

LE "STREAK" DU MAIS

OBSERVATIONS ET PRINCIPES
DE SÉLECTION A
MADAGASCAR ET À LA RÉUNION

Un pourcentage variable des pieds du maïs cultivé à Madagascar dans une zone dont l'altitude est comprise entre le niveau de la mer et 900 mètres présente, sur les feuilles, à tous les stades de la végétation, de fines stries blanches, de longueur variable et de largeur comprise entre 1/4 et 1/2 mm. Ces stries sont en nombre plus ou moins important. La plante peut les présenter dès qu'elle atteint 30 à 40 cms et ces symptômes conduisent le plus souvent à une virescence généralisée de la plante et même, dans les cas les plus graves, à un port chétif et ramougrri, amenant une production grain nulle.

Longtemps imputée à une carence - magnésie ou fer - cet aspect est dû, dans la grande majorité des cas, à une attaque virale qui, de par ses caractères, la fait assimiler à la virose dénommée "Streak" qui se rencontre dans les régions de basse altitude de nombreux pays maïsicoles de la zone intertropicale. Le Département d'outre-mer de La Réunion est particulièrement touché par cette virose qui cause de réels dégâts sur les plantations et qui entraîne parfois la perte d'une proportion notable de la récolte prévue.

Ce document fait état de nos premières observations en ce domaine, sur la côte est malgache, près de Tamatave, en les confrontant avec celles effectuées à La Réunion et pose les principes généraux de l'action à entreprendre pour la sélection en vue d'obtenir un degré de résistance maximum à cette virose.

I - OBSERVATIONS 1970 SUR LES ESSAIS DE MAIS A TMAATAVE (IVOLOINA)

Quatre essais variétaux ont été suivis à la Station de l'Ivoloina pendant la saison des pluies 1969-1970.

a)- ESSAI V₁

150 variétés de maïs locaux.

Témoin : maïs local de La Réunion.

Taux d'infection moyen du Témoin = $4,4\% \pm 1,9$

Valeurs extrêmes du taux d'infection pour le Témoin = 0,8 et 12%

Le coefficient de variation égal à 43,2 indique une très grande variabilité dans les mesures.

Parmi les 150 variétés, les valeurs extrêmes sont 0% et 24,4%. La classification en est la suivante :

Pourcent	0	0,1 - 5%	5 - 10%	10 - 15%	Supérieur à 15%
taige	0	0,1 - 5%	5 - 10%	10 - 15%	à 15%
Nombret	2	106	26	5	11

Les deux variétés ne présentant aucune infestation sont T.68 et T.105; les témoins adjacents présentent dans les deux cas 4,2% d'infestation.

Le nombre des pieds pour chaque variété, sur un maximum théorique de 120, varie entre 41 et 120; 3 variétés seulement ont moins de 100 pieds (respectivement 97, 76 et 41 pieds); 97% des variétés ont plus de 110 pieds.

Sur les deux répétitions, le nombre de pieds atteints pour chaque variété est très proche, sinon identique, dans la très grande majorité des cas; les deux données sont donc comparables.

b)- ESSAI V₂

52 variétés de maïs jaune de la collection du Lac Alaotra.

Témoin : maïs local de la Réunion.

Taux d'infection moyen du témoin = $4,7\% \pm 1,7$

Valeurs extrêmes du taux d'infection pour le témoin :

$2,5$ et $8,4\%$

Le coefficient de variation égal à 35,6 indique une très grande variabilité dans les mesures.

Parmi les 52 variétés, les valeurs extrêmes sont 0% et 18,6%. La classification en est la suivante :

Pourcentage	Nombre
0	3
0,1 - 5%	38
5 - 10%	6
10 - 15%	3
> 15%	2

Les trois variétés ne présentant aucune infestation sont 248, 262 et 315. Les témoins adjacents présentent des taux respectifs de 3,4, 2,5 et 5,9%.

Sur les deux répétitions, le nombre de pieds atteints pour chaque variété est relativement proche l'un de l'autre. Toutefois, il existe quelques variétés présentant des chiffres notablement différents dans les 2 répétitions.

c)- ESSAI V₃

116 lignées pures jaunes et blanches issues de sélections dans des lignées présumées pures au départ.

Pas de témoin.

Cinq lignées pures ne sont absolument pas atteintes. Il s'agit de 2 JA2, 14 JA1, 20 J1, 43 JB4 (4 jaunes) et 6 B2 (lignée blanche).

Le degré d'attaque est bien plus étendu ici que sur les

trois autres essais, puis il varie de 0 à 53,5%.

Pourcent : 0 ; 0,1-5% ; 5 - 10% ; 10-15% ; 15-25% ; 25-50% ; Supérieur
tage : 0 ; 0,1-5% ; 5 - 10% ; 10-15% ; 15-25% ; 25-50% ; à 50%
Nombre : 5 ; 0 ; 26 ; 37 ; 29 ; 18 ; 1

Les lignées pures extraites des lignées présumées pures sont en nombre variable selon la lignée originelle. Par exemple, la lignée de départ 2J a donné naissance aux lignées 2 JA1 et 2 JA2, la première étant attaquée à 12,5% et l'autre ne l'étant pas du tout. L'hypothèse qui en découle est qu'il y a eu très probablement disjonction pour le ou les facteurs de résistance et recombinaison particulièrement propice dans le cas 2 JA2; il en est de même pour les quatre autres lignées indemnes. Ce fait constitue une première orientation à envisager pour la résistance au Streak.

d)- ESSAI V4

26 variétés et hybrides de maïs d'origines variées.

Témoin : maïs local de La Réunion.

Taux d'infection moyen du témoin : 4,1% ± 1,6

Valeurs extrêmes du taux d'infection pour le témoin
1,7 et 6,7%

Le coefficient de variation égal à 38,4 indique une très grande variabilité dans les mesures.

Parmi les 26 formes testées, les valeurs extrêmes sont 0 et 16,7%.

La classification en est la suivante :

Pourcent : 0 ; 0,1 - 5% ; 5 - 10% ; 10 - 15% ; Supérieur
tages : 0 ; 0,1-5% ; 5 - 10% ; 10-15% ; à 15%
Nombre : 2 ; 13 ; 5 ; 4 ; 2 ; 1

Les deux formes ne présentant aucune infestation sont les hybrides 20 et 15 originaires de La Réunion; les témoins adjacents présentent des taux d'infestation respectifs de 5,8 et 2,5%.

Le nombre de pieds pour chaque forme testée, sur un maximum théorique de 120, varie entre 113 et 120; 99% des formes ont plus de 115 pieds.

Sur les deux répétitions, le nombre de pieds atteints pour chaque forme est très proche l'un de l'autre et la variation entre les deux répétitions est très faible.

II - COMPARAISON DES QUATRE ESSAIS

Tout d'abord, en ce qui concerne le témoin, le taux d'infestation dans les trois essais où il se trouve est remarquablement constant.

$$V_1 = 4,4\% \pm 1,9 \text{ extrêmes } 0,8 \text{ et } 12\%$$

$$V_2 = 4,7\% \pm 1,7 \text{ --- } 2,5 \text{ et } 8,4\%$$

$$V_4 = 4,1\% \pm 1,6 \text{ --- } 1,7 \text{ et } 6,7\%$$

On peut donc considérer que le degré d'attaque du parasitisme pour ces trois essais et, en y intégrant le quatrième qui est sur la même parcelle, est le même et que les résultats des quatre essais peuvent être regroupés et étudiés globalement.

Ensuite, il existe au total douze formes totalement indemnes, ce sont : T.68, T.105, 248, 262, 315, 2 JA2, 14 JA1, 30 J1, 43 JB4, 6 B2, 20 et 15. Elles serviront de point de départ au programme de sélection exposé plus loin.

Parmi les formes sensibles, le degré d'infestation est très variable, s'étendant de 0 à 53%. En regroupant les quatre tableaux, les résultats globaux sont alors les suivants :

Pourcentages	0	0,1-5	5-10	10-15	15-25	25-50	Supérieure à 50
Nombre	12	157	63	49	44	18	1

Si l'on ajoute à ces chiffres le témoin, on arrive ainsi à 12 résistants sur 345 formes testées, soit encore 3,5%.

Il y a 31 formes sur lesquelles le pourcentage d'attaque est inférieur à 1%, ce sont :

Essai V₁ : T 5, T 41, T 50, T 51, T 52, T 53, T 57, T 58, T 76, T 78, T 86, T 111, T 112.

Essai V₂ : 119, 142, 145, 177, 182, 185, 237, 260, 264, 302, 303, 313, 314.

Essai V₃ : néant.

Essai V₄ : 17, 10, 14, 9, population Révolution Réunion.

Dans cet essai V₄ et en dehors évidemment de la population Révolution, 17 est l'hybride de F 19 x A 619.

10 " " A 257 x B 37

14 " Cuba cigara

9 " 1^{er} hybride F 64 x F 52

Compte tenu de ces origines, un géniteur de résistance pourrait être notamment A 619 (le N°20, F.C.14 x A 619 est indemne).

III - OBSERVATION 1970 DANS LE DEPARTEMENT D'OUTRE-MER DE LA REUNION

L'Agence de La Réunion a suivi, pendant la même saison qu'à l'Ivoloina (Tamatave), deux essais en vue de tester la résistance au Streak de 105 souches de maïs à la Station de la Bretagne ainsi qu'au terrain Maunier à Saint Pierre.

Le pourcentage moyen d'attaque dans cette dernière localité est de 4,99%, alors qu'il est de 60,49% à la Bretagne où il n'existe aucune forme entièrement indemne contre 44, soit 41,9% à Saint Pierre.

97 variétés présentent de 0 à 20% d'attaque à Saint Pierre, contre 8 en ayant de 20 à 40%.

28 variétés à la Bretagne ont un pourcentage d'attaque compris entre 0 et 20%, 12 entre 20 et 40%, 7 entre 40 et 60%, 10 entre 60 et 80% et 48 entre 80 et 100%; 22 de ces dernières sont attaquées à 100%.

Aucune corrélation ne peut être établie entre ces deux localités, les distributions étant très éloignées de la normale, en particulier à la Bretagne où elle est renversée par rapport à la normale, les fréquences maxima se situant aux extrémités de la courbe alors que la fréquence minima se situe en son centre.

A Saint Pierre, il n'y a pas non plus de corrélation calculable entre le Streak et la mosaïque et 23 variétés y sont simultanément résistantes aux deux viroses: Hyb.N°17, LA 247, LA 312, MLR 3, MLR 8, MLR 10, MLR 12, MLR 16, MLR 19, MLR 21, MLR 22, MLR 25, MLR 26, MLR 27, MLR 29, MLR 30; MLR 33, MLR 36, MLR 37, MLR 41, MLR 43, MLR 46 et MLR 48.

Les maïs originaires du Lac Alaotra (LA), soit 37 souches sont en règle générale sensibles à très sensibles au Streak. Le pourcentage moyen d'attaque sur ceux-ci est de 10% à Saint Pierre contre 90% à la Bretagne.

Les maïs locaux de la Réunion (M.L.R.) sont par contre beaucoup plus résistants: 0,58% à Saint Pierre contre 26,19% à la Bretagne comme pourcentage moyen d'attaque. Parmi ces derniers, et sur 48 testés, 36 sont totalement indemnes à Saint Pierre et ce qui doit être souligné, cinq présentent moins de 10% d'attaque à la Bretagne, ce qui est absolument remarquable, et représentent ainsi une très intéressante source de matériel végétal de départ pour une sélection.

IV - COMPARAISON ET CONSEQUENCES DES DEUX SÉRIES D'OBSERVATIONS

Le point le plus important à noter est qu'il n'y a aucune variété indemne à la fois dans les trois lieux, ni même simultanément à Saint Pierre et à l'Ivoirina où les moyennes sont cependant du même ordre de grandeur.

Par contre, les formes les plus intéressantes, car montrant un degré de résistance assez élevé partout, sont :

Hyb.17 (F19 x 1619)

L.A. 307

L.A. 308

L.A. 312

L.A. 315

et surtout

MLR 3

MLR 6

MLR 21

MLR 22

MLR 27

En conséquence, ces dix formes de maïs constituent, et plus particulièrement évidemment les cinq dernières, un matériel végétal de choix pour un programme de recherche de la résistance au Streak. A noter toutefois que MLR 6, de même d'ailleurs que les quatre souches L.A. sont légèrement atteintes de mosaïque (1,7 à 6,0%) et une plus grande prudence devra être attachée à leur utilisation.

V - PROGRAMME DE RECHERCHES PRÉCONISÉ POUR MADAGASCAR

- Tester pendant encore 2 campagnes les 12 formes indemnes en 1970 d'une part et, à titre d'information ainsi que pour élargir l'éventail des géniteurs futurs probables, les 31 formes présentant moins de 1% d'attaque en 1970, d'autre part.
- Mettre en essais toutes les introductions et obtentions nouvelles au fur et à mesure des disponibilités en semences.
- Par ailleurs, obtenir les six hybrides simples jaunes à partir des quatre lignées pures jaunes indemnes.

- Tester ces hybrides, recombiner les deux meilleurs en un hybride du type double.
- Enfin, obtenir si besoin est un type synthétique à l'aide des trois groupes suivants: T 68 et T 105; 241, 262 et 315; H 20 et H 15.

Ces quatre points ne représentent qu'une approche du problème. En fait, la solution sans doute la plus logique, mais bien à plus long terme, serait l'obtention de lignées pures à partir des dix formes de maïs énumérées plus haut, ainsi que des sept formes indiennes à Madagascar et des types trouvés résistant dans le futur. Puis de recombinaison ces lignées pures entre elles en vue de l'obtention d'un ou plusieurs hybrides doubles, puis poly-hybrides; la solution des trois voies pourrait aussi s'avérer fructueuse en ce sens.

D'autre part, des introductions intéressantes consisteraient en des souches résistantes dans d'autres pays. L'Afrique du Sud et Cuba semblent ici être des origines valables entre autres.

Enfin, une solution simple, mais dont le résultat n'est pas évident, consiste à reprendre un mélange de graines des 5 M.R. réunionnais, à en obtenir une population qui pourrait soit être utilisée directement, soit être sélectionnée, ou bien par simple voie massale - type de sélection souvent avantageux quand il s'agit de résistance à une maladie - ou encore par voie récurrente*.

VI - PROGRAMME DE RECHERCHES PRÉCONISÉ POUR LA RÉUNION

Etant donné que Révolution présente un taux d'infestation

* A rapprocher des travaux de JENKINS et al. (1954) pour la résistance à *Helminthosporium turcicum*.

(38,5%) nettement supérieur à la Bretagne à certains MLR, il est ainsi évident de tenter de remplacer ce type de maïs, dans les hybrides fabriqués à l'aide des lots de maïs provenant de Clermont-Ferrand, par un MLR ou encore, de préférence, par une population élaborée à partir des meilleures MLR.

La marche à suivre serait alors la suivante :

Reprendre des souches de MLR3, MLR 6, MLR 21, MLR 22 et MLR 27; les semer en mélange et récolter les graines en vrac. Une nouvelle population est ainsi créée, à condition évidemment qu'elle ait été cultivée en isolement. Tester une partie de cette population avec Révolution comme témoin dans un point d'essai particulièrement touché par le Streak, tant du point de vue virus que du point de vue rendement. Si, comme c'est probable, elle est meilleure que Révolution, l'utiliser alors à la place de cette dernière en croisement avec les lots de maïs provenant de Clermont-Ferrand. Cette méthode est la plus simple, la plus rapide et d'un coût extrêmement réduit.

Une autre méthode, un peu plus longue, donc un peu plus onéreuse, consiste à reprendre le problème à la base: récolter selon les possibilités de 100 à 200 épis de maïs en plusieurs localités, sur des pieds résistants au Streak. Plus le choix de départ sera large, plus les chances de succès augmenteront. Il serait préférable de démarquer sur au moins 500 épis. Les égrener, séparer les graines de chaque épi, séparément, en trois lots égaux; faire un premier test en semant un des lots, exactement dans les mêmes conditions que l'essai réalisé en 1970; en prenant Révolution comme témoin toutes les cinq lignes par exemple, et dans un point d'essai où le Streak sévit avec virulence. Pratiquer les comptages comme en 1970. Eliminer la récolte. Conduire un deuxième test dans les mêmes conditions, l'année suivante, avec le deuxième lot. Noter les souches ayant donné les meilleures résultats au cours des deux tests. Reprendre les troisièmes lots de ces souches, les mélanger: multiplier isolément la nouvelle population ainsi obtenue. Supprimer avant floraison les pieds

sensibles au Streak. Récolter et tester en essai avec Révolution. Puis si, comme c'est à peu près certain, elle est supérieure à Révolution, l'utiliser comme géniteur en croisement avec les lots de maïs provenant de Clermont-Ferrand. Deux précautions sont à prendre au cours de la sélection :

- Au départ, opérer avec beaucoup de soins pour le choix des épis entrant en essai; cela conditionne en grande partie la réussite de la sélection.
- Conserver les lots fractionnés en attente au moins dans une pièce conditionnée, sous une hygrométrie la plus faible possible (10-12 °C - 40-50% d'humidité sont l'idéal) le maïs perd en effet sa faculté germinative en 2 à 5 ans selon les conditions de stockage, en règle générale.

Le cycle total de sélection prend, pour cette dernière méthode :

1^{er} test.....un an ou 1^{ère} campagne.

2^{ème} test.....un an ou 2^{ème} campagne.

Multiplication.....un an ou 3^{ème} campagne

Essai comparatif...un an ou 4^{ème} campagne

Elle demande donc, soit quatre ans, soit deux, avant la création du nouvel hybride à l'aide des lots étrangers introduits. Pendant ce temps, l'hybride N°17 semble préférable à l'hybride N°1 dans les régions où le Streak est très virulent. A noter que, très probablement, c'est A 619 qui amène des facteurs de résistance, les formules du N°1 étant W 64Ax A 619 et du N°17 étant F 19 x A 619; or A 619 ne figure dans aucun autre hybride simple de Clermont-Ferrand, hormis le N°20 qui est d'ailleurs indemne à Madagascar.

= CONCLUSION =

Si les méthodes de sélection exposées plus haut, en raison même de leur simplicité, ne sont qu'un moyen de démarquer une action à très court terme, elles représentent néanmoins un pas qui mérite d'être franchi. Il est bien certain que des méthodes beaucoup plus élaborées, tenant compte de la biologie et de la répartition de l'insecte vecteur, aussi bien que de l'épidémiologie du virus lui-même, seraient plus séduisantes et très probablement plus fructueuses. Je ne crois pas que, dans un premier cycle de sélection pour tenter d'obtenir rapidement des souches, non pas indemnes, mais au moins peu sensibles, de telles méthodes soient à envisager; ultérieurement, ou parallèlement en fonction des moyens, elles seront étudiées.

Toutefois, la gravité des attaques nécessite une action dans un avenir immédiat qui ne sera qu'un premier pas dans le voie d'obtention de la résistance au virus. Les actions préconisées ci-dessus ne sont qu'une ligne générale envisagée qu'il est nécessaire de reprendre au vu des résultats fournis par de nouveaux tests de résistance.

Néanmoins, les premiers résultats encourageants acquis à ce jour permettent de tracer une première voie de travail.