

## ÉCOLOGIE - PHÉNOLOGIE

# Dynamique du végétal et estimation des populations de ravageurs inféodés aux Citrus.

P. BRUN et J.C. ONILLON\*

Deux études complémentaires portant sur la variation qualitative et quantitative, dans le temps, des ressources disponibles offertes par les Citrus aux différents ravageurs qui leur sont plus ou moins strictement inféodés, ont été poursuivies presque simultanément dans les Alpes-maritimes sur bigaradier en 1969 et en Corse sur clémentinier en 1970.

Ces observations ont été réalisées dans deux optiques légèrement différentes dans leur conception et leur finalité, prises en fonction d'une évolution particulière de la situation phytosanitaire rencontrée.

Dans les Alpes-maritimes, l'introduction accidentelle d'un aleurode inféodé aux Citrus, *Aleurothrixus floccosus*, redoutable ravageur à potentiel de multiplication élevé, a orienté les travaux vers une quantification des ressources disponibles offertes par la plante-hôte au phytophage.

En Corse, la recrudescence des ravageurs indigènes due à plusieurs facteurs : extension des surfaces dévolues aux plantations, mode de conduite et vieillissement des vergers, interventions phytosanitaires d'assurance en augmentation, ont orienté les travaux vers le processus de croissance et de renouvellement des éléments de la frondaison du clémentinier. Dans ce cas, l'objectif à long terme est de pouvoir insérer la dynamique de la plante-hôte dans les études de fluctuations de population des ravageurs.

La masse des données recueillies qui a été, soit partiellement traitée dans le cas de l'évolution de la frondaison du bigaradier, dans les Alpes-maritimes, soit en cours de traitement pour le clémentinier en Corse, a fourni un certain

nombre de renseignements ponctuels sur l'évolution dynamique des éléments constitutifs de la frondaison, les processus d'équilibre entre pousses annuelles étant traités ultérieurement.

### QUANTIFICATION DES RESSOURCES OFFERTES PAR LA FRONDAISON

Le plus petit élément constitutif de la frondaison est représenté par la feuille, support dynamique des fonctions vitales du ravageur.

L'estimation de la surface d'une feuille a été réalisée à partir de la formule générale :  $S = k \cdot a^\alpha \cdot b^\beta$  où S est la surface réelle en  $\text{cm}^2$ ,  $\alpha$  et  $\beta$  respectivement les plus grandes longueur et largeur du limbe. Établie initialement sur bigaradier (ONILLON et al, 1971), elle a été étendue aux autres variétés commerciales cultivées en Corse (ONILLON et al, 1973) permettant de suivre l'évolution des densités numériques des ravageurs (ONILLON, 1973 ; ONILLON et al, 1975) par unité de surface étalon, le  $\text{dm}^2$  de surface foliaire.

Par la suite et en tenant compte de l'importance qualitative et quantitative offerte par chacune des poussées de sève au niveau de cinq bigaradiers, a pu être calculée l'évolution dans le temps de la surface foliaire offerte à un ravageur (ONILLON et al, 1978) et donc l'effectif global des populations d'un phytophage au niveau de l'arbre entier. Ainsi peuvent être abordés les phénomènes de régulation exercés par la plante-hôte vis-à-vis d'un ravageur donné, lors des processus d'équilibre entre les ressources disponibles offertes dans la succession des différentes poussées de sève.

\* - P. BRUN - INRA - Station de Recherches agronomiques de Corse.  
J.C. ONILLON - INRA - Station de Zoologie et de Lutte biologique - Antibes.

### QUANTIFICATION DE LA VEGETATION DU CLEMENTINIER

Différents dans leur approche sont les résultats obtenus dans l'évolution qualitative et quantitative de la végétation et de la fructification du clémentinier.

Depuis 1970 ont été poursuivies des notations qui portent sur le mode de développement du clémentinier greffé sur bigaradier dans les conditions normales de culture en Corse : parcelle SRA C5 b - essai porte-greffe - plantation 1966.

#### Végétation annuelle et taille.

Sur des schémas représentant les différentes branches d'un arbre ont été reportées les trois poussées végétatives de l'année : pousse de printemps, d'été et d'automne.

Pour chacun de ces dépôts en végétation ont été mesurées la longueur et le nombre de feuille de chaque nouvelle pousse ainsi que son emplacement.

Les comptages effectués sur ces schémas permettent de connaître l'évolution de l'arbre au cours des années rameau par rameau, l'importance de la végétation annuelle, la taille, l'emplacement et le poids de la récolte.

Le tableau ci-dessous donne des renseignements concernant la végétation pour différentes années. Les longueurs mentionnées sont celles de l'arbre dans son ensemble : longueurs cumulées depuis le tronc, les charpentières avec leurs ramifications, les rameaux et brindilles.

Printemps 70	35,290 m	Printemps 76	402,835
pousse 70	+ 74,650	pousse 76	+ 289,795
décembre 70	109,940	décembre 76	692,630
taille 71	- 21,185	taille 77	- 169,945
Printemps 71	88,755	Printemps 77	522,685
pousse 71	+ 182,270	pousse 77	+ 223,360
décembre 71	271,205	décembre 77	746,045
taille 72	- 38,455	taille 78	- 94,655
Printemps 72	232,570	Printemps 78	651,390

De ces chiffres, on observe qu'il y a une diminution de la croissance de l'arbre dans l'année (du printemps à décembre) à mesure qu'il vieillit :

croissance dans l'année	1970 (4 ans)	211 p. 100
	1971 (5 ans)	205 p. 100
	1972 (6 ans)	81 p. 100
	1976 (10 ans)	58 p. 100
	1977 (11 ans)	70 p. 100

La taille qui intervient chaque année en février-mars représente un certain pourcentage en longueur de rameaux enlevés par rapport à l'arbre entier, ce pourcentage est variable d'une année à l'autre en fonction de la sévérité de la

taille :

importance de la taille	1971 (5 ans)	19 p. 100
	1972 (6 ans)	14 p. 100
	1977 (11 ans)	24 p. 100
	1978 (12 ans)	12 p. 100

De ce fait, la croissance relative de l'arbre qui tient compte de la croissance réelle dans l'année et de la taille permet de connaître le devenir d'un arbre soumis aux conditions culturales normales. Si l'on compare la «longueur totale» de l'arbre au printemps d'une année sur l'autre, la croissance relative qui est élevée jusqu'à la sixième année (plus 162 p. 100 d'avril 1971 à avril 1972) diminue ensuite brusquement pendant la septième année (plus 15 p. 100 d'avril 1972 à avril 1973).

Cette diminution s'explique par la chute de la croissance réelle de l'année 1972 et une taille plus sévère que les années précédentes au printemps 1973.

Cette croissance relative de l'arbre peut même parfois être nulle ou encore conduire à une diminution de la «longueur totale» de l'arbre. C'est ainsi que l'importance de la taille du printemps 1975 précédée d'une croissance réelle de l'arbre relativement faible durant la neuvième année de végétation d'avril à décembre 1974 aboutit à une croissance relative légèrement négative durant cette année (moins 0,56 p. 100 soit une diminution de 2 mètres de longueur totale de l'arbre).

Au cours des dixième, onzième et douzième année cette croissance relative de l'arbre varie entre plus 20, plus 30 et 25 p. 100 ce qui semble être le rythme d'accroissement d'un arbre adulte.

#### Répartition des pousses annuelles.

L'utilisation des schémas des différentes années successives permet de faire le bilan de l'arbre à un instant donné et de répartir la végétation de l'arbre en classes d'âges successifs aussi bien en longueur de rameaux que nombre de feuilles. Le tableau ci-dessous donne un exemple pour l'année 1974 : bilan en décembre 1974, soit au cours de la huitième année de végétation.

feuilles		rameaux		
p. 100	nombre		longueur (m)	p. 100
0	0	pousses 1966-1969	16,7	3,4
0,1	46	pousses 1970	21,8	4,4
3,8	1.298	pousses 1971	64,6	13,2
12,9	4.337	pousses 1972	74,3	15,1
33,0	11.052	pousses 1973	149,5	30,5
49,9	16.696	pousses 1974	162,4	33,1
	33.429	arbre entier	489,3	

Il apparaît donc que la végétation de l'année représente un tiers de la longueur totale de l'arbre et 50 p. 100 du stock foliaire, ce qui donne des indications pour la taille et pour la conduite à tenir vis-à-vis de ravageurs qui se portent sur le feuillage de l'année.

#### Récolte.

La floraison de printemps est portée par des jeunes rameaux de l'année qui ont démarré en février et qui sont de longueurs différentes : parfois très courts (0,5 cm avec ou sans feuille) ou plus longs (2 à 10 et parfois 20 cm avec de

nombreuses feuilles). Ces rameaux florifères et productifs sont émis le plus souvent à partir de la végétation de l'année précédente. Il était intéressant de rechercher si ces rameaux porteurs de fruits arrivant à maturité étaient émis préférentiellement sur la pousse de printemps, d'été ou d'automne de l'année précédente ou du bois ayant deux ans d'âge et plus.

Le tableau ci-dessous donne pour les récoltes de chaque année le pourcentage de rameaux fructifères portés par les pousses de tranches d'âge différentes.

		origine des rameaux fructifères						
récolte		1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
pousses de l'année précédente	printemps	49%	75%	30%	26%	43%	61%	81%
	été	20	3	15	23	14	5	3
	automne	12	20	47	43	22	4	1
		81	98	92	92	79	70	85
pousses de deux ans ou plus		18	2	7	8	21	30	14

Les rameaux fructifères sont donc portés dans une grande proportion sur la végétation de l'année précédente. Il faut tout de suite remarquer que le vieux bois (deux ans et plus) a tendance à porter de plus en plus de rameaux fructifères avec l'âge croissant de l'arbre. Les fruits portés par le vieux bois sont en général d'un poids et d'un calibre plus faible que la moyenne, il est donc nécessaire d'assurer le renouvellement de ce vieux bois par des tailles annuelles suivies.

Il faut noter que les récoltes de 1973 et 1974 ont eu surtout pour origine la pousse d'automne de l'année précédente alors que les autres années la pousse de printemps était prédominante. Cela peut s'expliquer en partie par le fait que durant l'année 1972 et 1973 la pousse d'automne a été plus forte que les années précédentes. Cependant durant l'année 1974 la pousse représente un même pourcentage assez élevé de la pousse annuelle mais on ne retrouve pas lors de la récolte 1975 cette prédominance de la pousse d'automne sur la fructification : les rameaux fructifères sont de nouveau issus de la pousse de printemps 1974.

Il semble donc que ce soit la pousse de printemps qui

joue un rôle marqué sur la fructification de l'année suivante ce qui impliquerait de «favoriser» ou tout du moins d'assurer à cette pousse les meilleures conditions de croissance.

#### CONCLUSION

Ces résultats fragmentaires présentent une première approche des phénomènes régissant l'évolution qualitative et quantitative des ressources en rameaux, feuilles, fleurs, fruits, offerts par la plante-hôte aux principaux ravageurs des agrumes.

L'étude ainsi développée devrait permettre après analyse et traitement des nombreuses données recueillies, de quantifier le niveau des populations des principaux ravageurs au niveau d'un végétal compte tenu des aspects phénologiques et physiologiques et de préciser l'importance et la nature des différentes poussées végétatives en tant que facteur d'accélération ou de régulation des populations du phytophage.

#### BIBLIOGRAPHIE

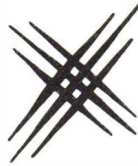
- BRUN (P.).  
Etude des ravageurs des agrumes et de leurs rapports avec la physiologie de la plante et les techniques culturales.  
Descriptions d'opérations de recherche.  
Doc. INRA, 1971 à 1976.
- ONILLON (J.C.), ONILLON (J.) et TOMASSON (R.). 1971.  
Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'Homoptères inféodés aux agrumes 1.2 - Estimation de la surface des feuilles des principales espèces d'agrumes cultivées en Corse. *Fruits*, 28 (1), 37-38.
- ONILLON (J.C.). 1973.  
Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'Homoptères inféodés aux agrumes. V.2 - Possibilités de régulation des populations d'*A. floccosus* MASK. (Homopt. Aleurodidae) sur

agrumes par *Cales noacki* HOW. (Hymenopt., Aphelinidae).  
*O.E.P.P., E.P.P.O.*, 3 (1), 17-26.

ONILLON (J.C.), ONILLON (J.) et BRUN (P.). 1975.  
Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'Homop-  
tères inféodés aux agrumes. II. 3 - Premières observations sur  
l'évolution comparée des populations de *Dialeurodes citri* ASHM  
(Homopt., Aleurodidae) en Corse et dans le Sud-Est de la France.

*Fruits*, 30 (3), 167-172.

ONILLON (J.C.), ONILLON (J.), FRANCO (E.) et RODOLPHE (F.).  
1978.  
Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'Homop-  
tères inféodés aux agrumes. I. 3 - Simulation de la croissance  
foliaire des éléments de la frondaison du bigaradier.  
*Ann. Zool Ecol Anim.*, 2 (sous presse).



# Influence du climat sur la qualité des clémentines de Corse.

**C.D. SANCHEZ, L. BLONDEL et J. CASSIN\***  
(avec la collaboration technique de **C. JACQUEMOND, J.B. MARCHIONI et F. VITTORI**)

Dans la présente étude sont exposés les résultats des analyses de jus de clémentines effectuées en novembre (moyenne de quatre analyses hebdomadaires) pendant quatorze ans de 1963 à 1976.

Les études sont conduites sur 7 à 15 vergers de la côte orientale de la Corse (arbres greffés sur bigaradier (*Citrus aurantium* L.)).

Des échantillons de vingt fruits sont prélevés sur quatre arbres chaque semaine et analysés pour la recherche de l'extrait soluble (E), de l'acidité (A) et de l'indice de maturité (E/A).

Les autres critères de qualité : teneur en jus, nombre de pépins, coloration, etc., ne sont pas retenus dans cette étude.

Les résultats sont classés de 0 à 9 (en 10 classes) pour faciliter la comparaison entre la composition chimique et les conditions climatiques : pluie et température des deux mois (septembre-octobre) qui précèdent la cueillette. Cette méthode de classement des données a été mise au point par CASSIN à l'occasion de ses travaux sur la sélection des nucellaires (CASSIN et LOSSOIS, 1977).

La pluviométrie et les sommes de températures supérieures à 12,8° relevées en septembre et octobre de 1963 à 1976 figurent dans le tableau 1. Dans une étude antérieure, réalisée de 1963 à 1972 une corrélation étroite entre les pluies de septembre-octobre et la teneur en extrait soluble des fruits avait été mise en évidence (BLONDEL et CASSIN, 1972).

## ETUDE DES FACTEURS DE QUALITE

Extrait soluble (E) - Tableau 2 et figure 1.

La teneur des jus d'agrumes en extrait soluble semble un des critères qui permet le mieux de caractériser la qualité.

La note 0 représente la teneur la plus basse, la note 9 la teneur la plus élevée. On constate que les moyennes les plus hautes sont enregistrées en 1963-1967-1968-1969-1970-1971-1973-1974-1975 (E = 10,0 à 10,8), (années à faibles précipitations en septembre-octobre), tandis que les plus basses apparaissent en 1964-1965-1966-1972-1976, (E = 8,9 à 9,8), (années à fortes précipitations).

Acidité (A) - Tableau 2 et figure 1.

D'une manière générale, aux plus forts extraits solubles correspondent les plus fortes acidités.

Ces deux facteurs sont donc étroitement liés.

C'est en 1963-1964-1965-1966-1972 et 1976 que l'acidité de novembre est la plus faible (inférieure à 1,10 p. 100). On remarquera que ces six années (1963 exceptée) sont marquées par d'abondantes précipitations en septembre-octobre.

Indice de maturité (E/A) - Tableau 2.

Les années qui confèrent la meilleure qualité (E le plus élevé), communiquent également une forte acidité : l'indice de maturité qui en résulte est donc faible ou moyen.

Inversement la meilleure hâiveté (E/A élevé) apparaît lorsque l'acidité décroît rapidement, 1963-1964-1965-1966-1967-1972.

\* - Station de Recherches agronomiques de Corse INRA-IRFA  
San Giuliano - 20230 SAN NICOLAIO (Corse)

**TABLEAU 1 - Pluviométrie et sommes de températures supérieures à 12,8° en septembre-octobre de 1963 à 1976. (Valeurs relevées à la SRA).**

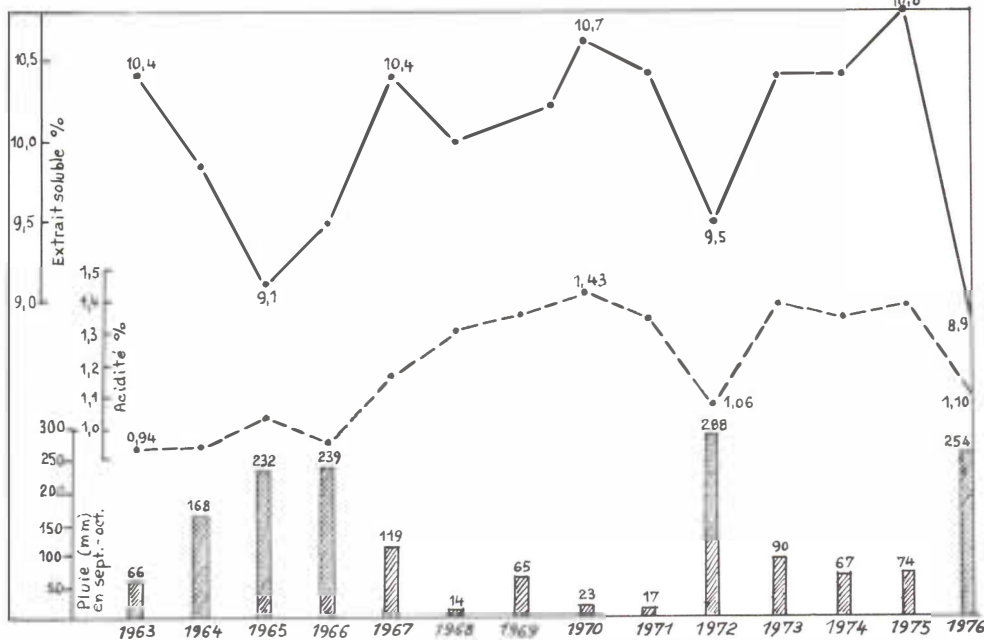
Pluviométrie			Sommes de températures supérieures à 12,8°			Notes cumulées Pluies + Températures		
Années	Pluie (mm)	Note	Années	Sommes (°C) (1)	Note	Années	Notes (Pluies + Tempér.)	Note totale
1968	13,8	9	1965	429,7	9	1969	8+6	14
1971	17,0	9	1964	403,3	8	1973	7+7	14
1970	23,5	9	1973	400,4	8	1968	9+4	13
1969	65,5	8	1969	373,9	7	1963	8+4	12
1963	66,0	8	1966	367,7	6	1970	9+2	11
1974	66,9	8	1967	358,8	6	1971	9+2	11
1975	73,8	7	1975	338,8	5	1975	7+4	11
1973	89,9	7	1963	328,2	5	1967	6+5	11
1967	118,8	6	1968	321,9	4	1964	4+7	11
1964	168,5	4	1971	285,0	3	1965	2+9	11
1965	232,4	2	1970	272,6	2	1974	8+0	8
1966	238,8	1	1976	270,5	2	1966	1+6	7
1976	254,4	1	1974	237,4	0	1976	1+2	3
1972	288,0	0	1972	201,1	0	1972	0+0	0

Note 9 : Pluviométrie la plus basse	Note 9 : Somme de températures la plus élevée
Note 0 : Pluviométrie la plus élevée	Note 0 : Somme de températures la plus basse

(1) La somme de températures au-dessus de 12,8° (0 de végétation des agrumes) est calculée ainsi pour un mois :  $\frac{M - m - 12,8 \times 30}{2}$  ou 31

M = T° moy. des maxima  
m = T° moy. des minima



**FIG. 1 • EVOLUTION DES CONSTITUANTS DU JUS DE CLEMEN-TINES (E et A) DE 1963 à 1976. COMPARAISON AVEC LES PLUIES DE SEPTEMBRE-OCTOBRE.**

TABLEAU 2 - Analyses de jus de clémentines de 7 à 15 vergers, de 1963 à 1976.  
(Moyennes de 4 analyses hebdomadaires en novembre).

Extrait soluble (E)				Acidité (A)			Indice de maturité (E/A)		
Nombre de vergers étudiés	Années	E (%)	Note	Années	A (%)	Note	Années	E/A	Note
15	1975	10,78	9	1970	1,43	9	1964	10,50	9
10	1970	10,68	9	1975	1,39	9	1963	10,45	9
12	1971	10,50	8	1973	1,38	8	1966	10,00	8
10	1967	10,50	8	1969	1,35	8	1967	9,90	8
14	1974	10,43	8	1971	1,34	8	1972	8,98	4
15	1973	10,41	8	1974	1,34	8	1965	8,90	4
7	1963	10,35	7	1968	1,30	7	1976	8,05	1
11	1969	10,23	7	1967	1,16	4	1971	7,90	1
10	1968	10,00	5	1976	1,10	3	1974	7,89	1
9	1964	9,85	5	1972	1,06	2	1975	7,75	0
15	1972	9,54	3	1965	1,04	2	1973	7,71	0
10	1966	9,50	3	1966	0,95	0	1968	7,70	0
9	1965	9,12	1	1963	0,94	0	1969	7,67	0
15	1976	8,86	0	1964	0,94	0	1970	7,50	0

Note 9 : E, A ou E/A les plus élevés  
Note 0 : E, A ou E/A les plus faibles

Un E/A élevé est l'indice de hâiveté, mais l'examen séparé de ce critère pourrait laisser supposer que les années classées en tête en ce qui concerne l'indice de maturité sont les plus favorables aux agrumes.

Or le rapport E/A est insuffisant pour apprécier la qualité : des fruits peuvent être hâtifs (E/A élevé) avec un faible extrait soluble et une faible acidité. Dans ce cas il s'agit de fruits d'une qualité médiocre.

En définitive ce sont les fruits les plus riches en extrait soluble qui possèdent la meilleure qualité organoleptique quand un certain équilibre entre l'extrait soluble et l'acidité est atteint. On considère que ce rapport doit excéder 7 et se situer, pour une qualité maximale, entre 8 et 10.

#### RESUME ET CONCLUSIONS

Les observations faites depuis 1972 confirment absolument celles qui avaient été réalisées de 1963 à 1972 (BLONDEL et CASSIN, 1972).

En cas de pluies abondantes au cours des deux mois qui précèdent la cueillette (septembre-octobre), la teneur des jus en extrait soluble et en acidité est abaissée de manière significative.

Exemples typiques : 1965-1966-1972-1976 (années à fortes précipitations en septembre-octobre).

Il en résulte une qualité inférieure à celle que l'on obtient lorsque les constituants du jus atteignent des niveaux supérieurs.

Exemples typiques : 1963-1967 à 1971-1973 à 1975 (années à faibles précipitations automnales).

La corrélation qui existe entre la composition chimique du jus et les qualités organoleptiques a été confirmée, à la SRA, par des tests de dégustation effectués par une vingtaine de personnes.

Les sommes de températures supérieures à 12,8°, enregistrées en septembre-octobre ne semblent pas avoir d'influence évidente sur la qualité des fruits (voir tableau 1). De nouvelles études seront nécessaires pour évaluer les effets éventuels des températures, mais il conviendrait d'intégrer plusieurs périodes de l'année.

Ce thème est inscrit au programme de recherches de la SRA, en liaison avec le STEFCE (Service Technique d'Etudes des Facteurs Climatiques de l'Environnement de l'INR).

#### BIBLIOGRAPHIE

BLONDEL (L.) et CASSIN (J.) - 1972

Influence des facteurs écologiques sur la qualité des clémentines de Corse : Fluctuations de l'extrait sec soluble du jus.  
*Fruits*, vol. 27, n° 6, 1977, p.425-432.

CASSIN (J.P.), LOSSOIS (P.) - 1977

Method of nucellar selection used in Corsica  
*Int. Citrus Congress, Florida*, 1977 - sous presse.

# Phénologie en zone tropicale des agrumes.

**P. SOULEZ et A. FOUQUÉ\***

Les basses températures hivernales (inférieures ou un peu supérieures au «zéro» de végétation de 12° à 15°) ainsi qu'un déficit hydrique temporaire (forçage du citronnier en Sicile) provoquent chez les agrumes un état de «dormance» pendant lequel a lieu l'induction florale.

Suivant la latitude et l'altitude, c'est soit une saison «fraîche ou froide» ou une période «sèche» qui sera le principal facteur de l'initiation des boutons floraux :

- Effet prépondérant de l'abaissement des températures : Corse (latitude 42° - floraison mi-mai), Afrique du Nord (latitude 30-35° - floraison mi-avril), Réunion (latitude 21° - floraison août-septembre).

- Double effet d'une part, d'un hiver «sec» et relativement «frais» : floraison en février et d'autre part, du retour des pluies après la saison sèche : floraison en mai-juin-juillet (Mauritanie lat. 16-17° - Guadeloupe lat. 16° - Martinique lat. 15° - Sénégal lat. 15° - Niger lat. 14° - Haute-Volta lat. 13°).

- Influence prépondérante du retour des pluies après une saison sèche : Bénin lat. 6-7° - Cameroun lat. 5-8° - Côte d'Ivoire lat. 5-10° - Guyane lat. 5°.

L'étude de la phénologie des agrumes dans les régions semi-tropicales et tropicales revêt donc une particulière importance car leurs résultats aident :

- à mieux maîtriser les facteurs qui contrôlent l'induction florale ainsi que les périodes, l'intensité et le groupement des floraisons.

- à mener, d'une façon rationnelle, l'étude de la qualité des fruits, en fonction des dates de floraison et des phases

de végétation des agrumes.

- à mieux conduire l'étude des variations saisonnières de la composition minérale des feuilles pour fixer les meilleures périodes d'échantillonnage pour le diagnostic foliaire.

## NIGER

P. SOULEZ (IRFA).

Début 1974, P. SOULEZ a mis au point une méthode simple d'observations phénologiques concernant la floraison des agrumes qui donne, d'ores et déjà, de précieux renseignements.

A partir de 1976, il a légèrement amélioré sa méthode qui est actuellement la suivante :

Par variété, on doit observer plusieurs arbres (dans la mesure du possible au moins 10). Chaque arbre est divisé en huit secteurs : quatre orientations Nord - Sud - Est - Ouest et chacune subdivisée en «haut» et «bas».

Tous les quinze jours une note est attribuée à chacun des huit secteurs des arbres étudiés :

0 : pour 3 fleurs ou moins de 3 fleurs.

1 : pour plus de 3 fleurs.

En fin de campagne, les résultats pour chaque date de contrôle sont exprimés en pourcentage d'arbres en fleurs :

Pourcentage d'arbres en fleurs :

$$\frac{\text{total des notes de tous les arbres} \times 100}{8 \times \text{nombre d'arbres}}$$

8 x nombre d'arbres

\* - Mission IRFA auprès de l'INAF - 88, rue Didouche Mourad, ALGER (Algérie)  
- IRFA, B.P. 1740 - ABIDJAN 01 - République de Côte d'Ivoire.



Exemple n° 1 : citronnier 'Eureka' - 24 arbres observés (note par arbre = 0 à 8).

1976	janvier		février		mars		avril		mai	
total des notes	81	136	180	152	80	24	13	4	30	0
p. 100	42%	71%	94%	79%	49%	13%	7%	2%	16%	0%

Exemple n° 2 - Floraisons 1976 en pourcentage

	nbre arbres	janvier		février		mars		avril		mai		juin
citronniers	28	38	67	92	80	42	12	6	2	16	0	46
pomelos	37	4	11	11	77	19	5	0	0	1	0	4
orangers	45	8	16	26	63	48	11	1	3	6	0	8
tangelos	15	1	3	7	98	35	8	4	0	4	0	3
limettiers	21	55	56	79	70	24	4	2	13	5	0	4
mandarin.	28	3	9	21	77	7	1	0	0	0	0	3
cédratiers	4	31	59	63	38	6	9	0	0	0	0	3
total	178	17	27	38	70	22	7	2	3	5	0	7

## Pluviométrie

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	total annuel
1974			0,4	1,5	5	25,1	162,8	198,7	60,8	20,4			475 mm
1975			2,9	3,7	67,7	73	149,6	251,4	119,4	0,1			667,7
1976					88,2	50,8	110,3	199,4	93,2	114,9			656,8

Cette étude a permis de constater qu'il y a au Niger, quatre périodes de floraison des agrumes d'inégale intensité.

- Floraison de saison « fraîche » de fin novembre à la mi-mars.

Elle se divise en deux parties :

- une première floraison de fin novembre à la mi-janvier (maximum fin décembre). Elle serait due à la fin des pluies et à la baisse de l'hygrométrie.

- une deuxième floraison de la fin janvier à la mi-mars (maximum mi-février) plus importante que la précédente. Elle est due à l'abaissement des températures de décembre. C'est la floraison la plus « utile » du fait qu'elle est généralement suivie d'une meilleure nouaison que celle des autres floraisons.

- Floraison de saison des pluies de fin mai à la mi-août.

Elle se divise en deux parties :

- une première floraison de la fin mai à la mi-juillet due à la « remontée » de l'hygrométrie à partir de la mi-avril. (elle dépend des pluies des mois d'avril et de mai).

- une deuxième floraison de la mi-juillet à la mi-août plus importante en intensité.

L'étude des « sorties » des pousses est conduite parallèlement à celle de la floraison en utilisant la même méthode de notation.

## COTE D'IVOIRE

## A. FOUQUE (IRFA).

Tant sur la Station d'Azaguié que dans les vergers privés, il a pu être mis en évidence que les périodes de floraison et de production des agrumes, sous ce climat tropical, dépendent très étroitement du régime pluviométrique.

Les floraisons de février à mai, induites par la longue saison sèche, sont plus importantes que celles d'août et de septembre produites par la petite saison sèche.

Le bergamotier, espèce non remontante, ne réagit pas à la petite saison sèche « d'août-septembre » pour donner des fleurs.

## Région de Soubré.

Récoltes mensuelles exprimées en pourcentage de la récolte annuelle.

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	total
Pluviométrie - moyenne 12 ans (1955 à 1966)		33	90	145	180	200	305	130	90	200	190	125	100	
				Flo						Flo				
Limes	1975	12	14	4	1			5	29	27	8	1	1	100
espèce	1976	8	9	15	5	1		12	35	8	7			100
remon- tante	1977	3	11	15	7	4	2	3	34	10	5	4	2	100
citrons	1975	17	13	9					26			24	11	100
espèce	1976	10	36	5						21	25	3		100
remon- tante	1977	3	2	23		2	18			18	21	8	5	100
bergamote	1975				7					40	36	16		100
espèce non	1976				3				2	26	58	11		100
remontante	1977					31	23			29	5	12		100

production issue des floraisons d'août et de septembre
production issue des floraisons de février à mai

## Station d'Azaguié.

Récoltes mensuelles exprimées en pourcentage de la récolte annuelle.

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	●	N	D	total
pluviométrie moyenne		28	69	136	159	208	368	183	38	117	198	178	62	1.744
				Flo						Flo				
lime	1976		3	15			7	22	50		3			100
Mexicaine	1977	18	6						35	36	4	1		100
lime	1976			34				48			18			100
Tahiti	1977	7		30					14	15	15	19	1	100

production issue de floraisons d'août et de septembre
production issue des floraisons de février à mai



## NUTRITION

# Les sols de la plaine orientale de la Corse, leur rapport avec l'agrumiculture.

**P. FAVREAU**

Les sols de la plaine orientale sont formés principalement sur alluvions récentes, alluvions anciennes fluvioglaciaires de différents âges, miocène. Les agrumes se trouvent sur alluvions récentes, miocène, alluvions anciennes sauf celles d'âge le plus ancien (Riss-Mindel) qui portent des sols fortement lessivés et enrichis en argile provoquant la formation de pseudogley assez généralisé. Pour les sols formés sur alluvions récentes et alluvions anciennes du Wurm, l'hydromorphie à gley limite l'extension des sols d'agrumes, surtout avec le porte-greffe bigaradier. Les sols formés sur miocène sont assez souvent à hydromorphie à pseudogley ce qui est nettement défavorable quel que soit le porte-greffe utilisé.

Les principales caractéristiques de ces sols sont :

- une teneur en argile qui augmente des sols les plus récents (5 - 10 p. 100) aux plus âgés (40 - 50 p. 100 en profondeur).
- une quantité assez importante de limons peuvent provoquer la battance du sol.
- une teneur en matières organiques «moyenne» en surface (2 p. 100) diminuant rapidement avec la profondeur, de qualité très satisfaisante pour les alluvions récentes, correcte pour les alluvions anciennes de Wurm, médiocre pour les alluvions plus anciennes et les sols sur miocène.
- une capacité d'échange moyenne (10 - 15 meq) saturée pour les alluvions récentes légèrement calcaires à fortement désaturée pour les alluvions les plus anciennes.
- un pH voisin de 7 - 8 pour les alluvions récentes et 5 - 6 pour les alluvions les plus anciennes.
- des proportions souvent importantes de galets (30 - 60 p. 100) pour les alluvions anciennes.
- des teneurs en éléments fertilisants :
  - en potassium, pauvres pour les alluvions récentes et pour les sols sur miocène, correctes pour les alluvions anciennes.

- en phosphore, moyennes pour les alluvions récentes, très pauvres pour les sols sur miocène et sur alluvions anciennes.

- en magnésium, variables, le plus souvent assez riches ou en excès pour alluvions anciennes.

Les principaux sols rencontrés sont :

- sur alluvions récentes :

le sol est pas ou peu évolué (début de brunification) : Régosol sol jeune alluvial, sol brun jeune alluvial, plus ou moins calcaire, assez souvent hydromorphe (hydromorphie à nappes, à gley, sol hydromorphe dès la surface, tourbe localement).

- sur terrasses du Wurm supérieur † :

le sol est peu évolué : début de brunification et d'argilification, décalcification totale (sol brun jeune).

- sur terrasses du Wurm moyen ‡ :

le sol est plus évolué : brunification, argilification, début de lessivage et de décalcification, début de rubéfaction (sol brun fersiallitique peu lessivé). L'érosion géologique peut donner des sols bruns jeunes et des sols bruns.

- sur terrasses de Wurm ancien :

le sol est évolué et la rubéfaction terminée sur plusieurs mètres. L'argilification et le lessivage sont plus importants que pour les sols plus jeunes. Le sol est fersiallitique lessivé. Avec l'érosion géologique, le sol devient fersiallitique, peu lessivé, brun, brun jeune. L'hydromorphie est, comme pour les deux terrasses précédentes, limitée et d'origine topographique (à gley).

- sur terrasses du Riss et du Mindel :

le sol est très évolué, le fort lessivage et l'importance de l'argilification provoquent une désaturation prononcée du

\* - Société pour la Mise en Valeur de la Corse (SO.MI.VAC).

complexe et la formation d'une hydromorphie à pseudo gley tendant à se généraliser sur terrasses du Mindel et à provoquer une dérubiéfication du sol. Le sol est ocre fersiallitique très lessivé, désaturé à pseudogley. L'érosion géologique peut donner un sol fersiallitique plus ou moins lessivé. un sol brun, un sol brun jeune.

- sur miocène très sujet à l'érosion

le sol est brun jeune si l'érosion géologique est récente. Autrement il est ocre, fersiallitique, lessivé, assez souvent à pseudogley.



# Principaux résultats concernant l'étude de la fertilisation du clémentinier en Corse.

**J. CASSIN, P. FAVREAU, J. MARCHAL, P. LOSOIS  
et P. MARTIN-PRÉVEL\***

Douze traitements de fertilisation, combinant trois doses d'azote, deux doses de phosphate et deux doses de potasse, sont testés dans un verger de 1.121 clémentiniers greffés sur bigaradier, citrange 'Troyer' et *Poncirus trifoliata* plantés en avril 1967.

Traitements :

azotés, phosphoriques et potassiques sur le sol, l'alimentation et les rendements suivant les trois porte-greffe sont les suivants :

Interprétation de P. FAVREAU par la méthode régression « pas à pas » (ordinateur IBM 5.100).

Années	Azote Nitrate ammoniacque (33,5 p. 100 N)			Phosphore scories (17-19 p. 100 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		Potassium sulfate potassium (48 p. 100 K <sub>2</sub> O)	
	N1 Kg/ha	N2 Kg/ha	N3 Kg/ha	P0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Kg/ha	P1 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Kg/ha	K0 K <sub>2</sub> O Kg/ha	K1 K <sub>2</sub> O Kg/ha
1974	110	175	240	0	34	0	68
1975	100	170	240	0	36	0	72
1976	90	165	240	0	38	0	76
1977	100	200	300	0	40	0	80

L'essai est installé sur un sol ferrallitique lessivé sain du Wurm ancien. Ce sol, limono-argilo-sableux assez riche en limons fins (2-20  $\mu$ ), est caractérisé par un pH légèrement acide, un faible pouvoir tampon (illites et kaolinite sont les argiles qui dominent), une grande pauvreté en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilable et des teneurs satisfaisantes ou presque satisfaisantes en Ca, K et Mg échangeables.

Les résultats concernant l'influence de l'apport d'engrais

Influence de la fertilisation azotée (nitrate d'ammoniacque : 33 p. 100 N).

• sur le sol :

- pas d'effet sur la stabilité structurale
- augmente la teneur en N total du sol en surface et en profondeur. Une augmentation de 500 unités d'N augmente la matière organique (N x 20) de 0,3 p. 100 en surface et en profondeur de 0,2 p. 100 - (20 à 40 cm)
- agit favorablement sur les teneurs en phosphore en profondeur.
- agit faiblement et défavorablement sur les teneurs en potassium en surface.

\* - J. CASSIN - IRFA - Station de Recherches agronomiques de Corse (INRA-IRFA) de San Giuliano  
P. FAVREAU - Société pour la Mise en Valeur de la Corse (S.O.MI.VAC)  
J. MARCHAL, P. LOSOIS et P. MARTIN-PRÉVEL - IRFA -  
B.P. 5035 - 34032 MONTPELLIER CEDEX.

- acidifie le sol en surface et profondeur : 1.140 unités d'azote diminue le pH de 0,7 en surface et 0,6 en profondeur.

- entraîne des pertes de calcium en surface, calcium qui se retrouve en partie en profondeur puisque 100 kg d'ammonitrate amènent une perte de 55 kg de CaO en surface mais de 44 kg de CaO pour l'ensemble «surface et profondeur».

- diminue les teneurs en magnésium aussi bien en surface qu'en profondeur, le magnésium se montrant ici plus mobile que le calcium. 300 kg de MgO sont perdus pour l'ensemble du sol (0 - 40 cm) avec l'apport de 1.140 u d'N.

• sur l'alimentation :

- l'apport d'azote augmente les teneurs foliaires en azote et en calcium (*Poncirus trifoliata*, surtout).

- diminue les teneurs foliaires en potassium, magnésium (pour bigaradier) et a peu d'effet sur les teneurs en phosphore.

• sur les rendements :

- l'azote augmente les rendements sur citrange 'Troyer' et *Poncirus trifoliata* en 1976 de 2 à 2,5 T/ha pour 100 unités d'azote en plus (dans la fourchette 90 unités 240 unités). Cela n'a pas été observé sur bigaradier.

**Influence de l'apport de scories (17 - 19 p. 100 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 40 à 50 p. 100 de CaO)**

• Sur le sol :

- Il y a enrichissement du phosphore en surface, pas ou très peu en profondeur (l'enrichissement en surface dépend fortement du pH).

- le complexe absorbant s'enrichit en calcium en surface et en profondeur, en sodium en surface, et s'appauvrit en magnésium en surface (90 kg de MgO pour 345 unités de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

• Sur l'alimentation :

- l'emploi des scories agit favorablement sur le calcium de la feuille, faiblement d'une façon positive sur le phosphore de la feuille (citrange 'Troyer', *Poncirus trifoliata*) et sur le magnésium. Défavorablement sur le potassium de la feuille (*Poncirus trifoliata*) et sur l'azote de la feuille (bigaradier).

• Sur les rendements :

- la seule action positive significative est sur citrange 'Troyer' en 1976.

**Influence de l'apport de sulfate de potasse (48 p. 100 K<sub>2</sub>O + 18 p. 100 S)**

• Sur le sol :

- le sol s'enrichit en potasse avec l'apport d'engrais potassiques, en surface (surtout en présence de calcium) et presque autant en profondeur. Il peut y avoir un certain enrichissement en dessous de la zone de sol étudiée et une partie de potassium peut se trouver sous forme de «potassium intermédiaire» (± 30 - 35 p. 100) fixé de façon réversible.

- il y a perte de calcium de l'ordre de 30 kg de CaO pour 100 kg de sulfate de potasse.

• Sur l'alimentation :

- le potassium de la feuille augmente avec l'apport de potasse. Il en est de même du phosphore (citrange 'Troyer', bigaradier) et de l'azote foliaire (bigaradier). Par contre, il y a diminution du magnésium foliaire (citrange 'Troyer' - bigaradier) et du calcium foliaire (citrange 'Troyer').

• Sur les rendements :

- l'apport de sulfate de potasse est défavorable en 1976 sur les rendements du citrange 'Troyer' et du bigaradier. Ils diminuent pour 76 unités de K<sub>2</sub>O, de 3 T/ha pour le bigaradier et de 5 T/ha pour le citrange 'Troyer' avec une diminution plus marquée aux doses élevées d'apport d'engrais azotés.

Ces résultats démontrent que les apports d'engrais agissent de façon multiple et quelquefois imprévue (effet négatif du sulfate de potassium associé à l'azote) et que la compréhension de ces interactions est nécessaire pour vraiment contrôler la fertilisation des agrumes. Ils incitent à l'utilisation de normes d'interprétation des analyses foliaires différentes suivant les porte-greffe utilisés.

**Doses d'engrais azoté et rendements.**

Rendements «moyen» du verger expérimental :  
192 clémentiniers greffés sur citrange 'Troyer'  
192 clémentiniers greffés sur *Poncirus trifoliata*  
192 clémentiniers greffés sur bigaradier.

La dose N1 de 100 kg d'azote/ha/an a été suffisante pour des rendements d'environ 20 T/ha : citrange 'Troyer' à 6

	Fertilisation : kg/ha			Rendements : T/ha	
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	citrange 'Troyer' p. 100	Bigaradier p. 100
1976-77	240	38	0	71,9	53,0
	240	38	76	59,6 - 17%	47,1 - 11%
1977-78	300	40	0	37,7	22,7
	300	40	80	32,2 - 15%	16,1 - 29%

Porte-greffe	1971-1972 5 ans		1972-1973 6 ans		1973-1974 7 ans		1974-1975 8 ans		1975-1976 9 ans		1976-1977 10 ans	
	Arbre kg	T/ha	Arbre kg	T/ha	Arbre kg	T/ha	Arbre kg	T/ha	Arbre kg	T/ha	Arbre kg	T/ha
citrange 'Troyer'	38,5	16,0	49,0	20,4	89,7	37,3	93,9	39,1	112,5	46,8	153,7	63,9
<i>Poncirus trifoliata</i>	11,8	4,9	25,0	10,4	43,5	18,1	66,5	27,7	77,0	32,0	121,1	50,4
Bigaradier	17,5	7,3	28,1	11,7	54,3	22,6	61,3	25,5	68,3	28,4	117,8	49,0

ans (20,4 T/ha), *Poncirus trifoliata* et bigaradier à 7 ans (18,1 et 22,6 T/ha).

La dose N2 de 170 kg d'azote/ha/an a été satisfaisante pour des rendements d'environ 40 T/ha : citrange 'Troyer' à 7 ans (37,3 T/ha), *Poncirus trifoliata* et bigaradier à 9 ans (32,0 et 28,4 T/ha).

La dose N3 de 240 kg d'azote/ha/an a été la meilleure pour des rendements d'environ 45 à 65 T/ha : citrange 'Troyer' à 9 ans (46,8 T/ha) et à 10 ans (63,9 T/ha),

*Poncirus trifoliata* et bigaradier à 10 ans (50,4 et 49,0 T/ha).

La règle «floridienne» d'un besoin de 4.400 kg à 4.500 kg d'azote par tonne de fruits produits s'accorde assez bien aux résultats de cet essai. Le «rendement» de l'azote de l'engrais par rapport aux exportations en N des récoltes est d'environ 20 à 40 p. 100.

#### BIBLIOGRAPHIE

CASSIN (J.), BLONDEL (L.), MARTIN-PREVEL (P.), MARCHAL (J.) - 1975

Influence de trois porte-greffe et de la fertilisation sur la croissance, le rendement et la composition minérale des feuilles du clémentinier en Corse.

*Fruits*, vol. 30, n° 12, 1975

MARCHAL (J.), CASSIN (J.), MARTIN-PREVEL (P.) - 1975

Variations saisonnières de la composition minérale des feuilles de clémentiniers greffés sur bigaradier, citrange 'Troyer' et *Poncirus trifoliata*.

*Fruits*, vol. 30, n° 5, 1975

CASSIN (J.), FAVREAU (P.), MARCHAL (J.), LOSSOIS (P.), MARTIN-PREVEL (P.) -

Influence of fertilization on growth, yield and leaf mineral composition of 'Clementine' mandarin on three rootstocks in Corsica.

*Proc. int. Soc. Citriculture*, 1977, vol. 1 - p. 49 à 57.



# Diagnostic foliaire du clémentinier en Corse.

**J. MARCHAL, J. CASSIN, P. FAVREAU, P. LOSOIS  
et P. MARTIN- PREVEL**

En Corse, l'influence des porte-greffe sur la composition minérale des feuilles apparaît comme très importante. Elle a été particulièrement étudiée pendant huit années dans le verger expérimental «étude de la fertilisation» de 1.121 clé-

mentiniers greffés sur bigaradier, citrange 'Troyer' et *Poncirus trifoliata* plantés en avril 1967.

Au cours des campagnes 1974, 1975 et 1976 les différences «moyennes» des teneurs foliaires en N - P - K - Ca -

Eléments et porte-greffe	feuilles de rameaux non fructifères (en p. 100)	feuilles de rameaux fructifères (en p. 100)
azote		
citrange 'Troyer.	+ 7	+ 9
<i>Poncirus trifoliata</i>	+ 17	+ 21
phosphore		
citrange 'Troyer'	+ 15	+ 16
<i>Poncirus trifoliata</i>	+ 16	+ 18
potassium		
citrange 'Troyer	+ 7	+ 7
<i>Poncirus trifoliata</i>	+ 15	+ 16
calcium		
citrange 'Troyer'	- 12	- 10
<i>Poncirus trifoliata</i>	- 18	- 15
magnésium		
citrange 'Troyer'	+ 9	+ 15
<i>Poncirus trifoliata</i>		+ 3
fer		
citrange 'Troyer'	+ 54	+ 59
<i>Poncirus trifoliata</i>	+ 14	+ 13
manganèse		
citrange 'Troyer'	- 4	- 3
<i>Poncirus trifoliata</i>	+ 2	
zinc		
citrange 'Troyer'	- 4	- 6
<i>Poncirus trifoliata</i>	- 6	- 9

\* - J. MARCHAL, P. LOSOIS et P. MARTIN-PREVEL, IRFA  
B.P. 5035 - 34032 MONTPELLIER CEDEX

J. CASSIN - IRFA - Station de Recherches agronomiques de Corse  
(INRA-IRFA) de San Giuliano

P. FAVREAU - Société pour la Mise en valeur de la Corse  
(SO.MI.VAC).

Fe - Mn et Zn des clémentiniers greffés sur citrange 'Troyer' et sur *Poncirus trifoliata*, par rapport à celles des clémentiniers greffés sur bigaradier, ont été les suivantes : (tableau ci-dessus).



Des écarts de même ordre, dus à l'influence des porte-greffe, ont été mis en évidence par J. MARCHAL et P. MARTIN-PREVEL en Côte d'Ivoire, au Cameroun, en Guadeloupe, à Madagascar et à la Réunion.

Les différences «moyennes» dans la composition minérale entre les feuilles de rameaux «fructifères» et «non fructifères» sont aussi assez importantes et régulières :

Eléments	Teneurs des feuilles de rameaux «fructifères» par rapport à celles des feuilles de rameaux «non fructifères» (campagnes 1974-1975-1976)		
	bigaradier (en p. 100)	citrange 'Troyer' (en p. 100)	<i>Poncirus trifoliata</i> (en p. 100)
azote	- 13	- 11	- 10
phosphore	- 10	- 9	- 8
potassium	- 10	- 10	- 9
calcium	- 1	+ 1	+ 2
magnésium	± 1	± 4	± 2
fer	- 12	- 10	- 13
manganèse	- 10	- 9	- 11
zinc	- 6	- 9	- 9

Ces données sont également présentées dans les figures 1 et 2.

La forte influence du porte-greffe sur la composition minérale des feuilles nous a conduits à établir, pour le diagnostic foliaire, des normes distinctes «provisoires» selon les porte-greffe, qui devront être confirmées par les futurs résultats qui seront obtenus dans les vergers expérimentaux et commerciaux.

Exemple : Normes «provisoires» pour l'azote.

F - feuilles de rameaux «fructifères»

NF - feuilles de rameaux «non fructifères»

Porte-greffe	déficient		bas		satisfaisant		élevé		excès	
	F	NF	F	NF	F	NF	F	NF	F	NF
bigaradier	< 1,93	< 2,20	1,93 à 2,01	2,20 à 2,30	2,10 à 2,28	2,40 à 2,60	2,36 à 2,45	2,70 à 2,80	> 2,45	> 2,80
citrange 'Troyer'	< 2,09	< 2,35	2,09 à 2,19	2,35 à 2,45	2,28 à 2,47	2,56 à 2,77	2,57 à 2,66	2,88 à 2,99	> 2,66	> 2,99
Poncirus	< 2,35	< 2,57	2,35 à 2,43	2,57 à 2,69	2,54 à 2,75	2,81 à 3,04	2,85 à 3,27	3,16 à 3,27	> 2,96	> 3,27

En Corse, la période la plus adéquate de prélèvement des feuilles de la pousse de printemps a été déterminée par une étude des variations saisonnières de la composition minérale des feuilles du clémentinier. Elle correspond aux mois d'octobre et novembre.

## CONTROLE DE LA FERTILISATION DES VERGERS COMMERCIAUX DE CLEMENTINIER

Par la SRA

Depuis 1966, parallèlement aux vergers expérimentaux de la SRA, des plantations commerciales de clémentiniers sont chaque année suivies par des analyses foliaires. Actuel-

lement 50 vergers sont contrôlés par cette méthode.

Cette étude permet :

- d'établir des conseils de fertilisation au profit des agriculteurs sur la base des résultats des analyses, complétés par des renseignements d'ordre agronomique concernant chaque verger étudié.

- de connaître les tendances générales de l'état nutritionnel des vergers de clémentiniers corses.

D'une année à l'autre on observe des fluctuations assez importantes de la composition minérale des feuilles qui sont dues principalement :

- aux variations des conditions climatiques
- à l'importance des récoltes
- aux modifications apportées aux pratiques culturales.

Les tendances générales de l'état nutritionnel des vergers sont les suivantes :

Azote - satisfaisant dans 50 p. 100 des cas.

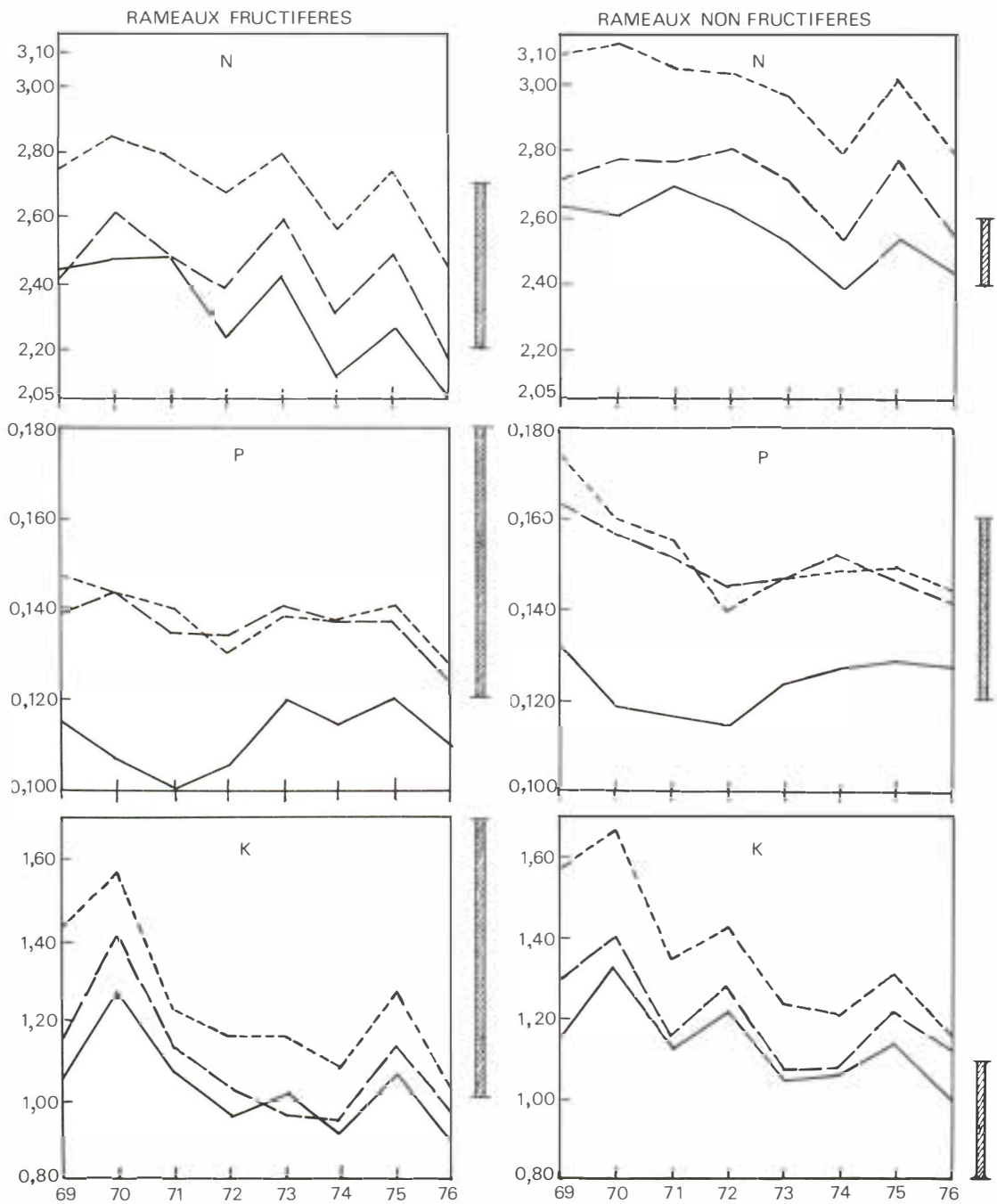


Figure 1. Variations des teneurs en N, P, K, des feuilles entre 1969 et 1976 de clémentinier greffé sur bigaradier, citrange 'Troyer' et *Poncirus trifoliata*.

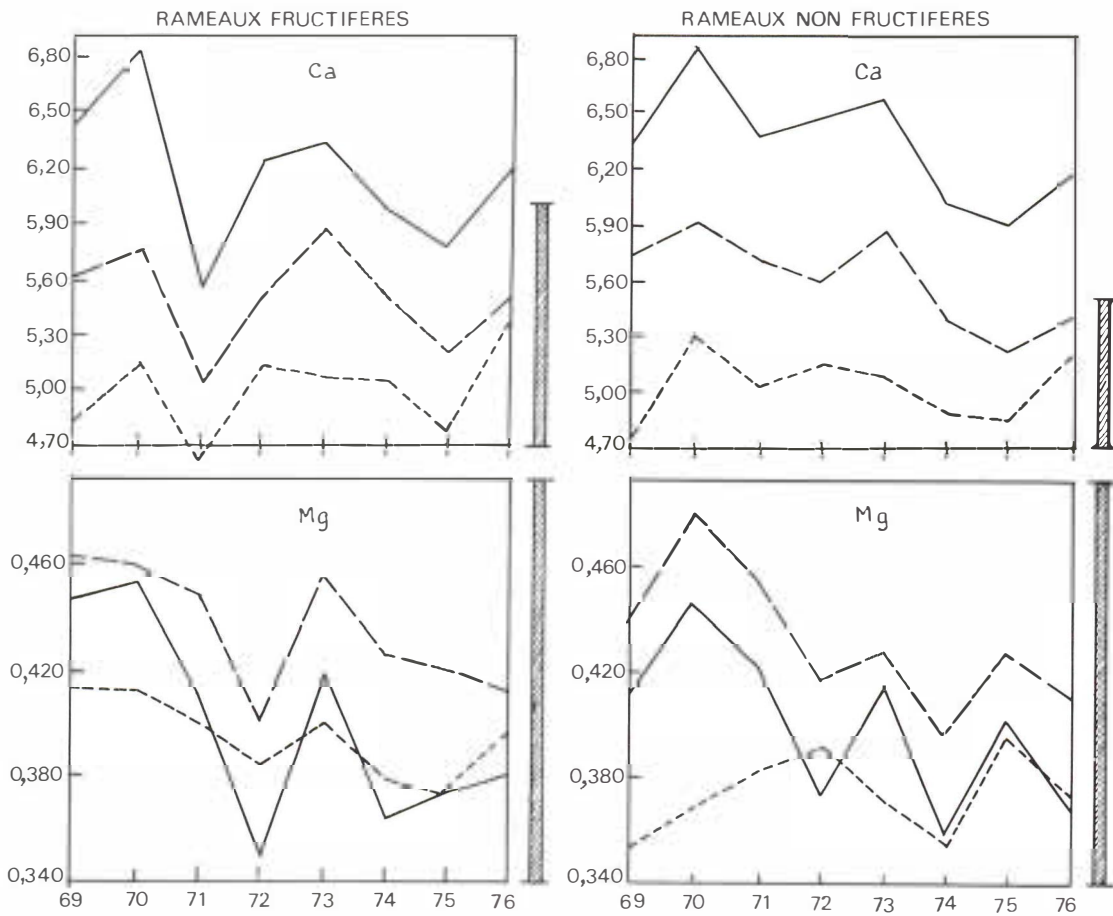


Figure 2. Variations des teneurs en Ca et Mg des feuilles entre 1969 et 1976 du clémentinier greffé sur bigaradier, citrange 'Troyer' et *Poncirus trifoliata*

▨ Classe «satisfaisante» d'après N.D. CHAPMAN pour les rameaux fructifères et d'après W.W. JONES et T.W. EMBLETON pour les rameaux non fructifères.

- bigaradier
- - - citrange 'Troyer'
- · - · - *Poncirus trifoliata*

		D	B	S	El	Ex				D	B	S	El	Ex	
N	1973	7	17	41	20	15	100	P	1973		2	96	2		100
	1974	8	19	61	8	4	100		1974			96	4		100
	1975	17	19	49	4	11	100		1975	6		92	2		100
	1976	10	23	47	12	8	100		1976			96	4		100
	1977	6	2	44	23	25	100		1977			96	4		100
K	1973			46	54		100	Ca	1973			37	54	9	100
	1974		6	67	27		100		1974			29	51	20	100
	1975		4	34	62		100		1975			49	49	2	100
	1976		4	76	20		100		1976			37	39	24	100
	1977			56	44		100		1977			48	46	6	100
Mg	1973		4	89	7		100	Fe	1973			45	53	2	100
	1974		6	92	2		100		1974			78	16	6	100
	1975		9	89	2		100		1975			36	55	9	100
	1976		10	84	6		100		1976			61	35	4	100
	1977		15	83	2		100		1977	7		58	35		100
Mn	1973	4	24	72			100	Zn	1973		20	78	2		100
	1974	6	31	63			100		1974	2	41	57			100
	1975		26	74			100		1975		15	81	4		100
	1976		16	84			100		1976	2	53	45			100
	1977		25	75			100		1977		13	85	2		100
Cu	1973	4	9	89		2	100	B	1973	2	31	67			100
	1974	2	6	90		2	100								
	1975	2		91		7	100								
	1976		12	69	5	14	100								

← Répartition (p. 100), suivant 5 classes, des résultats des analyses foliaires de 48 vergers entre 1973 et 1977 - D : déficient - B : bas - S : satisfaisant - El : élevé - Ex : Excès.

- faible dans 25 p. 100 des cas.
- élevé dans 25 p. 100 des cas.

Phosphore : satisfaisant dans plus de 90 p. 100 des cas.

Potassium : satisfaisant dans la moitié des vergers et tendance à être élevé dans les autres.

Calcium : satisfaisant dans environ 40 p. 100 des vergers et élevé dans les autres.

Magnésium : satisfaisant dans plus de 80 p. 100 des cas et faible dans 10 p. 100 des cas.

Fer : satisfaisant et élevé.

Manganèse : faible dans 1/4 des vergers.

Zinc : faible dans 15 à 40 p. 100 des vergers selon les années.

Cuivre : tendance à être faible dans environ 10 p. 100 des cas.

Bore : tendance à être un peu faible dans 1/3 des vergers.

Par la Société pour la mise en valeur agricole de la Corse  
P. FAVREAU - SOMIVAC.

A la suite de la mise au point par la Station de San Giuliano du mode de prélèvement des feuilles (pour diagnostic foliaire) adapté aux conditions écologiques corses et de l'achat par le laboratoire SOMIVAC, du matériel nécessaire, il a été proposé aux agrumiculteurs, un contrôle par contrat de fertilisation de trois ans (durée minimum) prévoyant la première année, une analyse physicochimique du sol (bases échangeables, azote total, phosphore TRUOG, pH et besoins en chaux, granulométrie) et chaque année une analyse foliaire (N, P, K, Ca, Mg, Zn) tout cela par parcelle contrôlée. A partir de ces résultats interprétés suivant les normes américaines (CHAPMAN, EMBLETON) «aménagées» d'après les résultats de la Station de Recherches agronomiques de San Giuliano (SRA) et avec les renseignements concernant les vergers suivis (récoltes, apport d'engrais et d'amendements, travail du sol, âge, porte-greffe, irrigation, etc.) sont fournies à l'agrumiculteur les doses d'engrais et d'amendements à employer. Le suivi de la parcelle pendant trois ans permet de voir la répercussion des conseils fournis et de tenir compte globalement de la variabilité inter-annuelle des éléments dosés. Cette méthode a permis une correction de l'acidité des sols et des faiblesses

de l'alimentation en azote, manganèse et zinc principalement ainsi que dans de nombreux cas, d'une économie d'apport d'engrais azotés et potassiques.

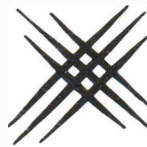
Ces apports se situent en moyenne à 180 unités d'N, 40 unités de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 80 unités de K<sub>2</sub>O. Actuellement, 60 agrumiculteurs sont sous contrat, ce qui représente, avec 130 analyses de parcelles, 20 p. 100 de la superficie agrumicole Corse.

Ce contrôle de la fertilisation présente des limites dans la mesure où on se borne à constater un comportement alimentaire de l'arbre sans comprendre la, ou le plus souvent, les causes qui sont responsables de ce comportement. La connaissance de ces causes permettrait de remédier au moins en partie à une malnutrition de l'arbre autrement que par l'augmentation de l'apport de l'élément déficient. Par exemple la compréhension de l'influence de l'apport d'amendements calcaires sur l'alimentation de l'arbre, per-

mettra de ne pas augmenter les doses de phosphore même si le niveau foliaire est faible (avec un niveau non élevé d'azote) ceci pour des sols fersiallitiques sains. Cette compréhension des causes peut être obtenue de deux façons :

- par champs d'expérimentation où on ne peut faire varier que certaines causes mais où le contrôle de ces causes est rigoureux. Les résultats doivent être interprétés avec précaution au niveau de l'ensemble de la région.

- par traitements statistiques des résultats obtenus chez les agrumiculteurs. Beaucoup plus de causes agissent et ces causes, dont l'analyse ne donne qu'un reflet partiel, sont donc difficilement contrôlables. Il faut utiliser des méthodes statistiques assez performantes telle la méthode de régression pas à pas (opérationnelle à la SOMIVAC sur ordinateur IBM 5100). Ce second mode opératoire commence juste à être utilisé avec des résultats partiels intéressants mais difficiles à interpréter de façon cohérente.





# Voilà le fruit

**d'une plantation  
où l'on ne sarcle  
plus, une plantation  
protégée de ses ennemis.**

Appliquez Gésapax contre les mauvaises herbes.  
Traitez à la Basudine contre les cochenilles.  
C'est ainsi que vous créez les meilleures conditions  
de croissance de vos ananas. Résultat: des fruits  
meilleurs et des récoltes abondantes.  
Gésapax et Basudine. C'est avec ce duo que vous main-  
tiendrez, de la plantation à la récolte, votre culture saine  
et sans mauvaises herbes.

**Gésapax® 80 et Basudine® 60**

**CIBA-GEIGY**

Crée les spécialités phytosanitaires pour l'agriculture moderne.

## **Les brûlures foliaires sur clémentinier**

# **Étude de quelques facteurs susceptibles d'expliquer l'origine des brûlures du feuillage observées sur clémentinier en Corse.**

**C. JUSTE \***

En 1965 et 1966, LACOEUILLE et CASSIN ont observé sur des clémentiniers cultivés sur des sols bruns, ou paléosols rouges acides à très acides développés sur alluvions dans la partie orientale de l'île, la manifestation de symptômes de brûlures de feuilles. Cet accident débute par un jaunissement de l'extrémité apicale des feuilles qui s'étend progressivement le long du limbe : la zone des tissus atteints se nécrose et prend une couleur brune. Les premières manifestations de ce trouble interviennent, dans les jeunes vergers, entre juin et août : les feuilles commencent par jaunir puis se nécrosent, les deux parties du limbe ayant tendance à se replier vers le haut en prenant la nervure centrale comme axe. Au stade ultime de l'évolution qui survient entre septembre et novembre, le limbe des feuilles tombe, les pétioles restant fixés sur les rameaux (ce sont généralement les rameaux terminaux, non fructifères, qui sont les plus atteints).

Le phénomène intéresse surtout les clémentiniers greffés sur *Poncirus trifoliata*, le greffage sur bigaradier rendant le greffon beaucoup moins sensible. Le citrange 'Troyer' induit une sensibilité aux « brûlures » intermédiaire entre celles du *Poncirus trifoliata* et du bigaradier.

Un certain nombre d'expérimentations effectuées par la Station de Recherches Agrumicoles de Corse ont montré que l'application au sol d'amendements calcaires (calcaire brut, dolomie, maerl), d'engrais alcalinisants (scories) ou de fumier, faisait fortement régresser les symptômes alors que l'application de sulfate de calcium avait tendance à les augmenter.

Compte tenu du pH généralement très faible des sols con-

sidérés, ces résultats ont conduit à formuler l'hypothèse d'une intoxication possible des plantes par un excès d'aluminium. Afin d'en vérifier le bien-fondé, on a procédé, au début de l'année 1971, à des déterminations du pH-KCl N, de l'aluminium échangeable et du manganèse facilement extractible sur des échantillons de terre provenant de 14 points de prélèvement. Cette première série de résultats a montré que si la présence de « brûlures » pouvait être reliée effectivement à l'existence de pH très acides, la corrélation avec les teneurs en aluminium échangeable était beaucoup moins évidente ; par contre, les sols analysés étaient particulièrement riches en manganèse réductible. Une nouvelle enquête portant sur des sols issus de 23 points de prélèvement, réalisée fin 1971, n'a pas confirmé la relation « présence de brûlures - existence de pH acides » ni, a fortiori, la relation « présence de brûlures - teneur en aluminium échangeable », mais a fait apparaître à nouveau la richesse élevée des échantillons en manganèse mobile.

Une analyse complète de deux lots de feuilles, portant ou non des symptômes de « brûlures », effectuée à la même époque, n'a pas fait ressortir la présence de quantités importantes d'aluminium ou de manganèse dans les feuilles malades mais a fait apparaître par contre, chez ces dernières, l'existence d'une teneur très élevée en azote nitrique (5 fois plus que chez les feuilles saines), associée à un taux très faible de molybdène, inférieur au seuil de carence défini pour les Citrus par STEWART et LEONARD. L'hypothèse d'une carence en molybdène, non invraisemblable en sol acide et confortée par la présence sur les arbres malades de feuilles portant des taches jaunes circulaires se rapprochant des symptômes classiques de carence en molybdène chez les Citrus, a donc été émise.

Pour vérifier cette hypothèse, une série de déterminations systématiques de Mo, N (NO<sub>3</sub>) et Mn ont été réalisées sur environ 80 échantillons de feuilles prélevées à différen-

\* - Station d'Agronomie INRA - Centre de Recherches de Bordeaux  
33140 PONT DE LA MAYE

tes périodes et réparties en 4 classes en fonction de leur origine :

- feuilles saines issues d'arbres sains,
- feuilles saines issues d'arbres malades,
- feuilles « brûlées » issues d'arbres malades,
- feuilles présentant des taches circulaires jaunes, issues d'arbres malades.

Les résultats de ces analyses ont montré que la teneur en azote nitrique était beaucoup plus élevée chez les arbres malades et que les valeurs les plus élevées (toujours supérieures à 1.000 ppm, soit 5 fois plus que celles relevées dans les feuilles issues d'arbres sains) étaient rencontrées dans les feuilles présentant les symptômes de brûlures. Par ailleurs,

la concentration en molybdène variait de 0,018 ppm (feuilles « brûlées ») à 0,031 ppm (feuilles d'arbres sains). D'après les données de la littérature, les teneurs en molybdène considérées comme normales oscillent entre 0,10 et 0,30 ppm : ces résultats ont donc fait apparaître un état de carence en cet élément ou même de subcarence chez les arbres apparemment sains.

Cette hypothèse d'une carence en molybdène a été par la suite confirmée définitivement par BLONDEL A.M. et BLANC qui ont montré, en utilisant un test de mesure « *in vivo* » de l'activité de la nitrate réductase, que le porte-greffe *Poncirus* conférait toujours au greffon une activité plus faible de cette enzyme, ce qui pourrait expliquer les exigences plus élevées en molybdène des associations de ce type.

### BIBLIOGRAPHIE

- CASSIN (J.) - 1968  
Aspects agronomiques d'un accident végétatif observé sur agrumes cultivés sur sols acides en Corse.  
*II Colloque Europ. et Médit. sur contrôle fertilisation des plantes cultivées, Séville, Espagne.*
- LACOEUILHE (J.J.), MARCHAL (J.), MARTIN-PREVEL (P.) - 1968  
Aspects physiologiques de défoliations anormales des agrumes en Corse.  
*II Colloque Europ. et Médit. sur contrôle fertilisation des plantes cultivées, Séville, Espagne.*
- BLONDEL (A.M.), BLANC (Denise) - 1975  
Accidents végétatifs sur agrumes en Corse  
*Ann. Agron.*, 26, 277-287.
- STEWART (J.), LEONARD (C.D.) - 1951  
Molybdenum deficiency in Citrus  
*Proc. Flo. Sta. Hort. Soc.*, 64, 51-53.





## L'activité de la nitrate réductase : indicateur d'une malnutrition en molybdène.

**A.M. TRIBOI\***

Dans la plaine orientale de la Corse, un accident végétatif caractérisé par des brûlures foliaires a été observé dans de jeunes plantations de clémentiniers greffés sur *Poncirus trifoliata*.

La Station de Recherches agronomiques de Corse ayant constaté des accumulations importantes de nitrates dans les feuilles atteintes de brûlures a demandé à Mme TRIBOI, BLONDEL et Mme BLANC (Station d'Agronomie d'Antibes) leur contribution pour une étude de l'activité de la nitrate (ANR) dans ce cas particulier. Ce travail a fait l'objet d'une publication :

- A.M. BLONDEL, D. BLANC - 1975 - Accidents végétatifs sur agrumes en Corse : mise en évidence d'une carence en molybdène par utilisation du test de mesure *in vivo* de l'activité de la nitrate réductase - Ann. Agron. 26 (3), 277-287.

Le rôle important du porte-greffe dans l'apparition des brûlures a été mis en évidence par des mesures d'ANR et par des déterminations des teneurs en nitrates des feuilles d'arbres sains pour différentes associations. Sur un au-

tre porte-greffe que le *Poncirus trifoliata* et sur un même type de sol, le clémentinier a une ANR égale aux autres variétés. Par contre le *Poncirus trifoliata* confère toujours à l'association une ANR plus faible et une teneur en nitrates plus élevée, quelle que soit la variété considérée. Les mêmes tests permettent de rendre compte également des différences de sensibilité interclonales.

L'accumulation de nitrates dans les feuilles d'arbres malades est due à une faible ANR dont l'origine semble être une carence en molybdène : une pulvérisation de molybdène a eu pour effet de faire disparaître les symptômes de brûlures, d'augmenter l'ANR et de diminuer les teneurs en nitrates par rapport à des arbres témoins non traités.

Il est possible que le molybdène soit limitant dans la plupart des vergers en sols acides, à des degrés différents : les symptômes sont plus ou moins visibles mais la quantité de molybdène dans les feuilles est en général très faible. Des apports systématiques de molybdène sont maintenant envisagés sur les jeunes arbres dès leur plantation en sols d'alluvions anciennes.



\* - Station d'Agronomie I.N.R.A. - Centre de Recherches du Massif Central - 63100 CLERMONT FERRAND

## Résultats récents.

**J. MARCHAL et J. CASSIN\***

Dans l'essai «Lutte intégrée - Lutte biologique» composé de 649 clémentiniers greffés sur citrange 'Troyer' plantés en avril 1973 il a été observé des brûlures foliaires sur 151 arbres (23 p. 100) en septembre 1977.

Les différentes formules de fertilisation ont des effets très variés sur le degré de gravité du trouble :

$N^2P^2K^2$  - 53 p. 100 des arbres atteints de brûlures foliaires

$N^2P^0K^2$  - 53 p. 100 des arbres atteints de brûlures foliaires

$N^2P^0K^0$  - 28 p. 100 des arbres atteints de brûlures foliaires

$N^2P^2K^0$  - 11 p. 100 des arbres atteints de brûlures foliaires

$N^1P^1K^1$  - 5 p. 100 des arbres atteints de brûlures foliaires

$N^0P^0K^2$  - 2 p. 100 des arbres atteints de brûlures foliaires

La fertilisation azotée (nitrate d'ammoniaque) à la dose la plus élevée (566 g N/arbre) semble être le facteur «initia-

teur» des brûlures. (28 p. 100 d'arbres atteints).

La fertilisation potassique (280 g  $K^2O$ /arbre sous forme de sulfate) aggrave considérablement ce trouble (la proportion d'arbres atteints passe de 28 p. 100 à 53 p. 100) quand elle est associée à la dose la plus élevée d'azote.

Les scories, avec la dose  $N^2$  d'azote et en l'absence de sulfate de potasse, diminue les brûlures (la proportion d'arbres atteints passe de 28 p. 100 à 11 p. 100).

Le laboratoire de physiologie de l'IRFA à Montpellier a pu mettre en évidence, dans ce verger expérimental, la très forte augmentation des teneurs en nitrates des feuilles des arbres atteints de brûlures.

- feuilles saines d'arbres sains	700 ppm
- feuilles saines d'arbres atteints	1.300 ppm
- feuilles «brûlées» d'arbres atteints	5.000 ppm

Actuellement des études sont entreprises pour contrôler s'il existe une relation entre le trouble physiologique des jeunes arbres appelé «brûlures foliaires», dans lequel est impliquée une malnutrition en molybdène, et l'influence négative du sulfate de potassium sur les rendements des arbres adultes.

\* - IRFA-GERDAT - B.P. 5035 - 34032 MONTPELLIER Cedex  
- Station de Recherches agronomiques de Corse INRA-IRFA -  
San Giuliano - 20230 SAN NICOLAO (Corse)

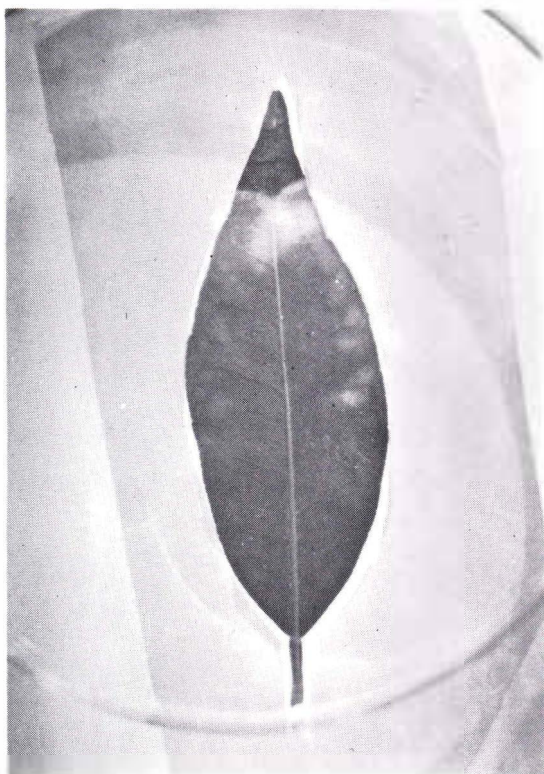


Photo 1. Feuille de clémentinier, brûlure foliaire.

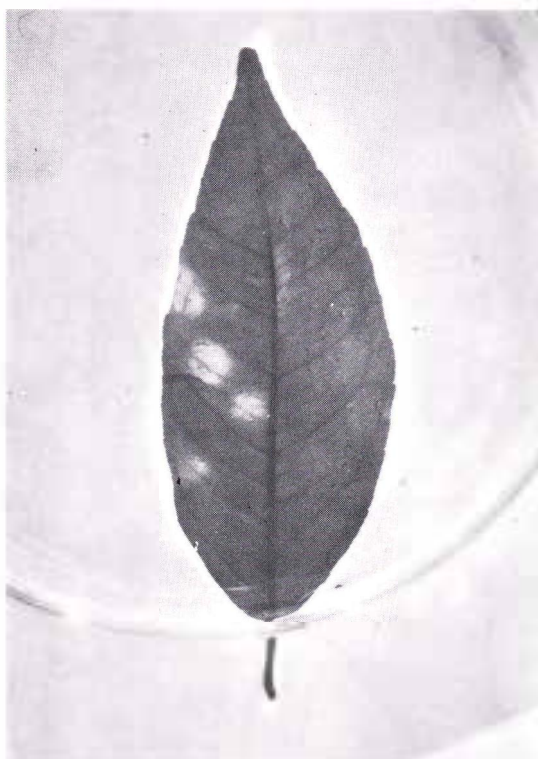


Photo 2. Feuille de clémentinier, taches jaunes en rapport avec une malnutrition en molybdène.



# LES MALADIES À VIRUS ET À MYCOPLASMES DES AGRUMES

illustré de diapositives en couleur

Cet ouvrage comprend :

- une description de chaque maladie par un spécialiste reconnu, membre de l'organisation internationale des virologistes des Citrus (I.O.C.V.),
- une illustration de chaque maladie par une série de diapositives en couleur de format 5 x 5 cm.

Ont participé à cet ouvrage les chercheurs suivants :

A.A. BITANCOURT (Brésil), J.M. BOVÉ (France), E.C. CALAVAN (U.S.A.), A. CATARA (Italie), H.D. CHAPMAN (U.S.A.), J.F.L. CHILDS (U.S.A.), M. COHEN (U.S.A.), P.R. DESJARDINS (U.S.A.), L.J. KLOTZ (U.S.A.), L.C. KNORR (U.S.A.), G. LOEBENSTEIN (Israël), A.P.D. McCLEAN (Afrique du Sud), F. NOUR-ELDIN (Libye), C.N. ROISTACHER (U.S.A.), V. ROSETTI (Brésil), A.A. SALIBE (Brésil), R.E. SCHWARZ (Afrique du Sud), H. TANAKA (Japon), R. VOGEL (France), J.M. WALLACE (U.S.A.), L.G. WEATHERS (U.S.A.).

L'ouvrage porte sur les maladies suivantes :

Anomalies de la ligne de greffe (transmissibles)  
Citrange stunt  
Concave gum - Blind pocket  
Cristacortis  
Exocortis  
Greening  
Gummy bark  
Impietratura  
Infectious variegation - Crinkly leaf  
Infection des agrumes par le virus de la nécrose du tabac  
Leaf curl  
Multiple sprouting  
Psorose A  
Ringspot  
Satsuma dwarf  
Seedling yellows  
Stubborn  
Tatter leaf  
Tristeza  
Vein enation - Woody gall  
Wood pitting  
Yellow vein

Les affections suivantes sont également traitées :

Anomalies de la ligne de greffe (non transmissibles)  
Chlorose zonée  
Léprose  
Rumple  
Carence de bore, de cuivre, de fer, de manganèse et de zinc

Chaque maladie est décrite sous les rubriques suivantes :

Noms et synonymes de la maladie  
Historique  
Nature et souche de l'agent causal  
Répartition géographique

Importance économique

Plantes-hôtes

Symptomatologie

Diagnostic de la maladie dans le verger

Comparaison avec d'autres maladies

Transmission

Isolement et purification de l'agent causal

Propriétés de l'agent causal

Sérologie

Mise en évidence de la maladie par indexation

Lutte

Références bibliographiques.

Quatre-cent-cinquante-quatre diapositives en couleur illustrent ces maladies. L'établissement de cette collection de diapositives, unique, est l'une des motivations essentielles de la publication. Les clichés, fournis par les chercheurs qui ont contribué à l'ouvrage, ont été pris dans la plupart des pays agrumicoles. L'ensemble de ces diapositives constitue donc un reflet fidèle des maladies telles qu'elles existent dans le monde à l'heure actuelle.

Les auteurs de l'ouvrage ont voulu que la publication puisse être tenue à jour au fil des années, non seulement par l'addition de nouvelles diapositives et de nouveaux textes, mais aussi par le remplacement de renseignements périmés par des informations nouvelles. C'est pourquoi l'ouvrage se présente sous la forme suivante :

Les feuilles de bristol, sur lesquelles le texte (en anglais) est imprimé, ne sont pas brochées ; elles sont libres, indépendantes les unes des autres ; elles portent deux perforations qui permettent de les maintenir dans un classeur à anneau ; il est donc aisé de les en retirer, de les y remplacer, de les remplacer.

De même les diapositives sont rangées dans des montures en feuille de plastique transparent à 12 compartiments (4 rangées de 3). Tout comme les feuilles du texte, les diapositives sont également placées dans un classeur à anneau. Ce dispositif permet aussi bien l'observation directe des diapositives une à une ou par groupe de 12, que leur projection sur écran. A chaque monture de 12 diapositives est rattachée, sous couverture plastique, la légende de chacune des diapositives.

L'ouvrage s'adresse non seulement aux phytopathologistes, aux techniciens, aux producteurs d'agrumes, mais aussi aux organismes d'enseignement et de recherche et aux centres de documentation.

La publication est éditée par J.M. BOVÉ (Institut national de la Recherche agronomique et Université de Bordeaux II) et R. VOGEL (Institut français de Recherches fruitières Outre-Mer).

C'est un projet de l'Organisation internationale des Virologistes des Citrus (I.O.C.V.).

Il est réalisé avec le concours de l'Institut français de Recherches fruitières Outre-Mer et des Editions SETCO.

**AUCUN OUVRAGE NE SERA EXPÉDIÉ SI LE RÈGLEMENT N'EST PAS JOINT A LA COMMANDE.**

France : 1.000 F (pris à nos bureaux). (70 F en plus pour l'expédition)

Etranger : 1.000 F (120 F en plus pour l'expédition).

SETCO (FRUITS) - 6, rue du Général Clergerie - 75116 PARIS.

# Étude de la nutrition des agrumes en Côte d'Ivoire.

**A. FOUQUÉ\***

Un essai de fertilisation N P K est conduit à Azaguié dans un verger de pomelo 'Shambar' greffé sur mandarinier 'Cléopâtre' planté en 1971.

Trois doses d'azote :

N0 = 0

N1 = 90 g d'azote pur par arbre et par année d'âge

N2 = 180 g d'azote pur par arbre et par année d'âge

- Sous forme d'urée (45 p. 100 d'azote)

Deux doses de P<sup>205</sup>

P0 = 0

P1 = 26 g de P<sup>205</sup> par arbre et par année d'âge

- Sous forme de scories (17 p. 100 P<sup>205</sup>)

Trois doses de K<sup>20</sup>

K0 = 0

K1 = 29 g de K<sup>20</sup> par arbre et par année d'âge

K2 = 58 g de K<sup>20</sup> par arbre et par année d'âge

- Sous forme de sulfate de potasse (48 p. 100 K<sup>20</sup>)

Tous les éléments fertilisants ont une influence positive bien marquée sur les rendements, en particulier l'azote et la potasse.

Sur le sol fortement graveleux (10 à 30 p. 100 de graviers en surface et 30 à 60 p. 100 entre 25 et 50 cm) et acide (pH 4,0 à 6,1) J. GODEFROY a observé :

- une très légère acidification de N0 à N2 (urée)
- un accroissement des teneurs en potassium de K0 à K2
- une augmentation du phosphore en P1 par rapport à P0

Par rapport au sol forestier il a observé sous culture :

- un accroissement des cations (Ca - Mg - K) et du phosphore dû aux apports d'engrais minéraux ainsi qu'une élévation du pH de 1,5 unité en moyenne,
- une proportion de graviers beaucoup plus élevée (érosion ?),
- une diminution des taux d'agrégats benzène traduisant une plus faible stabilité structurale,
- une très légère diminution de la perméabilité.

Avec ce type de sol, où la lixivation de K est importante et sous ce climat tropical, contrairement aux pays méditerranéen et à la Californie mais comme la Floride, il sera probablement nécessaire d'apporter des fumures potassiques substantielles.

## RESULTATS

Rendements cumulés de 1973 à 1977

Azote kg/arbre	Indice 100	P <sup>205</sup> kg/arbre	Indice 100	K <sup>20</sup> kg/arbre	Indice 100
N0 103,8	100	P2 124,1	100	K0 113,6	100
N1 143,5	138	P1 140,1	113	K1 128,3	113
N2 160,1	154			K2 165,5	146

\* - IRFA - B.P. 1740 - ABIDJAN (Côte d'Ivoire)

En Floride, dans la fertilisation, le rapport  $\frac{N}{K_2O}$  est égal à 1  
et dans les vergers adultes (rendement minimum 25 à 30  
tonnes/hectare) on apporte par tonne de fruits produits :

	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
oranges	4,440 kg		4,440 kg
pomelos	3,330 kg	0,555 kg	3,330 kg



## IRRIGATION

# Étude de l'irrigation des agrumes en Corse.

**J. LE BOURDELLÈS\***

### INTRODUCTION

Dans le cadre d'une nouvelle agrumiculture, il n'a pas échappé aux responsables de la recherche agricole en Corse la nécessité d'étudier les problèmes posés par l'irrigation des agrumes.

Depuis plusieurs années sont ainsi menés des observations et des essais sur les points suivants :

. l'étude des facteurs climatiques pour la mise au point d'une valeur d'ETP et de valeurs de coefficients culturaux appliqués aux agrumes ;

. l'exploitation des données obtenues sur la qualité des eaux d'irrigation et sur les caractéristiques hydrodynamiques des sols ;

. des travaux d'observations sur le matériel d'irrigation (aspersion et irrigation localisée par goutte à goutte), ainsi que sur le matériel annexe (filtres - fertilisateurs) ;

. la mise en place d'un essai de comparaison de deux systèmes d'irrigation (aspersion et goutte à goutte) par deux organismes (la Station de Recherches agronomiques de Corse INRA - IRFA de San Giuliano et la Société de mise en valeur agricole de la Corse SOMIVAC) ;

. des études particulières portent également sur la «fertirrigation» en irrigation par goutte à goutte ;

. des observations sur les profils hydriques à partir de différents systèmes d'irrigation et dans des sols de texture différente.

### ETUDES DES FACTEURS CLIMATIQUES

En relation avec les problèmes posés par l'irrigation des agrumes, il est apparu nécessaire d'adopter une formule pour le calcul de l'évapotranspiration potentielle.

Ont été comparées différentes formules (Turc - Bouchet - Penman - Brochet et Gerbier - Blaney Criddle) avec comme référence un lysimètre gazon.

Après plusieurs années d'observation il a été adopté la formule de Brochet et Gerbier qui, grâce aux travaux de ces deux chercheurs, peut être appliquée avec un nombre limité de données climatiques (principalement durée d'insolation - évaporation du Piche).

La formule de Gerbier et Brochet s'énonce de la manière suivante :

$$ETP \text{ mm} = a.n. \sum_1^n Rg + b \sum_1^n .Ep.$$

Rg : rayonnement global calculé suivant la formule :

$$Rg = \left( 0,18 + 0,62 \frac{\sum_1^n 1h}{\sum_1^n 111} \right) .lg A$$

a : coefficient variable suivant les périodes de l'année

b : coefficient variable suivant l'abri météorologique utilisé

h : durée d'insolation

11 : durée astronomique du jour

lg A : énergie de la radiation qui atteindrait le sol si l'atmosphère n'existait pas, exprimée en petites calories par cm<sup>2</sup>.

Ep : évaporation du Piche

n : nombre de jours considérés

Depuis 1969, soit sur une période de 9 ans, ont été établies les valeurs de l'ETP.

\* - Société de Mise en Valeur agricole de la Corse (SO.MI.VAC).

Les données mensuelles sont données au tableau 1 :

TABLEAU 1 - Valeurs de l'ETP de 1969 à 1977. (en mm)

	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre
1969	78	94	138	154	129	74	50
1970	92	119	119	162	133	91	52
1971	74	103	144	169	130	88	45
1972	72	119	124	141	119	66	42
1973	81	105	117	162	130	77	43
1974	67	107	135	154	124	81	59
1975	94	99	148	170	123	105	83
1976	70	124	133	147	126	87	39
1977	82	97	122	152	120	88	33
total pour 9 ans	710	967	1180	1411	1134	757	446
moyenne	79	107	131	157	126	84	50

On constate des différences assez marquées d'année en année sur la valeur de l'ETP et pour un même site, ce qui justifie la poursuite des observations d'année en année et l'avertissement à l'irrigation.

A noter également que la variation de l'ETP au cours de la saison peut être du simple au double en avril et juillet (79 mm et 157 mm).

Le coefficient cultural réducteur appliqué à la culture des agrumes adopté est de 0,7, ce qui donne un total ETC d'avril à septembre de :

avril	55 mm
mai	75 mm
juin	92 mm
juillet	110 mm
août	88 mm
septembre	59 mm
octobre	35 mm

Total : 514 mm.

Sur la figure 1 ont été portés les montants de l'évapotranspiration et de la pluviométrie (moyenne 1969 - 1977) pour le site de Migliacciaro (85 km Sud de Bastia).

On relève que les mois les plus déficitaires sont les mois de juin à septembre inclus.

Mais une étude statistique a montré que dans les conditions de la Plaine Orientale, on peut compter pour septembre et avril des précipitations de l'ordre de 20 mm pour chacun de ces mois avec 75 p. 100 de probabilité ce qui est très faible. Il est donc assez fréquent d'avoir la nécessité d'irriguer en avril et surtout en octobre à la fin du grossissement des fruits.

En verger en sol nu les montants des apports d'eau en irrigation par aspersion sont de 3.500 et 4.000 m<sup>3</sup> par an et

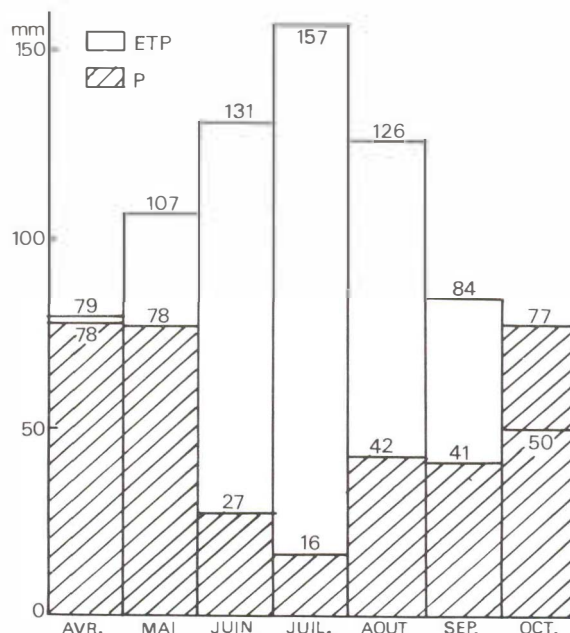


Figure 1. Montants mensuels de l'ETP et de la pluviométrie (P) en mm (années 1969-1977) à la Station des Irrigations (SEI) de Migliacciaro.

par hectare en tenant compte de la réserve en eau utile constituée durant l'hiver.

#### QUALITE DES EAUX D'IRRIGATION

Le laboratoire de la SOMIVAC a réalisé de nombreuses analyses des eaux (tableau 2) qui sont utilisées pour l'irrigation des agrumes. Elles proviennent de différentes rivières :

- Golo
- Tavignano
- Alesani
- Fium'Orbo



TABLEAU 2 - Analyses des eaux de différentes rivières.

	Golo		Alesani		Tavignano		Fium'Orbo	
Etude physique (juillet 1965)								
Température en °C	22		18		16		21	
pH eau brute	8,05		8,40		8,10		7,30	
résistivité à 20°C (en aPm/cm)	6855		2537		10638		17515	
résistivité à 105-110°C mg/l	81		222		109		61	
dureté totale (TH)	5,60		17,30		2,50		1,45	
bilan du CO <sub>2</sub> (mg/l)								
CO <sub>2</sub> des carbonates	0		3,5		0		0	
CO <sub>2</sub> des bicarbonates	48,5		138,3		22,1		12,4	
CO <sub>2</sub> équilibrant	0		0		0		0	
CO <sub>2</sub> agressif	0,7		0		0,4		3,3	
oxygène dissous	9,4		9,2		9,9		8,1	
Etude chimique (juillet 1965)								
	mg/l	mic eq/l	mg/l	mic eq/l	mg/l	mic eq/l	mg/l	mic eq/l
- Anions								
alcalinité bicarbonique	67,1	1,1	191,5	3,14	30,5	0,50	20,1	0,33
alcalinité vraie	0	0	0	0	0	0	0	0
carbonates	0	0	4,2	0,16	0	0	0	0
sulfates	5,8	0,12	10,5	0,22	3,2	0,07	2,7	0,05
chlorures	4,3	0,12	6,0	0,17	4,6	0,13	4,2	0,12
silices					9,0	0,28		
- Cations								
calcium	16,4	0,82	57,7	2,88	8,0	0,40	4,0	0,20
magnésium	3,6	0,30	7,0	0,58	1,2	0,10	1,0	0,09
sodium	4,1	0,18	7,0	0,30	3,8	0,17	4,7	0,20
potassium	2,0	0,05	2,5	0,06	1,2	0,03	0,4	0,01
fer								
manganèse								
Indices de pollution								
matières organiques en mg d'O <sub>2</sub> /l	1,00		1,20		1,70		2,94	
milieu acide	1,10		0,55		1,10		2,35	

Ces eaux conviennent parfaitement à l'irrigation mais on porte une attention particulière à leurs caractéristiques physico-chimiques pour leur utilisation dans les irrigations localisées avec ou sans fertilisation pour des problèmes de risque d'obstruction des filtres et des goutteurs par action physique ou chimique.

On peut noter d'après ces analyses la bonne qualité des eaux pour l'irrigation puisque la teneur la plus élevée en résidu sec (Alesani) a un SAR de 0,38. Il faut noter cependant que les proportions relativement élevées en calcium et le pH élevé peuvent provoquer à terme des obstructions dans les installations d'irrigation par goutte à goutte si des précautions ne sont pas prises.

#### TRAVAUX D'OBSERVATIONS ET DE RECHERCHES SUR LE MATERIEL D'IRRIGATION

Les irrigations de surface (rigoles et submersion) ne sont pratiquement plus utilisées sur les plantations du fait de la recherche des économies de main-d'oeuvre et d'eau.

Avec les réseaux collectifs et les stations de pompes individuelles a été mis en oeuvre un choix important de matériels d'irrigation.

Il est donc apparu nécessaire d'étudier les différents matériels d'irrigation.

On a assisté ces dernières années à la commercialisation de conduites en matières plastiques (P.V.C., P.E.) pour des



Photo 1. Réserve basse de Peri (équipement hydraulique SOMIVAC) 3 millions de m<sup>3</sup> - Vergers de clémentiniers et d'oliviers en courbes de niveau. Irrigation par goutte à goutte. (Photo A. Carlotti).

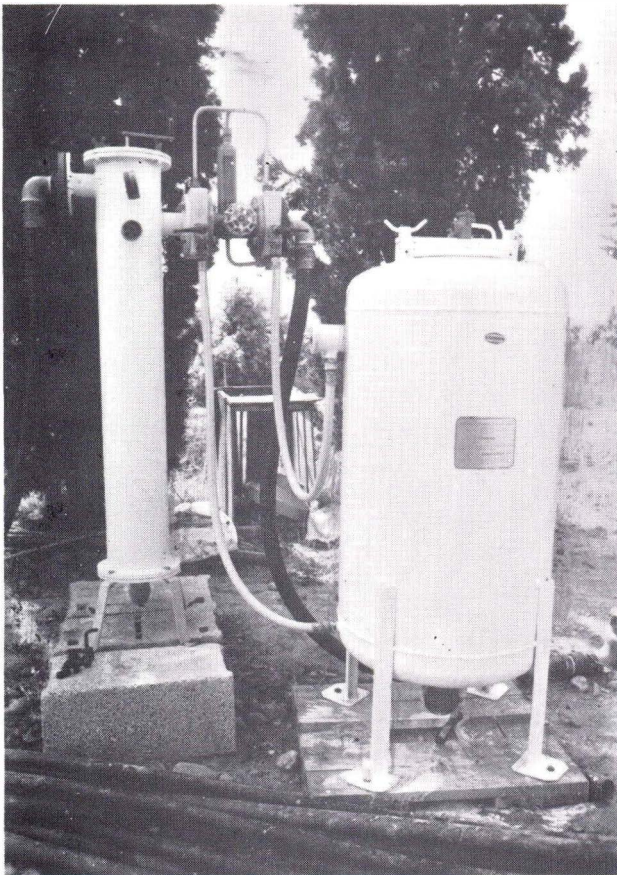


Photo 2. Poste de tête - Filtrage de l'eau pour irrigation goutte à goutte - Fertiliseur (Photo A. Carlotti).



Photo 3. Arrosage à la cuvette d'un jeune plant de clémentinier. (Photo A. Carlotti).



Photo 4. Aspersión en cobertura total sur frondaíson. Clémentiniers.  
(Photo A. Carlotti).

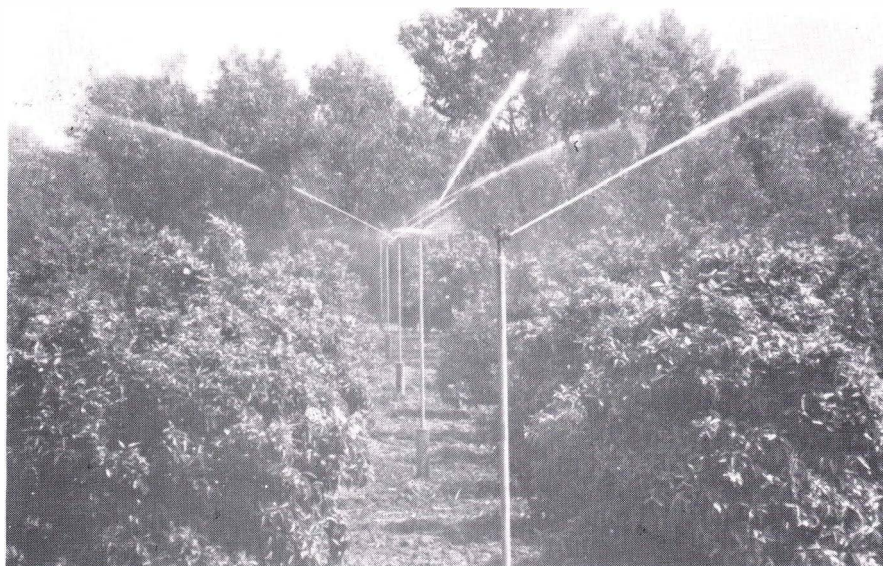


Photo 5. Irrigation sur frondaíson. Clémentiniers. (Photo A. Carlotti).



Photo 6. Arrosage en couverture totale  
Aspersión sur frondaíson.  
Clémentiniers (Photo A. Carlotti).

installations d'irrigation à la parcelle. Du fait de la pérennité des agrumes, une tendance est apparue vers des couvertures totales (installations fixes).

Le Centre du C.T.G.R.E.F. du Tholonet réalise les études techniques de bases sur banc d'essais des différents matériels. En Corse il s'agissait de réaliser des observations sur les matériels d'irrigation en plein champ.

Les travaux ont porté sur les thèmes suivants :

- tendance à l'obstruction des différents goutteurs,
- homogénéité de la distribution,
- longévité du matériel,
- relation entre les performances techniques et le prix du matériel,
- comportement des différents filtres présentés sur le marché.

Il y a actuellement plus de 1.500 hectares de plantations d'agrumes équipées en couverture totale en Corse, dont environ :

- 800 hectares en goutte à goutte,
- 700 hectares en aspersion (sous frondaison et sur frondaison).

Pour les installations de goutte à goutte, sur un total de 133 propriétés, la répartition des surfaces des parcelles se fait de la manière suivante en pourcentage :

- 1 à 2 ha : 23 p. 100
- 3 à 5 ha : 32
- 6 à 10 ha : 29
- plus de 10 ha : 16

On constate que les parcelles de 1 à 5 ha représentent 55 p. 100 du total équipé, ce qui amène des investissements élevés en valeur à l'hectare pour les postes de têtes (filtres et fertilisateurs).

Les essais ont permis de sélectionner un nombre limité de modèles de goutteurs :

- microtubes,
- Netafim - 4 l/h,
- Key Clip (Reed International),
- Drip Eze,
- Agrodrip.

Doivent également être suivis des systèmes d'irrigation à pulsions (type Irrisor marque Fiat).

En ce qui concerne les filtres, on assiste à la disparition du filtrage par mailles en toile de nylon et à l'adoption de mailles métalliques avec filtrage à 100 ou 110 microns l.

- Netafim,
- Eurofiltres,
- Irrifrance.

Exception faite pour le filtrage à lamelles comprimées (Agrodrip) en polyéthylène.

## IRRIGATION FERTILISANTE

Ce problème s'est posé dès le début des installations d'irrigation par goutte à goutte.

Il est préférable d'adopter des appareillages ne nécessitant pas d'énergie électrique pour leur fonctionnement.

Ont été réalisés à la Station des irrigations de Migliocciaro des tests pour observer le rythme de distribution avec évolution de la concentration de la solution nutritive à partir d'appareils commerciaux. Les mesures des taux de concentration se font par conductivité électrique des solutions nutritives.

Ont également été réalisés des tests sur la distribution d'engrais commerciaux solubles, tels que :

- 25.4.16
- 25.5.16
- nitrate de chaux
- nitrate d'ammoniaque
- nitrate de potasse.

## ESSAIS DE DIFFERENTS SYSTEMES D'IRRIGATION SUR CLEMENTINIERS

Les méthodes d'irrigation sur les vergers d'agrumes évoluent rapidement en Corse et dans d'autres pays agrumicoles du fait de l'introduction sur le marché de nouveaux matériels d'irrigation, en particulier asperseurs adaptés pour les couvertures totales et l'irrigation localisée, par des prix assez compétitifs des conduites en matière plastique (polyéthylène et P.V.C.).

En juin 1975 a été mis en place à la Station expérimentale d'Essais culturaux et d'Irrigation de Migliocciaro un dispositif expérimental pour comparer deux systèmes d'irrigation :

- aspersion,
- goutte à goutte.

La Station de Recherches agronomiques de Corse de San Giuliano (INRA-IRFA) a fourni les 920 plants de clémentiniers greffés sur *Poncirus trifoliata* et participe activement aux travaux d'observations.

L'étude portera principalement sur les incidences des deux méthodes d'irrigation sur la croissance, la productivité des arbres ainsi que sur la qualité des fruits et les conséquences économiques.

Il n'est pas possible de tirer des renseignements importants lors des premières années, nous décrivons simplement le dispositif mis en place.

## Dispositif :

756 arbres participant à l'essai, plantés à 6m x 6m (1,89ha)  
18 parcelles élémentaires de 42 arbres chacune  
3 traitements - 6 répétitions

Traitement A : aspersion sur frondaison

Traitement B : irrigation par goutte à goutte.

une conduite porte-goutteurs, légèrement décalée sur la ligne d'arbres ; un goutteur de 4 l/h tous les mètres. Ce dispositif correspond à celui adopté sur 95 p. 100 des plantations d'agrumes équipées en goutte à goutte en Corse.

Traitement C : irrigation par goutte à goutte.

deux conduites porte-goutteurs de part et d'autre de la ligne d'arbres. Goutteurs de 2 l/h tous les mètres. Les quantités d'eau apportées sont identiques pour les deux dispositifs d'irrigation par goutte à goutte.

Les installations sont en couverture totale, pour assurer le maximum de précision dans les apports d'eau à la parcelle.

Un semi-automatisme par le jeu de manomètres, vannes volumétriques, permet également de régulariser les irrigations.

## Sol.

Des analyses physico-chimiques du sol ont été effectuées avant la plantation pour tenir compte de l'hétérogénéité du terrain dans le dispositif expérimental.

sol sableux : quatre parcelles,  
sol sablo-argileux : cinq parcelles,  
sol sablo-argilo-limoneux : neuf parcelles.

On constate que les arbres implantés sur les parcelles très caillouteuses, avec moins de 10 p. 100 d'argile présentent un démarrage plus lent que les arbres des parcelles de terre sablo-argilo-limoneuse.

Il sera appliqué des régimes d'irrigation différenciés sur chaque bloc correspondant à des caractéristiques de sols différents.

## Irrigations.

Sur le tableau 3 sont indiqués pour 1977 les bilans d'eau déterminés suivant «l'E.T.P. calculée» et la pluviosité et les doses et régimes d'irrigation suivant les différents traitements (aspersion et goutte à goutte).

## Observations.

Trois séries de mensurations annuelles des plants ont été effectuées en 1975-1976-1978 par le personnel de la Station de San Giuliano.

## PROJET D'ETUDES

En 1978 on prévoit des observations plus approfondies sur les profils hydriques et les flux au niveau de chaque système d'irrigation.

- aspersion,
- goutte à goutte.

L'appareillage utilisé sera une sonde à neutrons SOLO 20, de 50 MCl et une batterie de tensiomètres à colonne de mercure.

Ces observations permettront de préciser les bilans d'eau à partir des modèles d'irrigation conduite suivant la méthode des valeurs de l'ETP corrigée (suivant l'espèce, l'âge de la plante, la méthode culturale, le système d'irrigation).

Il s'agit en fait de préciser le processus de contribution des ressources hydriques naturelles et des apports d'eau par irrigation sur le développement et la production d'un verger

TABLEAU 3 - Bilans d'eau, doses et régimes d'irrigation en 1977.

mois	ETP calculée mm	ETP corrigée 0,6 ETP mm	pluies mm	bilan cumulé 0,6 ETP-P mm	irrigation aspersion 0,6 ETP		irrigation goutte à goutte 0,4 ETP	
					bilan 0,6 ETP-P par mois mm	montant irrigation mm	bilan 0,4 ETP-P par mois mm	montant irrigation mm
avril	82	49	43	- 6	- 6	.	+ 11	.
mai	97	58	102	+ 38	+ 44	33	+ 63	23
juin	122	73	88	+ 53	+ 15	65	+ 39	33
juillet	152	91	22	- 16	- 69	78	- 39	54
août	120	72	25	- 63	- 47	65	- 23	46
septembre	88	53	15	-101	- 38	39	- 20	34
octobre	37	22	123	0	+101	.	+108	.
<b>totaux</b>	<b>698</b>	<b>418</b>	<b>418</b>	<b>0</b>		<b>280</b>		<b>190</b>

d'agrumes et suivant deux systèmes d'irrigation (aspersion et irrigation localisée par goutte à goutte).

La méthode d'humidimétrie neutronique permet de relever des bilans d'eau sur le plan horizontal avec une grande densité des points de référence.

La tensiométrie utilisée simultanément permettra l'étude des flux verticaux et les lectures permettront d'améliorer dans les conditions locales expérimentales la connaissance des tensions au sol optimales pour les agrumes.

#### BIBLIOGRAPHIE

- CASSIN (J.), LE BOURDELLES (J.) et MEDORI (J.P.). 1973.  
Irrigation des agrumes en Corse. Techniques et nouveaux systèmes.  
*Revue SO.MI. VAC, Setco* n° 68, octobre 1973.
- LE BOURDELLES (J.). 1976.  
Rapports d'activités annuels 1958 - 1976. Station expérimentale d'Irrigation et d'Essais culturaux. Besoins en eau des plantes.  
*SO.MI. VAC.*
- LE BOURDELLES (J.). 1970.  
Un outil pour l'avertissement à l'irrigation : l'évapotranspiration potentielle.  
*Revue SO.MI. VAC, Setco* n° 55, juillet 1970.
- LE BOURDELLES (J.). 1971.  
Mise en application de la méthode du bilan d'eau dans le calcul des irrigations.  
*Revue SO.MI. VAC, Setco* n° 58, avril 1971.
- LE BOURDELLES (J.). 1976.  
L'irrigation des vergers par goutte à goutte.  
*Revue SO.MI. VAC, Setco* n° 78, avril 1976.
- LE BOURDELLES (J.). 1977.  
Participation à la rédaction d'articles dans le numéro spécial Irrigation du *Bulletin technique d'Information du Ministère de l'Agriculture*, avril-mai. (Irrigation des vergers - Besoins en eau de la vigne).
- LE BOURDELLES (J.). 1975.  
Communication au IIe séminaire oléicole international, octobre 1965. Problèmes concernant l'irrigation des plantes pérennes.



# Etudes sur l'irrigation en Côte d'Ivoire.

**A. FOUQUÉ et J.C. COMBRES \***

A la Station de Tombokro, dans la région de Yamoussoukro, a été entreprise une étude de l'irrigation des agrumes.

Il s'agit d'un verger d'orangers 'Valencia late' et de clémentiniers greffés sur citrange 'Troyer' et sur *Citrus taiwanica*.

Les arbres ont été plantés en septembre 1973.

Dans cet essai, il s'agit de comparer trois traitements :

- pas d'irrigation
- irrigation
- irrigation intermittente en vue de décaler les floraisons.

En réalité, ce traitement n'a pas encore été réalisé. Entre janvier 1975 et mars 1977 les arbres ont été irrigués comme ceux du traitement n° 2 et depuis avril 1977 ils ne sont plus irrigués.

L'irrigation est pilotée de la façon suivante :

- doses du 1er janvier 1975 au 31 octobre 1976 : «0,64 bac classe A» et à partir du 1er novembre 1976 : «0,9 bac classe A». Ce changement de novembre 1976 s'est imposé quand la dose «0,6 classe A» s'est révélée très insuffisante

(entre autres phénomènes, apparition de floraisons aberrantes).

- fréquence : depuis le 1er novembre 1976 quand  $\xi$  (0,9 classe A) - pluies = 35 mm

L'irrigation se révèle être, dans cette région de la Côte d'Ivoire, un des facteurs les plus importants pour améliorer la croissance, la productivité et l'étalement des récoltes des agrumes.

Les besoins en eau (0,9 Evap. bac classe A - les pluies) sont, suivant les années, de l'ordre de 4.500 à 5.000 m<sup>3</sup>/hectare.

Cette démonstration du rôle capital des apports d'eau pour la culture des *Citrus* dans les régions de Côte d'Ivoire qui ont un déficit hydrique pendant 5 à 7 mois, permet de comprendre que dans les vergers d'agrumes non irrigués de la Station d'Azaguié, on ne peut pas évaluer les performances maxima dont sont «potentiellement» capables les variétés et les porte-greffe ainsi que les apports d'éléments fertilisants N P K.

(voir tableau page suivante).

## Pluviométrie, Evap. bac classe A et réalisation de l'essai.

Année mois	pluviométrie mm	évaporation bac classe A mm	consommation agrumes 0,9 bac classe A mm	0,9 bac classe A moins les pluies mm	traitements «irrigation»			
					2mm	3mm	1 mm	
1975	J	0	136,9	123,2	123,2	100	100	-
	F	30,3	126,9	114,2	83,9	65	65	-
	M	105,2	159,0	143,1	37,9	95	95	-
	A	64,9	134,0	120,6	55,7	30	30	-
	M	258,3	127,6	114,8		-	-	-
	J	139,0	113,7	102,3		-	-	-
	J	171,3	93,3	84,0		-	-	-
	A	13,0	75,3	67,8	54,8	35	35	-
	S	201,2	93,9	84,5		-	-	-
	O	30,0	94,0	84,6	54,6	40	40	-
	N	133,7	98,7	88,8		-	-	-
	D	10,4	99,4	89,5	79,1	115	-	-
Totaux		1.024,9	1.311,6	1.217,4	489,2	485	370	-
1976	J	36,3	132,5	119,3	83,0	65	65	-
	F	88,1	127,2	114,5	26,4	35	35	-
	M	89,2	143,1	128,8	39,6	70	70	-
	A	84,6	126,3	113,7	29,1	40	40	-
	M	133,1	125,1	112,6		40	40	-
	J	195,7	99,6	89,6		-	-	-
	J	67,2	85,7	77,1	9,9	-	-	-
	A	124,9	88,2	79,4		40	40	-
	S	31,7	91,8	82,6	50,9	40	40	-
	O	57,6	98,9	89,0	31,4	30	30	-
	N	28,7	99,3	89,4	60,7	60	60	-
	D	0	99,6	89,6	89,6	40	40	-
Totaux		937,1	1.317,3	1.185,6	420,6	460	460	-
1977	J	3,6	109,2	98,3	94,7	70	170	-
	F	14,9	134,4	121,0	106,1	115	115	-
	M	45,1	165,1	148,6	103,5	120	120	-
	A	122,3	143,5	129,2	6,9	-	-	-
	M	231,3	139,2	125,3		80	-	-
	J	231,0	110,9	99,8		-	-	-
	J	14,3	78,6	70,7	56,4	40	-	-
	A	113,9	82,8	74,5		40	-	-
	S	152,7	90,1	81,1		-	-	-
	O	172,4	106,2	95,6		-	-	-
	N	9,9	98,3	88,5	78,6	80	-	-
	D	67,7	83,9	75,5	7,8	40	-	-
Totaux		1.179,1	1.342,2	1.208,1	454,0	585	405	-



## RÉSULTATS.

## Croissance

## Circonférence du tronc (greffon) en 1977.

Traitements	clémentinier				oranger 'Valencia late'			
	citrange 'Troyer'		<i>Citrus taiwanica</i>		citrange 'Troyer'		<i>Citrus taiwanica</i>	
	mm	indice 100	mm	indice 100	mm	indice 100	mm	indice 100
2	406	100	384	100	378	100	370	100
3	368	91	356	93	362	96	356	96
1	333	82	329	86	315	83	307	83

## Rendements (1977)

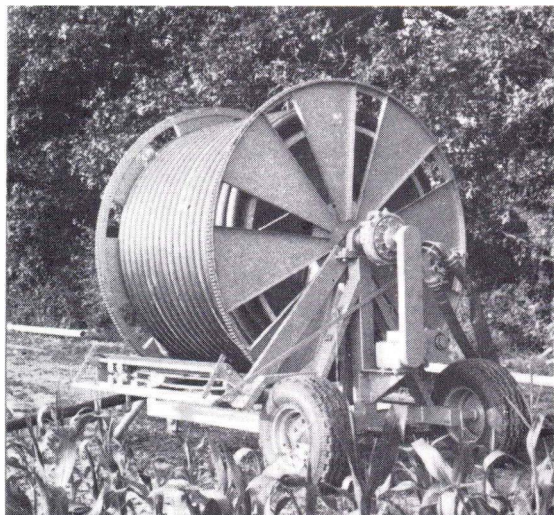
Traitements	oranger 'Valencia late'			
	citrange 'Troyer'		<i>Citrus Taiwanica</i>	
	kg/arbre	indice 100	kg/arbre	indice 100
2	27,2	100	50,8	100
3	19,6	72	28,0	55
1	8,0	29	13,9	27

## Etalement des récoltes.

traitements	production mensuelle exprimée en p. 100 de la récolte annuelle								totaux et moyennes
	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre	
2	15	7	5	26	23	24			100 - 31 arbres 1.197 kg kg/arbre 38,6
3	7	3	2	32	31	25			- 32 arbres 760 kg 100 - kg/arbre 23,8
1	1	20	79						- 32 arbres 350 kg 100 - kg/arbre 10,9



**vous avez l'eau  
nous avons la technique**



IRRIGATION



GOUTTE A GOUTTE

# IRRIGATION... QUE CHOISIR ?

**Des dizaines de milliers d'hectares  
déjà irrigués  
en Europe, Amérique, Afrique et au Moyen-Orient**

**INTERROGEZ-NOUS.....  
ETUDES ET DEVIS GRATUITS**

**notre équipe d'ingénieurs et de monteurs  
est partout dans le monde à votre disposition**



**DRIP IRRIGATION FRANCE**

**USINE et BUREAUX :**

**route de Viglain, 45600 SULLY-s-LOIRE TEL (38) 35 20 10 TELEX 760 816 F DRIPRI**

## CONTRÔLE DES MAUVAISES HERBES

# Les herbicides en agrumiculture.

**J. CASSIN\***

### INTRODUCTION

Il y a quelques décennies, dans la plupart des grands pays agrumicoles, d'une façon générale, on travaillait le sol des orangeries pendant la période d'irrigation et l'on cultivait des engrais verts où l'on laissait la végétation spontanée se développer au cours de la période pluvieuse. Mais depuis qu'il a été mis en évidence que les labours trop profonds et trop fréquents, en dégradant la structure des sols et en détruisant les racines superficielles des arbres, ont un effet dépressif sur la végétation des agrumes, il est recommandé de ne pratiquer que des façons très superficielles et d'en réduire le nombre. On tend aussi de plus en plus à supprimer le travail du sol en maintenant le terrain «nu» à l'aide d'herbicides ou couvert d'une végétation contrôlée (naturelle ou semée).

Dans le choix du mode d'entretien du sol des vergers d'agrumes, d'autres facteurs interviennent.

- la rareté et le coût élevé de la main-d'oeuvre qui condamnent de plus en plus les désherbages et binages manuels.

- la nature très caillouteuse de certains sols (par exemple en Corse) qui rend difficile sinon impossible le travail des engins aratoires.

- l'importante pluviosité et la fragilité des sols dans les régions tropicales nécessitent le maintien d'un couvert végétal dans les vergers d'agrumes:

- dans les régions agrumicoles exposées périodiquement à des abaissements de températures dangereux pour les *Citrus*, la conduite des vergers en sol «nu» permet de réduire le risque de gel (c'est une des principales raisons de l'utilisation à grande échelle des herbicides dans les plantations d'agrumes du Texas).

L'emploi des herbicides en agrumiculture concerne principalement :

- l'entretien des pépinières
- le désherbage des rangées d'arbres jeunes ou adultes quand le sol de l'interligne est périodiquement travaillé (engrais verts ou végétation naturelle pendant les périodes pluvieuses - cultures intercalaires) ou enherbé d'une façon permanente
- le maintien du sol «nu» sur toute la surface du verger.

### ETUDES SUR LES HERBICIDES

A partir du printemps 1971, sept herbicides ont été testés pour contrôler leur efficacité sur la flore adventice d'un verger d'agrumes de la Station.

En mai 1975, trois nouveaux produits ont commencé à être testés à trois doses chacun et appliqués en deux fois (50 p. 100 en mars, avril, mai et 50 p. 100 en octobre) :

- Produit 1 (P1) à 50 p. 100 de terbumeton  
à 3 doses : 2 - 4 et 8 kg m.a./ha
- Produit 2 (P2) à 25 p. 100 de terbumeton + 25 p. 100 de terbuthylazine  
à 3 doses : 0,5 + 0,5 - 1 + 1 - 2 + 2 kg m.a./ha
- Produit 3 (P3) à 334 g/l de terbuthylazine  
+ 166 g/l de terbumeton  
à 3 doses : 1,3 + 0,65 - 2,6 + 1,3 - 5,3 et 2,6 kg m.a./ha

### Matériel végétal utilisé

504 arbres représentant 39 variétés d'oranger (*Citrus sinensis* (L.) Osb.), de mandarinier (*Citrus reticulata* Blanco), de pomelo (*Citrus paradisi* Macfadyen) et de citronnier (*Citrus limon* (L.) greffés sur *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. et sur citrange 'Troyer' (*Citrus sinensis* (L.) x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.) plantés à 6 m x 4 m en mars 1967.

\* - Station de Recherches agronomiques de Corse INRA-IRFA  
San Giuliano - 20230 SAN NICOLAIO (Corse)

TABLEAU 1 - Doses des produits utilisés

Produits	Doses en matière active (m.a.)
	Total par an (50 p. 100 en mars - avril - mai-50 p. 100 en octobre)
Benzuride	3 - 6 et 12 kg m.a./ha
Oxadiazon	2 - 4 et 8 kg m.a./ha
Diuron	0,8 - 1,6 et 3,2 kg m.a./ha
Bromacil	0,8 - 1,6 et 3,2 kg m.a./ha
Terbacil	0,8 - 1,6 et 3,2 kg m.a./ha
Diuron (D)+ Bromacil (B)	D : 0,8, B : 0,4 kg m.a./ha D : 1,6, B : 0,8 kg m.a./ha D : 3,2, B : 1,6 kg m.a./ha
Simazine	1,25 - 2,5 et 5 kg m.a./ha
Chlortiamide	5 - 10 et 15 kg m.a./ha

### Sol

Alluvions anciennes de roches schisteuses de texture limono-argilo-sableuse. Ce sol est assez riche en éléments fins entre 0-20 cm et 40 p. 100 entre 20 et 40 cm) et il se caractérise par :

- . sa pauvreté marquée en P<sup>2</sup>O<sub>5</sub> assimilable
- . ses teneurs en Ca - K et Mg échangeables satisfaisantes
- . sa réaction acide.

### Conduite du verger

Les interlignes, entre 1968 et 1975, étaient occupés par un enherbement permanent de fétuque 'Manade' (*Festuca elatior* L. Subsp. *arundinacea* Hack) sur une largeur de 3,20 mètres.

Sur les rangées d'arbres, une bande de terrain non enherbée, large de 2,80 m était consacrée à l'étude des herbicides.

### Traitements et dispositif expérimental

Les produits étaient appliqués deux fois par an en «mars-avril-mai» et en octobre sur un terrain préalablement désherbé manuellement.

Chacun des herbicides était testé à trois doses différentes (tableau 1).

Une parcelle de 400 m<sup>2</sup> était consacrée à chaque herbicide (bande longue de 144 m et large de 2,80 m chevauchant une rangée d'arbres) soit 133 m<sup>2</sup> par dose.

Les herbicides ont été appliqués :

1-25.3.71 - 2-13.10.71 - 4-19.5.72 - 5-18.10.72 - 6-14.5.73  
7-23.10.73 - 8-15.5.74 - 3.10.74 - 29.5.75 - 12.11.75 -  
10.5.76 - 27.9.76.

### Résultats entre 1974 et 1976 (tableau 2).

Les bons résultats de l'oxadiazon à 2-4 et 8 kg m.a./ha/an, du mélange de diuron et de bromacil (0,8 + 0,4 kg et 1,6 + 0,8 kg, de la chlortiamide (5 et 10 kg), du bromacil (0,8 et 1,6 kg) et du terbacil (0,8 et 1,6 kg) pendant la période «1974-1976» confirment ceux du début de l'étude entre 1971 et 1973 (tableau 2).

Depuis 1975 le mélange terbumeton + terbuthylazine à 1 + 1 kg m.a./ha se classe également bien (moins de 10 p. 100 d'herbes par rapport au témoin = 100).

Aucun effet toxique n'a été observé sur les agrumes.

Dans cette série de tests le mélange diuron plus bromacil a particulièrement retenu notre attention.

Les médiocres résultats enregistrés avec la simazine nous ont surpris ; nous pensons qu'ils sont dus à la faible efficacité de cet herbicide sur les adventices d'été (*Setaria*, *Panicum*, *Portulaca*, etc.).

Les plantes adventices résistantes ou insuffisamment sensibles aux herbicides testés dans nos essais, tout au moins aux doses employées étaient :

- les chiendents : *Gynodon dactylon* (L.) PERS. et *Paspalum distichum* L.
- le cyperus : *Cyperus rotundus* L.

**TABLEAU 2 - Classement de l'efficacité des produits d'après les poids des plantes adventices résistantes entre 1974 et 1976.**  
Poids d'herbes sur la base «Témoin indice 100».

moins de 10 (**)	11 à 20	21 à 30	31 à 40	41 à 50	51 à 60	61 à 70
Oxadiazon 2-4-8 kg	Bromacil 0,8 et 1,6 kg	Diuron 0,8-1,6 et 3,2 kg	Simazine 1,25 kg	Simazine 2,5 kg	Simazine 5 kg (*)	Terbumeton + Terbuthylazine 5,3+ 2,6 kg de P3 (*)
Diuron + Bromacil 0,8+ 9,4 et 1,6+ 0,8	Terbacil 0,8 et 1,6	Bromacil 3,2 (*)	Chlortiamide 15 (*)	Terbumeton 8 (*)	Terbumeton+ Terbuthylazine 0,5+0,5 et 2+2 de P2 (*)	
Chlortiamide 10	Chlortiamide 5	Terbacil 3,2 (*)	Terbumeton +Terbuthy- lazine 2,6+ 1,3 de P3			
Terbumeton+ Terbuthy- lazine 1+ 1 de P2		Diuron + Bromacil 3,2+1,6 (*)				
		Terbumeton 2 et 4 de P1				
		Terbumeton + Terbuthy- lazine 1,3+ 0,65 de P3				

(\*\*) - les chiffres sous les produits indiquent les doses de m.a./ha

(\*) - résultats influencés par l'éclaircissement du sol provoqué par la suppression d'arbres.



**Photo 1.** Interligne traité en préémergence avec du diuron et du bromacil.

- les rumex, notamment : *Cirsium arvense* (L.) SCOP.
- le liseron : *Convolvulus arvensis* L. (bien éliminé seulement par l'oxadiazon).

Dans d'autres parcelles expérimentales, l'application de 6,4 kg/ha de bromacil (m.a.) additionné de 10 l/ha d'huile minérale synergique sur du *Cynodon dactylon* (L.) en végétation active (juin-juillet) a donné des résultats satisfaisants. Sur *Cyperus rotundus* L. les résultats n'étaient que partiels et passagers.

#### Tests de phytotoxicité concernant le glyphosate.

En juillet 1976, des tests de phytotoxicité concernant le glyphosate ont été réalisés.

##### - Absorption racinaire

24 clémentiniers greffés sur bigaradier âgés de 12 ans . témoin - 12-18-24 l/ha produit commercial à 360 g/l de glyphosate, produit appliqué sur sol propre.  
Aucun effet dépressif sur la récolte de décembre 1976.

- Contacts sur le tronc de jeunes plants d'agrumes en pépinière.

14 clémentiniers et citronniers (*Citrus clementina* Hort. ex. Tan. et *Citrus limon* (L.) Burm.)

. témoin - solution à 1-2-4 p. 100 de produit commercial à 360 g/l de glyphosate, aucune anomalie observée en avril 1977.

- Contact sur rejets de porte-greffe et sur la coupe de ces rejets en pépinière.

Plants de *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.

14 plants «rejets non coupés».

. témoin - solution à 1-2-4 p. 100 de produit commercial à 360 g de glyphosate 12 plants «rejets coupés depuis 15 jours».

. solution à 1-2-4 p. 100 de produit commercial à 360 g/l de glyphosate.

12 plants «rejets coupés juste avant le traitement».

. solution à 1-2-4 p. 100 de produit commercial à 360 g/l de glyphosate aucune anomalie observée en avril 1977.

- Contact sur le feuillage

8 clémentiniers greffés sur bigaradier âgés de 12 ans

. témoin - solution à 1-2-4 p. 100 de produit commercial à 360 g/l de glyphosate.

Au mois d'avril 1977 sur la «pousse» de printemps, c'est-à-dire 9 mois après le traitement, les doses 2 p. 100 et 4 p.

100 provoquent une déformation et une atrophie des jeunes feuilles qui consiste en une très importante réduction de la largeur du limbe. La dose 1 p. 100 n'a pas induit cette anomalie.

## PEPINIERE

La trifluraline donne de bons résultats à la dose de 2,500 litres m.a./ha quand elle est incorporée au sol immédiatement après son épandage. Le repiquage de jeunes plants de bigaradier, de citrange 'Troyer' et de *Poncirus trifoliata* sur un terrain venant d'être traité à la trifluraline aux doses de 2,5 - 5 et 7,5 litres m.a./ha, n'a été suivi d'aucune manifestation de phytotoxicité sur le matériel végétal. Après un repiquage de jeunes porte-greffe sur un terrain traité avec 2,5 litres m.a./ha de trifluraline, les mauvaises herbes sont bien contrôlées pendant environ trois mois.

Le mélange de paraquat et de diquat, aux doses respectives de 60 g et de 30 g de m.a. dans 100 litres d'eau, est aussi couramment utilisé en post-levée des mauvaises herbes. Ces produits doivent être appliqués à l'aide d'un pulvérisateur spécialement conçu pour éviter les projections sur le feuillage et les parties vertes du tronc des jeunes arbres.

## BIBLIOGRAPHIE

BLONDEL (L.). 1954.

L'entretien du sol et la non culture dans les orangeries.  
*Revue agricole de l'Afrique du Nord*, mai 1954.

BLONDEL (L.) et CASSIN (J.). 1968.

L'irrigation des agrumes en Corse.  
*Bulletin d'Information de la SO.MI. VAC*, n° 46, avril 1968.

CASSIN (J.) et LOSSOIS (P.). 1972.

Résultats préliminaires d'une étude de différentes méthodes d'entretien des plantations d'agrumes en Corse.  
*Fruits*, vol. 27, n° 1, 1972.

CASSIN (J.). 1973.

Les méthodes de culture.  
*Revue SO.MI. VAC - SETCO*, n° 68, oct. 1973.

CASSIN (J.). 1974.

Résultats partiels de tests herbicides conduits dans un verger d'agrumes en Corse.  
*Fruits*, vol. 29, n° 11.

## PHYTOHORMONES

# Effets de quelques substances de croissance sur le clémentinier.

L. BLONDEL\*

avec la collaboration technique de C. JACQUEMOND,  
J.B. MARCHIONI et F. VITTORI

### ETALEMENT DE LA MATURATION PAR UTILISATION D'ACIDE GIBBERELLIQUE

La récolte et la commercialisation des clémentines commencent vers la fin octobre et se terminent vers fin janvier. Les quantités offertes sur les marchés, faibles au début de la saison, augmentent régulièrement pour atteindre une période de «pointe» vers mi-décembre lorsque tous les pays exportateurs commercialisent simultanément leurs productions.

A cette arrivée massive de fruits sur les marchés correspond généralement une baisse sensible des cours qui ne remontent ensuite qu'en janvier.

Si l'on pouvait étaler davantage la cueillette, on éviterait certainement cet effondrement temporaire des prix.

Pour obtenir une production échelonnée on fonde certains espoirs sur la culture de clones plus hâtifs et plus tardifs, sur l'application de certains fertilisants susceptibles d'avancer ou de retarder l'époque de maturité, sur l'action retardatrice exercée sur la maturité par certains porte-greffe, sur l'emploi de nouvelles méthodes de conservation, etc.

Dès 1964, des chercheurs américains ont recommandé l'acide gibbérellique pour retarder la maturité (cf. citations de plusieurs auteurs dans BLONDEL, 1972).

D'après ces auteurs, l'acide gibbérellique freine l'apparition de la couleur orange en retardant l'accumulation des caroténoïdes. Cette substance aurait la propriété de ralentir

le processus de vieillissement des tissus de la peau, action qui permettrait de retarder l'apparition de certains désordres physiologiques comme le Water spot.

Ces effets des gibbérellines avaient été observés sur orange, mandarine, citron et lime.

Les travaux entrepris à la SRA de Corse ont eu pour but de connaître l'action de l'acide gibbérellique sur les clémentines arrivées au seuil de la maturité.

Les deux essais mis en place, l'un en 1970 l'autre en 1971, ont donné des résultats comparables.

L'acide gibbérellique a été appliqué en pulvérisation à la concentration de 10 ppm (1 g pour 100 l d'eau), en 1 - 2 - 3 - 4 ou 5 fois à 15 jours d'intervalle, le premier traitement au moment où les fruits commençaient à se colorer.

Les meilleurs résultats sont apparus lorsque les arbres avaient reçu trois traitements : report de récolte en janvier de 10 à 35 p. 100 de plus que sur les arbres témoins (BLONDEL, 1972).

De plus, en retardant le vieillissement des tissus, la gibbérelline a retardé l'apparition du «Water spot».

A la dose précitée (10 ppm) aucune action phytotoxique n'a été enregistrée.

Plusieurs chercheurs affirment que la gibbérelline appliquée quelques semaines avant la période d'induction florale (décembre - janvier) peut diminuer l'intensité de cette dernière et entraîner une diminution de la récolte suivante.

Cette action défavorable de la gibbérelline n'a pas été observée à la SRA sur les récoltes de 1972 et suivantes.

\* - Station de Recherches agronomiques de Corse INRA-IRFA  
San Giuliano - 20230 SAN NICOLAO (Corse)

### AMELIORATION DE LA NOUAISON

La fertilité du clémentinier est souvent qualifiée de capricieuse. Malgré la culture de clones sélectionnés, malgré la mise en oeuvre de techniques culturales rationnelles (fertilisation, taille, irrigation, etc.) la production demeure parfois médiocre.

Des causes multiples ont été avancées pour expliquer ces irrégularités de rendements, mais la plupart des spécialistes admettent que les facteurs écologiques jouent un rôle prépondérant. L'expérience montre, en effet, que le clémentinier se comporte le mieux lorsqu'il est cultivé dans des régions à climat doux régularisé par l'influence maritime.

Ce sont, en particulier, les conditions climatiques de mai-juin qui déterminent l'importance de la récolte. Les à-coups thermiques qui se produisent pendant cette période de floraison et de nouaison peuvent contrarier celle-ci et provoquer une « chute de juin » excessive.

D'une manière générale, la fertilité du clémentinier se révèle satisfaisante sous les conditions de milieu de la Corse. Cependant plusieurs vergers, sans être totalement improductifs, ne fournissent pas les rendements que l'on pourrait escompter compte tenu du bon état végétatif apparent des arbres.

Pour remédier à cette situation la SRA a expérimenté certains artifices de mise à fruits, notamment l'utilisation de l'acide gibbérellique.

Les essais commencés en 1971 se sont poursuivis jusqu'en 1974 et ont fait l'objet d'un compte rendu détaillé (BLONDEL, 1975).

#### Résultats.

Un seul traitement à l'acide gibbérellique à la concentration de 10 ppm, effectué en pleine floraison, provoque une augmentation de production comprise entre 40 et 65 p. 100.

Si l'on réalise deux traitements, le premier en pleine floraison, le second quinze jours après, l'amélioration de production est légèrement supérieure, mais on estime que ce faible avantage est effacé par le coût élevé du produit.

Si le traitement a lieu au tout début de la floraison ou à la fin de celle-ci l'amélioration de production n'est pas significative. L'acide gibbérellique n'agit que sur la récolte suivant immédiatement le traitement qui, en conséquence, doit être renouvelé tous les ans si la mise à fruits naturelle demeure insuffisante.

En aucun cas l'acide gibbérellique n'a modifié la composition chimique des fruits.

Les effets favorables de l'acide gibbérellique sont malheureusement atténués par une réduction notable du calibre des fruits (-6 à -12 p. 100 suivant les essais). Pour obvier à cet inconvénient il est recommandé de veiller au bon entretien des plantations traitées (irrigation, fumure, etc.).

Plusieurs agrumiculteurs de Corse utilisent maintenant cette substance.

### HOMOGENEISATION DE LA COLORATION SUR L'ARBRE

En 1973 et 1974 la SRA a expérimenté des applications d'éthephon (acide chloro-2 éthyphosphonique  $C^2H^6O^3P$  Cl) en vue d'atteindre des objectifs suivants :

- diminution du nombre de cueillettes sélectives par homogénéisation de la coloration spécifique des fruits ;
- activation de la coloration (déverdissage sur l'arbre).

Les meilleurs résultats sont enregistrés lorsque cette substance est appliquée en pulvérisation (un ou deux traitements à dix jours d'intervalle) à la concentration de 0,3 p. 100. Il importe par dessus tout de ne traiter que lorsque les fruits montrent déjà un début de coloration spécifique et lorsque leur indice de maturité (extrait soluble/acidité) est proche de 7.

L'éthephon n'agit pas sur la composition chimique interne du fruit : on ne doit pas le considérer comme un activateur de la maturité.

Des accidents dus à la phytotoxicité de cette substance peuvent se produire (chute de feuilles, brûlures sur la peau des fruits) si la dose prescrite est dépassée.

### AMELIORATION DU CALIBRE DES FRUITS

L'examen des mercuriales laisse apparaître des différences de prix considérables selon le calibre des fruits. Les clémentiniers à gros fruits (calibre 0 à 3 mm) s'écoulent toujours à des prix plus élevés que les fruits de calibre inférieur (5 à 10).

Or le clémentinier manifeste couramment une propension exagérée à produire un fort pourcentage de petits fruits.

Toutes les techniques pouvant permettre de diminuer l'importance de ce phénomène seront toujours bénéfiques.



La SRA s'est penchée sur le problème, d'une part en sélectionnant des clones à gros fruits (cf. travail de sélection clonale), d'autre part en utilisant des substances susceptibles d'améliorer le calibre des fruits.

Jusqu'à présent aucune d'entre celles qui ont été expérimentées n'a donné de résultats significatifs (Ethepon, 2,4-D, acide gibbérellique, etc).

Par contre un nouveau produit, fourni sous numéro par une firme privée, a procuré des résultats très encourageants au cours de deux essais réalisés en 1976 et 1977.

Il a été appliqué à deux concentrations : 250 et 500 ppm, en une ou plusieurs fois, en juillet ou en août.

### Résultats

Les effets obtenus en 1977 ne diffèrent pas de ceux de 1976.

Ils atteignent leur maximum lorsque le produit est pulvérisé en juillet, à 500 ppm.

Aucune phytotoxicité n'a été remarquée.

La composition chimique du jus n'a pas subi de modifications importantes : on note néanmoins une légère augmentation de l'extrait soluble et une légère diminution de l'acidité d'où résulte un meilleur indice de maturité.

Malgré leur haut niveau de signification ces résultats sur le calibre des fruits devront être confirmés par la mise en place de nouveaux essais. C'est ce qui est envisagé en 1978 dans plusieurs dispositifs expérimentaux.

### BIBLIOGRAPHIE

- BLONDEL (L.) - 1972  
Utilisation de l'acide gibbérellique en vue de retarder la coloration des clémentines et de lutter contre certaines altérations des fruits (Water-spot)  
*Fruits*, 27, n° 3, 1972, 185-192.
- BLONDEL (L.) - 1975  
Action comparée des gibbérellines et de l'incision annulaire sur la fructification du clémentinier en Corse.  
*Ann. Amél. des plantes, INRA*, 1975, 25 (2) 85-95.
- BLONDEL (L.), et coll. - 1975  
Homogénéisation de la coloration des clémentines, in «essai de cueillette mécanique».  
*Doc. polyc., SRA*, 1975, 13 p.





## plus de pal injecteur

pour lutter contre les nématodes

## un traitement à la portée de tous

par simple épandage de granulés



# *furadan*<sup>®</sup> 10g

® marque déposée FMC Corporation

### nématicide insecticide systémique

- véhiculé par la sève, il détruit les nématodes qui s'attaquent aux racines et présente une certaine action sur les charançons
- bien toléré par le végétal
- d'action rapide et persistante
- sans toxicité cutanée, il permet un épandage manuel.

### **rhône-poulenc phytosanitaire**

#### En Afrique Francophone

Bureau technique Afrique de l'ouest

M. LAMOUCHE - BP 107 ABIDJAN - Tél. 35.40.59 / 35.41.38

Bureau technique Afrique centrale

M. RAYNAUD - BP 130 DOUALA - Tél. 42.31.50 / 42.32.47

Centre d'évaluation biologique

BP 238 BINGERVILLE - Tél. 30.31.20

#### Distributeurs

STEPC • BP 107 • ABIDJAN

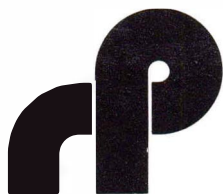
SCAEP • BP 702 • BANGUI

SSEPC • BP 656 • DAKAR

SEPCM • BP 138 • TANANARIVE

SEPCAE • BP 130 • DOUALA

SREPC • BP 2 • LA REUNION



**rhône-poulenc**

#### En France

Services techniques et commerciaux

RHÔNE-POULENC PHYTOSANITAIRE

14-20, rue Pierre Baizet 69263 LYON CEDEX 1

Tél. (78) 64.81.81 - Télex Filagro Lyon 310098

## LES RAVAGEURS

# Participation de la Station de Recherches sur les nématodes en matière agrumicole.

**C. SCOTTO LA MASSESE\***

### INTRODUCTION

Eu égard à sa pathogénie et à sa dissémination dans le Bassin méditerranéen, les études conduites sur Citrus par la Station de Recherches sur les Nématodes portent essentiellement sur *Tylenchulus semipenetrans* COBB (1913). C'est en effet le seul nématode qui y ait une incidence économique sur ces cultures.

De plus, il contamine la presque totalité des plantations faites avant 1970 et le bigaradier, porte-greffe encore très utilisé dans ces territoires, y est très sensible.

Les études récentes peuvent être regroupées selon huit objectifs principaux :

- Génétique, physiologie et biologie du nématode en fonction de l'hôte et des conditions de milieu.
- Nuisibilité du *Tylenchulus semipenetrans*.
- Mécanisme de la résistance de *Poncirus trifoliata* à *Tylenchulus semipenetrans*.
- Gamme d'hôtes des populations de l'Ouest méditerranéen.
- Sensibilité de certains porte-greffe utilisés ou susceptibles de l'être dans l'éventualité d'introductions accidentelles d'autres affections.
- Comportement de quelques porte-greffe du clémentinier en sol non infesté.
- Nuisibilité au verger de *T. semipenetrans* à l'égard de quelques combinaisons porte-greffe - variétés.
- Incidence des techniques culturales ou de fertilisation sur la multiplication du ravageur.

### GENETIQUE, PHYSIOLOGIE ET BIOLOGIE

L'essentiel des travaux sur ce point a fait l'objet d'une thèse de Doctorat à l'Université soutenue par M.J. MACARON, le 8 juillet 1972 et de plusieurs articles que ce chercheur a publiés ultérieurement durant son séjour au laboratoire (cf. bibliographie).

### NUISIBILITE DE *TYLENCHULUS SEMIPENETRANS*

Parmi les méthodes éprouvées depuis de nombreuses années, pour mettre en évidence la nuisibilité du nématode à l'égard des Citrus exploités commercialement, la méthode dite des « courbes isopathologiques » s'est avérée la plus performante dans nos essais (C. SCOTTO LA MASSESE, 1972) et la plus aisée à mettre en oeuvre.

Des populations de l'ordre de cinquante individus par gramme de sol réduisent la vigueur du bigaradier. Les infestations supérieures à deux cents individus ont une action dépressive plus marquée, qui se traduit par une détérioration du système racinaire, entraînant, à terme, une forte réduction de l'inoculum. C'est pourquoi la corrélation entre l'infestation et la vigueur est parfois difficile à mettre en évidence dans de vieux vergers par les techniques classiques de diagnose.

### CONSEQUENCES DU MODE DE RESISTANCE OPPOSEE PAR *PONCIRUS TRIFOLIATA* A *TYLENCHULUS SEMIPENETRANS*

La résistance résulte, pour une large part, de l'hypersensibilité des cellules du cortex au stimulus du ravageur.

\* - Station de Recherches sur les Nématodes INRA Centre de Recherches d'Antibes.

Ces cellules sont détruites et, de ce fait, l'évolution de la larve infestante est compromise et à terme l'inoculum pré-existant dans le sol est supprimé. Toutefois, si l'infestation est très élevée (cas de reconstitution de vergers) ou si elle est maintenue à un haut niveau par la présence d'un hôte favorable (cas de remplacement de manquants), les plants résistants subissent des dommages plus importants que les plants dits sensibles (C. SCOTTO LA MASSESE, 1977).

Il importe donc, dans le cas de reconstitution de sols infestés à l'aide de porte-greffe résistants, d'abaisser le taux d'inoculum avant la replantation. Il y a également intérêt à suivre le même procédé pour le remplacement de manquants par des plants greffés sur des porte-greffe résistants.

#### GAMME D'HOTES DES POPULATIONS FRANÇAISES DE *TYLENCHULUS SEMIPENETRANS*

Les travaux de SAUER (1962), NISHINO et al. (1966), BAINES et al. (1974), LAMBERTI et al. (1976) et O'BANNON et al. (1977), ayant révélé l'existence de biotypes dans les populations australiennes, japonaises, américaines et italiennes, dont certaines sont susceptibles d'attaquer la vigne, l'olivier et *Poncirus trifoliata*, il est apparu nécessaire d'étudier la gamme d'hôtes des populations des Alpes-maritimes et de Corse.

En 1974, deux séries de tests sur vigne et sur olivier ont montré que, comme celle testée par COHN (1965) en Israël, et contrairement à certaines origines (Australie, Californie), celle des Alpes-maritimes ne se reproduisait pas, ou de façon insignifiante, sur ces deux hôtes.

Cette précision tempère les craintes que l'on pouvait avoir dans l'éventualité où certains secteurs plantés en Citrus seraient reconvertis en vigne ou en olivier.

#### SENSIBILITE DE QUELQUES PORTE-GREFFE UTILISES OU SUSCEPTIBLES DE L'ETRE DANS L'EVENUALITE D'INTRODUCTIONS ACCIDENTELLES D'AUTRES AFFECTIONS DANS LE BASSIN MEDITERRANEEN

Cet objectif nous a conduit à mettre en place une série de tests destinés à préciser, dans un premier temps, les aptitudes d'hôtes de certains porte-greffe à l'égard de populations de l'Ouest méditerranéen. Les résultats en sont regroupés dans le tableau 1.

On y relève que cette population ne se multiplie pas sur *Poncirus trifoliata* et a un niveau négligeable sur *C. taïwanica* et mandarinier Sunki. Le meilleur hôte est le citrange Carrizo suivi par le bigaradier. A noter que le citrange Troyer apparaît également comme un très bon hôte du nématode, bien que les multiplications y soient moins actives que sur le bigaradier.

#### DEVELOPPEMENT DU CLEMENTINIER GREFFE SUR DIFFERENTS PORTE-GREFFE EN SOL NON INFESTE PAR *TYLENCHULUS SEMIPENETRANS*

Le clementinier étant apparu comme la variété susceptible de mieux rentabiliser les plantations faites en Corse, nous avons comparé le développement de ce clone lorsqu'il était greffé sur des porte-greffe différents, notamment par leur capacité d'hôte à l'égard de *T. semipenetrans*. Toutefois, pour isoler l'action du nématode sur les performances des arbres, ce verger a été installé dans un sol non infesté.

Les premiers résultats sont donnés dans le tableau 2.

La troisième année de plantation, seules les circonférences des porte-greffe diffèrent entre elles. La section de la variété greffée n'est pas encore influencée de façon significative. Dès 1973, le citrange Troyer présente la plus forte vigueur, mais ne se détache pas encore significativement des C. Carrizo, ni même des *C. taïwanica*.

TABLEAU 1 - Reproduction d'une population de *Tylenchulus semipenetrans* sur huit porte-greffe de Citrus (exprimée en nombre par g de radicelles).

	nombre de répétitions	♀	♂	l	$\omega$	total	test de Duncan
citrange Carrizo	30	28	3	120	892	1043	a
bigaradier	34	28	3	96	494	621	b
citrange Troyer	30	22	1	49	261	333	c
mandarinier Cléopâtre	25	5	(1) +	30	187	222	d
<i>Citrus volkameriana</i>	30	11	1	24	130	166	e
<i>Citrus taïwanica</i>	25	1	+	8	14	23	f
mandarinier Sunki	6	1	0	3	8	12	f
<i>Poncirus trifoliata</i>	30	+	+	+	+	+	g

(1) + > 1/g de radicelles.

TABLEAU 2 - Circonférences en mm des porte-greffe et greffons de clémentiniers plantés en mai 1970, dans un verger du Cap d'Antibes (Alpes-maritimes), non infesté par *Tylenchulus semipenetrans* (moyenne de huit répétitions).

	1973		1975	
	G	PG	G	PG
Carrizo	152,6 a	196,4 a	213,6 b	272,6 b
mandarinier Cléopâtre	149,8 a	156,2 b	209,8 b	212 c
Rubidoux	170,1 a	156,3 b	210,3 b	251,4 bc
<i>C. taiwanica</i>	133,7 a	189,1 a	160,4 c	214,1 c
bigaradier	145,4 a	164 b	185,1 bc	221,8 c
citranger Troyer	159,3 a	208 b	225,4 a	311,5 a

Deux années plus tard, si la supériorité du C. Troyer est nettement confirmée, suivi comme précédemment par les C. Carrizo, le classement des autres porte-greffe est profondément modifié. Seuls les Rubidoux se différencient par une meilleure croissance du bigaradier, du *C. taiwanica* et du mandarinier Cléopâtre.

Ce classement se retrouve à peu de choses près à l'examen des circonférences prises sur le clémentinier en 1975.

Ces résultats confirment la supériorité des citranges et notamment du C. Troyer, comme porte-greffe du clémentinier et ceci même en milieu non infesté par *T. semipenetrans*.

#### NUISIBILITE AU VERGER DE *T. SEMIPENETRANS* A L'EGARD DE QUELQUES COMBINAISONS PORTE-GREFFE - VARIETES

La recherche de combinaisons porte-greffe - variétés tolérantes aux affections et parasites importants dans la région de production a conduit à éprouver, dans un sol lourd d'Algérie, infesté par *T. semipenetrans*, trois porte-greffe présentant des aptitudes d'hôte différentes à l'égard de ce ravageur.

Le contrôle des résultats après douze années de culture est résumé dans le tableau 3.

TABLEAU 3 - Influence de trois porte-greffe sur la contamination par *T. semipenetrans* et sur la production d'une variété d'oranger et de clémentinier (moyennes de quatre répétitions) (extrait de C. SCOTTO LA MASSESE et al., 1975).

variétés	porte-greffe	rendement (kg/arbre)	infestation 1 + ♂ / g de sol
oranger Hamlin	bigaradier	98	61
	mandarinier Cléopâtre	80,5	54,5
	<i>Poncirus trifoliata</i>	126	0,225
clémentinier	bigaradier	31	97
	mandarinier Cléopâtre	14	137
	<i>Poncirus trifoliata</i>	78	0,325

On constate :

- que la population algérienne de ce verger ne se multiplie que d'une façon insignifiante sur *P. trifoliata*.
- que les rendements sont à une exception près en relation inverse avec l'infestation.
- que le greffon a une influence accusée sur l'importance de l'infestation du porte-greffe. Cette dernière notion est tout à fait nouvelle en nématologie fruitière, elle mérite d'être confirmée. Outre son intérêt fondamental, elle pourrait amener à modifier les programmes de tests de sensibilité des porte-greffe jusqu'ici réalisés uniquement sur des plants non greffés. Dans le cas présent le clémentinier paraît favoriser la multiplication du nématode sur les trois porte-greffe éprouvés.

#### INFLUENCE DES TECHNIQUES CULTURALES ET DES FUMURES SUR LA NEMATOFAUNE DES CITRUS

##### Mode d'entretien du sol.

L'analyse d'un verger expérimental de la Station d'Agronomie de Corse a révélé l'absence de contamination par *T. semipenetrans* des parcelles désherbées chimiquement (diuron plus bromacil) toute l'année, comme de celles où

une bande de sol de 2,80 m axée sur les lignes de plantation était maintenue propre par des applications répétées de paraquat plus diquat. Ces observations, encore mal expliquées, seraient de nature, si elles étaient confirmées, à orienter la lutte contre *T. semipenetrans* (C. SCOTTO LA MASSESE et al., 1973).

#### Effet de fortes fumures azotées.

Dans une parcelle expérimentale de clémentiniers greffés sur bigaradier, située en Algérie, des apports azotés très élevés ont éliminé presque totalement la forte infestation des arbres infestés. Ces doses excessives (300 g d'N/arbre et par année d'âge, soit 3.000 g d'N pour des arbres de dix ans), ne peuvent être recommandées, car elles ont des effets néfastes sur le développement de l'arbre, mais elles pourraient être apportées, une ou quelquefois dans la vie de l'arbre, au lieu et place des traitements nématicides appliqués sur des arbres en production dans certains pays, pour maintenir les populations à un faible niveau. Le mécanisme de l'action de ces apports azotés n'est pas élucidé, nous pensons, soit à l'accumulation des nitrites reconnues nématicides par plusieurs auteurs, soit à l'élévation au-dessus des valeurs supportées par les nématodes de la pression osmotique de la solution du sol par l'incorporation de l'engrais, soit encore à la phytotoxicité de tels apports sur le système racinaire des plantes.

Les doses plus faibles, 100 et 200 g/arbre par année d'âge, n'ont pas d'effet significatif sur la nématofaune (C. SCOTTO LA MASSESE et al., 1973).

#### AUTRES NEMATODES DONT L'INTRODUCTION EST A REDOUTER DANS LES PLANTATIONS CITRICOLES FRANÇAISES

Parmi les autres nématodes, dont la contamination est à craindre dans les zones citricoles françaises, *Radopholus*

*similis* ne paraît pas pouvoir s'installer dans les sols actuellement exploités beaucoup trop limoneux. *Hemicyclophora arenaria*, qui réduit la vigueur des arbres dans des secteurs très localisés de Californie, n'a jamais été décelé hors des Etats-Unis.

Parmi les *Pratylenchus*, plusieurs espèces occasionnent, en Floride notamment, d'importantes dépréciations des récoltes. Toutefois, *Pratylenchus coffeae*, *P. zaei* et *P. brachyurus* ont des exigences thermiques beaucoup plus élevées que celles que l'on rencontre en Corse.

Seul *P. vulnus*, quelquefois signalé sur Citrus, en Californie et en Italie, peut constituer un facteur de réduction de vigueur sous nos climats. Il existe déjà, sur de nombreux hôtes et notamment sur la plupart des amygdalées fruitières, le figuier, le noyer, le noisetier, le framboisier, etc., et sur rosier. Il est même combattu en vignoble en de nombreux pays. Sa pathogénie à l'égard du bigaradier a récemment été montrée par INSERRA et VOVLAS (1977). Jusqu'ici aucune analyse n'a révélé sa présence dans les plantations citricoles françaises, aussi convient-il de recommander la plus grande prudence aux pépiniéristes en particulier, dans le choix des productions qui précèdent l'élevage des Citrus.

#### CONCLUSION

Les travaux auxquels la Station de Recherches sur les Nématodes a participé ces dernières années traduit le souci d'étendre, à l'ensemble des zones agrumicoles méditerranéennes occidentales, les résultats obtenus dans les Alpes-maritimes, en Corse ou en Algérie. Les conditions de culture, les porte-greffe, les agents parasitaires y sont en effet communs et *Tylenchulus semipenetrans* y est partout répandu. Son importance risque de croître encore dans les années à venir lors de la reconstitution et parfois de la reconversion des vergers d'agrumes.

#### PUBLICATIONS RECENTES DE LA STATION DE RECHERCHES SUR LES NEMATODES CONCERNANT LES CITRUS

- DALMASSO (A.), MACARON (J.) et BERGE (J.B.). 1972.  
Modalités de la reproduction chez *Tylenchulus semipenetrans* COBB, 1913 et chez *Cacopaurus pestis* THORNE, 1943 (Nematoda : Criconelematoidea).  
*Nematologica*, 18, 2.
- MACARON (J.). 1972.  
Contribution à l'étude du nématode phytophage *Tylenchulus semipenetrans* COBB, 1913 (Nematoda : Tylenchida).  
*Thèse Doc. Etat Univ. Sci. Languedoc, Montpellier*, 8 juillet, 190 p.
- MACARON (J.). 1975.  
Variability of biometric characters in second stage larvae of Citrus nematode *Tylenchulus semipenetrans* COBB, 1913.  
*Nematol. Medit.*, 3, 1-9.

- MACARON (J.) et RITTER (M.). 1972.  
Inversion de sexe chez le nématode Tylenchide phytoparasite *Tylenchulus semipenetrans* COBB, 1913 (Nematoda : Tylenchida).  
*C.r. Acad. Sci. Paris*, 274, 2679-2682.
- MACARON (J.) et SCOTTO LA MASSESE (C.). 1974.  
Recherches sur les hôtes des populations françaises du nématode des Citrus.  
*Phytoma*, 254, 26-27.
- SCOTTO LA MASSESE (C.). 1962.  
The use of «Isopathological curves» for estimation of parasitic pathogenicity exemplified by *Tylenchulus semipenetrans* on Citrus.  
*XIe Int. Symp. Nematol. Reading*, 3-8 sept. 72, Abstr. 61-63.
- SCOTTO LA MASSESE (C.). 1977.  
Some aspects of host reaction by resistant Citrus rootstock

- (*Poncirus trifoliata*) to *Tylenchulus semipenetrans* infection.  
*Proceed. Int. Citrus Congres Orlando, USA (in press).*
- SCOTTO LA MASSESE (C.), CASSIN (J.) et BRUN (P.). 1973.  
 Effects of soil management on the presence of nematodes in Citrus trees.  
*Proceed. I. Int. Citrus Congres Murcia, Valencia, Spain, 408-409.*
- SCOTTO LA MASSESE (C.), VASSY (R.) et ZAOUCHI (H.). 1973.  
*Tylenchulus semipenetrans* eradication by nitrogen fertilisation in a clementine Orchard.  
*Nematol. Mediterr., I, 15-21.*
- SCOTTO LA MASSESE (C.), VASSY (R.) et ZAOUCHI (H.). 1975.  
 Influence de trois porte-greffe sur la production et l'infestation par *Tylenchulus semipenetrans* de deux variétés de Citrus en Algérie.  
*Nematol. Mediterr. III, 29-34.*

## TRAVAUX CITES OU EVOQUES DANS LE TEXTE

- BAINES (R.C.), CAMERON (J.W.) et SOOST (R.K.). 1974.  
 Four Biotypes of *Tylenchulus semipenetrans* in California identified and their importance in the development of resistant Citrus rootstocks.  
*J. Nematol., 6, 63-66.*
- BAINES (R.C.), MIYAKAWA (T.), CAMERON (J.W.) et SMALL (R.H.). 1969.  
 Infectivity of two biotypes of the Citrus nematode on Citrus and on some other hosts.  
*J. Nematol., 1, 150-159.*
- BAINES (R.C.), MIYAKAWA (T.) et SMALL (R.H.). 1967.  
 Biotypes of the Citrus nematode (*Tylenchulus semipenetrans*) and their effect on resistant rootstocks.  
*Nematologica, 13, 137 abst.*
- BAINES (R.C.), et THORNE (G.). 1952.  
 The olive tree as a host of Citrus nematode.  
*Phytopathology, 42, 77-78.*
- COHN (E.). 1965.  
 The development of the Citrus nematode on some of its hosts.  
*Nematologica, 11, 593-600.*
- INSERRA (R.N.) et VOVLAS (N.). 1977.  
 Effects of *Pratylenchus vulnus* on the growth of sour orange.  
*J. Nematol., 9, 154-157.*
- LAMBERTI (F.) et BAINES (R.C.). 1970.  
 Infectivity of three biotypes of the Citrus nematode (*Tylenchulus semipenetrans*) on two varieties of olive.  
*Plant Dis. Repr., 54, 717-718.*
- LAMBERTI (F.), VOVLAS (N.) et TIRRO (A.). 1974.  
 Infectivity and Pathogenicity of three italian populations of *Tylenchulus semipenetrans* COBB on different hosts.  
*Abstr. of the XIIe Int. Symp. of Nematology, 1-7 sept. 1974, Granada, Spain, 59.*
- LAMBERTI (F.), VOVLAS (N.) et TIRRO (A.). 1974.  
 Infectività e patogenicità di tre popolazioni di *Tylenchulus semipenetrans* COBB su differente ospiti.  
*Nematol. Medit., 4, 85-91.*
- NISHINO (M.), MARSUNAGA (Y.) et FURUHASHI (Y.). 1966.  
 Observations on Citrus nematode infection on *Poncirus trifoliata* rootstock in Shizuoki Nihon Skikubutsa Boeki Kyokai.  
*Jap. Plant. Prot. Assoc. Mimeograph, 9, 30-54.*
- SAUER, 1961.  
 Distribution of plant parasitic nematodes in irrigated vineyards at Merbein and Robinvale.  
*Aust. J. Exp. Agric. An. Husb., 2, 8-11.*



# Principaux résultats obtenus dans le domaine de la lutte biologique contre les homoptères fixes des Citrus (Aleurodes et Coccides) depuis 1974.

C. BENASSY, J.C. ONILLON et A. PANIS\*

Les travaux réalisés au cours de ces dernières années cherchent tous à fonder sur des bases rationnelles l'utilisation pratique de la lutte biologique. Les résultats obtenus en France tendent à se voir étendus à l'échelle internationale grâce à la coopération établie au sein du groupe de travail «Cochenilles et Aleurodes des agrumes» de l'O.I.B. avec divers pays agrumicoles, ceux de la Méditerranée notamment.

La lutte biologique, par acclimatation d'entomophages importés, constitue le thème général de toute l'activité. Ces études poursuivies pour chaque groupe d'homoptères concernés : Aleurodes, Cochenilles (Diaspines, Lécánines et Pseudococcines) le sont dans les trois voies complémentaires suivantes :

- Ecologie des ravageurs et méthodes d'estimation des populations ;
- Utilisation des entomophages ; écologie et élevage des entomophages ; méthodes de lâcher et de contrôle de leur efficacité ;
- Répercussion des traitements sur la faune auxiliaire associée : lutte intégrée.

## COCHENILLES

Les recherches entreprises à l'échelle du Bassin méditerranéen sur les différentes espèces économiques portent notamment sur *Lepidosaphes beckii* (NEWM.), *Saissetia oleae* (OLIV.) et *Planococcus citri* (RISSO).

Compte tenu de l'analyse méthodique de la répartition des ravageurs au niveau de la plante-hôte, le Citrus dont on suit l'évolution par l'étude quantitative de la dynamique des

populations menée par échantillonnages et dénombrements périodiques, met en évidence l'influence des principaux facteurs de mortalité.

C'est ainsi que dans les conditions locales de la Côte d'Azur sur bigaradier, *Lepidosaphes beckii* présente des populations relativement stables et numériquement limitées par suite de l'équilibre qui s'est établi entre l'évolution de la diaspine et celle de sa plante-hôte.

BENASSY (C.), FRANCO (E.) et ONILLON (J.). 1975. Utilisation en France d'*Aphytis lepidosaphes* COMP. (Chalcidien Aphelinidae) parasite spécifique de la cochenille virgule des Citrus (*Lepidosaphes beckii* NEWM.) I.- Evolution de la cochenille. *Fruits*, 30, 185-189.

En outre, les ennemis naturels indigènes font l'objet d'une étude suivie dans leurs rapports avec leur hôte, ces derniers pouvant être influencés par les phénomènes d'échange, également analysés chez *Saissetia oleae* notamment, entre milieux incultes et cultivés.

La multiplication des entomophages utilisés (*Aphytis lepidosaphes* contre *Lepidosaphes beckii*, *Metaphycus helvolus* et *Diversinervus elegans* contre *Saissetia oleae*) a réclamé d'une part, l'étude des quelques points précis de biologie générale que sont : la spécificité, le comportement, la ponte et le développement post-embryonnaire nécessaires à la mise en souche de l'espèce concernée et d'autre part, la recherche de leur production optimale dans les meilleures conditions de rendement et de prix de revient sur un hôte spécifique ou non.

Ces études ont ainsi contribué, dans le domaine des Lécánines en particulier :

\* Station de Zoologie et de Lutte biologique - B.P. 78-06602 ANTIBES.



- à la mise au point de l'élevage massif de *Saissetia oleae* pour la multiplication des chalcidiens strictement spécifiques,
- à l'amélioration du rendement des élevages massifs de *Coccus hesperidum*, hôte de substitution de *Saissetia oleae*,
- à l'utilisation en tant qu'hôte de remplacement de *Chloropulvinaria urbicola* COCK.

PANIS (A.) et MARRO (J.P.). 1977.

L'élevage massif de *Chloropulvinaria urbicola* (Homoptera, Coccoidea).

*Fruits*, 32, 599-606.

Dès l'introduction des entomophages en verger selon des modalités pratiques spécifiques à chaque cas, l'étude de la dynamique de leurs populations menée complémentaiement à celle de l'hôte, fournit les premiers éléments d'appréciation de leur efficacité.

Celle d'*Aphytis lepidosaphes* devait se dessiner dès l'automne qui suit son lâcher pour se confirmer l'année suivante et être complète deux ans plus tard, par suite de l'acclimatation définitive du parasite sur la Côte d'Azur.

BENASSY (C.), BIANCHI (H.) et FRANCO (E.). 1974.

Note sur l'introduction en France d'*Aphytis lepidosaphes* COMPT. (Hymenopt. Aphelinidae), parasite de la cochenille virgule des Citrus (*Lepidosaphes beckii* NEWM.) (Homopt. Diaspidinae).

*C.R. Acad. agric. France*, 60, 191-196.

BENASSY (C.), BIANCHI (H.) et FRANCO (F.). 1975.

Utilisation en France d'*Aphytis lepidosaphes* COMP. (Chalcidien Aphelinidae), parasite spécifique de la cochenille virgule des Citrus (*Lepidosaphes beckii* NEWM.). II.- Données préalables sur l'évolution du parasite.

*Fruits*, 30, 267-270.

BENASSY (C.). 1972.

Note sur l'acclimatation en France d'*Aphytis lepidosaphes* COMP. (Hymenoptera, Aphelinidae), parasite de *Lepidosaphes beckii* NEWM.

*Fruits*, 32, 432-437.

Au niveau de *Saissetia oleae*, *Metaphycus helvolus* est aujourd'hui définitivement adapté dans les vergers d'agrumes de Corse et des Alpes-maritimes.

PANIS (A.). 1974.

Modalités de dispersion de *Metaphycus helvolus* COMP. (Hymenoptera, Chalcidoidea, Encyrtidae) lâché en un point d'un verger d'agrumes.

*Bull. OILB/SROP*, 3, 131-134.

Quant au parasite *Diversinervus elegans*, les divers indices de bonne adaptation qu'il présente, devraient en faire un agent efficace à son tour dans le cadre d'un traitement

biologique.

Compte tenu de l'incidence possible de divers « pesticides » sur la faune entomophage associée aux cochenilles, l'étude de l'influence des traitements phytosanitaires sur les différents parasites introduits, permet actuellement une première tentative de mise au point d'une stratégie de lutte intégrée.

PANIS (A.), PETOLAT (P.) et DEVAUX (R.). 1977.

Essai d'application de la méthode des blocs à la mesure de l'action secondaire de pesticides sur les parasites de la cochenille noire des agrumes (Homoptera, Coccoidea, Coccidae).

*Fruits*, 32, 615-619.

BENASSY (C.), DEPORTES (L.), ONILLON (J.C.) et PANIS (A.). 1976.

Orientation vers la lutte intégrée en agrumiculture dans le Sud-est de la France.

*P.H.M. Revue Horticole*, 167, mai 1976.

## ALEURODES

Les travaux entrepris dans le Bassin méditerranéen portent sur les deux espèces importantes que sont *Aleurothrixus floccosus* MASK et *Dialeurodes citri* ASHM. Toutes les études poursuivies entrent dans l'un des trois thèmes de recherches précédemment définis.

Les méthodes d'estimation des densités numériques des stades embryonnaires et larvaires d'*Aleurothrixus floccosus* et de *Dialeurodes citri*, adoptées dans les pays où ces deux ravageurs sont présents et occasionnent de sérieux dommages, prennent en considération l'évolution phénologique de la plante-hôte.

Basées sur le calcul des densités numériques par unité de surface étalon, elles permettent de suivre l'évolution qualitative et quantitative de la population, dans le temps, de quantifier la nature et l'importance des phénomènes de régulation avant l'introduction d'un entomophage.

ONILLON (J.C.), ONILLON (J.) et BRUN (P.). 1975.

Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'Homoptères inféodés aux agrumes.

II.3.- Premières observations sur l'évolution comparée des populations de *Dialeurodes citri* ASHM. (Hompt., Aleurodidae) en Corse et dans le Sud-est de la France.

*Fruits*, 30 (3), 167-172.

Des trois parasites spécifiques d'*Aleurothrixus floccosus* testés en laboratoire en vue de leur introduction ultérieure, *Amitus spiniferus* BRETHES, *Eretmocerus paulistus* HEMP. et *Cales noacki* HOW., seul ce dernier a présenté une rusticité et des particularités bio-écologiques intéressantes pour faire l'objet d'un lâcher.

L'efficacité spectaculaire de *Cales noacki* due à son acclimatation immédiate dès son introduction dans les Alpes-maritimes, devait se confirmer dans les pays de la Méditerranée occidentale où *A. floccosus* était présent.

ONILLON (J.C.) et ONILLON (J.). 1974.

Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'Homoptères inféodés aux agrumes.

III.2.- Modalités de la dispersion de *Cales noacki* HOW. (Hyménopt., Aphelinidae), parasite d'*Aleurothrixus floccosus* MASK. (Homopt., Aleurodidae).

*Bull. OILB/SROP*, 3, 51-66.

ONILLON (J.C.). 1975.

Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'Homoptères inféodés aux agrumes.

V.3.- Evolution des populations d'*A. floccosus* (Homopt., Aleurodidae), pendant les trois années suivant l'introduction de *Cales noacki* (Hyménopt., Aphelinidae).

*Fruits*, 30, 237-245.

L'équilibre entre *A. floccosus* et *C. noacki* se réalise sur deux années en fonction des densités numériques des deux antagonistes, elles-mêmes fonction de la surface foliaire disponible offerte par la plante-hôte lors des différentes poussées de sève, du potentiel biotique du ravageur et de son parasite, de la nature et de l'importance des facteurs de régulation qui interviennent en cours de saison.

ONILLON (J.C.), EVRARD (J.P.) et ABBASSI (M.). 1977

Sur quelques éléments du potentiel biotique d'*A. floccosus* (Homopt., Aleurodidae) à température constante.

*Fruits* (à paraître).

ONILLON (J.C.), ONILLON (J.), FRANCO (E.), et

RODOLPHE (F.). 1978.

Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'Homoptères inféodés aux agrumes.

I.3. Simulation de la croissance foliaire des éléments de la frondaison du bigaradier.

*Ann. Zool. Ecol. Anim.*, 2 (sous presse).

Les études entreprises sur l'évolution de l'association Citrus-Aleurodes (*A. floccosus* et *D. citri*) avant, pendant et après l'introduction d'un agent de régulation biologique très efficace, vont permettre d'aborder la simulation des divers phénomènes observés dans la dynamique des populations de ces ravageurs, prélude à l'établissement de modèles prévisionnels.

Leur existence prochaine permet d'envisager dans les années futures l'emploi efficace de programmes intégrés de lutte.

L'expérience acquise ces dernières années dans la résolution de problèmes posés par les pullulations de différents homoptères fixes des agrumes, offre maintenant la possibilité d'entreprendre rapidement l'étude de tout problème similaire.

Pour pouvoir les résoudre cependant avec efficacité, une coopération internationale active est indispensable afin de promouvoir une politique de prospection et d'introduction diversifiées susceptibles de tester le plus grand nombre d'entomophages.

Cette plus grande diversité dans l'éventail de l'agent utilisable permettra de valoriser l'ensemble des études de population et de déboucher plus rapidement sur une stratégie de gestion d'un agroécosystème.



# Ravageurs animaux en agrumiculture : évolution de la situation en Corse depuis 1974.

**P. BRUN\***

Le verger agrumicole corse s'étend actuellement sur 3.500 hectares et le clémentinier y occupe une place prépondérante. Ces plantations sont dans l'ensemble jeunes mais certains vergers arrivent à l'âge de pleine production ; les problèmes phytosanitaires rencontrés dans ces deux types de vergers sont différents dans leur approche.

Pour les jeunes vergers, une des préoccupations réside dans les attaques de pucerons qu'il faut combattre afin de permettre à l'arbre de développer un système normal de ramifications. Dans les vergers plus âgés qui entrent en production, l'attention de l'agrumiculteur se reporte sur la manière à éviter que les fruits ne soient dépréciés par les attaques de ravageurs.

## RAVAGEURS ANIMAUX : PRINCIPALES ESPECES NUISIBLES AUX AGRUMES EN CORSE

### Cochenilles :

*Saissetia oleae* BERN. cochenille noire de l'olivier.  
*Ceroplastes sinensis* d. G. cochenille chinoise  
*Coccus hesperidum* L. cochenille plate  
*Lepidosaphes beckii* NEWM. cochenille virgule.  
*Lepidosaphes gloverii* PACK. cochenille serpette.  
*Icerya purchasi* MASK. cochenille australienne.

### Pucerons :

*Aphis spiraecola* PATCH. puceron.  
*Toxoptera auranti* B. de F. puceron noir.

### Aleurodes :

*Dialeurodes citri* RIL. et HOW. mouche blanche.  
*Aleurothrixus floccosus* MASK. mouche blanche floconneuse.

### Cicadelles :

*Empoasca vitis* GOETHE cicadelle verte.

### Acariens :

*Aceria sheldoni* EW. acarien des bourgeons.

## EVOLUTION DE LA SITUATION DEPUIS 1974

### Ravageurs susceptibles de causer de la fumagine : cochenilles, aleurodes.

Il se confirme que, parmi les différents ravageurs, ceux qui occasionnent de la fumagine sont les plus nuisibles sur clémentinier. En effet, les cochenilles qui se fixent sur fruits (cochenille virgule et cochenille serpette) ne se trouvent pas dans les jeunes vergers ; dans les vergers adultes, il faut négliger pendant plusieurs années les soins de conduite (taille et traitements chimiques) pour voir ces espèces s'installer et causer des dégâts à la récolte.

Par contre, l'installation de ravageurs tels que *Saissetia*, *Ceroplastes*, *Coccus*, *Dialeurodes*, *Aleurothrixus*, s'effectue très rapidement dans les jeunes vergers, ou bien ils peuvent atteindre rapidement de hauts niveaux de population sur des arbres adultes. Ces ravageurs émettent un abondant miellat sur lequel se développe la fumagine.

Du fait de la biologie des insectes et des conditions météorologiques générales ou au niveau du micro-climat à l'intérieur du verger durant l'automne et le début de l'hiver, cette fumagine se développe sur le feuillage et les fruits en cours de grossissement où à l'approche de la récolte. Ces attaques prennent souvent un caractère explosif et généralisé. L'agrumiculteur qui n'a pas décelé à temps la présence des ravageurs verra une partie de sa récolte déclassée du fait de la difficulté à faire disparaître cette fumagine sur fruits après récolte. Le traitement en station de conditionnement

\* - INRA - Station de Recherches agronomiques de Corse.

nécessite de récolter les fruits sans feuilles pour les passer dans la chaîne trempage - brossage - ressuyage, ce qui représente alors une moins-value de la récolte.

Concernant les aleurodes, on constate que les populations de *Dialeurodes citri* sont en augmentation et créent de sérieux problèmes de fumagine dans certains secteurs qui sont abrités avec un micro-climat plus humide et dans des vergers très touffus, du fait de l'absence de taille ou d'une taille trop légère. L'aleurode floconneux, *Aleurothrixus floccosus*, après s'être répandu sur toute la côte occidentale dans de petits vergers ou sur des agrumes isolés, a gagné la côte orientale par le nord (région de Bastia) et s'est répandu vers le sud. Dans l'année 1978 toute cette côte sera gagnée par l'aleurode avec des niveaux de population variables suivant la date d'infestation.

#### Autres ravageurs : pucerons, cicadelles.

Pour les pucerons, les intensités d'attaques sont variables suivant les années et les secteurs. Les attaques sont toujours plus sévères dans les jeunes plantations où il est nécessaire d'assurer une protection plus rigoureuse.

Lorsque les arbres approchent de l'âge adulte, l'importance des attaques est relativement plus faible, excepté dans des cas très particuliers. Les arbres ont alors une masse annuelle de végétation très importante et l'impact des pucerons sur ce jeune feuillage n'a pas de répercussions sur la récolte ou sur la végétation de l'année suivante.

Depuis 1973 on assiste à une augmentation très sensible des niveaux de population d'une cicadelle verte : *Empoasca vitis*. Cet insecte polyphage, normalement inféodé à la vigne durant le printemps et l'été, passe l'hiver à l'état adulte dans des endroits abrités. En fin d'été, lors de la vendange puis de la chute des feuilles à l'automne, on assiste à une colonisation progressive, parfois massive des vergers d'agrumes. Du fait de la proximité de ces deux types de cultures au nord de la côte orientale (régions de Marana et Casinca), les dégâts sont surtout accusés dans cette région.

Ces dégâts sont visibles sur fruits en septembre-octobre et sont très voisins des atteintes d'oléocellose : taches de forme variable, de couleur orangé clair pouvant devenir brunâtres, et légèrement déprimées du fait que les cellules épidermiques entre les glandes à huile sont nécrosées.

### LUTTE CHIMIQUE ET LUTTE BIOLOGIQUE

Actuellement, la protection contre les différents ravageurs est assurée par la lutte chimique dans les vergers. Certains agrumiculteurs ont pris conscience des problèmes posés par l'emploi répété et généralisé de pesticides. Ils recourent alors à des produits spécifiques ou traitent en fonction des avertissements s'ils estiment que le ravageur considéré est

susceptible de présenter un risque économique pour la récolte à venir.

La protection phytosanitaire vis-à-vis des cochenilles est assurée par des pulvérisations à fort volume dans le courant de l'été, dirigées contre les jeunes larves après la période d'éclosion. Ces traitements, correctement réalisés avec des produits tels que les huiles blanches d'été, sont suffisants pour maintenir les différentes espèces à un niveau très bas.

L'utilisation d'un insecticide ou du mélange huile blanche d'été et insecticide est également répandue.

Une deuxième période de traitement des cochenilles peut se situer en début d'année après la taille et avant le départ en végétation. Ce traitement correctif est réalisé si l'on a observé de la fumagine sur fruits lors de la récolte. A cette période de l'année, on bénéficie d'une meilleure pénétration de la bouillie dans les arbres qui viennent d'être taillés et l'on se trouve au départ de la végétation de l'arbre et de la reprise d'évolution des larves après l'hiver.

Les attaques de pucerons sont combattues avec des produits polyvalents ou des aphicides spécifiques. Avec le vieillissement progressif du verger, on assiste à une diminution de la fréquence des traitements dirigés contre les pucerons sur ces arbres âgés.

La lutte contre les aleurodes, et en particulier contre *Dialeurodes citri*, pose encore des problèmes car ce ravageur présente plusieurs générations dans l'année et les larves sont toutes situées à la face inférieure des feuilles, et plus difficiles à atteindre. Le traitement dirigé contre les jeunes larves de la première génération en fin de printemps est très important car c'est la seule période de l'année où toute la population évolue de façon synchrone. Plus tard en saison, les divers stades sont présents en même temps, ce qui rend la lutte plus délicate.

La cicadelle verte est un ravageur qui se porte sur les fruits durant les deux mois précédant la récolte. Si les premières attaques peuvent être combattues avec des produits ayant un effet de choc et une longue rémanence, on est obligé d'intervenir ensuite avec des produits plus fugaces du fait de la proximité de la cueillette.

L'utilisation de micro-hyménoptères parasites qui ont été introduits en Corse après multiplication à la Station de Lutte biologique d'Antibes et l'insectarium de Valbonne permet d'avancer vers l'application pratique de la lutte intégrée. Il s'agit de : *Aphytis lepidosaphes* COMP. pour lutter contre la cochenille virgule, *Metaphycus helvolus* COMP. destiné à combattre la cochenille noire de l'olivier, *Cales noacki* HOW. pour lutter contre la mouche blanche floconneuse des agrumes, *Aphytis melinus* de BACH contre le pou rouge.

L'action la plus complète parmi ces parasites vient de

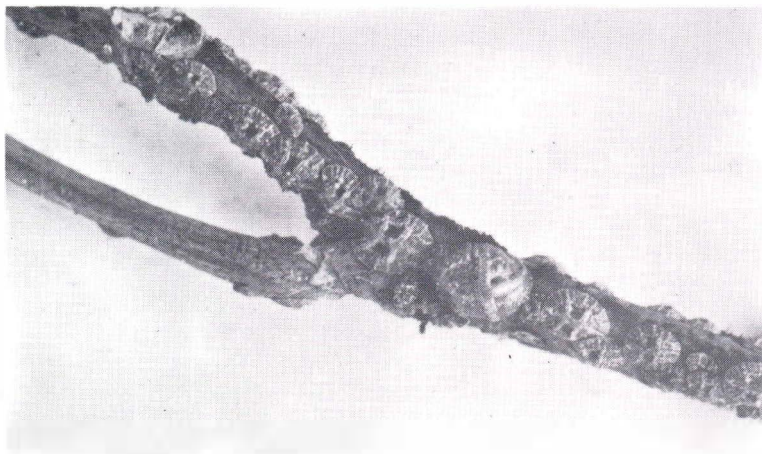


Photo 1. *Saissetia oleae* BERN. Infestation sur rameau.

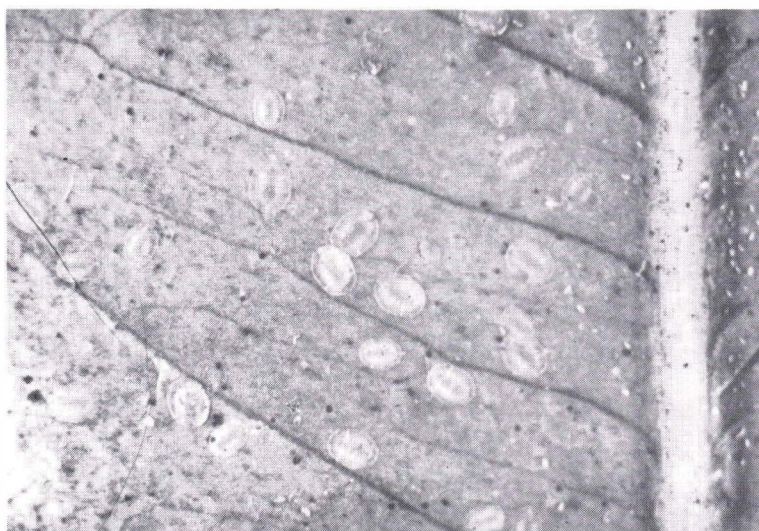


Photo 2. *Dialeurodes citri* ASHM. Larves à la face inférieure d'une feuille de citronnier.



Photo 3. *Empoasca vitis* G. Dégâts sur oranger 'Valencia late'.

*Cales noacki* qui permet d'obtenir une régulation très efficace de l'aleurode et qui suit de très près la progression du ravageur le long de la côte orientale.

#### ESSAI LUTTE BIOLOGIQUE - LUTTE INTEGREE

En 1973 a été mis en place à la S.R.A. un essai qui a pour but de vérifier l'existence d'un rapport entre les fluctuations numériques des homoptères fixés (cochenilles, pucerons, aleurodes) et l'intensité des doses de fumure. Cet essai doit également permettre de définir pratiquement le seuil de sensibilité pour ces ravageurs.

Le relevé des populations dans cette parcelle a permis de

voir comment se réalise la contamination d'un jeune verger en l'absence de traitements insecticides. Il apparaît que le principal ravageur qui s'installe et se dissémine dès les premières années est la cochenille noire de l'olivier *Saissetia oleae* suivi de l'aleurode *Dialeurodes citri*. Nous retrouvons donc deux des espèces susceptibles d'amener une fumagine intense sur les arbres. La récolte de la quatrième année est déjà fortement atteinte par la fumagine : 80 p. 100 des arbres récoltés portent des fruits présentant des attaques de fumagine plus ou moins intenses.

Dans cette parcelle des observations phénologiques sont effectuées en vue de connaître la répercussion de la fumure sur la végétation de l'arbre qui sera mise également en rapport avec le devenir des populations des divers ravageurs.

#### BIBLIOGRAPHIE

BRUN (P.). 1973.

Les ravageurs animaux et les moyens de lutte en agrumiculture.  
*Bull. SO.MI.VAC*, 68, (3), 87-93.

BRUN (P.).

Étude des ravageurs des agrumes et de leurs rapports avec la physiologie de la plante et les techniques culturales.  
*Doc. INRA - Descriptions d'opérations de recherches 1971 à 1974.*

ONILLON (J.C.), FRANCO (E.) et BRUN (P.). 1975.

Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'homoptères inféodés aux agrumes. II.3.- Premières observations sur l'évolution comparée des populations de *Dialeurodes citri* ASHM. (Homopt., Aleurodidae) en Corse et dans le Sud-est de la France.  
*Fruits*, 30, (3), 167-172.



# Recherches conduites sur les aphides en liaison avec l'agrumiculture.

F. LECLANT\*

L'étude de l'aphidofaune française a permis de reconnaître onze espèces de pucerons vivant régulièrement sur Citrus mais avec une fréquence variable :

*Aphis arbuti* FERR.  
*A. citricola* V.D. GOOT  
*A. craccivora* KOCH  
*A. fabae* SCOP.  
*A. gossypii* GLOV.  
*Aulacorthum solani* KLTB.  
*Brachycaudus cardui* L.  
*B. helichrysi* KLTB.  
*Macrosiphum euphorbiae* THOMAS  
*Myzus persicae* SULZ.  
*Toxoptera aurantii* B. de F.

Aucune de ces espèces n'est véritablement inféodée aux Citrus, la plupart d'entre elles possédant même le plus large spectre d'hôtes connu chez les Aphides. En fait, deux espèces seulement se montrent particulièrement nuisibles : *A. citricola* surtout, le puceron vert, et *T. aurantii*, le puceron noir, à un degré moindre.

Les recherches poursuivies se sont placées plus spécialement au niveau de la biocénose du verger et des milieux spontanés avoisinants, afin d'approfondir nos connaissances sur les processus naturels de régulation des populations sous l'action des auxiliaires aphidiphages.

La plupart des ennemis naturels des pucerons, notamment les Hyménoptères Aphidiides que nous avons plus particulièrement travaillés, ne manifestent pas une spécificité stricte vis-à-vis de leurs hôtes ou de leurs proies. Aussi l'incidence de ces auxiliaires sur la dynamique de la popula-

tion des Aphides nuisibles sur Citrus est-elle la conséquence de leur intense multiplication aux dépens d'espèces qui pullulent sur certaines plantes spontanées, d'où des études sur la faune aphidiidienne (STARÝ, LECLANT et LYON, 1975). Par ailleurs l'infestation d'une plante cultivée par un puceron nuisible est souvent la conséquence d'une pullulation de ce même puceron sur une plante spontanée, d'où des études sur la faune aphidiidienne particulièrement importante puisque, comme nous l'avons dit, les pucerons des Citrus sont essentiellement des espèces polyphages (LECLANT, 1978 ; LECLANT, STARÝ et LYON, 1979).

Enfin, ces bases étant établies, il était intéressant de renforcer le potentiel même de la biocénose en tentant l'introduction d'un Hyménoptère Aphidiide, *Lysiphlebus testaceipes* CRESSON (STARÝ, LYON et LECLANT, 1979), qui avait donné de bons résultats dans d'autres régions agrumicoles. Cette introduction a été réalisée en 1973-74, mais il convient d'attendre encore un ou deux ans avant de pouvoir juger avec certitude de l'implantation de ce parasite dans les régions agrumicoles françaises.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

- LECLANT (F.). 1978.  
 Etude bioécologique des Aphides de la région méditerranéenne. Implications agronomiques.  
 Thèse de Doctorat, Université de Montpellier, 318 p. plus XLIII
- LECLANT (F.), STARÝ (P.) et LYON (J.P.). 1979.  
 Aphidiides et Aphides (Hom.) de Corse.  
 II. Les Aphides (en préparation).
- STARÝ (P.), LECLANT (F.) et LYON (J.P.). 1975.  
 Aphidiides et Aphides (Hom.) de Corse. Les Aphidiides.  
 Ann. soc. entomol. Fr. (N.S.), 11, 745-762.
- STARÝ (P.), LYON (J.P.) et LECLANT (F.). 1979.  
 Essai de lutte biologique contre les Aphides (Hom.) des Citrus en France méditerranéenne (Hym. Aphidiidae).  
 (en préparation).

\* - Laboratoire de Zoologie, INRA, Ecole nationale supérieure agronomique - 34060 MONTPELLIER Cedex

## Les recherches entomologiques en agrumiculture à l'IRFA.

A VILARDEBÓ\*

L'inventaire des espèces, insectes et acariciens, inféodés aux Citrus dans les pays où l'IRFA intervient, ne font apparaître aucun problème spécifique de ces régions. Comme par ailleurs les recherches entomologiques effectuées dans le monde font l'objet de publications scientifiques disponibles, contrairement à celles réalisées en culture d'ananas ou de bananier, les problèmes entomologiques qui peuvent exister sont résolus par extrapolation des connaissances acquises ailleurs.

Les acariens *Phyllocoptruta oleivora* et *Hermitarsanemus latus* sont certainement ceux dont la lutte présente les plus grandes difficultés tout au moins dans certains pays.

C'est le cas en Guadeloupe à la Station de Neufchâteau où la prolifération de ce ravageur est intense. Certes la climatologie lui est très favorable mais il y a aussi le fait que les traitements manquent d'efficacité, soit à cause des pluies, soit par manque d'action des acaricides employés. Plusieurs d'entre eux ont été expérimentés sans résultat positif. Le soufre semble pouvoir être appliqué car les risques de phytotoxicité paraissent être bien moindres que ceux présentés dans la littérature américaine.

Contre *Phyllocoptruta oleivora* les traitements présentent une assez bonne efficacité mais dans certaines zones la prolifération est si intense que les applications de pesticides doivent être répétées fréquemment.

Les cochenilles diaspines n'ont pas en zone tropicale humide les mêmes incidences qu'en zone plus tempérée

comme le bassin méditerranéen. Les saisons de pluviosité intense sont doublement défavorables. Non seulement elles ne permettent pas la prolifération du ravageur mais en outre favorisent le développement de champignons parasites qui réduisent fortement les populations présentes à la fin de la saison sèche. Une ou deux applications par an d'un mélange huile plus ester phosphoré suffisent à maintenir ces ravageurs à un très faible niveau.

Ces ravageurs ont plus d'importance en zone sahélienne où les périodes favorables à la prolifération sont plus longues.

Les pucerons se développent dès qu'il y a une poussée végétative. Outre le fait que certaines espèces sont vectrices du virus de la tristezza, les attaques peuvent perturber fortement la croissance végétative. Les conséquences de ces attaques sont d'autant plus importantes que les arbres sont jeunes.

Les mouches des fruits ne sont pas présentes dans les zones intertropicales. Elles sont un grave problème à l'île de la Réunion, tout comme le problème aleurode et psylle que l'on ne retrouve pas non plus dans les pays de la ceinture intertropicale (J. ETIENNE, A. VILARDEBÓ, 1978) (voir plus loin).

Les attaques de Lépidoptères sont minimales. *Papilio demodocus* peut occasionner des dommages en pépinières mais non aux arbres en place dans les vergers. Les attaques de *Phyllocnistis citrella* sont plus spectaculaires que néfastes. Il semble que l'on ait attribué dans le monde agrumicole beaucoup plus d'importance économique à ce ravageur qu'il en a réellement.

\* - IRFA - B.P. 5035 - 34032 MONTPELLIER Cedex



# La lutte biologique à la Réunion.

**J. BRÉNIÈRE\***

Les trois études qui vont suivre ont pour auteur ou co-auteur J. ETIENNE dont il convient ici de situer pour le lecteur la carrière et le cadre de ses recherches.

Dès les années 1950, les entomologistes de «l'Institut de Recherches agronomiques de Madagascar» s'étaient orientés vers la lutte biologique contre le foreur de la canne à sucre, en étudiant ses parasites, notamment les trichogrammes et en introduisant dans la grande île plusieurs entomophages.

Lors de la création de la cellule réunionnaise de l'IRAT ce même problème se posait et un programme à moyen et long terme était décidé.

L'insularité de la Réunion et la faiblesse du parasitisme naturel des insectes nuisibles, souvent eux-mêmes d'introduction récente, militaient en faveur de la création d'un laboratoire orienté essentiellement sur la lutte biologique par introduction d'entomophages.

En 1965, J. ETIENNE arrive à la Réunion dès l'achèvement de ce laboratoire, alors qu'une importante opération d'introduction de la tachinaire indonésienne, parasite du foreur de la canne, se trouvait engagée depuis un an à Madagascar.

Il est donc appelé à entreprendre et perfectionner l'élevage de la tachinaire ; il la multiplie en grand nombre et procède pendant plusieurs années à des lâchers abondants sur des biotopes variés. La tachinaire cependant ne peut s'implanter, pas plus qu'à Madagascar ; le climat réunionnais ne lui étant pas suffisamment favorable.

Cependant, la lutte biologique contre les foreurs de la canne à sucre et du maïs prend forme : ETIENNE reprend l'élevage de la tachinaire américaine *Lixophaga diatreac*

dont l'intérêt dépasse largement le cadre réunionnais. Il améliore la technique en adoptant un hôte de remplacement qui permet sa multiplication massive, méthode qui est utilisable dans la lutte contre *Diatraea saccharalis* le foreur de la canne à sucre en Amérique centrale.

Il procède à cette occasion à des observations originales sur les capacités adaptatives de cette tachinaire au changement d'hôtes.

Il y a, à la Réunion, sept espèces de mouches Trypetides nuisibles aux fruits et aux légumes.

La lutte biologique est une solution à envisager. ETIENNE en aborde l'étude : inventaire des espèces et relations avec leurs plantes hôtes, biologie, mise au point et standardisation des élevages de masse. De nombreux parasites sont introduits, leurs affinités à l'égard de chaque espèce sont définies. Ces travaux au laboratoire sont complétés par l'étude de la répartition des mouches des fruits dont la diversité des plantes hôtes s'ajoute à la complexité du problème.

Plus récemment, en étroite relation avec l'IRFA, ETIENNE entreprend la lutte biologique contre les psylles vecteurs des agrumes et contre l'aleurode du Citrus. Dans les deux cas, le succès est au bout de l'effort ; ETIENNE nous l'explique dans les articles qui vont suivre.

Le laboratoire de lutte biologique de l'IRAT/Réunion a donc, depuis sa création, pris progressivement une ampleur qui l'a fait connaître dans le département et, au delà, dans le monde de la lutte biologique.

Seul laboratoire du GERDAT outre-mer orienté spécifiquement sur l'exploitation des entomophages, il permet de développer des études biologiques, de procéder à la mise au point d'élevages d'hôtes et de leurs parasites et de réaliser leur multiplication à l'échelle opérationnelle.

\* - Chef de la Division de la Défense des Cultures de l'IRAT Montpellier.

L'IRAT qui a opté de longue date pour le développement de la lutte biologique et intégrée poursuit dans son laboratoire d'entomologie de Montpellier l'étude de plusieurs entomophages des foreurs des graminées.

Avec la contribution de son laboratoire d'entomologie de

la Réunion, il dispose d'un ensemble de moyens qui lui permettent d'entreprendre à une échelle très satisfaisante des opérations d'introductions d'entomophages et les recherches biologiques connexes concernant les ravageurs des cultures vivrières tropicales.



# Notes sur les principaux ravageurs des agrumes de l'île de la Réunion.

J. ÉTIENNE et A. VILARDEBÓ\*

## INTRODUCTION

En 1960, RIVALS signalait que les agrumes ne faisaient pas l'objet d'une culture importante à la Réunion. Depuis lors les travaux de la Direction départementale de l'Agriculture (DAVID et FOULON, 1967), puis plus récemment ceux de l'IRFA (AUBERT et LICHOU, 1974) ont mis en évidence les possibilités agrumicoles du département et ont ainsi contribué à la relance de cette culture.

Une intensification de la production agrumicole ne pouvait se concevoir sans tenir compte des problèmes des ravageurs associés à cette culture et c'est pourquoi il a paru nécessaire de mieux les connaître afin d'être plus à même de les combattre.

Un premier aperçu de ces ravageurs avait été donné par LUZIAU (1953) puis complété par PLENET (1965).

Des missions effectuées localement par divers spécialistes ont contribué à améliorer également nos connaissances dans ce domaine (VILARDEBÓ, 1970 ; CATLING, 1972). Nous avons ajouté également dans la liste des ravageurs mentionnés ci-après, ceux que nous avons eu l'occasion de relever lors des collectes systématiques que nous effectuons depuis plusieurs années sur l'ensemble des plantes cultivées du département.

## ACARIENS ET INSECTES NUISIBLES AUX AGRUMES

### Acariens.

- Eriophyidae : *Phyllocoptruta oleivora* (ASHMEAD)  
 Tarsonemidae : *Hemitarsonemus latus* BANKS

- Tenuipalpidae : *Brevipalpus phoenicis* (GEIJSKES)  
*Brevipalpus californicus* (BANKS)  
 Tetranychidae : *Tetranychus urticae* (KOCH)

### Coléoptères.

- Cureulionidae : *Cratopus frappieri* DEYROLLE  
*Cratopus humeralis* BOH.  
*Cratopus scapularis* DEYROLLE  
*Cratopus somptuosus* BOH.

### Diptères.

- Trypetidae : *Ceratitis capitata* (WIEDEMANN)  
*Ceratitis rosa* (KARSCH)

### Hemiptères.

- Aleurodidae : *Dialcurologa simplex* TAKAHASHI  
*Aleurothrixus floccosus* (MASKELL)  
 Aphididae : *Aphis gossypii* GLOVER  
*Macrosiphum euphorbiae* THOMAS  
*Myzus persicae* (SULZER)  
*Toxoptera aurantii* (BOYER de FONSCOLOMBE)  
*Aphis citricidus* (KIRKALDY)  
 Miridae : *Taylorilygus palus* (TAYLOR)  
 Psyllidae : *Diaphorina citri* KUWANA  
*Trioza erytrae* (DEL GUERCIO)  
 Coccidae : *Cerostegia floridensis* (COMSTOCK)  
*Ceroplastes sinensis* DEL GUERCIO  
*Coccus viridis* (GREEN)  
*Coccus hesperidum* L.  
*Saissetia oleae* BERNARD  
*Saissetia hemisphaerica* TARGIONI - TOZZETTI  
 Diaspididae : *Aonidiella aurantii* (MASKELL)  
*Aulacaspis cinnamomi* (NEWSTEAD)  
*Chrysomphalus aonidium* (L.)  
*Chrysomphalus dictyospermi* (MORGAN)

\* - J. ÉTIENNE - IRAT Réunion - 97487 Saint-Denis Cedex  
 (Île de la Réunion).

A. VILARDEBÓ - IRFA - B.P. 5035 - 34032 Montpellier Cedex

*Chrysomphalus ficus* (ASHMEAD)  
*Lepidosaphes beckii* NEWMAN  
*Lepidosaphes glowerii* PACKARD  
*Parlatoria pittospori* MASKELL  
*Pseudaonidia trilobitiformis* GREEN  
*Selenaspis articulatus* (MORGAN)

Ortheziidae : *Icerya seychellarum* (WESTWOOD)

Pseudococcidae : *Planococcus citri* (RISSO)

*Pseudococcus adonidum* (L.)

#### Lépidoptères.

Hyponomeutidae *Prays citri* MILLIERE

Noctuidae : *Agrotis ipsilon* (HUFNAGEL)

Papilionidae : *Papilio demodocus* ESPER

*Papilio phorbanta* L.

Pyralidae : *Cryptoblabes gnidiella* MILLIERE

Tortricidae : *Cryptophlebis leucotreta* (MEYRICK)

#### Orthoptères.

Phaneropteridae : *Vossia* sp.

#### Trysanoptères.

Thripidae : *Scirtothrips aurantii* FAURE.

Cette liste, bien qu'incomplète, donne cependant une idée assez bonne de l'entomofaune nuisible des agrumes à la Réunion. Parmi les ravageurs cités, seuls ceux qui ont fait l'objet d'observations seront mentionnés. Il s'agit le plus souvent d'arthropodes qui présentent un intérêt du fait de l'importance des dégâts qu'ils peuvent occasionner aux agrumes.

C'est ainsi que dans le groupe des acariens, *P. oleivora* semble être l'espèce la plus nuisible par suite des dépréciations qu'ils peuvent occasionner au niveau de la présentation des fruits en altérant leur zeste. Cet acarien piriforme et jaunâtre vit, en effet, en colonie sur les fruits et provoque des plages plus ou moins étendues, liégeuses et gris argent chez le citronnier, brun-rougeâtre chez l'oranger et le mandarinier, qui nuisent à la commercialisation de ces fruits.

À la Réunion les dégâts de cet acarien sont extrêmement variables selon les vergers et selon les années. Il serait nécessaire d'assurer une surveillance suivie, pendant la période de développement des fruits des vergers habituellement infestés, pour pouvoir déterminer les périodes d'intervention les plus efficaces.

Actuellement peu de coléoptères semblent nuisibles aux agrumes ; toutefois *C. angustatus* apparaît sporadiquement et peut provoquer parfois d'importantes déformations notamment dans les plantations des Hauts de l'île.

Parmi les diptères, deux espèces peuvent être nuisibles aux agrumes. Il s'agit essentiellement du *C. capitata* et *C.*

*rosa* (ETIENNE, 1972). Toutefois les dégâts en vergers d'agrumes paraissent moins graves comparés à ceux observés sur d'autres cultures (mangues, pêches). Les variétés d'agrumes à peau mince sont généralement plus attaquées. Cependant les dégâts de ces mouches peuvent être limités si certaines règles sont appliquées. Celles-ci consistent notamment à éliminer dans le verger les arbustes susceptibles de permettre le développement de ces mouches tels les caféiers (*Coffea arabica*), coing de Chine (*Diospyros kaki*), brède martin (*Solanum nigrum*), la goyave (*Psidium guajava*), etc., qui constituent des foyers d'infestation permanents. Par ailleurs, dès l'entrée en production du verger il est vivement recommandé de mettre en place des pièges pour mouches des fruits. Ceux-ci appâtés avec des attractifs sexuels (Trimed-lure) sont d'une utilisation pratique. Grâce à des relevés fréquents tous les deux jours, il est possible de déterminer le début de l'infestation d'un verger par les «mouches des fruits» et donc d'entreprendre au moment le plus favorable des traitements sélectifs (insecticides plus attractifs alimentaires). Ces mesures, pour être pleinement efficaces, doivent s'accompagner du ramassage systématique des fruits tombés et de leur destruction. Ces ramassages doivent s'effectuer fréquemment car les premières générations de «mouches des fruits» sont les plus importantes à combattre.

Dans l'ordre des hémiptères, ce sont les psylles *T. erytrae* et *D. citri* qui ont retenu plus particulièrement l'attention. Les deux espèces mises en évidence en 1968 (BOVE et CASSIN) sont, en effet, les vecteurs de la maladie du Greening des agrumes. *T. erytrae*, qui est localisé dans les zones d'altitude de l'île, est généralement bien contrôlé par un parasite introduit d'Afrique du sud.

Il est également prévu de tenter une opération de lutte biologique contre *D. citri* qui sévit sur le littoral où il ne semble pas contrôlé suffisamment malgré la présence d'un parasitisme naturel.

Signalons également parfois la présence de *T. litseae* sur agrumes. Ce psylle vit généralement sur «l'avocat marron» [*Litsea glutinosa* (LOUR)] où il peut pulluler de façon spectaculaire. Lors de telles pullulations des migrations ont pu être observées notamment sur avocats (*Persea gratissima* GAERTN.), papayers (*Carica papaya* L.), vanilliers (*Vanilla*) et agrumes. Des pontes et des larves de ce psylle ont pu être trouvées sur les deux dernières plantes citées. Il semble que le développement sur d'autres plantes que l'avocat marron soit assez exceptionnel. Il serait cependant intéressant de savoir si *T. litseae* peut jouer un rôle en tant qu'insecte vecteur de maladies.

En dehors des psylles c'est *A. floccosus* qui est apparu comme l'insecte le plus important sur agrumes. En effet jusqu'en 1975 la plupart des arbres étaient contaminés par cet insecte qui, par son abondance, compromettait la

fructification des arbres. Actuellement cet insecte, qui avait envahi tout le département, est en régression très nette à la suite de l'introduction de son parasite spécifique, *Cales noacki*.

Il convient également de citer les pucerons. Ceux-ci attaquent généralement les jeunes pousses et provoquent un enrroulement des feuilles et peuvent, en période de floraison, entraîner l'avortement des fleurs. Les espèces les plus fréquentes sont *T. citricidus* et *T. aurantii* qui sont responsables de la transmission de maladies à virus parmi lesquelles la Tristeza qui est bien connue des agrumiculteurs. Toutefois cette maladie ne devrait pas avoir de répercussions graves au niveau du département à condition d'utiliser des porte-greffe tolérants comme l'ont souligné BOVE et CASSIN (1968).

Malgré les nombreuses espèces de cochenilles recensées, celles-ci ne paraissent pas, dans les conditions présentes, provoquer d'importants dommages aux agrumes. Les attaques de ces insectes sont généralement sporadiques et souvent localisées, dans un verger, sur quelques arbres seulement. Des interventions ponctuelles au niveau des arbres qui le justifient devraient être suffisantes pour lutter contre de telles attaques tout en préservant la faune utile.

La majorité des lépidoptères que l'on trouve actuellement sur agrumes ne semblent pas très dangereux. Les chenilles de *P. demodocus* et *P. phorbanta* peuvent, dans certaines occasions, provoquer la défoliation complète de jeunes plants dans les pépinières. *P. demodocus* a été introduit volontairement de Madagascar à la Réunion par VIETTE (1957) alors que *P. phorbanta* est une espèce endémique. Pour lutter contre *P. demodocus* la tachinaire *Carcelia evolans* (WIEDEMANN) a été introduite de Madagascar avant 1960 (BRENIERE, 1970) à la demande du Service de la Protection des Végétaux du département (PLENET, communication personnelle). Cette tachinaire s'est parfaitement implantée sur les deux espèces de *Papilio* dont les populations sont rarement nuisibles.

*Pray citri* nuisible aux fleurs et aux fruits nouvellement formés paraît s'attaquer de préférence aux citronniers. Un contrôle précis serait cependant nécessaire pour pouvoir juger des dégâts véritables de cette teigne.

*Cryptophlebia leucotreta* (DIAKONOFF, 1974) est une espèce polyphage qui s'attaque à de nombreux fruits sauvages ou cultivés et que l'on retrouve également dans les épis de maïs (DADANT et ETIENNE, 1973). Des fruits de mandariniers et d'orangers ont été trouvés contaminés par cette chenille qui vit dans la pulpe après avoir percé la peau du fruit. Celui-ci est alors visité par des Drosophilidae et Nitidulidae qui activent la détérioration du fruit.

Signalons enfin la présence de *Cryptoblabes gnidiella* qui a été trouvé sur orangers fortement attaqués par *A. floccosus*

L'abondant miellat sécrété par cet aleurode semble servir d'aliment à la chenille qui ne paraît pas actuellement être véritablement nuisible aux agrumes.

Les orthoptères sont assez rares sur agrumes et seule la grosse sauterelle verte qui appartient au genre *Fossia* a été trouvée se nourrissant aux dépens des feuilles.

*S. aurantii* a été décrit d'Afrique du sud. Cette espèce nuisible est très polyphage et a été trouvée sur de nombreuses plantes : amande, abricot, avocat, haricot, figuiers sauvages, vigne, goyave, litchi, mangue, pois, pêches, grenades, prunes, roses ... (BOURNIER, communication personnelle). Sur agrumes, *S. aurantii* vit de préférence dans les jeunes pousses où la ponte a lieu. Les dégâts ont lieu sur les fruits au moment de leur formation et apparaissent au moment de la récolte.

## CONCLUSIONS

Dans les conditions présentes le contrôle de *T. erytraea* et *A. floccosus* a permis une amélioration certaine du statut phytosanitaire des agrumes à la Réunion. Cependant *D. citri* reste encore un des ravageurs les plus importants des agrumes sur le littoral. Il serait souhaitable que l'opération de lutte biologique envisagée contre ce ravageur permette de le contrôler de façon satisfaisante.

Si aucune solution biologique n'existe encore actuellement pour lutter de façon satisfaisante contre les cératites de la Réunion, celles-ci peuvent toutefois être combattues efficacement par une lutte chimique raisonnée qui évite de perturber les équilibres existant au niveau des vergers. Pour faciliter une telle lutte, il serait souhaitable de prévoir des stations d'avertissement, qui sous la responsabilité du Service de la Protection des Végétaux, permettraient aux agrumiculteurs d'intervenir dans les meilleures conditions contre ces « mouches des fruits ».

Malgré la liste impressionnante de cochenilles, celles-ci ne paraissent pas justifiables, dans les conditions présentes, d'interventions chimiques systématiques. Les attaques sont généralement sporadiques et même, dans un verger, souvent localisées sur quelques arbres seulement.

A l'inverse l'acarien *P. oleivora*, le thrips *S. aurantii* et les *Toxoptera* vecteurs de la tristeza, doivent faire l'objet d'une attention plus particulière.

Cependant d'une façon générale, il n'y a pas lieu pour les ravageurs dont il a été question dans cette note, d'établir un calendrier de traitements systématiques. Des interventions ponctuelles adaptées à chaque cas devraient permettre de résoudre de façon satisfaisante les problèmes phytosanitaires qui se posent au niveau des vergers d'agrumes réunionnais. Cette façon de procéder aurait l'avantage de ménager les

parasites introduits ainsi que ceux naturellement présents dans l'île et qui exercent probablement un rôle non négligeable notamment dans le contrôle des cochenilles.

### REMERCIEMENTS

*Nous tenons à remercier très vivement les spécialistes qui ont bien voulu déterminer pour nous certains ravageurs des*

*agrumes. Il s'agit tout particulièrement de MM. A. BOURNIER (ENSA Montpellier) pour les thysanoptères, M. DESCAMPS (MNHN) pour les orthoptères, M. FERRAGU (Paris) pour les curculionidae, J. GUTIERREZ (ORSTOM) pour les acariens, G. REMAUDIERE (Institut Pasteur) pour les aphididae, Miss Louise M. RUSSEL (USA Maryland) pour les aleurodidae et psyllidae et P. VIETTE (MNHN) pour les lépidoptères.*

### BIBLIOGRAPHIE

1. AUBERT (B.) et LICHOU (J.). 1974.  
L'agrumiculture à la Réunion.  
*Document IRFA*, 84 p.
2. BGRDAGE (E.). 1968.  
Notes d'entomologie agricole tropicale.  
*Rev. agric. de l'île de la Réunion*, 521-527.
3. BRENIERE (J.). 1970.  
Les recherches de l'IRAT en matière de lutte biologique contre les insectes.  
*Agr. Trop.*, vol. XXV, n° 10-11, p. 902-905.
4. BOVE (J.) et CASSIN (J.). 1968.  
Problèmes de l'agrumiculture réunionnaise. Compte rendu de mission.  
*Doc. IRFA-INRA*, 15 p.
5. CATLING (H.D.). 1972.  
The distribution of psyllid vectors of citrus greening disease in Reunion.  
*Document IRFA - Réunion*.
6. DADANT (R.) et ETIENNE (J.). 1973.  
Les insectes et les maladies du maïs à la Réunion.  
*Rev. agric. et Suc. de l'île Maurice*, 52, 194-197.
7. DAVID (A.) et FOULON (F.). 1967.  
Les productions fruitières à la Réunion.  
*Document Direction départementale de l'Agriculture*, 100 p.
8. DIAKONOFF (A.). 1974.  
Exotic Tortricoidea, with Descriptions of new species (Lepidoptera).  
*Ann. Soc. ent. Fr. (N.S.)* 10 (1), 219-227.
9. ETIENNE (J.). 1972.  
Les principales Trypétides nuisibles de l'île de la Réunion.  
*Ann. Soc. ent. Fr. (N.S.)*, 8 (2), 485-491.
10. GUTIERREZ (J.). 1968.  
Note sur quelques acariens phytophages de l'île de la Réunion avec description d'une nouvelle espèce du genre *Eotetranychus oudemans* (Tetranychidae).  
*Acarologia*, X, 3, 443-449.
11. LUZIAU (R.). 1953.  
Contribution à la prospection phytosanitaire de l'île de la Réunion.  
*Phytoma*, n° 47, 13-19.
12. PLENET (A.). 1965.  
Parasites animaux des principales plantes cultivées à la Réunion.  
*Congrès de la Protection des Cultures tropicales. Compte rendu des travaux*, p. 203-216.
13. RIVALS (P.) 1960.  
Les espèces fruitières introduites à l'île de la Réunion.  
Tome V, Section III, vol. 1. Toulouse Faculté des Sciences, 96 p.
14. VIETTE (P.). 1957.  
Lépidoptères (excepté les Tordeuses et les Géométrides).  
*Mémoires de l'Institut scientifique de Madagascar*, Série E, tome VIII, p. 137-226.
15. VILARDEBÓ (A.). 1970.  
Les déprédateurs des cultures fruitières.  
*Rapport de mission à l'île de la Réunion. Document IFAC*, 15 p.



# Contrôle biologique à la Réunion de *Trioza erythrae* (Hompt. Spyllidae) au moyen de *Tetrastichus dryi* (Hym. Eulophidae).

J. ÉTIENNE\*

## INTRODUCTION

À la Réunion la maladie du greening a été signalée pour la première fois en 1967 (MOREIRA). L'année suivante sa présence était confirmée par des expérimentations de transmission en laboratoire et par la mise en évidence sur le terrain des deux espèces de psylles vecteurs : *Trioza erythrae* (DEL GUERCIO) et *Diaphorina citri* KUWAYAMA (BOVE et CASSIN, 1968). Une première étude de la répartition de ces psylles était alors réalisée (CATLING, 1972). Aucune trace de parasitisme n'avait été alors relevée et c'est pourquoi parmi les suggestions émises pour lutter contre le greening à la Réunion, CATLING (1972) conseillait l'introduction de *Tetrastichus radiatus* WATERSTON qui était alors considéré comme le principal parasite de *T. erythrae* en Afrique du sud et de *D. citri* aux Indes.

Initialement donc, l'introduction à la Réunion de *T. radiatus* était faite pour tenter son implantation à la fois sur les deux espèces de psylles.

Il convient de préciser que *T. radiatus* avait été décrit par WATERSTON (1922) à partir de specimens obtenus de *D. citri*. Au Punjab ANNECKE et CHILLIERS (1963) avaient obtenu un *Tetrastichus* de *T. erythrae* qui fut déterminé comme appartenant à l'espèce *radiatus* par le Dr. B.D. BURKS de l'U.S. National Museum de Washington.

Cependant Mc DANIEL et MORAN (1972) signalent, dans une étude sur le complexe parasitaire de *T. erythrae* en Afrique du sud, que la description du *T. radiatus* effectuée par WATERSTON ne correspond pas exactement aux specimens d'Afrique du sud. D'après ces auteurs il semble probable que le *T. radiatus* d'Afrique du sud constitue en

fait une espèce séparée et c'est pourquoi ils l'ont dénommé dans leur étude *T? radiatus*.

Les deux vecteurs du greening étant présents à la Réunion, il est apparu nécessaire de tenter le plus rapidement possible le parasitisme de ce *T? radiatus* sur les larves de *D. citri*. Les résultats obtenus au cours des huit essais, totalisant 200 larves de *D. citri*, sont restés négatifs ; ce qui confirme les doutes exprimés par Mc DANIEL et MORAN (1972). Une étude précise effectuée en Afrique du sud montrait alors que ce *T? radiatus* appartenait en fait à l'espèce *Tetrastichus dryi* WATERSTON (détermination PRINS-LOO et ANNECKE). À la suite de ces diverses études *T. dryi* est donc apparu comme étant un parasite intéressant pour la lutte contre *T. erythrae* mais inutilisable pour celle contre *D. citri*.

## ENNEMIS NATURELS DE *T. ERYTHRAE*

Au cours de sa mission à la Réunion, CATLING (1972) n'a pu trouver traces de parasitisme malgré l'examen de nombreux échantillons. Il nous a paru cependant utile, avant d'introduire des parasites d'Afrique du sud, d'effectuer des contrôles systématiques des Citrus infestés par *T. erythrae* afin d'avoir une idée plus précise des ennemis naturels de ces psylles à la Réunion. Aucun parasitisme n'a pu être décelé au cours de deux années (1973-1974) pendant lesquelles des centaines de feuilles ont été contrôlées. Seuls des prédateurs ont pu être mis en évidence et parmi ceux-ci ce sont essentiellement des :

- coccinellidae : *Exochomus laeviusculus* WEISE  
*Dysis bisquatuorguttata* Mulsant
- sirphidae : *Baccha sapphirina* WIED  
*Allographa pfeifferi* BIGOT
- miridae : *Dearaeocoris* sp.

\* - IRAT - Réunion.

Parmi ces prédateurs, certains sont également mentionnés par CATLING (1970). On constate notamment que les deux espèces de Sirphidae obtenues à la Réunion se retrouvent également en Afrique du sud. Comme l'indique CATLING (1970), *A. pfeifferi* n'est en fait qu'un prédateur occasionnel de *T. erytrae* car cette espèce est présente plus fréquemment sur pucerons. A l'inverse *B. sapphirina* semble inféodé aux psyllidae. Outre *T. erytrae* cette espèce a été obtenue en effet sur deux autres espèces de psylles à la Réunion.

En ce qui concerne les coccinellidae, *E. laeviusculus* est une espèce extrêmement polyphage qui, en dehors de *T. erytrae*, peut se développer sur de nombreux pucerons, cochenilles, aleurodes. Cette espèce semble avoir un régime alimentaire plus large que *Cheilomeines propinqua* (MULSANT) qui existe en Afrique du sud (CATLING, 1970). Par contre l'espèce *D. bisquatuorguttata* semble inféodée aux Psyllidae et plus particulièrement à ceux du genre *Trioza*.

Enfin, dans les colonies de *T. erytrae*, des *Dearaeocoris* sp. se nourrissent très fréquemment de larves de psylles.

Ces prédateurs se sont montrés en général incapables de contrôler les pullulations de *T. erytrae*. Il faut signaler cependant qu'à quelques occasions des infestations de *T. erytrae* étaient fortement limitées par des pullulations d'*E. laeviusculus* ou de *D. bisquatuorguttata*. Ces coccinelles semblent pouvoir, dans certaines conditions, limiter très nettement *T. erytrae*. Toutefois la coïncidence entre l'apparition des psylles et l'arrivée des coccinelles est très aléatoire. Ceci peut expliquer, dans la pratique, le peu d'efficacité de ces coccinelles du fait de leur présence tout à fait irrégulière lors de pullulations de psylles.

Toutes ces observations ont confirmé l'intérêt d'introduire des parasites d'Afrique du sud. Ceci a conduit tout d'abord le laboratoire à élever *T. erytrae* afin d'être en mesure d'élever puis de multiplier sur lui les parasites introduits.

#### ELEVAGE DU PSYLLE : *TRIOZA ERYTREA*

La mise en place d'un élevage de *T. erytrae* a été effectuée en 1974. Cet élevage s'est inspiré de nombreuses études qui avaient été réalisées notamment en Afrique du sud sur cette espèce (MORAN et BLOWERS, 1967 ; MORAN, 1968 a , 1968 b ; CATLING 1969 a, 1969 c, 1971).

##### Conditions climatiques.

Les conditions d'élevage favorables ont été obtenues avec des températures et des humidités relatives différentes le jour et la nuit. Le matériel de climatisation de la cellule d'élevage n'était pas assez puissant pour maintenir constante toute l'année les températures jour/nuit : l'élevage a fonctionné de façon satisfaisante avec des températures jour/nuit

de 25°/15° en saison fraîche et 25°/19° en saison chaude. L'humidité relative étant dans tous les cas de 60 p. 100 le jour et 80 p. 100 la nuit.

##### Plantes hôtes utilisées.

*T. erytrae* montre une préférence pour certains agrumes dont les citronniers. Une multiplication satisfaisante a été obtenue sur Taiwanica, citron Eureka et mandarine Cléopâtre. C'est d'ailleurs sur cette dernière variété que la majorité de l'élevage a été réalisée. La mandarine Cléopâtre ne représente cependant probablement pas la meilleure variété pour la multiplication des psylles. En effet des résultats supérieurs avaient été obtenus avec la variété Taiwanica et il aurait été certainement intéressant de pouvoir utiliser le *Citrus limon* qui a donné de bons résultats en Afrique du sud pour l'élevage de *T. erytrae* (MORAN, communication personnelle).

Une fois déterminée la variété favorable au développement du psylle, il convient de l'utiliser au mieux, c'est-à-dire au stade végétatif le plus approprié. En effet les psylles ne pondent que sur les jeunes pousses d'agrumes. La difficulté réside dans le fait que ces jeunes pousses doivent présenter une surface foliaire suffisante pour permettre le développement d'un nombre satisfaisant de larves mais qu'elles doivent, malgré tout, ne pas être trop avancées pour permettre le dépôt des pontes.

##### Élevage et cycle de *T. erytrae*.

Les psylles adultes sont utilisés 8 à 10 jours après leur éclosion pour l'infestation des jeunes plants d'agrumes en pot à raison de 25 adultes par plant pendant 48 heures. Les premières 24 heures servent généralement à l'alimentation des psylles sur les jeunes pousses ; la ponte n'intervient le plus souvent que le deuxième jour. Dans nos conditions d'élevage le cycle de *T. erytrae* s'établit de la façon suivante :

préoviposition	8-10 jours
incubation des oeufs	7-8 jours
vie larvaire	15-18 jours
total :	30-36 jours

#### ELEVAGE DES PARASITES DE *T. ERYTREA*

Ainsi qu'il est rapporté au début de cette note, la véritable identité du *Tetrastichus* parasite de *T. erytrae* en Afrique du sud a été mise en évidence tout récemment (détermination PRINSLOO et ANNECKE). Nous n'utiliserons donc, dans ce qui suit, que le nouveau nom de *T. dryi* même quand il sera fait référence à des études qui le mentionnent sous le nom de *T. radiatus*.

Le complexe parasitaire de *T. erytrae* a été étudié avec précision en Afrique du sud (Mc DANIEL et MORAN, 1972)



Dans ce pays, deux hyménoptères parasitent *T. erythrae*. Il s'agit d'un ectoparasite : *T. dryi* (Eulophidae) et d'un endoparasite : *Psyllaephagus pulvinatus* WATERSTON (Encyrtidae). Ces deux entomophages sont susceptibles d'être parasités à leur tour par un Encyrtide : *Aphidencyrtus cassatus* ANNECKE. Cependant l'ectoparasite *T. dryi* s'avère être un parasite très actif de *T. erythrae* en Afrique du sud comme l'ont indiqué divers auteurs (ANNECKE et CHILLIERS, 1963; CATLING et ANNECKE, 1968; CATLING, 1969 b). Son introduction a donc été le premier objectif à atteindre afin de tenter son implantation sur *T. erythrae* à la Réunion.

#### Introduction des parasites.

L'introduction de *T. dryi* à la Réunion s'est faite à partir de la région de Nelspruit et Prétoria grâce à une mission effectuée par B. AUBERT, agronome à l'IRFA-Réunion (AUBERT, 1975). A l'issue de cette mission plusieurs tubes contenant des adultes de *T. dryi* ont été rapportés à la Réunion. Une partie de cette souche a été libérée directement au Tampon dans des vergers infestés par *T. erythrae* (AUBERT, communication personnelle). Le reste a servi à mettre en place un élevage de ce parasite au laboratoire de l'IRAT-Réunion.

De plus, des parasites de psylles en cours d'éclosion ayant été ramenés également par B. AUBERT, les adultes obtenus ont été triés afin d'éliminer d'éventuels hyperparasites. Ce triage réalisé quotidiennement pendant plus d'une semaine, a permis d'obtenir 3092 *T. dryi*, 51 *P. pulvinatus* et 6 *A. cassatus* qui ont été éliminés dès leur éclosion. Ceci a permis d'effectuer aussitôt des lâchers de *T. dryi* notamment au Brûlé-Saint-Denis (217), à la Plaine des Palmistes (1775) et à Cilaos (1100).

#### Élevage des parasites.

##### *T. dryi*.

Des larves du quatrième et cinquième stades de *T. erythrae* sont utilisées pour l'élevage de *T. dryi*. D'un point de vue pratique, les larves de *T. erythrae* sont utilisables pour le parasitisme de *T. dryi* 20 jours après la ponte des psylles.

Selon le nombre de larves de *T. erythrae* à parasiter, 10 à 15 adultes de *T. dryi* sont placés dans le manchon qui couvre les feuilles colonisées par les psylles. Après 24 heures de mise en présence, les parasites sont éliminés et les larves de psylles continuent d'évoluer sur ce plant pendant 8 jours. A ce stade les feuilles sont coupées et placées dans des boîtes munies de grillage fin dans lesquelles les éclosions des parasites sont contrôlées.

La durée de développement de *T. dryi* aux conditions de températures alternées jour-nuit de 25-19° a été suivie sur 1994 éclosions.

Le tableau 1 indique que le maximum d'éclosions a lieu douze jours après le parasitisme et que 90 p. 100 d'entre elles se produisent entre le onzième et le quatorzième jour. Le cycle de *T. dryi* dans nos conditions d'élevage est d'environ 12 à 16 jours : 1 à 2 jours pour la préoviposition et 11 à 14 jours de vie larvaire et de nymphose.

##### *P. pulvinatus*.

Les conditions de parasitisme utilisées pour *P. pulvinatus* sont identiques à celles utilisées pour *T. dryi*. Les larves de *T. erythrae* sont utilisées vers le troisième stade larvaire et sont généralement utilisables pour le parasitisme de *P. pulvinatus* 15 jours après la ponte des psylles. Le développement de ce parasite est plus long que pour *T. dryi*. En effet pour les mêmes conditions de température (jour-nuit/25-19°), le tableau 2 indique que le maximum des éclosions a lieu 21 jours après le parasitisme et que la majorité de ces éclosions sont comprises entre le vingtième et le vingt-quatrième jour qui suit la mise en présence hôtes/parasites.

Les larves de *T. erythrae* parasitées par *P. pulvinatus* sont laissées sur le plant d'agrumes pendant 18 jours. A ce stade, les feuilles sont coupées et placées dans des boîtes identiques à celles utilisées pour *T. dryi* afin de contrôler le nombre des parasites obtenus.

#### Multiplication des parasites.

Le tableau 3 indique que le rendement en parasite est très

TABLEAU 1 - Durée du développement de *T. dryi*.

Nombre de jours après le parasitisme	10	11	12	13	14	15	16	17
Nombre des éclosions	16	512	635	498	181	63	59	30
p. 100 éclosions	0,8	25,7	31,8	25,0	9,1	3,2	3,0	1,5

TABLEAU 2 - Durée de développement de *P. pulvinatus*

Nombre de jours après le parasitisme	19	20	21	22	23	24	25	26
Nombre des éclosions	7	358	485	286	289	187	70	25
p. 100 éclosions	0,4	21,0	28,4	16,8	16,9	11,0	4,1	1,5

variable d'un plant à un autre. Il est fonction de la bonne croissance des larves de *T. erytrae* et celle-ci dépend essentiellement de la qualité du végétal employé. Les variations observées reflètent, en réalité, une certaine hétérogénéité des plants utilisés car il n'est pas toujours facile de disposer en permanence de plants au stade végétatif convenable.

#### *Tetrastichus dryi*.

Le tableau 3 montre que plus de 33.000 *T. dryi* ont été obtenus en laboratoire en 1975 et 1976. A ce chiffre il convient d'ajouter ceux obtenus en 1974. En effet, bien que *T. dryi* nous soit parvenu le 4.12. 1974, il a été possible, grâce à son cycle bien court, de le multiplier suffisamment pour permettre des lâchers au cours du mois de décembre. Ces *T. dryi* ont été obtenus sur agrumes en pots infestés auparavant par *T. erytrae*. Certaines difficultés sont apparues pour le contrôle précis de *T. dryi*. En effet une seule cellule est disponible pour l'élevage de *T. erytrae* et de ses parasites introduits. C'est pourquoi il n'a pas été possible, malgré les précautions prises, d'éviter que certains *T. dryi* ne s'échappent et contaminent des plants destinés à la production des psylles. C'est ainsi que des plants initialement prévus pour la multiplication des psylles ont été en partie parasités par *T. dryi*. Les psylles de ces plants, attaqués à des degrés divers, ont fourni au cours de cette opération plus de 3000 *T. dryi* qui ont été utilisés pour l'élevage ou les lâchers.

Globalement la production de *T. dryi* à partir de décembre 1974 a été d'environ 37.000 insectes.

#### *Psyllaephagus pulvinatus*.

Au cours des seize mois de multiplication de *P. pulvinatus* plus de 12.000 adultes ont été obtenus. Ce parasite au cycle environ deux fois plus long que *T. dryi* est désavantagé par rapport à ce dernier.

### LIBÉRATION DES PARASITES A LA REUNION

L'élevage des parasites ayant été pratiqué de façon continue, des lâchers ont été effectués à toutes les périodes de l'année. C'est pourquoi ceux-ci ont été réalisés soit sur des psylles en place, soit en l'absence de ceux-ci sur des agrumes présentant des traces attestant leur présence antérieure.

*T. dryi* a colonisé rapidement les arbres infestés par *T. erytrae*. La dispersion du parasite a été mise en évidence à plusieurs reprises où il a été en effet retrouvé à 5 et 6 km du point initial d'implantation. Des lâchers effectués en période d'absence apparente de psylle mais sur des arbres présentant d'anciennes traces, ont montré parfois un ou deux ans après, la présence de petites colonies de psylles parasitées par *T. dryi*.

Les tableaux 4 et 5 indiquent la répartition et le nombre des lâchers des parasites introduits. Au total plus de 30.000 *T. dryi* et 9.000 *P. pulvinatus* ont été libérés dans l'île.

La présence de *T. dryi* a été mise en évidence dans la plupart des zones d'altitude où il avait été lâché. Dans tous ces secteurs il est pratiquement impossible maintenant de retrouver les psylles. Les jeunes pousses d'agrumes qui étaient

TABLEAU 3 - Multiplication de *T. dryi* et *P. pulvinatus*.

mois	<i>Tetrastichus dryi</i>		<i>Psyllaephagus pulvinatus</i>	
	nombre parasites obtenus		nombre parasites obtenus	
	1975	1976	1975	1976
janvier	1847 (15)*	733(6)	722 (9)	271 (4)
février	1301 (12)	765 (5)	1145 (5)	799 (5)
mars	712 (13)	1310 (6)	978 (15)	70 (1)
avril	2050 (14)	1130 (3)	246 (5)	205 (2)
mai	492 (3)	840 (6)	297 (4)	-
juin	940 (5)	770 (3)	1365 (8)	-
juillet	1019 (11)	2950 (4)	560 (7)	-
août	913 (4)	2550 (5)	214 (2)	-
septembre	2512 (10)	1500 (4)	688 (5)	-
octobre	1867 (8)	2150 (6)	2564 (8)	-
novembre	1893 (4)	610 (2)	1484 (5)	-
décembre	2001 (7)	205 (1)	947 (4)	-
total :	17547 (106)	15505 (51)	11210 (78)	1345 (12)

\* - Le nombre entre parenthèses correspond au nombre de pots d'agrumes utilisés pour la multiplication des parasites.

TABLEAU 4 - Lâchers de *T. dryi*.

régions des lâchers	nombre de <i>T. dryi</i> libérés	régions des lâchers	nombre de <i>T. dryi</i> libérés	régions des lâchers	nombre de <i>T. dryi</i> libérés
Pl. des Palmistes	6274 (19)*	La Montagne	320 (1)	Petite-Ile	300 (1)
Ilet à banane	900 (2)	St-Denis Brûlé	2070 (8)	Rte des Plaines	230 (1)
Petite ferme	250 (1)	La Bretagne	1233 (4)	Ste-Suzanne	350 (1)
Bois Court	532 (2)	Salazie	78 (1)	Hts Ste-Rose	1500 (2)
Tampon	1561 (2)	Hellbourg	689 (4)	Takamaka	2000 (1)
Bassin Martin	253 (3)	Mare à Citron	1290 (4)	Mafate **	1000 (5)
Cilaos	676 (8)	Grand Ilet	1184 (3)	Entre-Deux	2237 (4)
Les Makes	200 (2)	Cambourg	100 (1)	Colimaçons	200 (1)
Tévelave	1240 (5)	Ste-Rose	213 (2)	Bois-Blanc	155 (1)
Chaloupe St-Leu	841 (3)	Mare longue	600 (1)	Bras Sec	720 (1)
Petite France	1300 (2)	La Crête	52 (1)	Tan Rouge	320 (1)

\* - nombre de points de lâchers

\*\* - lâchers effectués dans le cirque de Mafate à la Nouvelle, Grande Place, Ilet à Bourse, Ilet à Malheur et Aurère par les soins de B. AUBERT (ingénieur IRFA-Réunion).

TABLEAU 5 - Lâchers de *P. pulvinatus*

régions des lâchers	nombre de <i>P. pulvinatus</i> libérés	régions des lâchers	nombre de <i>P. pulvinatus</i> libérés	régions des lâchers	nombre de <i>P. pulvinatus</i> libérés
Pl. Palmistes	3111 (12)*	Entre-Deux	200 (1)	Salazie	156 (1)
Ilet à banane	1600 (2)	Tévelave	147 (2)	Hellbourg	558 (2)
Tampon	675 (3)	St-Denis Brûlé	200 (1)	Mare à Citron	1080 (3)
Bassin Martin	163 (1)	Ste-Marie-Beaufond	100 (1)	Grand Ilet	151 (1)
Bassin Plat	150 (1)	Ste-Suzanne	170 (1)	Cambourg	250 (1)
Cilaos	470 (2)	St-Benoît	150 (1)	Mare Longue	330 (1)

\* - nombre de points de lâchers.

fortement infestées auparavant par *T. erytrae* sont actuellement pour la plupart exemptes de psylles.

*P. pulvinatus*, endoparasite au cycle environ deux fois plus long que l'ectoparasite *T. dryi* est très nettement désavantagé par rapport à ce dernier. Ce parasite n'a été retrouvé qu'une fois en 1976 dans deux localités seulement : au Platé et au Tévelave.

### CONCLUSIONS

Pratiquement l'introduction de *T. dryi* a permis en moins de deux ans de contrôler *T. erytrae* dans les zones d'altitude. L'équilibre actuel entre *T. erytrae* et son parasite *T. dryi* se situe à un niveau tellement bas qu'aucune intervention chimique n'est plus nécessaire dans les conditions présentes. Il reste à voir, dans les années à venir, si cet équilibre se maintiendra au niveau actuel. Pour cela il convient d'éviter tous traitements chimiques inconsidérés qui se traduiraient, sans nul doute, par une recrudescence des psylles. Les résul-

tats spectaculaires obtenus sont dus aux qualités biologiques remarquables du *T. dryi* : cycle très court, longévité et grand pouvoir de dispersion.

Signalons qu'en marge de cette opération, 250 adultes de *T. dryi* ont été fournis en novembre 1976 à J. MONTY, entomologiste du Ministère de l'Agriculture, pour qu'il puisse procéder à des lâchers à l'île Maurice. A la même époque, 200 adultes de *T. dryi* ont été expédiés également à Madagascar à la demande de la Division d'Entomologie du CENRADERU qui a libéré 50 parasites dans les environs de Tananarive (RA VELOJAONA, communication personnelle).

Dans ce but, l'introduction du «véritable» *Tetrastichus radiatus* WATERSTON en provenance des Indes serait souhaitable pour tenter de compléter le rôle intéressant mais probablement insuffisant joué par *Psyllaephanus harrisoni* (ROBINSON), Encyrtidae présent naturellement à la Réunion.

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tout particulièrement M. J. BRENIERE, chef de la Division Défense des Cultures de l'IRAT et M. A. VILARDEB, chef du Service Entomologie-Nématologie de l'IRFA, qui ont facilité l'élaboration de la convention qui a permis la réalisation de cette opération.

Nous remercions également le directeur de l'IRFA-Réunion et plus particulièrement ses collaborateurs, B. AUBERT et J. LICHOU, qui ont fait le nécessaire pour nous approvisionner en jeunes plants d'agrumes et qui ont procédé également à plusieurs lâchers.

Nous tenons également à remercier vivement le Dr V.C. MORAN (Rhodes University - Grahamstown - S.A.) pour les renseignements qu'il nous a fournis concernant l'élevage de *T. erytraea* ainsi que le Dr PRINSLOO et ANNECKE (Plant Protection Research Institute - Pretoria - S.A.) qui nous ont indiqué la véritable position systématique du *Tetrastichus* introduit d'Afrique du sud pour lutter contre *T. erytraea* à la Réunion.

Enfin nous exprimons nos vifs remerciements à nos collègues (INRA - Station de Zoologie, Antibes) J.P. LYON pour la détermination des *Sirphidae* et A. PANIS pour celle de l'*Encyrtidae* parasite du *D. citri*.

## BIBLIOGRAPHIE

- ANNECKE (D.P.), CATHARINA (J.) and CILLIERS, 1963.  
The Citrus psylla, *Trioza erytraea* (DEL GUERCIO) and its parasites in South Africa.  
*S. Afr. J. Agric. Sci.*, 6, 187-192.
- AUBERT (B.). 1975.  
La lutte aménagée contre les ravageurs des agrumes en Afrique du sud et ses applications possibles pour les Mascareignes.  
*Fruits*, 30, 3, 149-159.
- BOVE (J.) et CASSIN (J.). 1968.  
Problèmes de l'agrumiculture réunionnaise.  
*Compte rendu de mission, Versailles, Document IFAC-INRA*, 16 p.
- CATLING (H.D.) and ANNECKE (D.P.). 1968.  
Ecology of citrus Psylla in the Letaba District of Northern Transvaal  
*Citrus Journal*, n° 410, 1-7.
- CATLING (H.D.).  
The bionomics of the South African Citrus psylla, *Trioza erytraea* (DEL GUERCIO) (Homoptera : Psyllidae).  
1969 a. The influence of the flushing rhythm of citrus and factors which regulate flushing.  
*J. ent. Soc. Sth. Afr.*, vol. 32, 191-208.  
1969 b. The influence of parasites and notes on the species involved.  
*J. ent. Soc. Sth. Afr.*, vol. 32, 209-223.  
1969 c. The influence of extreme weather on survival.  
*J. ent. Soc. Sth. Afr.*, vol. 32, 273-289.  
1970. The influence of predators.  
*J. ent. Soc. Sth. Afr.*, vol. 33, 341-348.
1971. The influence of host plant quality.  
*J. ent. Soc. Sth. Afr.*, vol. 34, 381-391.
- CATLING (H.D.). 1972.  
The distribution of psyllid vectors of citrus greening disease in Reunion.  
*Rapport de mission - Document IRFA-Réunion*, 16 p.
- Mc DANIEL (J.R.) and MORAN (V.C.). 1972.  
The parasitoid complex of the citrus Psylla *Trioza erytraea* (DEL GUERCIO) (Homoptera : Psyllidae),  
*Entomophaga*, 17 (3) 297-317.
- MORAN (V.C.) and BLOWERS (J.R.). 1967.  
On the biology of the South African citrus Psylla, *Trioza erytraea* (DEL GUERCIO) (Homoptera : Psyllidae).  
*J. ent. Soc. Sth. Afr.*, vol. 30, 96-106.
- MORAN (V.C.). 1968 a.  
The development of the citrus psylla, *Trioza erytraea* (DEL GUERCIO) (Homoptera : Psyllidae) on citrus limon and four indigenous host plants.  
*J. ent. Soc. Sth. Afr.*, vol. 31, 391-402.  
1968 b. Preliminary observations on the choice of host plants by adults of the citrus psylla, *Trioza erytraea* (DEL GUERCIO) (Homoptera : Psyllidae).  
*J. ent. Soc. Sth. Afr.*, vol. 31, 403-410.
- MOREIRA (S.). 1967.  
*Bulletin phytosanitaire de la FAO*, vol. 15, n° 3, 59-60.
- WATERSTON (J.). 1922.  
On the chalcidoid Parasites of Psyllids (Hemiptera, Homoptera).  
*Bull. ent. Res.*, 13, 41-58.

# Introduction à la Réunion de *Cales noacki* HOW (Hymenopt. Aphelinidae) pour lutter contre *Aleurothrixus floccosus* (MASKELL) (Homopt. Aleurodidae).

J. ÉTIENNE\*

Plusieurs espèces d'aleurodes sont connues comme nuisibles aux Citrus dans le monde. A la Réunion, *Dialeurolonga simplex* TAKAHASHI et *Aleurothrixus floccosus* (MASKELL) sont présents et c'est cette deuxième espèce qui est particulièrement dangereuse pour les agrumes. En effet, *A. floccosus* provoque des dégâts importants en arrêtant la fructification des arbres fortement attaqués. L'extension de cet aleurode dans toute l'île a été favorisée par la dissémination des agrumes qui se trouvent presque toujours à quelques exemplaires dans tous les vergers familiaux, jardins ou cours. Dans ces conditions, une lutte chimique paraît difficile à réaliser et les centaines d'arbres ainsi dispersés dans l'île constituent autant de foyers de recontamination pour les vergers existants. Cette lutte chimique n'est probablement pas souhaitable non plus car elle nécessiterait obligatoirement des interventions régulières qui sont dangereuses à long terme. En effet, des phénomènes de résistance ont déjà été mis en évidence chez les aleurodes et ceci a pour conséquence, dans la pratique, d'accroître la fréquence des traitements. La répétition de tels traitements serait sans doute préjudiciable car elle modifierait, à la Réunion, les équilibres, actuellement en notre faveur, qui existent notamment entre les cochenilles des agrumes et leurs ennemis naturels.

Le succès obtenu dans le midi de la France dans la lutte contre *A. floccosus* grâce à l'introduction du parasite *Cales noacki* HOW (ONILLON, 1972, 1973, 1974) a permis d'éliminer, sur un plan pratique, cet aleurode, puisqu'aucune intervention chimique n'est plus nécessaire (BENASSY et al., 1976). Les mécanismes responsables du contrôle biologique d'*A. floccosus* ont pu être suivis de façon très précise grâce à l'étude de la dynamique des populations de cet aleurode avant, pendant et après l'introduction de *C. noacki* (ONILLON et al. 1971 ; ONILLON, 1975). L'ensemble

des études ainsi réalisées ont mis en évidence l'efficacité remarquable de *C. noacki*. Sa spécificité, sa grande plasticité écologique et son pouvoir naturel de dispersion en font un entomophage de premier ordre pour la lutte contre *A. floccosus*. C'est pourquoi cet entomophage est actuellement utilisé notamment en Corse, au Maroc et aux îles Canaries (ONILLON, communication personnelle).

A la suite de ces résultats l'implantation de *C. noacki* à la Réunion semblait prometteuse. C'est pourquoi son introduction a été réalisée et sa multiplication assurée afin de tenter son acclimatation dans toutes les zones infestées par *A. floccosus*.

## ALEUROTHRIXUS FLOCCOSUS A LA RÉUNION

Diverses observations ont été réalisées sur cet aleurode en 1975 et 1976 avant l'introduction d'entomophages. *A. floccosus*, originaire probablement d'Amérique du sud (ONILLON, communication personnelle) a envahi de nombreuses régions notamment en Amérique du nord, en Amérique centrale, aux «West-Indies», en Amérique du sud, Afrique et Europe (Maps of Pests, 1974). Le premier foyer en France a été signalé par le Service de la Protection des Végétaux dans les Alpes maritimes en 1966 et en Corse en 1968 (ONILLON, 1969).

A la Réunion, l'introduction d'*A. floccosus* s'est faite, selon toute vraisemblance, à partir de plants d'agrumes importés de métropole à une époque qu'il est impossible de préciser mais qui remonte très probablement déjà à plusieurs années. Cet insecte est maintenant réparti sur tout le littoral à l'exception, à cette époque, d'une faible portion comprise entre Saint-Philippe et le Tremblet. *A. floccosus* est également présent en altitude jusqu'à 1200 mètres et a été mis en évidence dans les cirques de Cilaos et Salazie ainsi qu'à la Plaine des Palmistes.

\* - IRAT - Réunion

*A. floccosus* est considéré comme un aleurode spécifique des agrumes sur la Côte d'Azur et en Corse. Il est signalé toutefois en Floride sur goyavier et manguiier (ONILLON, 1969) et aux îles Canaries sur café, papaye, goyave et gerbera (BENASSY et al., 1976). A la Réunion, *A. floccosus* est présent essentiellement sur agrumes et il n'a été trouvé qu'exceptionnellement, jusqu'à présent, sur goyavier (*Psidium cattleyanum* SABINE), Takamaka (*Calophyllum* sp.) et Quatre épices (*Eugenia pimenta* D.C.).

Les adultes d'*A. floccosus* portent leurs ailes couchées sur le corps en forme de toit et ont l'aspect caractéristique des aleurodes type «mouches blanches». Ils vivent à la face inférieure des feuilles où la ponte a lieu. Les larves issues de ces oeufs se fixent rapidement sous les feuilles de Citrus qu'elles couvrent progressivement d'une couche floconneuse blanchâtre due à leurs sécrétions cireuses.

Les dégâts sont occasionnés par la ponction de la sève effectuée par les milliers de larves présentes au niveau d'un arbre. Les abondantes gouttelettes de miellat secrétées par ces larves finissent par former une couche visqueuse sur laquelle, en période de forte hygrométrie, se développe une fumagine. Les arbres, fortement attaqués, présentent un aspect noirâtre dû aux champignons. Ces derniers empêchent la photosynthèse de s'accomplir normalement et les arbres gravement atteints végètent et cessent le plus souvent de former des fruits.

Le contrôle des ennemis naturels, effectué de façon systématique à la Réunion en 1975 et 1976 a mis en évidence uniquement la présence de prédateurs.

Les coccinellidae sont parmi les plus fréquents et appartiennent à plusieurs espèces. On relève notamment *Clistothus arcuatus* (ROSSI) qui est une espèce typiquement aleurodiphages, *Scymnus reunioni* FÜRSCHE qui est généralement un prédateur de pseudococcines, *Exochomus laevisculus* WEISE qui est une espèce très polyphage. En dehors de ces trois espèces qui sont rencontrées assez fréquemment sur *A. floccosus*, on trouve également *Lindorus lophantae* (BLOISDELL) mais généralement de façon peu abondante. Des chrysopidae sont également souvent associés aux pullulations d'*A. floccosus* et ils appartiennent aux espèces *Chrysopa carnea* STEPH et *Nineta* sp. Des Miridae appartenant à l'espèce *Deraeocoris limbatus* MILLER sont également souvent présents avec les larves d'aleurodes. Malgré la présence de ces divers prédateurs, les pullulations d'*A. floccosus* ne peuvent être enrayerées et aucun parasitisme naturel n'a pu être décelé au cours des contrôles effectués dans toutes les régions de l'île.

La multiplication d'*A. floccosus*, dans ces conditions, est limitée par le volume du végétal disponible. Quand celui-ci est contaminé en totalité la régulation des populations d'*A. floccosus* est fonction de la compétition intraspécifique qui intervient alors de façon certaine pendant les périodes de pullulation.

Ces populations d'aleurodes paraissent également sensibles aux conditions climatiques. Il semble en effet qu'à des

températures constantes voisines de 30° on enregistre une mortalité importante des derniers stades larvaires d'*A. floccosus* alors que le développement des premiers stades ne paraît pas en souffrir.

La présence de divers prédateurs et l'existence de certains phénomènes de régulation n'ont pas empêché cependant l'extension considérable d'*A. floccosus* à la Réunion et celle-ci était telle qu'en 1976 la majorité des Citrus étaient atteints. Il est apparu alors hautement souhaitable de tenter l'introduction de *Cales noacki*, parasite spécifique, qui a donné d'excellents résultats, notamment dans le midi de la France.

#### LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE *A. FLOCCOSUS*

Un élevage de *A. floccosus* a donc été mis en place afin de pouvoir introduire et multiplier *C. noacki* en laboratoire. Grâce à cette multiplication, réalisée pour la première fois à partir de 1976, des lâchers de ce parasite ont pu être effectués dans de nombreuses régions de l'île.

##### Elevage d'*A. floccosus*.

L'élevage d'*A. floccosus* s'effectue dans une cellule dont les conditions de température varient entre 22° la nuit et 26° le jour. Les conditions d'humidité sont maintenues en dessous de 80 p. 100 pour éviter le développement de la fumagine. Pendant la ponte et la période d'éclosion des larves du quatrième stade, les plants de Citrus utilisés sont couverts d'un manchon de mousseline pour éviter un développement incontrôlé des aleurodes. Les femelles pondent en pivotant autour de leur rostre enfoncé dans la feuille. Les oeufs sont donc déposés sur un arc de cercle ou même selon un cercle complet s'il n'y a pas surpopulation d'aleurodes. L'incubation des oeufs varie de 8 à 10 jours environ.

La jeune larve issue de l'oeuf est mobile et cherche un point de fixation. Lorsque celui-ci est trouvé, l'adhésion au végétal devient plus étroite, les pattes et les antennes s'atrophient pour former la larve de deuxième stade. A partir de ce moment la sécrétion de minuscules gouttelettes de miellat va commencer et ira en s'amplifiant au cours des stades suivants. Au troisième et quatrième stades, la larve grossit et disparaît complètement sous les abondantes sécrétions filamenteuses et le miellat. Les ébauches des yeux, des pattes et des ailes de l'aleurode apparaissent alors au cours de la deuxième moitié du dernier stade. L'adulte quitte son puparium par une fente dorsale en T.

Tous les deux jours, un Citrus est utilisé pour la ponte des aleurodes. Cela permet d'obtenir suffisamment de larves pour le maintien de la souche d'aleurode et pour la production des parasites.

##### Elevage de *Cales noacki* HOW (Hym. Aphelinidae).

- Origine de l'insecte.

Cet entomophage nous a été fourni par la Station de Zoologie de l'INRA à Antibes. Environ 1000 larves d'*A.*

*floccosus* (au stade 2) parasitées par *C. noacki* ont été reçues le 5 juillet 1976 et ont servi à mettre en place un élevage de ce parasite à l'IRAT-Réunion.

- Description sommaire du parasite.

L'adulte mesure environ 0,6 mm de long ; il est de couleur jaune orangé . La tête est plus large que le thorax. Les mâles se distinguent des femelles par leurs antennes plumeuses alors que celles des femelles sont en massue. Les ailes sont transparentes et portent de longs cils marginaux. Les ailes postérieures n'ont pas de nervures. L'abdomen est de forme triangulaire et largement soudé au thorax.

- Élevage.

*C. noacki* est un parasite spécifique d'*A. floccosus*. Il parasite les stades 2, 3 et 4. Cependant le quatrième stade n'est vulnérable que pendant la première moitié de son évolution. En effet, le parasitisme de *C. noacki* n'interviendra plus, dès lors que les ébauches des yeux de l'aleurode seront visibles.

L'élevage de *C. noacki* s'effectue dans une cage cubique de 70 x 60 x 70 cm. Un pot de Citrus parasité par *C. noacki* sert à maintenir une population importante du parasite dans la cage. Ce pot est remplacé tous les 15 à 20 jours selon l'importance numérique des *Cales*. Les Citrus présentés aux *Cales* pour le parasitisme sont infestés par des *A. floccosus* en majorité au stade 2. Les aleurodes à parasiter restent 8 jours dans la cage après quoi ils sont retirés. Deux Citrus sont en permanence en cours de parasitisme. Un roulement a été établi afin de retirer un pot tous les quatre jours.

L'éclosion des *Cales* débute généralement entre 20 et 25 jours après le premier jour de mise en présence des aleurodes et des parasites.

Libération de *C. noacki*.

Les *C. noacki* ont été libérés sous forme d'adultes. Quelques lâchers de faible importance ont pu être effectués en juillet et août 1976 ; toutefois c'est surtout de septembre 1976 à décembre 1977 que ceux-ci ont été les plus conséquents.

TABLEAU 1 - Lâchers de *C. noacki* à la Réunion.

Communes	nombre de points de lâchers	nombre <i>C. noacki</i> libérés	Communes	nombre de points de lâchers	nombre <i>C. noacki</i> libérés
Saint-Denis	49	19700	Entre-Deux	2	809
Sainte-Marie	11	4400	Saint-Louis	10	9500
Sainte-Suzanne	5	2000	Etang-Salé	2	900
Saint-André	10	5300	Avirons	4	2400
Bras-Panon	4	2700	Saint-Leu	20	9400
Saint-Benoît	10	3300	Trois-Bassins	2	500
Sainte-Rose	5	1800	Saint-Paul	21	7100
Saint-Philippe	1	100	Le Port	1	500
Saint-Joseph	9	4900	La Possession	1	500
Petite-Ile	2	1500	Salazie	2	2200
Saint-Pierre	5	2300	Plaine des Palmistes	4	1300
Tampon	6	3500	Cilaos	1	1000

Le tableau 1 indique le nombre et la répartition des lâchers de *C. noacki* dans l'île. Ces lâchers ont été effectués à partir d'adultes répartis en lot de 100. Il a paru, en effet, préférable de libérer seulement de cent à quelques centaines d'individus par point de lâcher, pour pouvoir multiplier ceux-ci afin de couvrir le plus rapidement possible l'ensemble du département. Au total plus de 87.000 parasites ont été libérés dans l'île de juillet 1976 à décembre 1977.

Résultats et conclusions.

Un an et demi seulement après les premiers lâchers de *C. noacki* à la Réunion, le parasite est installé dans l'ensemble du département. 136 points de lâchers répartis dans les 24 communes de l'île ont accéléré le processus d'implantation de *C. noacki*.

*A. floccosus* ne constitue plus, dans les conditions présentes, un ravageur important à la Réunion, c'est pourquoi il conviendrait de suivre les populations de *D. simplex* qui étaient auparavant dominées par *A. floccosus* mais qui pourraient prendre un certain développement à la suite de la dispersion de ce dernier.

Il paraît utile de rappeler qu'*A. floccosus*, comme la plupart des insectes nuisibles à l'agriculture réunionnaise, a été introduit accidentellement dans le département. D'autres espèces d'aleurodes nuisibles aux agrumes existent dans le monde. Parmi ceux-ci, *Dialeurodes citri* (ASHM) (ONIL-LON, 1970) et *Aleurocanthus woglumi* ASHBY (Maps of Pests, 1976) présents respectivement en métropole et en Afrique du sud, constituent un danger potentiel pour la Réunion.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier vivement le Dr D. HOLLIS (British Museum) pour la détermination d'*A. floccosus* et Miss Louise M. RUSSEL (USA Maryland) pour celle du *D. simplex*. Nous remercions également vivement notre collègue J.P. LYON (INRA, Station de Zoologie Antibes) qui a bien voulu indiquer la position systématique des chrysopes.

Nous tenons également à exprimer nos vifs remerciements au Dr P. JOURDHEUIL, directeur de la Station de Zoologie d'Antibes ainsi qu'à notre collègue J.C. ONILLON qui nous a fait parvenir une souche de *C. noacki* et qui a bien voulu, lors de notre passage à Antibes, nous fournir toutes indications utiles au démarrage de cette opération de lutte biologique à la Réunion.

Enfin nous tenons à remercier également le service de la Protection des Végétaux et plus particulièrement MM. A. GRAVAUD et A. ROURA ainsi que la Société réunionnaise pour l'Étude et la Protection de la Nature (SREPN) en la personne de M. H. GRUCHET qui, localement, ont facilité grandement cette opération.

#### BIBLIOGRAPHIE

- BENASSY (C.), DEPORTES (L.), ONILLON (J.C.) et PANIS (A.). 1976.  
Orientation vers la lutte intégrée en agrumiculture dans le sud-est de la France. «Pépiniéristes-Horticulteurs-Maraîchers», *Revue horticole*, n° 167, p. 41-48.
- MAPS OF PESTS. 1974.  
Commonwealth Institute of Entomology - Distribution Maps of Pests. série A, Map n° 327, June 1974.
- MAPS OF PESTS. 1976.  
Commonwealth Institute of Entomology. Distribution Maps of Pests. série A, Map n° 91, June 1976.
- ONILLON (J.C.). 1969.  
A propos de la présence en France d'une nouvelle espèce d'Aleurode nuisible aux Citrus, *Aleurothrixus floccosus* MASK. (Homopt., Aleurodidae). *C.R. Acad. Agr. France*, 55, 13, p. 937-941.
- ONILLON (J.C.). 1970.  
Premières observations sur la biologie d'*Aleurothrixus floccosus* MASK (Homopt., Aleurodidae) dans le sud-est de la France. *Al Awamia*, 37, p. 105-109.
- ONILLON (J.C.), ONILLON (J.) et TOMASSONE (R.). 1971.  
Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'Homoptères inféodés aux agrumes.  
I.- Estimation de la surface d'une feuille en fonction de ses deux plus grandes dimensions. *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, 3, 2, p. 183-193.
- ONILLON (J.C.) et ONILLON (J.). 1972.  
Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'Homoptères inféodés aux agrumes.  
III.- Introduction dans les Alpes maritimes de *Cales noacki* HOW (Homopt., Aphelinidae), parasite d'*Aleurothrixus floccosus* MASK (Homopt., Aleurodidae). *C.R. Acad. Agric. France*, 58, 6, p. 365-370.
- ONILLON (J.C.). 1973.  
Possibilités de régulation des populations d'*Aleurothrixus floccosus* MASK. (Homopt., Aleurodidae) sur agrumes par *Cales noacki* HOW. (Hymenopt., Aphelinidae). *OEPP/EPPO Bulletin* 3 (1), p. 17-26.
- ONILLON (J.C.) et ONILLON (J.). 1974.  
Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'Homoptères inféodés aux agrumes.  
III.2.- Modalités de la dispersion de *Cales noacki* (Hymenopt., Aphelinidae) *Bull. OILB/SROP*, 3, p. 51-66.
- ONILLON (J.C.). 1975.  
Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'Homoptères inféodés aux agrumes.  
V.3.- Evolution des populations d'*A. floccosus* MASK. (Homopt., Aleurodidae) pendant les trois années suivant l'introduction de *Cales noacki* HOW (Hymenopt., Aphelinidae). *Fruits*, 30 (4), p. 237-245.





## MALADIES FONGIQUES ET BACTÉRIENNES

# Activité du laboratoire de phytopathologie de l'IRFA en ce qui concerne les agrumes.

E. LAVILLE\*

Les recherches sur les maladies cryptogamiques et bactériennes des agrumes ont été, ces dernières années, limitées à quelques thèmes, malgré le nombre important de questions à résoudre.

Les activités ont essentiellement porté sur la protection des fruits après récolte, et sur les différents aspects des maladies à *Phytophthora* des agrumes.

### PROTECTION DES FRUITS APRES RECOLTE

L'utilisation des fongicides de traitement du type Benzimidazole, a fait faire d'importants progrès dans la protection des agrumes après récolte.

Ces produits ont cependant l'inconvénient de faire rapidement apparaître des races de *Penicillium* (*P. digitatum* et *P. italicum*) résistantes, c'est pourquoi nous nous sommes attachés dès 1972 (*Fruits*, vol. 28, n° 7-8, 1973 - Congrès Gand 1973 - Congrès Orlando 1977) à rechercher et à sélectionner de nouveaux produits efficaces à la fois sur des races sauvages et sur les races résistantes aux benzimidazoles.

Les études portant sur l'activité de l'Imazalil (Janssen Pharmaceutica) sont maintenant terminées. Elles ont fait l'objet d'une synthèse à paraître prochainement dans la revue FRUITS. (1978).

Ce produit peut être considéré comme tout à fait valable pour le traitement des agrumes après récolte. Les demandes d'autorisation d'emploi sont en cours.

Mais comme il n'est pas bon de considérer comme acquise et immuable une situation qui, par nature est évolutive, d'autres molécules actives sont actuellement à l'étude.

### MALADIES A PHYTOPHTHORA DES AGRUMES

L'étude de cette importante question a été envisagée sous différents aspects.

Tout d'abord un ouvrage (paru en 1978) sur les «Maladies à *Phytophthora* des agrumes», a été rédigé en collaboration avec un chercheur de l'ORSTOM (B. BOCCAS). Ce livre fait le point actuel des recherches réalisées dans ce domaine et indique quelques orientations futures.

Ensuite les études engagées en 1974 pour élucider le type de relations hôte-parasite dans le couple *Phytophthora*-Agrumes (*Fruits*, vol. 30, n° 1, 1975) se poursuivent. Un certain nombre de résultats sont déjà acquis. Des études plus fines, au niveau cellulaire, ont débuté fin 1977 et devraient se poursuivre sur plusieurs années.

Dans la pratique, le comportement vis-à-vis du *Phytophthora* de nouvelles variétés hybrides (obtenues en Corse) a été étudié, ainsi que celui d'une trentaine de clones de *Poncirus trifoliata*, mettant en évidence des différences notables de résistance au sein de ce groupe.

Parallèlement des recherches ont été engagées pour améliorer l'efficacité de la lutte chimique, aussi bien par des traitements curatifs que préventifs.

Un nouveau fongicide systémique spécifique des Pythiacées, l'éthyl phosphite d'aluminium (Aliette), (Rhône Poulenc Phytosanitaire) est en cours d'expérimentation, et les résultats obtenus sont extrêmement encourageants.

Ils permettent d'envisager un bon contrôle des chancres de tronc et des attaques racinaires, par les pulvérisations foliaires de ce fongicide. (Ce produit s'est révélé être du type systémique descendant). Il peut être utilisé sur semis, et sur arbres adultes (congrès de Brighton, 1977).

\* - IRFA-GERDAT - B.P. 5035 - 34032 MONTPELLIER Cedex

### ORIENTATIONS

Les problèmes posés par les maladies à *Phytophthora* étant particulièrement importants, la priorité des recherches sera maintenue dans cette voie.

#### AUTRES THEMES DE RECHERCHES ET LIEUX

Bactériose du clémentinier	- en collaboration avec l'INRA Angers - Corse. SRA.
Chancre citrique des agrumes Essais porte-greffe	- projets. île de la Réunion - IRFA Côte d'Ivoire, P. FROSSARD.
Essais traitements de l'anthracnose des limes	IRFA Martinique, C. MOREUIL.



# Lutte contre la gommose des agrumes en Côte d'Ivoire.

**R. FROSSARD\***

Cet essai a été mis en place en juillet 1971. Nous avons rendu compte des premiers résultats en janvier 1973 puis en mars 1974 (document 81 R.A. 1974).

En juillet 1974, environ vingt arbres par variétés ont été inoculés par blessure circulaire d'environ 0,9 cm de diamètre. Trois mois plus tard, on constate que les blessures stériles ont complètement cicatrisé. Toutes les inoculations ont été positives ; elles ont entraîné, par pourriture de l'écorce, la formation de lésions de forme ovale très allongée dans le sens du tronc. La mesure de la longueur et de la largeur permet de calculer les surfaces moyennes qui sont données dans le tableau 1.

En octobre 1974, on a supprimé un arbre sur deux et les observations se sont poursuivies tous les trois mois, complétées par des mensurations annuelles faites en juin.

Les tableaux 2 à 5 donnent l'évolution de la situation depuis septembre 1974 jusqu'en mars 1977, en tenant compte des arbres n'ayant jamais repris.

Dans le groupe A (tableau 2), l'oranger doux est légèrement moins sensible que les deux autres. Le Rough lemon planté un an après les deux autres serait le plus sensible de tous les Citrus essayés.

Tableau 1 - Surface moyenne en cm<sup>2</sup> des lésions trois mois après inoculation.

Nom	S cm <sup>2</sup>	Nom	S cm <sup>2</sup>
citrange 'Troyer'	1,64	bigaradier Corse	5,88
citrange 'Carrizo'	1,69	'Cléopâtre' USA	6,24
tangelo 'Orlando'	2,18	limettier mexicain	7,08
<i>Citrus macrophylla</i>	2,33	<i>C. taiwanica</i>	7,14
potomelo 'Marsh'	3,79	bigaradier Azaguié	7,32
'Cléopâtre' Azaguié	5,16	<i>C. volkameriana</i>	8,73

ppds. 5 p. 100 = 1,82

Les données manquent pour les trois espèces les plus sensibles : limettier 'Rangpur', Rough lemon et oranger doux 'Hamlin' faute d'arbres inoculables. Il est net que toute blessure est une porte d'entrée pour le *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* qui peut envahir les écorces de toutes les espèces, variétés et hybrides comparés. Mais la cicatrisation intervient plus ou moins rapidement. Les lésions sont beaucoup plus limitées dans le cas des citranges, du tangelo du *C. macrophylla* et même du potomelo.

Dans le groupe B (tableau 3), alors qu'en septembre 1974 on pouvait considérer le potomelo comme étant plus touché que les mandariniers 'Cléopâtre', au fur et à mesure que le temps passe, ce classement change. Le 'Cléopâtre' USA se révèle en fin de compte le plus sensible avec dix pieds morts. Chez les deux mandariniers, le nombre de pieds pratiquement sains (catégorie d) décroît rapidement, alors que chez le potomelo la situation reste remarquablement stable, ce qui confirme les indications données par les inoculations.

Dans le groupe C (tableau 4), la mortalité est pratiquement nulle. *C. volkameriana* et *C. taiwanica* seraient un peu

\* - IRFA - B.P. 1740 - ABIDJAN 01 - République de Côte d'Ivoire

Évolution de l'état sanitaire de septembre 1974 à mars 1977.

Selon catégorie : a = mort ; b = mourant ;

c = attaque indiscutable ; d = attaque douteuse ou nulle.

TABLEAU 2 - A - Arbres très sensibles.

	1974		1975				1976				1977	
		sept.	dec.	mars	juin	sept.	dec.	mars	juin	sept.	dec.	mars
limettier Rangpur n = 36	a	16	17	19	28	28	29	30	32	33	33	33
	b	4	9	9	2	3	3	3	2	0	1	1
	c	5	2	3	1	2	2	1	1	1	0	1
	d	11	8	5	5	3	2	2	1	2	2	1
Rough lemon n = 34	a	14	18	19	22	23	23	24	28	30	30	31
	b	7	5	5	3	4	5	4	2	1	1	2
	c	3	3	3	3	1	0	1	0	2	3	1
	d	10	8	7	6	6	6	5	4	1	0	0
oranger doux n = 36	a	12	14	15	16	17	19	20	20	20	23	24
	b	6	10	11	10	11	9	11	11	11	8	7
	c	9	5	4	4	2	2	1	1	2	4	5
	d	9	7	6	6	6	6	4	4	3	1	0

TABLEAU 3 - B - Arbres assez sensibles.

'Cléopâtre' USA n = 36	a	0	1	1	2	3	4	5	5	7	10	10
	b	0	1	1	3	7	8	14	15	19	16	20
	c	3	1	3	8	12	10	11	10	5	7	5
	d	33	33	31	23	14	14	6	6	5	3	1
'Cléopâtre' Azaguié n = 36	a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5
	b	0	0	0	1	3	4	11	11	18	19	23
	c	1	2	2	4	13	15	16	16	14	12	6
	d	35	34	34	31	20	17	9	9	4	3	2
pomelo 'Marsh' n = 36	a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	b	3	7	9	9	10	10	10	11	10	9	12
	c	14	12	8	9	8	11	11	10	13	16	13
	d	19	17	19	18	18	15	15	15	13	11	11

TABLEAU 4 - C - Arbres moyennement tolérants

<i>C. volkameriana</i> n = 36	a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	b	1	1	1	1	1	1	2	2	4	5	7
	c	4	5	5	6	7	7	8	10	11	12	13
	d	31	30	30	29	28	28	26	24	21	19	16
<i>C. taïwanica</i> n = 36	a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	b	1	1	0	2	2	2	4	5	7	7	12
	c	3	6	9	8	9	10	10	8	10	13	9
	d	32	29	27	26	25	24	22	23	19	16	15
limettier mexicain n = 35	a	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
	b	0	0	1	0	1	1	1	1	1	2	3
	c	2	2	3	3	2	2	3	4	6	7	6
	d	33	33	31	31	31	31	30	29	27	25	25
bigaradier Azaguié n = 36	a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	b	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3
	c	3	5	2	4	5	6	8	8	8	12	12
	d	33	31	34	32	31	30	28	27	27	24	21
bigaradier Corse n = 35	a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	b	0	0	1	1	1	1	2	2	2	3	3
	c	2	2	2	4	3	3	2	4	5	10	14
	d	33	33	32	30	31	31	30	29	28	22	18

plus sensibles que les deux bigaradiers et que le limettier. Ce dernier porte-greffe est réputé assez sensible à la gommose ; dans les conditions de notre essai, il se montre égal et même supérieur aux bigaradiers.

Dans le groupe D (tableau 5), un seul tangelo est mort, un seul Troyer présente des symptômes nets. Tous les autres plants rentrent dans la catégorie d'attaque douteuse ou nulle.

TABLEAU 5 - D - Arbres très tolérants, presque résistants.

		1974		1975				1976				1977
		sept.	dec.	mars	juin	sept.	dec.	mars	juin	sept.	dec.	mars
tangelo 'Orlando'	a	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
	b	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
	c	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	d	35	34	34	35	35	35	34	34	34	34	34
<i>C. macrophylla</i>	a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	b	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	d	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
citrange 'Troyer'	a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	b	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	d	36	36	36	36	36	36	36	36	36	35	35
citrange 'Carrizo'	a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	b	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	d	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35

## CONCLUSION

Si l'on s'en tient au seul problème de la gommose, il faut éliminer d'emblée le limettier 'Rangpur', le Rough lemon, l'oranger doux et les deux mandariniers 'Cléopâtre', qui sont justement tous des porte-greffe tolérants à la tristeza. Le pomelo 'Marsh' de semis se comporte en fin de compte aussi bien que les *Citrus volkameriana* ou *C. taiwanica*. La tristeza nous oblige à écarter dans tous les cas le *C. macrophylla* et le limettier mexicain, le bigaradier également,

excepté pour le greffage du citronnier et du bergamottier. Restent en lice, tout d'abord les deux citranges et le tangelo 'Orlando' et en second lieu les *C. volkameriana* et *C. taiwanica* dont la vigueur peut compenser la sensibilité plus grande à la gommose.

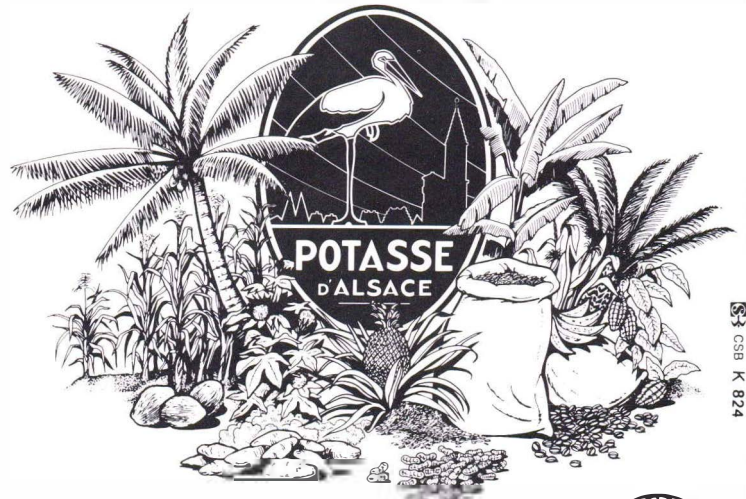
Bien entendu, le comportement de ces arbres issus de semis ne sera pas le même lorsqu'ils seront greffés. Un essai a été mis en place récemment, comportant les meilleurs porte-greffe, greffés pour moitié en oranger doux et pour moitié en citronnier.



# LES CULTURES TROPICALES AIMENT LA POTASSE

QUALITE  
RENDEMENT  
PROFIT

engrais  
potassiques



GRUPE EMC

SOCIÉTÉ COMMERCIALE DES POTASSES ET DE L'AZOTE  
62-68, rue Jeanne d'Arc - 75646 PARIS CEDEX 13  
Tél. : 584.12.80 Téléc. : P.E.M.C. 20191 F



PUBLICITE P 2010

CSB K 824

## LA COMPAGNIE DES BANANES

SOCIÉTÉ ANONYME

IMPORTATEURS DE BANANES

Siège social :

12, rue du Séminaire  
BP 322 - 94153 RUNGIS Cédex

Tél : 687.36-32

Télex : 201 231



2, rue des Tropiques  
CIBEX E-108 94538 RUNGIS  
tél. 687.2434 téléc. 27079

E. E. AZOULAY & Co

tous les fruits  
exotiques

## CHIMIE - TECHNOLOGIE

# Étude du laboratoire de chimie et de technologie de l'IRFA sur les agrumes.

**R. HUET\***

*Les différents travaux sur agrumes réalisés par le Service de chimie-technologie de l'IRFA peuvent être classés sous trois titres :*

- *Etudes des fruits frais. Critères de qualité et de maturité.*
- *Etudes des produits dérivés des fruits.*
- *Etudes sur les procédés de transformation.*

### ETUDES DES FRUITS FRAIS - CRITERES DE QUALITE ET DE MATURITE

**Le développement et la maturation des citrons et des limes acides en Corse**

Ces fruits appartiennent les uns et les autres à des espèces différentes : *Citrus limon* BURM.S et *Citrus aurantifolia* SWINGLE ; cependant les similarités relevées dans la composition de leur jus et de leur essence de zeste, nous ont incité à étudier parallèlement l'évolution de leur composition au cours du développement du fruit. Par ailleurs l'intérêt porté ces dernières années par les importations en fruits de la CEE aux limes acides à gros fruits rend particulièrement actuel notre souci de situer ces dernières par rapport aux citrons et aux petites limes acides. Le détail des échantillonnages, des analyses et de nos conclusions, se trouve consigné dans deux rapports qui n'ont pas encore été publiés, le premier intitulé «Croissance et maturation du citron en Corse» et le second «Maturation du citron et des limes acides». Un troisième document en préparation, «Composition des limes mexicaines, bears et tahiti en Corse» complète les deux premiers.

Actuellement, le seul critère de qualité des citrons retenu par les normes officielles est le rendement en jus supérieur ou égal à 25 p. 100 du poids des fruits en

France, à 30 p. 100 aux USA. Ce choix paraît justifié et réaliste. Cependant il ne rend pas compte du fait qu'au-delà du stade du développement du fruit suffisant pour satisfaire à ce critère, la qualité ne s'améliore pas. En effet, alors que le fruit continue à grossir et qu'il se colore progressivement en jaune, la richesse du jus en solides solubles - composés à 70 p. 100 par les acides - en acides aminés et en vitamine C, diminue régulièrement. Les limes bears et tahiti suivent le même schéma de développement que les citrons tout en atteignant des rendements en jus très supérieurs, de l'ordre de 45 à 50 p. 100. D'arôme plus intense, car leur huile essentielle contient trois fois plus de citral que celle du citron, leur jus est nettement moins riche en vitamine C. Les petites limes acides du type mexicain subissent souvent un accident de maturation. A quelque stade de développement que ce soit, la maturation se déclenche, caractérisée par le jaunissement de l'écorce, l'augmentation du rendement en jus, et la chute de la vitamine C dans le jus.

A l'inverse des autres Citrus, Bergamote, orange et clémentine, la composition de l'huile essentielle de zeste est remarquablement stable tout au long de la vie du fruit.

**Caractéristiques de qualité, et normes de maturité des oranges**

Dans un document proposé à la réunion annuelle de l'IRFA-1977 nous avons fait une étude critique des diverses normes de maturité en vigueur au Maroc, aux USA (Floride) et en France. Il nous a paru regrettable que la teneur minimale en extrait sec soluble ne figure pas sur les nor-

\* - IRFA-GERDAT - B.P. 5035 - 34032 MONTPELLIER Cedex

mes AFNOR. Nous avons par ailleurs appliqué la méthode ROYO IRANZO à la comparaison des qualités des oranges. L'analyse des composés volatils du jus par la technique chromatographique des espaces de tête complète cette comparaison.

#### ETUDES DES PRODUITS DERIVES DES FRUITS

**Les huiles essentielles d'agrumes ont donné lieu à divers travaux**

Nous avons participé dans le cadre de l'AFNOR et dans celui du Syndicat des parfumeurs de Grasse à des mises au point analytiques : dosage du linalol, de l'acétate de linalyle, et du bergaptène de l'huile essentielle de bergamote par chromatographie gazeuse. L'application de ce dernier dosage à l'huile essentielle de citron a mis en évidence la présence de faibles quantités de bergaptène. Un test de contrôle par CPC de la qualité de l'huile essentielle de lime par les laboratoires de contrôle de la UNPAL à Mexico a été appliqué régulièrement à la production ivoirienne.

L'utilisation de l'huile essentielle de bigarade Haïti dans la fabrication de liqueur a donné lieu à un contrat de recherche avec la Société MARNIER-LAPOSTOLLE.

La mesure de l'intensité aromatique des jus et des essences d'agrumes par technique chimique ou instrumentale a été l'objet d'une mise au point bibliographique et de nombreux essais de laboratoire. Nous citerons les mesures de solutions volatiles réductrices, la titration au bromure-bromate de SCOTT et VELDHUIS, la chromatographie gazeuse des espaces de tête, le dosage des carbonyles et l'absorption dans l'UV. Une note a été rédigée sur ce sujet.

Une action concertée DGRST a été entreprise avec la collaboration de la Société SPEPIA sur la production d'extraits stables de caroténoïdes d'oranges. Dans le cadre de

cette recherche un document sur les procédés d'extraction de dosage et de stabilisation de caroténoïdes d'agrumes a été proposé à la Réunion Annuelle de l'IRFA-1977. Dans le travail en cours nous étudions l'effet d'un solvant susceptible d'extraire simultanément les caroténoïdes des écorces et leurs protecteurs naturels.

#### ETUDES SUR LES PROCEDES DE TRANSFORMATION

Un ensemble d'investigations portant sur la congélation des jus d'agrumes, la cryoconcentration et la lyophilisation ont été réalisées en liaison avec le Service de développement industriel de l'IRFA, la Société JOKER et l'ENSBANA, grâce à un financement de la DGRST. L'analyse des fractions volatiles par la technique des espaces de tête en chromatographie gazeuse nous a permis de montrer que la congélation d'une solution aromatique aqueuse provoque une perte de constituants volatils. Cependant, dans le cas d'un jus pulpeux et sucré les tests d'intensité aromatique décrits plus haut ont montré que ces pertes sont insignifiantes. Une étude de la mesure de la volatilité relative par rapport à l'eau de divers composés organiques a mis en évidence un résultat en contradiction avec une opinion assez répandue : dans une même série chimique les composés sont d'autant plus volatils que leur poids moléculaire est plus élevé. Par exemple le butanol est plus volatil que le propanol, lui-même plus volatil que l'éthanol. Ces résultats ont été consignés dans une note non publiée car des conclusions identiques ont déjà été signalées dans la littérature.

Par ailleurs, nous avons abordé la technique de cryoconcentration par gradient de température avec un appareillage confectionné au laboratoire. Nous avons pu de cette façon multiplier par 2,2 la concentration initiale d'un sirop de sucre ou d'un jus de pomelo. Mais ce procédé est lent et provoque une perte importante de solides solubles. Les travaux n'ont pas été poursuivis.





## TABLE DES MATIÈRES

### Volume 33 - Janvier à décembre 1978

- ALVAREZ (C.E.).**  
voir : GARCIA (V.), FERNANDEZ CALDAS (E.) et ROBLES (J.) (1) 7-13
- ASSAS M'BILLAUT (G.).**  
La pourriture brune des racines d'avocatier. Étude histologique de la pénétration et de l'infection des racines par *Phytophthora cinnamomi* RANDS (2) 107-115
- AUBERT (B.).**  
État des travaux de virologie-bactériologie à l'IRFA à la Réunion, entre 1974 et 1977 (11) 751-754
- BENASSY (C.), ONILLON (J.C.) et PANIS (A.).**  
Principaux résultats obtenus dans le domaine de la lutte biologique contre les homoptères fixes des Citrus (Aleurodes et Coccides) depuis 1974 (12) 862-864
- BERTIN (Y.).**  
voir : BLONDEAU (J.P.) (6) 433-443  
voir : MARCHAL (J.) et BLONDEAU (J.P.) (10) 681-691
- BLONDEAU (J.P.).**  
voir : MARCHAL (J.) et BERTIN (Y.) (10) 681-691
- BLONDEAU (J.P.) et BERTIN (Y.).**  
Carences minérales chez la grenadille (*Passiflora edulis* SIMS. var. *flavicarpa*)  
I.- Carences totales en N, P, K, Ca, Mg. Croissance et symptômes (6) 433-443
- BLONDEL (L.).**  
- Les agrumes du monde en quelques chiffres. Place des agrumes de Corse. (4) 269-275  
- La station de Recherches agronomiques (INRA-IRFA) de San Giuliano (11) 675-685  
- Classification botanique des espèces du genre Citrus (11) 695-720  
- Les travaux de sélection clonale de quelques cultivars d'agrumes. (11) 755-759  
- Travaux réalisés sur les porte-greffe des agrumes à la Station de Recherches agronomiques de Corse. (11) 773-791  
- Effets de quelques substances de croissance sur le clémentinier. (12) 853-855  
voir : SANCHEZ (C.D.) et CASSIN (J.) (12) 811-813
- BOMPEIX (G.).**  
Quelques aspects physiologiques des relations hôte-parasite durant la conservation des pommes. (1) 22-26
- BONDOUX (P.).**  
Problèmes actuels posés par la conservation de quelques organes végétaux isolés. (1) 27-29
- BOVÉ (J.M.).**  
Activité du laboratoire de biologie cellulaire et moléculaire en ce qui concerne les agrumes (11) 735-737  
voir : VOGEL (R.) (3) 193-200
- BRENIERE (J.).**  
La lutte biologique à la Réunion. (12) 871-872
- BRUN (P.) et ONILLON (J.C.).**  
Dynamique du végétal et estimation des populations de ravageurs inféodés aux Citrus (12) 807-810
- BRUN (P.).**  
Ravageurs animaux en agrumiculture : évolution de la situation en Corse depuis 1974. (12) 865-868
- BUTANI (Dhamo K.).**  
Insect pests of falsa (*Grewia asiatica* MAST.) in India and their control. (2) 121-124  
Pests and diseases of Jackfruit in India and their control. (5) 351-357
- CASSIN (J.).**  
- Sélection de lignées nucellaires. Initiation «*in vitro*» d'embryons nucellaires chez les variétés d'agrumes monoembryonnés. Micro-greffe d'apex de pousse «*in vitro*». (11) 743-750  
- Croisements réalisés en Corse. (11) 760-762  
- Les herbicides en agrumiculture. (12) 849-852  
voir : HUET (R.) et TISSEAU (Renée) (10) 701-714  
voir : SANCHEZ (C.D.) et BLONDEL (L.) (12) 811-813  
voir : MARCHAL (J.), FAVREAU (P.), LOSSOIS (P.) et MARTIN-PRÉVEL (P.) (12) 822-827  
voir : MARCHAL (J.) (12) 833-834
- CASSIN (J.), FAVREAU (P.), MARCHAL (J.), LOSSOIS (P.) et MARTIN-PRÉVEL (P.).**  
Principaux résultats concernant l'étude de la fertilisation du clémentinier en Corse. (12) 819-821

- COMBRES (J.C.)**  
 voir : TEISSON (C.), MARTIN-PRÉVEL (P.)  
 et PY (C.). (1) 48-50  
 voir : FOUQUÉ (A.). (12) 845-847
- DAGAN (Y.)**  
 voir : LAVILLE (E.Y.), HARDING (P.R.),  
 RAHAT (M.) et RIPPON (L.E.) (4) 257-267
- DARTHENUCQ (A.)**  
 Agrumes à la station de Neufchâteau en  
 Guadeloupe. (11) 691-692
- DARTHENUCQ (A.), GANRY (J.),  
 LACHENAUD (J.), MELON (Ph.) et  
 MEYER (J.P.)**  
 Notes d'un voyage d'étude dans quelques  
 zones bananières d'Amérique latine  
 (avril-mai 1977) (3) 157-165
- DUPAIGNE (P.)**  
 Colloque sur l'analyse des boissons  
 (CNERNA) (3) 207-208  
 - Assemblée annuelle du groupe polyphénols  
 Nancy, 17-18-19 mai 1978 (5) 359-362  
 - Compte rendu du 4e Colloque international  
 consacré aux plantes médicinales,  
 UER, Médecine et Pharmacie,  
 Angers, 26-27-28 mai 1978 (5) 363-365  
 - Mise au point sur la composition de l'arôme  
 de fruits tropicaux peu connus (6) 413-423  
 - Les mycotoxines et les fruits. (7-8) 505-519  
 - Rapport de la 12e Session du groupe  
 FAO/OMS/Codex sur la normalisation des  
 boissons de fruits, Genève, 19-23 juin 1978 (10) 717-719  
 - C.R. de la 19e journée de nutrition et  
 diététique. (10) 720
- ETIENNE (J.)**  
 - Contrôle biologique à la Réunion de  
*Trioza erythrae* (homopt., psyllidae) au moyen  
 de *Tetrastichus dryi* (hym. Eulophidae). (12) 877-882  
 - Introduction à la Réunion de *Cales noacki*  
 HOW (hymenopt., Aphelinidae) pour lutter  
 contre *Aleurothrixus floccosus* (MASKWELL)  
 (homopt., Aleurodidae). (12) 883-886
- ETIENNE (J.) et VILARDEBÓ (A.)**  
 Notes sur les principaux ravageurs des agrumes  
 de l'île de la Réunion. (12) 873-876
- FAVREAU (P.)**  
 - Les sols de la plaine orientale de la Corse,  
 leur rapport avec l'agrumiculture. (12) 817-818  
 - voir : CASSIN (J.), MARCHAL (J.),  
 LOSSOIS (P.) et MARTIN-PRÉVEL (P.). (12) 819-821  
 - voir : MARCHAL (J.), CASSIN (J.),  
 LOSSOIS (P.) et MARTIN-PRÉVEL (P.). (12) 822-827
- FERNANDEZ CALDAS (E.)**  
 voir : GARCIA (V.), ALVAREZ (C.E.)  
 et ROBLES (J.). (1) 7-13
- FOUQUÉ (A.)**  
 - Étude de la nutrition des agrumes en  
 Côte d'Ivoire. (12) 835-836  
 - voir : HAURY (A.), MOREUIL (C.)  
 et SOULEZ (P.). (11) 763-766  
 - voir : HAURY (A.), SOULEZ (P.) et  
 LICHOU (J.F.). (11) 792-797  
 - voir : SOULEZ (P.). (12) 814-816
- FOUQUE (A.) et COMBRES (J.C.)**  
 Étude sur l'irrigation en Côte d'Ivoire (12) 845-847
- FOYET (M.)**  
 Comportement de l'ananas et qualité  
 industrielle de la récolte en deux sites  
 écologiques au Cameroun. (6) 425-432
- FROSSARD (P.)**  
 - Lutte contre la pourriture de l'ananas à  
*Thielaviopsis paradoxa*.  
 Importance de la température de conservation  
 et de la désinfection fongicide. (2) 91-99  
 - Lutte contre la pourriture du cœur à  
*Phytophthora* de l'ananas.  
 Fongicides classiques et fongicides  
 nouveaux. (3) 183-191  
 - Lutte contre la gommose des agrumes  
 en Côte d'Ivoire. (12) 889-891
- GANRY (J.)**  
 Étude comparée de fongicides à longue durée  
 d'action, pour la lutte contre la Cercosporiose  
 du bananier aux Antilles. (3) 149-155  
 - Calcul des «sommes de vitesse de développe-  
 ment» et des températures moyennes journali-  
 ères à partir du minimum et du maximum  
 journaliers de températures sous climats  
 tropical et équatorial. (4) 221-236  
 - Recherche d'une méthode d'estimation de  
 la date de récolte du bananier à partir de  
 données climatiques dans les conditions des  
 Antilles (10) 669-680  
 - voir : DARTHENUCQ (A.), LACHENAUD  
 (J.), MELIN (Ph.) et MEYER (J.P.). (3) 157-165
- GARCIA (V.), FERNANDEZ CALDAS (E.),  
 ALVAREZ (C.E.) et ROBLES (J.)**  
 Desequilibrios potásico-magnésicos en los  
 cultivos de plátanos de Tenerife. (1) 7-13
- GODEFROY (J.), LASSOUDIÈRE (A.),  
 LOSSOIS (P.) et PENEL (J.P.)**  
 Action du chaulage sur les caractéristiques  
 physico-chimiques et la productivité d'un  
 sol tourbeux en culture bananière. (2) 77-90

- GUYOT (G.).**  
Dépouillement des bandes de thermohygrographes. (4) 237-239
- HARDING (P.R.).**  
voir : LAVILLE (E.Y.), DAGAN (Y.), RAHAT (M.) et RIPPON (L.E.). (4) 257-267
- HAURY (A.), FOUQUÉ (A.), MOREUIL (C.) et SOULEZ (P.).**  
Études variétales des agrumes Outre-Mer (11) 763-766
- HAURY (A.), FOUQUÉ (A.), SOULEZ (P.) et LICHOU (J.F.).**  
Étude des porte-greffe des agrumes Outre-Mer (11) 792-797
- HUET (R.).**  
- Compte rendu sur le Symposium de la Fédération internationale des Producteurs de jus de fruits - Berne, 25-27 avril 1978 (4) 277-279  
- C.R. d'un voyage en Egypte organisé par la Société technique des Parfumeurs de France, 20-27 septembre 1978 (10) 721-726  
- Étude du laboratoire de chimie et de technologie de l'IRFA sur les agrumes (12) 893-894
- HUET (R.), CASSIN (J.) et TISSEAU (Renée)**  
Citrons et limes acides.  
Les limes à gros fruits. Production d'avenir pour les DOM-TOM. (10) 701-714
- JUSTE (C.).**  
Étude de quelques facteurs susceptibles d'expliquer l'origine des « brûlures du feuillage » observées sur clémentinier en Corse. (12) 829-831
- LACHENAUD (J.).**  
voir : DARTHENUQ (A.), GANRY (J.), MELIN (Ph.) et MEYER (J.P.). (3) 157-165
- LACOEUILHE (J.J.).**  
Conservation de la fertilité d'un sol ferrallitique de Basse Côte d'Ivoire cultivé en ananas (4) 241-256  
- La fumure N-K de l'ananas en Côte d'Ivoire (5) 341-348
- LAHAV (E.).**  
The value of the K/Ca + Mg ratio for determination of the nutritional status of the banana sucker (Brief note) (1) 3-6
- LASSOUDIÈRE (A.).**  
- Quelques aspects de la croissance et du développement du bananier Poyo en Côte d'Ivoire.  
1ère partie : Matériel végétal et méthodes d'études. (5) 293-313  
- 2ème partie : Le système radical. (5) 314-338
- 3ème partie : Le faux-tronc et le système foliaire (6) 373-412  
- 4ème partie : L'inflorescence (7-8) 457-491  
- 5ème partie : Conclusions générales et applications aux techniques culturales (7-8) 492-503  
- voir : GODEFROY (J.), LOSOIS (P.) et PENEL (J.P.). (2) 77-90
- LAVILLE (E.).**  
- Étude des traitements fongicides appliqués aux agrumes après récolte. Action de l'imazalil (2) 101-105  
- Activité du laboratoire de phytopathologie de l'IRFA en ce qui concerne les agrumes. (12) 887-888
- LAVILLE (E.Y.), HARDING (P.R.), DAGAN (Y.), RAHAT (M.) et RIPPON (L.E.).**  
Synthèse des essais entrepris avec l'imazalil sur les pourritures des agrumes après récolte. (4) 257-267
- LE BOURDELLES (J.).**  
Étude de l'irrigation des agrumes en Corse (12) 837-844
- LECLANT (F.).**  
Recherches conduites sur les aphides en liaison avec l'agrumiculture. (12) 869
- LICHOU (J.F.).**  
voir : HAURY (A.), FOUQUÉ (A.) et SOULEZ (P.). (11) 792-797
- LICHOU (J.), LUSPOT (M.) et Mme SANCHEZ (C.D.).**  
Étude des variétés d'agrumes à l'île de la Réunion (1974 et 1977). (11) 767-772
- LOSSOIS (P.).**  
Rôle du service de biométrie dans les activités de la section agrumes de l'IRFA (11) 721-734  
- voir : GODEFROY (J.), LASSOUDIÈRE (A.) et PENEL (J.P.). (2) 77-90  
- voir : CASSIN (J.), FAVREAU (P.), MARCHAL (J.) et MARTIN-PRÉVEL (P.). (12) 819-821  
- voir : MARCHAL (J.), CASSIN (J.), FAVREAU (P.), et MARTIN-PRÉVEL (P.) (12) 822-827
- LUSPOT (M.).**  
voir : LICHOU (J.) et Mme SANCHEZ (C.D.). (11) 767-772
- MARCELLIN (P.).**  
L'échaudure superficielle des pommes. (1) 43-47
- MARCHAL (J.).**  
voir : CASSIN (J.), FAVREAU (P.), LOSOIS (P.) et MARTIN-PRÉVEL (P.). (12) 819-821
- MARCHAL (J.), BLONDEAU (J.P.) et BERTIN (Y.).**  
Carences minérales chez la grenadille

- (*Passiflora edulis* SIMS var. *flavicarpa*).  
II.- Carences totales en N, P, K, Ca, Mg.  
Influences sur la composition minérale  
des organes de la plante. (10) 681-691
- MARCHAL (J.) et CASSIN (J.).  
Résultats récents. (12) 833-834
- MARCHAL (J.), CASSIN (J.), FAVREAU (P.),  
LOSSOIS (P.) et MARTIN-PRÉVEL (P.).  
Diagnostic foliaire du clémentinier en Corse (12) 822-827
- MARTIN-PRÉVEL (P.).  
- Rôle des éléments minéraux chez les  
végétaux. (7-8) 521-529  
- voir : TEISSON (C.), COMBRES (J.C.)  
et PY (C.). (1) 48-50  
- voir : CASSIN (J.), FAVREAU (P.),  
MARCHAL (J.) et LOSSOIS (P.). (12) 819-821  
- voir : MARCHAL (J.), CASSIN (J.),  
FAVREAU (P.) et LOSSOIS (P.). (12) 822-827
- MATTEI (Antoinette).  
La frisure (Chilling) de la banane. (1) 51-56
- MELIN (Ph.).  
voir : DARTHENUQC (A.), GANRY (J.),  
LACHENAUD (J.) et MEYER (J.P.). (3) 157-165
- MESSING (J.H.L.).  
A comparison of diagnostic sampling  
methods in bananas. (3) 167-181
- MEYER (J.P.).  
voir : DARTHENUQC (A.), GANRY (J.),  
LACHENAUD (J.) et MELIN (Ph.). (3) 157-165
- MORAN ROBLES (M.J.).  
Multiplication végétative *in vitro* des  
bourgeons axillaires de *Passiflora edulis*  
var. *flavicarpa* DEGENER et de  
*P. mollissima* (BAILEY). (10) 693-699
- MOREUIL (C.).  
voir : HAURY (A.), FOUQUÉ (A.) et  
SOULEZ (P.). (11) 763-766
- NAVILLE (R.).  
En 1977, le marché français des fruits  
tropicaux et subtropicaux a progressé  
sur l'année précédente. (2) 125-134
- ONILLON (J.C.).  
- voir : BRUN (P.). (12) 807-810  
- voir : BENASSY (C.) et PANIS (A.). (12) 862-864
- PANIS (A.).  
voir : BENASSY (C.) et ONILLON (J.C.) (12) 862-864
- PENEL (J.P.).  
voir : GODEFROY (J.), LASSOUDIÈRE  
(A.) et LOSSOIS (P.). (2) 77-90
- PRALORAN (J.C.).  
Activités de recherche agrumicole auprès  
de l'Institut de développement de  
l'Arboriculture fruitière d'Algérie. (11) 693-694
- PRIORE (R.).  
voir : SANNINO (G.). (3) 201-205
- PY (C.).  
voir : TEISSON (C.), MARTIN-PRÉVEL  
(P.) et COMBRES (J.C.). (1) 48-50
- RAHAT (M.).  
voir : LAVILLE (E.Y.), HARDING (P.R.),  
DAGAN (Y.) et RIPPON (L.E.). (4) 257-267
- RIPPON (L.E.).  
voir : LAVILLE (E.Y.), HARDING (P.R.),  
DAGAN (Y.) et RAHAT (M.). (4) 257-267
- RIVALS (P.).  
Sur les moyens naturels susceptibles  
d'accroître la production des figues-fleurs. (2) 117-119
- ROBLES (J.).  
voir : GARCIA (V.), FERNANDEZ CALDAS  
(E.), et ALVAREZ (C.E.). (1) 7-13
- SANCHEZ (Mme C.D.).  
voir : LICHOU (J.) et LUSPOT (M.). (11) 767-772
- SANCHEZ (Mme C.D.), BLONDEL (L.) et  
CASSIN (J.).  
Influence du climat sur la qualité des  
clémentines de Corse. (12) 811-813
- SANNINO (G.) et PRIORE (R.).  
Étude sur l'activité de l'*Apis mellifera* dans  
la pollinisation du pêcher en culture protégée (3) 201-205
- SCHULZ (F.A.).  
Some physiological and biochemical aspects  
of the action mechanism of fungal parasites  
during fruit storage. (1) 15-21
- SCOTTO LA MASSESE (C.).  
Participation de la station de recherches sur  
les nématodes en matière agrumicole. (12) 857-861
- SOULEZ (P.).  
Activités de recherche sur les agrumes au  
Niger (11) 687-690  
- voir : HAURY (A.), FOUQUÉ (A.)  
et MOREUIL (C.). (11) 763-766  
- voir : HAURY (A.), FOUQUÉ (A.) et  
LICHOU (J.F.). (11) 792-797
- SOULEZ (P.) et FOUQUÉ (A.).  
Phénologie en zone tropicale des agrumes. (12) 814-816
- TEISSON (C.), MARTIN-PRÉVEL (P.),  
COMBRES (J.C.) et PY (C.).  
A propos du brunissement intense de

- l'ananas, accident de la réfrigération. (1) 48-50
- TISSEAU (Renée).**  
voir : HUET (R.) et CASSIN (J.). (10) 701-714
- TRIBOI (A.M.).**  
L'activité de la nitrate réductase +  
indicateur d'une malnutrition en molybdène (12) 832
- ULRICH (R.).**  
Troubles physiologiques des organes  
végétaux isolés, en conservation. (1) 34-42
- VILARDEBÓ (A.).**  
- Les recherches entomologiques en agrumi-  
culture à l'IRFA. (12) 870  
- voir : ETIENNE (J.). (12) 873-876
- VOGEL (R.).**  
Principaux résultats obtenus en Corse,  
depuis 1974, en matière de virologie et de  
mycoplasmodologie des Citrus. (11) 738-742
- VOGEL (R.) et BOVÉ (J.M.).**  
Le «shell bark» en Corse.  
II.- Premiers résultats expérimentaux. (3) 193-200
- VULLIN (G.).**  
Multiplication des agrumes sous climat  
méditerranéen. (11) 798-800
- ZAMBETTAKIS (CH.).**  
Facteurs de résistance, à l'*Aspergillus flavus*  
LINK. ex. FR., des arachides en conservation (1) 30-33
- CHRONIQUE ÉCONOMIQUE**
- Anacardes : Inde (1) 60-61
- 10e Congrès international NORCOFEL (10) 727-728
- Les agrumes frais aux États-Unis (4) 283-284
- Les fruits dans le monde ... (10) 730-734
- Les importations de bananes en France au  
cours du premier semestre 1978 (4) 281-282
- Les importations de bananes en France au  
cours du second trimestre 1978 (10) 728-729
- Les importations de fruits tropicaux,  
subtropicaux et d'agrumes dans quatre  
pays de l'AELE en 1977 (10) 734-742
- L'industrie agrumicole italienne en 1976 (3) 210-211
- Les jus d'agrumes au Brésil (1) 57
- Production d'agrumes en République  
Sud-africaine et au N'Gwane (Swaziland) (1) 62
- Production et exportations d'agrumes  
d'Argentine (3) 209-210
- Production et exportations d'agrumes de  
Grèce au cours de la campagne 1977-1978 (4) 282-283
- Production et exportations d'agrumes de  
Tunisie (2) 138
- Production mondiale d'agrumes prévue en 1980 (1) 57-60
- Situation japonaise des fruits tropicaux et  
subtropicaux frais et transformés de 1970  
à 1976. (2) 135-138
- Nouvelles brèves :**
- Afrique (3) 212
- Afrique du Sud (7-8) 531
- Algérie (7-8) 531
- Amérique (6) 445 - (7-8) 531
- Angleterre (6) 445
- Antilles (2) 139
- Arabie Saoudite (1) 63 - (4) 285
- Australie (1) 63
- Benelux (4) 285
- Cameroun (7-8) 531-532
- CEE (2) 139
- Colombie (3) 212
- Corse (3) 212
- Côte d'Ivoire (2) 139-140 (4) 285  
(6) 445-446 (7-8) 532
- Cuba (3) 212
- Espagne (3) 212-213 (4) 285  
(6) 446
- États-Unis (4) 285
- France (2) 139 (6) 446
- Grèce (4) 285
- Hongrie (6) 447
- Iran (2) 140
- Israël (3) 213 (7-8) 532-533
- Jamaïque (4) 285-286
- Japon (4) 286
- Malaisie (6) 447
- Mali (6) 447
- Maroc (1) 63 (2) 140  
(3) 213 (7-8) 533
- Mexique (6) 447 (7-8) 533
- Pays-Bas (4) 286
- Philippines (4) 286 (6) 447-448
- Rwanda (7-8) 533
- Sénégal (4) 286
- Soudan (6) 448
- Tanzanie (6) 448
- Thaïlande (6) 448-449
- Togo (7-8) 533
- Tunisie (6) 449 (7-8) 533
- URSS (2) 140