

LA CERCOSPORIOSE DES AGRUMES, PHÆORAMULARIA ANGOLENSIS : ÉVOLUTION DE LA MALADIE SUR FRUIT EN ZONE FORESTIÈRE HUMIDE

J. KUATÉ*, J. BELLA MANGA*, E. FOURÉ, J.-Y. REY*** & F. DAMESSE***

* IRA NKOLBISSON, Programme Fruits, B.P. 2067 Yaoundé. Cameroun

** RFA/CRBP Njombé, B.P. 832 Douala. Cameroun

*** IRFA B.P. 856 KHOROGO, Côte-d'Ivoire

Résumé

*La cercosporiose des agrumes provoquée par *Phæoramularia angolensis* (de Carvalho & O. Mendes). P.M. Kirk, occasionne de sérieux dégâts sur feuilles et fruits au Cameroun. Une étude de l'évolution de la maladie en champ a été réalisée à Nkolbisson (zone forestière humide) entre octobre 1989 et octobre 1991. L'observation de sept séries de fruits à différentes saisons a permis de constater que :*

- 1. Les chutes de fruits malades sont précoces et nombreuses en seconde campagne (floraison de septembre à décembre), mais plus tardives et peu nombreuses en première campagne (mars-juin).*
- 2. Les proportions des fruits tachés sont élevées même sur variétés réputées peu sensibles à la cercosporiose pendant toutes les campagnes (81 % sur Satsuma St Jean. 61 % sur citronnier Eureka dans la floraison de mars 1991).*
- 3. Les fruits demeurent sensibles durant tout leur développement. C'est ce que traduit l'augmentation continue du nombre moyen de lésions par fruit ainsi que des proportions de fruits tachés.*
- 4. L'accroissement du diamètre moyen des fruits est faible en seconde campagne (septembre-décembre) suite aux attaques précoces et intenses.*
- 5. Une fructification déclenchée par des arrosages en saison sèche (février 1990) n'a été attaquée que tardivement après le retour des pluies. Les résultats sont présentés pour 3 séries de fruits sur 7 (une de première, une de deuxième campagne ainsi que celle correspondant à la floraison décalée).*

Introduction

Les agrumes constituent un groupe de végétaux d'une grande importance. Il s'agit des seules espèces utilitaires du genre *Citrus* et de deux genres voisins *Fortunella* et *Poncirus* (PRALORAN, 1971). Ils peuvent être consommés frais ou après transformation en jus, en confiture et en liqueurs. On en extrait également des essences et des produits cosmétiques. Les agrumes contiennent de nombreux sels minéraux et sont riches en vitamines (vitamine C : 30 mg/100 g). En 1989, les agrumes constituaient par le volume d'exploitation la première production fruitière avec 65 millions de t devant le raisin (63 millions de t; LOEILLET, 1991).

Au Cameroun, les efforts pour développer cette culture buttent sur de nombreux obstacles parmi lesquels les maladies parasitaires. En effet, depuis quelques décennies, un champignon pathogène, *Phaeoramularia angolensis* inflige de lourdes pertes aux récoltes d'agrumes en particulier dans les zones d'altitude supérieure à 300 m. Cette maladie attaque à la fois les feuilles et les fruits et y provoque de nombreuses lésions. Elle est capable de détruire la totalité de la production sur certaines espèces d'agrumes. Ainsi, des pertes de l'ordre de 100 % peuvent être enregistrées sur Pomelo.

Si des travaux préliminaires ont permis de mettre en évidence l'efficacité de quelques benzimidazoles sur ce pathogène, le nombre de traitements préconisés reste très élevé faute de connaissances précises sur la biologie et l'épidémiologie. Par ailleurs, une éventuelle résistance aux benzimidazoles peut être redoutée en cas de traitements trop fréquents. Il importe donc de connaître le cycle de la maladie dans le milieu naturel pour envisager une intervention efficace et économique. Ceci suppose entre autres des études épidémiologiques intégrant plusieurs paramètres climatiques (pluviométrie, humidité relative, humectation, température etc.). Mais en attendant que soient initiées de telles recherches, certains aspects pratiques peuvent être abordés :

- Importance des attaques de cercosporiose à chaque saison : taux de dépréciation, nombre moyen de lésions par fruit, chute de fruits malades (deux principales périodes de floraison sont observées en zone forestière humide).
- Durée de la période de sensibilité des fruits : est-il utile de traiter continuellement les fruits de la nouaison à la récolte ? Sinon, y-a-t-il des âges ou calibres au-delà desquels les fruits ne seraient plus sensibles ?

Dans cet objectif ont été étudiés les paramètres suivants : (1) Proportion des fruits tachés en fonction du temps; (2) Chute de fruits malades en fonction du temps; (3) Nombre moyen de lésions par fruit en fonction du temps; (4) Accroissement du diamètre du fruit en fonction du temps.

Matériel et méthodes

Site d'étude

Le verger expérimental est situé à Minkoameyos près de Nkolbisson (à environ 10 km à l'ouest de Yaoundé). Les données climatiques à Nkolbisson pour la période 1970-1981 (tableau 1) proviennent des travaux de Omoko rapportés par Ambassa-Kiki (1990). Elles peuvent s'appliquer à Minkoameyos, le site du verger qui n'en est éloigné que de 1,5 km à vol d'oiseau (AMBASSA-KIKI, 1990). Toutefois, la pluviométrie a été relevée sur le verger pendant la période des observations.

La région de Yaoundé possède un climat subéquatorial de type guinéen forestier (VALLÉRIE, rapporté par AMBASSA-KIKI, 1990). La station de recherche agronomique de Nkolbisson est d'ailleurs représentative de la zone forestière humide du Cameroun. L'altitude moyenne est de 740 m et le pH du sol varie entre 5 et 6. La distribution annuelle des pluies est bimodale (tableau 1) (deux pics de pluie en octobre et mai). On a une petite saison sèche en juillet alors que la période de décembre à février constitue la grande saison sèche. La pluviométrie annuelle a peu varié en 11 ans (1 400 à 1 600 mm). Les températures annuelles moyennes varient de 19,0 °C (minimum) à 28,0 °C (maximum). Mais des extrêmes journaliers ont été observés dans la période considérée (17,0 °C et 32,1 °C voir tableau 1). L'hygrométrie moyenne mensuelle varie peu, atteignant son minimum en février et son maximum en petite saison sèche (juin-août), période de faible insolation. En juillet-août, l'ETP est à son plus bas niveau alors qu'elle atteint son maximum en février-mars (tableau 1).

La tableau 2 représente la hauteur et le nombre de jours de pluie enregistrés au verger de Minkoameyos de 1989 à 1991. Au mois de janvier, le verger n'a reçu aucune pluie pendant ces trois dernières années. Le mois de juillet est resté complètement sec en 1990 et 1991. Par ailleurs, le nombre de jours de pluie ainsi que les quantités tombées ont été assez variables d'une année à l'autre. C'est ainsi que 1989 a été plus pluvieux que 1990 (nombre de jours de pluie élevé), mais avec une quantité totale de pluie inférieure à celle de 1990 (1 525 mm contre 1 729 mm : tableau 2).

Matériel végétal

Les observations ont porté sur huit variétés d'agrumes (deux arbres par variété plantés en 1984) :

1. Citronnier Eureka
2. Lime Tahiti
3. Satsuma St. Jean
4. Oranger Valencia late
5. Oranger Hamlin
6. Fairchild
7. Pomelo Marsh
8. Pomelo Shambar.

Les trois premières variétés sont considérées comme peu sensibles à la cercosporiose, la 4^e et la 5^e sensibles et les trois dernières très sensibles (REY *et al.*, 1986, BELLA MANGA *et al.*, 1991). Ces variétés ont été choisies pour deux raisons principales :

- 1 - L'ensemble de ces variétés représentent les grands groupes de sensibilité qu'on observe dans la collection agrumes de Nkolbisson. (Plus de 100 variétés d'agrumes !).
- 2 - Elles appartiennent à différents groupes taxonomiques importants, (ce qui influence profondément la phénologie). En effet, dans la collection agrumes de Nkolbisson, les pousses foliaires et les floraisons apparaissent de façon irrégulière (à des dates parfois très différentes suivant la saison et la variété). Mais ce phénomène n'est pas uniquement observé à Nkolbisson; il semble général pour les zones tropicales (SOULES et FOUQUE, 1978). C'est pourquoi dans le but d'observer à longueur d'année un maximum de séries de fruits échelonnées, le choix a porté sur plusieurs variétés d'agrumes représentant d'importants groupes taxonomiques.

Pendant toute la période d'observation (octobre 1989 à octobre 1991), les arbres n'ont reçu aucun traitement fongicide. Le dernier traitement fongicide a eu lieu en juillet 1989. Seuls des traitements insecticides au Dursban (Chloryriphos EC 480 g/l) ont été effectués afin de protéger les jeunes pousses contre les pucerons, les aleurodes et d'autres insectes.

Méthodes d'étude

A chaque floraison, la date d'ouverture des pétales (date 0) est notée. Après la nouaison, une trentaine de fruits d'environ 10 mm de diamètre et bien répartie autour de la frondaison sont marqués sur chaque arbre (étiquettes). Les observations effectuées deux jours par semaine (tous les lundis et jeudis) ont porté sur ces fruits marqués. En saison sèche (entre décembre 1989 et mars 1990); une fructification a été déclenchée par des arrosages au pied (1 000 l d'eau pour quatre arbres deux fois par semaine) uniquement sur Pomelo Shambar et Oranger Hamlin. Ceci a permis d'observer l'évolution de la maladie en saison sèche. Mais ces deux variétés d'agrumes n'ont plus été observées pendant les autres saisons. MULLER (1975) avait utilisé des arrosages en saison sèche pour déclencher une floraison décalée sur caféier Arabica de manière à « esquisser » les attaques de l'anthraxose des baies dues à *Collectotrichum coffeanum* dans la région de Foubot.

Toutefois, pour chaque série de fruits quelle que soit la saison, les paramètres suivants sont étudiés :

- *Chute de fruits malades en fonction du temps*

Chaque semaine, dans la série de fruits marqués, le nombre de fruits tombés à la suite des attaques de la cercosporiose est compté. Cette quantité est ensuite exprimée en pourcentage cumulé du nombre total de fruits observés sur chaque variété d'agrumes pour la série considérée.

- *Proportion de fruits tachés en fonction du temps*

Chaque semaine, le nombre de fruits malades (tachés) parmi ceux observés est compté et leur pourcentage calculé. A la fin des observations (après quatre à cinq mois), les résultats sont exprimés sous forme de proportions cumulées de fruits tachés. On peut ainsi étudier la gravité des dégâts de cercosporiose selon la saison.

- *Nombre moyen de lésions par fruit en fonction du temps*

Pour les différentes séries de fruits marqués, le nombre de lésions de cercosporiose apparues sur chaque fruit est compté une fois par semaine. A la fin des observations, les moyennes sont calculées pour chaque variété d'agrumes.

- *Accroissement du diamètre moyen des fruits en fonction du temps*

Pour avoir une idée du développement du fruit (calibre) pendant la période d'observation, le diamètre (mm) de chaque fruit est mesuré chaque semaine à l'aide d'un pied à coulisse suivant un plan perpendiculaire au pédoncule.

Analyse et présentation des résultats

- Tous les calculs de moyenne n'ont pris en compte que les fruits qui se sont maintenus sur l'arbre pendant toute la durée des observations.
- Tous les fruits tombés sans aucune lésion de cercosporiose ont été exclus des comptes.
- Pour chaque paramètre considéré (proportion de fruits tachés, chute de fruits malades, nombre moyen de lésions par fruit...) les données recueillies sur les trois séries de fruits sont présentées et discutées ensemble.

Il a semblé superflu d'effectuer des comparaisons statistiques des moyennes pour deux raisons :

- L'objectif de l'étude n'était pas de comparer entre elles les différentes variétés d'agrumes.
- Dans la plupart des cas pour cette étude, les différences ou les similarités apparaissent nettement en sorte qu'on a nullement besoin d'outil statistique (analyse des variances) pour les mettre en évidence.

Résultats et discussion

Chute de fruits malades en fonction du temps

Les tableaux 3, 4 et 5 donnent les chutes de fruits malades pour trois séries de fruits. De ces résultats, il ressort que :

- Pour la série de février 1990 (tableau 3) obtenue après arrosage en saison sèche, les chutes de fruits sont tardives, peu nombreuses même sur variété sensible (oranger Hamlin). Les premières chutes sont en effet enregistrées près de vingt semaines après ouverture des pétales sur oranger Hamlin. Même sur une

variété très sensible à la cercosporiose (Pomelo Shambar), ces chutes n'ont pas atteint 42 %. La nouaison a été précédée et accompagnée par une période sèche (janvier à mars). Les chutes observées n'ont eu lieu qu'en avril au retour des pluies. Il faut aussi signaler que février correspond au minimum d'hygrométrie et à une ETP maximale (tableau 1). Des faibles taux d'humidité sont défavorables au développement de la maladie.

- En deuxième campagne (tableau 4), les chutes de fruits malades sont assez précoces, les premières intervenant moins de vingt jours après l'ouverture des pétales. La totalité des fruits chute dès la 7^e semaine sur Pomelo Marsh (variété très sensible). Le développement de cette série a été précédé et accompagné par des temps pluvieux (tableau 2) favorables à la maladie ou encore par des pousses foliaires fortement attaquées par la cercosporiose (source d'inoculum).
- En première campagne (floraison principale en zone forestière humide), les chutes sont plus tardives (tableau 5) qu'en deuxième campagne (tableau 4). Elles sont tardives et peu nombreuses sur variétés peu sensibles (Lime Tahiti, citronnier Eureka, Satsuma St Jean).
- Elles sont moyennes sur variétés sensibles (Oranger V. Late) mais très importantes sur variétés très sensibles (Fairchild, Pomelo Marsh).

Proportion de fruits tachés en fonction du temps

Les tableaux 6, 7 et 8 donnent les proportions cumulées de fruits tachés. De ces résultats il ressort que :

- La série de février 1990 (tableau 6) a connu des attaques assez tardives (premières lésions enregistrées près de dix semaines après ouverture des pétales !). Mais ces attaques finissent par être très sérieuses (56 % sur Oranger Hamlin et 100 % sur Pomelo Marsh). Il faut remarquer que ces attaques n'interviennent qu'en avril après le retour des pluies (tableau 2). Le développement de cette série a été précédé et accompagné par des temps secs défavorables au pathogène. Le retour des pluies (temps humide) a permis le développement de la maladie.
- Pour la série de septembre 1990 (tableau 7) : deuxième floraison de l'année), les attaques ont été assez importantes (100 % sur Pomelo Marsh dès la 3^e semaine). Même la variété réputée peu sensible (Citronnier Eureka) a subi d'importants dégâts (près de 60 %). Cette deuxième floraison intervient pendant la plus grande saison de pluie. Mais aussi son développement a été précédé et accompagné par des séries de feuilles fortement attaquées (source possible d'inoculum).
- La série de mars 1991 (tableau 8) correspond à la première floraison ou campagne en zone forestière humide. Elle intervient avec le retour des pluies après la grande saison sèche (décembre-mars).

On constate également pour cette série que les attaques ont été extrêmement importantes même sur les variétés d'agrumes réputées peu sensibles à la cercosporiose (61 % sur Citronnier Eureka, près de 36 % sur Lime Tahiti et 81 % sur Satsuma St Jean).

On note donc que les deux principales floraisons (mars et septembre) subissent avant la maturation des attaques à la fois précoces et nombreuses même sur les variétés d'agrumes réputées peu sensibles à la cercosporiose. Ce qui correspond à des proportions élevées de fruits tachés.

La série de février 1990 (arrosage) a connu des attaques tardives finissant tout de même par être importantes avant maturation. On peut supposer plusieurs explications pour cette situation : ou bien l'inoculum était rare en période sèche (février-mars), ou alors les conditions du milieu n'étaient pas encore favorables au développement de la maladie.

Mais dans chaque cas, les proportions de fruits tachés augmentent continuellement, les attaques survenant sur fruits de tous calibres (voir aussi tableaux 12, 13 et 14). Il apparaît par conséquent utile de protéger les fruits durant tout leur développement. Des études sur la dynamique de l'inoculum dans le milieu naturel devraient permettre de mieux cibler les traitements pour les rendre beaucoup plus efficaces et économiques.

Nombre moyen de lésions par fruit en fonction du temps

Les tableaux 9, 10 et 11 donnent l'évolution du nombre moyen de lésions par fruit en fonction du temps.

- Dans la série de février 1990 (arrosage : tableau 9) où les chutes avaient été tardives et peu nombreuses, Oranger Hamlin (sensible) présente très peu de lésions par fruit par rapport à Pomelo Shambar (très sensible).
- Dans la série de septembre 1990 (tableau 10 : deuxième floraison), le nombre moyen de lésions par fruit a été très élevé sur Pomelo Mars (très sensible). Tous les fruits marqués sont d'ailleurs tombés dès la 5^e semaine. Même le Citronnier Eureka malgré les nombreuses chutes précoces a eu en moyenne près de deux lésions par fruit (pour 60 % de fruits tachés!).
- Pour la série de mars 1991 (tableau 11 : deuxième floraison), les variétés peu sensibles ont peu de lésions par fruit. Il est surtout intéressant de remarquer qu'au début, on a peu de lésions par fruit mais correspondant à des proportions élevées de fruits tachés (tableau 8). En effet, sur le tableau 11, Pomelo Mars avec une lésion par fruit à la première semaine a aussi à la même date 66 % de fruits tachés (tableau 8).

En somme, d'une saison à l'autre, on constate que :

- 1 - Le nombre de lésions par fruit augmente pendant tout le développement de fruits (l'augmentation des proportions de fruits tachés traduit la même réalité).

- 2 - Plus la variété d'agrumes est sensible à la cercosporiose, plus le nombre moyen de lésions par fruit est élevé.
- 3 - Le nombre moyen de lésions par fruit ne peut traduire tout seul la gravité des dégâts, un nombre très faible de lésions par fruit pouvant correspondre à un taux de dépréciation très élevé.

Accroissement du diamètre moyen des fruits en fonctions du temps

Les tableaux 12, 13 et 14 donnent l'accroissement du diamètre moyen des fruits en fonction du temps. Ces résultats permettent de constater compte tenu de ce qui précède que les attaques de cercosporiose peuvent survenir sur des fruits à tous les calibres. L'accroissement du diamètre des fruits est freiné par les attaques précoces et intenses en deuxième campagne. Le plus important développement des fruits est observé (tableau 12) pour la série de février 1990 (arrosage) qui a été très tardivement attaquée.

Conclusion

Ce travail doit être considéré comme une étape préliminaire pour des études ultérieures intégrant de nombreux facteurs climatiques sur l'évolution en champ de la cercosporiose des agrumes. En effet, on ne saurait expliquer la totalité des résultats obtenus par les seules variations de la pluviométrie. Les autres données climatiques (humidité relative, humectation, température, etc.) pour la période précise des observations n'ont pas été disponibles.

Cette étude jointe à d'autres recherches sur la biologie du pathogène, les mécanismes de la sensibilité variétale, l'épidémiologie, la variabilité de l'agent pathogène, la lutte chimique etc. devrait permettre d'envisager à long terme une méthode de lutte efficace et économique contre cette maladie.

Références

- AMBASSA-KIKI R., 1990. Un site d'expérimentation du réseau IBSRAM à Minkoameyos, Yaoundé - An IBSRAM experimental site at Minkoameyos, Yaoundé. *IBSRAM Proceedings* 10: 425-440.
- AUBERT B., 1986. *Problèmes posés à l'agrumiculture Camerounaise*. Rapport de visite 10-11-25-11-1985. IRFA.
- BELLA MANGA, KUATÉ J., REY J.Y., DAMESSE F. et MINBIMI NGBWA M., 1991. *Criblage variétal au champ de divers groupes d'agrumes en fonction de leur sensibilité à la cercosporiose (cercospora angolensis) (De Carvalho et Mendes)*. Journées IRFA « Agrumes et Mangues » Montpellier, 4-10 septembre 1991.
- BLONDEL L., 1978 - Classification botanique des espèces du genre citrus. *Fruits* 33 : 645-720.

- BRUN J., 1972. La cercosporiose des agrumes provoquée par *Cercospora angolensis*. *Fruits* 27 : 539-541.
- DE CARVALHO T. et MENDES O., 1953. Una nova especie de cercospora em *Citrus sinensis* osbeck., Bolm. Soc. Broteriana Ser. 27 : 201-202.
- KUATÉ J. & FOURÉ E., 1988. La cercosporiose des agrumes (*Cercospora angolensis*) : contribution à l'étude épidémiologique dans la zone écologique de Dschang. *Fruits* 43 : 559-567.
- LOEILLET D., 1991. *La dynamique actuelle du marché mondial des agrumes*. Journées IRFA « Agrumes et Mangues ». Montpellier 4-10 sept. 1991.
- MULLER R.A., 1975. L'irrigation précoce, assurance pour une production régulière de haut niveau du caféier Arabica. Analyse des effets d'arrosages de saison sèche et ensoleillée sur la production de l'année, sur l'appareil assimilateur et sur les poussées végétatives, support de la floraison future. *Café-Cacao-Thé* 19 : 95-122. IRCC, PARIS.
- PRALORAN J.-C., 1991. *Les agrumes*. Paris, Maisonneuve et Larose (Techniques agricoles et production tropicales). p. 565.
- REY J.-Y.; DUCELIER D. & NJONGA B., 1986. *Maladies et ennemis des agrumes au Cameroun*. MESRES-IRA-Yaoundé.
- REY J.-Y., 1991. *Principaux problèmes posés à la recherche fruitière au Cameroun*. Journées IRFA. « Agrumes et Mangues ». Montpellier 04-10 sept. 1991.
- SNOWDON A.L., 1990. *A colour Atlas of Post-harvest diseases and disorders of fruits and vegetables*. Vol. I General Introduction and Fruits. Wolfe Scientific Ltd. Univ. of Cambridge.
- SOULEZ P. et FOUQUE A., 1978. Phénologie en zone tropicale des agrumes. *Fruits* 33 (12).

Tableau 1. Données climatiques à Nkolbisson (1970-1981)

	Temp. max. (C)	Temp. min. (C)	Temp. moy. (C)	Hygr moy. (%)	ETP moy. (%)	Ins. moy. (%)	Pluv. moy.
Janvier	29,0	19,0	24,0	75	112,4	195,0	13,7
Février	30,1	19,1	24,6	72	115,7	179,4	56,6
Mars	30,0	19,2	24,6	77	117,6	174,5	147,6
Avril	29,2	19,2	24,2	80	113,7	160,5	187,7
Mai	28,7	19,1	23,9	81	105,3	164,4	220,7
Juin	27,3	19,5	23,4	83	90,6	124,1	173,1
Juillet	25,5	18,9	22,2	83	72,9	89,3	66,0
Août	25,6	19,0	22,3	83	77,4	72,9	82,3
Septembre	26,0	19,8	22,9	81	90,0	103,3	245,0
Octobre	28,0	18,0	23,0	82	103,1	146,4	302,3
Novembre	28,2	18,8	23,5	80	108,4	161,9	106,7
Décembre	28,6	18,8	23,7	78	115,6	196,9	15,8
M.A./T.A.*	28,0	19,0	23,5	80	1 222,7	1 768,8	1 617,5

Moyenne sur onze ans (1970-1981).

Mesure sur trois ans (1978-1981).

Moyenne annuelle/total annuel.

Source : Moko rapporté par Ambassa-Kiki(1990).

Tableau 2. Pluviométrie à Minkoameyos de 1989 à 1991

		J	F	Mars	A	Mai	Juin	Jt	A	S	O	N	D	TOTAL
1989	Hauteur pluie (mm) (1)	0	0	141,8	205,1	146,9	135,7	54,7	140,4	172,9	375,5	152,8	0	1525,8
	Nbre de jours de pluie (2)	0	0	8	15	13	8	7	10	18	19	6	0	104
1990	(1)	0	14,1	27,2	91,0	241,9	194,6	40,2	114,9	435,0	440,9	130,0	43,0	1729,8
	(2)	0	1	4	6	13	11	3	11	14	14	6	2	85
1991	(1)	0	69,3	134,4	236,0	260,0	73,0	0	55,0	133,7	207,7	132,3	?	
	(2)	0	4	4	6	9	2	0	2	7	22	15	?	

Tableau 3. Chute cumulée de fruits malades (%) en fonction du temps (série février 1990)

	Temps (semaines)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
(A)	Nbre fruits observés	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	38	36
	Chute cumulée fruits	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,6	7,7
	Nbre fruits observés	12	12	12	12	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8	8	7
(B)	Chute cumulée fruits	0	0	0	0	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	33,3	33,3	41,7

(A) : Oranger Hamlin; (B) : Pomelo Shambar. Ouverture des pétales : 26 février 1990.

Tableau 4. Chute cumulée de fruits malades en fonction du temps (série septembre 1990)

	Temps (semaines)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Citronnier	Nbre fruits observés	30	30	28	26	23	23	23	22	22	22	22	22	22
Eureka	Chute cumulée (%)	0	0	6,7	13,3	23,3	23,3	23,3	26,7	26,7	26,7	26,7	26,7	26,7
Pomelo Mars	Nbre fruits observés	28	26	26	24	14	6	0	-	-	-	-	-	-
	Chute cumulée (%)	0	7,1	7,1	14,3	50,0	78,6	100,0	100	100	100	100	100	100

Ouverture des pétales 20 septembre 1990. La semaine 1 commence le 8-10-1990.

Tableau 5. Chute cumulée (%) de fruits malades en fonction du temps (série mars 1991)

Temps (semaines)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Citronnier Eureka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,54	23,10
Lime Tahiti	0	0	0	0	0	0	0	0	1,7	1,7	1,7	1,7	6,8	10,2	13,6	15,3
Satsuma St Jean	0	0	0	0	0	0	0	1,7	1,7	3,5	3,5	8,6	12,1	22,4	24,1	24,14
Oranger V. late	0	0	1,7	1,7	6,9	15,5	19,0	24,1	25,9	29,3	29,3	29,3	31,0	31,0	32,8	37,9
Fairchild 0	0	0	0	1,8	7,0	8,8	15,8	24,6	31,6	33,6	36,8	43,9	45,6	56,10	57,9	
Pomelo marsh	0	0	8,3	20,0	35,0	50,0	60,0	66,7	70,0	75,0	78,3	81,7	83,30	86,7	88,3	90,0

La semaine 1 commence le 22 avril 1991. L'ouverture des pétales a eu lieu le 28-03-1991.

Tableau 6. Proportion cumulée de fruits tachés (%) en fonction du temps (série février 1990 : arrosage)

Temps (semaines)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Oranger Hamlin	0	0	0	0	10,3	23,1	28,2	33,3	48,7	51,3	51,3	51,3	51,3	56,4	56,4	56,40
Pomelo Shambar	0	0	0	8,3	16,7	16,7	16,7	16,47	16,7	16,7	33,3	58,3	75,0	83,3	91,7	100,0

Tableau 7. Proportions cumulée (%) de fruits tachés en fonction du temps (Série septembre 1990).

Temps (semaines)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Citronnier Eureka	3,3	13,3	43,3	43,3	43,3	46,7	46,7	53,3	53,3	53,3	53,3	53,3	56,7
Pomelo Marsh	42,9	96,4	100,0	100,0	100	100,0	100	100	100	100	100	100	100

Ouverture pétales 20 septembre 1990. La semaine 1 commence le 8 octobre 1990.

Tableau 8. Proportions cumulées (%) de fruits tachés en fonction du temps (série mars 1991)

Temps (semaines)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
(A)	Nombre fruits observés (1)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	23	23
	Cumul fruits tachés (2)	3,8	11,5	26,9	30,8	38,5	46,2	50,0	57,7	61,5	61,5	61,5	61,5	61,5	61,5	61,5	61,5
(B)	(1)	59	59	59	59	59	59	59	59	58	58	58	58	55	53	51	40
	(2)	3,4	5,1	10,2	15,3	18,6	20,3	23,7	27,1	28,8	30,5	32,2	32,2	33,9	33,9	35,6	35,6
(C)	(1)	58	58	58	58	58	58	58	57	57	56	56	53	51	47	46	46
	(2)	0	0	0	12,1	17,2	34,5	51,7	63,8	67,20	75,9	75,9	77,50	79,3	81,0	81,0	81,0
(D)	(1)	58	58	57	57	54	49	47	44	43	41	41	41	40	40	39	36
	(2)	1,7	39,7	72,4	75,9	79,3	86,2	93,1	96,6	96,6	96,6	96,6	96,6	96,6	96,6	96,6	96,6
(E)	(1)	57	57	57	57	56	53	52	48	43	39	38	36	32	31	25	24
	(2)	0	0	43,8	64,9	77,2	89,5	96,5	96,5	98,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
(F)	(1)	60	60	55	48	39	30	24	20	18	15	13	11	10	8	7	6
	(2)	66,7	98,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

A : Citronnier Eureka, C : Satsuma St Jean, E : Fairchild, B : Lime Tahiti, D : Oranger V. late, F : Pomelo Mars.

Semaine 1 commence le 22 avril 1991.

Ouverture pétales : 28 mars 1991.

Tableau 9. Nombre moyen de lésions par fruit en fonction du temps (série février 1990 : arrosage)

Temps (semaines)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Oranger Hamlin	0	0	0	0	0,08	2,22	0,27	0,36	0,58	0,61	0,63	0,66	0,69	0,80	0,83	0,83
Pomelo Shambar	0	0	0	0,16	0,33	1,66	1,66	1,85	2,33	3,50	4,66	5,83	7,01	7,50	7,50	7,50

La semaine 1 commence le 1^{er} avril 1990.

Tableau 10. Nombre moyen de lésions par fruit en fonction du temps (série septembre 1990)

Temps (semaines)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Citronnier Eureka	0	0,1	0,4	0,5	0,9	1,1	1,4	1,6	2	2,4	2,5	2,5	2,6
Pomelo Marsh	0,7	9,9	23,6	31,6	44,8	-	-	-	-	-	-	-	-

Ouverture pétales 20 septembre 1990. La semaine 1 commence le 8 octobre 1990.

Tableau 11. Nombre de lésions par fruit en fonction du temps (série mars 1991)

Temps (semaines)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Citronnier Eureka	0,04	0,26	0,48	0,52	0,73	0,78	1,73	1,17	1,30	1,39	1,61	1,61	1,61	1,69	1,69	1,69
Lime Tahiti	0	0	0	0	0,1	0,21	0,21	0,26	0,26	0,26	0,31	0,31	0,36	0,36	0,42	0,42
Satsuma St Jean	0	0	0	0,09	0,19	0,56	0,95	1,50	1,73	2,06	2,13	2,26	2,50	2,54	2,56	2,71
Oranger V. late	0	0,27	1,41	2,25	3,27	4,30	5,13	5,75	6,16	6,58	6,58	6,59	6,63	6,63	6,66	6,69
Fairchild	0	0	0,33	1,04	2,08	3,62	6,29	10,29	13,95	15,75	16,45	16,83	17,75	18,04	18,08	18,45
Pomelo marsh	1,05	4,47	15,36	21,32	25,42	34,21	37,10	43,47	-	-	-	-	-	-	-	-

Ouverture des pétales 28 mars 1991. La semaine 1 commence le 22 avril 1991.

Tableau 12. Accroissement du diamètre moyen des fruits en fonction du temps (série février 1990 : arrosage)

Temps (semaines)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
(A) Y moyen du fruit (mm)	25,2	28,5	30,3	33,2	37,2	42,5	45,4	48,1	52,9	53,6	56,1	58,3	61,0	63,0	64,1	64,5
Accroissement Y cumulé (mm)	-	3,3	5,1	8,0	12,0	17,3	20,2	22,9	27,7	28,4	30,9	33,1	35,8	37,8	38,9	39,3
(B) Y moyen du fruit (mm)	24,1	25,9	29,2	32,8	36,3	43,5	49,6	54,5	58,2	62,2	65,3	67,2	70,1	71,5	71,9	72,2
Accroissement Y cumulé (mm)	-	1,8	5,1	8,7	12,2	19,4	25,5	30,4	34,1	38,1	41,2	43,1	46,0	47,4	47,8	48,1

(A) : Oranger Hamlin (B) : Pomelo Shambar. La semaine 1 commence le 1^{er} avril 90.

Tableau 13. Accroissement du diamètre moyen des fruits en fonction du temps (série septembre 1990 : arrosage).

Temps (semaines)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
(A) Diamètre moyen Y (mm)	17,0	20,1	23,4	27,2	30,3	32,8	35,0	37,0	39,3	41,2	42,9	44,2	46,0
Y cumulé (mm)	-	3,1	6,4	10,2	13,3	15,8	18,0	20,0	22,3	24,2	25,9	27,2	29,0
(B) Diamètre moyen Y	15,2	20,4	26,0	28,4	31,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Y cumulé (mm)	-	5,2	10,8	13,2	15,8	-	-	-	-	-	-	-	-

(A) : Citronnier Eureka (B) : Pomelo Marsh Ouverture pétale 20 septembre 1990. La semaine 1 commence le 8 octobre 1990.

Tableau 14. Accroissement du diamètre moyen du fruit en fonction du temps (série mars 1991)

Temps (semaines)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
(A) Y moyen (mm) (1)	18,2	19,5	23,9	27,2	32,1	35,7	37,6	40,5	41,7	43,5	44,7	45,2	46,7	48,2	48,7	49,3
Y cumulé (mm) (2)	-	1,3	5,7	9,0	13,9	17,5	19,4	22,3	23,5	25,3	26,5	27,0	28,5	30,0	30,5	31,1
(B) (1)	19,1	21,4	25,9	28,9	31,9	34,7	37,2	40,6	41,8	44,3	45,6	46,6	47,3	48,5	49,0	49,6
(2)	-	2,3	6,8	9,8	12,8	15,6	18,1	21,5	22,7	25,2	26,5	27,5	28,2	29,4	29,9	30,5
(C) (1)	18,4	20,8	23,9	26,5	30,0	33,0	34,9	38,1	40,1	42,6	44,2	45,4	47,6	49,2	50,7	52,5
(2)	-	2,4	5,5	8,1	11,6	14,6	16,5	19,7	21,7	24,2	25,8	27,0	29,2	30,8	32,3	34,1
(D) (1)	20,1	24,2	28,2	29,4	32,9	35,2	37,4	39,2	40,6	42,7	43,9	45,5	46,9	47,6	48,8	49,1
(2)	-	4,1	8,1	9,3	12,8	15,1	17,3	19,1	20,5	22,6	23,8	25,4	26,8	27,5	28,7	29,0
(E) (1)	13,6	15,2	17,9	20,5	23,4	26,4	28,6	30,8	32,6	34,4	35,9	37,2	39,1	40,8	42,3	43,0
(2)	-	1,6	4,3	6,9	9,8	12,8	15,0	17,2	19,0	20,8	22,3	23,6	25,5	27,2	28,7	29,4
(F) (1)	26,5	33,7	36,4	37,3	40,5	41,5	42,4	43,4	-	-	-	-	-	-	-	-
(2)	-	7,2	9,9	10,8	14,0	15,0	15,9	16,9	-	-	-	-	-	-	-	-

A : Citronnier Eureka, C : Satsuma St Jean, E : Fairchild, B : Lime Tahiti, D : Oranger V. late, F : Pomelo Mars.

La semaine 1 commence le 22 avril 1991. Ouverture pétales : 28 mars 1991.