORACION DEL LIMERO DE TAHITI
(C. LATIFOLIA TAN.) EN CLIMA TROPICAL HUMEDO.**

R. COTTIN.

Fruits, May 1989, vol. 44, nº 5, p. 259-273.

RESUMEN - La influencia de algunos factores naturales y de dos moléculas (etefón y ácido giberélico) sobre la floración del limero de Tahiti (*C. latifolia* TAN.) se cuantifican a nivel de los brotes florales y vegetativos, de la tasa de cuajado y del crecimiento de los frutos. La influencia del aclarado manual sobre la floración completa estas observaciones.

