

Méthode de Van der Planck (*) et mode de propagation du Bayoud (**)

Observations préliminaires

par E. LAVILLE et P. LOSSOIS
Institut français de Recherches fruitières Outre-Mer.



PHOTO 1. — Palmeraie d'In Salah. Envahissement progressif, par l'avance des dunes, de la « tête » de la palmeraie.

Introduction.

Dans l'étude de la fusariose du palmier-dattier (dite Bayoud) il est important de déterminer si cette maladie cryptogamique se propage de proche en proche par contamination d'arbres voisins à partir d'un sujet infesté, ou si l'apparition de nouveaux sujets atteints se fait strictement au hasard.

On a estimé que l'eau d'irrigation était un bon vecteur de cette fusariose. Mais cette hypothèse, bien que fort probable, n'a pas reçu jusqu'ici confirmation ou infirmation appuyées sur des données chiffrées.

Aucune des méthodes couramment recommandées dans une étude de ce genre — test des séries binomiales, méthode de Todd, etc..., ne donne pleinement satisfaction.

Aussi avons-nous eu recours à la méthode de VAN DER PLANK.

Exposé de la méthode.

Elle est basée sur l'étude de la probabilité de présence de doublets dans une séquence : toute succession de plants, sans restriction de longueur, direction ou distance entre plants, est une séquence.

La *séquence* peut être un long rang, deux ou plusieurs rangs (le dernier plant examiné de l'un et le premier du suivant étant considérés adjacents) ou toute succession de plants dans une direction quelconque à travers champ.

Le *doublet* est constitué par deux plantes malades adjacentes ; les plantes limitrophes sont saines ou non.

Si n est le nombre de plants constitutifs de la séquence, il y a $n - 1$ paires de plantes adjacentes, saines ou non et $1/2 n (n - 1)$ paires de plantes adjacentes ou non, saines ou non.

La probabilité pour qu'une paire soit adjacente est donc :

$$p = \frac{n-1}{1/2 n (n-1)} = \frac{2}{n}$$

(*) J. E. VAN DER PLANK. A method for estimating the number of random groups of adjacent diseased plants in a homogeneous field. Trans. Roy. Soc. South Afric., 31, 1947, 269-278.

(**) « Bayoud », fusariose du palmier-dattier due à *Fusarium oxysporum albedinis*.

Des n plants examinés, si μ sont malades, le nombre de paires (adjacentes ou non) de plantes malades est de :

$$1/2 \mu (\mu - 1)$$

et si la maladie est répartie au hasard, le nombre probable de doublets est :

$$\begin{aligned} d &= 1/2 \mu (\mu - 1) p \\ &= \frac{1}{n} \mu (\mu - 1) \end{aligned}$$

La distribution des « doublets » peut être considérée comme binomiale, d'où pour « d » une erreur standard :

$$\sigma = \sqrt{d(1-p)}$$

Comme $p = \frac{2}{n}$, on peut négliger p pour des valeurs élevées de n , et considérer que la distribution des doublets suit la loi de POISSON :

$$\sigma = \sqrt{d}$$

On remarque que l'identification à la loi de POISSON ne dépend pas de la proportion de plants malades, mais seulement du nombre de plants examinés.

L'écart type ainsi calculé permet de comparer entre eux les nombres de doublets « d » et « c », observés et calculés.

La différence $\Delta = d - c$, c'est-à-dire doublets observés moins doublets calculés, renseigne sur la probabilité pour les doublets d'être distribués au hasard :

— si le nombre des doublets est grand et que $\Delta \geq 2\sigma$, il y a 95 chances sur 100 pour que les doublets ne soient pas distribués au hasard, donc pour que la maladie se propage par contagion ;

— si le nombre des doublets est faible, Δ doit être comparé non plus à $2\sigma d$ mais à $\sigma \times t$, où t est le coefficient des tables de Student-Fisher.

La méthode des doublets de plantes malades adjacentes dans une séquence peut s'étendre aux groupes de m plantes malades.

Il y a $n - m + 1$ groupes de m plantes adjacentes (saines ou non) ;

et $\frac{1}{m!} n(n-1) \dots (n-m+1)$ groupes de m plantes adjacentes ou non, saines ou non

$$\text{et } p = \frac{n-m+1}{\frac{1}{m!} n(n-1) \dots (n-m+1)} = \frac{m!}{n(n-1) \dots (n-m+2)}$$

d'où finalement :

$$f_m = \frac{\mu(\mu-1) \dots (\mu-m+1)}{n(n-1) \dots (n-m+2)} \quad \text{avec } m = 2, 3, \dots$$

$$\sigma_{f_m} = \sqrt{f_m(1-p)}, \text{ soit pratiquement } \sigma_{f_m} = \sqrt{f_m}$$

L'emploi de groupes supérieurs au doublet n'est pas nécessaire, tous les groupes supérieurs pouvant être réduits à des doublets.

Il sera réservé à des cas particuliers, tel la mise en évidence de groupements suspects.

Limites de la méthode.

Elle ne connaît d'autres restrictions que celle de l'homogénéité de la plantation (relief, exposition, sol).

Une plantation hétérogène sera divisée en lots homogènes. Pourvu que ces lots ne soient pas assez petits pour que la distribution observée s'éloigne sensiblement de la distribution de POISSON, le résultat pour l'ensemble de la plantation sera atteint en sommant les résultats particuliers ; l'erreur standard est la racine carrée de la somme des valeurs estimées.

Avantages de la méthode.

- Dans une plantation rectangulaire, l'analyse en plusieurs directions peut faire apparaître des différences dans le groupement suivant la direction.
- La disparition d'arbres ici et là n'empêche pas l'analyse.

Application à la Palmeraie d'In Salah.

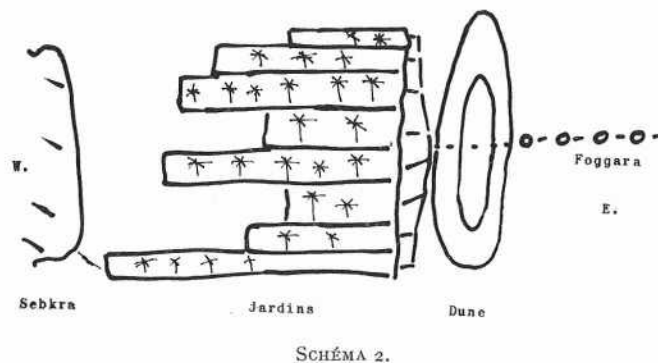
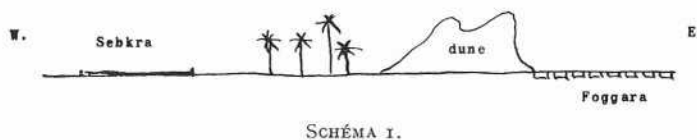
La Palmeraie d'In Salah ne présentait en 1946 qu'une trentaine d'arbres malades mais lors de notre passage au début 1962, la maladie avait fait des progrès considérables, attaquant depuis 6 à 7 ans de 500 à 1 000 sujets par an.

La palmeraie d'In Salah est située au plein cœur du Tidikelt, sur la bordure sud du plateau du Tademaït à environ 1 500 km au Sud d'Alger.

Elle est orientée sur son grand axe Nord-Sud et est protégée des vents dominants d'Est par une ligne de dunes.

L'alimentation en eau est assurée par foggara et par puits artésiens.

L'extension des jardins est conditionnée par les possibilités en eau variant avec les débits disponibles et les revenus des propriétaires, ce qui donne un aspect caractéristique à la palmeraie, c'est-à-dire une série de jardins étroits, parallèles, de longueurs inégales (schémas n° 1 et n° 2).



Dans ce cas particulier, l'orientation des jardins est identique à celle des vents dominants, qui est aussi celle de la plus grande pente et par conséquent celle de l'irrigation.

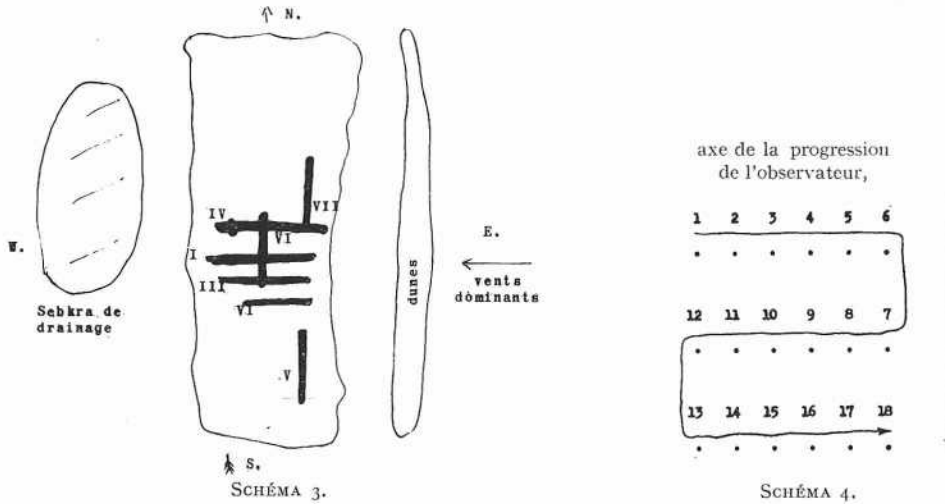
Les inconvénients présentés par cette palmeraie lors d'une étude à l'aide de la méthode de VAN DER PLANK, sont les suivants :

- présence d'un gradient croissant de salinité au fur et à mesure que l'on s'éloigne des puits ou des sorties de foggara ;
- existence d'une hétérogénéité des méthodes culturales et des travaux d'irrigation d'un jardin à l'autre ;

— présence d'arbres de différentes variétés, semis ou rejets, dont la sensibilité au bayoud est variable.

L'incidence de ces facteurs défavorables peut être cependant en partie diminuée, par une répétition plus grande des séries d'observations et par recoupement des zones prospectées.

Le schéma n° 3 indique les zones prospectées et leur orientation principale.



Les séquences observées ont comporté de 80 sujets observés (pour les plus faibles) à plus de 450 (pour la plus forte).

Une bande de terrain de 15 à 20 m de large, portant de 5 à 6 palmiers de rang, était choisie et parcourue et les palmiers étaient observés dans l'ordre indiqué sur le schéma ci-dessous.

Résultats.

Le tableau ci-dessous indique les résultats.

numéro des séquences	n	μ	p. cent de pieds atteints	doublets		σ = √c	σ x t			tΔ	Taux de probabilité de Δ
				observés = d	calculés = c		5 % t = 1,96	1 % t = 2,56	Δ = d - c t = tΔ		
I	394	177	45	92	79,07	8,89	17,42	22,76	12,93	1,455	15
II	84	16	19	6	02,85	1,69	3,31	4,33	3,15	1,864	6
III	303	56	18	17	10,16	3,19	6,25	8,17	6,84	2,144	3
IV	480	149	31	52	45,94	6,78	13,29	17,36	6,06	0,894	37
I à IV	1.261	398	34	167	138,02	11,75	23,03	30,08	28,98	2,466	2
V	304	48	16	8	7,42	2,72	5,33	6,96	0,58	0,213	83
VI	306	103	34	40	34,33	5,86	11,49	15,00	5,67	0,968	33
VII	154	20	13	1	2,47	1,57	3,08	4,02	- 1,47	0,936	35
V à VII	764	171	22	49	44,22	6,65	13,03	17,02	4,78	0,719	47

Discussion.

Une première remarque s'impose : les séquences où la maladie atteint une très forte extension, séquences I, VI et IV avec respectivement 45, 34 et 31 % de pieds atteints sont toutes non significatives au test de VAN DER PLANK ; ce résultat n'est pas surprenant, infestation au hasard et infestation dirigée tendant à se recouvrir jusqu'à identité totale au fur et à mesure que s'accroît le nombre des sujets atteints.

Pour mettre en évidence une direction privilégiée de propagation il faudrait dans ce cas des conditions d'homogénéité de la plantation supérieures à celles rencontrées à In Salah.



PHOTO 2 et 3. — Deux aspects de palmiers bayoudés.



Seconde constatation : les séquences orientées Nord-Sud sont individuellement toutes non significatives : les taux de probabilité de leurs nombres de doublets sont très élevés. Ce résultat n'est pas modifié en sommant leurs résultats individuels.

Par contre, les taux de probabilité des nombres de doublets des séquences Est-Ouest sont très inférieurs à ceux des séquences Nord-Sud, exception faite de la séquence IV ; en sommant les résultats la probabilité atteint un taux encore plus faible. Dans ces zones, la répartition des sujets contaminés ne semble donc pas être le fait du seul hasard.

Conclusions.

Il semble que l'on puisse dès maintenant conclure que dans la direction Est-Ouest de la palmeraie, la propagation de la maladie ne se réalise pas au hasard et que l'un des trois facteurs énumérés ci-avant, ou les trois ensemble :

- Présence de vents dominants Est-Ouest.
- Sens de l'irrigation Est-Ouest.
- Gradient de salinité Est-Ouest ;

doivent être tenus pour responsables de cette propagation de la maladie de proche en proche.

Notre séjour trop bref sur la palmeraie d'In Salah ne nous a pas permis de multiplier les observations et les séquences qui, choisies judicieusement dans la palmeraie, permettraient très probablement d'isoler l'influence de chacun des trois principaux facteurs responsables de cette contamination de proche en proche.

Nos remerciements vont à M. Toutain, ingénieur agricole, (à cette époque en poste à In Salah) pour son accueil, et pour son amabilité à mettre à notre disposition ses connaissances sur la palmeraie.

