

1986178

REPUBLIQUE DU SENEGAL

MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL

INSTITUT SENEGALAIS DE
RECHERCHES AGRICOLES

DEPARTEMENT DE RECHERCHES
SUR
LES PRODUCTIONS VEGETALES

CN0101170
F600
NDI

EVALUATION DU PROGRAMME ARACHIDE DE L'ISRA

19 - 20 - 21 JANVIER 1987 CNRA BAMBEY

PHYSIOLOGIE DE LA RESISTANCE A LA
SECHERESSE, DE L'ARACHIDE : ACQUIS DE 1980 A 1984

Par Aly NDIAYE

Physiologiste ISRA/CNRA

DECEMBRE 1986

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES AGRONOMIQUES
DE BAMBEY
(C.N.R.A)

I - INTRODUCTION

L'eau a été et reste encore sans nul doute l'élément qui a le plus affecté des productions, agricoles au Sénégal en général, celle de l'arachide en particulier.

En effet aux effets négatifs de la diminution de la quantité d'eau globale se sont ajoutés ceux découlant d'une irrégularité dans le temps et dans l'espace de la pluie.

Face à cette situation la tâche de ceux qui travaillent pour que non seulement la plante survive, mais qu'en plus qu'elle produise devient très ardue. Les physiologistes font partie de ceux à qui revient ce travail.

En collaboration avec leurs collègues des disciplines complémentaires comme la sélection, l'agronomie et la bioclimatologie notamment leur rôle complexe consiste entre autre à :

- Trouver dans la biologie des plantes terrestres les mécanismes qui ont permis leur survie, notamment dans des conditions de stress,
- Permettre à certaines plantes de s'adapter au stress en général,
- Et dans certaines conditions, à trouver des espèces ou variétés alternatives ,
- Etc.. .

Au niveau du programme de recherche sur l'arachide au Sénégal, des travaux traitant des rapports plante-eau ont été entrepris depuis bien longtemps (Prévo^t et al, 1957), et l'effort a été maintenu et même renforcé pour tirer le meilleur profit de l'eau tombée pendant l'hivernage.

Pour illustrer cet effort et en compléments des résultats obtenus par nos collègues physiologistes du programme nous vous présentons une synthèse des travaux que nous avons mené de 1980 à 1984 dans le domaine de la résistance à la sécheresse.

II - TRAVAUX MENES

II.1 - Etude du potentiel hydrique foliaire de l'arachide (Fig. 1,2,3)

Nous fondant sur les résultats précédemment obtenus (Gautreau 1977) et tenant compte de l'évolution de la science dans ce domaine nous avons mené en 1980 un travail de méthodologie tendant à comparer trois méthodes de mesure : Shardakov, chambre de pression et l'hygroscopométrie.

Chacune des méthodes a ses avantages et inconvénients. Notons seulement que la méthode psychrométrique est généralement prise comme référence (précision) dans ce genre d'étude mais qu'elle a l'inconvénient d'être trop lente, du moins dans nos conditions de travail. La chambre de pression est simple et a une grande capacité de travail et constitue par ce fait un outil privilégié dans la mesure du potentiel hydrique du matériel de la sélection généralement en grand nombre.

Au niveau de l'arachide malheureusement l'utilisation de la chambre de pression pose quelques problèmes : la sève de phloème exude avant celle du xylème sur laquelle repose le principe de mesure de la méthode (Allen et al., 1976, Boote et al., 1976, Ndiaye, 1980 et 1983).

Les conclusions de l'étude ont été que moyennant quelques aménagements : utilisation de papier PH et expérience, la chambre de pression pouvait être utilisée avec l'arachide.

En 1981 (Ndiaye, 1982). La chambre de pression et l'hygro-psychromètre ont été utilisés pour mesurer les potentiels hydriques de la 73-33 et 57-422 arrosées à quatre niveaux d'eau (capacité aux champs, 70%, 50% et 30% de celle-ci). Les résultats montrent que le potentiel obtenu à partir de la chambre de pression est plus bas que celui de la méthode psychrométrique mais dans une fourchette très tolérable.

En 1983 (Ndiaye, 1983). Une étude de régression linéaire a été menée pour voir la corrélation entre les mesures de la chambre de pression et celle de la méthode psychrométrique. La corrélation, toutes situations confondues, (condition hydrique normale et condition hydrique déficitaire) est positive et hautement significative (1%) avec $R > 0,9$. Si l'on sépare les deux situations elle est meilleure en condition hydrique déficitaire.

Au terme de ce travail sur la mesure du potentiel hydrique foliaire les conclusions suivantes peuvent être dégagées :

- Compte-tenu du temps nécessaire à l'équilibre de la méthode psychrométrique, celle-ci n'est pas utilisable dans nos conditions de travail, sinon pour un nombre de matériel très limité, ce qui n'est pas le cas généralement dans la sélection.

- La chambre de pression peut moyennant quelques aménagements : papier PH ou autre artifice (microélectrode d'un conductimètre) et l'expérience être utilisée chez l'arachide. En ce qui concerne l'expérience : notons qu'avec l'habitude on arrive à distinguer les deux sèves et généralement à certains niveaux de déficit hydrique il n'y a que la sève du xylème qui apparaît.

II.2 - Etude de la vitesse initiale de croissance racinaire chez l'arachide (Fig. 4, 5, 6)

Par cette étude nous avons voulu d'une part connaître la capacité de l'arachide à profiter au mieux à ce stade de développement des disponibilités en eau des sol "dior" tenant compte des fortes pertes d'eau par percolation dans ce type de sol (Dancette et al, 1984 ; Cissé et al, 1985), voir s'il y a des différences de comportement au niveau du matériel végétal et d'autre part tirer profit des résultats obtenus par ailleurs. En effet de nombreux travaux (Pinthus et Eshel, 1962 ; Hurd, 1964 et 1975 et Townley-Smith et Mc Bean cités par Hurd, 1975) font ressortir une relation étroite entre une bonne croissance racinaire initiale et un important développement racinaire à la maturité. L'objectif final de ce travail est une utilisation éventuelle des résultats et enseignements dans un programme sélection pour la résistance à la sécheresse.

Suite à quelques années d'expérimentation (de 1981 à 1984 pour certaines variétés) . Les résultats suivants ont été obtenus (Ndiaye, 1982, 83, 84 et 85).

- Au niveau variétal disons qu'il y a des différences de comportement du matériel testé, ainsi :

- . Les variétés hâtives 73-30 et 55-437 contrairement à leur appellation n'ont pas les vitesses initiales les meilleures.

- . Chez les variétés semi-hâtives la 57-422 a généralement eu une bonne vitesse initiale de croissance racinaire. La 73-33 et 79-2 ont généralement des évolutions semblables et n'ont pas été très performantes (sauf en 1984). La variété 73-3 a souvent eu des problèmes de germination ou de reprise après transplantation. Sur les deux années de son expérimentation (1983, 1984) la variété 79-87 s'est montrée plus performante que la 79-40.

- . Les variétés tardives 69-101, 28-206 et 57-313 ont généralement eu de très bonnes vitesses initiales.

- Plusieurs fois l'avortement du pivot a été observé, il faut espérer que ce phénomène soit rare en conditions de culture (aux champs) car si le phénomène se produisait souvent aux champs, l'arachide perdrait par ce biais une bonne partie de l'eau disponible dans les sols "dior" où la perte par percolation est importante (Dancette et al, 1984 ; Cissé et al, 1985).

- L'expérimentation a aussi confirmé que l'arachide supportait très mal la transplantation.

- La qualité de la semence s'est révélée être importante pour les capacités germinatives et de reprise après transplantation.

Dans ce test un fait a été noté chez la variété 69-101 qui semble d'abord assurer un bon développement de la partie racinaire avant celui de la partie aérienne. La coordination entre la croissance aérienne et celle des racines est très importante surtout dans nos conditions écologiques où le facteur eau est très souvent déficitaire.

Même si chez l'arachide les développements aérien et souterrain sont très coordonnés (Ketring, 1984) nous noterons la nécessité chez les racines, ces organes souterrains, d'un apport suffisant en glucides pour leur néoformation, croissance et le maintien d'un métabolisme normal à leur niveau.

En conclusion nous noterons que malgré les moyens limités qui étaient à notre disposition nous avons pu mettre en évidence une différence de comportement du matériel végétal testé, et soulever quelques uns des problèmes que l'on peut rencontrer dans ce genre d'étude avec l'arachide. Cette méthode a l'avantage d'être simple et applicable à un grand nombre de matériel végétal ce qui en fait un outil précieux pour un programme de sélection.

II .3 - Etude de la résistance protoplasmique de l'arachide

Le choix de l'étude de la stabilité du protoplasme a été motivé par l'importance que revêt l'état de ce milieu pour des fonctions métaboliques aussi fondamentales que la photosynthèse, la respiration et par voie de conséquence le développement et même la survie de la plante.

- Nous avons choisi la chaleur et la dessiccation (par le polyéthylène Glycol) pour induire le stress.

Les résultats portent sur un travail qui a débuté en 1981 et qui s'est prolongé jusqu'en 1984, en serre et aux champs.

Les buts visés étant :

- d'évaluer le comportement du matériel végétal existant et de voir s'il y a des différences entre les variétés.

- d'essayer de cerner les types de problèmes que soulèvent l'application de ces tests à l'arachide, les enseignements à en tirer dans le cas d'une utilisation éventuelle de cette méthode dans un programme de résistance à la sécheresse.

- etc.+. .

II. 3.1 - Résultats (Ndiaye 1982, 1983, 1984 et 1985)

Résistance à la chaleur (voir tableau 1)

Il y a des différences significatives entre les moyennes de destruction chez les variétés, aussi bien en serre qu'aux champs. Il y a eu deux classes (a et b).

On note les faits suivants :

- La variété semi-tardive 57-422 s'est placée dans la classe à dommages faibles pendant les quatre années ;
- La variété 79-2 s'est classée première (faibles dommages) dans trois tests sur quatre ;
- La 73-33 a connu quelques succès en 1981 et 1982, mais ses performances ont été moins bonnes ensuite, surtout aux champs ;
- Les variétés nouvellement testées (deux ans) 79-40 et 79-87 ont exhibé des résistances à la chaleur voisines, non négligeables ;
- Les hâtives 73-30 et 55-437 dans les premiers tests ont donné de faibles performances surtout en serre. Aux champs pendant les années 1983 et 1984 la 55-437 a eu des succès.
- Les variétés tardives se sont généralement placées à cheval sur les deux classes ou en classe b et la 57-313 s'est montrée plus performante que les autres aux champs.

Résistance à la dessiccation (voir tableau 2)

Il y a là également des différences significatives entre les moyennes chez les variétés.

Les faits saillants ici sont :

- En 1982 il y a eu jusqu' à 3 classes (a, b, c) en serre comme aux champs (les différences ont été significatives même au seuil de 1% entre la 79-2 et la 55-437 au test en serre) ;
- La 57-422 s'est ici également bien comportée ; aux champs elle s'est toujours placée en première position ;
- La 79-2 exhibe là également de bonnes performances, en serre comme aux champs ;

- La 73-33 très performante en serre (1981) l'a été beaucoup moins aux champs (1982 et 1984) ;

- Chez les hâtives, les performances sont faibles, sauf en 1982 pour la 55-437 aux champs, la 73-30 s'est généralement placée en dernière position ;

- Pendant les deux années où elles ont été testées la 79-40 a exhibé une résistance protoplasmique meilleure que la 79-87 ;

- Les variétés tardives sont généralement intermédiaires, mais révèlent des fois des performances intéressantes.

II. 3.2 - Synthèse et conclusions

Ces quelques années (1981, 1982, 1983 et 1984) d'expérimentation en serre et aux champs sur la résistance protoplasmique de l'arachide indiquent que les résultats obtenus par les deux variantes du test concordent pour l'essentiel. Il y a des différences de comportement entre les variétés testées.

Les variétés 57-422 et 79-2 ont exhibé de bonnes performances par rapport à la résistance protoplasmique (chaleur et dessiccation).

La variété 57-422 est vulgarisée et présente ces dernières années (1984 à Bambe) des rendements intéressants compte tenu de la qualité des hivernages que nous avons eu (hivernage 1984). Globalement, sa résistance à la sécheresse est bonne.

La variété 73-33 reconnue résistante à la sécheresse (Gautreau et al, 1980) a généralement donné ici de faibles performances, surtout dans les essais aux champs. Il existe néanmoins des travaux qui font état de sa résistance à la chaleur sur plante entière (Gautreau, 1966, Gautreau et al, 1980 et Ketring, 1985).

Ces résultats apparemment contradictoires peuvent s'expliquer par le fait que la réponse de la thermostabilité membranaire comme indicateur de résistance à la chaleur peut apparaître différente de la tolérance à la chaleur de la plante entière.

Les variétés hâtives ont généralement montré une résistance protoplasmique faible, la 55-437 a une résistance protoplasmique meilleure que la 73-30 (chaleur surtout). Le comportement de la 55-437 aux champs a été meilleur que celui en serre.

Les variétés tardives qui ont été la plupart du temps intermédiaires ont montré que quelques fois une résistance protoplasmique intéressante, la 57-31 } surtout, malgré le fait, qu'elles soient classées au Sénégal comme non résistantes à la sécheresse.

Si l'on ne se réfère aux performances de certaines variétés aux champs surtout (73-33 par exemple) on aboutit à la conclusion que la résistance protoplasmique, évaluée par les deux tests que nous avons utilisé ici, comme phénomène physiologique peut apparaître séparé chez l'arachide de ceux habituellement retenus pour désigner la résistance à la sécheresse.

Par ailleurs la variété 57-422 réunie les avantages d'une bonne résistance à la sécheresse et d'une très bonne résistance protoplasmique. Sans connaître les performances de ces parents concernant la résistance protoplasmique on pourrait néanmoins penser, qu'à l'image de la variété américaine OK FH 15 résistance à la sécheresse et à bonne thermostabilité, qualités héritées de ces deux parents, obtenir par des croisements appropriés un matériel à bonne performance protoplasmique et à bonne résistance à la sécheresse.

Les conditions de développement de la plante^s ont apparues^{es} comme étant un élément à tenir en considération dans ce test. En serre, nous avons irrigué régulièrement les plantes, à la demande. En conditions de développement dans les champs de petites périodes de stress peuvent intervenir à tout moment ce qui peut induire un renforcement de la résistance du système membranaire qui confère alors au matériel un comportement satisfaisant dans le test artificiel comme cela a été obtenu chez le blé (Blum et al, 1981).

Par ailleurs aux champs des agressions plus ou moins sévères (sécheresse, attaque de différents déprédateurs etc...) peuvent aussi influencer le comportement du matériel végétal dans le sens d'un affaiblissement de sa résistance.

Ainsi les conditions de développement des plantes apparaissent comme importantes dans le comportement du matériel comme le montrent les résultats obtenus ici et ailleurs (St-Clair, 1980 et Kretzing, 1985).

Notons qu'en plus du génotype et des conditions de développement des plantes, leur âge apparaît également comme un facteur important concernant leur performance vis-à-vis de la dessiccation ou de la chaleur (St-Clair, 1980 et Kretzing, 1985).

A propos de la thermostabilité membranaire, -Monsieur que comme chez le soja et le sorgho, les résultats obtenus chez l'arachide indiquent que ce caractère serait héréditaire (Kretzing, 1985), ce qui permet de le suivre dans un programme de sélection.

Pour conclure cette étude sur la résistance protoplasmique notons que :

- des différences de comportements existent entre les variétés testées ;
- il y a un certain nombre d'enseignements issus de ce travail. que tout scientifique qui choisirait ces tests pour une sélection pour la résistance Lt la sécheresse devait, prendre en considérations.

II.4 - Nous inscrivant dans notre objectif principal, celui de contribuer à minimiser les effets du manque d'eau sur la production arachidière et animés par notre esprit de rechercher tout moyen ou toute méthode susceptible de nous permettre d'atteindre cet objectif dans les délais les meilleurs, nous avons initié en 1985 en rapport avec l'Université du Texas des Etats-Unis d'Amérique une méthode de screening du matériel végétal.

Le principe de cette méthode repose sur le pouvoir compétitif de la plante selon sa position dans la parcelle expérimentale. Cette méthode a donné des résultats forts utiles avec le Sorgho.

Les avantages de cette méthode sont :

- qu'elle peut se réaliser en conditions naturelles de développement de la plante, aux champs ;
- qu'elle est capable d'intégrer un grand nombre d'individus, une des exigences de la sélection ;
- qu'elle est relativement simple.

Avec la physionomie de l'hivernage 1985 à Bambey quelques indications ont été obtenues (Ndiaye 1986).

III - CONCLUSIONS GENERALES

Il y a plusieurs méthodes en physiologie pour contribuer à améliorer la production des plantes dans un environnement de stress hydrique. Dans ce document nous avons exposé les résultats de quelques axes de recherches que nous avons mené pour aider à minimiser les effets du déficit pluviométrique au Sénégal sur la production arachidière.

* Pour le premier axe : diversification et amélioration de la mesure du potentiel hydrique de l'arachide nous avons abouti à:- la non efficacité du Psychromètre, malgré ses qualités, pour cibler le matériel de la sélection dans nos conditions de travail ;

: * lever, du moins en partie, la difficulté liée à l'utilisation de la chambre de pression à l'arachide.

- Pour le deuxième axe : vitesse initiale de croissance racinaire, des indications sur les performances du matériel végétal existant et quelques obstacles qui pourraient être rencontrés lors de l'étude ont été rendus disponibles. Ce test simple, avec quelques aménagements, pourrait être un outil précieux pour le screening du matériel végétal de la sélection.

- Concernant le troisième axe : la résistance protoplasmique, des différences statistiquement valables sur le comportement des variétés et des enseignements forts nombreux ont été obtenus. Ce test est aujourd'hui directement opérationnel pour un screening dans un programme de sélection.

- D'autres axes de recherche sont initiés et l'effort doit être maintenu pour améliorer nos méthodes d'intervention à la lumière des développements de la science dans le domaine.

Nous disions au début de ce travail que la tâche des physiologistes est complexe. En effet plus nous en connaissons sur les réponses de la plante dans une situation de déficit hydrique plus nous nous rendons compte de la complexité des mécanismes mis en jeu. L'adaptation des végétaux à la sécheresse étant un phénomène très complexe et le plus souvent l'oeuvre de plusieurs gènes, les types de sécheresse nombreux et variés, le criblage du matériel végétal doit être fait avec plusieurs méthodes physiologiques pour espérer au bout du compte avoir une réponse satisfaisante du matériel sélectionné quand celui-ci est en situation de stress hydrique.

Une réponse complète et efficace aux problèmes de la sécheresse ne pourrait être à l'oeuvre d'un seul spécialiste. Nos collègues sélectionneurs ont le devoir de connaître tant soit peu les réponses physiologiques de la plante dans des conditions de stress hydrique. Certaines méthodes de sélection qui ont prévalu jusqu'à maintenant doivent être abandonnées.

Si l'on veut apporter une réponse complète aux problèmes de la résistance à la sécheresse des plantes, des équipes de recherche composées notamment de : sélectionneur, physiologiste, agronome et de bioclimatologiste-modéliste doivent être urgemment mises sur pied.

Avant de terminer cette étude sur la résistance à la sécheresse nous voudrions signaler deux axes de recherche qui à notre avis doivent être initiés dans les meilleurs délais :

- une étude écophysiological dans les différentes zones du bassin arachidier : un matériel performant dans une zone peut être très mauvais dans une autre zone.

compte tenu de perspectives d'avenir au Sénégal, des études sur la réponse de l'arachide à l'irrigation deviennent urgentes.

IV - BIBLIOGRAPHIE

- ALLEN, L.H. , BOOTE, K.J . , and HAMMOND, L.C. , 1976 - Peanut stomatal diffusion diffusion resistance affected by soil water and solar radiation. Proc. Soil and Crop. Sci. Soc. Fla. 35, 42-46.
- BLUM, A. and EBERCON, A., 1981 - Cell. membrane stability in wheat Crop. Sci. 21-43-47.
- BOOTE, K.J., WARNELL, R.J. and DUNCAN, W.C., 1976 - Relationship of size, osmotic concentration, and sugar concentration of peanut pods to soil water. Proc. soil and Crop Sci. Soc. Fla. 35, 47-50.
- LISSE, L., IMBERNON, J., DANCETTE C., 1985 - Bilan hydrique et minéral des cultures d'arachide et de mil à l'échelle d'un hectare. ISRA CNRA EIAMBEY.
- DANCETTE, C., et SARR, L., 1984 - Dégradation et régénération des sols dans Ses régions Centre et Nord du Sénégal (Cap-Vert, Thiès, Diourbel, Louga). Synthèse ISRA CNRA BAMBEY.
- GAUTREAU, J., 1966 Recherches variétales sur la résistance de l'arachide à la sécheresse. II. Les tests de vitesse de croissance (T.C.R.) et les tests de résistance à la chaleur (T.C.R.). Oléagineux, 12 : 741-745.
- GAUTREAU, J., 1977 - Niveaux de potentiels foliaires intravariétaux et adaptation de l'arachide à la sécheresse au Sénégal. Oléagineux, 7 : 323-332.
- GAUTREAU, J., GARET, B. et J.C. MAUBOUSSIN, 1980 - Une nouvelle variété d'arachide sénégalaise adaptée à la sécheresse : la 73-33. Oléagineux, 3 : 149-154.
- HURD, E.A., 1964 - Root study of three wheat varieties and their resistance to drought and damage by soil cracking. Can. J. Plant sci. 44 - 240-248.
- HURD, E.A., 1975 - Need for physiology in breeding for drought resistance. Presented to the plant Physiology Seminar, University of California, Riverside, October 22.
- KETRING, D.L., 1984 - Root diversity among peanut genotypes - Crop. Sci. 24, 229-232.
- KETRING, D.L., 1985 - Evaluation of peanut genotype for membrane thermostability Peanut sci. vol. 12 N°1, 28-32.

- KETRING, D.L., 1985 - Physiological response of groundnut to temperature and water deficit - Breeding implications. Symposium on agro-meteorology of groundnut 21-26 August Niamey - Niger.
- NDIAYE, A., 1980 - Etude comparative de trois méthodes de mesure du potentiel hydrique chez l'arachide - Doc CNRA Octobre 1980.
- NDIAYE, A., 1982 - Physiologie de l'arachide : Rapport de synthèse 1981, doc. CNRA, Mars 1982.
- NDIAYE, A., 1983 - Utilisation de la chambre de pression et du psychrohygromètre pour mesurer le potentiel hydrique de l'arachide. Doc., CNRA, Mars 1983.
- NDIAYE, A., 1983 - Etude physiologique de l'arachide d'huilerie : développement et tolérance à la sécheresse Doc 83/75 Juillet 1983. CNRA.
- NBIAYE, A., 1984 - Physiologie de l'arachide : Rapport de synthèse 1983 doc. CNRA, Mai 1984.
- NDIAYE, A., 1985 - Etude physiologique de l'arachide d'huilerie, Développement et tolérance à la sécheresse. Doc., CNRA, N°11, Mai 1985.
- NDIAYE, A., 1986 - Physiologie de la résistance à la sécheresse et du développement de l'arachide. Rapport de synthèse 1985. Doc., CNRA, Bambey, Juillet 1986.
- PINTHUS, M.J., AND ESHELL, Y., 1962 - Observations on the development of the root system of some wheat varieties. Israel J. Agr. Res. 12 : 13-20.
- PREVOT, P. et M. OLLAGNIER, 1957 - Le problème de l'eau dans l'arachide. Oléagineux, 4 : 215-223.
- SAINT-CALIR, P.M., 1980 - Effet de l'âge et des conditions de croissance sur la résistance à la dessiccation de cultivars de sorgho grain Agronomie Tropicale XXXV (2), 183-188.

A N N E X E S

TABLEAUX ET GRAPHIQUES

Tableau 1 : Résistance Protopiasmique (chaleur)

<u>Année 1981</u>				<u>Année 1982</u>				<u>Année 1983</u>				<u>Année 1984</u>			
<u>Variétés</u>		<u>% dommage</u>		<u>Variétés</u>		<u>% dommage</u>		<u>Variétés</u>		<u>% dommage</u>		<u>Variétés</u>		<u>% dommage</u>	
57 -	422	36,39	a *	79 -	2	38,26	a	55 -	437	14,34	a	79 -	2	24,36	a
73 -	33	46,52	ab	73 -	33	39,91	a	57 -	422	20,33	ab	55 -	437	26,96	a h
28 -	206	53,60	b	69 -	101	50,41	ab	79 -	87	24,66	b	73 -	30	28,29	ab
55 -	437	58,82	b	28 -	206	52,73	ab	79 -	40	25,09	b	79 -	40	28,40	a . b
73 -	30	60,77	b	57 -	313	53,02	ab	79 -	2	25,66	b	57 -	42'2	31,06	a
<u>SERRE</u> (63 JOURS)				57 -	422	54,31	ab	57 -	313	26,84	b	79 -	87	35,76	ab
<u>MOYENNE</u> : 51,22				55 -	437	54,85	ab	73 -	30	28,92	b	73 -	33	27,21	ab
				73 -	30	63,29	b	73 -	33	29,28	b	57 -	313	38,44	ab
				<u>CHAMPS</u> (50 JOURS)				28 -	206	29,78	b	69 -	101	39,48	b
				<u>MOYENNE</u> : 50,85				69 -	101	32,36	b	28 -	206	39,48	b
								(64 JOURS)				<u>CHAMPS</u> (75 JOURS)			
								<u>MOYENNE</u> : 27				<u>MOYENNE</u> : 33,09			
								79 -	2	7,02	a				
								55 -	437	11,24	ab				
								57 -	313	12,30	ab				
								28 -	206	13,80	ab				
								69 -	101	15,19	ab				
								57 -	422	15,69	ab				
								79 -	40	15,84	ab				
								79 -	87	15,94	ab				
								73 -	33	16,31	ab				
								73 -	30	16,57	b				
								<u>CHAMPS</u> (76 JOURS)							
								<u>MOYENNE</u> : 13,99							

* Les moyennes portant la même lettre ne sont pas significativement différentes au test de Newman-keuls (à 5%).

Tableau 2 : Résistance Protoplasmique (Dessication)

<u>Année 1981</u>			<u>Année 1982</u>			<u>Année 1984</u>		
<u>Variétés</u>	<u>% dommage</u>		<u>Variétés</u>	<u>% dommage</u>		<u>Variétés</u>	<u>% dommage</u>	
73 - 33	27,43	a *	79 - 2	37,95	a	57 - 422	33,28	a
57 - 422	30,14	a	57 - 422	44,30	b	79 - 40	36,39	ab
55 - 437	39,83	b	57 - 313	46,78	bc	28 - 206	37,83	ab
28 - 206	41,64	b	69 - 101	48,93	bc	79 - 2	39,61	ab
73 - 30	44,78	b	73 - 33	50,39	bc	57 - 313	40,43	ab
<u>SERRE (75 JOURS)</u>			73 - 30	50,97	bc	73 - 33	40,78	ah
<u>MOYENNE</u> : 36,76			28 - 206	53,75	c	79 - 87	41,20	ah
73 - 33	37,22	a	55 - 437	54,52	c	69 - 101	43,52	ab
57 - 422	41,87	ab	<u>SERRE (49 JOURS)</u>			55 - 437	50,42	b
57 - 313	42,74	ab	<u>MOYENNE</u> : 48,45			73 - 30	50,68	b
79 - 2	47,71	ab	57 - 422	57,25	a	<u>CHAMPS (76 JOURS):</u>		
69 - 101	54,29	b	55 - 437	58,18	a	<u>MOYENNE</u> : 41,41		
<u>SERRE (39 JOURS)</u>			79 - 2	62,42	ab			
<u>MOYENNE</u> : 44,77			57 - 313	66,23	bc			
			73 - 30	67,80	bc			
			28 - 206	70,09	bc			
			69 - 101	70,33	bc			
			73 - 33	73,32	c			
			<u>CHAMPS (56 JOURS)</u>					
			<u>MOYENNE</u> : 65,74					

es moyennes portant la même lettre ne sont pas significativement différentes au test de Newman-Keuls (à 5%).

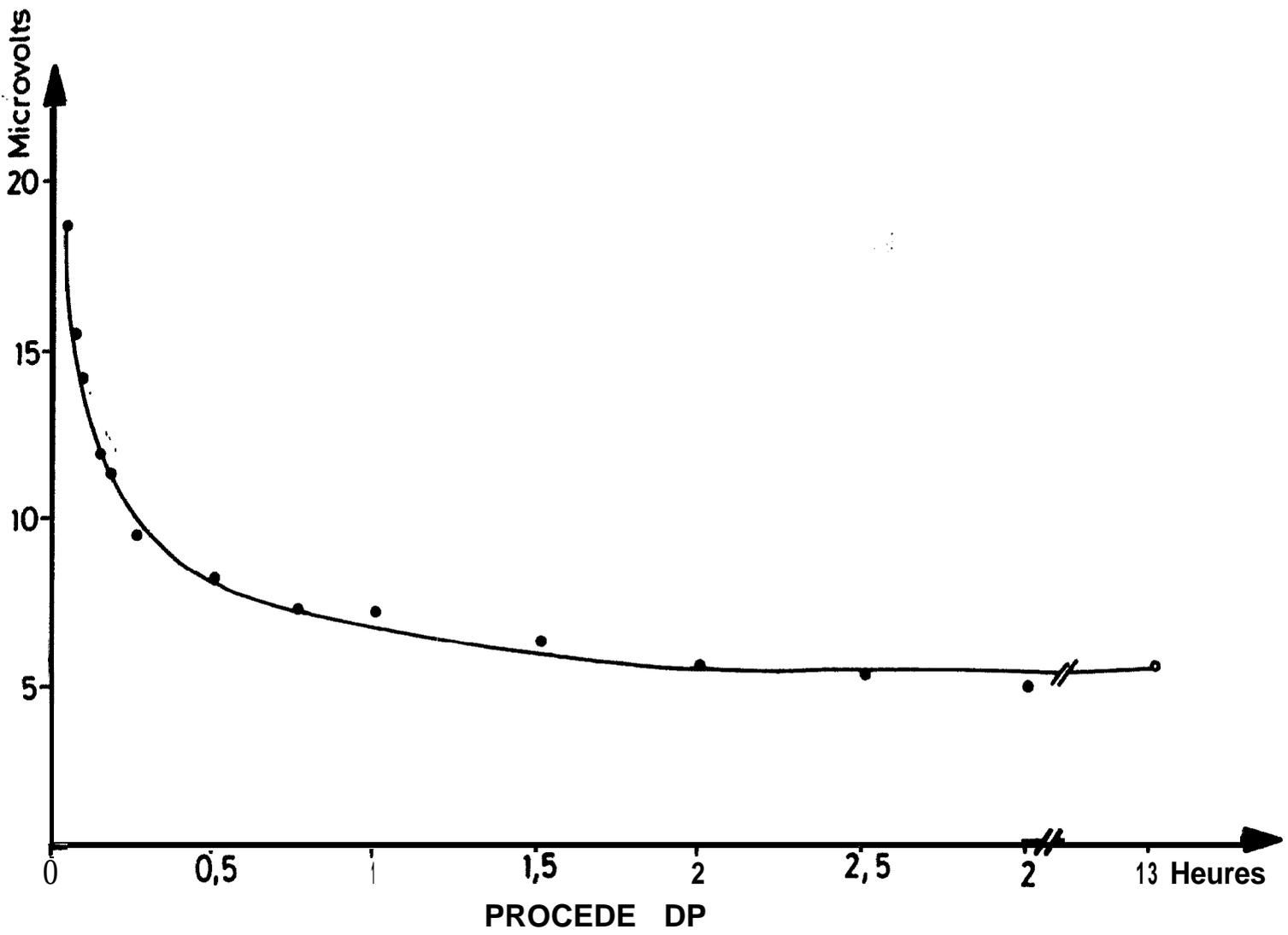
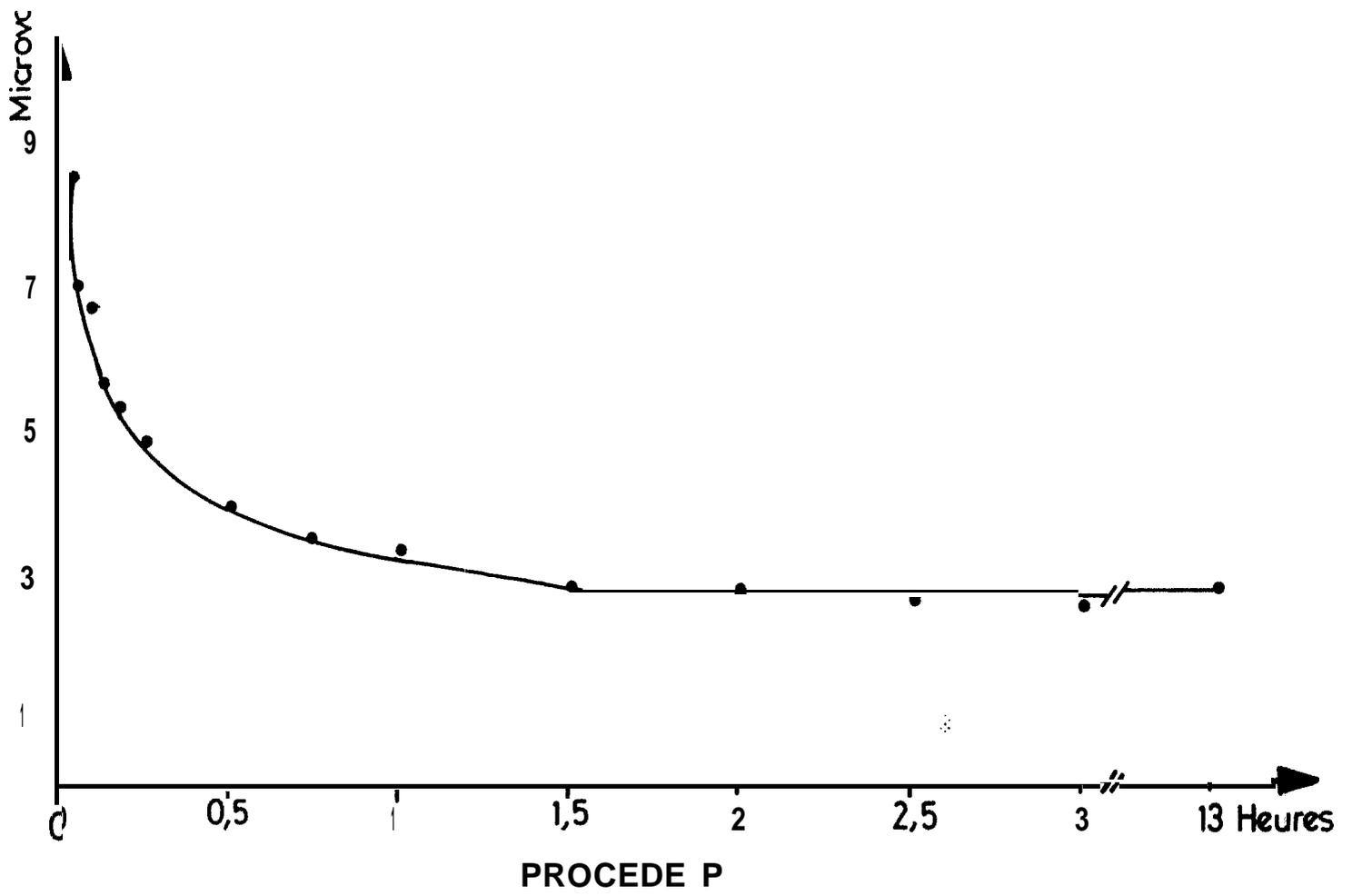
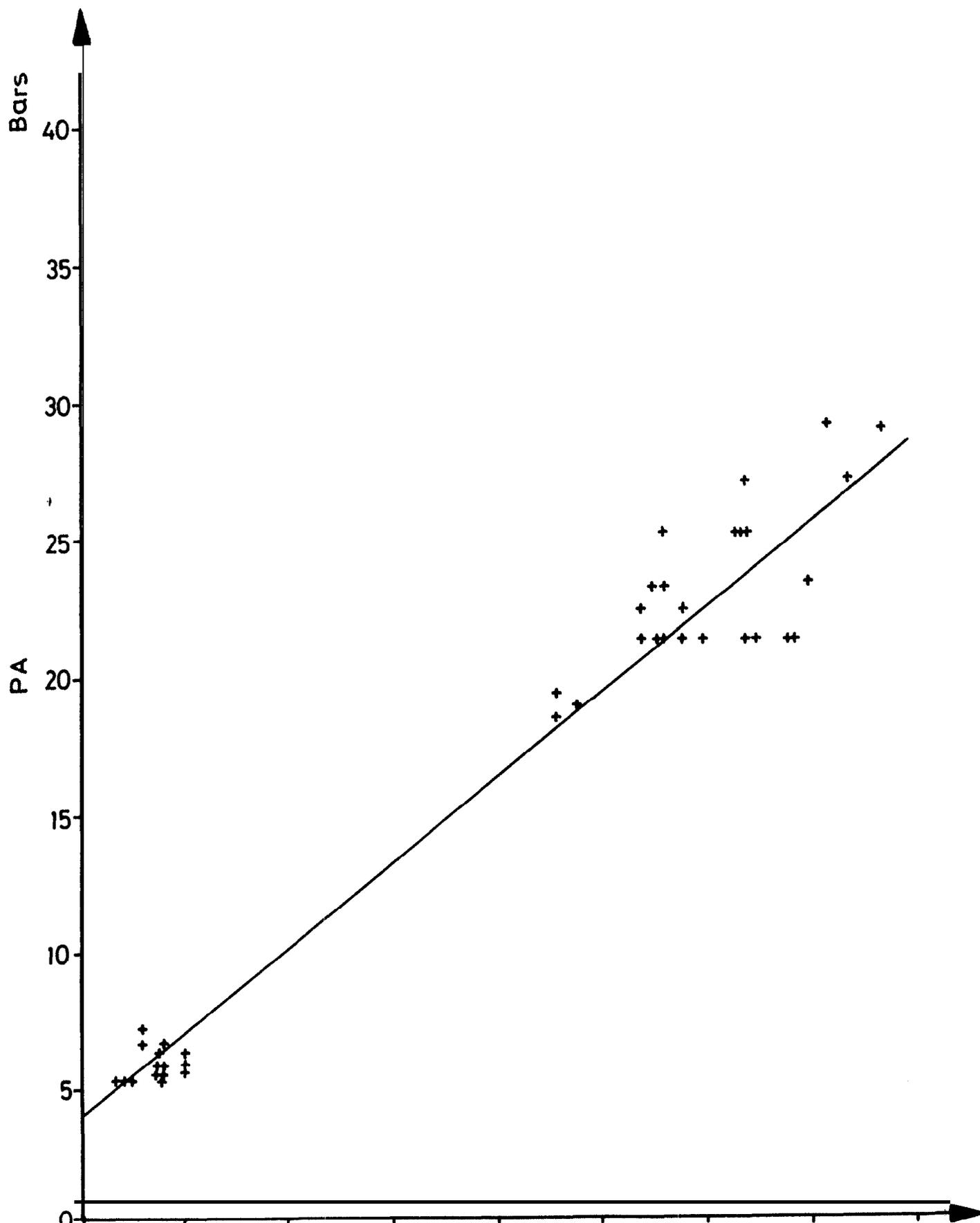


Fig. 3: Relation $P_A - C_P$

$$\phi_3 = 0,613P + 3,93$$



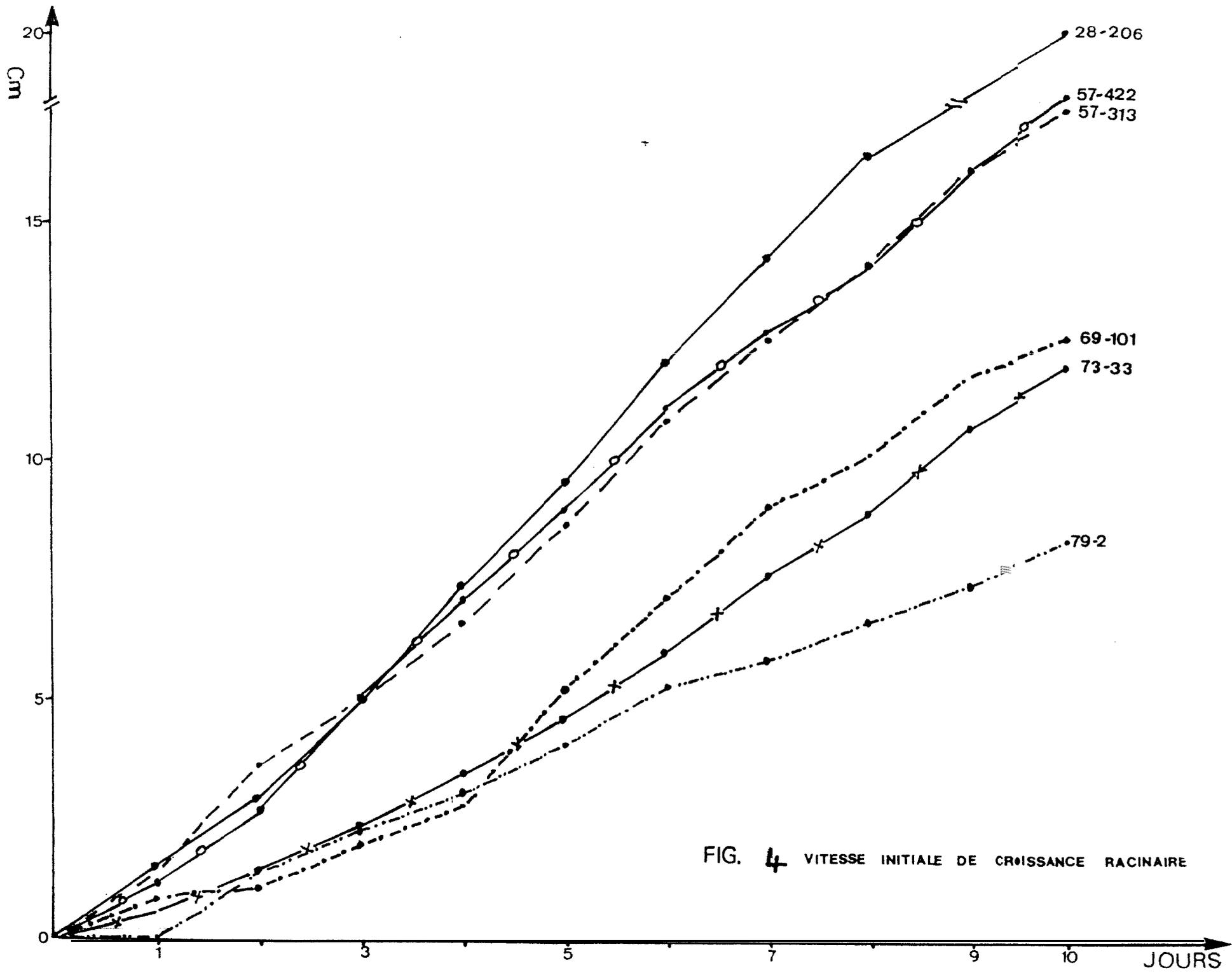


FIG. 4 VITESSE INITIALE DE CROISSANCE RACINAIRE

fig: 5 : VITESSE NIT ALE DE CROISSANCE RACINAIRE

