

EFFETS DES PHYTOHORMONES SUR LA CROISSANCE  
ET LE DEVELOPPEMENT DU DOLIQUE TUBEREUX (PACHYRHIZUS EROSUS)  
EN CONDITIONS DE JOURS COURTS

*Effects of Phytohormones on growth and Development of Yam Bean  
(Pachyrhizus Erosus Urban) under short days*

C. ZINSOU  
A. VENTHOU-DUMAINE  
G. VANSUYT

Laboratoire de Physiologie et Biochimie végétales.  
I.N.R.A. des Antilles-Guyane, Domaine Duclou,  
97170 PETIT BOURG, Guadeloupe F.W.I.

RESUME

Les effets de l'acide gibbérellique (GA<sub>3</sub>) aux doses de 50 ppm et 200 ppm et du Chlorure de Chlorocholine (CCC) aux doses de 1000 et 5000 ppm ont été étudiés au champ sur la croissance, la tubérisation et la floraison de *Pachyrhizus erosus* Urban (Yam bean), légumineuse tropicale à graines et à tubercule. GA<sub>3</sub> favorise le développement de la partie aérienne, le grossissement du tubercule et inhibe la floraison et la fructification. Le CCC a peu d'effet sur la mise en place des organes aériens; il a un effet favorable sur la floraison et la fructification et inhibe le grossissement du tubercule. Les plantes traitées au GA<sub>3</sub> 50 et au CCC 1000 présentent une accumulation de matière sèche totale par plante supérieure à celle obtenue avec les autres traitements. cependant l'analyse de la répartition de la matière sèche totale entre les organes aériens (feuilles et tiges) et les organes de réserve (gousses et tubercule) révèle que la part revenant à la partie aérienne est pratiquement constante. Les effets des facteurs de croissance sont alors discutés en termes de modification des relations entre la source et les deux puits, aérien et souterrain, du *Pachyrhizus*.

SUMMARY

*Effects of gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) 50 and 200 ppm and Chlorocholine Chloride (CCC) 1000 and 5000 ppm were investigated in the field on growth, flowering and tuberization of yam bean, a grain and tuber tropical legume. GA<sub>3</sub> enhances the development of the aerial parts and tubers but inhibits flowering. CCC has little effect on the formation of the aerial parts but reduces tuber development. GA<sub>3</sub> 50 plants and CCC 1000 plants present total dry matter accumulation per plant higher than that obtained with other treatments. However analysis of matter distribution reveals that the part, in percent, allocated to aerial parts (leaves and stems) and to storage organs (pods and tuber) is fairly constant. Effects of growth substances are*

therefore discussed in terms of modification of relationships between the source and the two sinks, aerial and underground, of yam bean.

## I - INTRODUCTION

Le potentiel de rendement d'une plante à graines ou à tubercules, déterminé par ses caractères variétaux, est fortement influencé par les facteurs de l'environnement. Pour les plantes à tubercules comme la pomme de terre, on sait que le rendement en tubercules est directement lié à la surface foliaire mise en place et à la longévité des feuilles au cours du grossissement des tubercules. La forme de la partie aérienne et son fonctionnement jouent donc un rôle important dans l'expression du rendement. L'architecture de cette partie aérienne est encore plus déterminante lorsque la plante possède deux sites de réserves, graines et tubercules. C'est le cas du *Pachyrhizus erosus* (encore appelé Yam bean, dolique tubéreuse ou pois patate); légumineuse tubérifère des régions tropicales. Nos premiers travaux sur le comportement de cette plante en réponse aux facteurs du milieu montrent que le port peut être déterminé (port de haricot nain) en conditions de jours décroissants ou totalement indéterminé (avec formation de lianes) en jours croissants. Dans le premier cas la physiologie de la plante est préférentiellement orientée vers la production de tubercules alors que dans le deuxième cas, la mise en place d'une partie aérienne importante avec allongement du cycle de la plante conduit à la production simultanée de graines et de tubercules. L'aptitude du *Pachyrhizus* à produire des graines et des tubercules conduit à une compétition entre deux puits, qui est rompue dans la pratique courante par l'ablation, à un stade précoce, de toute tige florifère apparaissant sur les plantes destinées à la production de tubercules (ZEPEDA, 1971).

Ce travail rapporte les effets de deux phytohormones: Chlorocholine (CCC) et acide gibbérellique ( $GA_3$ ), qui sont susceptibles de modifier les caractères de croissance et la distribution de matière entre les différentes parties de la plante. Les expérimentations ont été menées en jours décroissants ou courts.

## II - MATERIEL ET METHODES

### A - MATERIEL

Le matériel végétal utilisé est le *Pachyrhizus erosus* (Yam bean ou dolique tubéreuse) légumineuse tropicale tubérifère, originaire du Mexique. Ses graines ont été généreusement fournies par le Dr STEELE de L'I.I.T.A. d'Ibadan (Nigéria) et multipliées sur place.

## B - METHODES

L'expérimentation a été établie au champ sur parcelle de sol ferrallitique et conduite d'octobre 1983 à février 1984. Les graines ont été semées tous les 60 cm sur des billons espacés de 1 m. Chaque traitement comporte 250 plantes homogénéisées avant le début des prélèvements.

La fertilisation est localisée et apportée sous forme d'engrais potassiques et phosphorés, mélangés sur environ 30 cm de diamètre autour du pied de la plante. Aucun apport d'azote n'a été effectué. Le phosphate a été apporté sous forme de scories de déphosphoration à raison de 70 U à l'hectare, les 2/3 au moment du semis et le reste au stade 3 feuilles en même temps que le potassium à raison de 120 U à l'hectare. Les scories ont l'avantage de réaliser en même temps un apport de Chaux et de Magnésium sur les sols ferrallitiques acides.

Les plantes sont traitées avec des solutions d'acide gibbérellique à la dose de 50 et 200 ppm (GA<sub>3</sub> 50 et GA<sub>3</sub> 200) ou de chlorure de Chlorocholine, à la dose de 1000 et 5000 ppm (CCC 1000 et CCC 5000) par pulvérisation sur toute la partie aérienne. Les plantes témoins sont pulvérisées avec de l'eau. Les traitements sont effectués tous les 15 jours à partir de la 5e semaine et après le premier prélèvement. 5 traitements ont été réalisés.

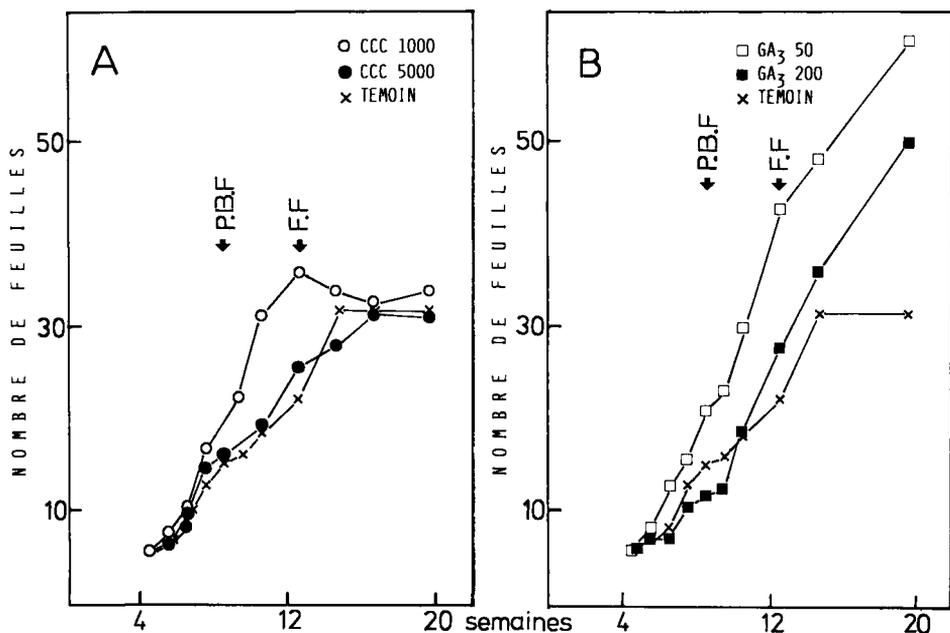
Des prélèvements de 10 plantes par traitement, tirés au hasard ont été effectués toutes les semaines entre la 4e et 10e semaine puis tous les quinze jours pour suivre la croissance et le développement de la plante. A partir des échantillons on détermine: le nombre de feuilles, la matière sèche des principaux organes, le rapport des matières sèches des parties aériennes et des parties souterraines.

## III - RESULTATS

### A - EFFETS DES TRAITEMENTS SUR LA PARTIE AERIENNE

#### 1. Nombre de feuilles

Le nombre de feuilles émises au cours de la croissance du *Pachyrhizus* varie suivant les traitements (Fig. 1). Lorsque l'on compare les plantes traitées au CCC et les plantes témoins, on s'aperçoit que depuis la 15e semaine, il n'y a plus d'augmentation du nombre de feuilles aussi bien sur les témoins que sur les plantes traitées. Le ralentissement de la formation des feuilles constaté dès la 12e semaine après semis semble lié à la mise en place de la floraison puisqu'il se situe après la floraison et l'apparition des premières gousses (marqué FF sur la fig. 1A). L'effet du CCC 1000 se traduit par un rythme d'émergence des feuilles plus rapide et un nombre de feuilles formées supérieur à ceux qui sont observés chez les plantes témoins ou traitées



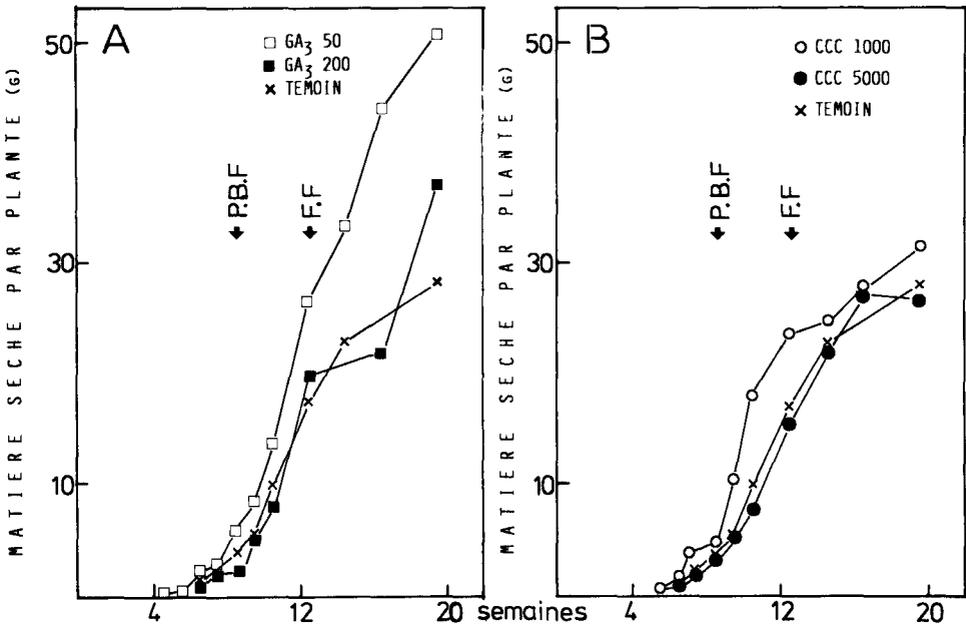
Evolution du nombre de feuilles du *Pachyrhizus* par plante sous différents traitements en jours courts. P.B.F. : formation des premiers bourgeons floraux ; F.F. : floraison et début de formation des gousses. Evolution of leaf number of *Pachyrhizus* per plant under different treatments in short days. P.B.F. : formation of first floral buds ; F.F. : flowering and beginning of pod set.

au CCC 5000 entre la 8e et la 12e semaine. En fin de croissance cependant, c'est le même nombre total de feuilles que portent les plantes témoins et celles traitées au CCC.

L'acide gibbérellique, en favorisant l'allongement des entrenœuds et la ramification des tiges, stimule l'émission des feuilles. Sur les plantes traitées au GA<sub>3</sub> 50 la courbe d'émission des feuilles est linéaire jusqu'à la fin de la 12e semaine, puis il apparaît un léger fléchissement (fig.1B). A la fin de la 20e semaine le nombre de feuilles sur les plantes traitées au GA<sub>3</sub> 50 est pratiquement le double de celui observé sur les plantes témoins. Le GA<sub>3</sub> 50 est plus efficace sur la formation des feuilles que le GA<sub>3</sub> 200. A cette dernière dose aucun effet sur la formation des feuilles n'est constaté jusqu'à la 14e semaine. La courbe d'évolution du nombre de feuilles portées par les plantes traitées au GA<sub>3</sub> 200 ne s'écarte de celle des plantes témoins que vers la 16e semaine, lorsqu'interviennent l'avortement des fleurs et une mauvaise nouaison.

## 2. matière sèche des limbes

Les traitements au GA<sub>3</sub> 200 et au CCC 5000 n'affectent pas l'accumulation de matière sèche dans les limbes des plantes traitées lorsqu'on les compare aux témoins. A ces doses, le GA<sub>3</sub> et le CCC n'ont pas d'effet (fig. 2A et B). En revanche, les plantes traitées au GA<sub>3</sub> 50 et au CCC 1000 présentent une évolution identique de la matière sèche dans leurs limbes. Au même âge, les quantités de matières accumulées sont significativement supérieures à celles obtenues avec les plantes traitées au GA<sub>3</sub> 200 et au CCC 5000 dès le début des traitements et jusqu'à la fin de la 12e semaine. A partir de ce moment la courbe d'accumulation de la matière sèche sous traitement de CCC 1000 s'infléchit au point qu'à la 20e semaine on retrouve pratiquement les mêmes valeurs pour les plantes témoins et pour celles qui sont traitées au CCC 1000, CCC 5000 et GA<sub>3</sub> 200. Seuls les plantes sous GA<sub>3</sub> 50 continuent à accumuler de la matière sèche dans les limbes et s'écartent ainsi des autres traitements.



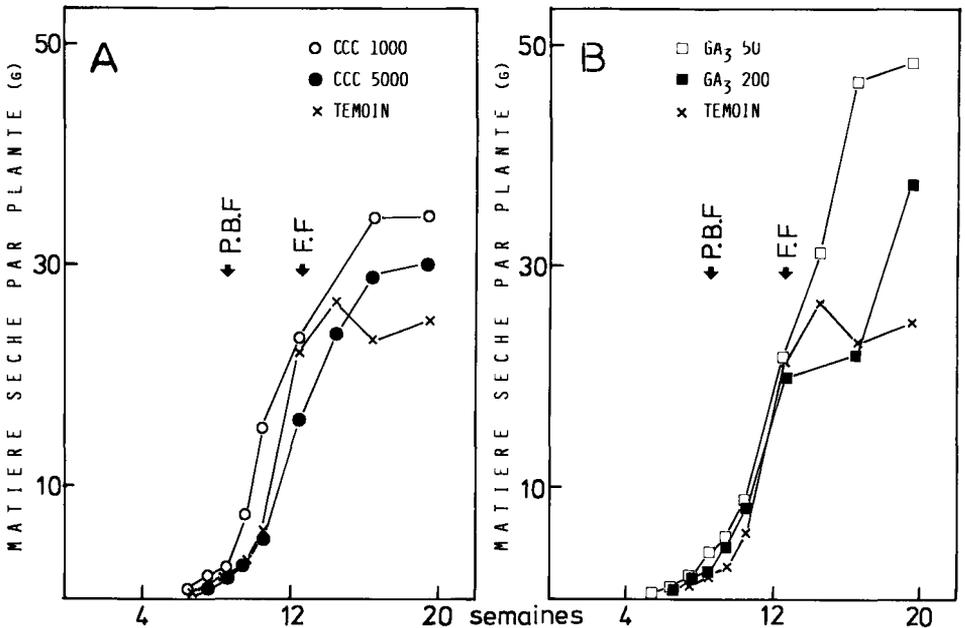
Evolution de la matière sèche des limbes des feuilles de *Pachyrhizus* sous différents traitements en jours courts. P.B.F : formation des premiers bourgeons floraux ; F.F : floraison et début de formation des gousses.

Evolution of leaf dry matter of *Pachyrhizus* under different treatments in short days. P.B.F : formation of first floral buds ; F.F : flowering and beginning of pod set.

### 3. Matière sèche des tiges et pétioles

D'une façon générale, l'accumulation importante de matière dans les tiges et dans les pétioles débute vers la 8e semaine après les premières manifestations de la floraison. Lorsque les traitements n'affectent pas le déroulement du processus de la floraison, c'est le cas des plantes traitées au CCC et des témoins, cette accumulation est liée à la mise en place de nombreuses hampes florales (fig. 3A). La courbe de l'évolution de la matière sèche dans les tiges et dans les pétioles s'infléchit ensuite à partir de la 14e semaine, date à partir de laquelle le cycle de la plante se poursuit essentiellement par la formation et le remplissage des gousses dans la partie aérienne. Il est intéressant de noter qu'à partir de la 8e semaine, les plantes traitées au CCC 1000 fournissent une croissance supérieure à celles traitées au CCC 5000.

C'est avec le GA<sub>3</sub> 50 que nous obtenons la plus forte accumulation de matière dans les tiges et dans les pétioles au bout de 20 semaines (fig.3B). Elle est due à l'allongement des entrenœuds et à la formation de tiges secondaires lianescentes qu'on observe habituellement en jours longs. Les plantes traitées au GA<sub>3</sub> 200 montrent un ralentissement dans la croissance des tiges et pétioles entre la 12e et la 16e semaine, mais cette dernière reprend ensuite.



Matière sèche des tiges et pétioles au cours de la croissance de *Pachyrhizus* sous différents traitements en jours courts. P.B.F : formation des premiers bourgeons floraux ; F.F : floraison et début de formation des gousses.

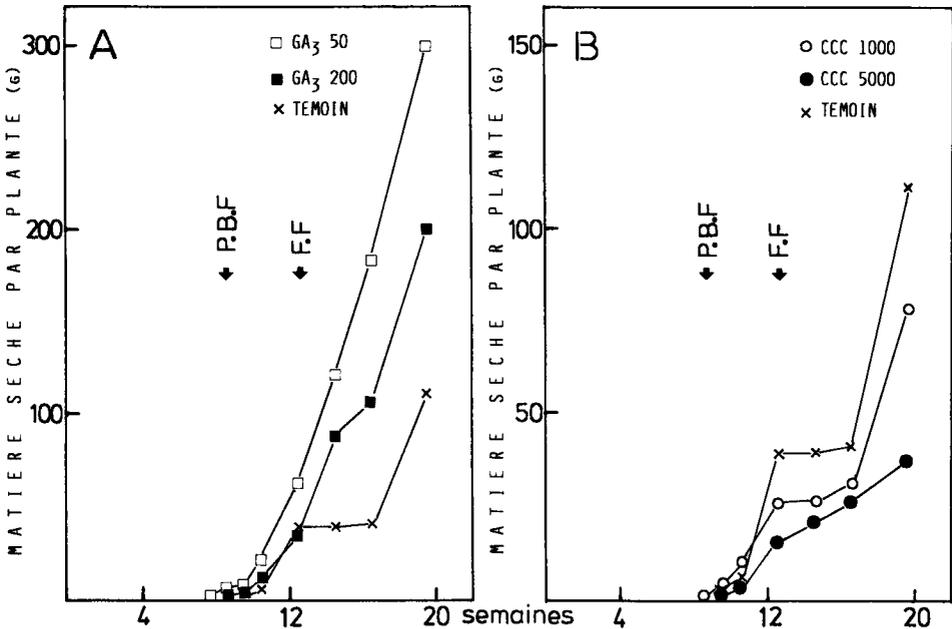
*Change in dry matter weight of stems and petioles under different treatments in short days. P.B.F : formation of first floral buds ; F.F : flowering and beginning of pod set.*

Quelle que soit la phytohormone utilisée, on observe que les doses faibles ( $GA_3$  50 et CCC 1000) sont plus favorables à l'accumulation de la matière sèche dans les tiges et pétioles que les doses plus élevées ( $GA_3$  200 et CCC 5000).

#### B - EFFETS DES PHYTOHORMONES SUR LA PARTIE SOUTERRAINE : RACINE ET TUBERCULE

L'induction de la tubérisation est toujours précoce chez le *Pachynhizus* et se situe toujours entre la 4e et la 6e semaine après le semis, moment à partir duquel on peut percevoir un début de renflement de la racine. Les traitements aux phytohormones ont débuté pendant la période d'induction et aucune inhibition n'a été constaté. Les résultats ne se rapportent donc qu'aux effets de ces facteurs de croissance sur le grossissement du tubercule (fig. 4).

Quelle que soit la dose utilisée, l'acide gibbérellique sous les conditions de jours courts favorise le développement du tubercule alors que le CCC l'inhibe partiellement. Le traitement est plus efficace à la dose de 50 ppm qu'à la dose de 200 ppm pour l'acide gibbérellique (fig. 4A). A la 20e semaine les matières sèches des tubercules des plantes traitées au  $GA_3$  50 et  $GA_3$  200 sont respectivement 2,7 et 1,8 fois plus élevées que celles rencontrées dans les tubercules des plantes témoins. Avec les CCC 1000 et CCC 5000 elles sont respectivement 0,78 et 0,37 fois celles des témoins (fig. 4B).



Matière sèche des racines et tubercule au cours de la croissance de *Pachynhizus* sous différents traitements en jours courts. P.B.F : formation des premiers bourgeons floraux ; F.F : floraison et début de formation des gousses.

Change in dry matter of roots and tuber under different treatments in short days. P.B.F : formation of first floral buds ; F.F : flowering and beginning of pod set.

Entre la 12e et la 16e semaine, la courbe d'accumulation de la matière dans les tubercules présente un plateau sur les plantes témoins et celles traitées au CCC 1000. Il est moins accusé avec le GA<sub>3</sub> 200 mais absent avec le GA<sub>3</sub> 50. Ce plateau est le reflet des relations de compétition qui s'instaurent entre le puits aérien (gousses et graines) et le puits souterrain (tubercule). En effet, l'accumulation de la matière sèche dans le tubercule ralentit fortement au moment du remplissage des gousses. Elle ne reprend qu'une fois celui-ci presque achevé. La faible nouaison précédée d'un échelonnement de la floraison chez les plantes traitées à l'acide gibbéréllique explique l'absence de ce plateau; le seul organe se remplissant est alors le tubercule.

A la fin du cycle de la plante (5 mois après semis) le poids frais moyen du tubercule (chaque plante produit un tubercule) déterminé à partir d'un échantillon de 50 plantes par traitement est: 1200 g pour le témoin, 430 g et 910 g respectivement pour le CCC 5000 et CCC 1000; 1800 g et 3520 g respectivement pour le GA<sub>3</sub> 200 et le GA<sub>3</sub> 50.

Tableau 1

Répartition en pourcentage, à la fin de la 20e semaine, de la matière sèche de la plante dans les 3 compartiments suivants: fleurs et fruits, tiges + feuilles, racines et tubercule.

*Distribution in percentage, at the end of 20th week, of plant dry matter in the following three compartments: flowers and fruits, leaves and stems, roots and tuber.*

TRAITEMENTS	TEMOIN	CCC 1000	CCC 5000	GA <sub>3</sub> 50	GA <sub>3</sub> 200
Matière sèche totale/plante (g)..... (MST)	255,7	312,3	250,8	469,2	279,6
M.S. des fleurs et fruits/plante..... en p.100 DE MST	36,6	51,9	61,2	15,1	0,03
M.S. du tubercule et racines/plantes. en p.100 de MST	42,6	27,1	16,3	63,7	71,7
M.S. tiges + feuilles/plante..... en P.100 de MST	20,8	21	22,5	21,3	28,3

C - EFFETS DES PHYTOHORMONES SUR LA MATIERE SECHE TOTALE ET SA REPARTITION DANS LES DIFFERENTS ORGANES

A la fin de la 20e semaine représentant la date de récolte des tubercules, on observe que les plantes témoins et celles traitées au GA<sub>3</sub> 200 et au CCC 5000 ont accumulé pratiquement les mêmes quantités de matières sèches. En revanche, les plantes traitées au CCC 1000 et au GA<sub>3</sub> 50 ont présenté des matières sèches supérieures à celles des plantes témoins avec des écarts atteignant 20 p.100 pour le CCC 1000 et 80 p.100 pour le GA<sub>3</sub> 50.

La répartition de la matière sèche de la plante dans les trois compartiments suivants: feuilles et tiges, fleurs et fruits, racines et tubercule, a été analysées 20 semaines après semis (Tabl. 1). Bien que la matière sèche totale par plante varie dans une large gamme en fonction des traitements, on s'aperçoit que le pourcentage, relatif au compartiment tiges et feuilles se situe entre 20 et 23 p.100 quel que soit le traitement sauf en présence de GA<sub>3</sub> 200 où il atteint 28,3 p.100. Le contenu de ce compartiment est donc stable; il en est de même du pool total de matière distribuée entre les autres compartiments, qui est voisin de 75 p.100 de la matière sèche totale de la plante. Alors que la répartition semble à peu près équilibrée entre le puits aérien (36,6 p.100) et le puits souterrain (42,6 p.100) chez les plantes témoins, le CCC favorise le premier (51,9 p.100 sous CCC 1000 et 61,2 p.100 sous CCC 5000). La tendance est inversée avec les plantes traitées au GA<sub>3</sub> où l'accumulation de la matière sèche se fait préférentiellement dans le tubercule (63,7 p.100 sous GA<sub>3</sub> 50 et 71,7 p.100 sous GA<sub>3</sub> 200) au détriment des fleurs et des graines.

On en déduit que les phytohormones n'affectent pas l'équilibre entre la source et les puits mais seulement celui entre les deux organes de réserves.

D - EFFETS DES PHYTOHORMONES SUR PA/PS

PA/PS représente le rapport des matières sèches des parties aériennes et des parties souterraines.

Les courbes de la fig. 5 montrent les effets des deux phytohormones sur l'évolution du PA/PS. Le comportement des plantes traitées à l'acide gibbéréllique est très différent de celui des plantes pulvérisées avec du Chorure de Chlorocholine.

Quelle que soit la dose utilisée; 50 ppm ou 200 ppm, le rapport PA/PS des plantes traitées au GA<sub>3</sub> décroît dès la 6e semaine jusqu'à la 14e semaine à une valeur inférieure à 1 après la 12e semaine. La répartition de la matière sèche se fait donc progressivement au profit des parties souterraines.

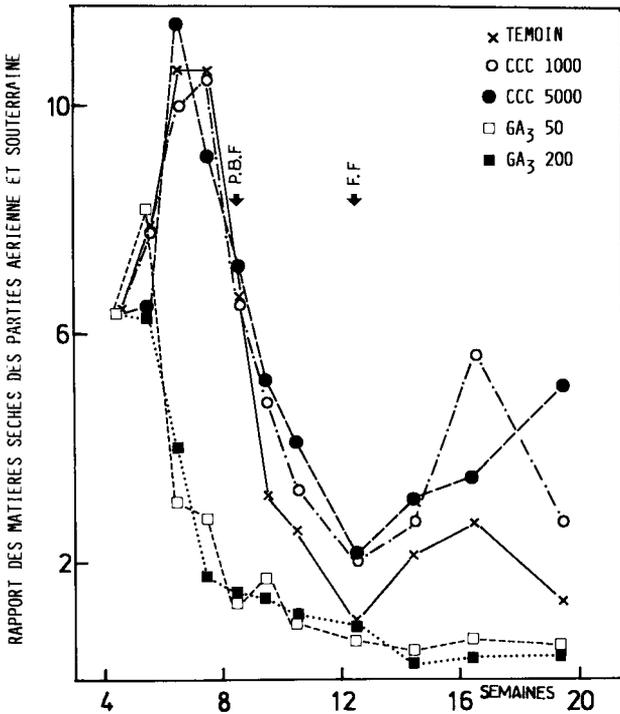


fig. 5 Evolution du rapport des matières sèches de la partie aérienne et de la partie souterraine sous différents traitements.  
P.B.F : formation des premiers bourgeons floraux ; F.F : floraison et début de formation des gousses.

*Change of the ratio of the dry matter of aerial parts over dry matter of tuber and roots under different treatments*  
P.B.F : formation of first floral buds ; F.F : flowering and beginning of pod set.

Les plantes traitées au CCC présentent une courbe d'évolution du PA/PS analogue à celle qui est obtenue avec le témoin. On peut y distinguer plusieurs phases :

. Le rapport PA/PS s'élève : on assiste à une croissance active de la partie aérienne pendant que le grossissement du tubercule est encore faible.

. Il passe par un maximum puis décroît jusqu'à la 12e semaine. Cette phase de décroissance est analogue à celle rencontrée sur les plantes traitées au GA<sub>3</sub>. C'est la phase de grossissement active du tubercule.

. Entre la 12e et la 20e semaine, l'évolution de PA/PS se traduit par un pic. C'est l'époque du remplissage des gousses et de la formation des graines. Sur les plantes témoins ou traitées au CCC 1000, on observe que le grossissement du tubercule est arrêté entre la 12e et la 16e semaine (fig. 4) et ne reprend qu'ensuite. Pendant la phase de montée du pic, les assimilats sont donc mobilisés entièrement pour la formation des gousses et leur remplissage.

. Si on compare les effets des 2 phytohormones, on constate :

a) Une stimulation précoce du grossissement du tubercule chez les plantes traitées à l'acide gibbéréllique. En fin de cycle, l'obtention d'un rapport PA/PS inférieur à 1 révèle un remplissage des tubercules plus efficace que sous les autres traitements. L'absence de pic entre la 12e et la 20e semaine est le reflet d'une floraison réduite doublée d'une mauvaise nouaison en présence de GA<sub>3</sub>. Ceci a pour conséquence la réduction ou la suppression de la capacité de stockage du 2e puits qu'auraient constitué les graines.

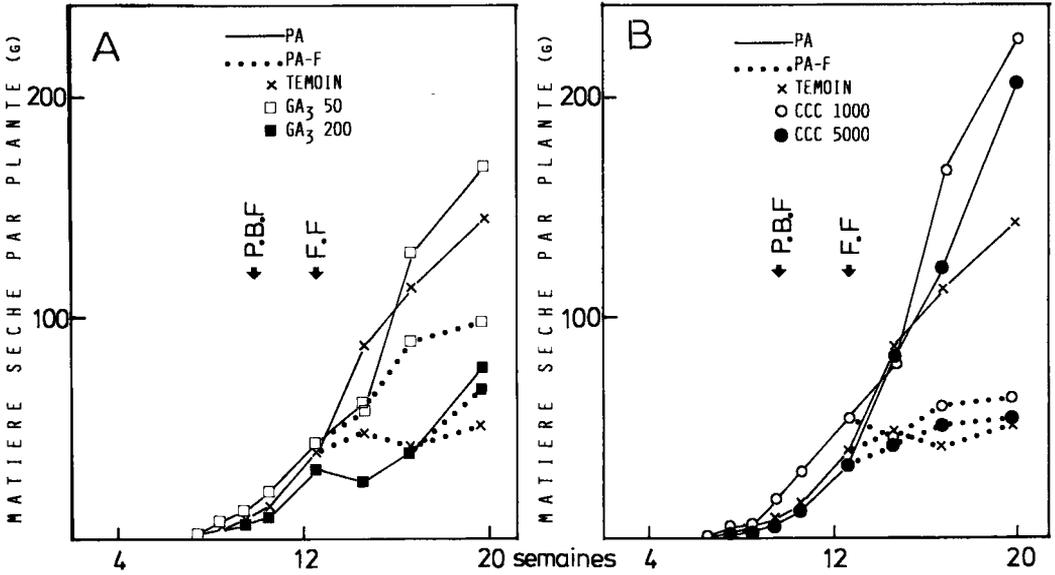
b) En revanche, le CCC favorise la formation de gousses et de graines au détriment du tubercule. On peut dire alors que le CCC inhibe partiellement le grossissement du tubercule.

#### E - EFFETS DES FACTEURS DE CROISSANCE SUR LA FLORAISON ET LA FRUCTIFICATION

Sur la fig. 6A et B on peut suivre l'évolution des matières sèches dans la partie aérienne sous différents traitements. A partir de la 12e semaine chaque courbe se subdivise en deux, l'une représentant l'évolution de la matière sèche totale de la partie aérienne, l'autre celle de cette même partie aérienne diminuée de la matière sèche des fruits et fleurs. Chez les plantes témoins ou traitées au CCC l'accumulation de matière dans les feuilles et tiges est fortement ralentie dès la 12e semaine et totalement arrêté à partir de la 16e semaine pendant la formation active des gousses. Les plantes traitées au GA<sub>3</sub> continuent au contraire à distribuer la matière sèche entre les tiges, feuilles et gousses.

Le CCC aux doses de 1000 ppm et de 5000 ppm et l'acide gibbéréllique à la dose de 50 ppm n'ont aucun effet sur l'induction florale. Les premiers bourgeons floraux sur les plantes témoins et traitées apparaissent à la même époque, c'est-à-dire entre la 8e et la 9e semaine après semis. En revanche, le GA<sub>3</sub> à la dose de 200 ppm retarde d'environ 4 semaines l'apparition des premiers bourgeons.

Ces facteurs affectent aussi le déroulement de la floraison et de la fructification. Le nombre de hampes florales observé sous GA<sub>3</sub> est plus faible que celui rencontré chez les témoins et les plantes traitées au CCC. Le CCC favorise une floraison groupée et la nouaison alors que le GA<sub>3</sub> provoque un échelonnement du développement des fleurs et une mauvaise nouaison conduisant à une fructification peu abondante.



Evolution de la matière sèche de la partie aérienne : PA : matière sèche totale ; PA-F : matière sèche totale diminuée de celle des fleurs et fruits ; P.B.F : formation des premiers bourgeons floraux ; F.F : floraison et début de formation des gousses.

Change in dry matter of aerial parts : PA : total dry matter ; PA-F : total dry matter minus flower and fruit dry matter ; P.B.F : formation of first floral buds ; F.F : flowering and beginning of pod set.

#### IV - DISCUSSION - CONCLUSION

Le *Pachyrhizus erosus* dans les conditions environnementales des Antilles présente un port déterminé lorsque les semis sont effectués en jours décroissants ou courts et un port lianescent lorsque les semis ont lieu en jours croissants ou longs, bien que ces conditions de jours long ou courts doivent être comprises par rapport à un battement photopériodique annuel de  $12 \pm 1$  heures. (ZINSOU et al., à paraître).

Ce comportement rencontré chez le *Pachyrhizus* est analogue à celui décrit d'autres plantes dont la croissance et le développement sont étudiés en jours longs ou en jours courts. Il est expliqué par un niveau plus élevé de substances de type gibbérélline dans les plantes soumises aux conditions de jours longs que dans les plantes ayant subi des conditions de jours courts (RAILTON et WAREING, 1973). La stimulation d'une croissance végétative obtenue en jours courts par l'acide gibbérélline sur une plante comme le *Pachyrhizus* peut donc être le reflet d'un effet additif de la gibbérélline endogène faible et de l'acide gibbérélline exogène apportée par pulvérisation foliaire.

Nous observons que les doses de CCC (1000 et 5000 ppm) ne suppriment pas la croissance végétative de *Pachyrhizus* en jours courts. Il y a au contraire un léger effet stimulateur en présence de CCC 1000. On peut dire que cette légumineuse est moins sensible au CCC que la pomme de terre chez laquelle de nombreux auteurs (DIGBY et DYSON, 1973; EL-ABD et al., 1980) ont montré que les doses de 1000 et de 2000 ppm supprimaient la croissance. Les résultats de ces auteurs confirmaient ceux de RADWAN et al., (1971) qui rapportaient la réduction de l'élongation de la tige par le CCC. La suppression de la croissance végétative est expliquée par l'aptitude du CCC à inhiber la biosynthèse de la gibbérelline (DENNIS et al., 1965; PALEG et al., 1965; LANG, 1970) et à stimuler la destruction de l'auxine (HALEVY, 1963; HEIDE, 1969).

Au niveau de la floraison et de la fructification l'effet favorable du CCC sur ces deux processus a été manifeste. Pour des quantités relatives voisines de matière sèche accumulée au niveau des tiges et des feuilles, on constate que les rendements en gousses et fruits les plus élevés ont été obtenus en présence de CCC et les plus faibles en présence de l'acide gibbérellique mais les deux processus se déroulent encore normalement avec la dose de 50 ppm de GA<sub>3</sub>. En ce qui concerne le CCC, cet effet favorable à la fructification peut être rapproché des résultats de PROKHORCHIK et MASHTOKOV (1972) qui rapportent que les doses moyennes de CCC améliorent le rendement sans que cela affecte de façon significative la croissance de la partie aérienne. Les auteurs expliquent ce résultat apparemment contradictoire par le fait que les traitements au CCC augmentent la teneur en Chlorophylle a et b, en caroténoïdes, l'intensité photosynthétique et la phosphorylation cyclique, donc tous les facteurs susceptibles d'augmenter le pool des assimilats.

L'effet de l'acide gibbérellique sur la floraison ou la fructification peut être favorable ou défavorable suivant les espèces et les doses utilisées (SACHS et HACKETT, 1969, 1977). Si la dose de 50 ppm n'est pas encore préjudiciable à ces deux processus chez le *Pachyrhizus* celle de 200 ppm en est inhibitrice.

Bien que l'induction de la tubérisation puisse se faire à n'importe quel moment de l'année sous nos conditions climatiques, le meilleur remplissage des tubercules s'obtient en jours courts et est accéléré après l'induction florale. La compétition qui s'établit entre les deux puits (graines d'une part et tubercule d'autre part) peut se traduire par un ralentissement ou une interruption temporaire du grossissement du tubercule, les assimilats étant préférentiellement orientée vers les gousses et les fruits. En présence du CCC on observe une inhibition partielle du grossissement du tubercule aux doses utilisées. Si on considère uniquement la production du tubercule, ce résultat est en contradiction avec ceux de RADWAN et al., (1971) qui rapportent que le CCC augmente le rendement de la pomme de terre grâce à son effet stimulant sur la production de la matière sèche.

Habituellement le CCC est utilisé en conditions non inductives pour promouvoir la tubérisation et cet effet est expliqué par son action antigibbérellique (DIGBY et DYSON, 1973; KUMAR et WAREING, 1974). Chez la pomme de terre, l'induction de la tubérisation est alors déclenchée par un subtil dosage des substances de type gibbérellique et les substances de type antigibbérellique (OKAZAWA, 1967; PONT LEZICA, 1970). En conditions de jours courts où le niveau de substances de type antigibbérellique est élevé, l'apport de CCC exogène peut conduire encore à l'augmentation de ce niveau ou à une réduction du niveau déjà faible de la gibbérelline dont on sait qu'une certaine teneur est non seulement nécessaire à l'induction de la tubérisation mais aussi au grossissement du tubercule (HAMMES et NEL, 1975). Ainsi pourraient s'expliquer à la fois l'effet inhibiteur du CCC et l'effet favorable de l'acide gibbérellique exogène sur le grossissement du tubercule du *Pachyrhizus* en jours courts.

L'acide gibbérellique aux doses de 50 ppm et de 200 ppm favorise le grossissement du tubercule chez cette plante. Cet effet est important à souligner car cette phytohormone est connue pour avoir un rôle inhibiteur sur la formation et le développement des organes de réserves des plantes à tubercule (OKAZAWA, 1960; KUMAR et WAREING, 1974; KUMAR et BAIJAL, 1979) à cause de son effet sur la distribution des sucres dont la migration vers le tubercule est perturbée (LOVELL et BOOTH, 1967).

Jusqu'ici les facteurs de croissance comme le CCC et l'acide gibbérellique ont été utilisés sur les plantes produisant un seul organe de réserves; graines ou tubercules. Les résultats rapportés par les différents auteurs sont discutés en terme de relations entre une source qui est constituée par les feuilles (organes exportateurs) et par rapport à un seul puits. Les facteurs de croissance interviennent alors pour limiter les capacités d'exportation de la source ou celles d'importation du puits. Dans le cas du *Pachyrhizus* présentant une seule source mais deux puits, le problème se pose aussi en terme de compétition entre ces 2 puits au niveau de la répartition des assimilats.

Si à la fin de la 20e semaine, proche de la fin du cycle de la plante on considère les tiges et les feuilles comme une source, on constate que quels que soient la croissance du *Pachyrhizus* et les traitements appliqués, ce compartiment a un volume, exprimé en pourcentage, constant. On en déduit aussi que le volume des deux puits est constant également. Les facteurs de croissance n'ont donc pas modifié le flux entre la source et les puits mais opéré une redistribution d'un flux total provenant de la source entre les graines et le tubercule. Ainsi le CCC, en améliorant la capacité d'importation des gousses a privilégié leur développement au détriment du tubercule; le GA<sub>3</sub> en réduisant ou en supprimant le puits constitué par les graines a favorisé le grossissement du tubercule.

## REFERENCES

- DENNIS D. T., UPPER C. D., WEST G.A., 1965. An enzymatic set inhibition of gibberellin biosynthesis by Amo 1618 and other plant growth retardants. *Plant Physiol.*, 40, 948.
- DIGBY Y., DYSON P.W., 1973. A comparison of the effects of photoperiod on a growth retardant CCC on the control of stem extension in potato. *Potato Res.*, 16, 159-167.
- EL-ABD S.O., EL-BELTAGY M.S., ABOU-HUSSEIN M.R., EL-BELTAGY A. S., MAKSOUD M.A., 1980. Effect of some growth regulators on growth and development of potato plants. *Egypt. J. Hort.*, 7, 169-180.
- HALEVY A.H., 1963. Interaction of growth retarding compounds and gibberellin on indole acetic acid oxidase and peroxidase of cucumber seedlings. *Plant Physiol.*, 38, 731.
- HAMMES P.S., NEL P.C., 1975. control mechanisms in the tuberization process. *potato Res.*, 18, 262-272.
- HEIDE O.M., 1969. Interaction of growth retardants and temperature in growth, flowering regeneration and auxin activity of *Bigonia x Cheimantha* Everett. *Physiol. Plant.*, 22, 1001.
- KUMAR P., BAIJAL BD., 1979. The role of various growth regulators on plant growth and development of potato (*Solanum tuberosum* L). I - general growth responses of plant. *Agra Un. J. Res.*, 28, 23-30.
- KUMAR D., WAREING P.F., 1974. Studies on tuberization of *Solanum andigena*. 2 - Growth hormones and tuberization. *New Phytol.* 73, 833-840.
- LANG A., 1970. Gibberellins, structure and metabolism. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 21, 537-570.
- LOVELL P.H., BOOTH A., 1967. Effects of gibberellic acid on growth, tuber formation and carbohydrate distribution in *Solanum*. *New Phytol.*, 66, 525-537.
- OKAZAWA Y., 1960. Studies on the relation between the tuber formation of potato and its natural gibberellin content. *Proc. Crop Sci. Soc. Japan.*, 29, 121-124.
- OKAZAWA Y., 1967. Physiological studies on the tuberization of potato plants. *J. Fac. Agric. Hokkaido Un. Sapporo*, 55, 267-336.
- PALEG L., KENDE H., NINEMANN H., LANG A. 1965. Physiological effect of gibberellic acid. VII - Growth retardants on barley endosperm. *Plant Physiol.*, 40, 165.

- PONT LEZICA R.F., 1970. Evolution des substances de type gibbérellines chez la pomme de terre pendant la tubérisation en relation avec la longueur du jour et de la température. *Potato Res.*, 13, 323-331.
- PROKHORCHIK, MASHTOKOV, 1972. Cité dans EL-ABD *et*, 1980. "Effect of some growth regulators and development of potato plants. *Egypt. J. Hort.*, 7, 169-190.
- RADWAN A.A., EL-FOULY M.M., GARAS N.A., 1971. Retarding stem elongation and stimulating dry matter production and yield of potato with Chloromequat Chloride (CCC). *Potato Res.*, 14, 173-180.
- RAILTON I.D., WAREING P.F., 1973. Effects of daylength on endogenous gibberellins in leaves of *Solanum andigena*. 1 - Changes in levels of free acidic gibberellin like substances. *Plant Physiol.*, 28, 88-94.
- SACHS R.M., HACKETT W.P., 1969. Control of vegetative and reproductive development in seed plants. *Hort. Sci.*, 4, 103-107.
- SACHS R.M., HACKETT W.P., 1977. Chemical control of flowering. *Acta Hort.*, 68, 29-49.
- ZEPEDA A.H., 1971. Efecto de desfloracion de la jicama (*Pachyrhizus erosus*) sobre el rendimiento. Dept. Hort. INIA SAG. CIAB Celaya GTO Mexico.
- ZINSOU C., CHABANNE A., VANSUYT G., VENTHOU-DUMAINE A., 1984. croissance et développement de *Pachyrhizus erosus* Urban (Yam Bean). II - Effets de l'acide gibbérellique ( $GA_3$ ) et du Chlorure de chlorocholine (CCC) en conditions de jours croissants et décroissants. (à paraître).