

IV<sup>e</sup> CONGRES SUR LA PROTECTION DE LA SANTE HUMAINE  
ET DES CULTURES EN MILIEU TROPICAL  
Marseille 2-3-4 Juillet 1986

POSSIBILITES DE LUTTE CONTRE LA MOSAÏQUE AFRICAINE DU MANIOC  
PAR L'ADOPTION DE NOUVELLES TECHNIQUES CULTURALES

CULTURAL TECHNICS AVAILABLE FOR CONTROLLING  
THE AFRICAN CASSAVA MOSAIC VIRUS

C. FAUQUET, D. FARGETTE et J.-C. THOUVENEL

ORSTOM, BP V 51 ABIDJAN COTE D'IVOIRE

Fonds Documentaire ORSTOM



010016576

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote: Bx 16576 Ex: 1

RESUME.

En étudiant l'épidémiologie de la Mosaïque Africaine du Manioc (MAM), nous recherchons les facteurs susceptibles d'influencer le développement de cette virose. Certains facteurs comme les techniques culturales peuvent être utilisés avec une facilité et un succès variables pour limiter l'impact de cette maladie sur la culture du manioc. Nous verrons successivement les résultats acquis à ce jour concernant quelques techniques culturales. La plus élémentaire mais aussi la plus efficace et certainement la plus difficile à mettre en œuvre est l'usage de boutures saines. Diverses techniques comme l'éradication des plantes malades, le choix des dates de plantation ou de la densité de plantation, l'élimination des adventices, ou encore le choix de l'emplacement des plantations seront envisagées et commentées. Enfin une dernière technique, l'emploi de clones tolérants, nous montrera, à travers une étude de la résistance des maniocs à la mosaïque, qu'il est possible de lutter contre le virus mais aussi contre le vecteur de la mosaïque africaine du manioc.

SUMMARY.

In our program, entitled: Epidemiology of African Cassava Mosaic Virus (ACMV), we are studying all the factors interfering with the development of this viral disease. Some of them as the cultural technics could easily be adopted for controlling the ACMV. We will check successively all the results now available and we will see the advantages and limitations of each of them. Among these, we will pay a particular attention to the one which is the most important and effective but the most difficult to realize practically, i.e. the use of healthy cuttings. Several technics as the roguing of diseased plants, the choice of planting dates or density, the eradication of weeds, or the choice of plantation site, are discussed. But one of the most realistic cultural technics concerning the control of the cassava mosaic will certainly remain the use of tolerant clones. It will be shown, through a general study of the cassava resistance, that some of the clones considered to be resistant to the virus are also resistant to the vector, *Bemisia tabaci*.

INTRODUCTION

La Mosaïque Africaine du Manioc (MAM) est une virose dont l'agent causal est un geminivirus: African Cassava Mosaic Virus (ACMV). Cette maladie, typiquement africaine, infecte pratiquement tous les maniocs cultivés sur le continent africain. Elle est transmise de deux façons très différentes:

- d'une part par des mouches blanches (*Bemisia tabaci*, Aleyrodidae),
- et d'autre part par l'homme lorsqu'il utilise des boutures virosées (Storey et

Nichols, 1938).

En ce qui concerne l'importance relative de chacun de ces vecteurs, nous n'avons que peu d'informations et, qui plus est, contradictoires. Si l'on en croit les résultats obtenus en Afrique de l'est (Bock et Outhrie, 1977; 1982), l'homme serait le principal vecteur de cette virose et les

mouches blanches joueraient finalement un rôle secondaire. En conséquence, Bock (1983) préconise la diffusion de boutures saines pour enrayer le développement de la MAM. Inversement en Afrique de l'ouest, (Leuschner, 1977; Hahn, 1972, 1973, 1974) la contamination des maniocs par *B. tabaci* semble très élevée et seule l'utilisation de clones résistants permettrait le contrôle de la maladie.

Nous avons donc réalisé une série d'essais en Côte d'Ivoire, pour préciser le rôle de chacun des modes de vection et dégager les facteurs les plus importants dans le développement de la MAM. Certains de ces facteurs sont bien sûr liés aux techniques culturales et leur étude permet donc de voir quelles sont celles que l'on pourrait promouvoir pour enrayer la propagation ou limiter les effets de cette virose.

La première technique consiste à planter du matériel indemne de virus puis de faire en sorte qu'il le reste le plus longtemps possible, mais il est bien évident que plus le clone utilisé sera tolérant au virus ou résistant au vecteur qui le véhicule, et plus le but sera facile à atteindre.

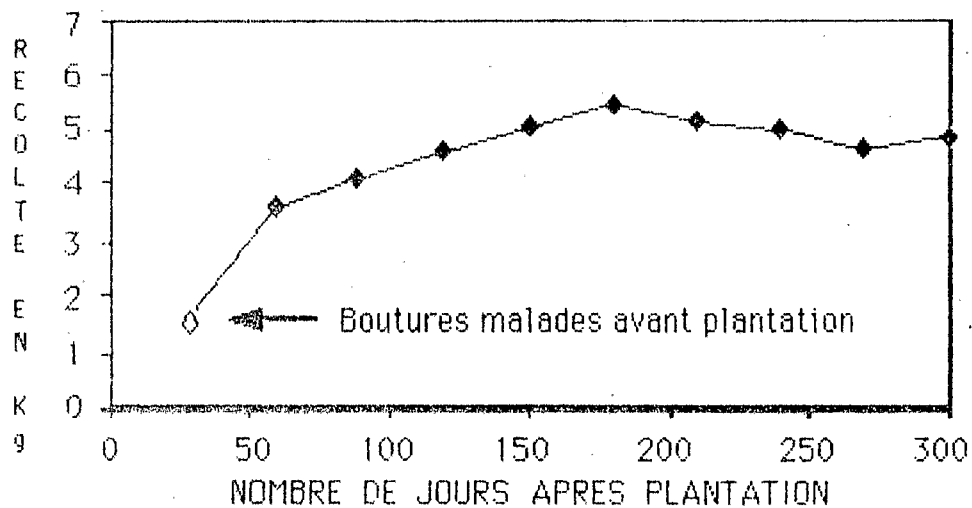
Nous verrons successivement l'effet de quelques techniques culturales sur la vitesse de propagation de la maladie ou l'influence de la virose sur le manioc. Nous verrons surtout la difficulté pour les mettre en œuvre pratiquement.

## RESULTATS

### Plantation de boutures saines:

Le virus n'est pas transmissible par les semences mais le manioc se propageant végétativement il est primordial de conserver l'originalité des clones et il n'est donc pas possible d'avoir recours aux graines pour produire du matériel sain. On peut assainir les clones par micro-boutures ou cultures de méristèmes, mais ces techniques sont longues et techniquement difficiles à réaliser. Nous avons choisi une autre méthode qui consiste à sélectionner dans les champs des plantes qui sont **restées ou redevenues saines**. C'est cette dernière technique qui nous aura permis en trois années de constituer un parc à bois sain de 3 Ha pour 6 clones différents (Fauquet et Thouvenel, 1981).

Le graphique ci-dessous représente l'effet de la virose sur le clone CB sur la récolte des pieds atteints. On peut noter une grande différence, 66% de pertes sur 2 essais, lorsque les boutures sont contaminées avant la plantation.



Poids de récolte par pied de manioc en fonction de la date de contamination par l'ACMV. Les boutures qui étaient virosées avant plantation sont représentées par (◇).

L'impact de la contamination par vecteur est moins importante, bien que non négligeable, puisque l'on peut enregistrer des pertes de l'ordre de 40% si les symptômes apparaissent 45 jours après plantation. L'effet de la virose sur le rendement s'atténue avec le temps et l'on peut même dire qu'elle est sans effet, à partir de 120 jours après plantation (Fargette et al., 1986).

Par conséquent le simple fait de planter des boutures saines permet d'**augmenter considérablement le rendement**, même si toutes les plantes sont contaminées par la suite. On peut donc penser que l'introduction d'une telle technique pourrait facilement doubler la production de

manioc. Il faut ajouter que cette technique n'a pas de contraintes agronomiques et que l'on peut donc envisager son emploi sans restrictions. Le problème qui reste cependant, est de produire du matériel sain en quantité importante et ceci à chaque cycle de culture. Nous avons pu le réaliser sans difficulté, avec le clone CB, à Toumodi en Côte d'Ivoire, mais ce fut impossible dans le sud de la Côte d'Ivoire.

**Effet de l'éradication des plantes malades:**

Une méthode de lutte classique en phytovirologie consiste à éliminer les plantes virosées dans une plantation saine, en considérant que la contamination venant de l'extérieur du champ (contamination primaire), va constituer des foyers qui seront source d'infection dans le champ (contamination secondaire). Il s'avère que dans le cas de la MAM, l'infection primaire est beaucoup plus importante que l'infection secondaire (Fargette et al., 1985). Cette dernière représente environ 30% de la contamination primaire, ce qui en soi n'est pas négligeable, mais la seule façon de la supprimer étant d'éradiquer les plantes malades, cela se soldera par une perte de récolte et par un surcroît de travail. Cette technique est donc essentiellement valable lorsque le but est la constitution d'un parc à bois sain.

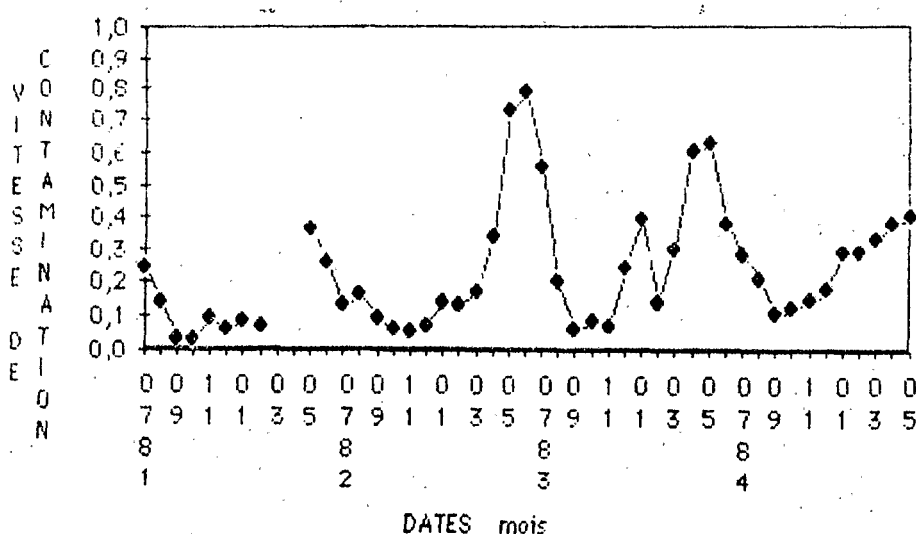
**Rôle de la densité de plantation :**

La densité de plantation joue un rôle sur la contamination des plantes dans le cas des maladies virales transmises par insectes, et nous l'avons également vérifié dans le cas de l'ACMV et du manioc. Une plantation avec 12 000 plantes par Ha se contamine moins vite (en pourcentage) qu'une plantation à 6 000 pieds par Ha. La différence est variable au cours du temps mais on peut noter qu'à 120 jours le pourcentage de contamination des parcelles à densité faible était de 40% supérieur à celui des parcelles à forte densité.

Cette technique culturale est donc positive en ce qui concerne la MAM et sans difficulté à mettre en œuvre pratiquement, on peut donc la considérer comme une méthode de lutte favorable. Par ailleurs la densité de plantation ayant un effet sur la taille et le poids des tubercules, l'application de cette technique ne sera pas toujours réalisable. Les paysans préférant produire de gros tubercules et répugneraient donc à augmenter la densité. Par contre dans le cas de plantations industrielles la production de tubercules plus petits est un avantage et cette technique pourrait donc être préconisée.

**Choix de la date de plantation :**

Nous avons conduit une expérimentation pendant quatre ans en plantant du manioc chaque mois et en enregistrant le développement de la MAM pendant 12 mois pour chacune des plantations. Il ressort de cette étude que la pression de contamination n'est pas constante au cours du temps. En un même lieu et avec un même clone la vitesse de contamination fluctue entre 2 et 80% par mois, déterminant ainsi des périodes favorables et d'autres très défavorables. Nous avons également mis en évidence le caractère cyclique et annuel de cette variation. Des périodes de faible contamination sont observées en septembre, octobre et novembre et des périodes de forte contamination en avril, mai et juin.



La sensibilité de la plante varie au cours du temps, elle est particulièrement sensible le premier mois après plantation (Fargette, 1985) et il est donc très important de la protéger de l'infection pendant cette période. Par conséquent il est possible dans un lieu donné, si l'on en connaît bien les

conditions épidémiologiques, de choisir une date de plantation de telle sorte que le champ subisse la contamination la plus faible. Cette technique est évidemment en relation avec les contraintes agronomiques de la culture du manioc. Dans chaque site la culture du manioc a des dates de plantation privilégiées en relation avec les facteurs climatiques. Dans le cas d'Adiopodoumé nous avons relevé deux mois climatiquement favorables qui sont avril et septembre, le second l'étant également du point de vue virologique. L'efficacité de cette technique est aussi à mettre en parallèle avec le clone utilisé. Si le clone est résistant le gain obtenu par le choix de la date de plantation vis à vis de la MAM sera faible et il faudra privilégier la date de plantation qui sera optimum du point de vue agronomique. Si le clone est très sensible ce sera la situation exactement inverse.

#### **Elimination des adventices :**

Dans de nombreux cas de maladies virales les adventices constituent le réservoir naturel de virus et leur élimination peut donc favoriser le ralentissement de l'épidémie. Ce rôle est considérablement réduit dans le cas de plantes pérennes et surtout lorsque la très grande majorité des plantes cultivées est virosée. Nous avons recherché dans les adventices présentes, dans et autour des champs de manioc, la présence du virus de la MAM. Parmi de nombreuses espèces testées, seules trois espèces de plantes : *Manihot glaziovii*, *Jatropha multifida* et *Hemipitia sublobata* hébergent le virus de l'ACMV (Forgette et al., 1985). De plus nous avons montré que des *M. glaziovii*, virosés et porteurs de mouches blanches, n'avaient pas d'effet notable sur la contamination d'un champ sain (Forgette et al., 1985).

Ces résultats associés au fait que la contamination primaire est la plus importante, montre qu'il n'est pas nécessaire, du point de vue virologique, d'éliminer les adventices d'un champ de manioc.

#### **Choix de l'emplacement de la plantation :**

Nous avons réalisé des expérimentations multilocales et nous avons pu mettre en évidence le rôle prépondérant de la présence de manioc virosés au vent de plantations de manioc sain (Fauquet et al., 1985). Dans la région de Toumodi en Côte d'Ivoire, où l'intensité de la culture du manioc est moyenne, si les cultures de manioc sont faites sans manioc virosés au vent le clone CB se contamine très peu ( $\pm 5\%/an$ ) alors que dans la même région des plantations effectuées sous le vent de manioc virosés se contaminent plus fortement qu'à Adiopodoumé ( $> 80\%/an$ ).

Par conséquent le choix du lieu de plantation de manioc sains est primordial et il faudra autant que possible choisir des zones à faible intensification de culture du manioc et sans manioc virosés au vent des plantations saines. Cette technique n'est évidemment envisageable que pour le choix de l'implantation de grands périmètres de production de manioc.

#### **Utilisation de clones tolérants à la MAM :**

Tous les résultats exposés ci-dessus sont étroitement dépendants du matériel végétal utilisé et les techniques culturales préconisées sont en relation directe avec les clones plantés. Nous avons fait une étude des composantes de la résistance sur une collection de 28 clones de manioc, allant des plus sensibles aux plus résistants (Fauquet et al., 1985). Nous avons étudié 5 composantes de la résistance à la MAM : -RC la résistance en champ, -R1 la résistance au vecteur, -R2 la résistance à l'inoculation, -R3 la résistance à la multiplication du virus, et -R4 la résistance à l'expression des symptômes. Le clone CB (N°1) peut être considéré comme ayant une résistance moyenne à tous points de vue. La résistance en champ (RC) est finalement la meilleure expression de toutes les composantes de la résistance, incorporant notamment la résistance au virus (R3) et la résistance au vecteur (R1) qui sont par ailleurs pratiquement indépendantes.

Par conséquent l'utilisation de clones de manioc plus tolérants à la MAM est une excellente technique. Si le critère de l'intensité des symptômes, habituellement retenu, est un bon critère, il est possible d'améliorer la résistance en champ et donc de diminuer la contamination en choisissant des clones qui soient également résistants au vecteur comme Aipin valenca (N°20).

Tous les clones qui ont une résistance en champ plus grande que le CB (comme ceux qui furent utilisés par Bock au Kenya) peuvent par exemple être multipliés, sans virus, à Adiopodoumé et donc toutes les techniques culturales préconisées seront d'autant plus efficaces. Néanmoins l'usage de clones tolérants à la MAM n'est pas la solution idéale car un clone résistant à la MAM pourra être sensible à d'autres parasites. Surtout, il n'aura pas obligatoirement des caractéristiques agronomiques plus performantes que des clones sensibles (rendement, teneur en amidon, teneur en matière sèche, emertume...) et il faudra donc moduler l'emploi de ces clones en fonction des résultats attendus.

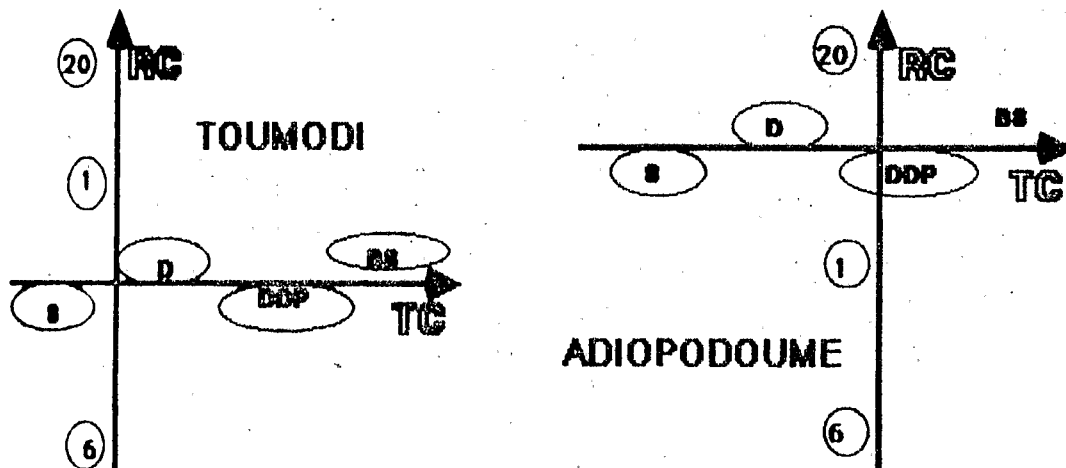
### CONCLUSION

En conclusion nous pouvons dire que dans la situation actuelle, c'est à dire avec pratiquement 100% de manioc virosés et une méconnaissance totale des conditions épidémiologiques de chaque lieu de culture, la seule méthode de lutte véritablement efficace reste l'utilisation de clones moins sensibles que ceux qui sont actuellement utilisés.

Nos résultats mettent clairement en évidence le fait que l'on peut utiliser deux types de résistance, d'une part la résistance au virus et d'autre part la résistance au vecteur et que la résistance en champ dépendra entre autre de ces deux facteurs.

L'usage de clones plus tolérants n'exclut pas l'utilisation de méthodes culturales visant à freiner la contamination. Nous savons maintenant que certaines techniques comme l'éradication des plants contaminés (en dehors de la constitution de parc à bois), ou l'éradication des adventices, ne sont pas à conseiller. Par contre la combinaison du choix des dates de plantation, de la plantation de boutures saines avec de fortes densités peut permettre de cultiver du manioc sain et en augmentant très sensiblement la production.

Le schéma ci-dessous est une visualisation de l'interaction du milieu avec le matériel végétal planté. Le choix d'un clone et des méthodes culturales à employer dépendra du potentiel d'inoculation du lieu considéré. A Toumodi il est possible, avec des clones plus sensibles que le CB, d'utiliser pratiquement toutes les techniques (même l'éradication des plantes malades). Par contre à Adiopodoumé le choix des techniques sera plus restreint et il faudra planter des clones beaucoup plus résistants pour avoir le même résultat.



L'axe horizontal représente les techniques culturales (TC) que l'on peut mettre en œuvre allant approximativement des plus difficiles aux plus faciles : S pour situation, D pour densité, DDP pour date de plantation et BS pour boutures saines. L'axe vertical représente un axe de résistance en champ (RC) allant des clones les plus sensibles (6; Kataoli) aux plus résistantes (20; Aïpin valença), le clone CB habituellement utilisé (1) ayant une valeur moyenne.

Les deux situations extrêmes seront dans un cas un lieu sans virose où l'on pourra planter indifféremment tous les clones et dans l'autre cas un lieu où quelque soit le clone utilisé aucune des techniques préconisées ne parviendra à enrayer le développement de la MAM.

Une meilleure connaissance du matériel végétal (pertes de rendement dues à la MAM, résistance à divers parasites, rendement et paramètres agronomiques...) ainsi qu'une meilleure connaissance des conditions locales en matière de potentiel d'infection (nombre de vecteurs et pouvoir virulifère de ceux-ci vis à vis du clone employé) permettrait d'adapter les techniques les plus efficaces dans chaque situation.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOCK K. R., 1983. Epidemiology of cassava mosaic disease in Kenya. In Plant virus epidemiology, pp 337-347. Eds R. T. Plumb et J. M. Thresh. Blackwell Scientific Publications, Oxford, ANGLETERRE.
- BOCK K. R., GUTHRIE E.J., 1977. African mosaic disease in Kenya. Proceedings of the cassava Protection Workshop, CIAT, Cali, COLUMBIA, pp 41-44.
- BOCK K. R., GUTHRIE E.J., 1982. Control of cassava mosaic disease in Kenya. Tropical Pest Management **28**, pp 219-222.
- FARGETTE, D. (1985). Epidémiologie de la Mosaïque Africaine du Manioc en Côte d'Ivoire. Mémoire de thèse, soutenue le 10/12/85 à l'Université des Sciences et Techniques du Languedoc de Montpellier, 203p.
- FARGETTE, D., FAUQUET, C., LAVILLE, J. & THOUVENEL, J-C. (1985). Epidémiologie de la Mosaïque Africaine du Manioc : 1) Contamination primaire et secondaire. 2) Développement de la maladie dans le temps. Proc. Colloque d'Epidémiologie de la S. F. P., 14-15/5/85, Versailles, France.
- FARGETTE, D., FAUQUET, C., LAVILLE, J., & THOUVENEL, J-C. (1986). Cassava crop losses due to the African Cassava Mosaic Virus. (Soumis à Tropical Pest Management).
- FARGETTE, D., FAUQUET, C., RAVEN, P., LAVILLE, J. & THOUVENEL, J-C. (1985). Epidémiologie de la Mosaïque Africaine du Manioc : 1) Ecologie. 2) Sources d'infections. Proc. Colloque d'Epidémiologie de la S. F. P., 14-15/5/85, Versailles, France.
- FARGETTE, D., FAUQUET, C. & THOUVENEL, J-C. (1985). Field studies on the spread of African Cassava Mosaic. Ann. appl. Biol., **106**, pp 285-294.
- FAUQUET, C., FARGETTE, D., DEJARDIN, J., COLON, L., RAVEN, P. & THOUVENEL, J-C. (1985). Epidémiologie de la Mosaïque Africaine du Manioc : Etude des composantes de la résistance du manioc à la mosaïque africaine du manioc. Proc. Colloque d'Epidémiologie de la S. F. P., 14-15/5/85, Versailles, France.
- FAUQUET, C., FARGETTE, D., LAVILLE, J. & THOUVENEL, J-C. (1985). Epidémiologie de la Mosaïque Africaine du Manioc : Essai multilocal. Proc. Colloque d'Epidémiologie de la S. F. P., 14-15/5/85, Versailles, France.
- FAUQUET C., THOUVENEL J.-C., 1981. Mosaïque du manioc. Toumodi. Expérimentation ORSTOM. Rapport ORSTOM multigr., 6p.
- HAHN S.K., 1972, 1973 et 1975. Annual Reports of the International Institute of Tropical Agriculture. Ibadan. Nigeria.
- LEUSCHNER K. 1977. Whiteflies : Biology and transmission of African mosaic disease. Proc. Cassava Protection Workshop, CIAT, Cali, COLUMBIA, pp 51-58.
- STOREY H.H., NICHOLS R.F.W., 1938. Studies on the mosaic of cassava. Ann. appl. Biol. **25**, pp 790-806.

(1) :  
Point

RESUM

Nous  
biolo  
laisse  
tion  
Les c  
local  
dirac  
cultu

SUMMA

We ha  
farmi  
and v  
produ  
Inter  
appli  
growi  
produ

l. IN

L'Agr  
qui n  
rése  
publi  
Par a  
être  
Leurs

Un cer  
vons  
Martin  
descri  
Les 61