

# Etude comparée des conditions climatiques en 1969 et en 1970, et leur incidence sur le développement et le traitement du Cercospora du bananier (Neufchâteau, Guadeloupe)

par J.-P. MEYER et J. GANRY \*

*ETUDE COMPAREE DES CONDITIONS CLIMATIQUES EN 1969 ET EN 1970, ET LEUR INCIDENCE SUR LE DEVELOPPEMENT ET LE TRAITEMENT DU CERCOSPORA DU BANANIER (NEUFCHATEAU, GUADELOUPE)*

J.-P. MEYER et J. GANRY (IFAC)

*Fruits*, juin 1971, vol. 26, n° 6, p. 401-408.

**RESUME** - Si les données climatiques globales annuelles sont souvent très voisines, d'une année à l'autre, on constate cependant que la gravité correspondante des attaques de Cercospora du bananier peut présenter une importance très variable. On analyse les données climatiques de deux campagnes de lutte, 1969 et 1970, en appliquant a posteriori une méthode d'avertissement hebdomadaire de prévision des attaques basées principalement sur l'évaporation. Le calcul par cette méthode du nombre de traitements qu'il aurait été nécessaire d'effectuer pour chaque campagne met en évidence une différence de l'ordre de 30 p. cent (14 traitements en 1969, 19 traitements en 1970).

## INTRODUCTION

Même si les données climatiques globales annuelles ne présentent souvent qu'assez peu de variation d'une année à l'autre - c'est le cas lorsqu'on compare 1969 et 1970, comme l'indi-

que le tableau ci-dessous - on constate cependant des différences nettes des développements des attaques de Cercosporiose et donc des besoins en traitements, d'une campagne de lutte à l'autre.

	Pluviométrie (mm)	Insolation (h)	Evaporation (mm)	Température (°C)
1969	3.823	2.258	623,2	24,28
1970	4.147	2.200	584,9	24,36
1969/1970 (%)	92,2	102,6	106,5	99,67

(\* ) \* Service de Bioclimatologie, Station IFAC de Neufchâteau, Guadeloupe.

Il nous a paru intéressant de rechercher les variations climatiques qui provoquent ces différences dans les bilans comparés de deux campagnes de lutte, en analysant des facteurs climatiques simples dont l'action sur le développement de la maladie est connue ou en cours d'étude.

Cette étude comparative a été faite à partir des données du poste météorologique de la station IFAC de Neufchâteau à 250 m d'altitude.

Nous exposerons la méthode d'interprétation

des données, tirée de l'application des avertissements hebdomadaires pour la prévision des attaques de *Cercospora* (1), tels qu'ils sont pratiqués en Guadeloupe depuis juin 1970.

Nous procéderons ensuite à l'analyse des données et nous chercherons à retrouver a posteriori le nombre de traitements qu'il aurait été nécessaire d'effectuer pour chacune des campagnes de lutte 1969 et 1970 pour mettre en évidence l'incidence pratique des différences climatiques de ces deux années.

## MÉTHODE D'INTERPRÉTATION DES DONNÉES

### Les critères d'avertissement hebdomadaire

Les facteurs climatiques utilisés généralement pour déterminer les possibilités d'évolution de la maladie et les besoins en traitements, sont la température et l'hygrométrie (2).

On a fixé empiriquement des valeurs "seuil", à l'échelle hebdomadaire pour chacun de ces facteurs ; lorsque le seuil est dépassé, par l'un ou l'autre des facteurs, on considère que la maladie a la possibilité d'évoluer et nécessite un traitement selon un rythme estimé par l'expérience.

On peut donc, a posteriori, comparer les facteurs climatiques de ces deux années, semaine par semaine, par rapport à ces seuils, et déterminer ainsi le nombre de semaines pour chaque année où la maladie a eu la possibilité d'évoluer, et en déduire le nombre de traitements qu'il eut fallu effectuer.

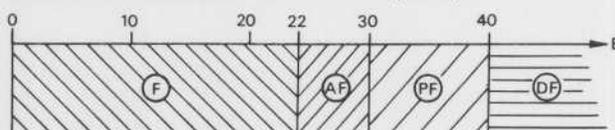
Cependant, une étude menée depuis mars 1970 nous a montré qu'un autre facteur, l'évaporation Piche, en valeur cumulée hebdomadaire, semble être en relation étroite avec les possibilités d'évolution de la maladie. Ce facteur intègre la température, l'hygrométrie et le vent : de plus, sa mesure est facile et bien plus fiable que celle, notamment, de l'hygrométrie (1).

Nous prendrons donc l'évaporation comme facteur principal de comparaison pour cette étude.

Là de même, nous avons déterminé des seuils d'évaporation : lorsque l'évaporation hebdomadaire tombe en-dessous du seuil, cela traduit des conditions climatiques favorables à la maladie ; (il s'agit en effet d'une relation inverse :

plus l'évaporation est forte, plus les possibilités d'évolution de la maladie sont faibles). En fait, nous avons déterminé trois seuils d'évaporation correspondant à 4 degrés de potentiel d'évolution, les conditions climatiques d'évaporation correspondantes sont notées : F (favorable), AF (assez favorable), PF (peu favorable), DF (défavorable à la maladie).

EVAPORATION HEBDOMADAIRE : E en mm (AMPS)



Nous pouvons donc comparer les évaporations hebdomadaires de 1969 et de 1970 à ces seuils, et déterminer ainsi pour chaque année, le nombre de semaines correspondant à chaque classe de conditions : F, AF, PF, DF.

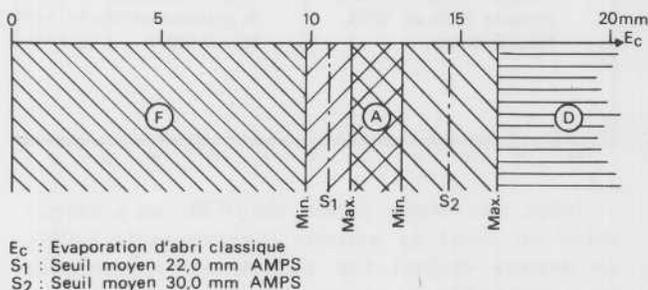
### Cas particulier à cette étude

En fait, pour comparer 1969 et 1970, il nous faut résoudre un problème d'homogénéité de mesure. En effet, les seuils d'évaporation cités ci-dessus, déterminés dans le cadre d'une étude d'avertissement hebdomadaire pour la prévision des traitements (1) relèvent de mesure d'évaporation en abris simplifiés (AMPS) destinés à faciliter l'extension des points de mesure à l'échelle de l'ensemble d'une zone bananière. Nous ne disposons donc de ce type de mesure que depuis mars 1970.

La seule mesure d'évaporation commune aux deux années, est la mesure d'évaporation Piche de l'abri classique (type M. N.). En un lieu don-

né, on arrive à établir une **corrélation** assez bonne entre les données de ces deux types d'abris. Nous avons donc transformé les seuils relevant de l'AMPS (22,0 mm, 30,0 mm, 40,0 mm) pour les faire correspondre, par ajustement statistique, aux données de l'abri classique.

Cependant, comme la corrélation n'est pas parfaite, chaque seuil relevant des données d'AMPS est transformé en une marge de seuil pour les données d'abris classiques. Cette marge (figure 1) est caractérisée par le seuil moyen, et les limites supérieure et inférieure (notée Max. et Min.).



Dans le cadre de cette étude de comparaison nous allons adopter 3 classes d'évaporation définies par les 2 marges de seuil correspondant à 22,0 et 30,0 mm (on n'a pas trouvé d'évaporation hebdomadaire supérieure à 40,0 mm). Ces trois classes seront notées : F (favorable), A (assez favorable), D (défavorable à la maladie).

## ANALYSE DES DONNÉES

### Evaporation moyenne journalière mensuelle

La figure 2 nous montre les fluctuations au cours des deux années de l'évaporation journalière (moyennes mensuelles). C'est là une indication grossière car l'échelle du mois est trop imprécise pour traduire les variations de potentiel d'évolution de la maladie (la durée d'incubation de la maladie devient nettement inférieure au mois en périodes critiques (3) : l'action d'une semaine particulièrement favorable au champignon peut être déterminante sur plusieurs semaines suivantes, caractérisées par des conditions peu ou assez peu favorables, mais suffisantes à l'entretien de la maladie).

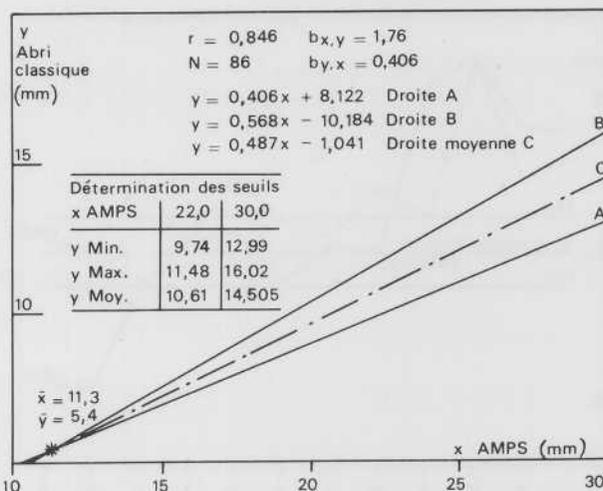


FIGURE 1 • Corrélation des données d'évaporation AMPS-Abri classique. (Neufchâteau).

Ces notations sont volontairement différentes de celles utilisées habituellement dans les bulletins d'avertissement hebdomadaires (F, AF, PF, DF), car ces dernières sont obtenues en tenant compte en plus de l'évaporation, des sommes thermiques et de l'hygrométrie (abaque à 3 variables). De plus, des cas limites, s'ils se présentent, sont discriminés en fonction d'observations biologiques sur feuille, de l'état d'évolution de la maladie. Ces observations ne sont effectuées systématiquement que depuis mars 1970.

Le mode de classement possible sur les deux années est donc simplifié et les classes F, A, D sont seulement analogues aux classes F, AF, PF et DF sans être identiques.

Cependant, en se référant simplement au seuil 22,0 (limite supérieure de la marge, notée Max.) on se trouve en-dessous de ce seuil, donc a priori en conditions favorables à la maladie 30 p. cent du temps en 1969 et 60 p. cent en 1970).

Ce n'est là qu'un ordre de grandeur de la différence à laquelle on peut s'attendre entre les deux années. Cette figure nous permet cependant de localiser rapidement les périodes de l'année où les conditions favorables sont les plus fréquentes. On voit que c'est à partir d'avril en 1969, à partir de mai en 1970.

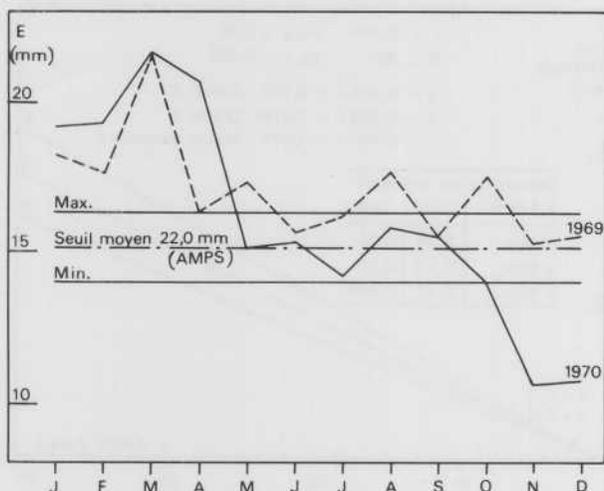


FIGURE 2 • Comparaison de l'évaporation moyenne journalière mensuelle (E.mm). Années 1969 et 1970. Données abri classique, Neufchateau.

#### Evaporation hebdomadaire

Afin de comparer surtout les deux campagnes de lutte 1969 et 1970, nous allons analyser les données sur la période fin mars à fin janvier (soit de façon plus précise, dernière semaine de mars 1969 à 3ème semaine de janvier 1970, pour la campagne de lutte 1969 ; dernière semaine de mars 1970 à 3ème semaine de janvier 1971, pour la campagne 1970 ; soit en tout 43 semaines).

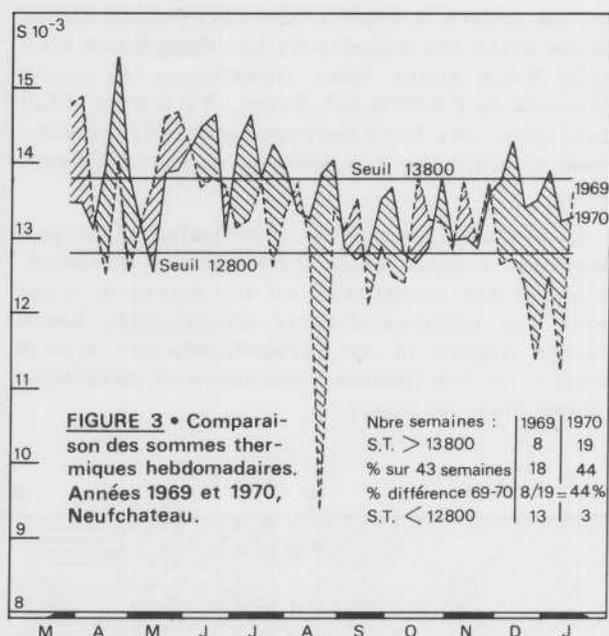
En se référant au seuil moyen 22,0 mm on trouve 9 semaines pour 1969 et 21 pour 1970 inférieures à ce seuil (soit respectivement 21 p. cent et 49 p. cent de temps caractérisé par des conditions a priori favorables à la maladie).

Les semaines à fortes évaporations (supérieures à 30,0 mm, seuil moyen) sont de 5 pour 1969 et 3 pour 1970).

#### Somme thermique (ST)

Les Sommes thermiques (figure 3) sont tirées des enregistrements de température par application d'une loi d'action de la température sur la croissance du champignon (4). A chaque degré de température correspond un coefficient de croissance.

Après dépouillement des diagrammes de thermographes, on multiplie le nombre d'heures à chaque température par le coefficient correspondant : la somme des produits est appelée "somme thermique".



Selon une étude datant de 1958, on a déterminé un seuil de somme thermique de 11000, au-dessus duquel les conditions thermiques seraient suffisantes pour assurer le développement du Cercospora. En-dessous de 10.000 - 11.000, les conditions semblent limitantes, du seul fait de la température : la figure 3 nous montre que ce cas ne s'est produit qu'une fois.

Pour la suite de cette étude, nous avons recherché deux seuils de somme thermique, caractérisant des conditions plus ou moins favorables au Cercospora, afin de pouvoir discriminer les cas d'évaporations intermarginales. Bien que les deux facteurs, température transformée en somme thermique et évaporation, ne soient liés qu'indirectement, il nous a semblé raisonnable de choisir à cet effet des seuils de sommes thermiques présentant en bilan sur deux années, une fréquence d'apparition du même ordre de grandeur que ceux d'évaporation.

On obtient ainsi :

- un nombre de semaines à ST > 13.800 (forte somme thermique, donc favorable à la maladie) :

1969 : 8 soit 18 p. cent

1970 : 19 soit 44 p. cent du temps

- nombre de semaines à ST < 12.800 = (plus faible, donc assez ou peu favorable à la maladie) :

1969 : 13

1970 : 3

### Conclusion

Nous avons fait apparaître notamment par les figures d'évaporation une différence sensible d'une campagne à l'autre qui, en première approximation, peut être estimée à 30 p. cent (49 p. cent - 21 p. cent).

## APPLICATION AU CLASSEMENT DES CONDITIONS HEBDOMADAIRES

### Mode de classement et justification

Comme nous l'avons constaté précédemment les seuils d'évaporation après transformation pour utiliser les données d'abri classique deviennent des marges de seuil, caractérisées par un seuil moyen et les limites supérieures et inférieures (notées Max. et Min.). Il nous faut donc définir un procédé de discrimination arbitraire pour classer les cas d'évaporation situés entre les marges de seuil.

En effet, nous ne disposons pas pour les deux campagnes, d'observations biologiques sur feuilles, ni des données climatiques complémentaires utilisées habituellement pour les avertissements hebdomadaires (hygrométrie supérieure à 90 et 95 p. cent, mesure de l'alternance mouillage-dessèchement du feuillage par humidomètre) (5).

Pour se rapprocher cependant de la méthode des avertissements hebdomadaires, nous allons combiner les données d'évaporation et de sommes thermiques.

Plus précisément, les ST vont nous servir de critère de discrimination pour classer les évaporations hebdomadaires intermarginales.

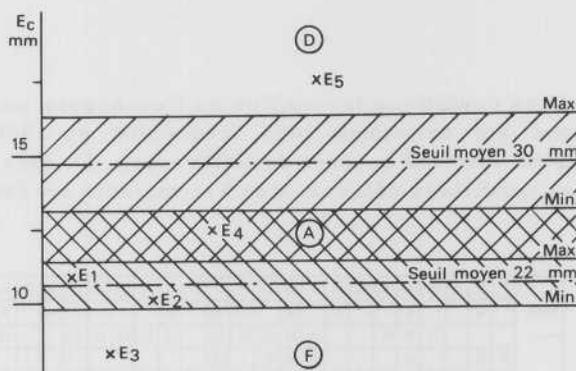
En se référant aux seuils de ST de 13.800 et 12.800, qui donnent comme on l'a vu, un bilan comparable à celui obtenu par l'évaporation, nous allons adopter les règles de discrimination suivantes :

- une évaporation hebdomadaire E intermarginale donnera lieu à la notation en classe supérieure au seuil, si, la somme thermique ST étant faible, à savoir, inférieure à 12.800 (donc condition peu favorable au champignon), E est simplement supérieure à la limite inférieure de la marge.

Si ST est comprise entre 12.800 et 13.800, E devra être supérieure au moins au seuil moyen, pour être classée en classe supérieure.

Si nous voulons essayer de retrouver le nombre de traitements qu'il aurait été nécessaire d'effectuer, il nous faut commencer par classer chaque semaine selon les notations F, A, D. Puis, à chaque notation on fera correspondre un ordre de traitement.

Si ST est supérieure à 13.800, ce qui correspond à des conditions a priori favorables au champignon, E devra être supérieure à la limite supérieure de la marge de seuil pour être classée dans la classe supérieure.



Par exemple, l'évaporation E<sub>1</sub> sera classée F si ST de la même semaine est supérieure à 13.800.

Par contre, E<sub>1</sub> sera classée A, si ST de la même semaine est inférieure à 13.800. E<sub>2</sub> sera classée F, si ST de la même semaine est supérieure à 12.800. Par contre, si ST est inférieure à 12.800, E<sub>2</sub> sera classée A.

Le même raisonnement est appliqué pour les évaporations situées dans la marge de seuil 30,0 mm pour la discrimination entre les classes A et D.

Les évaporations situées en dehors des marges sont classées directement sans discrimination : E<sub>3</sub> classée F, E<sub>4</sub> classée A, E<sub>5</sub> classée D.



## APPLICATION A LA DÉTERMINATION DU NOMBRE DE TRAITEMENTS

De même que pour le classement en conditions hebdomadaires F, AF DF (1) la pratique des avertissements hebdomadaires utilisée depuis juin 1970 tient compte des observations biologiques (mise en évidence d'attaques locales en cours, efficacité des traitements précédents, etc...), pour la recommandation du rythme de traitement. Ne disposant pas non plus de ces éléments pour les deux années, on peut cependant essayer de faire une comparaison, qui aura au moins une valeur relative, en raisonnant a posteriori, à condition d'appliquer aux classements hebdomadaires F, A, D, une définition rigoureuse quant à l'ordre de traitement auquel on veut qu'ils correspondent, quelle que soit leur place dans une suite d'ordres quelconque. En effet, comme on ne dispose pas de moyen de discrimination extérieur (observations biologiques), il importe que chaque notation F, A, D, produise un effet identique pour localiser le prochain traitement et ce, quelle que soit la suite d'ordres dans laquelle elle se trouve placée. On pourra ainsi fixer la place de chaque traitement qu'il aurait été nécessaire d'effectuer, à partir d'un traitement d'origine arbitraire placé à la même semaine pour chaque campagne, et obtenir ainsi une suite de traitements pour chacune, selon une règle absolument identique, aboutissant à un nombre de

traitements total comparable.

Voici les définitions proposées :

F : traiter la semaine prochaine, ou la semaine suivante si vous avez traité cette semaine.

En répétition : répétition pour chaque nouvel ordre à un rythme de 15 jours.

A : ne pas traiter la semaine prochaine, si vous avez traité cette semaine ou la semaine précédente.

D : sauter une semaine dans les suites d'ordres de A.

Hierarchie des ordres : F prime A, et donc indirectement D.

Ces recommandations ainsi proposées se réfèrent à des traitements huile seule.

Les suites d'ordres sont notées sur la figure 4, et les traitements correspondants sont représentés en-dessous par un point, dans la case de la semaine correspondante.

On obtient ainsi :

14 traitements pour 1969 (sur 43 semaines)  
19 traitements pour 1970 (sur 43 semaines).

## CONCLUSION

Si les méthodes d'interprétation des données peuvent parfois paraître trop artificielles pour cette étude comparative, cela est dû au fait que nous ne disposons pas pour les deux années, de tous les éléments habituellement utilisés par la méthode plus complète des avertissements hebdomadaires. Il semble cependant que les résultats globaux qu'on a pu en tirer ne s'écartent pas beaucoup de la réalité avec laquelle on peut les confronter a posteriori, justifiant ainsi les approximations qu'il a été nécessaire d'introduire. Si par ailleurs la valeur absolue des nombres de traitements nécessaires ainsi mis en évidence n'est pas forcément "exacte", la marge d'erreur est sûrement minime, car les calculs effectués reposent sur des définitions strictes en se plaçant en général dans le cas le plus défavorable : pour cette même raison le rapport des nombres de traitements est assurément assez précis.

Cette étude comparative nous permet aussi de tester la valeur des "seuils d'évaporation", base principale du calcul du nombre de traitements par campagne. Nous rappelons, en effet, qu'à l'origine, ces seuils ont été déterminés empiriquement pour l'étude d'avertissements hebdomadaires. L'obtention de résultats vraisemblables (confrontation a posteriori avec la réalité) par application des seuils sur les données de deux campagnes de lutte, semble être une confirmation de la justesse de leur estimation.

On voit que, sur deux années dont les conditions climatiques globales ont été assez voisines, on a fait apparaître une différence de 5 traitements (soit  $5/19 = 26$  p. cent de différence), en calculant semaine par semaine les conditions climatiques au plus près. Il semble peu probable d'arriver à une réduction de cette

importance, à risque égal, sans l'application systématique d'une méthode stricte d'avertissement hebdomadaire, car, comme on a pu le remarquer, ce ne sont pas tant les conditions générales de longues périodes qui déterminent le nombre de traitements et leur réduction éventuelle mais surtout les fluctuations hebdomadaires qu'il paraît difficile d'apprécier autrement que par un calcul précis et systématique.

Notons aussi que cette étude a été faite avec les données de Neufchâteau, soit à 250 m d'altitude. On peut raisonnablement penser que l'amplitude de la variation de l'évaporation, facteur principal utilisé pour cette étude comparative, soit décroissante avec l'altitude. L'écart mis en évidence est donc valable à cette altitude moyenne de 250 m, et a pu être légèrement supérieur en zones plus basses, et légèrement inférieur à plus haute altitude.

## BIBLIOGRAPHIE

- 1 - GANRY (J.) et MEYER (J.-P.). Prévion des attaques de Cercospora en Guadeloupe : Les stations d'avertissement.  
*Productions guadeloupéennes, Sucre et Fruits*, 1970, vol. 9, n° 50.
- 2 - GUYOT (H.) et CUILLE (J.). Essai de prévision des attaques de Cercospora en Guadeloupe.  
*Fruits*, 1958, vol. 13, n° 3.
- 3 - BRUN (J.). *Thèse 1963.*
- 4 - CALPOUZOS (L.). Studies on the Sigatoka disease of bananas and its fungus Pathogen - Cienfuegos Cuba 1955.
- 5 - MEYER (J.-P.). Mise au point d'un humidomètre permettant de détecter la présence d'eau sur la feuille d'un végétal.  
*Fruits*, 1970, vol. 25, n° 4.

