

THESE

Présentée à

L'UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LILLE

pour obtenir le titre de

DOCTEUR DE TROISIEME CYCLE

par

Bernardin HOUNDONOUGBO

**CULTURE "in vitro" DES TISSUS DE PATATE DOUCE
(IPomoea batatas L.)**



Soutenu le 26 Septembre 1975, devant la Commission d'Examen

MM.	R.	BOURIQUET	Président
	M.	BODARD	} Examineurs
	J.L.	BONNEMAIN	

T A B L E D E S M A T I E R E S

o o o o o o o o o

INTRODUCTION 1

HISTORIQUE 3

Action des facteurs de croissance et des éléments minéraux sur les
tissus et les fragments de tiges cultivés "in vitro" 3

1°- Prolifération cellulaire 3

a- Les auxines 3

b- Les cytokinines 4

2°- Organogénèse

a- Rhizogénèse 4

b- Caulogénèse 5

c- Tubérisation 5

M A T E R I E L E T T E C H N I Q U E S .. 6

I MATERIEL 6

1°- Description et biologie de la plante 6

2°- Entretien et conservation du matériel 7

II TECHNIQUES 8

1°- Culture de tissus de tubercules 8

a- Milieu de culture 8

b- Stérilisation du matériel et ensemencement 8

2°- Culture de fragments de tiges 9

a- Milieus de culture 9

b- Stérilisation du matériel 10

c- Différents modes d'ensemencement 10

3°- Expression des résultats 10

a- <u>Evaluation de la croissance des tissus</u>	10
b- <u>Evaluation de la rhizogenèse et de la caulogenèse</u> ...	10
c- <u>Evaluation de l'importance de la tubérisation</u>	

R E S U L T A T S 11

P R E M I E R E P A R T I E 11

CULTURE DES FRAGMENTS DE TUBERCULES DE PATATE DOUCE (*Ipomoea batatas* L.) "IN VITRO" 11

I CROISSANCE "IN VITRO" DES TISSUS DE TUBERCULES⁽¹⁾ DE PATATE DOUCE (*Ipomoea batatas* L.) 11

A - ACTION DES FACTEURS AUXINIQUES 11

a- Action de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) 12

b- Action de l'acide α -nahtyl-acétique (ANA) 12

c- Action de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) 12

Conclusions 12

B - ACTION CONJUGUEE DES FACTEURS DE CROISSANCE & 13

a- Action conjuguée de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) et de la kinétine 13

b- Action conjuguée de l'acide α -nahtyl-acétique (ANA) et de la kinétine 14

c- Action conjuguée de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) et de la kinétine 14

Conclusions 14

II ETUDE DES PHENOMENES D'ORGANOGENESE MANIFESTES PAR LES TISSUS DE TUBERCULES DE PATATE DOUCE (*Ipomoea batatas*) CULTIVES "IN VITRO" ... 15

A - RHIZOGENESE 15

1°- Action des facteurs auxiniques 16

a- <u>Action de l'acide β-indolyl-acétique (AIA) ..</u>	16
b- <u>Action de l'acide α-naphtyl-acétique (ANA) ..</u>	16
c- <u>Action de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D)</u>	16
<u>Conclusions</u>	17
2°- <u>Action conjuguée des facteurs auxiniques et de la kinétine ...</u>	17
a- <u>Action conjuguée de l'acide β-indolyl-acétique (AIA) et de la kinétine</u>	17
<u>α-Action sur la formation des racines.....</u>	17
<u>β-Action sur la croissance des racines</u>	18
b- <u>Action conjuguée de l'acide α-naphtyl-acétique (ANA) et de la kinétine sur la néoformation et le développement des racines</u>	19
c- <u>Action conjuguée de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) et de la kinétine sur la néoformation et le développement des racines</u>	19
 B - <u>CAULOGENESE</u>	19
<u>Conclusions générales</u>	20
 <u>DEUXIEME PARTIE</u>	21
<u>CULTURE DES FRAGMENTS DE TIGES DE PATATE DOUCE (<i>Ipomea batatas</i>) "IN VITRO"</u>	21
I <u>ENTRENOEUDS.....</u>	21
A - <u>PHENOMENES D'ORGANOGENESE MANIFESTES PAR LES FRAGMENTS D'ENTRENOEUDS CULTIVES DANS LE SENS NORMAL</u>	21

1°- Néof ormation des racines 21

 a- Action de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) et de la kinétine 21

 b- Action de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) et de la kinétine 23

2°- Bourgeonnement 24

B - ETUDE DE LA MANIFESTATION DES PHENOMENES DE CALLOGENESE ET D'ORGANOGENESE CHEZ LES FRAGMENTS D'ENTRENOEUDS DE PATATE DOUCE (Ipomea batatas) CULTIVES "IN VITRO" DANS LE SENS INVERSE 25

- Callogenèse 26

1°- Action des substances de croissance 26

Conclusion 26

2°- Action conjuguée des substances de croissance 27

 a- Action conjuguée de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) et de la kinétine 28

 b- Action conjuguée de l'acide α -naphtyl-acétique (ANA) et de la kinétine 28

 c- Action conjuguée de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) et de la kinétine 28

- Organogenèse 29

 A - Rhizogenèse 29

 a- Action des facteurs auxiniques 29

Conclusions 30

 b- Action conjuguée des substances de croissance .. 30

Conclusions 30

- Allongement des racines 31
- 1°- Action des facteurs auxiniques employés isolément 31
- 2°- Action conjuguée des substances auxiniques et de la kinétine 31
 - a- Action conjuguée de l'acide β -indolyl-acétique (ATA) et de la kinétine 31
 - b- Action conjuguée de l'acide α -naphthyl-acétique et de la kinétine 32
 - c- Action conjuguée de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) et de la kinétine 32
 - Conclusion 32
- B - Caulogénèse 32
 - Action des facteurs hormonaux 33

- II NOEUDS 38
 - Rhizogénèse, bourgeonnement et développement 38
 - 1°- Action des facteurs de croissance 38
 - a- Rhizogénèse 38
 - Conclusions 42
 - b- Développement des bourgeons 42
 - Conclusions 48
 - 2°- Influence de l'ablation des racines sur le développement des bourgeons et la caulogénèse stricte..... 48
 - 3°- Importance des éléments minéraux dans la manifestation de la rhizogénèse, du développement des bourgeons et de la caulogénèse stricte 49
 - a- Effets des variations de la teneur en ions de la solution de HELLER 49
 - b- Influence de quelques éléments minéraux 49

c- <u>Effets de différentes solutions nutritives</u>	55
<u>Conclusion</u>	55

<u>III ACTION CONJUGUEE DES FACTEURS DE CROISSANCE SUR LA TUBERISATION DES FRAGMENTS DE TIGES DE PATATE DOUCE</u>	57
---	----

<u>CONSIDERATIONS GENERALES</u>	60
---------------------------------	----

<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	63
----------------------	----

I N T R O D U C T I O N

Les tissus de Patate douce (*Ipomoea batatas* L.) ont fait l'objet de récentes investigations grâce à la méthode de culture "in vitro". C'est ainsi par exemple que RUTH F.E. (100) a pu obtenir la régénération de plantes de cette espèce par la culture des méristèmes ; que GREIG, J.K. et SMITH, F.W. (55), WILLIAM, A.J. et GRANT, W. (121) ont abordé l'étude de la nutrition minérale de ces tissus ; que GUNCKEL, J.E. et ses collaborateurs (57) ont étudié les phénomènes de polarité manifestés par les fragments de tubercules de Patate douce cultivés en présence de différents facteurs de croissance. De même, WILSON, L.A. et LOWE, S.B. (122), GUNCKEL, J.E. (57) et ses collaborateurs ont eu recours à la méthode "in vitro" pour des études histologiques de cette plante.

Il nous a paru intéressant de préciser certaines exigences des tissus appartenant à deux variétés et d'étudier l'influence de différents facteurs sur la prolifération cellulaire et les phénomènes d'organogenèse manifestés par les tissus de divers organes de Patate douce.

Notre mémoire débutera par un exposé historique dans lequel nous rappellerons le rôle des facteurs de croissance et des éléments minéraux dans la manifestation des phénomènes de prolifération cellulaire et d'organogenèse "in vitro".

Nous décrirons le matériel biologique et les techniques utilisés, puis nous aborderons l'exposé de nos résultats qui concernent la culture de fragments de tubercules et de tiges.

Nous terminerons notre mémoire par quelques considérations générales.

Le sujet de ce travail nous a été confié par notre Maître, Monsieur R. BOURIQUET, Professeur à l'Université des Sciences et Techniques de Lille, qui, après nous avoir accueilli dans son laboratoire de Physiologie Végétale, a suivi, malgré ses tâches grandissantes, pas à pas nos travaux de recherches en nous prodiguant ses conseils avec la plus grande bienveillance. Sa haute compétence et les facilités matérielles qu'il nous a procurées nous furent extrêmement précieuses pour la réalisation de ce travail. Nous lui exprimons notre très profonde gratitude.

Nous remercions bien vivement Messieurs les Professeurs M. BODARD et J.L. BONNEMAIN de l'honneur qu'ils nous ont fait d'avoir accepté de participer à notre Jury de thèse.

Monsieur R. LEFEBVRE, Maître-Assistant à l'Institut Agricole de Lille, s'est constamment intéressé à nos travaux et nous a toujours aidé. Ses conseils nous ont été précieux. Il nous est agréable de lui exprimer notre profonde reconnaissance.

Nous avons plaisir à adresser nos remerciements à Madame C. BERTOUT, Technicienne à l'Institut Agricole de Lille, à Messieurs J. DUBOIS, Maître-Assistant et B. LEGRAND, Maître-Assistant, qui nous ont apporté des aides techniques précieuses.

Nous remercions Mademoiselle E. TAHON, Secrétaire du Laboratoire de Physiologie Végétale et Messieurs S. RAMBOUR, Maître-Assistant, J. VASSEUR, Maître-Assistant et H. MORVAN, Assistant, pour les utiles services qu'ils nous ont rendus.

Nous avons toujours trouvé auprès de nos Collègues du laboratoire de Physiologie Végétale, l'accueil le plus sympathique auquel nous avons été chaque fois sensible.

Nous tenons à exprimer notre cordiale sympathie à toutes les personnes dont le dévouement et l'aide matérielle nous ont été particulièrement précieux.

C'est la Communauté Economique Européenne (C.E.E.) qui nous a octroyé une bourse d'études pour la réalisation de ce travail. Nous lui exprimons toute notre reconnaissance.

H I S T O R I Q U E

Nous nous bornerons à rappeler brièvement quelques résultats obtenus grâce à la culture "in vitro".

Action des facteurs de croissance et des éléments minéraux sur les tissus et les fragments de tiges cultivés "in vitro"

Souvent, les tissus végétaux cultivés "in vitro" ne se développent qu'en présence de facteurs de croissance (GAUTHERET, 37 et 44) qui influencent non seulement la prolifération cellulaire mais aussi les phénomènes d'organogenèse manifestés par les tissus.

1°- Prolifération cellulaire

L'action des facteurs de croissance est déterminante.

a- Les auxines

(BOURIQUET, R. 10) a précisé l'influence de divers facteurs de croissance sur le développement des végétaux "in vitro".

Le premier facteur de croissance utilisé pour stimuler la prolifération tissulaire fut l'acide- β -indolyl-acétique (AIA), qui permet la culture "in vitro" de beaucoup de tissus végétaux (GAUTHERET, R. 37 et 44).

L'acide naphthyl-acétique, isostère de l'AIA a aussi fait l'objet de nombreux travaux. Ses propriétés sont souvent comparables à celles de l'AIA.

D'autres composés sont parfois plus efficaces. C'est le cas de l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique (2,4-D) (STRAUS, J. et GERDING, R.K. 101); (FALUDI, B. et DANIEL, A.F. 33).

En général, un tissu capable de réagir à l'auxine est sensible à l'ensemble des substances de ce type, mais on connaît une exception (GAUTHERET, R. 46), les tissus d'Ephedra prolifèrent sur des milieux contenant du 2,4-D ou de l'acide naphthalène acétique, mais non en présence d'AIA parce qu'ils élaborent en quantité l'oxydase capable de détruire celui-ci

(STRAUS, J. et GERDING, R.K. 101).

b- Les cytokinines

Depuis la découverte de la kinétine en 1956 par SKOOG et ses collaborateurs (87), on sait que les cytokinines et l'auxine sont nécessaires à la prolifération des cellules végétales. Certes, auparavant on avait pu cultiver certains tissus qui, comme ceux de tubercules de Topinambour peuvent se développer en présence de la seule auxine, c'est qu'ils synthétisent une cytokinine (NITSCH, J.P. et NITSCH, C. 91) naturelle dont l'effet s'ajoute à l'auxine exogène. Assez souvent d'ailleurs, on a signalé qu'auxines et cytokinines pouvaient avoir des effets synergiques (SKOOG et MILLER 87).

Les tissus de tige, comme ceux des organes charnus sont capables de proliférer "in vitro". Pour ne citer qu'un exemple parmi les très nombreux cas connus, reppelons par exemple que les fragments de jeunes tiges d'Asperges (Asparagus officinalis L.) cultivés en présence d'auxine (2,4-D, ANA ou AIA) et de cytokinine (kinétine) produisent rapidement des cals vigoureux (HUNAUULT, G. 63 et 64).

2°- Organogenèse

Les tissus en culture ne manifestent pas seulement des phénomènes de prolifération cellulaire, mais ils sont parfois doués d'organogenèse.

a- Rhizogenèse

La néoformation de racines a été étudiée par de nombreux auteurs sur du matériel très varié. La rhizogenèse se manifeste sous l'influence des hormones (GAUTHERET, R. 48) ; (TIZIO, R., SAUSSAY, R. et GAUTHERET, R. 112) ; (BASU, R.N. et BOSE, T.K. 2) ; (GUNCKEL, J.E. et ses collaborateurs 57) ; (NOEL, R. 92). Mais elle dépend aussi d'autres facteurs, qu'il s'agisse de facteurs climatiques comme la lumière ou la température, GAUTHERET, R. 50 ; LEROUX, R. (76); de facteurs trophiques (TRIPATHI, B.K. 113 et 114) ; (TRIPATHI, B.K. et GAUTHERET, R. 115) ; (TRIPATHI, B.K. 16, 17 et 18) ; (HELLER, R. 59 et 60) ; COUTREZ-GEERINCK, D. 25) ; (HELLER, R. 59 et 60) ;

(BOLLE-JONES, E.W. et ISMUNADJI, M. 6) ; (TRIPATHI, B.K. 113) certains ions minéraux (Ca^{++} et NO_3^-) sont indispensables à la rhizogenèse des tissus de Topinambour (variété violet de Rennes) cultivés "in vitro". D'après cet auteur, le calcium peut être remplacé par le strontium ou le baryum ; par contre, le potassium (même à 10 mM/l) inhibe la néoformation des racines et il devient toxique à plus forte dose. Les tissus de rhizomes de Topinambour contiennent peu de calcium, environ 120 $\mu\text{g/g}$ de tissus frais, par contre leur teneur en potassium est importante environ 10 mg/g de tissus frais (TRIPATHI, B.K. 113).

La rhizogenèse peut aussi dépendre d'autres facteurs (RUCKER, W. et PAUPARDIN, C. 99).

b- Caulogenèse

Les tissus cultivés "in vitro" sont aussi capables de produire des bourgeons et des tiges feuillées. La formation de ces organes est généralement stimulée par les cytokinines, comme l'ont montré les travaux de l'Ecole de SKOOG avec les tissus de Tabac, mais ceci a pu être vérifié avec bien d'autres tissus, par exemple, les tissus de racines ou de feuilles d'Endive (VASSEUR, J. 120) ; (CAMUS, G., 16) ; de tiges d'Asperge (HUNAULT, G. 63, 64 et 65). Dans le cas du Lis hybride c. v. Enchantment, où seuls les tissus superficiels sont capables de bourgeonner, l'action simultanée d'une auxine (ANA) et d'une cytokinine facilite grandement ce bourgeonnement (BIGOT, C. 5) ; (DEYSSON, G. 30).

L'acide gibbérellique stimule le bourgeonnement (VASSEUR, J. 120) ; (DOORENBOS, J. 32) et la croissance des entrenœuds (LAGARDE, J. et TORT, M. 74).

Les sels minéraux influencent la croissance des plantules de Patate douce (GREIG, J.K. et SMITH, F.W. 55).

c- Tubérisation

Chez certaines espèces végétales divers organes, variables d'une espèce à l'autre, ont la possibilité d'accumuler des réserves, de s'hypertrophier et de former des tubercules.

La physiologie de la tubérisation a été étudiée par de nombreux auteurs (BERNARD, N. 3 et 4) (MADEC, P. 81, 82 et 84) ; (MADEC, P. et

PERENNEC, P. 83 et 85) ; (PERENNEC, P. 98) ; (TIZIO, R. 106) ; (LAWRENCE, C et BARKER, W.G. 75) ; (LAGARDE, J. 73) ; (LAGARDE, J. et TORT, M. 74) ; (COURDUROUX, C. 20 et 21). La formation de tubercules correspond à la fin de la croissance végétative de la plante (COURDUROUX, C. 22), mais elle peut être aussi considérée comme un phénomène de croissance particulier (TIZIO, R. 106 et 107) en rapport par exemple avec le développement racinaire (TIZIO, R. 102 et 103) et influencée par différents facteurs comme les cytokinines (COURDUROUX, C. 23) et (TIZIO, R. 108), les auxines (COURDUROUX, C. 20) ; (PARROT, F. 94), les acides gibbérelliques (TIZIO, R. 104 et 105) ou les composés phénoliques (PAUPARDIN, C. et TIZIO, R. 95 et 96) qui peuvent interférer avec les facteurs auxiniques (PAUPARDIN, C. et TIZIO, R. 96).

Enfin, les éléments minéraux du milieu de culture peuvent intervenir soit directement soit en modifiant le développement des racines ou des stolons (PARROT, F. 94 et TRIPATHI, B.K. 118).

M A T E R I E L E T T E C H N I Q U E S

I M A T E R I E L

1°- Description et biologie de la plante

La Patate douce (Ipomoea batatas L.) est définie par les caractères systématiques suivants :

- . plante appartenant aux végétaux Eucaryotes.
 - Cormophytes
 - Rhizophytes ou plantes vasculaires
 - Phanérogames
 - Embranchement des Spermaphytes
 - Sous-embranchement des Angiospermes
 - Classe des Dicotylédones

- Sous-classe des Gamopétales
- Ordre des Polémoniales
- Famille des Convolvulacées
- Genre Ipomoea
- Espèce batatas

(DEYSSON, G. 31)

La Patate douce (Ipomoea batatas L.) est une plante annuelle à fleurs régulières, cultivée dans les régions chaudes. Sa multiplication est réalisée par voie végétative grâce aux tubercules ou par des boutures de tiges.

Les racines tubérisées sont plantées en champ ou en serre dans le sol humide. Elles germent au bout de quelques semaines et donnent des plantules dont les tiges croissent rapidement et présentent des noeuds bien espacés. Chaque noeud comporte une feuille à limbe hasté muni d'un long pétiole. Au niveau des noeuds apparaissent parfois des ébauches racinaires. A la fin de la croissance végétative, les cellules des racines souterraines s'hypertrophient. Leur parenchyme libéro-ligneux est bourré de réserves glucidiques comestibles.

L'étude anatomique des tubercules révèle au sein des formations libéro-ligneuses, la présence de larges rayons médullaires ; des laticifères sont localisés dans l'écorce, le liber externe ou interne ainsi que dans les parenchymes (WILSON, L.A. et LOWE, S.B. 122).

Le latex est riche en résines purgatives (DEYSSON, G. 31).

2°- Entretien et conservation du matériel

Nos expériences ont été réalisées avec deux variétés commerciales qui se distinguent par la couleur du tissu des tubercules, les unes étant blanchâtres, les autres de teinte rose.

Faute de connaître la dénomination exacte de ces variétés, nous les appelons "blanche" et "rose".

Les tubercules qu'il est facile de se procurer dans le commerce du mois d'Octobre au mois de Février, sont plantés en serre et maintenus à 35°C le jour et 25°C la nuit. Arrosés régulièrement, ils germent en quelques semaines et donnent des plantules dont la tige se développe rapidement.

Ce sont ces tiges qui nous ont servi pour nos expériences.

II TECHNIQUES

1°- Culture de tissus de tubercules

Nous avons employé les techniques classiques de culture de tissus décrites par GAUTHERET, R. (44).

a- Milieu de culture

Nous avons utilisé la solution minérale de HELLER (tableau I) comme milieu de base. Nous y avons ajouté 3 % de glucose et nous l'avons solidifié par de la gélose à 1 %.

A ce milieu de culture, nous avons ajouté, selon le cas, divers facteurs de croissance : l'acide β -indolyl-acétique (AIA), l'acide α -naphthyl-acétique (ANA), l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) et la kinétine.

b- Stérilisation du matériel et ensemencement

Les racines de Patate douce (Ipomoea batatas), variétés "rose" et "blanche" cultivées en plein champ dans les régions productrices sont récoltées à l'automne.

Les racines saines, sont épluchées et stérilisées par immersion dans une solution d'hypochlorite de calcium (200° chlorométriques) à 90 g/l pendant 40 minutes. Elles sont ensuite rincées par trois bains d'eau préalablement stérilisée pour éliminer l'hypochlorite et ralentir sa pénétration dans les tissus. Elles sont débarrassées aseptiquement des tissus tués par l'antiseptique, puis des explantats calibrés ont été prélevés aseptiquement au moyen d'un trocart de 6 mm de diamètre. Les cylindres de tissus ainsi obtenus ont été débités en tronçons égaux dont le poids de matière fraîche et sèche a été déterminé. Les explantats ainsi préparés ont été ensemencés.

2°- Culture de fragments de tigesa- Milieux de culture

Nous avons utilisé les solutions minérales de HELLER, R. (59), de TRIPATHI, B.K. (113), de MURASHIGE, T. et SKOOG, F. (90) ; (tableau I).

Nous avons ajouté à ces milieux de base 3 % de glucose, des facteurs de croissance, suivant le cas, et nous les avons solidifiés par de la gélose à 1 %.

SELS MINÉRAUX	MILIEU DE HELLER	MILIEU DE MURASHIGE et SKOOG	MILIEU DE TRIPATHI
a- <u>Macroéléments</u>			
KCl	750	-	-
KNO ₃	-	1900	-
NaNO ₃	600	-	1200
NH ₄ NO ₃	-	1650	-
NaH ₂ PO ₄ , H ₂ O	125	-	250
KH ₂ PO ₄	-	170	-
MgSO ₄ , 7 H ₂ O	250	370	250
CaCl ₂ , 2 H ₂ O	75	440	300
Na ₂ EDTA	-	37,3	-
Fe SO ₄ , 7 H ₂ O	-	27,8	-
b- <u>Microéléments</u>			
FeCl ₃ , 6 H ₂ O	1	-	0,3
Zn SO ₄ , 7 H ₂ O	1	11,2	0,3
H ₃ BO ₃	1	6,2	0,1
MnSO ₄ , 4 H ₂ O	0,1	22,3	0,02
CuSO ₄ , 5 H ₂ O	0,03	0,025	0,002
AlCl ₃	0,03	-	0,006
NiCl ₂ , 6 H ₂ O	0,03	-	0,06
CoCl ₂ , 6 H ₂ O	-	0,025	-
Na ₂ MoO ₄ , 2H ₂ O	-	0,25	-
KI	0,01	0,83	0,01

Tableau I : Composition des solutions minérales servant de base pour les milieux de culture. Les concentrations sont exprimées en mg par litre de milieu (mg/l).

b- Stérilisation du matériel

Les tiges récoltées dans la serre, débarrassées des feuilles sont trempées dans du mercryl-laurylé à 3 % pendant 10 minutes, puis plongées dans un bain d'hypochlorite de calcium à 70 g/l pendant 20 minutes. Elles sont finalement rincées par trois bains successifs d'eau stérile.

c- Différents modes d'ensemencement

Les tiges stérilisées sont débitées en fragments d'environ 3 cm. Les explantats prélevés au niveau des noeuds sont toujours ensemencés dans le sens normal, c'est-à-dire l'extrémité racinaire dans le milieu de culture, les noeuds étant en dehors du milieu.

Quant aux fragments d'entrenoeuds, par suite du transport polarisé de certaines substances de croissance, notamment l'acide β -indolyl-acétique (AIA), ils sont ensemencés soit dans le sens normal, soit dans le sens inverse, c'est-à-dire l'extrémité foliaire dans le milieu de culture.

Les cultures sont placées à 22°C et éclairées douze heures par jour par des tubes luminescents donnant un éclairage d'environ 500 lux.

3°- Expression des résultats

a- Evaluation de la croissance des tissus

Après deux mois de culture, nous avons déterminé l'accroissement des explantats en matière fraîche (M.F.) et en matière sèche (M.S.).

b- Evaluation de la rhizogenèse et de la caulogenèse

En fin de culture, nous avons procédé au dénombrement des racines et des bourgeons.

Dans certains cas, nous avons évalué la croissance des racines en les mesurant et en les pesant. De même, le développement des bourgeons a été évalué en mesurant la longueur des tiges feuillées et éventuellement en déterminant le poids des feuilles.

c- Evaluation de l'importance de la tubérisation

Après trois à quatre mois de culture "in vitro", on évalue dans

chaque condition expérimentale le pourcentage d'explantats portant des racines ayant tubérisé.

R E S U L T A T S

P R E M I E R E P A R T I E

CULTURE DES FRAGMENTS DE TUBERCULES DE PATATE DOUCE (*Ipomoea batatas* L.) "IN VITRO"

(1)

I CROISSANCE "IN VITRO" DES TISSUS DE TUBERCULES DE PATATE DOUCE (*Ipomoea batatas*)

Nous avons voulu comparer la croissance "in vitro" des tissus de tubercules de Patate douce (*Ipomoea batatas* L.) appartenant à deux variétés "rose" et "blanche".

Nous les avons d'abord cultivés sur un milieu de base (solution minérale de HELLER) gélosé contenant 3 % de glucose. Sur ce milieu très simple les tissus de la variété "rose" ne prolifèrent pas, ceux de la variété "blanche" produisent un petit cal à la partie supérieure des explantats.

Nous avons donc favorisé la croissance de ces tissus en leur fournissant des facteurs de croissance.

A - ACTION DES FACTEURS AUXINIQUES

Nous avons incorporé au milieu de base différentes concentrations (10^{-8} , 10^{-7} , 10^{-6} et 10^{-5} g/ml) d'auxine : acide β -indolyl-acétique (AIA) ou de substances auxinomimétiques, telles que l'acide α -naphthyl-acétique (ANA) et l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D). Les résultats obtenus avec la variété "rose" sont consignés dans la figure 1, ceux concernant la variété "blanche" sont rassemblés dans la figure 2. Dans l'un et l'autre cas, après deux mois de culture, nous avons évalué l'accroissement de poids (matière fraîche et sèche) des explantats.

(1) *Dans ce mémoire, nous parlons de tissus de tubercules de Patate douce, mais il s'agit plus exactement de tissus de racines comme chez ceux d'Endive (*Cichorium intubus* L.)*

a- Action de l'acide β -indolyl-acétique (AIA)

Les tissus de la variété "rose" en présence d'acide β -indolyl-acétique ne prolifèrent pas plus que ceux cultivés sur le milieu de base dépourvu d'AIA. Ils se contentent d'absorber de l'eau (figure 1).

Chez la variété "blanche", l'acide β -indolyl-acétique n'accroît pas de manière significative la quantité de tissus néoformés et n'influence pas non plus l'absorption d'eau (figure 2).

b- Action de l'acide α -naphtyl-acétique (ANA)

Chez la variété "rose", l'acide α -naphtyl-acétique à partir de la dose 10^{-6} g/ml favorise la prolifération des cals. L'augmentation de poids des tissus néoformés est d'autant plus importante que la concentration est plus élevée (figure 1).

Sur la variété "blanche", ce facteur auxinique agit même à faible dose (10^{-8} g/ml) et stimule progressivement la croissance pondérale des explants (figure 2).

Cette variété est donc plus sensible à l'action de l'ANA.

c- Action de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D)

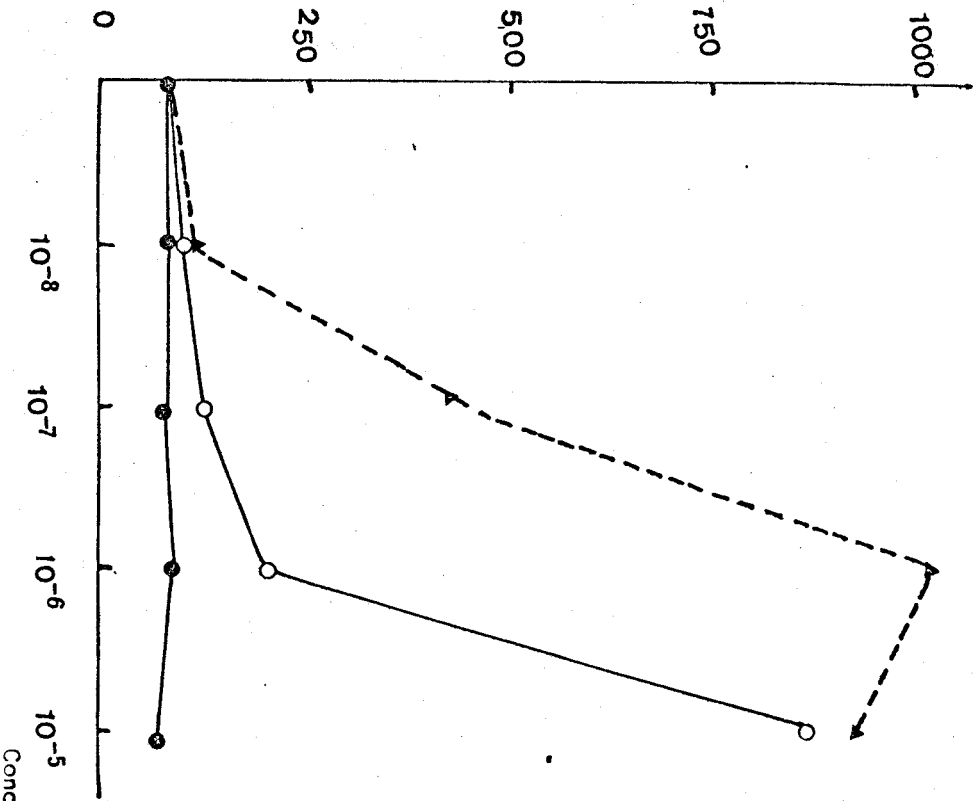
La présence d'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) dans le milieu de culture exerce un effet favorable sur la croissance des tissus de tubercules des deux variétés. L'optimum d'action s'observe aux environs de 10^{-6} g/ml. Toutefois, le seuil d'action pour la variété "rose" se manifeste pour 10^{-7} g/ml alors que pour la variété "blanche" ce seuil est plus bas (10^{-8} g/ml).

De même, on remarque que la dose 10^{-5} g/ml, dose supraoptimale, est plus toxique pour la variété "blanche" que pour la variété "rose", ce qui traduit une plus grande sensibilité de la variété "blanche" (figures 1 et 2).

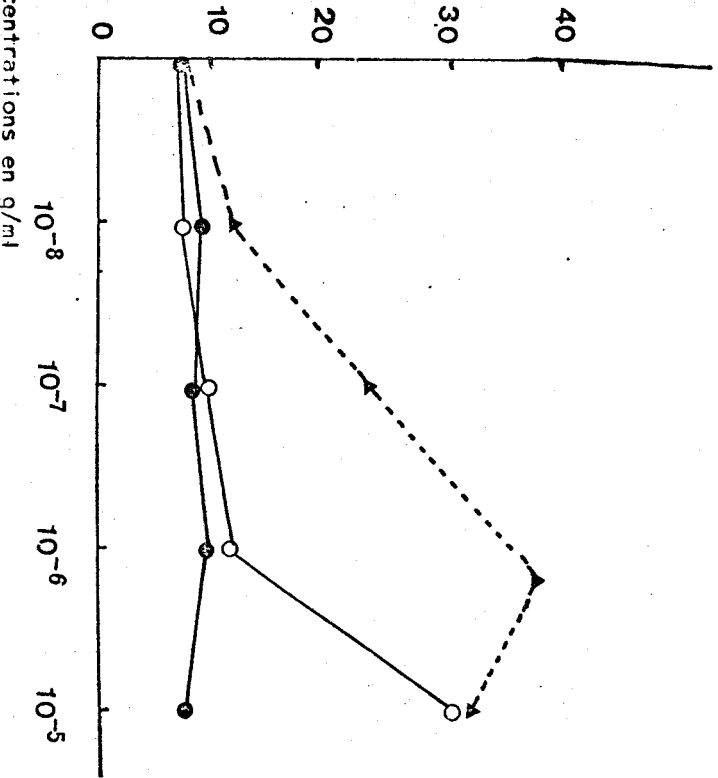
Conclusions

Les milieux dépourvus de facteurs de croissance ne permettent pratiquement pas la prolifération des tissus de tubercules de Patate douce (Ipomoea batatas). Ces tissus et notamment ceux de la variété "rose" sont hétérotrophes aux facteurs auxiniques dont l'efficacité est d'ailleurs variable.

Accroissement en mg de matière fraîche



Accroissement en mg de matière sèche



●—● AIA.
○—○ ANA.
▲---▲ 2,4-D.

Figure 1 : Action comparée des facteurs auxiliaires : acide β -indolyl acétique (AIA) ; acide α -naphthyl-acétique (ANA) et acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) sur la prolifération de fragments de tubercules de Patate douce (*Ipomoea batatas* L.) variété "rose".

Concentrations en g/ml



Accroissement en mg de matière fraîche

Accroissement en mg de matière sèche

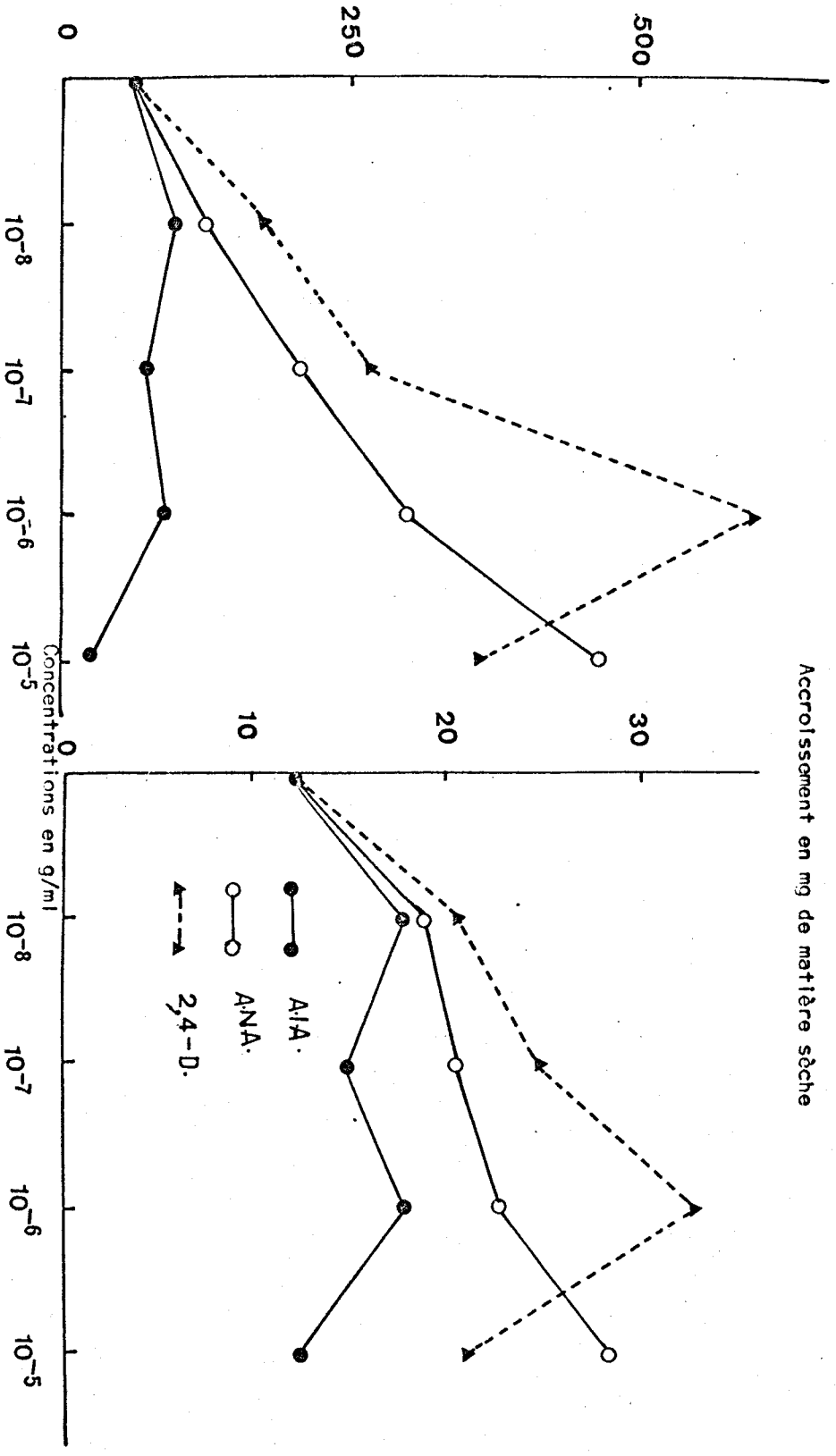


Figure 2 : Action comparée des facteurs auxiniques : acide β -indolyl-acétique (AIA), acide α -naphthyl-acétique (ANA) et acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) sur la prolifération de fragments de tubercules de Patate douce (*Ipomoea batatas* L.) variété "blanche".

Parmi les composés utilisés l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) est celui dont les propriétés excitoformatrices sont les plus importantes. L'acide α -naphtyl-acétique (ANA) stimule moins efficacement la prolifération.

L'inefficacité de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) pourrait éventuellement s'interpréter comme pour Ephedra par la présence d'auxine-oxydase (STRAUS, J. et GERDING, R.K. 101).

D'autre part, parmi les deux variétés de Patate douce utilisées, la variété "blanche" est plus sensible à l'influence des composés auxiniques que la variété "rose".

B - ACTION CONJUGUEE DES FACTEURS DE CROISSANCE

En 1956 SKOOG et ses collaborateurs ont démontré que la division des cellules végétales nécessitait la présence simultanée d'auxine et de cytokinine. Ces deux facteurs de croissance agissent d'ailleurs souvent en synergie pour faciliter la prolifération cellulaire des tissus végétaux.

Nous avons donc étudié l'action conjuguée des facteurs auxiniques envisagés précédemment (AIA, ANA, 2,4-D) et d'une cytokinine (kinétine).

a- Action conjuguée de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) et de la kinétine

La kinétine à elle seule stimule la prolifération des tissus de Patate douce, mais cette stimulation ne s'observe que pour des doses supérieures à 10^{-8} g/ml pour la variété "blanche" et à 10^{-7} g/ml pour la variété "rose" ; ce qui confirme une fois de plus la plus grande aptitude à proliférer des tissus de la variété "blanche".

La présence d'acide β -indolyl-acétique (AIA) renforce l'effet de la kinétine. Il s'agit d'une action synergique puisque l'AIA seul est pratiquement sans effet. Cette synergie est nette, en particulier à l'égard des tissus de la variété "rose" pour lesquels le seuil d'action de la kinétine est de l'ordre de 10^{-7} g/ml. En présence de 10^{-7} g/ml d'AIA, ce seuil est obtenu pour une concentration dix fois plus faible de kinétine (10^{-8} g/ml).

Accroissement en mg de matière fraîche

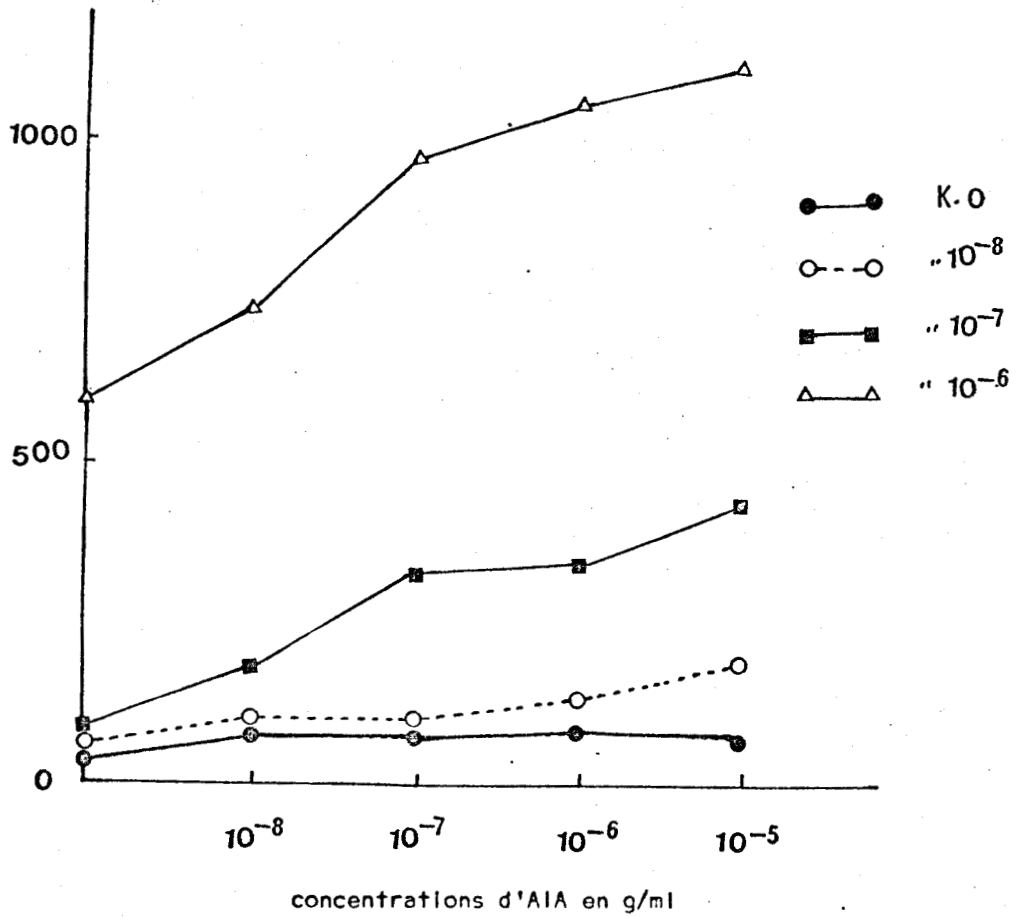


Figure 3 : Action conjuguée de la kinétine (K) et de l'acide β -Indolyli-acétique (AIA) sur la prolifération de fragments de tubercules de Patate douce (*Ipomoea batatas* L. variété "rose").

Accroissement en mg de matière fraîche

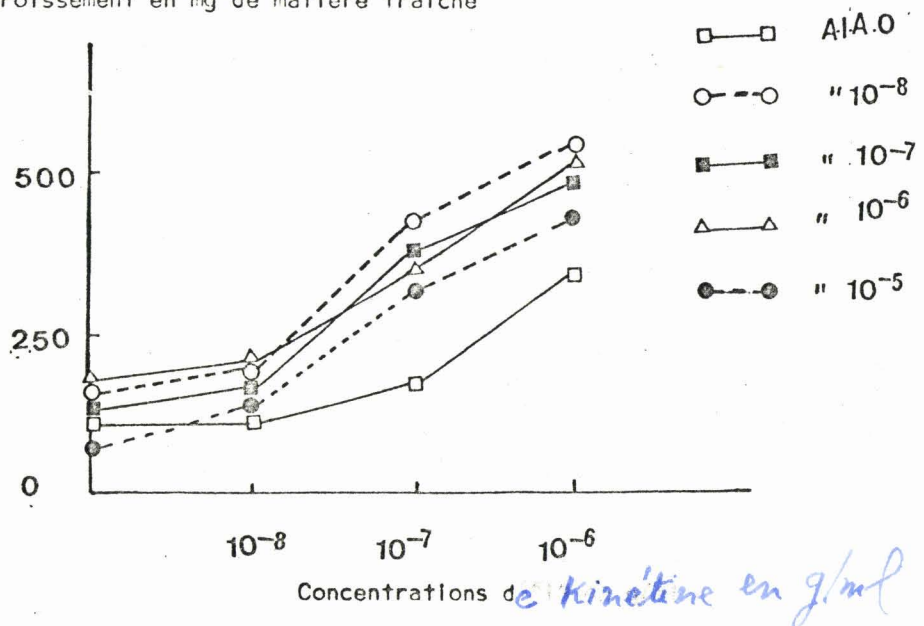


Figure 4 : Action conjuguée de la kinétine et de l'acide β -Indolyli-acétique (AIA) sur la prolifération de fragments de tubercules de Patate douce (*Ipomoea batatas* L.) variété "blanche"

D'une manière générale, l'auxine stimule fortement l'effet de la kinétine de même que la kinétine augmente considérablement (en particulier à 10^{-6} g/ml) les propriétés excitoformatrices de l'AIA (figures 3 et 4).

b- Action conjuguée de l'acide α -naphtyl-acétique (ANA) et de la kinétine

L'apport de kinétine permet à l'acide α -naphtyl-acétique (ANA) de stimuler la prolifération des tissus de la variété "blanche" à la dose 10^{-7} g/ml alors que ceux de la variété "rose" ne sont stimulés qu'à partir de 10^{-6} g/ml. Cela souligne encore la plus grande sensibilité de la variété "blanche" aux régulateurs de croissance. Mais cette plus grande sensibilité ne se traduit pas par une croissance, en valeur absolue supérieure, puisque la croissance pondérale est plus importante avec la variété "rose" (figures 5 et 6).

Il est à noter que la kinétine agit en synergie avec l'ANA comme avec l'AIA, puisqu'elle augmente son effet stimulant. De même, l'ANA exalte l'effet de la kinétine ; toutefois, lorsque celle-ci est à forte concentration (10^{-6} g/ml), l'exaltation n'est pas proportionnelle à la dose d'ANA, sans doute par suite d'un début de toxicité.

c- Action conjuguée de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) et de la kinétine

Le 2,4-D renforce l'effet de la kinétine à l'égard des tissus de la variété "rose"; son influence est optimale à 10^{-6} g/ml, au-delà s'amorce au contraire un début de toxicité. De même, la kinétine exalte les propriétés excitoformatrices du 2,4-D d'autant plus que la dose est plus élevée (figure 7).

Cette action synergique entre la kinétine et le 2,4-D se trouve confirmée par les essais entrepris avec les tissus de la variété "blanche". En effet, ceux-ci sont plus sensibles, non seulement aux facteurs auxiniques mais aussi à la kinétine qui n'exalte par exemple l'influence du 2,4-D que pour une dose faible (10^{-8} g/ml) ; au-delà, il y a au contraire une réduction de la prolifération, par suite d'un début de toxicité.

De même, si la dose de kinétine est un peu trop forte (10^{-6} g/ml), le 2,4-D réduit son efficacité, ce qui indique que cette dose est supraoptimale pour ces tissus alors que pour les tissus de la variété "rose" elle est infraoptimale (figure 8).

Accroissement en mg de matière fraîche

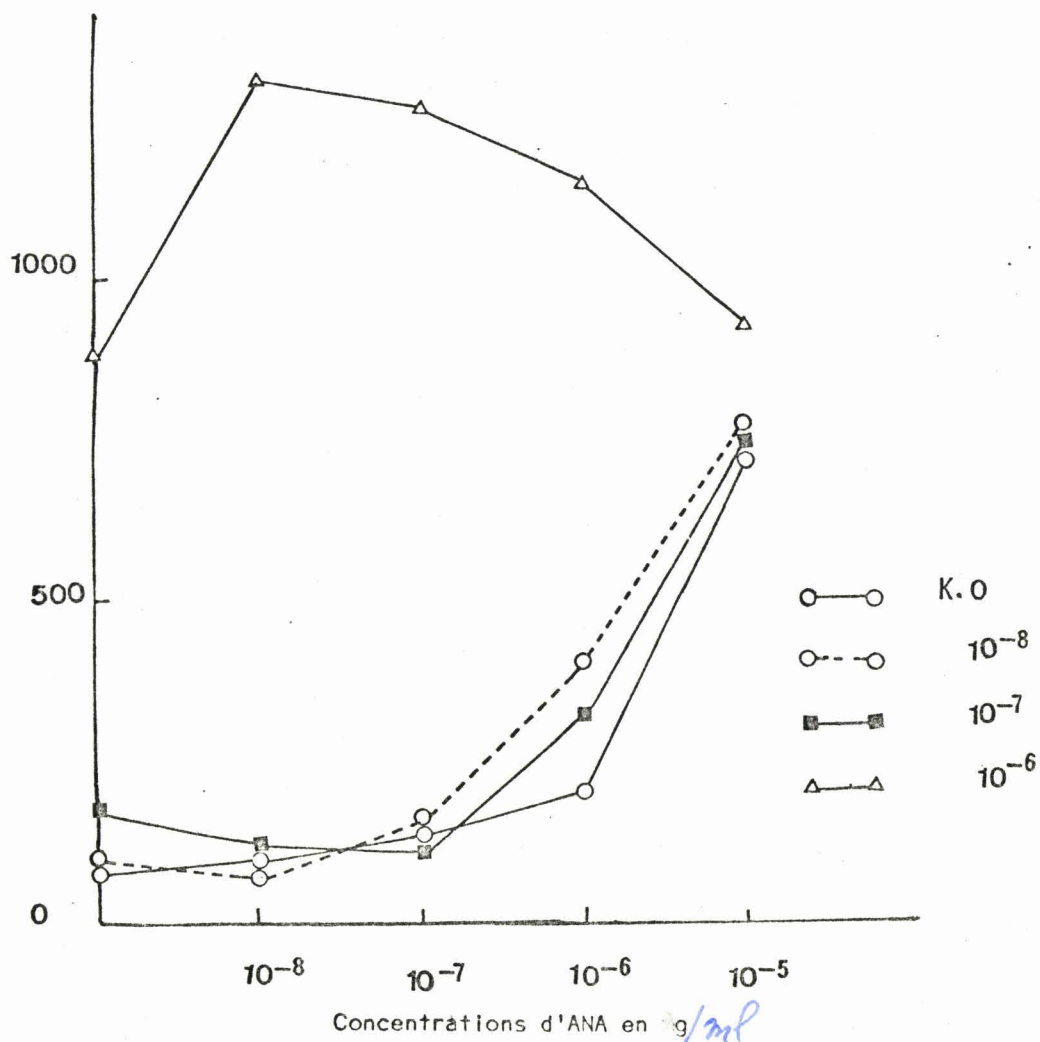


Figure 5 : Action conjuguée de la kinétine (K) et de l'acide α -naphtyl-acétique (ANA) sur la prolifération de fragments de tubercules de Patate douce (*Ipomoea batatas* L.) variété "rose"



Accroissement en mg de matière fraîche

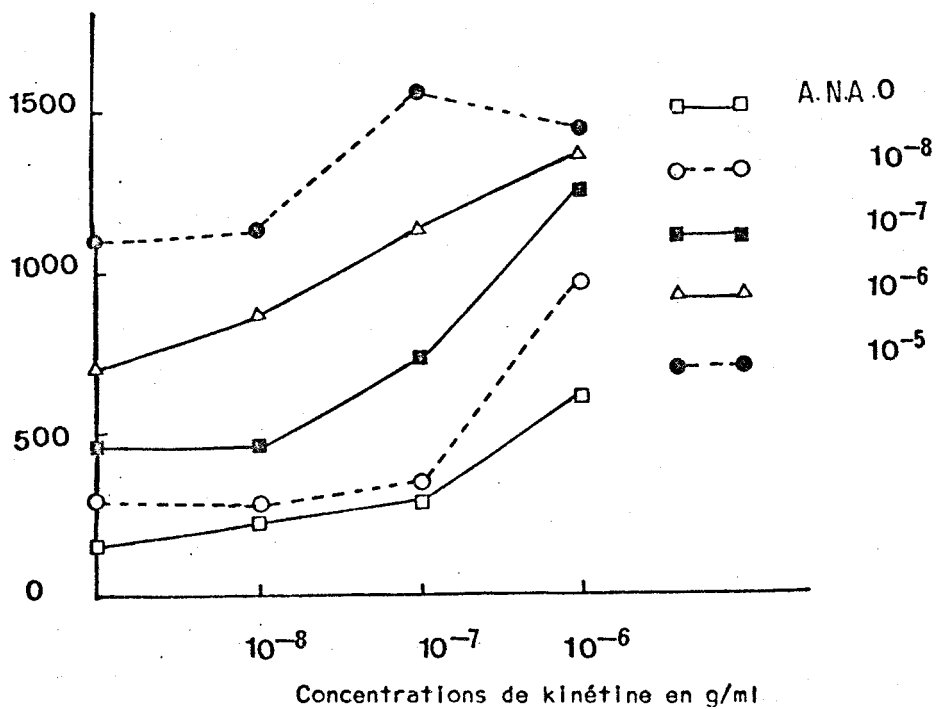


Figure 6 : Action conjuguée de l'acide α -naphtyl-acétique (ANA) et de la kinétine sur la prolifération de fragments de tubercules de Patate douce (*Ipomoea batatas* L, variété "blanche")



Accroissement en mg de matière fraîche

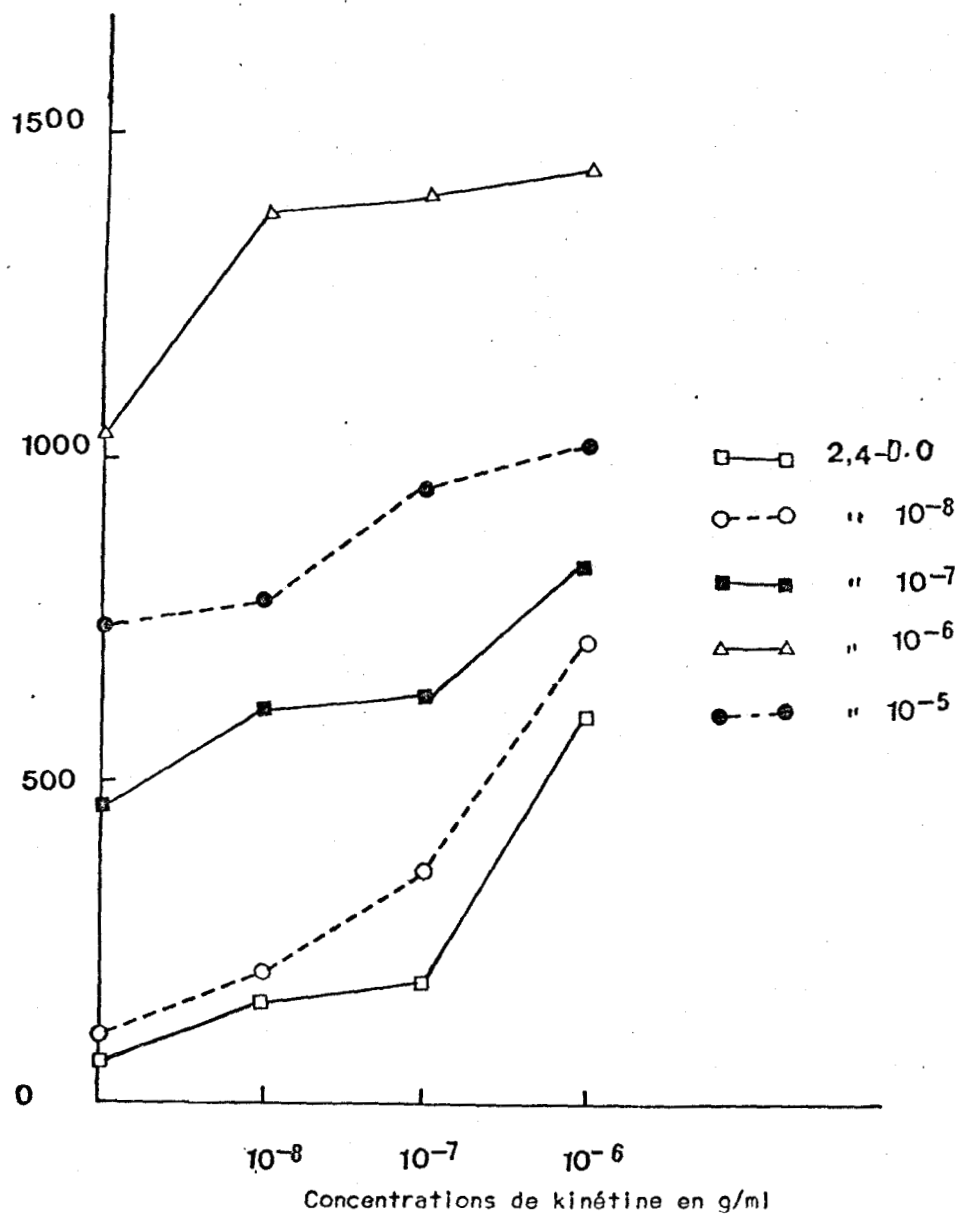


Figure 7 : Action conjuguée de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) et de la kinétine sur la prolifération de fragments de tubercules de Patate douce (*Ipomoea batatas* L.) variété "rose"



Accroissement en mg de matière fraîche

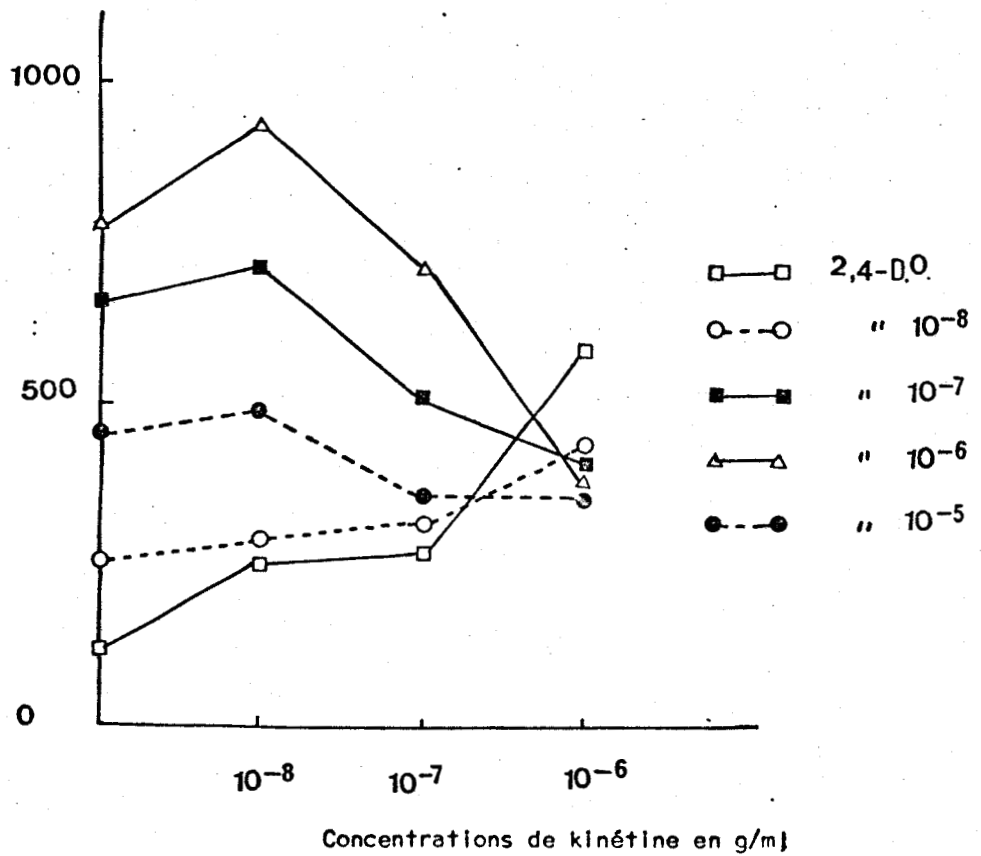


Figure 8 : Action conjuguée de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) et de la kinétine sur la prolifération de fragments de tubercule de Patate douce (*Ipomoea batatas* L) variété "blanche"

Conclusions

Des résultats qui précèdent, nous retiendrons les points suivants :

1°- Les tissus de tubercules de Patate douce des deux variétés ("rose" et "blanche") que nous avons utilisées sont capables de proliférer "in vitro" sur un milieu relativement simple.

2°- Les tissus de la variété "blanche" ont une plus grande sensibilité à l'égard des facteurs de croissance que ceux de la variété "rose".

En effet, le seuil d'action de ces facteurs de croissance s'observe pour des doses plus faibles, de même la toxicité des fortes concentrations se révèle plus tôt. Toutefois, si les tissus de la variété "rose" sont moins sensibles, leur pouvoir de prolifération est plus important puisque dans les mêmes conditions les cals obtenus peuvent atteindre un poids double.

3°- L'inefficacité de l'acide β -indolyl-acétique (AIA), alors que les autres facteurs auxiniques stimulent la prolifération, peut s'interpréter par une activité auxine-oxydasique importante des tissus.

4°- Sans être parfaitement hétérotrophes aux facteurs de croissance, les tissus de Patate douce ont besoin d'auxine et de cytokinine pour proliférer correctement. Les deux types de facteurs manifestent d'ailleurs une action synergique très nette à l'égard de ces tissus.

II ETUDE DES PHENOMENES D'ORGANOGENESE MANIFESTES PAR LES TISSUS DE TUBERCULES DE PATATE DOUCE (*Ipomoea batatas*) CULTIVES "IN VITRO"

Après avoir montré que les tissus de tubercules de Patate douce sont capables dans certaines conditions de proliférer "in vitro", nous avons étudié les potentialités organogènes de ces tissus.

A - RHIZOGENESE

Sur un milieu gélosé contenant les sels minéraux de la solution de HELLER, additionnée de 3 % de glucose, seuls les tissus de la variété "blanche" sont capables de produire des racines. Il faut toutefois rappeler

que ce milieu dépourvu de facteur de croissance est peu favorable à la prolifération cellulaire qui est stimulée par les facteurs auxiniques (AIA, ANA, 2,4-D) dont on connaît aussi les propriétés rhizogènes.

1°- Action des facteurs auxiniques

Les tissus de tubercules des variétés "rose" et "blanche" ont été cultivés sur des milieux renfermant 10^{-8} , 10^{-7} , 10^{-6} ou 10^{-5} g/ml d'AIA, d'ANA ou de 2,4-D, le milieu sans facteur de croissance servant de témoin. A la fin de la culture on a dénombré les racines néoformées dans chaque condition expérimentale (figures 9 et 10).

a- Action de l'acide β -indolyl-acétique (AIA)

L'AIA stimule la rhizogenèse des tissus de tubercules de Patate douce, variété "blanche". Cette stimulation s'observe dès la dose de 10^{-8} g/ml et augmente régulièrement avec la concentration d'auxine, à 10^{-5} g/ml, le nombre de racines est double de celui formé par les témoins (figure 9).

Les tissus de la variété "rose" sont beaucoup moins sensibles, puisque ce n'est qu'à partir de 10^{-5} g/ml que l'AIA permet la rhizogenèse (figure 10). Cette différence de sensibilité est vraisemblablement en relation avec ce que nous avons déjà souligné à propos des phénomènes de prolifération.

b- Action de l'acide α -naphtyl-acétique (ANA)

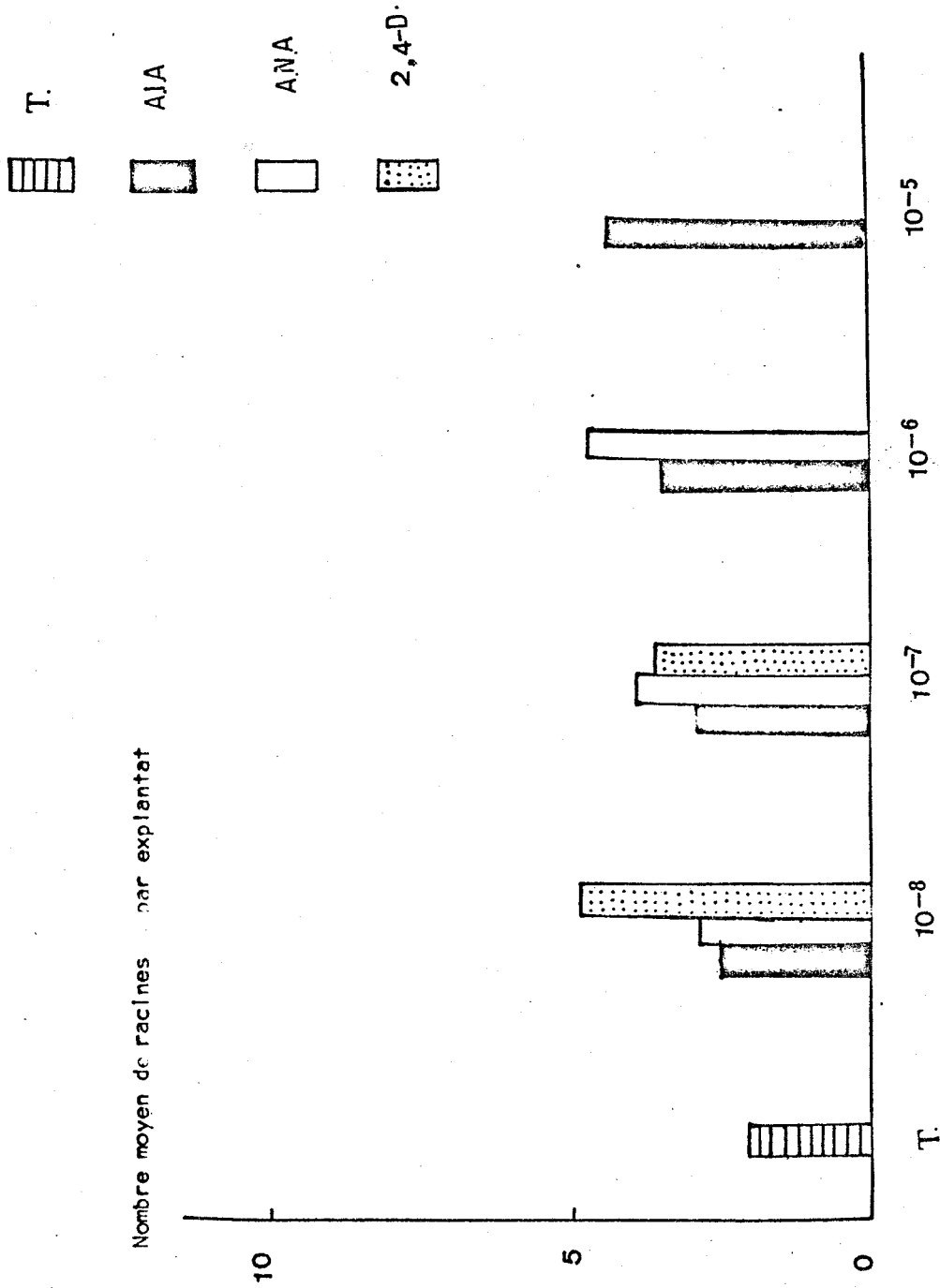
Comme c'est classique, les propriétés rhizogènes de l'ANA sont plus marquées que celles de l'AIA. Avec la variété "blanche" l'action est optimale pour une concentration de l'ordre de 10^{-6} g/ml ; les doses plus élevées se révèlent inhibitrices (figure 9).

Avec la variété "rose" on n'observe d'effet rhizogène qu'à partir de 10^{-5} g/ml. Dans ce cas, le nombre de racines néoformées est presque double de celui obtenu en présence d'AIA (figure 10).

c- Action de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D)

Le 2,4-D, comme les autres composés auxiniques étudiés, stimule la rhizogenèse des tissus de tubercules de Patate douce. Cette stimulation s'obtient néanmoins pour des doses plus faibles, puisque l'optimum d'action est de l'ordre de 10^{-8} g/ml pour la variété "blanche" et de 10^{-7} g/ml pour la variété "rose".

Nombre moyen de racines par explantat



Concentrations en g/ml

Figure 9 : Influence des facteurs auxiniques : acide β -Indolyl-acétique (AIA), acide α -naphthyl-acétique (ANA), acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) sur la rhizogenèse de tissus de tubercules de Patate douce, variété "blanche" cultivés "in vitro".

T. : Témoin



Nombre moyen de racines par explantat

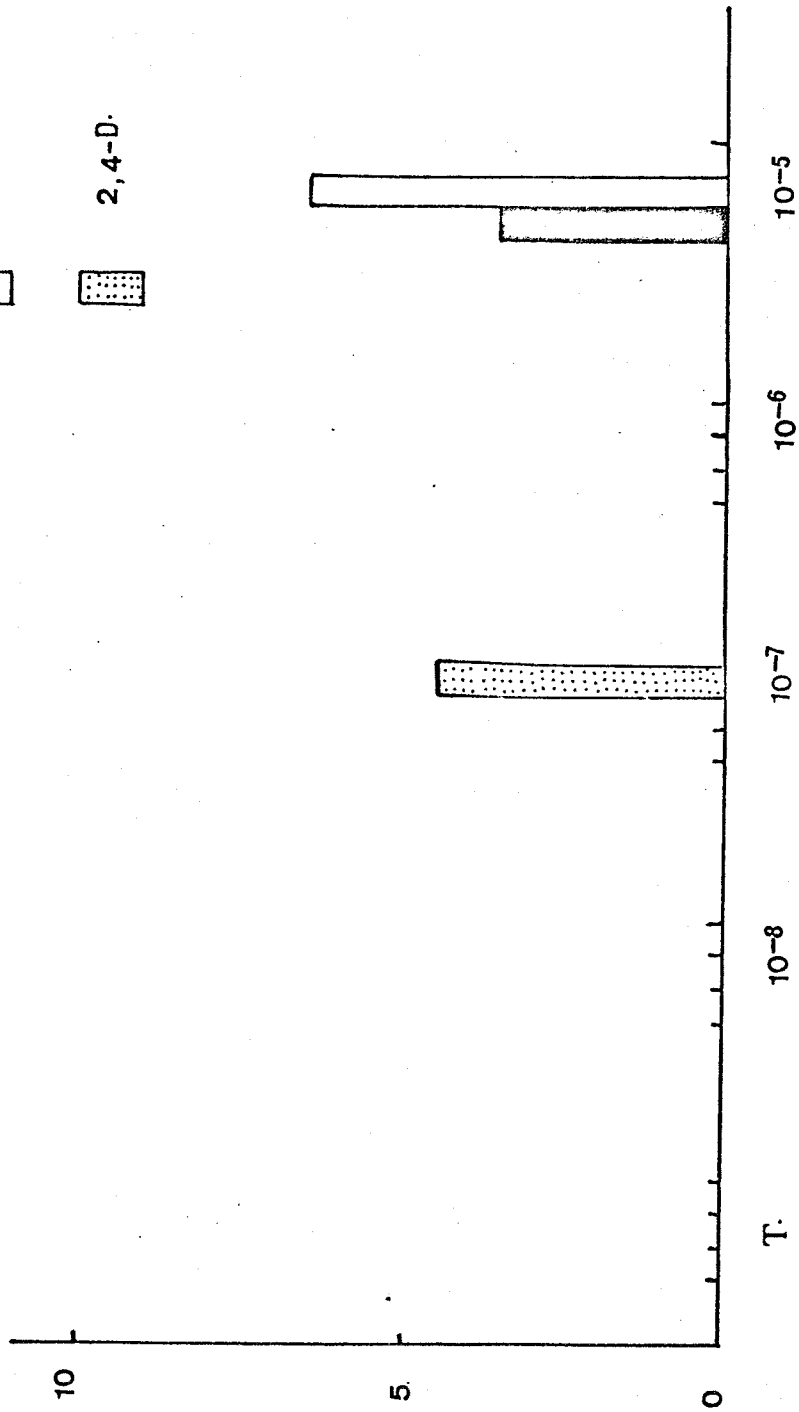
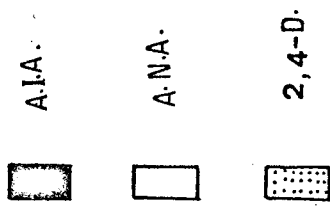


Figure 10 : Influence des facteurs auxiniques : acide β -Indolyl-acétique (AIA), acide α -naphthyl-acétique (ANA), acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) sur la rhizoquénèse de tissus de tubercules de Patate douce, variété "rose" cultivés "in vitro".

T. : Témoin



Conclusions

L'étude de la rhizogénèse confirme la différence de sensibilité des deux variétés de Patate douce utilisées.

Les propriétés excitoformatrices des composés auxiniques sont conformes à ce qui a été observé avec de nombreuses autres espèces végétales. L'ANA est plus rhizogène que l'AIA. L'efficacité du 2,4-D est plus marquée puisqu'elle se révèle pour des concentrations plus faibles. Mais le 2,4-D est aussi plus toxique que l'ANA et l'AIA.

2°- Action conjuguée des facteurs auxiniques et de la kinétine

Nous avons signalé que la prolifération des tissus de Patate douce était stimulée par l'action conjuguée des facteurs auxiniques et de kinétine. Il était intéressant de vérifier si cet effet sur la prolifération cellulaire pouvait se répercuter sur la néoformation des racines et sur le développement de ces organes.

a- Action conjuguée de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) et de la kinétine

Nous avons cultivé les tissus de tubercules des deux variétés ("rose" et "blanche") de Patate douce sur des milieux renfermant différentes doses (10^{-8} , 10^{-7} , 10^{-6} , 10^{-5} g/ml) d'AIA associées à des concentrations variables de kinétine.

α -Action sur la formation des racines

Comme nous l'avons déjà signalé, l'AIA ne permet la rhizogénèse des tissus de la variété "rose" qu'à partir de 10^{-5} g/ml. La présence de kinétine augmente ce pouvoir rhizogène d'autant plus que sa concentration est plus élevée. De plus, la présence de kinétine permet l'obtention de racines en présence de 10^{-6} g/ml d'AIA, dose qui à elle seule est inefficace (figure 11).

L'AIA stimule la rhizogénèse des tissus de la variété "blanche" qui produisait spontanément un petit nombre de racines. Cette action est considérablement renforcée par la présence de kinétine lorsque la quantité d'auxine est supérieure à 10^{-8} g/ml. Cette augmentation est proportionnelle à la dose de kinétine utilisée (figure 12).

Nombre moyen de racines par explantat

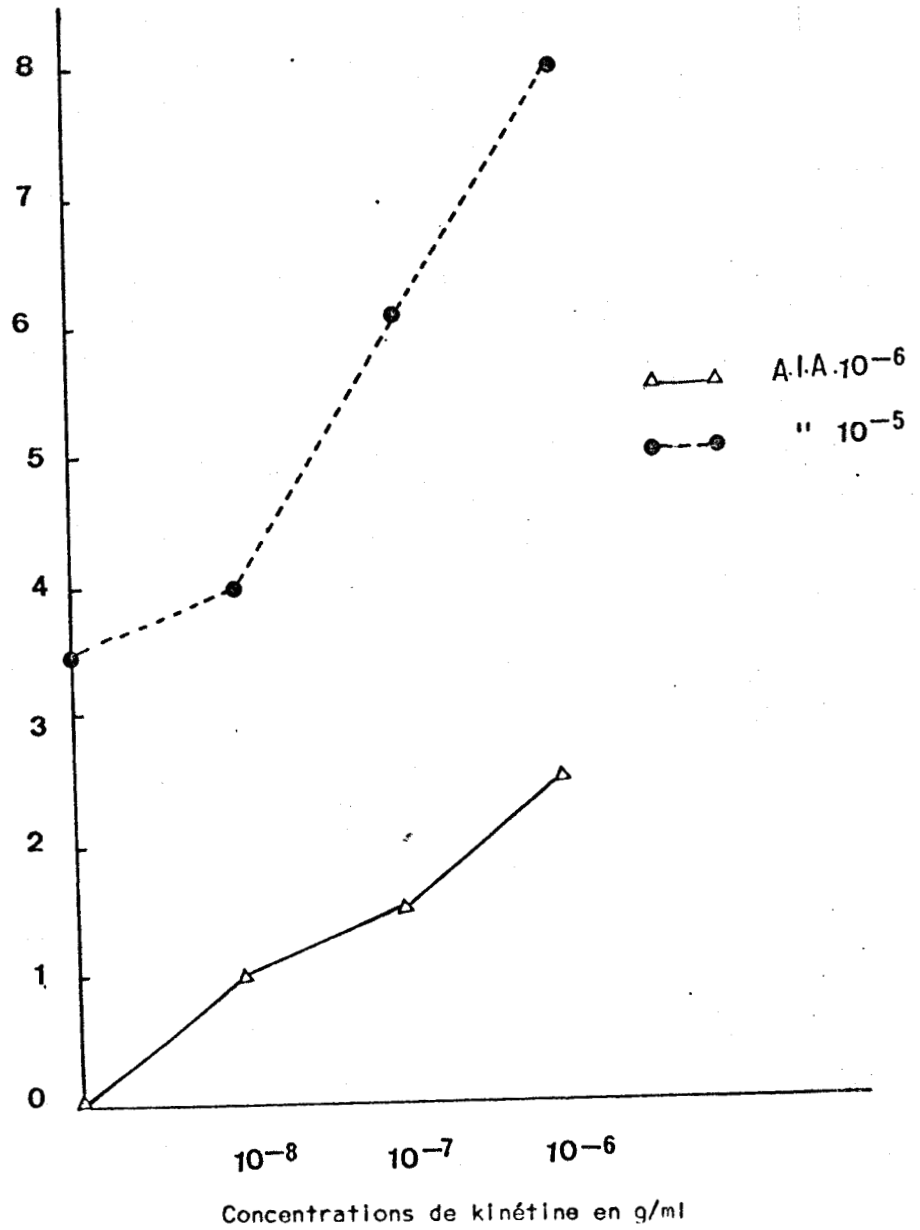


Figure 11 : Action conjuguée de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) et de la kinétine sur la rhizogénèse de fragments de tubercule de Patate douce, variété "rose".



Nombre moyen de racines par explantat

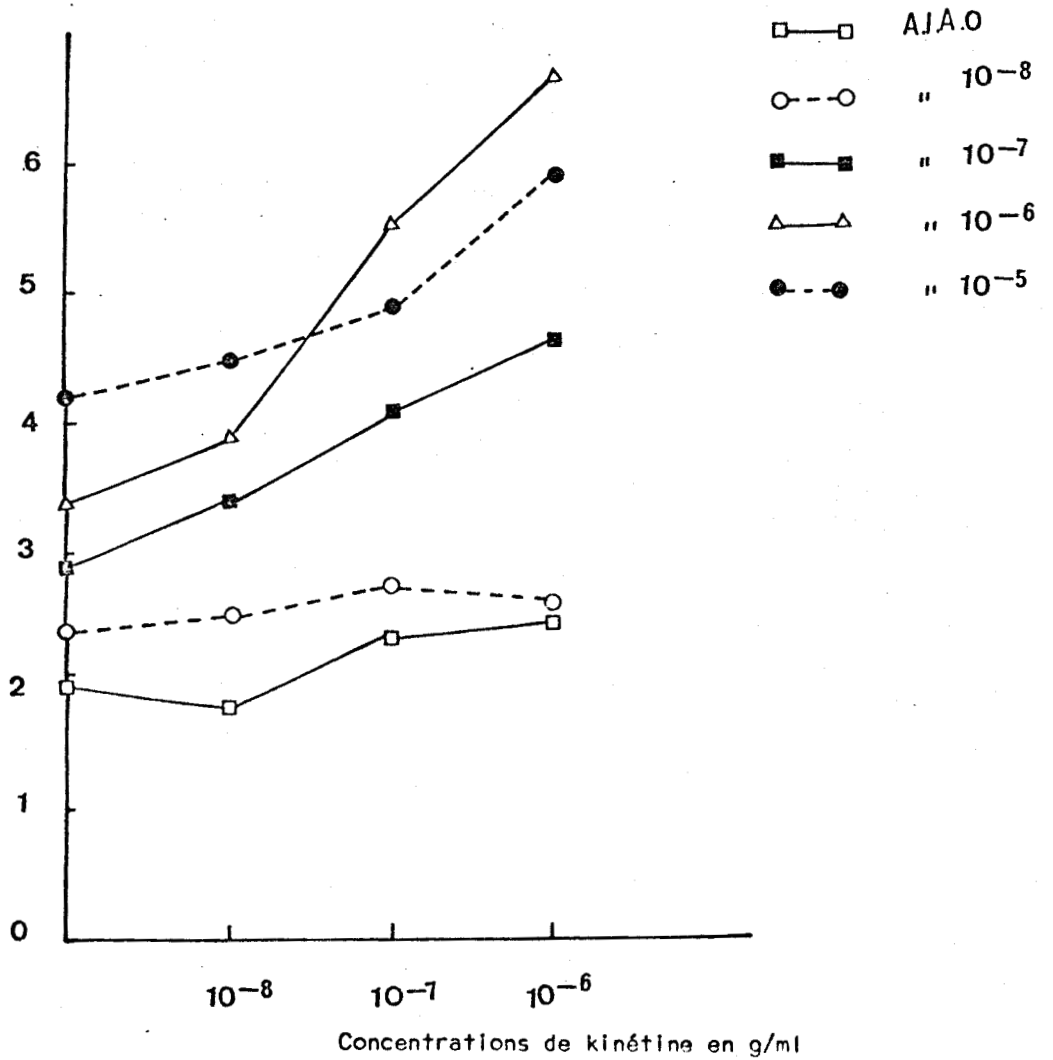


Figure 12 : Action conjuguée de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) et de la kinétine sur la rhizogenèse de fragments de tubercules de Patate douce, variété "blanche".

β Action sur la croissance des racines

Les racines néoformées sont de tailles différentes et sont plus ou moins ramifiées. Nous les avons pesées afin de pouvoir exprimer l'influence des facteurs de croissance sur leur développement en évaluant le poids de matière fraîche ou sèche de ces organes.

Avec les tissus de la variété "rose", la kinétine ne modifie pas la teneur en eau des racines néoformées, mais cette cytokinine influe sur le développement des racines. Son action ne se traduit pas de la même façon selon la dose d'auxine en présence de laquelle elle intervient. Par exemple, la kinétine ne modifie pas la croissance des racines produites par 10^{-5} g/ml d'AIA. Par contre, elle stimule fortement le développement des racines en présence de 10^{-6} g/ml d'AIA, dose qui, à elle seule, n'est pas rhizogène ; l'effet optimal de la kinétine se manifeste pour une dose de l'ordre de 10^{-7} g/ml (figure 13).

Avec les tissus de la variété "blanche" qui est spontanément rhizogène, on constate que si l'auxine augmente le nombre des racines néoformées, elle réduit leur masse ; ce qui traduit le phénomène bien connu de l'inhibition exercée par l'acide β -indolyl-acétique (AIA) sur la croissance des racines.

La kinétine favorise le développement des racines, mais elle exerce d'autant mieux son effet qu'il n'y a pas d'auxine dans le milieu, sinon l'effet stimulant est masqué par l'inhibition de l'AIA (tableau II).

Poids de matière fraîche, en milligrammes (mg) par racine

Concentrations g/ml		AIA				
		0	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}
Kinét.	0	76	67	66	59	55
	10^{-8}	150	68	60	63	57
	10^{-7}	108	65	53	65	58
	10^{-6}	81	69	62	70	68

Tableau II : Action de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) et de la kinétine sur la croissance des racines néoformées par les fragments de tubercules de Patate douce (*Ipomoea batatas*) variété "blanche" cultivés "in vitro".

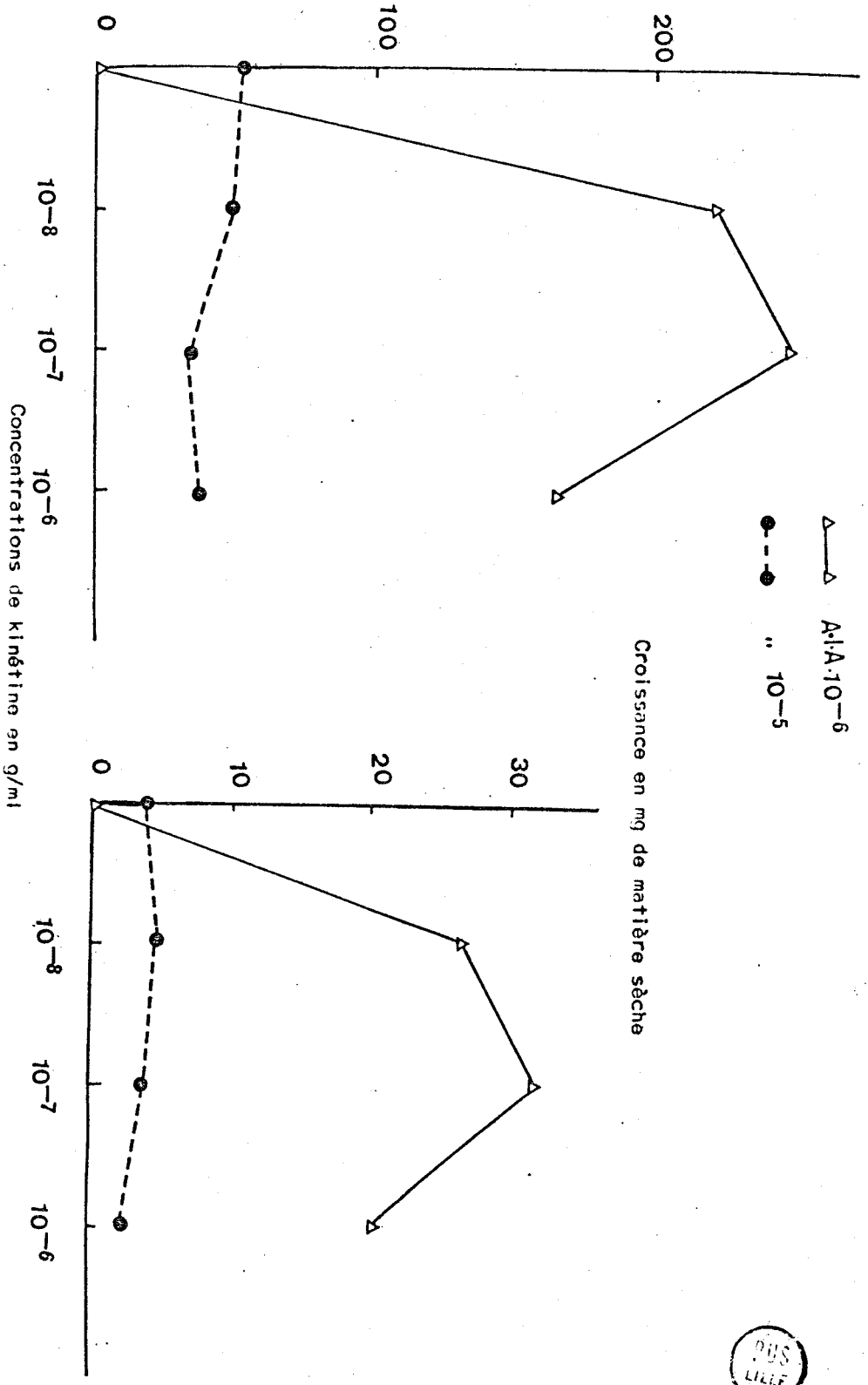


Figure 13 : Action conjuguée de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) et de la Kinétine sur la croissance des racines néoformées par des fragments de tubercules de Patate douce (*Ipomoea batatas*), variété "rose". La croissance est exprimée en mg par racine.



Nombre moyen de racines par explantat

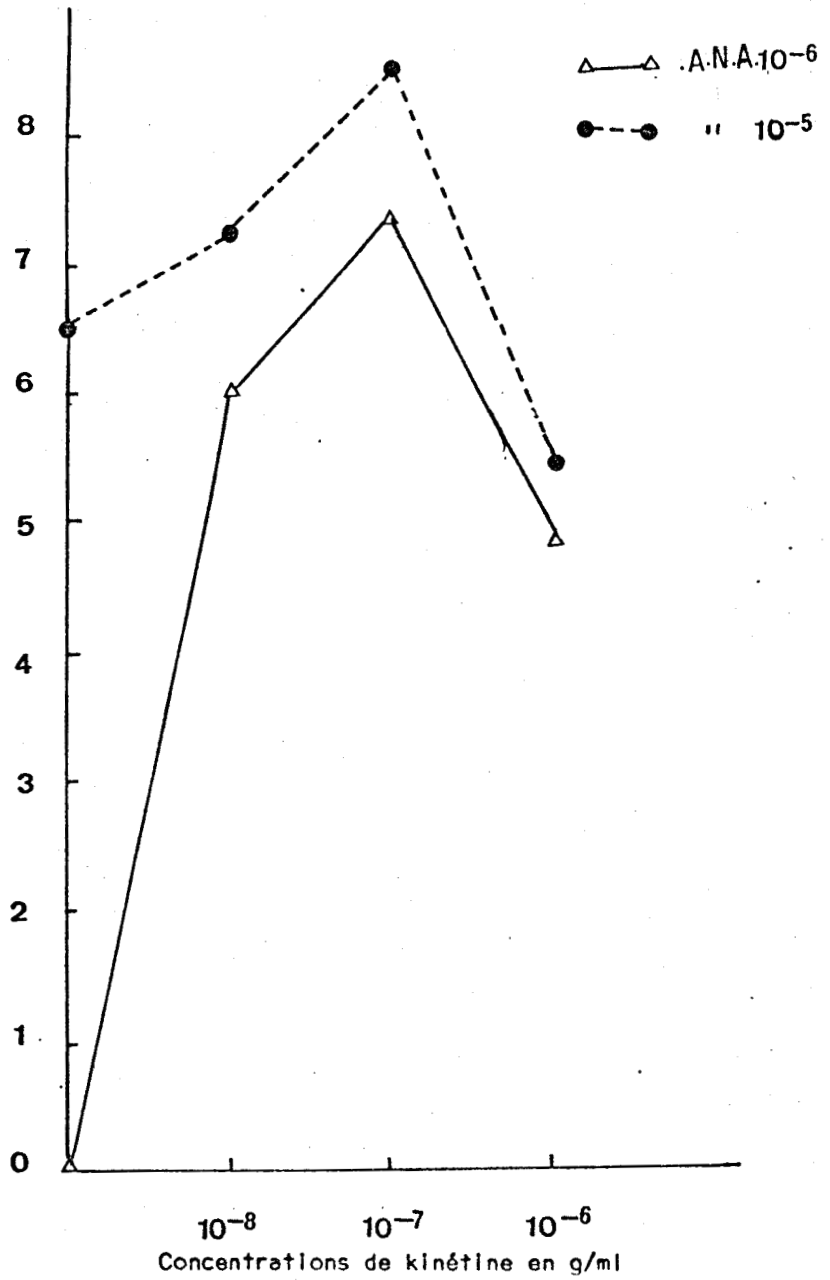


Figure 14 : Action conjuguée de l'acide α -naphthyl-acétique (ANA) et de la kinétine sur la rhizogénèse de fragments de tubercules de Patate douce, variété "rose"

Croissance en mg de matière fraîche

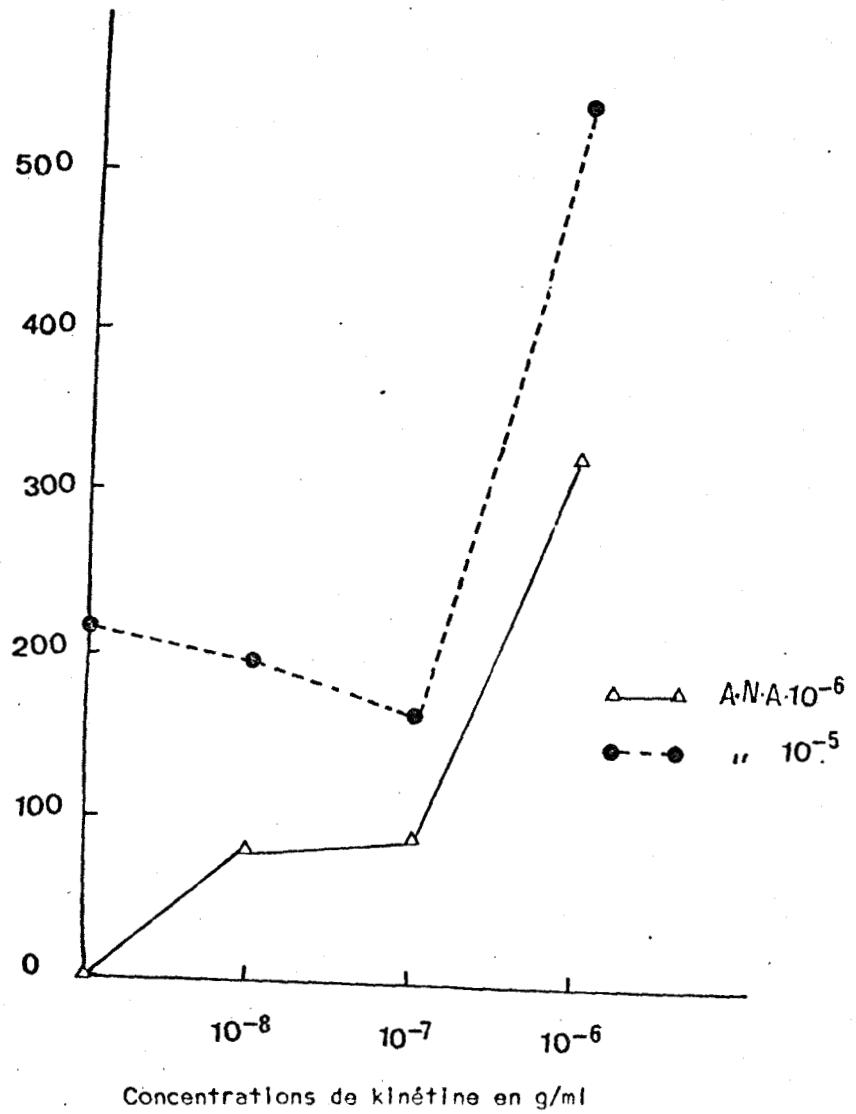


Figure 15 : Action conjuguée de l'acide α -naphtyl-acétique (ANA) et de la kinétine sur la croissance des racines néoformées par des fragments de tubercules de Patate douce, variété "rose". La croissance est exprimée en mg par racine.

Nombre moyen de racines par explantat

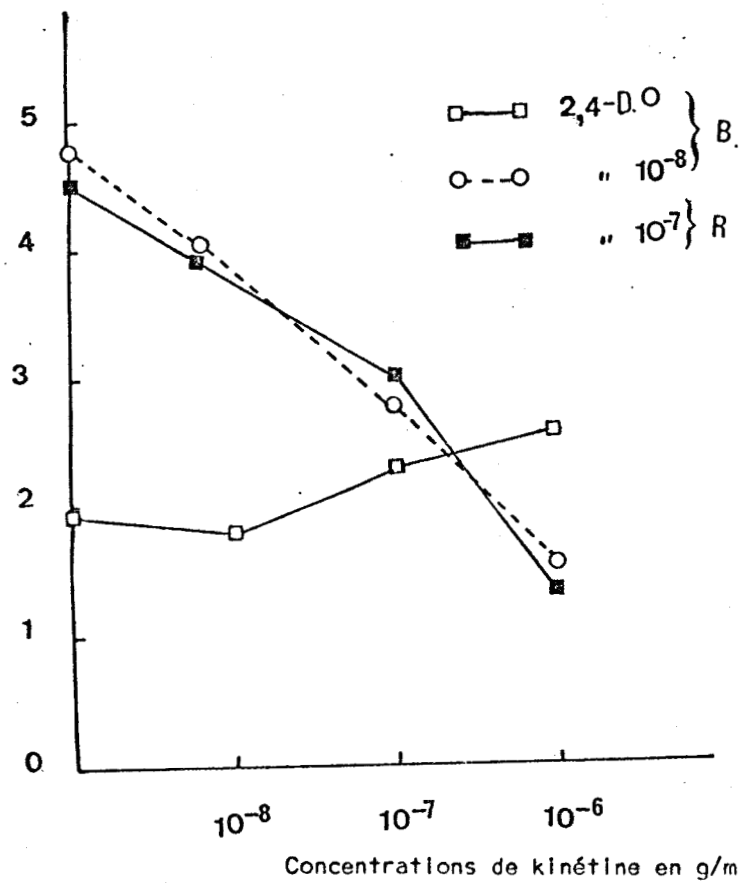


Figure 16 : Action conjuguée de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) et de la kinétine sur la rhizogénèse de fragments de tubercules de Patate douce, variétés "rose" et "blanche".

B : graphiques obtenus avec la variété "blanche" ;

R : graphique obtenu avec la variété "rose".



Croissance en mg de matière fraîche

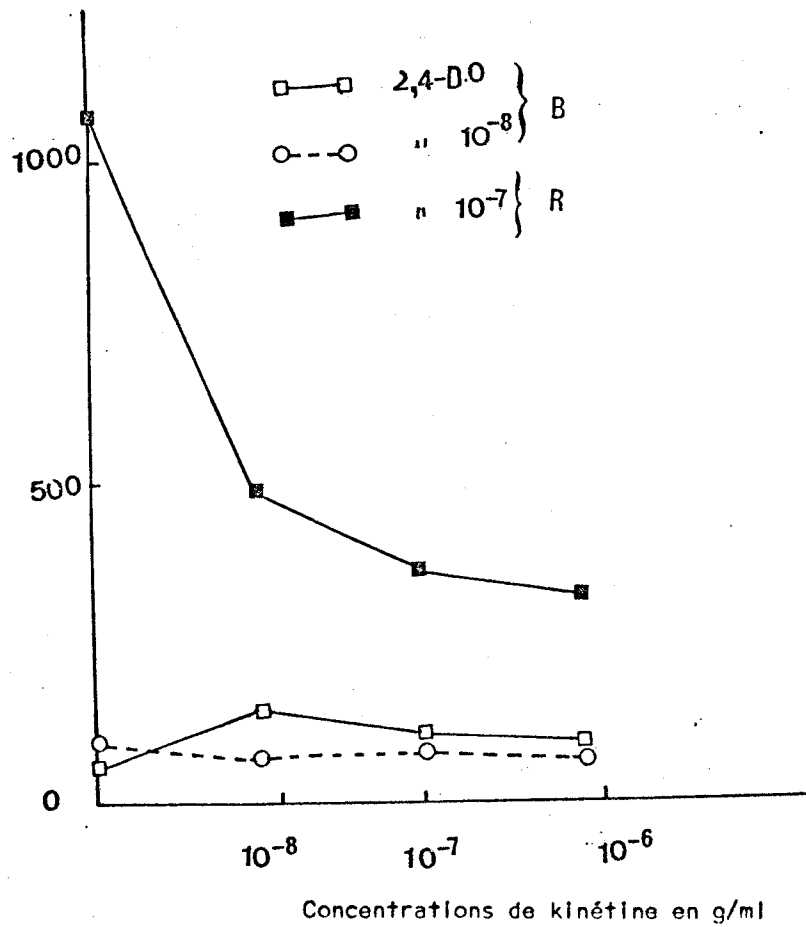


Figure 17 : Action conjuguée de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) et de la kinétine sur la croissance des racines sur des fragments de tubercules de Patate douce, variétés "rose" et "blanche". La croissance est exprimée en mg par racine.

B : graphiques obtenus avec la variété "blanche"

R : graphique obtenu avec la variété "rose".



b- Action conjuguée de l'acide α -naphthyl-acétique (ANA) et de la kinétine sur la néoformation et le développement des racines

Avec la variété "rose", la kinétine augmente l'effet rhizogène d'ANA (10^{-6} g/ml). Son action est optimale à 10^{-7} g/ml.

De plus, la kinétine révèle l'action rhizogène de 10^{-6} g/ml d'ANA, dose qui, à elle seule, ne suffit pas à la néoformation des racines (figure 14); de plus la croissance des racines est stimulée par les fortes doses (10^{-6} g/ml) de kinétine qui ne sont plus efficaces pour l'action rhizogène de l'ANA (figure 15)

c- Action conjuguée de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) et de la kinétine sur la néoformation et le développement des racines

La kinétine seule ne permet pas la rhizogénèse de la variété "rose" qui ne produit pas spontanément de racines. Par contre, elle la stimule légèrement chez la variété "blanche".

Le 2,4-D seul manifeste une action rhizogène chez les deux variétés. Mais son action rhizogène est réduite par la présence de kinétine (figure 16).

Si la kinétine réduit très fortement le nombre des racines néoformées par les tissus de tubercules de la variété "rose" sous l'influence de 2,4-D, elle réduit aussi leur croissance, ce qui est particulièrement net en présence de 10^{-7} g/ml de 2,4-D (figure 17).

La croissance des racines néoformées par les tissus de la variété "blanche" est très limitée, elle ne semble pas influencée par la présence de kinétine dans le milieu de culture (figure 17).

B - CAULOGENESE

Les tissus de tubercules de Patate douce (Ipomoea batatas), cultivés "in vitro" ne produisent pas seulement des cals et des racines. Dans certaines conditions, il y a également néoformation de bourgeons.

Chez la variété "rose", des bourgeons apparaissent sur 25 % des explantats en présence de 10^{-5} g/ml d'AIA et de 10^{-7} g/ml de kinétine.

Avec la variété "blanche", il y a formation de bourgeons en présence d'acide β -indolyl-acétique (AIA) et de kinétine (tableau III), ainsi qu'avec l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) utilisé seul à la dose de 10^{-8} g/ml.

La variété "blanche" est donc plus caulogène que la variété "rose".

Patate douce Variété :	Concentrations en g/ml		% d'explantats portant bourgeons feuillés
	AIA	+ Kinétine	
" blanche "	10^{-7}	+ 10^{-8}	25
	10^{-6}	+ 10^{-8}	26
	10^{-5}	+ 10^{-7}	43
	10^{-5}	+ 10^{-6}	30

Tableau III : Action conjuguée de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) et de la kinétine sur la néoformation de bourgeons par les fragments de tubercules de Patate douce (*Ipomoea batatas* L.) variété "blanche" cultivés "in vitro".

Conclusions générales

1°- Les tissus de tubercules de Patate douce (*Ipomoea batatas* L.), variétés "rose" et "blanche", sont tributaires des facteurs de croissance pour assurer "in vitro" leur prolifération et produire des racines et des bourgeons.

2°- Parmi les facteurs de croissance étudiés, l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) est le plus favorable à la prolifération ; mais à fortes doses, il inhibe totalement l'organogenèse.

Par contre, l'acide β -indolyl-acétique (AIA) et l'acide α -naphtyl-acétique (ANA) stimulent la rhizogenèse à fortes doses et leur pouvoir organogène est renforcé par la kinétine.

DEUXIEME PARTIE

CULTURE DES FRAGMENTS DE TIGES DE PATATE DOUCE (*Ipomea batatas* L

"IN VITRO"

Les résultats précédents étaient obtenus à partir de tissus de réserves prélevés sur des tubercules dormants. Ils nécessitaient l'apport de facteurs de croissance pour manifester une certaine organogénèse.

Nous nous sommes demandé quel serait le comportement de fragments de tiges (entrenoeuds et noeuds) dont les réserves sont limitées mais dont l'activité "in situ" est plus grande que celle des tubercules.

I ENTRENOEUDS

A - PHENOMENES D'ORGANOGENESE MANIFESTES PAR LES FRAGMENTS D'ENTRENOEUDS CULTIVES DANS LE SENS NORMAL

Les fragments d'entrenoeuds de Patate douce : variétés "rose" et "blanche" ont été ensemencés dans le sens normal c'est-à-dire l'extrémité radiculaire plongeant dans le milieu de culture constitué de la solution minérale de HELLER gélosée et additionnée de 3 % de glucose.

L'extrémité radiculaire des explantats prolifère dans le milieu nutritif, forme un cal et des racines mais ne forme pas de bourgeon.

Le nombre moyen de racines néoformées étant faible, nous nous sommes demandé si la présence de facteurs auxiniques et de kinétine ne serait pas susceptible de stimuler la rhizogénèse et de provoquer le bourgeonnement.

1°- Néoformation de racines

a- Action de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) et de la kinétine

L'AIA stimule la rhizogénèse, des fragments d'entrenoeuds, qui augmente régulièrement avec la dose utilisée. Les résultats obtenus avec les tissus des variétés "rose" ou "blanche" sont assez comparables (tableaux IV et V).

La kinétine renforce assez nettement l'action de l'AIA. Elle

Nombre moyen de racines par explantat

Concentrations g/ml		AIA				
		0	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}
Kinét.	0	1,10	3,69	4,33	4,62	5,11
	10^{-8}	2,50	3,81	4,00	4,73	6,16
	10^{-7}	2,88	3,36	4,60	5,20	6,75
	10^{-6}	3,75	4,28	6,50	5,04	5,84

Tableau IV : Action conjuguée de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) et de la kinétine sur la rhizogenèse de fragments d'entrenoëuds de Patate douce (variété "rose") cultivés "in vitro" en sens normal sur le milieu de HELLER.

Nombre moyen de racines par explantat

Concentrations g/ml		AIA				
		0	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}
Kinét.	0	1,42	3,93	4,28	5,50	6,10
	10^{-8}	3,55	3,84	4,43	5,66	6,43
	10^{-7}	2,95	3,98	4,75	6,25	6,54
	10^{-6}	2,66	4,26	5,28	6,85	6,98

Tableau V : Action de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) et de la kinétine sur la rhizogenèse de fragments d'entrenoëuds de Patate douce (variété "blanche") cultivés "in vitro" en sens normal sur le milieu de HELLER.

a d'ailleurs à elle seule une certaine action rhizogène qui résulte sans doute de son influence sur la prolifération cellulaire.

b- Action de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) et de la kinétine

La présence de 2,4-D et de kinétine est favorable à la prolifération du cal qui apparaît à l'extrémité radiculaire des explantats.

Le 2,4-D stimule la rhizogenèse des fragments d'entre-nœuds de tiges de Patate douce. Son influence augmente régulièrement avec la dose utilisée (jusqu'à 10^{-7} g/ml) avec les tissus de la variété "rose" alors qu'avec les tissus de la variété "blanche" l'effet optimal qui est d'ailleurs plus important s'observe pour des doses plus faibles (10^{-8} g/ml) (tableaux VI et VII).

Nombre moyen de racines par explantat

Concentrations g/ml		2,4-D			
		0	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}
Kinét.	0	1,18	1,34	3,75	4,37
	10^{-9}	1,50	1,63	5,25	5,88
	10^{-8}	2,65	2,97	5,50	5,83
	10^{-7}	2,84	3,15	6,83	8,60
	10^{-6}	3,81	3,10	4,16	8,27

Tableau VI : Action de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) et de la kinétine sur la rhizogenèse manifestée par les fragments d'entre-nœuds de Patate douce (variété "rose") cultivés "in vitro" en sens normal sur le milieu de HELLER.

Nombre moyen de racines par explantat

Concentrations g/ml		2,4-D			
		0	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}
Kinét.	0	1,53	2,40	6,09	2,24
	10^{-9}	3,00	3,70	7,15	2,13
	10^{-8}	3,50	5,60	6,28	2,08
	10^{-7}	2,85	4,00	3,65	1,85
	10^{-6}	2,48	2,52	2,33	1,54

Tableau VII : *Action de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) et de la kinétine sur la rhizogenèse manifestée par les fragments d'entre-nœuds de Patate (variété "blanche") cultivés "in vitro" en sens normal sur le milieu de HELLER.*

La kinétine exalte les propriétés rhizogènes du 2,4-D. Ceci est particulièrement net avec les tissus de la variété "rose" mais plus nuancé avec ceux de la variété "blanche" qui étant plus sensibles subissent plus facilement l'effet toxique des fortes concentrations. La kinétine ne réduit pas la toxicité du 2,4-D (tableaux VI et VII).

2°- Bourgeonnement

Les fragments d'entre-nœuds de tiges de Patate douce cultivés dans le sens normal ne régénèrent que rarement des bourgeons. Il n'en produisent pas sur le milieu de base. Nous avons pu néanmoins en observer sur des explantats prélevés sur des tiges de la variété "rose" cultivés en présence de kinétine et de 10^{-8} g/ml de 2,4-D. Ces bourgeons se forment uniquement sur les cals qui apparaissent à la partie basale des explantats, c'est-à-dire dans le milieu de culture dont on connaît par ailleurs l'effet défavorable à l'égard de la caulogénèse. Le pourcentage d'explantats capables de produire des bourgeons reste faible, même si la kinétine augmente leur nombre. Quel que soit ce pourcentage, le nombre

moyen de bourgeons par explantat est toujours très limité (tableau VIII).

Concentrations g/ml		Kinétine					Résultats
		0	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	
2,4D	0	0	18	15	14	13	Pourcentage d'explantats portant bourgeons
	10^{-8}	14	19	21	30	19	
	0	0	1,05	1,10	1,00	1,00	Nombre moyen de bourgeons/explantat
	10^{-8}	1,00	1,20	1,40	1,00	1,00	

Tableau VIII : Action de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique 2,4-D et de la kinétine sur les phénomènes de caulogénèse manifestés par les fragments d'entre-noeuds de Patate douce (variété "rose") cultivés "in vitro" en sens normal sur le milieu de HELLER.

B - ETUDE DE LA MANIFESTATION DES PHENOMENES DE CALLOGENESE ET D'ORGANOGENESE CHEZ LES FRAGMENTS D'ENTRENOEUDS DE PATATE DOUCE (*Ipomoea batatas* L.) CULTIVES "IN VITRO" DANS LE SENS INVERSE

L'ensemencement des explantats dans le sens normal pourrait empêcher leur polarité de s'exprimer librement et générerait éventuellement la manifestation des phénomènes d'organogénèse.

De plus, l'apparition de bourgeons dans le milieu aqueux n'était pas favorable à leur développement. Aussi avons-nous réalisé des ensemencements en sens inverse de telle sorte que l'extrémité apicale des explantats plonge dans le milieu de culture.

Des fragments d'entre-noeuds prélevés sur des tiges de Patate douce des variétés "rose" ou "blanche" ont été cultivés sur la solution minérale de

HELLER gélosée, additionnée de 3 % de glucose. Ils forment un petit cal dans la région radiculaire des fragments maintenus hors du milieu de culture. Ils sont capables de néoformer quelques racines, mais sur ce milieu de base ils ne régénèrent pas de bourgeons.

- Callogenèse

La prolifération du cal sur le milieu de base étant faible, nous y avons ajouté des substances de croissance.

1° - Action des substances de croissance

Nous avons étudié l'influence de l'auxine, acide β -indolyl-acétique (AIA) et de deux substances auxinomimétiques : acide α -naphtyl-acétique (ANA) et acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) à des doses comprises entre 10^{-9} et 10^{-5} g/ml.

Les cellules du parenchyme cortical externe se multiplient pour former une sorte de zone génératrice sous-épidermique qui prolifère pour donner un cal parenchymateux, granuleux, compact et chlorophyllien à croissance lente pouvant se former soit à l'extrémité racinaire soit à la partie foliaire des explantats. Ces néoformations ont été prélevées et pesées. Le poids de substance fraîche et celui de matière sèche permet d'exprimer l'importance de la prolifération cellulaire. Les résultats concernant les trois facteurs de croissance sont rassemblés dans la figure 18 pour la variété "rose" et dans la figure 19 pour la variété "blanche".

Pour la variété "rose", un apport d'AIA permet d'obtenir davantage de tissus néoformés. La stimulation est optimale en présence de 10^{-6} g/ml d'AIA, mais elle reste faible.

L'ANA exerce une action stimulante dès la dose 10^{-9} g/ml ; elle est optimale à 10^{-6} g/ml (figure 18).

Des trois substances de croissance utilisées, c'est le 2,4-D qui stimule le plus la prolifération cellulaire. Cette stimulation a lieu à dose faible puisqu'elle est maximale à 10^{-8} g/ml, concentration pour laquelle le poids des cals a plus que triplé par rapport aux témoins. Notons néanmoins qu'à dose élevée le 2,4-D est toxique et qu'à 10^{-6} g/ml par exemple il inhibe totalement la formation du cal (figure 18).

Pour la variété "blanche", l'AIA ne stimule que très faiblement à 10^{-8} g/ml la prolifération cellulaire des entrenœuds de tiges et aux

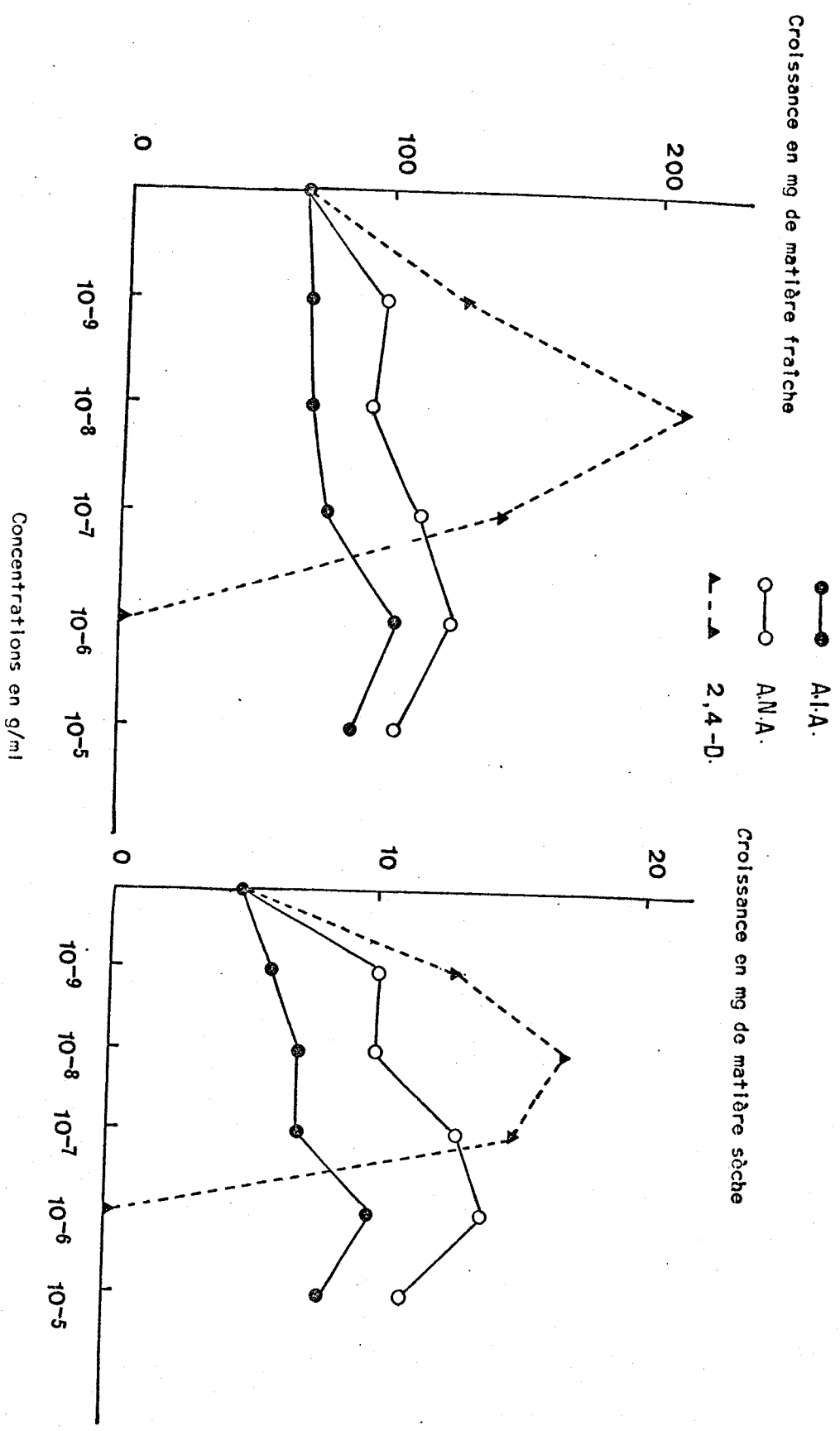


Figure 18 : Action comparée desfacteurs auxiniques:acide β -Indolyl-acétique (AIA), acide α -naphthyl-acétique (ANA), acide 2,4-dichlorophenoxy-acétique (2,4-D) sur la callogénèse de fragments d'entre-nœuds de Patate douce, variété "Rose" ensemencés en sens Inverse.

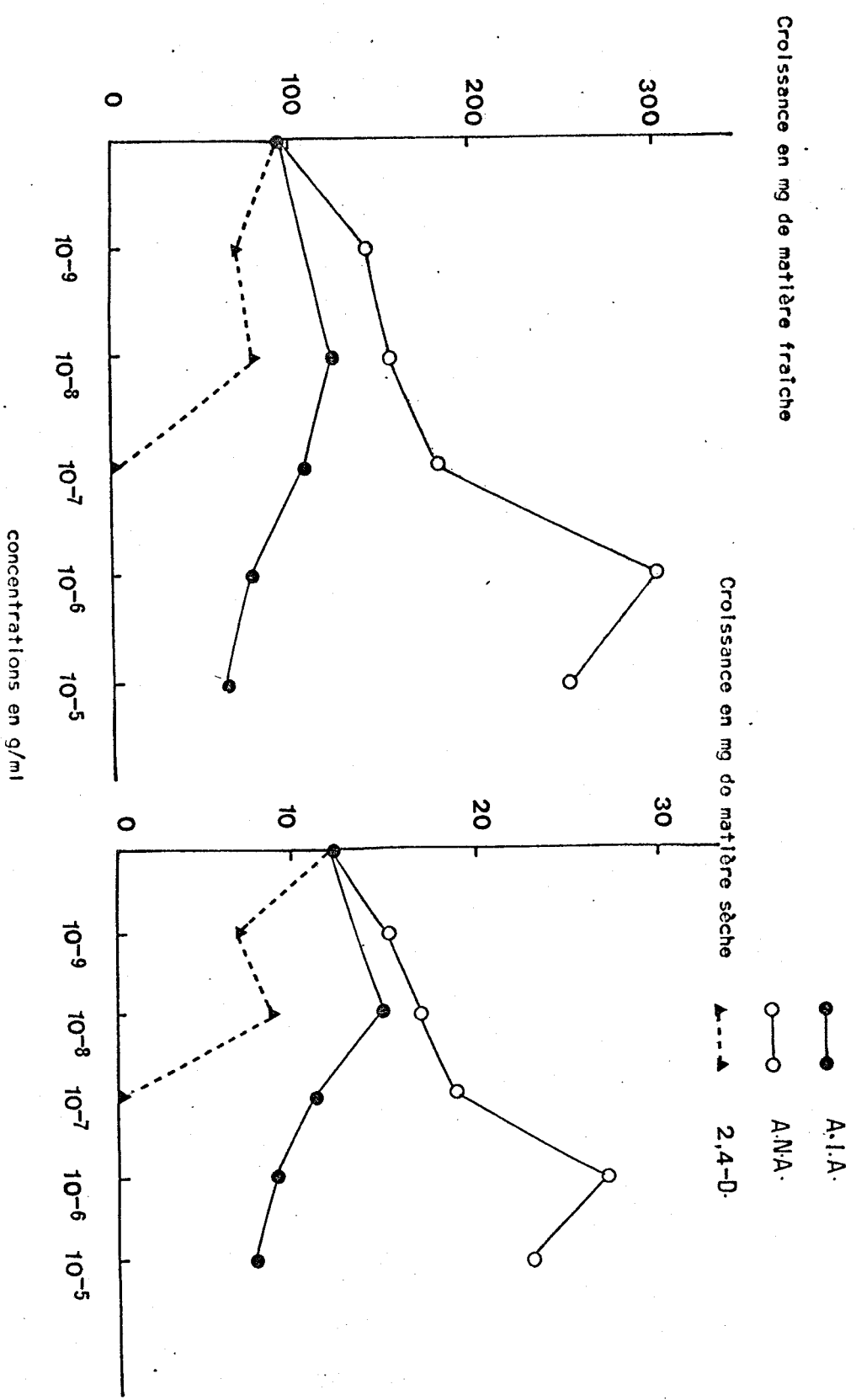


Figure 19 : Action comparée des facteurs auxiniques : acide β -indolyl-acétique (A.I.A.), acide α -naphthyl-acétique (A.N.A.), acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) sur la callogénèse de fragments d'entredeux de Patate douce, variété "blanche", ensemencés en sens inverse.

concentrations supérieures son effet est plutôt défavorable à la prolifération du cal (figure 19).

Le 2,4-D joue un rôle exclusivement inhibiteur. Il supprime tout à fait la callogenèse dès la dose de 10^{-7} g/ml (figure 19).

Seul l'ANA stimule fortement la prolifération cellulaire de ces tissus. Son action s'exerce dès la dose de 10^{-9} g/ml et les valeurs optimales sont observées pour 10^{-6} g/ml (figure 19).

Conclusion

Sur la prolifération des entrenoeuds de tiges des deux variétés de Patate douce (*Ipomoea batatas* L.) étudiées, l'AIA n'a qu'un effet très limité ; le 2,4-D même s'il facilite à 10^{-8} g/ml le développement des cals sur les tiges de la variété "rose", manifeste surtout une action toxique ; seul l'ANA stimule fortement la croissance du cal.

2°- Action conjuguée des substances de croissance

Depuis les travaux de SKOOG et de ses collaborateurs en 1956, on sait que la présence dans les milieux de culture d'auxine et de cytokinine permet la prolifération de tissus qui sont inertes sur les milieux dépourvus de facteurs de croissance.

On sait aussi que des facteurs auxiniques tels que l'ANA ou le 2,4-D agissent en synergie avec la kinétine pour permettre la prolifération des fragments de tiges d'Asperge (*Asparagus officinalis* L.) par exemple (HUNAUULT G., 63).

Nous avons donc cultivé les fragments d'entrenoeuds de tiges de Patate douce (*Ipomoea batatas*) en présence des deux catégories de substances de division cellulaire.

Des quantités croissantes de kinétine ont été introduites dans des milieux contenant différentes concentrations d'AIA, d'ANA ou de 2,4-D.

Pour les deux variétés, la kinétine employée seule accroît progressivement le poids de substance fraîche et de matière sèche des cals. Son action est particulièrement importante à 10^{-6} g/ml.

a- Action conjuguée de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) et de la kinétine

Lorsque les tissus de la variété "rose" sont cultivés à la fois en présence d'AIA et de kinétine, la kinétine facilite l'action de l'auxine ; ceci est particulièrement net en présence de la dose optimale d'AIA (10^{-6} g/ml). Mais l'auxine réduit l'effet de la kinétine aux fortes doses (10^{-6} g/ml) et cette réduction devient totale en présence de 10^{-5} g/ml d'AIA (figure 20).

Avec les tissus de la variété "blanche", les résultats sont comparables à ceux obtenus avec la variété "rose". Les différences résultent des différences de sensibilité des deux variétés.

On constate aussi que les faibles doses d'auxine (10^{-8} , 10^{-7} g/ml) augmentent l'effet de la kinétine à faible dose (10^{-7} g/ml) mais réduisent parfois considérablement celui des fortes doses (10^{-6} g/ml). L'AIA est donc un synergiste de la kinétine (figure 21).

b- Action conjuguée de l'acide α -naphthyl-acétique (ANA) et de la kinétine

Les résultats obtenus lorsque l'ANA remplace l'AIA dans le milieu de culture corroborent ceux résumés précédemment. La kinétine augmente l'efficacité du facteur auxinique et l'ANA exalte les propriétés excitoformatrices des faibles doses de kinétine. Mais en présence de 10^{-6} g/ml de kinétine, on constate que même pour une croissance pondérale à peu près identique avec les deux variétés utilisées, les tissus de la variété "rose" sont plus sensibles aux facteurs de croissance que ceux de la variété "blanche" puisque dans le cas de la variété "blanche", l'effet de la concentration optimale n'est que peu modifié par la présence d'ANA ; tandis que cette même concentration de kinétine est certainement supraoptimale pour la variété "rose" (figures 22 et 23). Ses effets stimulants sont fortement réduits par l'adjonction d'ANA.

c- Action conjuguée de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) et de la kinétine

Avec les tissus de tiges de la variété "rose" l'action conjuguée du 2,4-D et de la kinétine se révèle très favorable au développement du cal néoformé "in vitro" à l'extrémité foliaire ou racinaire des explantats (figure 24).

Non seulement la kinétine augmente les propriétés excitoformatrices du 2,4-D mais encore à elle seule elle exalte fortement la prolifération cellulaire.

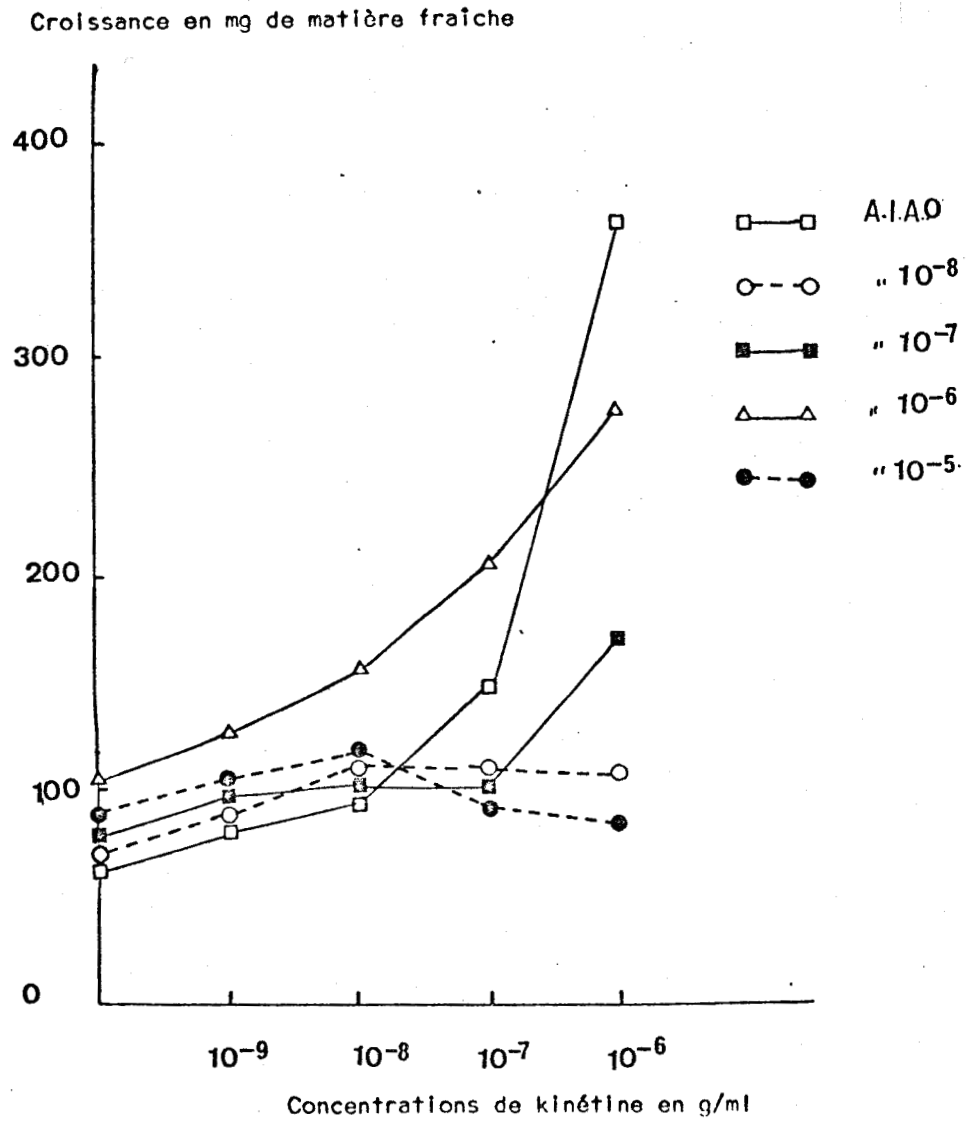


Figure 20 : Action conjuguée de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) et de la kinétine sur la callonénèse de fragments d'entrenoeds de Patate douce (*Ipomoea batatas* L) variété "rose", ensemencés en sens inver



Croissance en mg de matière fraîche

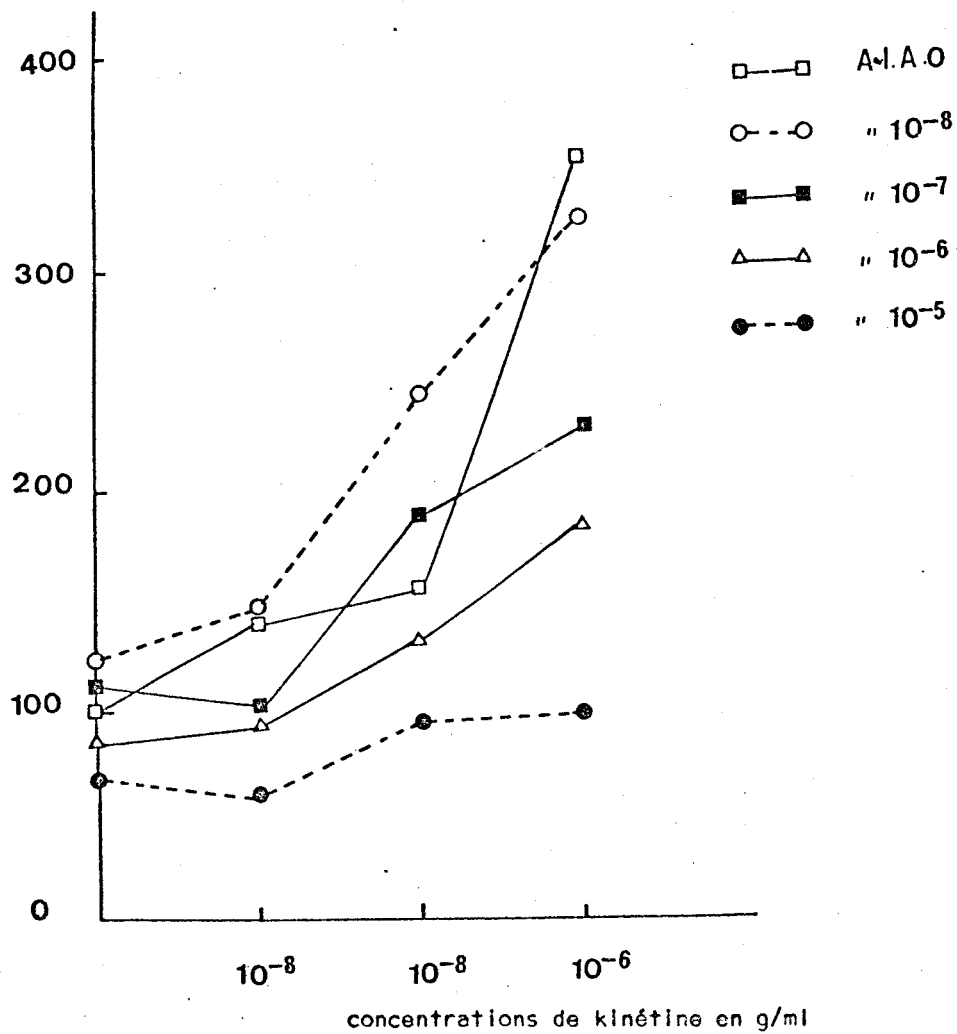


Figure 21 : Action conjuguée de l'acide β -Indolyli-acétique (AIA) et de la kinétine, sur la callogenèse de fragments d'entre-nœuds de Patate douce, variété "blanche" ensemencés en sens inverse.

Croissance en mg de matière fraîche

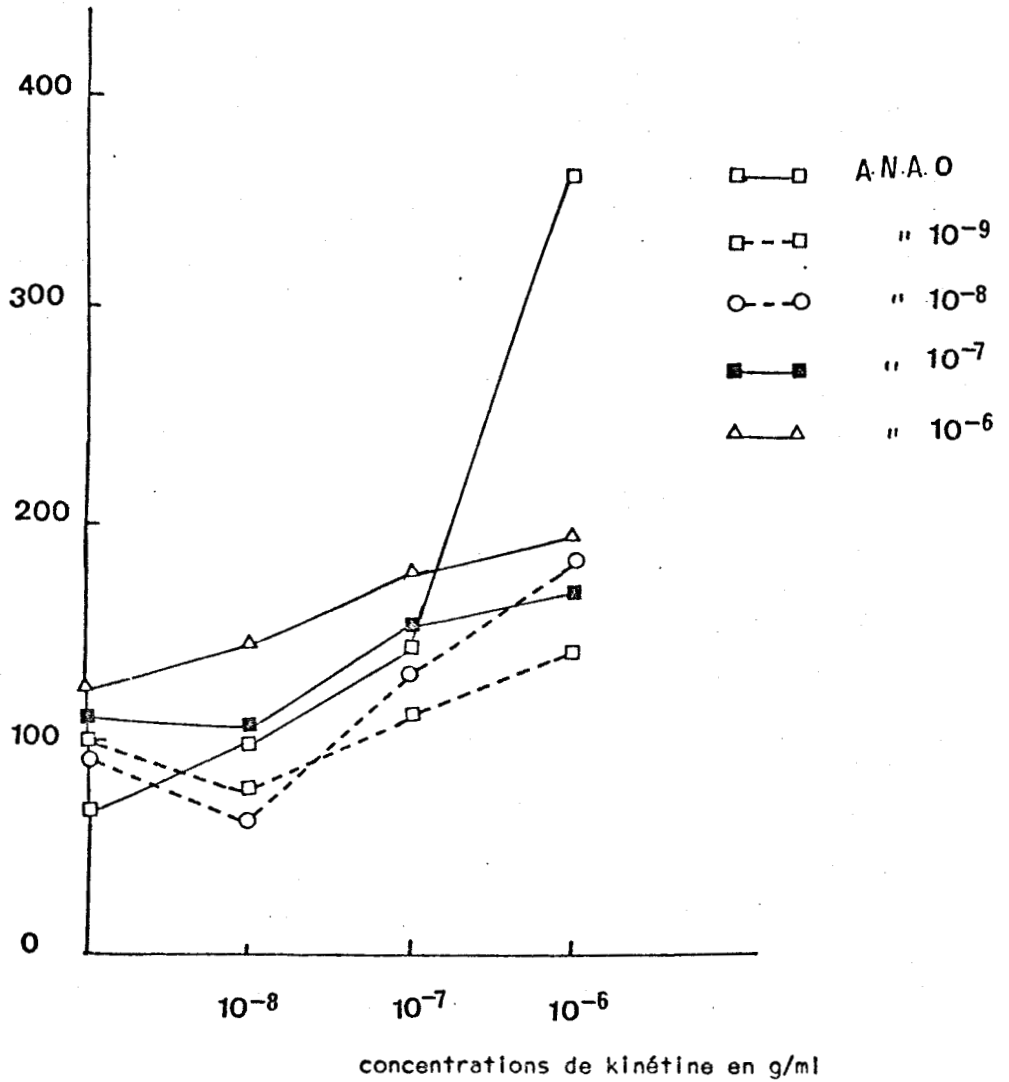


Figure 22 : Action conjuguée de l'acide α -naphtyl-acétique (ANA) et de la kinétine sur la callogenèse de fragments d'entre-nœuds de Patate douce, variété "rose" ensemencés en sens inverse.



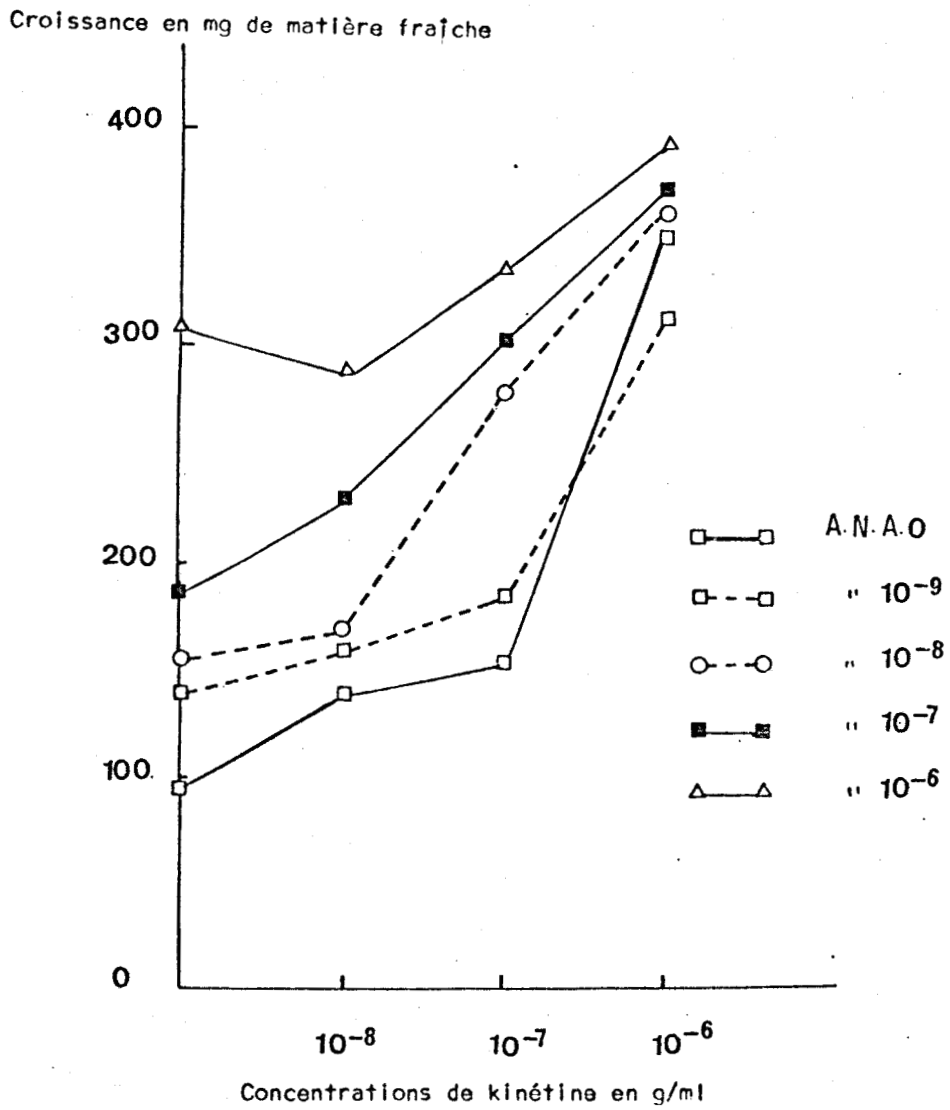


Figure 23 : Action conjuguée de l'acide α -naphtyl-acétique (ANA) et de la kinétine sur la callonèse de fragments d'entrenoëuds de Patate douce (*Ipomoea batatas* L.) variété "blanche", ensemencés en sens inverse.

Croissance en mg de matière fraîche

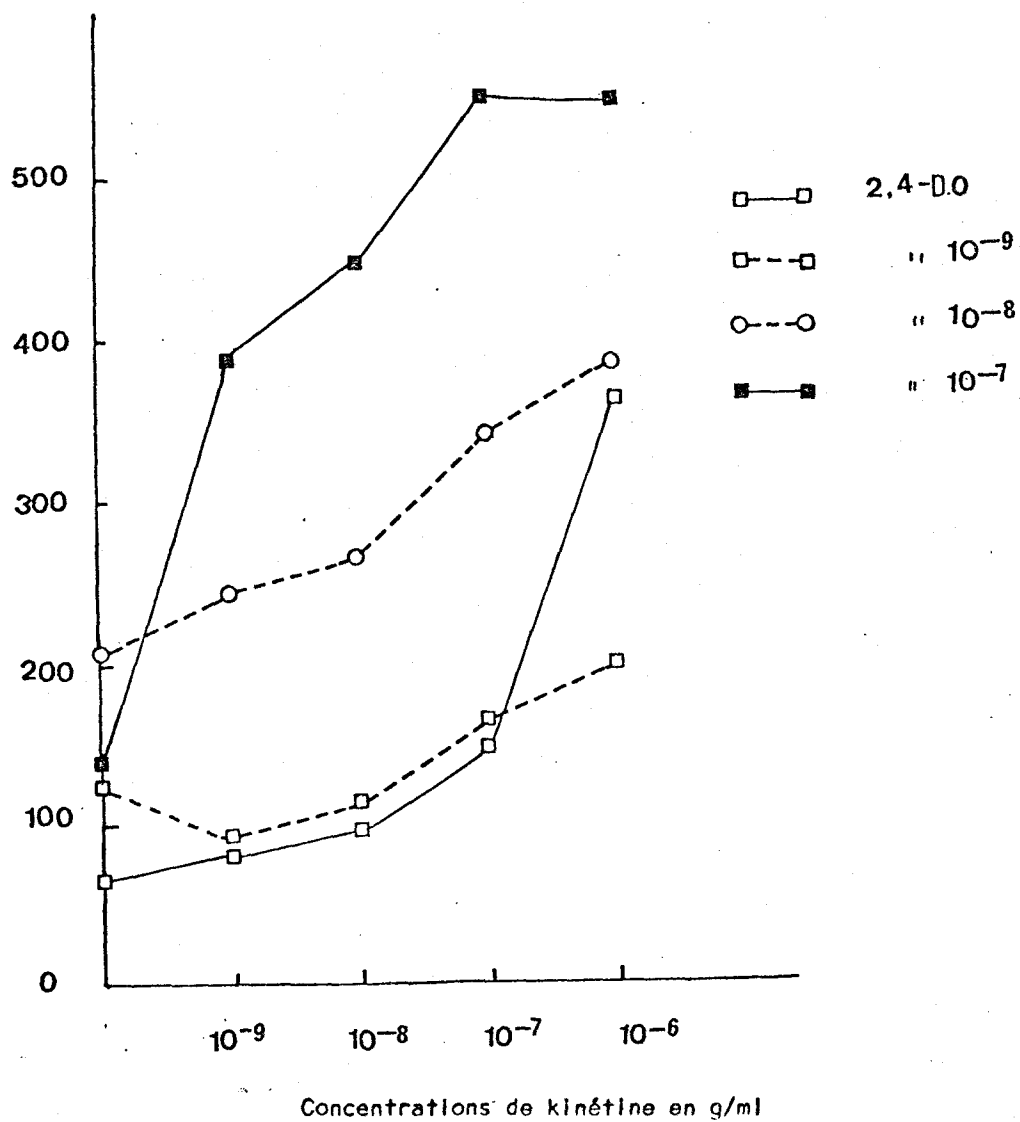


Figure 24 : Action conjuguée de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) et de la kinétine sur la callogenèse de fragments d'entre-nœuds de Patate douce, variété "rose", ensemencés en sens inverse.



Par contre, avec les tissus de la variété "blanche" même si le 2,4-D stimule très légèrement la prolifération cellulaire en présence des doses très faibles de kinétine (10^{-9} g/ml), son action se traduit essentiellement à 10^{-9} et 10^{-8} g/ml par la suppression des propriétés stimulantes de la kinétine (figure 25).

- Organogenèse

Les fragments d'entre-nœuds de Patate douce (*Ipomoea batatas* L.) cultivés "in vitro" ne forment pas seulement un cal, mais ils sont aussi organogènes. Dans certaines conditions, ils produisent des racines et des bourgeons évoluant en plantules feuillées.

Nous avons voulu préciser ces phénomènes d'organogenèse.

A - Rhizogenèse

a- Action des facteurs auxiniques

C'est après que les entre-nœuds ont élaboré un cal que les phénomènes de rhizogenèse se manifestent.

Les racines néoformées apparaissent généralement autour du cal, à l'extrémité radiculaire située en dehors du milieu de culture.

On en observe plus rarement à la face foliaire. Certaines se développent dans le milieu de culture et manifestent un géotropisme positif. D'autres croissent aussi en dehors du milieu. Leur géotropisme négatif pourrait être lié à la modification des corrélations hormonales provoquée par la présence de facteurs phytohormonaux dans le milieu de culture.

A la fin de la culture, les racines ont été dénombrées et leur nombre moyen par explantat a été calculé. Les résultats concernant la variété "rose" sont consignés dans la figure 26 et ceux de la variété "blanche" dans la figure 27.

Les facteurs auxiniques stimulent la rhizogenèse manifestée par les fragments de tiges de la variété "rose".

L'acide β -indolyl-acétique (AIA) n'est vraiment efficace que pour des concentrations supérieures à 10^{-7} g/ml. Le seuil d'activité de l'acide α -naphthyl-acétique (ANA) s'observe pour des concentrations beaucoup plus faibles puisque déjà à 10^{-9} g/ml, ce composé augmente le nombre des racines néoformées. Cependant son action maximale ne dépasse pas celle de l'AIA (figure 26).

Croissance en mg de matière fraîche

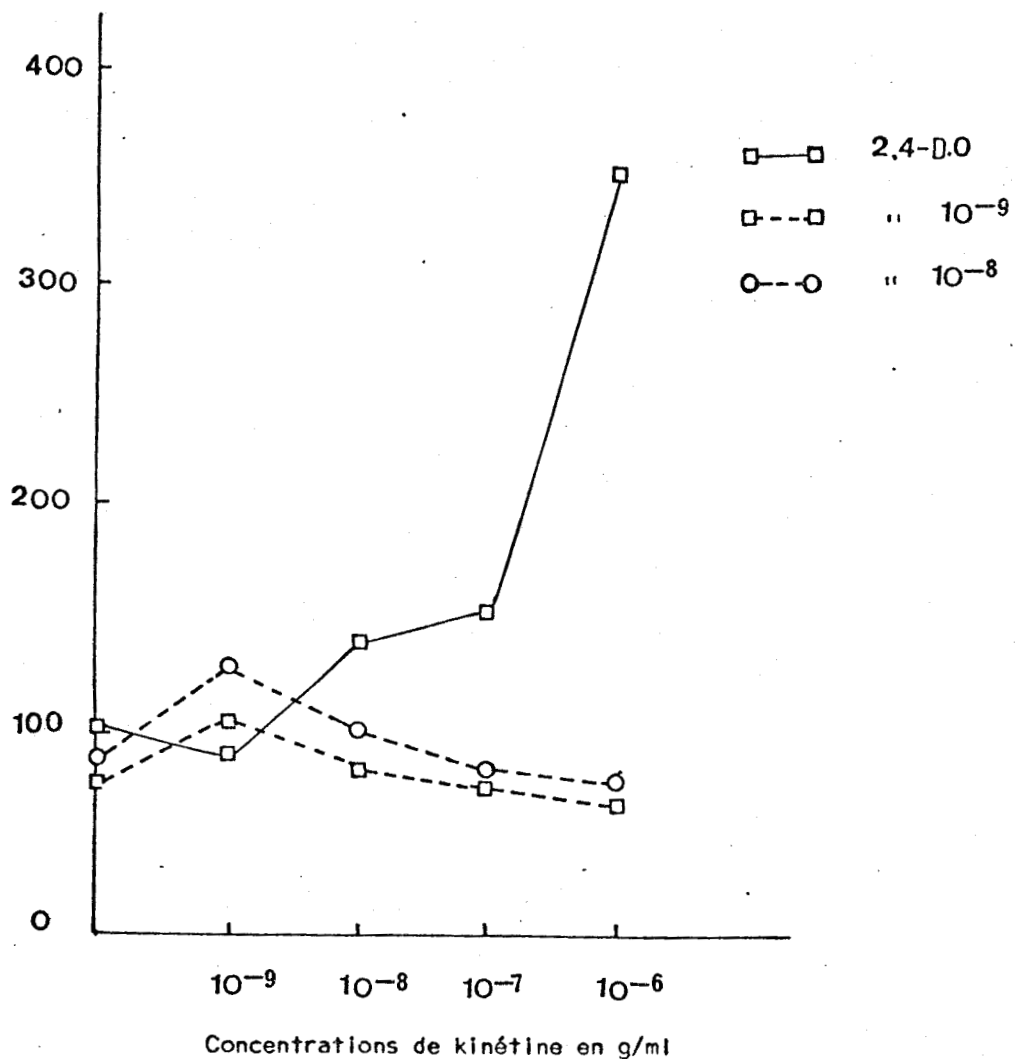


Figure 25 : Action conjuguée de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) et de la kinétine sur la callogenèse de fragments d'entrenoeds de Patate douce, variété "blanche" ensemencés en sens inverse.



Nombre moyen de racines par explantat

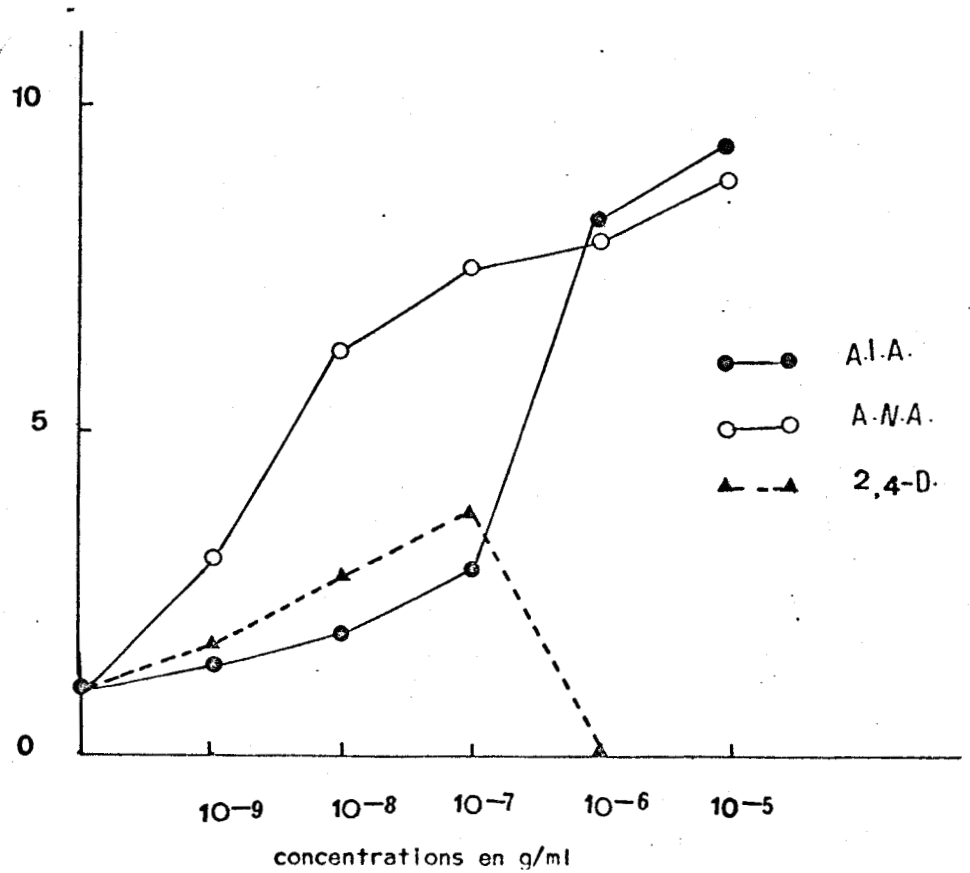


Figure 26 : Action comparée des facteurs auxiniques : acide β -indolyl acétique (AIA), acide α -naphtyl-acétique (ANA), acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) sur la rhizogénèse de fragments de Patate douce, variété "rose", ensemencés en sens inverse.

Nombre moyen de racines par explantat

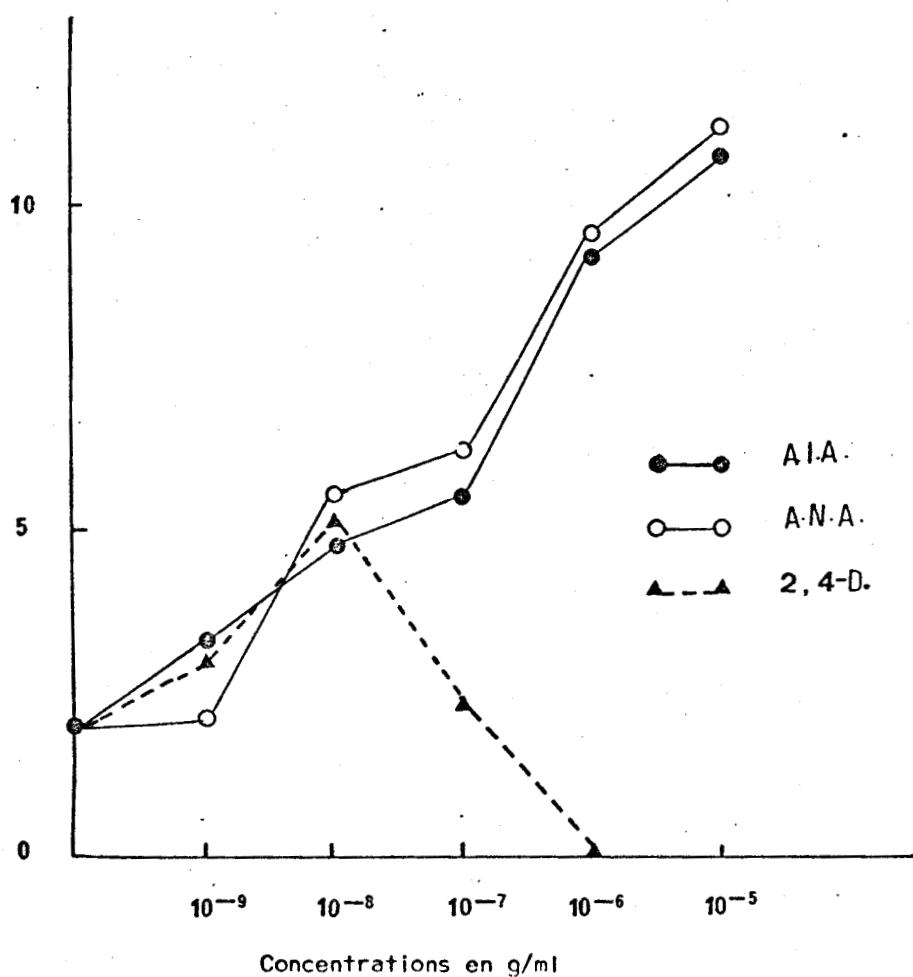


Figure 27 : Action comparée des facteurs auxiniques : acide β -indolyl-acétique (ANA), acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) sur la rhizogénèse des fragments d'entre-nœuds de Patate douce, variété "blanche", ensemencés en sens inverse.



L'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) stimule légèrement la rhizogenèse aux faibles doses ; cette stimulation est comparable à celle manifestée par l'AIA pour les mêmes concentrations, mais quand la dose est supérieure à 10^{-7} g/ml, le 2,4-D devient toxique (figure 26).

Avec les tissus de la variété "blanche", les résultats sont comparables. Les effets rhizogènes de l'AIA et de l'ANA sont à peu près identiques. La toxicité du 2,4-D s'observe dès que la dose s'élève au-delà de 10^{-8} g/ml (figure 27).

Conclusions

Les facteurs auxiniques stimulent la rhizogenèse des fragments de tiges de Patate douce. L'influence de l'AIA et de l'ANA est plus marquée que celle du 2,4-D qui est en partie masquée par la toxicité que manifeste ce composé auxinique.

Les tissus de la variété "blanche" sont un peu plus sensibles, puisque d'une part le seuil d'activité de l'AIA s'observe pour une dose plus basse et d'autre part la toxicité du 2,4-D se manifeste dès que sa concentration est supérieure à 10^{-8} g/ml.

b- Action conjuguée des substances de croissance

L'absence de kinétine s'étant révélée comme un facteur limitant de la prolifération des tissus de Patate douce, on pouvait se demander si l'effet de la cytokinine sur la prolifération cellulaire ne pouvait pas se répercuter sur la néoformation des racines par les fragments d'entre-nœuds.

La kinétine seule ne stimule que faiblement la néoformation des racines, mais elle exalte les propriétés rhizogènes de l'AIA et de l'ANA aussi bien à l'égard des tissus de la variété "rose" que ceux de la variété "blanche" (figures 28, 29, 30 et 31).

En présence de 2,4-D qui ne stimule la rhizogenèse que légèrement pour des doses faibles (10^{-9} , 10^{-8} g/ml), la kinétine augmente les effets que manifeste le facteur auxinique à l'égard des tissus de la variété "rose" mais se révèle pratiquement sans effet sur les tissus de la variété "blanche" par suite de la toxicité du 2,4-D sur ces tissus. (figures 32 et 33).

Conclusion

Si les facteurs auxiniques stimulent la rhizogenèse, il est bien connu que la kinétine n'est généralement pas favorable à ce phénomène.

Nombre moyen de racines par explantat

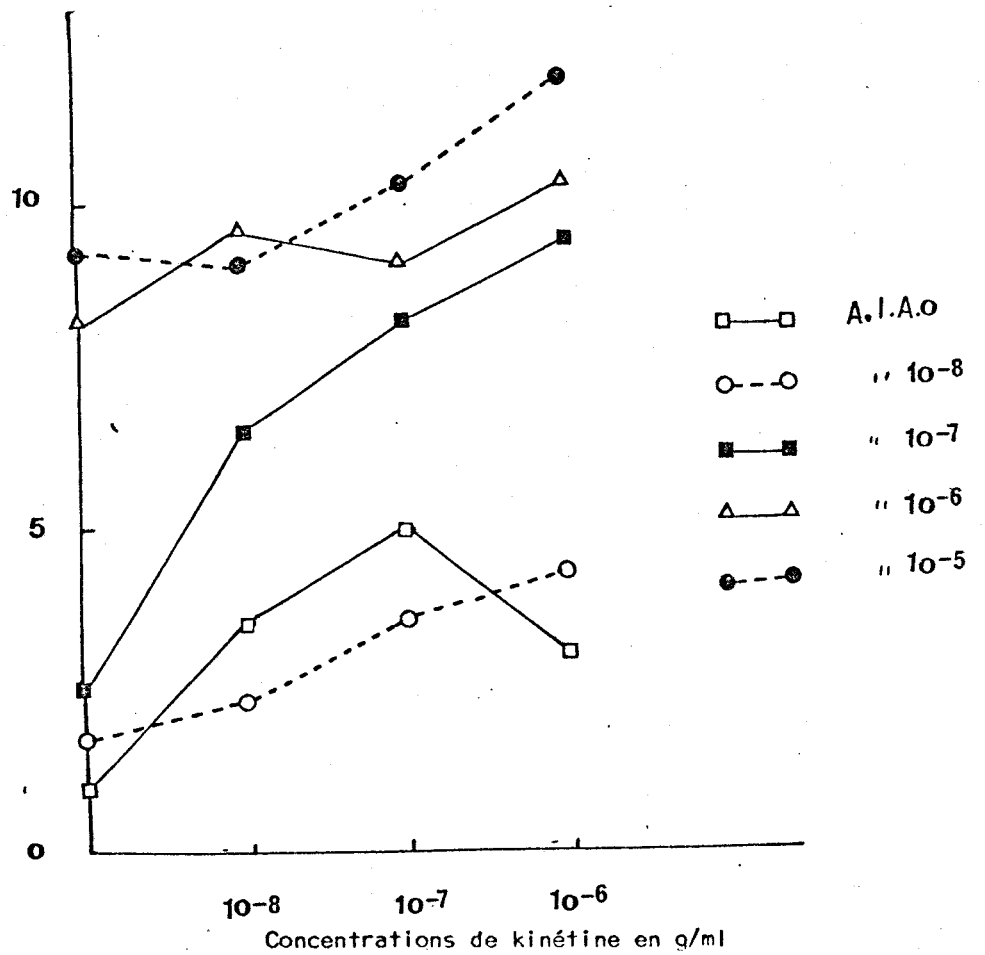


Figure 28 : Action conjuguée de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) et de la kinétine sur la rhizogenèse de fragments d'entre-nœuds de Patate douce, variété "rose", ensemencés en sens inverse.



Nombre moyen de racines par explantat

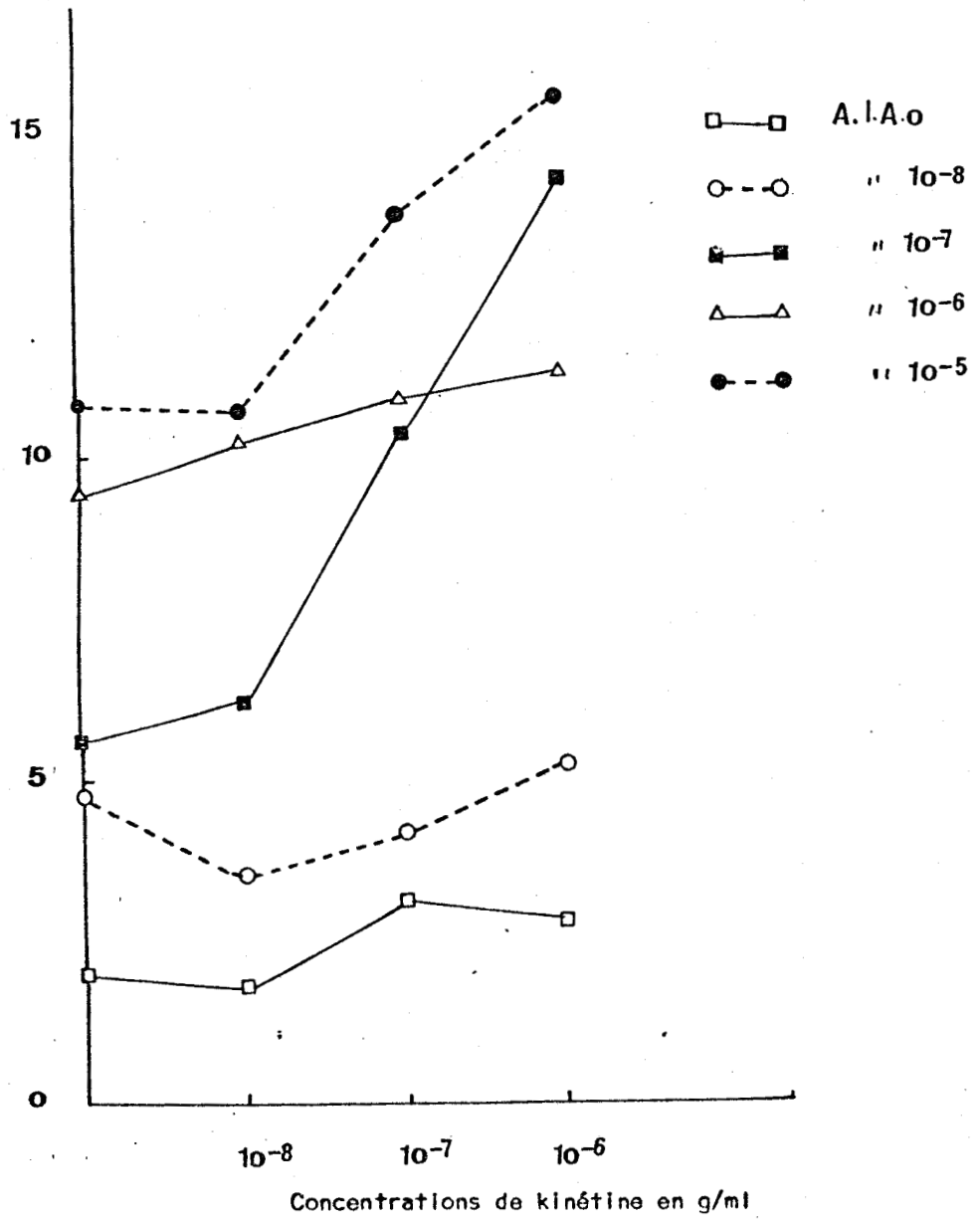


Figure 29 : Action conjuguée de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) et de la kinétine sur la rhizogenèse de fragments d'entre-nœuds de Patate douce, variété "blanche", ensemencés en sens Inverse.



Nombre moyen de racines par explantat

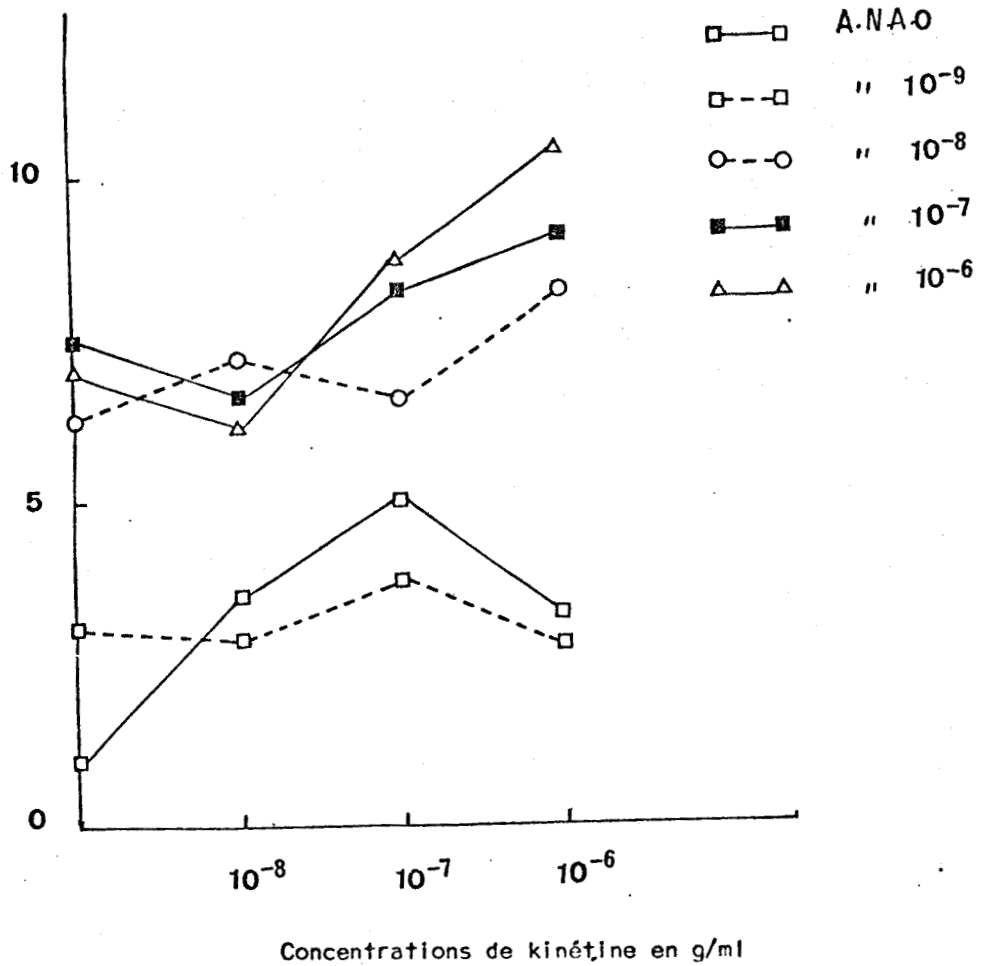


Figure 30 : Action conjuguée de l'acide α -naphtyl-acétique (ANA) et de la kinétine sur la rhizogénèse de fragments d'entre-nœuds de Patate douce, variété "rose", ensemencés en sens inverse.



Nombre moyen de racines par explantat

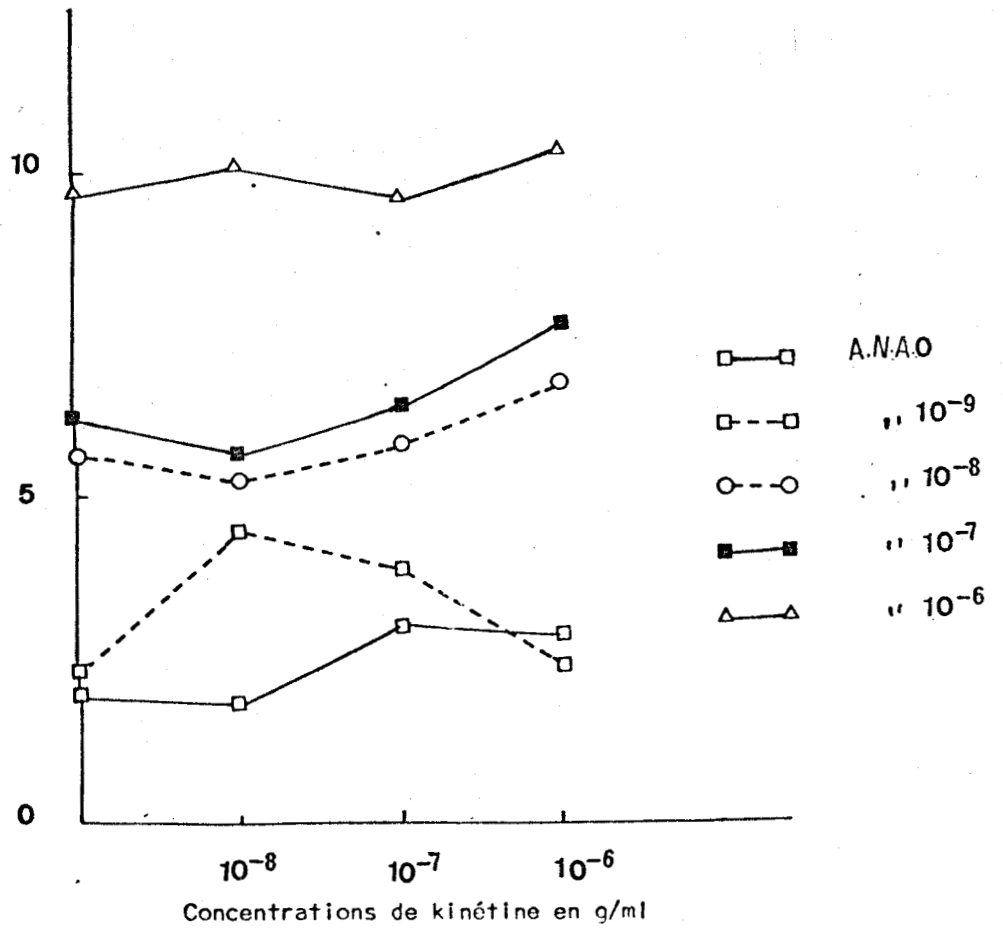


Figure 31 : Action conjuguée de l'acide α -naphtyl-acétique (ANA) et de la kinétine sur la rhizogenèse de fragments d'entre-nœuds de Patate douce, variété "blanche", ensemencés en sens inverse.



Nombre moyen de racines par explantat

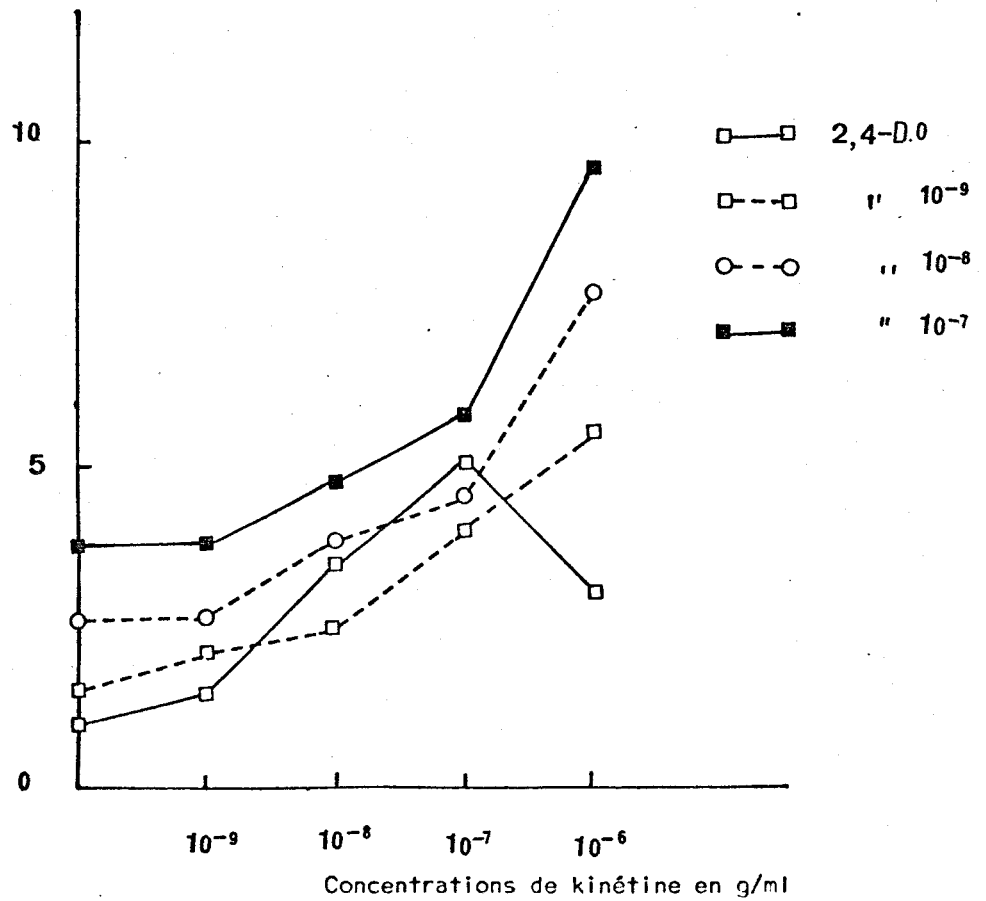


Figure 32 : Action conjuguée de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) sur la rhizogenèse de fragments d'entrenoeds de Patate douce, variété "rose", ensemencés en sens inverse.



Nombre moyen de racines par explantat

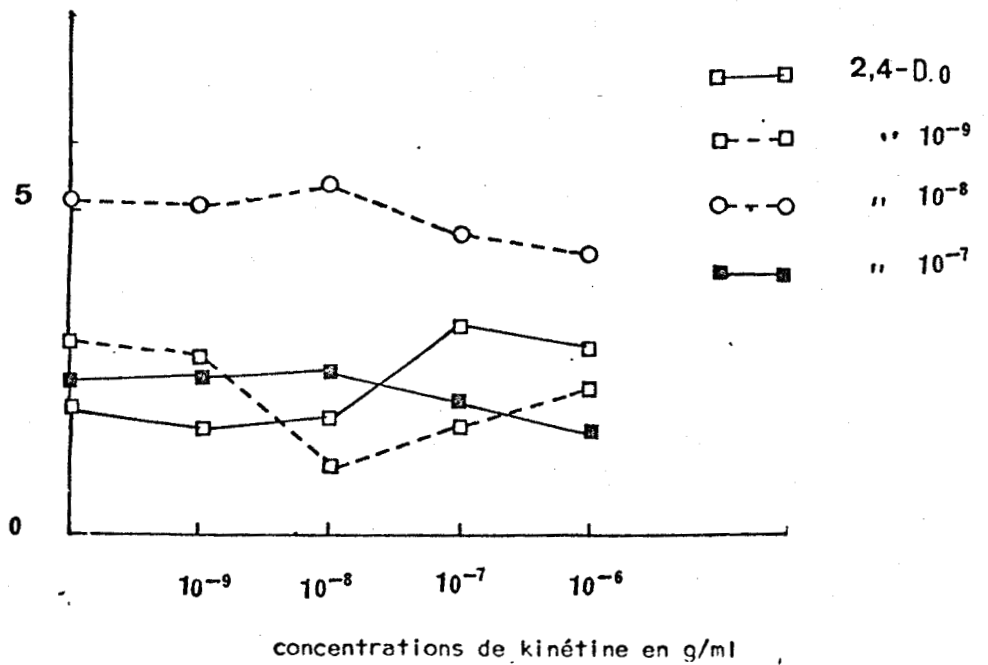


Figure 33 : Action conjuguée de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4) et de la kinétine sur la rhizogenèse de fragments d'entre-nœuds de Patate douce, variété "blanche", ensemencés en sens inverse.

Toutefois, dans les expériences réalisées avec les tissus de tiges de Patate douce, il est très net que la kinétine augmente fortement le nombre de racines produites en présence d'un facteur auxinique. Ceci doit être la conséquence de la synergie observée entre ces facteurs à l'égard de la prolifération cellulaire, indispensable pour que les phénomènes d'organogenèse puissent se manifester.

- Allongement des racines

Nous venons de montrer que les facteurs de croissance favorisent la néoformation des racines. Nous avons simultanément observé leur influence sur le développement de ces racines.

1°- Action des facteurs auxiniques employés isolément

Les facteurs auxiniques stimulent la croissance des racines néoformées par les fragments de tiges de la variété "rose". Cette stimulation est surtout nette en présence de 10^{-7} g/ml d'AIA, alors que pour la même concentration, l'action de l'ANA est à peine sensible.

Quant au 2,4-D, s'il favorise l'allongement des racines à 10^{-8} g/ml, il inhibe fortement leur croissance aux doses plus élevées (figure 34).

Par contre, la longueur des racines néoformées par les fragments de tiges de la variété "blanche" n'est pas augmentée par les facteurs auxiniques, l'AIA se révèle pratiquement sans effet et le 2,4-D est nettement inhibiteur (figure 35).

2°- Action conjuguée des substances auxiniques et de la kinétine

a- Action conjuguée de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) et de la kinétine

La kinétine à elle seule stimule légèrement à faible dose (10^{-8} g/ml) l'allongement des racines néoformées par les fragments de tiges de la variété "rose". A cette concentration, elle augmente l'effet des faibles doses et réduit la toxicité des doses élevées d'auxine.

Lorsque la quantité de kinétine augmente (10^{-7} g/ml), la stimulation de l'auxine est réduite ainsi que sa toxicité aux fortes concentrations (figure 36).

Avec les explantats provenant de la variété "blanche" l'AIA supprime tout effet stimulant de la kinétine (figure 37).

Longueur moyenne en mm

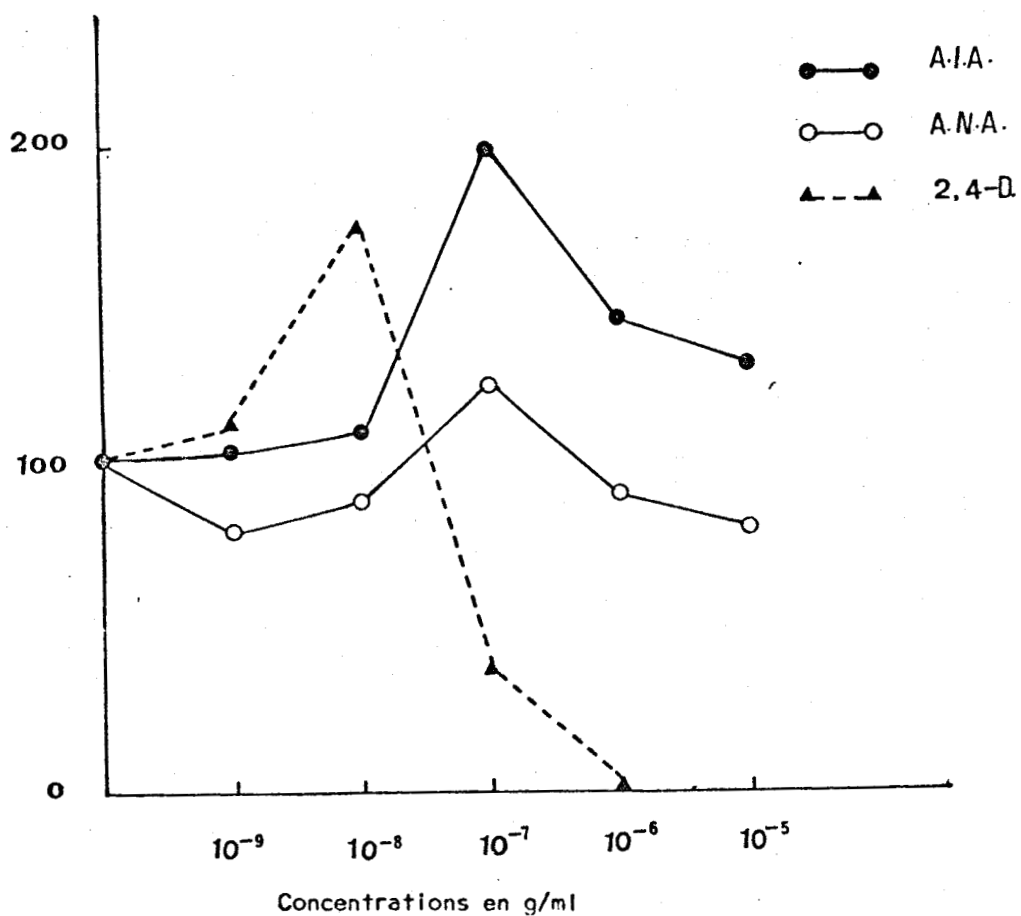


Figure 34 : Action comparée des facteurs auxiniques : acide β -indolyl-acétique (AIA), acide α -naphtyl-acétique (ANA), acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) sur l'allongement des racines néoformées par les fragments d'entre-noeuds de Patate douce, variété "rose", ensemencés en sens inverse.

Longueur moyenne en mm

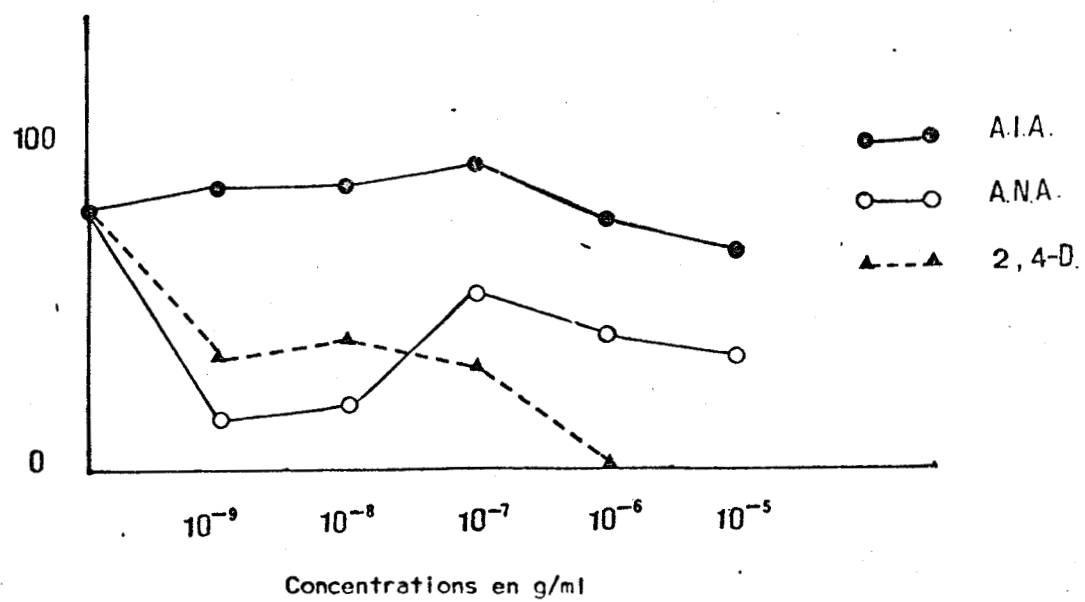


Figure 35 : Action comparée des facteurs auxiniques : acide β -indolyl-acétique (AIA), acide α -naphthyl-acétique (ANA), acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) sur l'allongement des racines néoformées par les fragments d'entrecoeurs de Patate douce, variété "blanche", ensemencés en sens inverse.

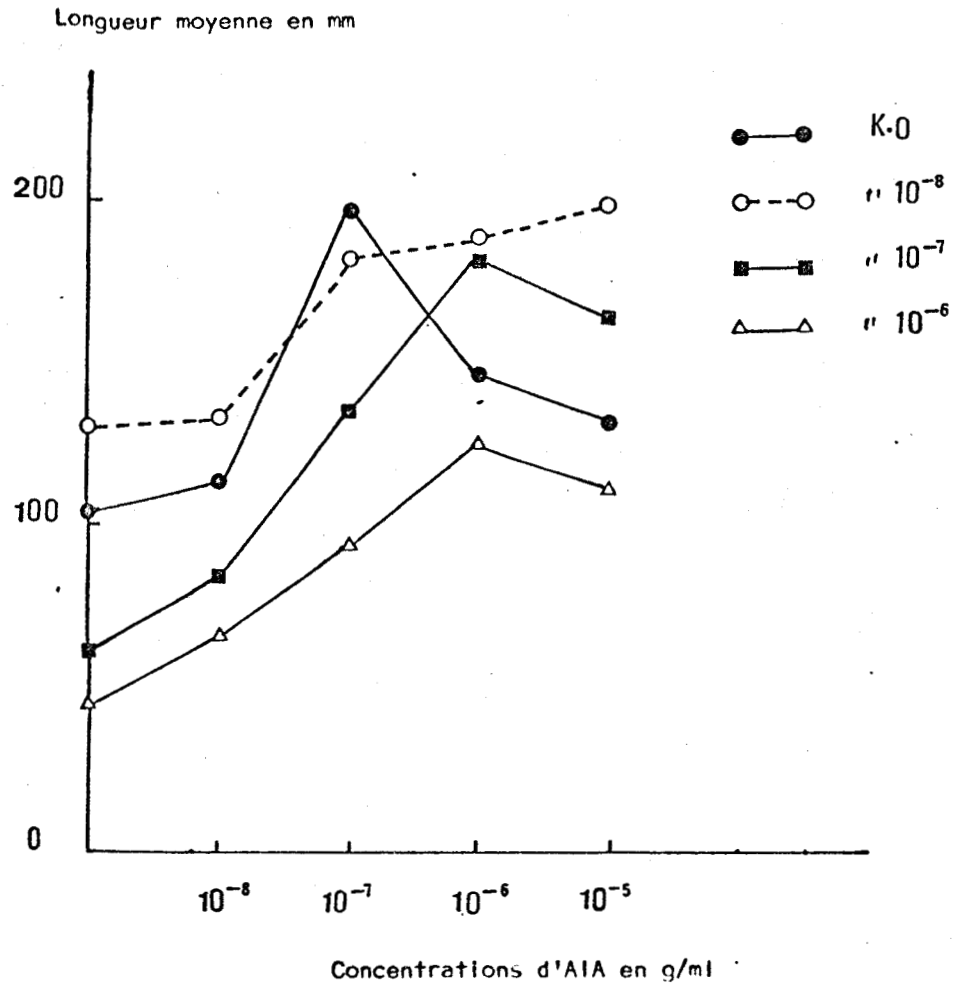


Figure 36 : Action conjuguée de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) et de la kinétine (K) sur l'allongement des racines néoformées par les fragments d'entre-nœuds de Patate douce, variété "rose", ensemencés en sens inverse.

Longueur moyenne en mm

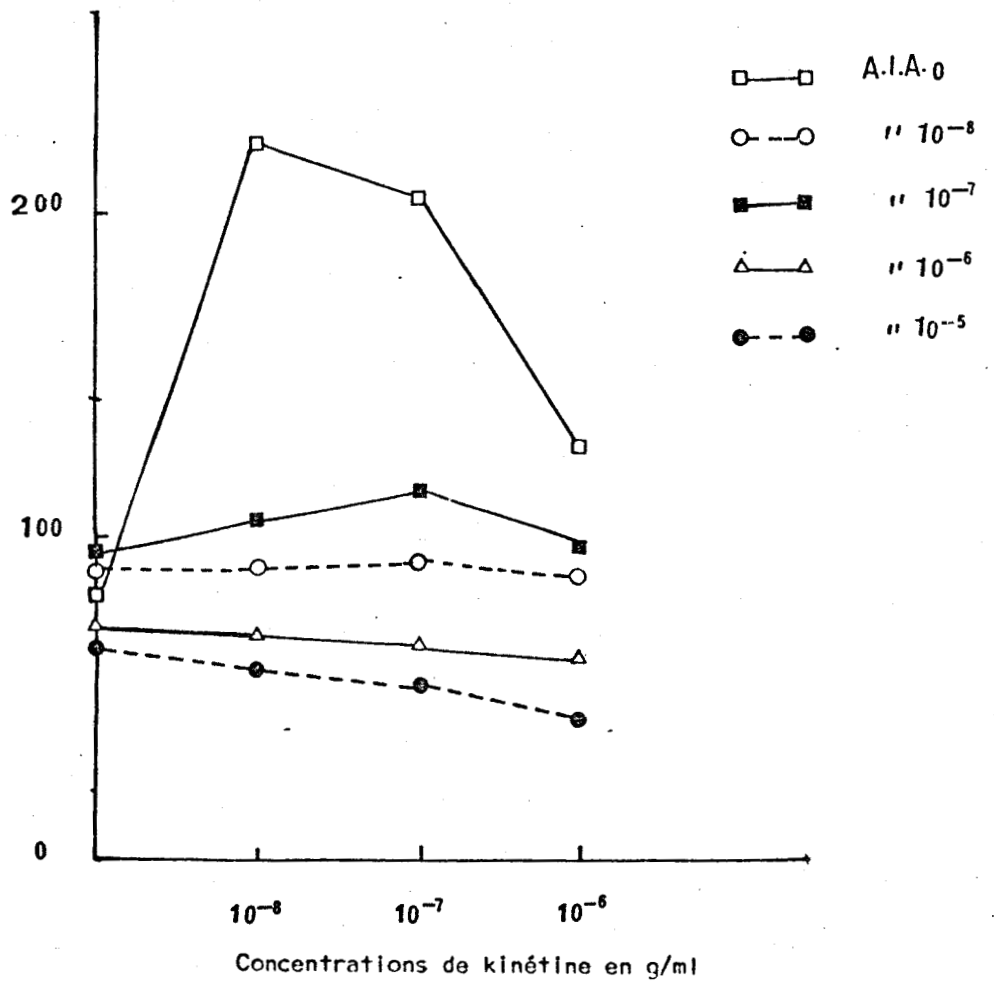


Figure 37 : Action conjuguée de l'acide β -Indolyl-acétique (AIA) et de la kinétine sur l'allongement des racines néoformées par les fragments d'entre-nœuds de Patate douce, variété "blanche", ensemencés en sens inverse.

Longueur moyenne en mm

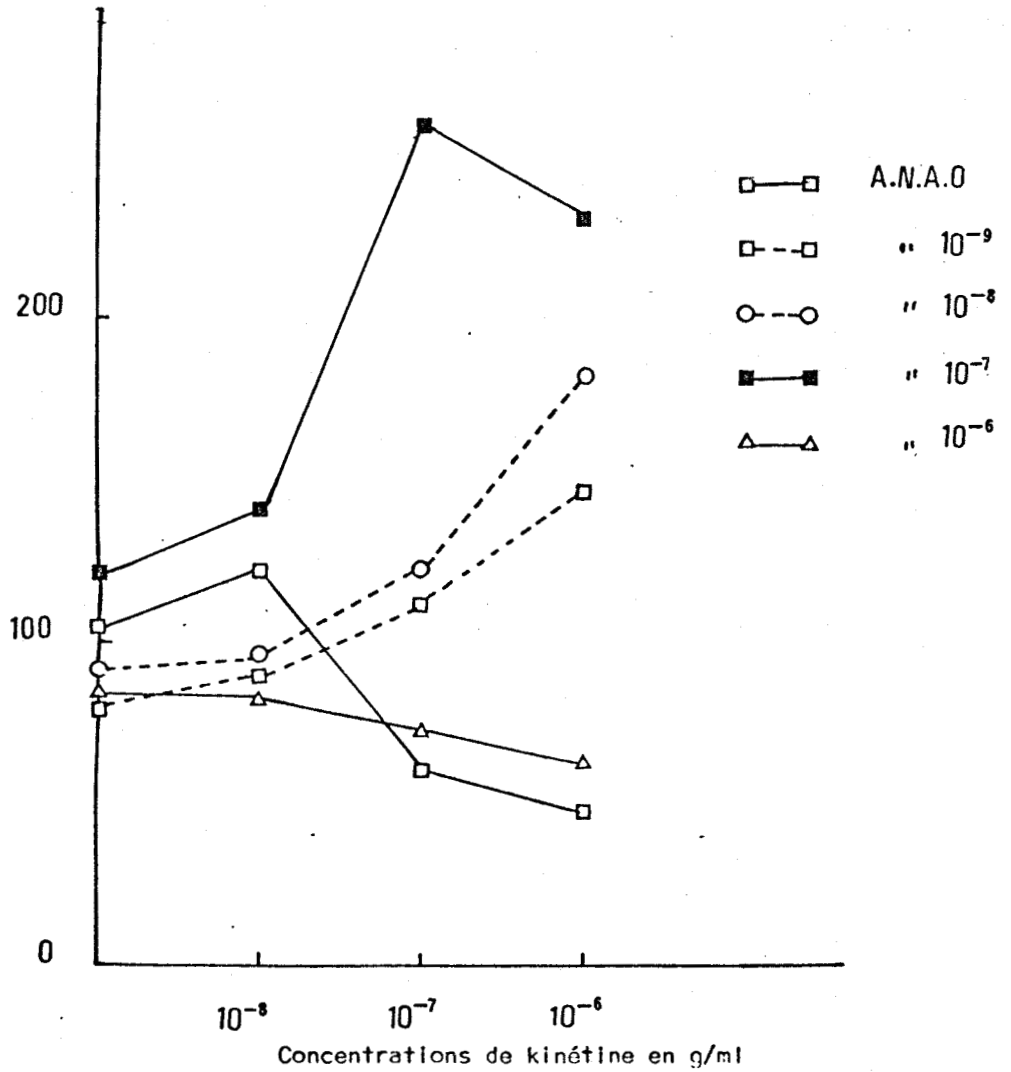


Figure 38 : Action conjuguée de l'acide α -naphtyl-acétique (ANA) et de la kinétine sur l'allongement des racines néoformées par les fragments d'entre-nœuds de Patate douce, variété "rose" ensemencés en sens inverse.

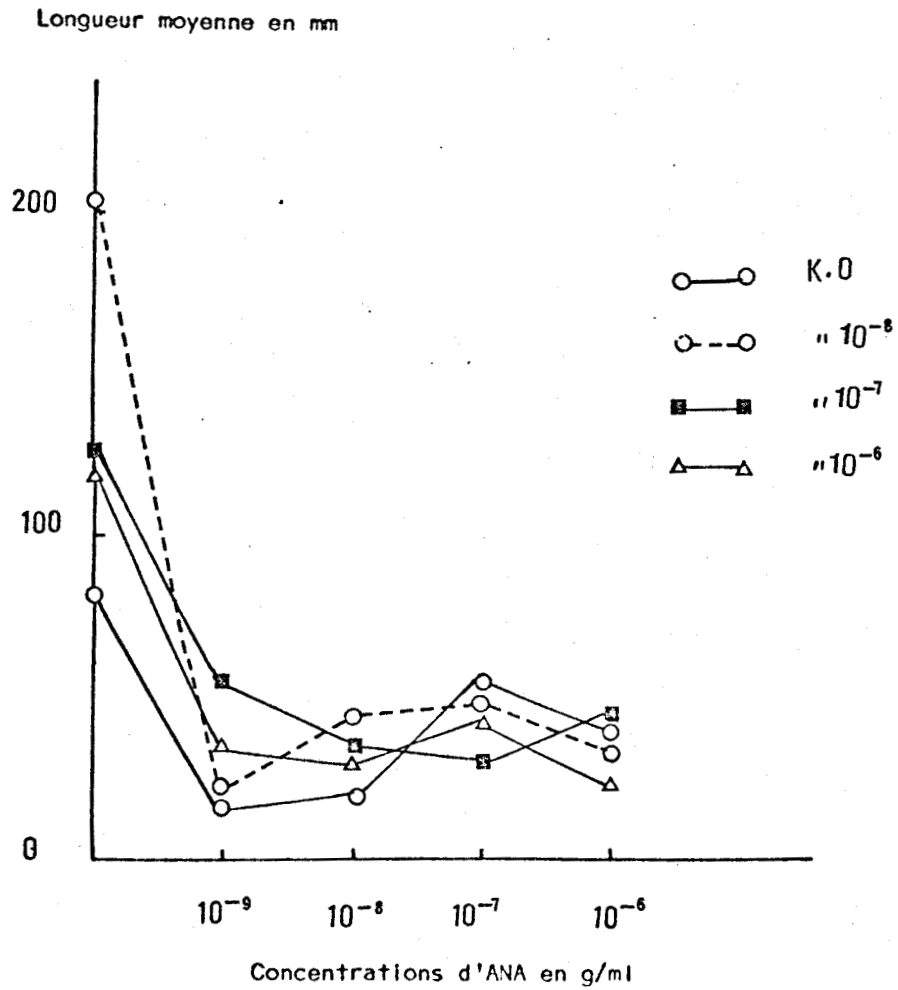


Figure 39 : Action conjuguée de l'acide α -naphthyl-acétique (ANA) et de la kinétine (K) sur l'allongement des racines néoformées par les fragments d'entre-nœuds de Patate douce, variété "blanche", ensemencés en sens inverse.

Longueur moyenne en mm

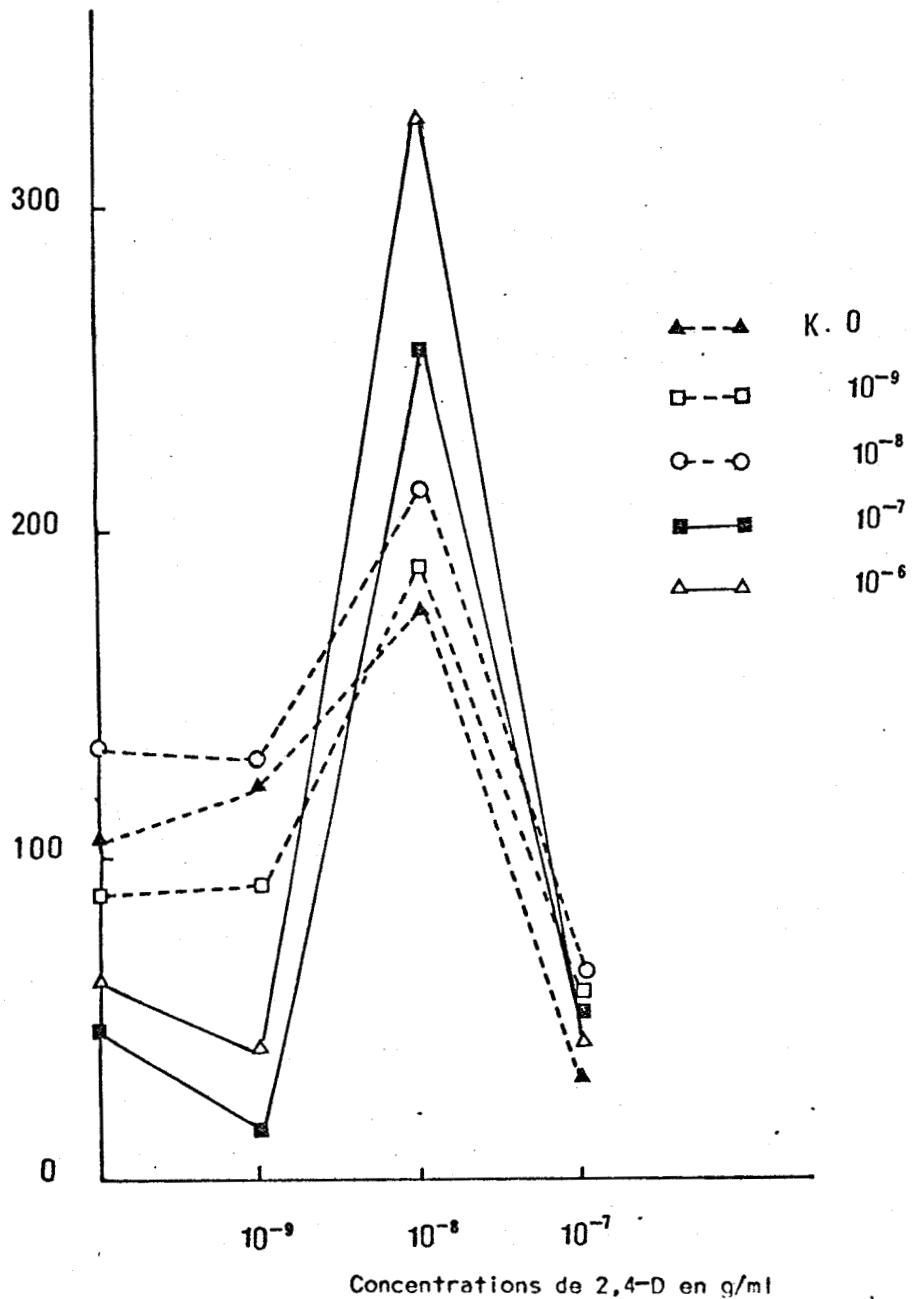


Figure 40 : Action conjuguée de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) et de la kinétine (K₀) sur l'allongement des racines néoformées par les fragments d'entre-nœuds de Patate douce, variété "rose", ensemencés en sens inverse.

BUS
LILLE

Longueur moyenne en mm

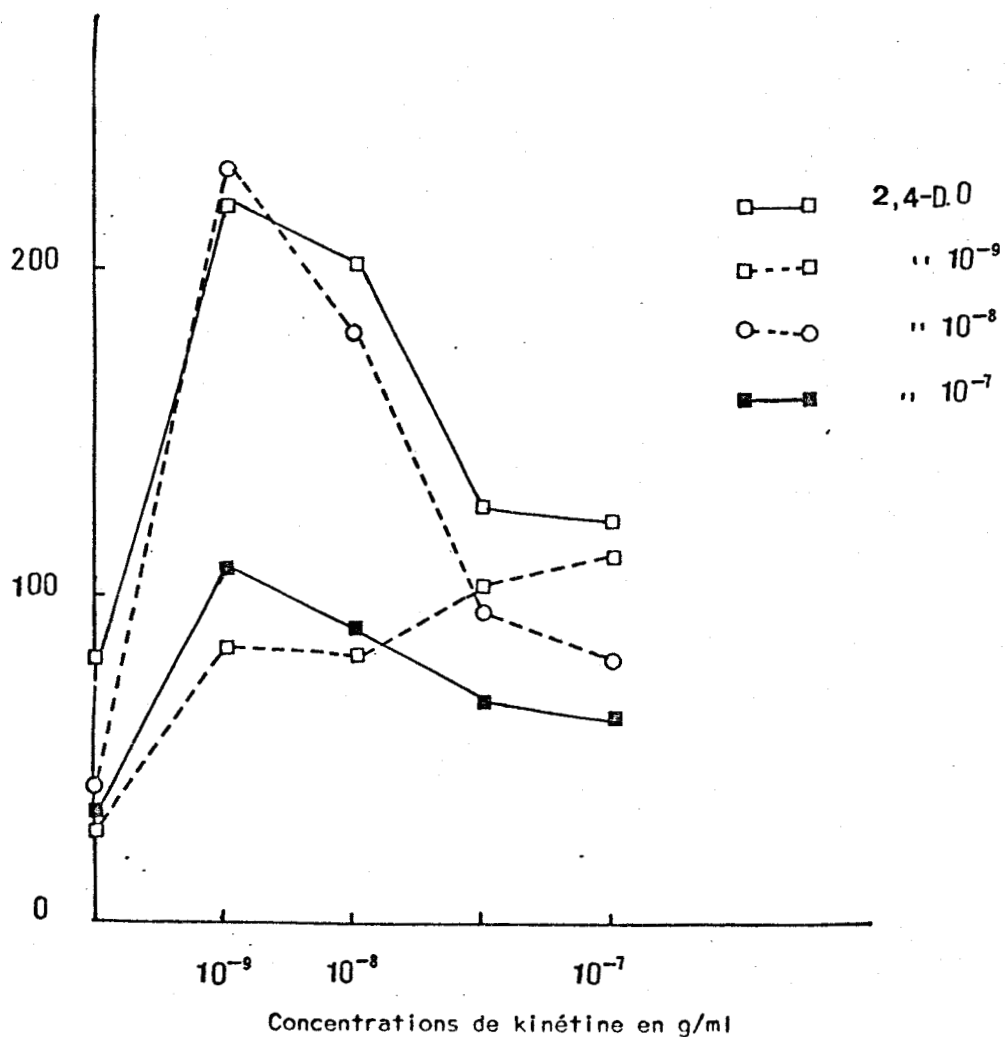


Figure 41 : Action conjuguée de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) et de la kinétine sur l'allongement des racines néoformées par les fragments d'entre-nœuds de Patate douce (*Ipomoea batatas* L.) variété "blanche", ensemencés en sens inverse.



b- Action conjuguée de l'acide α -naphtyl-acétique et de la kinétine

Alors que la kinétine ou l'ANA pris isolément ne stimulent que très discrètement la croissance des racines néoformées par les entrenoeuds de la variété "rose", lorsque les deux facteurs de croissance agissent simultanément on constate que la kinétine exalte très fortement les propriétés stimulantes de l'ANA et que l'ANA augmente l'allongement des racines provoqué par la kinétine et surtout supprime la toxicité manifestée par ce composé aux doses élevées. La plus forte croissance des racines s'observe quand les deux phytohormones sont associées à la dose de 10^{-7} g/ml (figure 38).

Avec la variété "blanche", l'acide α -naphtyl-acétique (ANA) bloque l'action de la kinétine à faibles concentrations et l'empêche d'agir en tant que facteur stimulant (figure 39).

c- Action conjuguée de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) et de la kinétine

Avec les explantats provenant de la variété "rose", le 2,4-D à 10^{-8} g/ml renforce de façon importante l'effet de la kinétine à l'égard des racines néoformées ; de même, la kinétine augmente la stimulation observée avec 10^{-8} g/ml de 2,4-D (figure 40) ; tandis qu'avec les racines néoformées par les tissus de la variété "blanche", le 2,4-D tend à supprimer l'effet de la kinétine (figure 41).

Conclusion

Ainsi les facteurs phytohormonaux n'interviennent pas seulement sur la néoformation des racines. A très faibles doses, ils peuvent stimuler leur allongement et le plus souvent cytokinines et facteurs auxiniques renforcent mutuellement leurs effets.

B - Caulogenèse

Les fragments d'entrenoeuds de Patate douce non seulement prolifèrent "in vitro" et produisent des racines mais les explantats sont aussi capables de manifester des phénomènes de caulogenèse.

La néoformation des bourgeons peut avoir lieu soit sur des racines néoformées soit à partir du cal que celui-ci résulte de la prolifération

de la face radriculaire ou de la face foliaire des explantats.

Enfin, l'apparition de bourgeons qui se produit le plus souvent hors du milieu de culture, peut aussi avoir lieu à partir de tissus complètement immergés dans le milieu.

Toutefois, les bourgeons apparaissent généralement après un temps prolongé de culture. Afin d'avoir une idée de l'importance du phénomène, nous les avons dénombrés après trois mois de culture, dans des conditions expérimentales différentes.

Action des facteurs hormonaux

Les tissus de Patate douce étant en partie hétérotrophes aux facteurs de croissance (auxine et cytokinine), il n'est donc pas curieux de constater que la présence de ces phytohormones stimule la néoformation des bourgeons, comme elle stimule la prolifération cellulaire, condition sine qua non aux phénomènes de différenciation cellulaire et d'organogénèse.

S'il est classique de constater que la kinétine stimule le bourgeonnement, dans le cas qui nous préoccupe, il ne sera pas étonnant que la présence d'AIA et d'ANA facilite le bourgeonnement des tissus. Il faut cependant souligner que les facteurs auxiniques permettent surtout d'augmenter le nombre des explantats porteurs de bourgeons alors que la kinétine favoriserait plutôt le nombre de bourgeons néoformés par explantat.

L'effet du 2,4-D, s'il est conforme à celui des autres facteurs auxiniques, est néanmoins en partie masqué par suite de sa forte toxicité (tableaux IX, X, XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI).

Pourcentage d'explantats portant bourgeons

Concentrations g/ml		AIA			
		0	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}
Kinét.	0	0	31	36	47
	10^{-8}	26	28	41	54
	10^{-7}	30	35	46	91
	10^{-6}	38	43	66	57

Tableau IX : Influence de la kinétine et de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) sur la caulogénèse manifestée par les entrenoeuds de Patate douce variété "rose".

Nombre moyen de bourgeons par explantat

Concentrations g/ml		AIA			
		0	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}
Kinét.	0	0	1,28	1,20	1,27
	10^{-8}	1,40	1,50	1,25	1,42
	10^{-7}	1,64	1,95	1,30	1,31
	10^{-6}	1,50	1,40	1,50	1,55

Tableau X : Influence de la kinétine et de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) sur la caulogénèse manifestée par les entrenoeuds de Patate douce, variété "rose" (résultats obtenus après trois mois de culture).

DUS
VILLE

Pourcentage d'explantats portant bourgeons

Concentrations g/ml		ANA			
		0	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}
Kinét.	0	0	28	34	31
	10^{-8}	25	30	36	33
	10^{-7}	31	34	39	35
	10^{-6}	38	36	51	42

Tableau XI : Influence de la kinétine et de l'acide α -naphtyl-acétique (ANA) sur la caulogénèse manifestée par les entrenoeuds de Patate douce, variété "rose" (résultats obtenus après trois mois de culture).

Nombre moyen de bourgeons par explantat

Concentrations g/ml		ANA			
		0	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}
Kinét.	0	0	1,00	1,00	1,10
	10^{-8}	1,40	1,10	1,25	1,50
	10^{-7}	1,63	1,20	1,50	1,30
	10^{-6}	1,55	1,15	1,32	1,25

Tableau XII : Influence de la kinétine et de l'acide α -naphtyl-acétique (ANA) sur la caulogénèse manifestée par les entrenoeuds de Patate douce, variété "rose" (résultats après trois mois de culture).



Pourcentage d'explantats portant bourgeons

concentrations g/ml		kinétine				
		0	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}
2,4-D	0	0	0	28	32	37
	10^{-8}	26	29	38	40	46

Tableau XIII : Influence de la kinétine et de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) sur la caulogénèse manifestée par les entrenoeuds de Patate douce, variété "rose" (résultats obtenus après trois mois de culture.)

Nombre moyen de bourgeons par explantat

concentrations g/ml		Kinétine				
		0	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}
2,4-D	0	0	0	1,44	1,62	1,54
	10^{-8}	1,00	1,00	1,50	1,75	1,40

Tableau XIV : Influence de la kinétine et de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) sur la caulogénèse manifestée par les entrenoeuds de Patate douce, variété "rose" (résultats obtenus après trois mois de culture.)



Pourcentage d'explantats portant bourgeons

Concentrations g/ml		Kinétine				
		0	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}
2,4-D	0	0	0	38	36	34
	10^{-8}	43	45	67	61	52

Tableau XV : Influence de la kinétine et de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) sur la caulogénèse manifestée par les entrenoeuds de Patate douce, variété "blanche" (résultats obtenus après trois mois de culture.)

Nombre moyen de bourgeons par explantat

concentrations g/ml		Kinétine				
		0	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}
2,4-D	0	0	0	1,40	1,25	1,20
	10^{-8}	1,34	1,50	1,83	1,75	1,60

Tableau XVI : Influence de la kinétine et de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) sur la caulogénèse manifestée par les entrenoeuds de Patate douce, variété "blanche" (résultats obtenus après trois mois de culture.)



II NOEUDS

Rhizogenèse, bourgeonnement et développement

Les tiges de Patate douce (Ipomoea batatas L.) cultivées au champ ou en serre, portent au niveau de chaque noeud un bourgeon et parfois quelques ébauches racinaires.

Il nous a paru intéressant d'étudier le développement de ces organes lorsque les noeuds sont séparés de la tige.

Les explantats sont ensemencés dans le sens normal de manière que le noeud lui-même ne soit pas immergé dans le milieu gélosé.

Nous avons étudié l'influence de certains facteurs trophiques ou hormonaux sur les phénomènes de rhizogenèse et de caulogenèse.

1° - Action des facteurs de croissance

a- Rhizogenèse

Dès le troisième jour de culture, les ébauches racinaires commencent à se développer et un peu plus tardivement apparaissent des racines néoformées dont le nombre est conditionné par la composition du milieu de culture.

Comme c'est classique, l'acide β -indolyl-acétique (AIA) et l'acide α -naphthyl-acétique (ANA) favorisent la rhizogenèse manifestée par les explantats. La kinétine, même seule, stimule aussi légèrement ce phénomène, mais en présence des facteurs auxiniques, elle exerce une action synergique très puissante. Ces phénomènes sont d'ailleurs assez comparables avec les variétés "rose" ou "blanche" (tableaux XVII, XVIII, XIX et XX).

L'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) utilisé seul ou en présence de kinétine n'a pratiquement pas d'action sur la production de racines (tableau XXI) par les noeuds de la variété "rose".

Il stimule très légèrement le phénomène à 10^{-9} et 10^{-8} g/ml chez les explantats de la variété "blanche", mais la présence de kinétine réduit cette stimulation (tableau XXII).

L'acide gibbérellique (A.G.), ce qui est classique, n'a pratiquement pas d'effet rhizogène sur les explantats de la variété "rose". Mais à faibles doses (10^{-8} , 10^{-7} g/ml), il rend plus efficace l'acide β -indolyl-acétique (AIA) (tableau XXIII).

Nombre moyen de racines par explantat

concentrations g/ml		AIA				
		0	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}
Kinét.	0	6,15	7,16	7,71	9,70	15,34
	10^{-8}	6,31	8,40	9,34	10,83	16,47
	10^{-7}	7,41	8,86	10,16	11,86	17,45
	10^{-6}	8,78	10,25	11,78	12,84	19,75

Tableau XVII : Action conjuguée de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) et de la kinétine sur la rhizogenèse manifestée par les noeuds de Patate douce, variété "rose".

Nombre moyen de racines par explantat

concentrations g/ml		AIA				
		0	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}
Kinét.	0	8,50	13,16	13,95	14,56	16,39
	10^{-8}	9,16	13,80	14,50	15,04	17,06
	10^{-7}	10,27	14,95	15,05	16,36	18,69
	10^{-6}	11,69	15,25	16,50	18,16	20,65

Tableau XVIII : Action conjuguée de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) et de la kinétine sur la rhizogenèse manifestée par les noeuds de Patate douce, variété "blanche".

Nombre moyen de racines par explantat

concentrations g/ml		ANA				
		0	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}
Kinét.	0	6,60	8,22	9,34	10,62	15,34
	10^{-8}	6,80	8,43	9,98	11,89	16,18
	10^{-7}	7,04	8,60	10,81	12,58	17,82
	10^{-6}	8,20	9,75	11,89	14,95	18,24

Tableau XIX : Action conjuguée de l'acide α -naphthyl-acétique (ANA) et de la kinétine sur la rhizogenèse manifestée par les noeuds de Patate douce, variété "rose".

Nombre moyen de racines par explantat

Concentrations g/ml		ANA				
		0	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}
Kinét.	0	8,66	9,90	13,90	14,78	15,42
	10^{-8}	9,08	11,29	14,50	15,20	17,14
	10^{-7}	10,85	12,08	15,04	16,00	18,22
	10^{-6}	11,84	12,26	16,54	17,62	19,82

Tableau XX : Action conjuguée de l'acide α -naphthyl-acétique (ANA) et de la kinétine sur la rhizogenèse manifestée par les noeuds de Patate douce, variété "blanche".

Nombre moyen de racines par explantat

concentrations g/ml		2,4-D			
		0	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}
Kinét.	0	6,27	5,75	5,90	6,95
	10^{-9}	6,20	5,95	5,71	4,80
	10^{-8}	6,39	5,56	5,17	4,95
	10^{-7}	7,18	6,39	5,21	5,90
	10^{-6}	8,56	7,10	6,31	6,50

Tableau XXI : Action conjuguée de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) et de la kinétine sur la rhizogenèse manifestée par les noeuds de Patate douce, variété "rose".

Nombre moyen de racines par explantat

concentrations g/ml		2,4-D			
		0	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}
Kinét.	0	8,86	9,41	12,84	8,95
	10^{-9}	8,50	9,94	11,34	8,82
	10^{-8}	9,68	10,33	11,64	8,39
	10^{-7}	10,54	8,29	11,94	7,84
	10^{-6}	11,95	7,78	11,68	8,88

Tableau XXII : Influence de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) et de la kinétine sur la rhizogenèse manifestée par les noeuds de Patate douce, variété "blanche"

Nombre moyen de racines par explantat

concentrations g/ml		AG				
		0	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}
AIA	0	7,41	5,66	6,12	6,68	6,50
	10^{-8}	7,80	10,80	10,22	9,50	6,74
	10^{-7}	8,30	11,46	11,16	10,11	7,84
	10^{-6}	9,90	12,36	11,80	10,83	8,36

Tableau XXIII : Influence de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) et de l'acide gibbérellique (AG) sur la rhizogenèse manifestée par les noeuds de Patate douce, variété "rose"

Conclusions

1° - Les réserves organiques et minérales accumulées dans les noeuds favorisent la manifestation des phénomènes de rhizogenèse.

2° - L'action rhizogène de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) et de l'acide α -naphtyl-acétique (ANA) sur ces tissus est tout à fait classique.

3° - Les tissus de la variété "blanche" ont une capacité rhizogène plus importante que ceux de la variété "rose".

b- Développement des bourgeons

Le développement du bourgeon axillaire se produit après l'élaboration des premières racines. Il est rapide et permet la formation de tiges feuillées.

Mais à la base du bourgeon axillaire apparaissent souvent des bourgeons néoformés.

Après 2 mois de culture, nous avons dénombré les bourgeons et évalué le développement des tiges feuillées.

Le bourgeonnement des explantats des deux variétés est augmenté par la présence de kinétine dans le milieu de culture ; l'action de ce facteur est d'ailleurs légèrement renforcée par de faibles doses (10^{-8} , 10^{-7} g/ml) d'acide β -indolyl-acétique (AIA) (tableaux XXIV et XXV) ou d'acide α -naphthyl-acétique (tableaux XXVI et XXVII).

Nombre moyen de bourgeons par explantat

Concentrations g/ml		AIA				
		0	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}
Kinét.	0	1,34	1,36	1,40	1,48	1,39
	10^{-8}	1,42	1,47	1,49	1,46	1,33
	10^{-7}	1,47	1,54	1,60	1,53	1,29
	10^{-6}	1,55	1,61	1,68	1,51	1,20

Tableau XXIV : Action conjuguée de la kinétine et de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) sur la caulogénèse manifestée par les noeuds de Patate douce, variété "rose".

Nombre moyen de bourgeons par explantat

Concentrations g/ml		AIA				
		0	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}
Kinét.	0	1,42	1,48	1,37	1,29	1,19
	10^{-8}	1,50	1,57	1,48	1,37	1,28
	10^{-7}	1,55	1,58	1,61	1,48	1,39
	10^{-6}	1,62	1,73	1,70	1,51	1,42

Tableau XXV : Action conjuguée de la kinétine et de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) sur la caulogénèse manifestée par les noeuds de Patate douce, variété "blanche".

Nombre moyen de bourgeons par explantat

Concentrations g/ml		ANA				
		0	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}
Kinét.	0	1,36	1,25	1,33	1,37	1,27
	10^{-8}	1,40	1,51	1,60	1,52	1,48
	10^{-7}	1,46	1,54	1,62	1,54	1,39
	10^{-6}	1,50	1,57	1,64	1,60	1,28

Tableau XXVI : Action conjuguée de la kinétine et de l'acide α -naphtyl-acétique (ANA) sur la néoformation des bourgeons par les noeuds de Patate douce, variété "rose".

Nombre moyen de bourgeons par explantat

Concentrations g/ml.		ANA				
		0	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}
Kinét.	0	1,40	1,50	1,53	1,47	1,35
	10^{-8}	1,55	1,58	1,72	1,53	1,46
	10^{-7}	1,56	1,60	1,75	1,65	1,38
	10^{-6}	1,60	1,64	1,80	1,67	1,36

Tableau XXVII : Action conjuguée de la kinétine et de l'acide α -naphtyl-acétique (ANA) sur la caulogénèse manifestée par les noeuds de Patate douce, variété "blanche".

L'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) au contraire, même à faibles doses, supprime l'effet stimulant de la kinétine (tableaux XXVIII et XXIX).

Sur les explantats de la variété "rose", l'acide gibbérellique (AG) exerce une action très remarquable sur le bourgeonnement. Elle est proportionnelle à la dose d'acide gibbérellique utilisée. Cette action d'AG est renforcée par la présence d'AIA (tableau XXX).

En ce qui concerne le développement des bourgeons en tiges feuillées, on constate que l'AIA est sans effet sur la variété "rose", mais stimule à faible dose (10^{-8} g/ml) le développement des tiges produites par les noeuds prélevés sur les tiges de la variété "blanche" (figures 42 et 43).

La kinétine à elle seule, a un effet stimulant sur le développement des bourgeons.

Elle renforce l'effet des différentes doses d'AIA qui par ailleurs réduit toujours l'action de la kinétine, sauf à 10^{-8} g/ml avec les explantats

Nombre moyen de bourgeons par explantat

Concentrations g/ml		2,4-D			
		0	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}
Kinét.	0	1,30	1,32	1,35	1,25
	10^{-9}	1,35	1,29	1,24	1,09
	10^{-8}	1,43	1,37	1,33	1,10
	10^{-7}	1,48	1,41	1,40	1,12
	10^{-6}	1,54	1,45	1,47	1,17

Tableau XXVIII : Action conjuguée de la kinétine et de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) sur la caulogénèse manifestée par les explantats de noeuds de Patate douce, variété "rose".

Nombre moyen de bourgeons par explantat

concentrations g/ml		2,4-D		
		0	10^{-9}	10^{-8}
Kinét.	0	1,45	1,27	1,24
	10^{-9}	1,46	1,30	1,35
	10^{-8}	1,52	1,35	1,38
	10^{-7}	1,56	1,28	1,31
	10^{-6}	1,61	1,17	1,28

Tableau XXIX : Action conjuguée de la kinétine et de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) sur la caulogénèse manifestée par les noeuds de Patate douce, variété "blanche"



Nombre moyen de bourgeons par explantat

Concentrations g/ml		AG				
		0	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}
AIA	0	1,35	1,53	1,70	1,83	2,31
	10^{-8}	1,36	1,60	1,75	1,88	2,58
	10^{-7}	1,42	1,62	1,84	1,91	2,65
	10^{-6}	1,50	1,80	1,88	1,98	2,85

Tableau XXX : Influence de l'AIA et de l'acide gibbéréllique (AG) sur la caulogénèse manifestée par les explantats de noeuds de Patate douce, variété "rose"

de la variété "blanche" (figures 44 et 45).

Inversement l'ANA qui est pratiquement sans effet sur la variété "blanche" stimule la croissance de la variété "rose" (figures 42 et 43).

Avec la variété "rose", la kinétine renforce l'effet de l'ANA et ce dernier aux doses élevées (10^{-7} , 10^{-6} g/ml) exalte les propriétés de faibles doses de kinétine (figure 46).

De même, chez la variété "blanche", la kinétine renforce l'action de l'ANA d'autant plus que sa concentration dans le milieu de culture est plus élevée, tandis que l'ANA réduit l'effet de la kinétine (figure 47).

Le 2,4-D à faible dose a un effet favorable aussi bien pour la variété "blanche" à 10^{-8} g/ml que pour la variété "rose" à 10^{-7} g/ml, mais il est fortement toxique à 10^{-7} g/ml pour la variété "blanche" et à 10^{-6} g/ml pour la variété "rose" (figures 42 et 43).

Chez la variété "rose", la kinétine à forte dose (10^{-6} g/ml) augmente l'effet du 2,4-D qui, cependant réduit l'effet stimulant de la kinétine (figure 48).

Avec la variété "blanche", la kinétine exalte les propriétés stimulantes des faibles doses de 2,4-D (10^{-9} et 10^{-8} g/ml) qui agit en synergie avec la kinétine et renforce à ces doses la stimulation de cette cytokinine (figure 49).

Enfin, l'AG est nettement stimulant. Cette stimulation est d'autant plus marquée que la dose utilisée est plus forte (figure 42).

L'AIA qui est pratiquement sans action sur le développement des bourgeons formés par les explantats de la variété "rose" rend plus efficaces les différentes doses d'AG (figure 50).

Conclusions

1° - La kinétine et l'acide gibbérellique (AG) sont très favorables au bourgeonnement des noeuds de Patate douce.

2° - Ils agissent en synergie avec l'acide β -indolyl-acétique (AIA) et l'acide α -naphtyl-acétique (ANA).

2° - Influence de l'ablation des racines sur le développement des bourgeons et la caulogénèse stricte

Les résultats précédents ont permis de constater que les tiges formées par les explantats prélevés sur la variété "blanche" se développent plus vite que celles de la variété "rose".

On sait aussi que le développement des racines précède toujours celui des bourgeons préexistants ou néoformés.

Il pouvait y avoir un rapport entre le développement du système racinaire et celui de l'appareil caulinaire.

Afin de le vérifier, nous avons sur certains lots (24 explantats)

Croissance longitudinale moyenne en mm

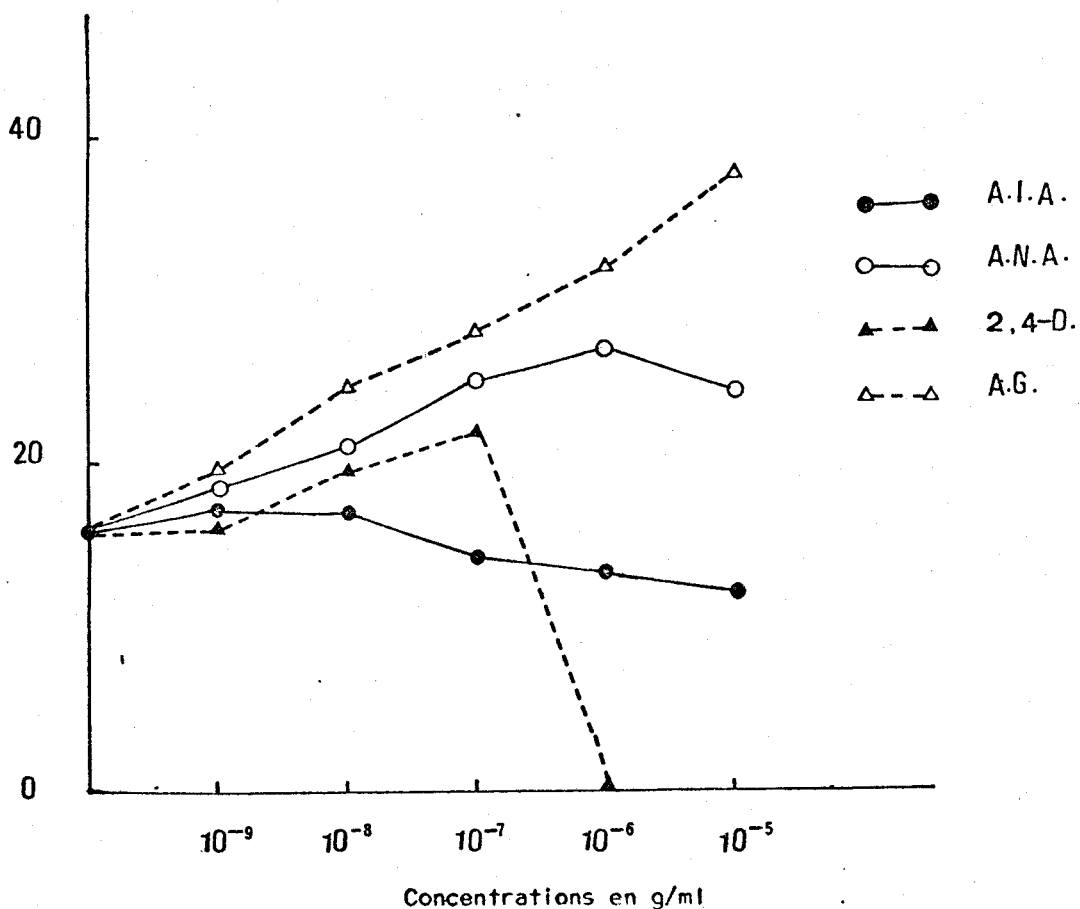


Figure 42 : Action comparée de divers facteurs hormonaux : acide β -indolyl-acétique (AIA), acide α -naphthyl-acétique (ANA), acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D), acide gibbérellique (AG) sur la croissance longitudinale des tiges feuillées produites par les explantats de noeuds de Patate douce (*Ipomoea batatas* L.) variété "rose", cultivés "in vitro".

Croissance longitudinale moyenne en mm

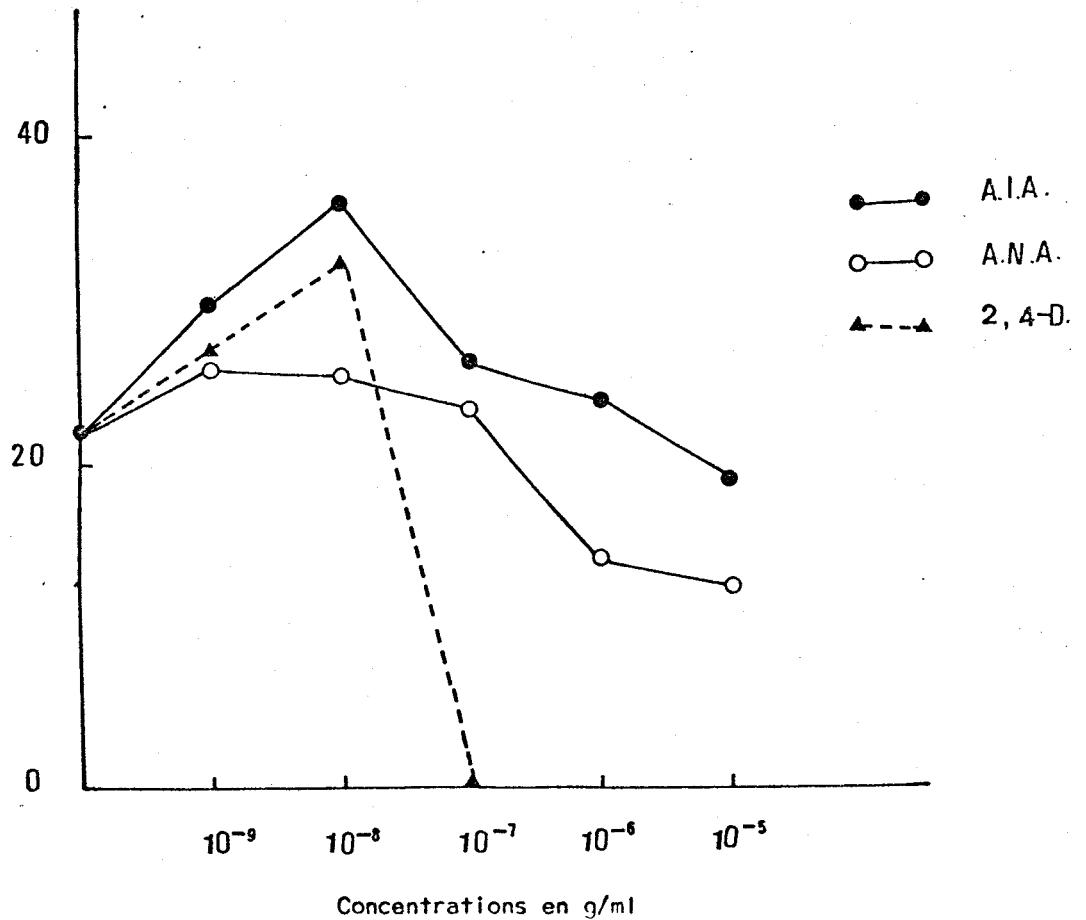


Figure 43 : Action comparée de divers facteurs hormonaux : acide β -indolyt-acétique (AIA), acide α -naphtyl-acétique (ANA), acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) sur la croissance longitudinale des tiges feuillées produites par les explantats de noeuds de Patate douce (*Ipomoea batatas* L.) variété "blanche", cultivés "in vitro".



Croissance longitudinale moyenne en mm

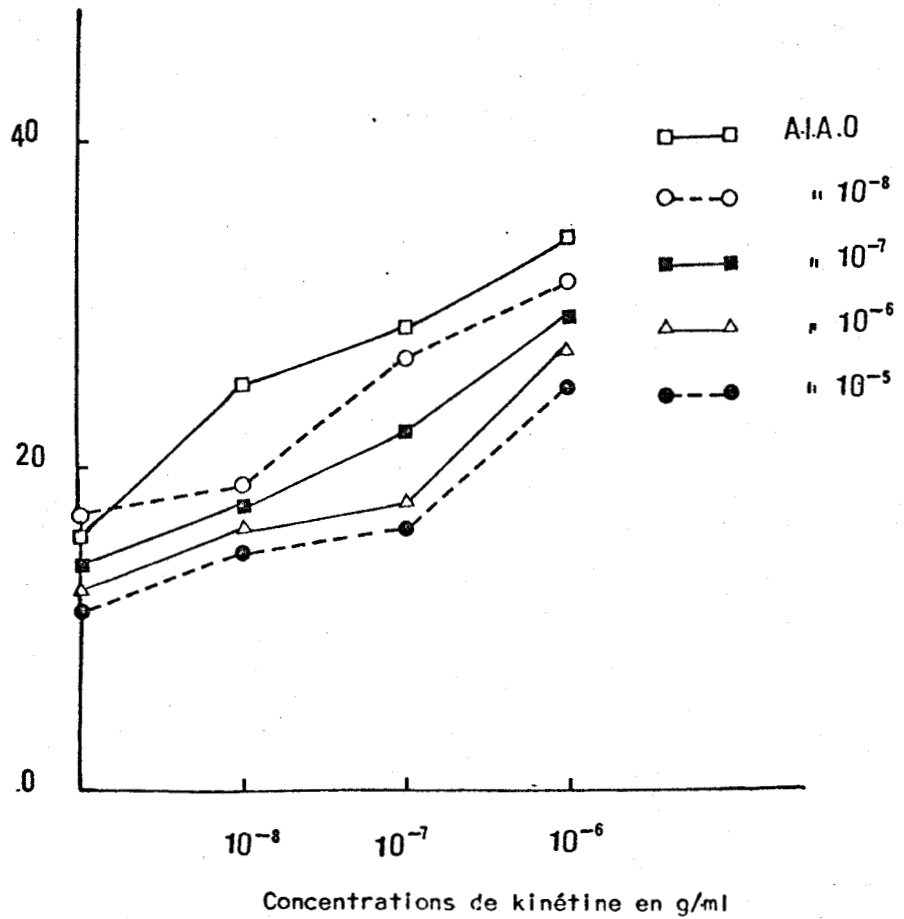


Figure 44 : Action conjuguée de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) et de la kinétine sur la croissance longitudinale des tiges feuillées produites par les explantats de noeuds de Patate douce (*Ipomoea batatas* L.) variété "rose", cultivés "in vitro".

Croissance longitudinale moyenne en mm

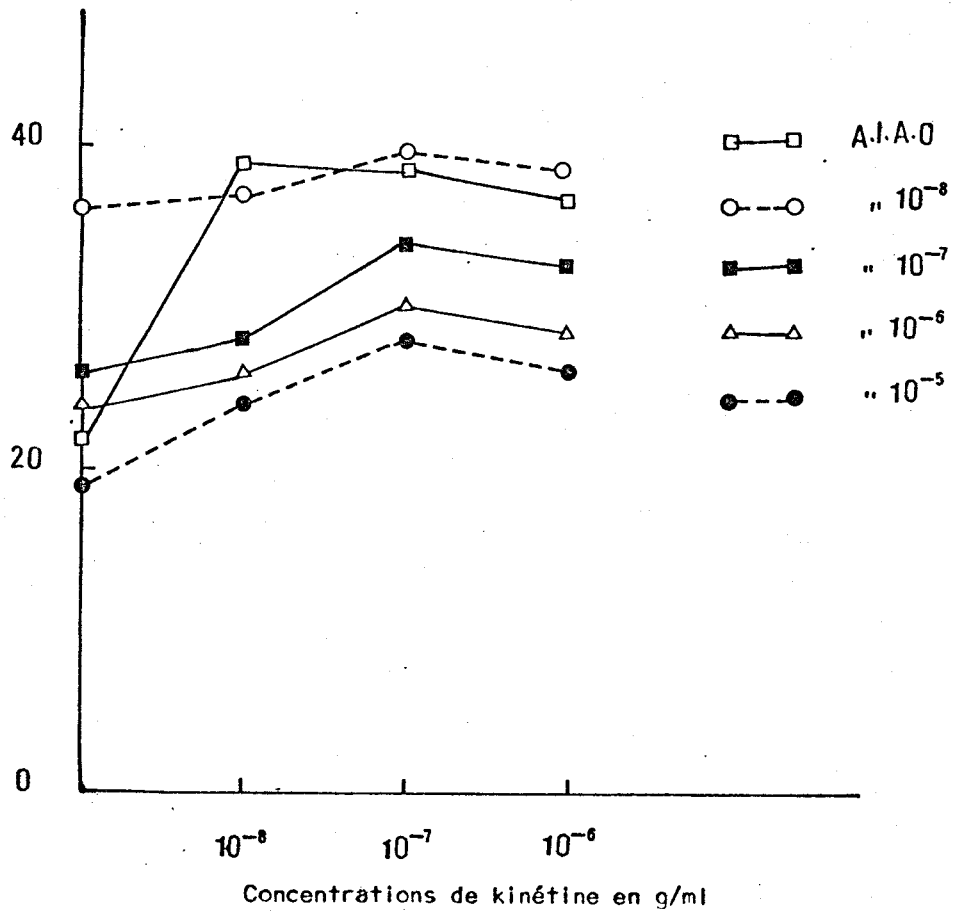


Figure 45 : Action conjuguée de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) et de la kinétine sur la croissance longitudinale des tiges feuillées produites par les explantats de noeuds de Patate douce (*Ipomoea batatas* L.) variété "blanche" cultivés "in vitro".

Croissance longitudinale moyenne en mm

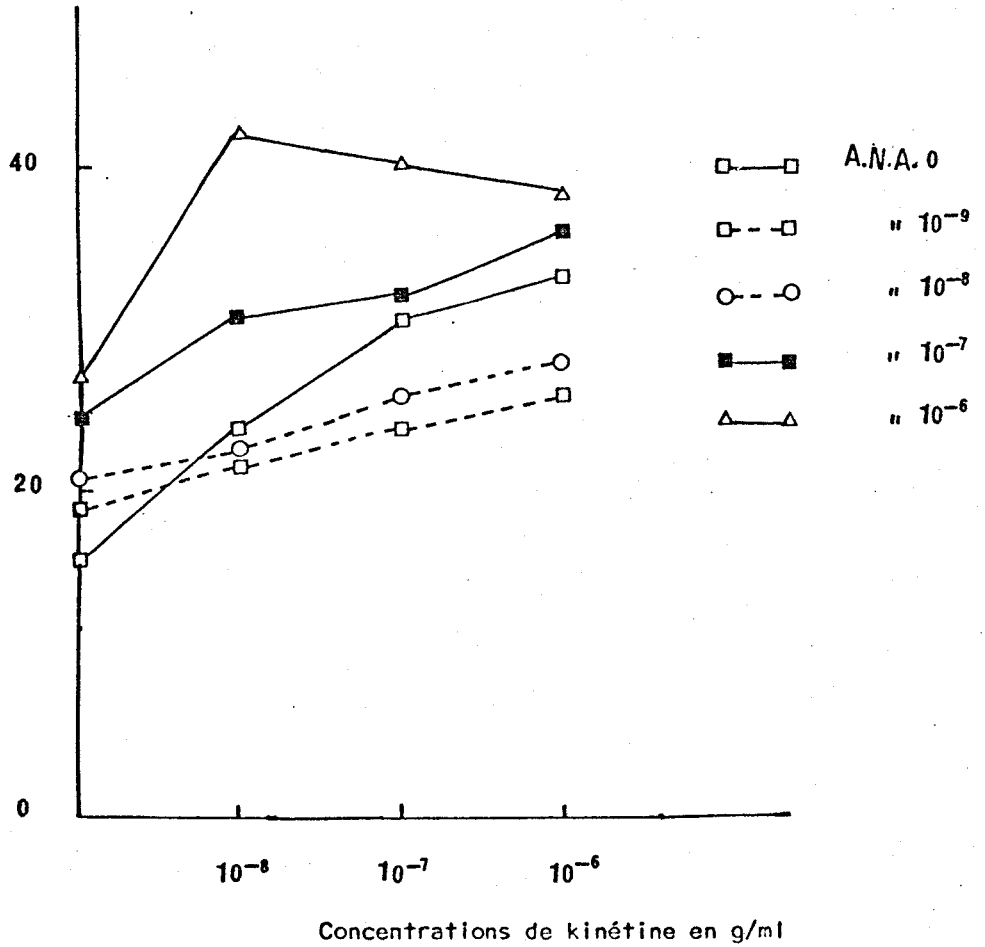


Figure 46 : Action conjuguée de l'acide α -naphtyl-acétique (ANA) et de la kinétine sur la croissance longitudinale des tiges feuillées produites par les explantats de noeuds de Patate douce, variété "rose" cultivés "in vitro".

Croissance longitudinale moyenne en mm

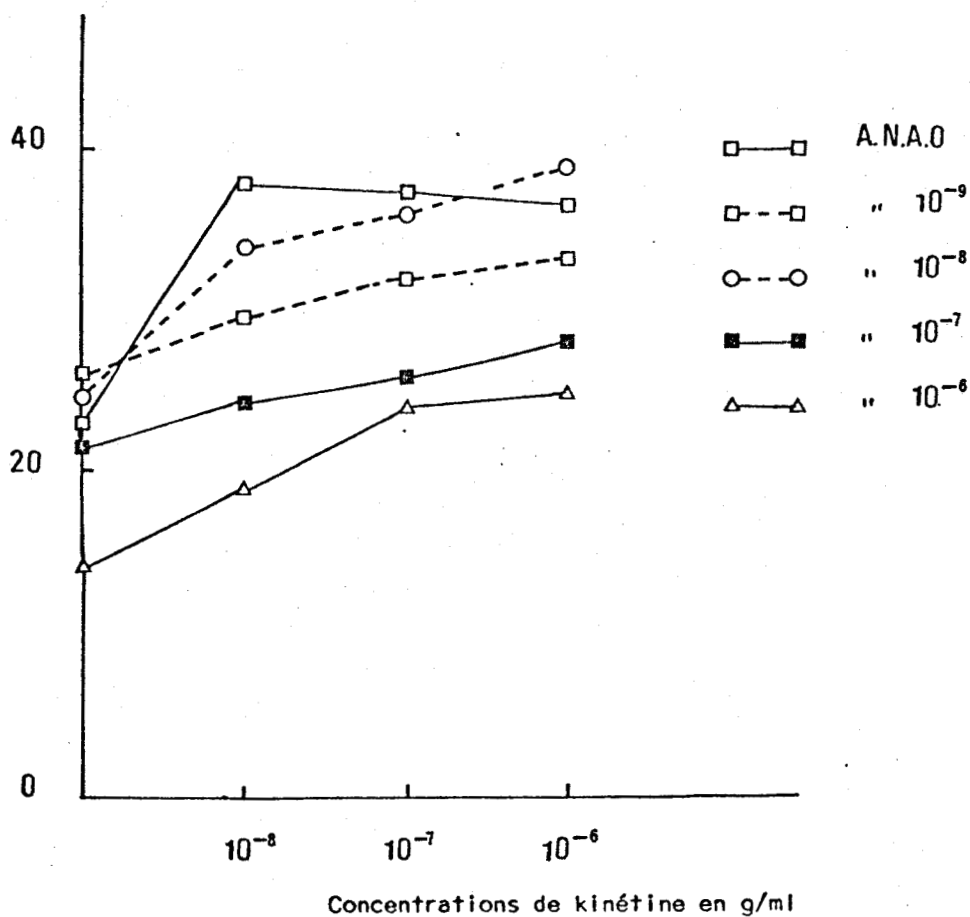


Figure 47 : Action conjuguée de l'acide α -naphtyl-acétique (ANA) et de la kinétine sur la croissance longitudinale des tiges feuillées produites par les explantats de noeuds de Patate douce, variété "blanche", cultivés "in vitro".

Croissance longitudinale moyenne en mm

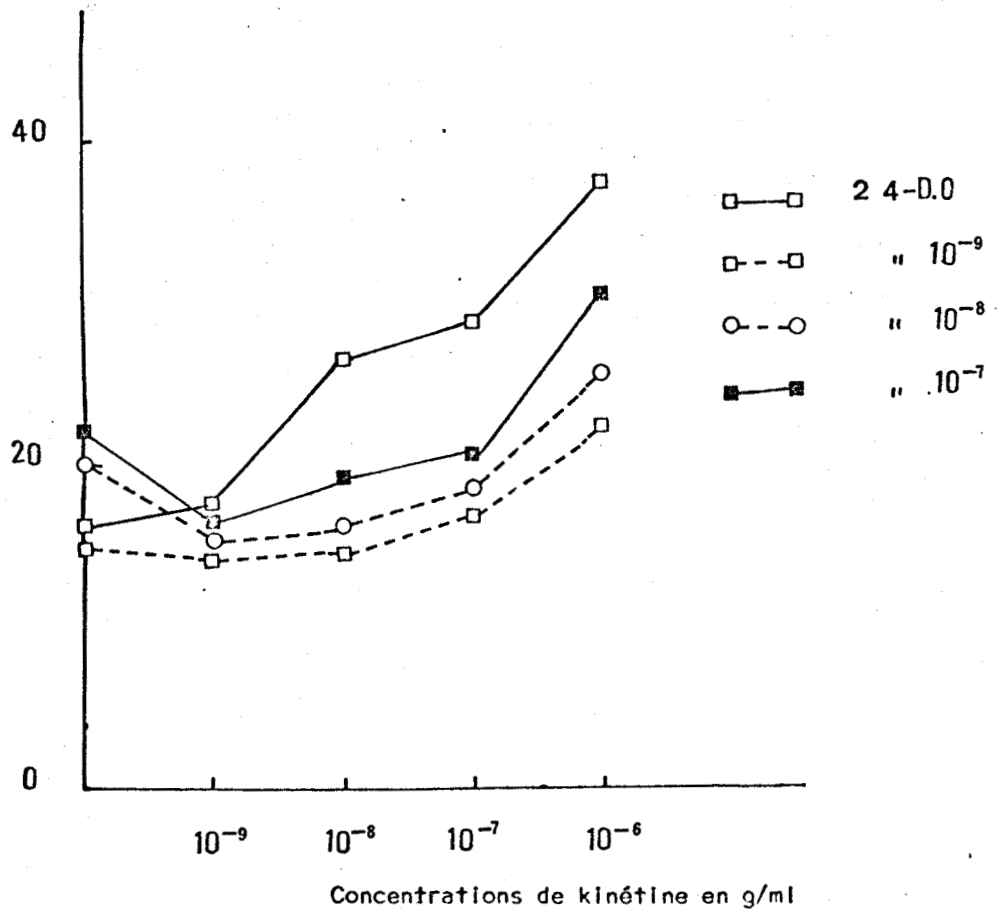


Figure 48 : Action conjuguée de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) et de la kinétine sur la croissance longitudinale des tiges feuillées produites par les explantats de noeuds de Patate douce, variété "rose", cultivés "In vitro".

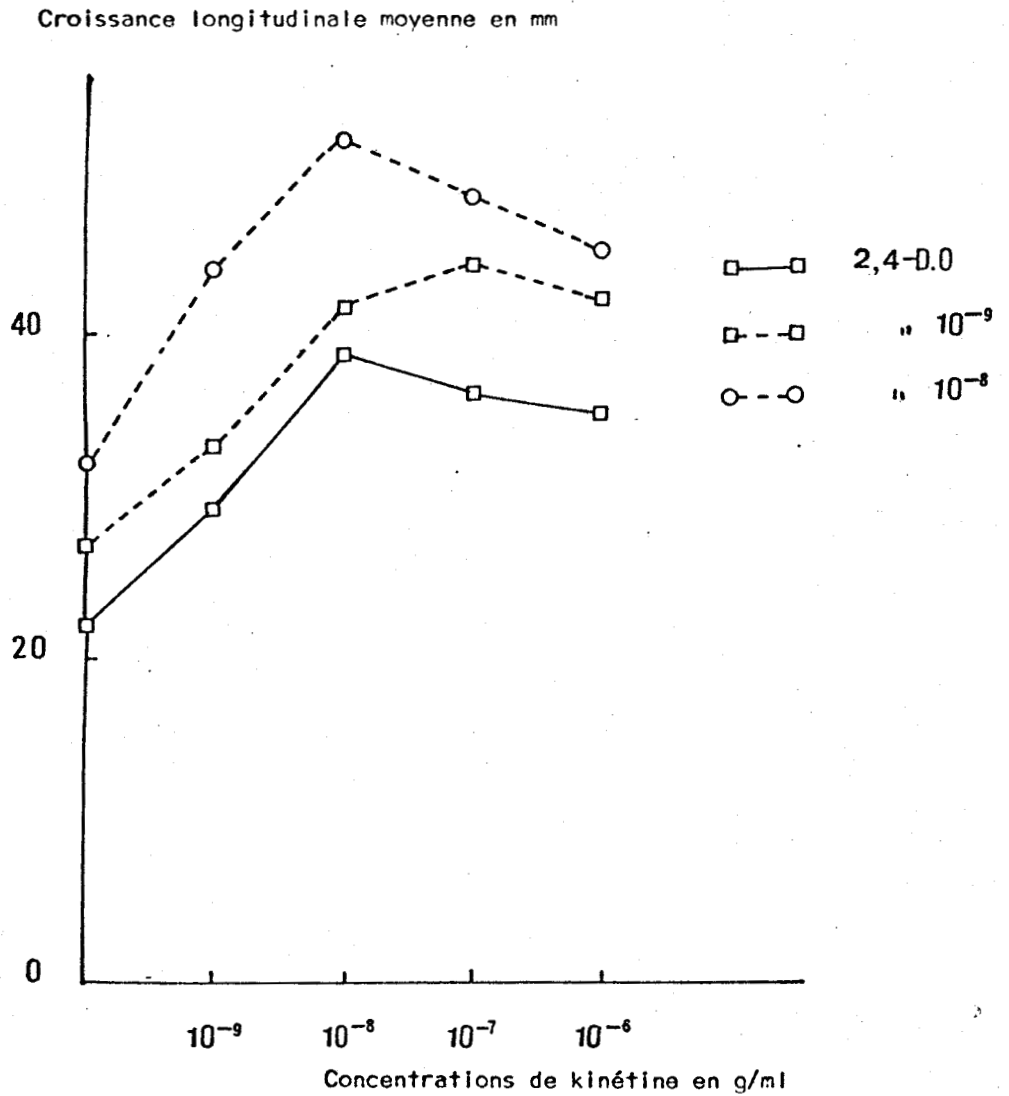


Figure 49 : Action conjuguée de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) et de la kinétine sur la croissance longitudinale des tiges feuillées produites par les explantats de noeuds de Patate douce, variété "blanche", cultivés "in vitro".



Croissance longitudinale moyenne en mm

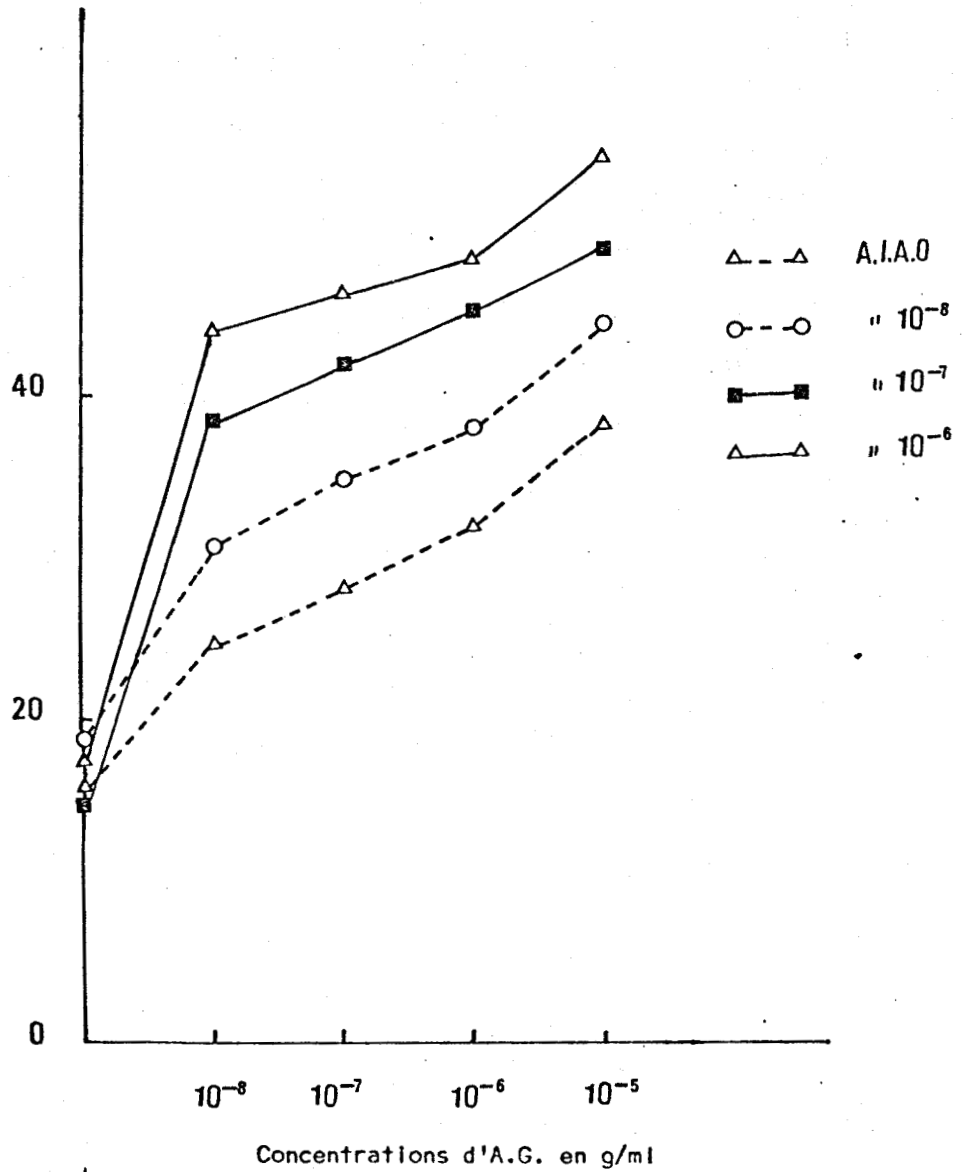


Figure 50 : Action conjuguée de l'acide β -indolyli-acétique (AIA) et de l'acide gibbérellique (A.G.) sur la croissance longitudinale des tiges feuillées produites par les explantats de noeuds de Patate douce, variété "rose", cultivés "in vitro".

fait l'ablation des racines après des temps de culture différents. Après 60 jours de culture, les bourgeons ont été dénombrés et le développement des tiges néoformées mesuré. On remarque que la suppression des racines, diminue d'autant plus la caulogénèse qu'elle est effectuée plus tard (tableau XXXI).

3° - Importance des éléments minéraux dans la manifestation de la rhizogénèse, du développement des bourgeons et de la caulogénèse stricte.

De très nombreux travaux ont souligné l'importance des éléments minéraux non seulement pour la prolifération cellulaire, mais aussi parfois pour les phénomènes d'organogénèse.

Nous pouvons donc nous demander si la solution nutritive de HELLER que nous avons utilisée, était la plus efficace et si la concentration des ions qu'elle renferme ne devait pas être modifiée pour améliorer, par exemple, certains aspects du développement des tissus de Patate douce. Les explantats prélevés au niveau des noeuds étaient un matériel parfaitement adapté pour évaluer l'influence des différentes solutions minérales sur le développement des racines ou des tiges.



a- Effets des variations de la teneur en ions de la solution de HELLER

En diluant la solution minérale de HELLER, on augmente le nombre des racines néoformées et leur développement est facilité. Au contraire, en concentrant 2, 3 ou 4 fois les éléments (macro et microéléments) de cette solution, on favorise le bourgeonnement et le développement des feuilles (tableaux XXXII et XXXIII).

b- Influence de quelques éléments minéraux

Nous nous sommes intéressés aux effets du calcium, du potassium et du sulfate de magnésium qui, comme on le sait, jouent un rôle important dans le développement de la plante.

Le Ca^{++} et le K^+ sont fournis dans la solution de HELLER sous forme de chlorure. Il a été démontré que le Cl^- n'a que peu d'effet sur le développement des tissus et sert essentiellement d'ion d'accompagnement.

M A T E R I E L	P L A N T U L E S . T R A I T E E S										
Nombre de jours avant la section des racines	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Nombre de jours après la section des racines	56	54	52	50	48	46	44	42	40	38	36
Nombre moyen de bourgeons par explantat	1,42	1,39	1,34	1,33	1,30	1,27	1,25	1,24	1,20	1,19	1,18
Longueur moyenne en mm par tige feuillée	23	22	21	21	20	20	19	17	16	15	15

BUS
LILLE

Tableau XXXI : Influence des racines sur la caulogénèse manifestée par les explantats de noeuds de Patate douce, variété "Blanche".

MILIEUX DE CULTURE	1/2 H	H	2 H	3 H	4 H
NOMBRE MOYEN DE RACINES PAR EXPLANTAT	10,69	7,80	6,47	5,44	5,09
POIDS FRAIS DE RACINES en mg PAR EXPLANTAT	108	105	101	97	80
NOMBRE MOYEN DE BOURGEONS PAR EXPLANTAT	1,22	1,37	1,43	1,41	1,40
POIDS FRAIS DE FEUILLES en mg PAR EXPLANTAT	1 26	149	186	206	197

Tableau XXXII : Influence de la concentration de la solution minérale du milieu de culture sur les phénomènes d'organogenèse manifestés par les noeuds de Patate douce variété "rose". La solution de HELLER (H) est soit diluée de moitié, soit concentrée 2, 3 ou 4 fois.

Dans les essais préliminaires, nous avons donc considéré le rôle de l'ion Cl^- comme négligeable et nous n'avons pas tenu compte de sa suppression ou de son augmentation quand on supprimait ou augmentait la teneur du milieu en Ca^{++} .

Nous avons d'autre part, non seulement étudié l'influence de $\text{Mg}_2\text{SO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ mais pour préciser le rôle de chacun de ces ions, nous avons ajouté au milieu de culture le magnésium (Mg^{++}) sous forme de chlorure de magnésium (MgCl_2) et le sulfate sous forme de Na_2SO_4 , le Na^+ pouvant être considéré comme ion d'accompagnement dont le rôle est négligeable.

MILIEUX DE CULTURE	1/2 H	H	2 H
NOMBRE DE RACINES EN MOYENNE PAR EXPLANTAT	14,33	9,23	6,70
POIDS FRAIS MOYEN DE RACINES en mg PAR EXPLANTAT	198	157	70
NOMBRE MOYEN DE BOURGEONS PAR EXPLANTAT	1,37	1,46	1,52
POIDS FRAIS DE FEUILLES en mg PAR EXPLANTAT	169	198	222

Tableau XXXIII : Influence de la concentration de la solution minérale du milieu de culture sur les phénomènes d'organogenèse manifestés par les noeuds de Patate douce (variété "blanche"). La solution de HELLER est soit diluée de moitié, soit concentrée 2 fois.

La suppression du Ca^{++} du milieu de culture réduit légèrement le nombre des racines et leur développement ainsi que le nombre de bourgeons et la croissance des feuilles. Les explantats renferment au moment de leur prélèvement des réserves en calcium qui masquent les phénomènes de carence.

D'ailleurs, l'augmentation de la dose de Ca^{++} dans le milieu de culture n'améliore pas les phénomènes d'organogenèse (Tableau XXXIV).

Si on supprime le potassium (K^+) du milieu nutritif, on réduit le nombre et le développement des racines ou des bourgeons, mais si on concentre cet élément, la réduction est encore plus marquée (Tableau XXXV).

De même, la suppression ou la concentration de $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ diminue le nombre et le développement des racines et réduit le nombre de bourgeons ainsi que la croissance des feuilles. L'absence ou la présence du sulfate ne modifie pas le nombre de bourgeons (Tableau XXXVI).

MILIEUX DE CULTURE	H	H - Ca ²⁺	H + 2 Ca ²⁺	H + 3 Ca ²⁺	H + 4 Ca ²⁺
NOMBRE MOYEN DE RACINES PAR EXPLANTAT	6,80	6,68	4,78	4,75	3,83
POIDS FRAIS DE RACINES en mg PAR EXPLANTAT	134	104	124	117	112
NOMBRE MOYEN DE BOURGEONS PAR EXPLANTAT	1,38	1,31	1,18	1,15	1,07
POIDS FRAIS DE FEUILLES en mg PAR EXPLANTAT	154	124	147	138	133

Tableau XXXIV : Influence de la concentration de la solution minérale du milieu de culture en calcium sur les phénomènes d'organogenèse manifestés par les noeuds de Patate douce (variété "rose")

H - Ca²⁺ solution de HELLER sans calcium
 H + 2 Ca²⁺, H + 3 Ca²⁺ et H + 4 Ca²⁺ solution de HELLER dont la concentration de calcium est 2, 3, 4 fois plus élevée.

MILIEUX DE CULTURE	H	H - K ⁺	H + 2 K ⁺	H + 3 K ⁺	H + 4 K ⁺
NOMBRE MOYEN DE RACINES PAR EXPLANTAT	6,80	4,77	4,35	4,30	3,53
POIDS FRAIS DE RACINES en mg PAR EXPLANTAT	134	122	101	92	80
NOMBRE MOYEN DE BOURGEONS PAR EXPLANTAT	1,38	1,15	1,12	1,11	1,05
POIDS FRAIS DE FEUILLES en mg PAR EXPLANTAT	154	133	146	140	137

Tableau XXXV : Influence de la concentration de la solution minérale du milieu de culture en potassium sur les phénomènes d'organogenèse manifestés par les noeuds de Patate douce (variété "rose")

H - K: solution de HELLER sans potassium
 H + 2 K⁺, H + 3 K⁺, H + 4 K⁺: solution de HELLER dont la concentration de Potassium est 2, 3, 4 fois plus élevée.

BUS
LILLE

MILIEUX DE CULTURE	H	H + 2 (Mg ²⁺ + SO ₄ ⁻⁻)	H + 3 (Mg ²⁺ + SO ₄ ⁻⁻)	H - (Mg ²⁺ + SO ₄ ⁻⁻)	H - (Mg ²⁺ + SO ₄ ⁻⁻) + Mg ²⁺	H - (Mg ²⁺ + SO ₄ ⁻⁻) + 2Mg ²⁺	H - (Mg ²⁺ + SO ₄ ⁻⁻) + 3 Mg ²⁺	H - (Mg ²⁺ + SO ₄ ⁻⁻) + SO ₄ ⁻⁻	H - (Mg ²⁺ + SO ₄ ⁻⁻) + 2 SO ₄ ⁻⁻	H - (Mg ²⁺ + SO ₄ ⁻⁻) + 3 SO ₄ ⁻⁻
NOMBRE MOYEN DE RACINES PAR EXPLANTAT	8,83	5,66	4,92	5,60	7,50	5,38	3,00	3,66	4,50	4,00
POIDS FRAIS DE RACINES en mg PAR EXPLANTAT	194	124	116	145	158	136	130	47	70	51
NOMBRE MOYEN DE BOURGEONS PAR EXPLANTAT	1,46	1,28	1,06	1,13	1,00	1,27	1,25	1,00	1,00	1,00
POIDS FRAIS DE FEUILLES en mg PAR EXPLANTAT	148	122	59	109	113	92	47	38	50	73

Tableau XXXVI : Influence de la concentration de la solution minérale du milieu de culture en ions magnésium (Mg²⁺) ou sulfate SO₄⁻⁻ (soufre) sur les phénomènes d'organogénèse manifestés par les noeuds de Patate douce (variété "blanche") ;

H : solution de HELLER normale (témoin) H + 2 (Mg²⁺ + SO₄⁻⁻) ; H + 3 (Mg²⁺ + SO₄⁻⁻) solution de HELLER

dont la concentration de sulfate de magnésium est 2, 3 fois plus élevée ; H - (Mg²⁺ + SO₄⁻⁻) solution de HELLER sans magnésium et sans sulfate ; H - (Mg²⁺ + SO₄⁻⁻) + Mg²⁺ ; H - (Mg²⁺ + SO₄⁻⁻) + 2 Mg²⁺ et

H - (Mg²⁺ + SO₄⁻⁻) + 3 Mg²⁺ solution de HELLER sans sulfate mais contenant une dose 1, 2 et 3 fois de magnésium ; H - (Mg²⁺ + SO₄⁻⁻) + SO₄⁻⁻ ; H - (Mg²⁺ + SO₄⁻⁻) + 2 SO₄⁻⁻ et H - (Mg²⁺ + SO₄⁻⁻) + 3 SO₄⁻⁻ solution de HELLER sans magnésium mais contenant une concentration 1, 2 et 3 fois de sulfate (soufre).



C'est la solution de HELLER qui est la plus favorable à la croissance des feuilles et au développement des racines..

c- Effets de différentes solutions nutritives

Les essais précédents nous ayant montré que la solution proposée par HELLER était la plus favorable, nous pouvions nous demander si cet effet ne résultait pas simplement du fait que cette solution était plus équilibrée que celles où nous faisons varier tel ou tel élément. Nous avons donc comparé son effet à celui des solutions proposées par TRIPATHI pour les tissus de Topinambour ou par MURASHIGE et SKOOG, pour la culture des tissus de Tabac mais dont l'effet favorable s'est révélé pour bon nombre d'autres tissus végétaux.

Le milieu de TRIPATHI inhibe la rhizogenèse chez la Patate douce (variété "rose"), ce qui peut être dû à la forte concentration de ce milieu en calcium.

Le milieu de MURASHIGE et SKOOG stimule mieux la caulogenèse et la rhizogenèse que celui de HELLER, mais il inhibe la croissance des racines (Tableau XXXVII).

Conclusion

Les différents éléments minéraux du milieu de culture jouent un rôle certain sur les phénomènes d'organogenèse manifestés par les tissus de Patate douce qui n'exigent qu'une faible dose de calcium et de potassium.

MILIEUX DE CULTURE	H	T	1° M S minérale	2° MS complet
NOMBRE MOYEN DE RACINES PAR EXPLANTAT	6,80	4,92	7,56	8,84
POIDS FRAIS DE RACINES en mg PAR EXPLANTAT	104	85	64	46
NOMBRE MOYEN DE BOURGEONS PAR EXPLANTAT	1,38	1,33	1,42	1,64
POIDS FRAIS DE FEUILLES en mg PAR EXPLANTAT	152	88	125	188

Tableau XXXVII : Action de différentes solutions du milieu de culture sur les phénomènes d'organogénèse manifestés par les noeuds de Patate douce (variété "rose")

H : solution de HELLER

T : solution de TRIPATHI

1°/ MS : solution de MURASHIGE et SKOOG minérale

2°/ MS : solution de MURASHIGE et SKOOG complet.

Toutes ces différentes solutions de culture sont gélosées et contiennent 3 % de glucose.



III ACTION CONJUGUEE DES FACTEURS DE CROISSANCE SUR LA TUBERISATION DES FRAGMENTS DE TIGES DE PATATE DOUCE

La Patate douce est une plante qui dans les conditions naturelles produit des racines tubérisées.

Lorsqu'elle est cultivée au champ ou en serre, la tubérisation a lieu à la fin de la croissance végétative ou lorsque celle-ci est suffisamment ralentie. Elle est due au développement en diamètre des racines.

"In vitro", lorsqu'on prolonge la culture des explantats de noeuds ou d'entre-noeuds pendant deux ou trois mois, dans certaines conditions, les racines peuvent tubériser. Les racines tubérisées de taille toujours modeste, apparaissent sur les racines qui se développent hors du milieu de culture, à condition que celui-ci renferme à la fois de la kinétine et un facteur auxinique.

Les racines des explantats provenant de la variété "blanche" ou "rose", tubérisent dans les mêmes conditions (Tableaux XXXVIII, XXXIX, XL, XLI).

C'est en présence d'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique (2,4-D) et de kinétine que le pourcentage d'explantats susceptibles de tubériser est le plus important. Cela peut s'expliquer par le plus grand pouvoir de prolifération manifesté en présence de ces deux facteurs de croissance.

La kinétine et le 2,4-D ont généralement une faible action rhizogène. Ils ralentissent la croissance longitudinale des racines mais stimulent leur prolifération et facilitent ainsi la tubérisation.

Pourcentage d'explantats ayant formé des tubercules

concentrations g/ml		AIA		
		0	10^{-7}	10^{-6}
Kinétine	0	0	0	0
	10^{-6}	0	27	35

Tableau XXXVIII : Action conjuguée de la kinétine et de l'acide β -indolyl-acétique (AIA) sur la tubérisation de la Patate douce "in vitro".

Pourcentage d'explantats ayant tubérisé

concentrations g/ml		ANA		
		0	10^{-7}	10^{-6}
Kinétine	0	0	0	0
	10^{-6}	0	33	38

Tableau XXXIX : Action conjuguée de la kinétine et de l'acide α -naphthyl-acétique (ANA) sur la tubérisation "in vitro" de la Patate douce.



Pourcentage d'explantats ayant tubérisé

concentrations g/ml		Kinétine				
		0	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}
2,4-D	0	0	0	0	0	0
	10^{-8}	0	27	34	38	44
	10^{-7}	0	36	45	47	56

Tableau XL : Action conjuguée de la kinétine et de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) sur la tubérisation "in vitro" des racines de Patate douce : variété "rose".

pourcentage d'explantats ayant formé des tubercules

concentrations g/ml		Kinétine				
		0	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}
2,4-D	0	0	0	0	0	0
	10^{-8}	0	29	38	43	52
	10^{-7}	0	26	33	37	44

Tableau XLI : Action conjuguée de la kinétine et de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) sur la tubérisation "in vitro" de Patate douce : variété "blanche".



CONSIDERATIONS GÉNÉRALES

Il convient maintenant de considérer les résultats de nos travaux et d'en dégager les idées essentielles qu'ils suggèrent.

Contrairement aux tissus normaux de Ronce et aux tissus de Crown gall qui élaborent "in vitro" les auxines et les cytokinines nécessaires à la multiplication de leurs cellules, GAUTHERET, R.J. (42), les cellulés de Patate douce (*Ipomoea batatas* L.) variétés "rose" et "blanche" sont tributaires des facteurs de croissance (auxines ou cytokinines) pour proliférer et manifester une organogénèse.

Il faut toutefois souligner que l'acide β -indolyl-acétique (AIA), utilisé seul n'exerce pratiquement pas d'action sur la prolifération des tissus des variétés "rose" et "blanche".

STRAUS, J. et GERDING, R.K. (101) ont obtenu le même résultat que nous avec les tissus d'Ephedra qui prolifèrent sur des milieux contenant de l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique (2,4-D) ou de l'acide naphthalène-acétique, mais sont insensibles à l'acide β -indolyl-acétique parce que vraisemblablement ils élaborent de l'auxine-oxydase qui interviendrait moins efficacement sur les composés de synthèse.

On constate par ailleurs que la kinétine renforce l'effet de l'AIA sur la prolifération cellulaire ce qui souligne que les tissus de Patate douce sont en partie hétérotrophes à ces facteurs de croissance.

L'acide α -naphthyl-acétique (ANA), l'acide 2,4-dichlorophénoxy-acétique et la kinétine employés seuls se révèlent favorables à la prolifération, notamment à fortes doses.

Associés, ils exercent des actions synergiques sur la néoformation des cals. Nos résultats s'accordent avec ceux obtenus par HUNAUULT, G. (63) sur les fragments de tiges d'Asperge (*Asparagus officinalis* L.) et par d'autres auteurs sur d'autres tissus.

La kinétine stimule la néoformation de racines à faibles doses, tandis qu'à doses élevées, elle inhibe la rhizogénèse et favorise par contre

la prolifération cellulaire, ce qui s'apparente avec les résultats obtenus avec les tissus de Vigne vierge et pourrait s'expliquer par le fait que l'absence de kinétine est un facteur limitant à la prolifération de ces tissus.

L'association de kinétine et d'AIA ou d'ANA renforce l'action rhizogène des facteurs auxiniques. La kinétine, en stimulant la prolifération cellulaire, permet à l'AIA et à l'ANA de mieux exprimer leurs propriétés rhizogènes.

Quant au 2,4-D, il favorise la rhizogenèse à faibles concentrations et l'inhibe totalement à doses élevées. La présence de kinétine réduit encore son faible effet rhizogène. Mais l'association des deux composés phytohormonaux exalte la prolifération cellulaire.

La présence du cal et des racines est indispensable à la manifestation des phénomènes de caulogenèse.

Les bourgeons se forment soit sur les racines néoformées, soit au niveau des cals. On remarque que la kinétine exerce une action caulogène nette et que l'acide gibbérellique stimule le développement des tiges feuillées.

Il devrait y avoir un rapport étroit entre prolifération, rhizogenèse et caulogenèse, qui, dans des conditions identiques, se manifestent dans un ordre parfaitement défini. Car, l'ablation des racines par exemple, influe sur la néoformation des bourgeons et le développement des tiges feuillées. En outre, la néoformation des bourgeons ne se manifeste jamais en absence de cal ou de racines.

Dans tous les cas, on remarque que la variété "blanche" est plus organogène et plus sensible que la variété "rose" à l'égard de l'action des facteurs de croissance.

On sait que les ions minéraux sont très importants dans la vie et le développement des plantes.

Nous avons constaté que les fortes doses de calcium ou de potassium inhibent les phénomènes d'organogenèse manifestés par les fragments de tiges de Patate douce. Ces fragments de tiges semblent contenir des quantités importantes de calcium et de potassium. Les résultats que nous avons obtenus en présence du potassium semblent conformes à ceux obtenus par TRIPATHI, B.K. (113) sur les tissus de Topinambour (Helianthus tuberosum L. variété violet de Rennes).

Enfin, les phénomènes de prolifération et d'organogenèse peuvent aboutir dans certaines conditions à la tubérisation des racines. Elle se produit exclusivement en présence de kinétine et d'un facteur auxinique. On constate que c'est sur les milieux de culture renfermant à la fois du 2,4-D et de la kinétine que le pourcentage d'explantats ayant tubérisé est le plus important. L'action conjuguée de ces deux facteurs de croissance réduit la rhizogenèse et favorise la prolifération en diamètre des racines et les fait tubériser.

Les travaux que nous avons pu réaliser sur la Patate douce (Ipomoea batatas L.) variétés "rose" et "blanche" grâce à la technique de culture "in vitro" nous conduisent à un stade où les questions posées sont aussi nombreuses que les problèmes résolus. Nous espérons que la technique de culture "in vitro" permettra d'approfondir certaines d'entre elles.

B I B L I O G R A P H I E

- 1 - BASTIN M. 1967 .- Auxin and gibberellin interactions in morphogenesis
Planta, 73, 243-249.

- 2 - BASU R.N., BOSE T.K., ROY B.N et MUKHOPADHYAY A. 1969 .- Auxin synergists
in rooting of cuttings.
Physiol. Plant., 22, 649-652.

- 3 - BERNARD N. 1901 .- Sur la tubérisation de la Pomme de terre.
C. R. Acad. Sci. Paris, 132, 355-357.

- 4 - BERNARD N. 1902 .- Etudes sur la tubérisation.
Rev. gén. Bot., 14, 1-25, 58-71, 101-119, 139-154, 170-183, 219-234,
269-279.

- 5 - BIGOT C. 1974 .- Comparaison des aptitudes pour le bourgeonnement de tissus
superficiels et de tissus profonds cultivés "in vitro". Cas de la
tige d'un lis hybride, cultivar Enchantment.
C. R. Acad. Sci. Paris, 278, 1027-1030.

- 6 - BOLLE-JONES E.W. and ISMUNADJI M. 1963 .- Mineral deficiency symptoms of
the sweet potato.
Emp. J. exper. Agric., 31 n° 121, 60-64.

- 7 - BOUARD J. 1967 .- Influence des réserves glucidiques sur la rhizogenèse
et la caulogenèse dans le cas des boutures de Vigne.
C. R. Acad. Sci., 265, 489-492.

- 8 - BOOTH A. 1959 .- Some factors concerned in the growth of stolons in Potato.
J. Linn. Soc. Botany, 56, 166-169.

- 9 - BOOTH A. 1959 .- The role of growth substances in the development of stolons
in the growth of the Potato.
Proc. 10th Easter School Agric. Sci. Univ. Nottingham, Butterworths,
Londres, 99-113.

- 10 - BOURIQUET R. 1960 .- Recherches sur l'activité de quelques facteurs de croissance à l'égard des tissus végétaux cultivés "in vitro".
Rev. de Cytol. et Biol. vég., 21, 93-326.
- 11 - BOURIQUET R. 1967 .- Action de la kinétine sur la croissance des tissus de Vigne-vierge.
Coll. nat. C.N.R.S., Strasbourg, 101-106.
- 12 - BRIAN P.W. et HEMMING H.G. 1958 .- Complementary action of gibberellic acid and auxines in Pea internodes extension.
Ann. of Bot., 22, 1-17.
- 13 - BRIAN P.W. and HEMMING H.G. 1955 .- The effect of gibberellic acid on shoot growth of Pea seedlings.
Physiol. Plant., 8, 669-681.
- 14 - BURSTROM H. 1968 .- Calcium and plant growth.
Bot. Rev., 43, 287-316.
- 15 - BUTCHER D.N. and STREET H.E. 1960 .- Effects of kinetin on the growth of excised tomato roots.
Physiol. Plant., 13, 46-55.
- 16 - CAMUS G. 1949 .- Recherches sur le rôle des bourgeons dans les phénomènes de morphogenèse. Thèse de Doctorat ès-Sciences naturelles, Fac. Sc. Paris, 1-199.
- 17 - CHAPMAN H.W. 1958 .- Tuberization in the Potato plant.
Physiol. Plant., 11, 215-224.
- 18 - CLAIRE A. 1974 .- Relation réciproque entre la croissance et le mouvement révolutif des tiges volubiles chez l'Ipomoea purpurea.
Physiol. vég., 12, 327-373.
- 19 - COHEN A.C. 1968 .- Recherches sur le rôle du potassium dans la physiologie des tissus végétaux isolés.
Ann. Sc. Nat. Bot. Biol. vég., 14, 1-223.

- 20 - COURDUROUX J.C. 1966 .- Etude du mécanisme physiologique de la tubérisation chez le Topinambour (Helianthus tuberosus L.) ;
Thèse de Doctorat ès-Sciences naturelles, fac. Sc. Clermont-Ferrand,
216-355.
- 21 - COURDUROUX J.C. 1960 .- Le déterminisme de la tubérisation chez quelques variétés de Topinambour.
Bull. Soc. Bot. Fr., 107, 243-247.
- 22 - COURDUROUX J.C. 1964 .- Inhibition de croissance et tubérisation.
C. R. Acad. Sc. Paris, 259, 4346-4349.
- 23 - COURDUROUX J.C. 1964 .- Sur la présence d'une substance de tubérisation dans un extrait brut de tubercules de Topinambour. Mise au point d'un test de tubérisation.
C. R. Acad. Sc. Paris, 259, 4791-4794.
- 24 - COURDUROUX J.C. 1968 .- Mise au point sur l'étude "in vitro" du mécanisme physiologique de la tubérisation.
93ème Congrès national des Sociétés Savantes, Tours, Sc. Biol. vég.,
3, 315-320.
- 25 - COUTREZ-GEERINCK D. 1972 .- Alimentation minérale chez la Pomme de terre et germination des tubercules nouveaux.
Ann. Physiol. vég. Univ. Bruxelles, 17, 29-47.
- 26 - DE KOCK P.C. 1964 .- The physiological significance of the Potassium, calcium relation in plant growth outlook on/
Agriculture, 4, 93-98.
- 27 - DELARGE L. 1941 .- Etude de la croissance et la ramification des racines "in vitro".
Mém. Soc. Roy. Sc., Liège, 5, 1-221.
- 28 - DE ROPP R.S. 1956 .- Kinetin and auxin activity.
Plant Physiol., 31, 253-254.

- 29 - DESBIEZ O. et CHAMEL A. 1974 .- Rôle possible du potassium dans les corrélations entre bourgeons induites par des traumatismes.
C. R. Acad. Sc. Paris, 279, 1433-1436.
- 30 - DEYSSON G. 1959 .- La kinétine, nouvelle hormone de croissance végétale.
Bull. Soc. Bot. Fr., 106, 369-386.
- 31 - DEYSSON G., BACH D. et MASCRE M. 1967 .- Cours de Botanique générale : Organisation et classification des plantes vasculaires ; systématique, 2, 1-434.
- 32 - DOORENBOS J. 1958 .- Effect of gibberellic acid on sprouting of Potatoes.
Neth. J. agric. Sc., 6, 267-270.
- 33 - FALUDI B. et DANIEL A.F. 1958 .- The effect of different concentrations of 2,4 D on the growth, amino acid and α -keto acid content of Potato tissue cultures.
Acta Biol. Ac. Sc. Hungaricae, 8, 273-282.
- 34 - GALSTON A.W. et WARBURG H. 1959 .- An analysis of auxin-gibberellin interaction in Pea stem tissue.
Plant Physiol., 34, 16-22.
- 35 - GASPAR Th. 1965 .- Les auxines-oxydases : chimie et physiologie.
Ann. Biol., 4, 437-470.
- 36 - GAUTHERET R.J. 1938 .- Recherches sur la culture de fragments de tubercules de Carotte.
C. R. Acad. Sc., 206, 457-459.
- 37 - GAUTHERET R.J. 1939 .- Action de l'acide indole- β -acétique sur les tissus de tubercules de Carotte.
C. R. Soc. Biol., 130, 7-9.
- 38 - GAUTHERET R.J. 1941 .- Recherches expérimentales sur la polarité des tissus de la racine d'Endive.
C. R. Acad. Sc., 213, 37-39.

- 39 - GAUTHERET R.J. 1942 .- Recherches sur le développement de fragments de tissus végétaux cultivés "in vitro".
Rev. Cyt., Cytophysiol. vég., 6, 84-180.
- 40 - GAUTHERET R.J. 1942 .- Manuel technique de culture des tissus végétaux.
Masson édit., Paris, 1-172.
- 41 - GAUTHERET R.J. 1943 .- Recherches sur la polarité des tissus végétaux.
Rev. Cyt., Cytophysiol., vég., 7, 45-217.
- 42 - GAUTHERET R.J. 1954 .- Catalogue des cultures de tissus végétaux.
Rev. Gén. Bot., 61, 672-702.
- 43 - GAUTHERET R.J. 1955 .- Sur la variabilité des propriétés physiologiques des cultures de tissus végétaux.
Rev. Gén. Bot., 62, 5-112.
- 44 - GAUTHERET R.J. 1959 .- La culture des tissus végétaux.
Masson édit., Paris, 863 p.
- 45 - GAUTHERET R.J. 1961 .- Nouvelles recherches sur la néoformation de racines par les tissus de Topinambour cultivés "in vitro".
C. R. Acad. Sc., 253, 1514-1516.
- 46 - GAUTHERET R.J. 1964 .- La culture des tissus végétaux : son histoire, ses tendances.
Rev. Cytol. et Biol. vég., 27, 99-220.
- 47 - GAUTHERET R.J. 1965 .- Sur l'interaction des principaux facteurs de la néoformation des racines par les tissus de Topinambour cultivés "in vitro".
90ème Congr. Soc. Sav., 11, 355-368.
- 48 - GAUTHERET R.J. 1966 a.- Recherches sur la rhizogenèse des tissus de Topinambour cultivés "in vitro".
Congr. Intern. Liège "Les Phytohormones et l'organogenèse" : 83-94.
- 49 - GAUTHERET R.J. 1966 b.- Sur la multiplicité des étapes physiologiques de la rhizogenèse manifestée par les tissus de Topinambour cultivés "in vitro".
C.R. Acad. Sc., 262, 2039-2043.

- 50 - GAUTHERET R.J. 1967 .- Température et rhizogenèse des tissus de rhizomes de Topinambour cultivés "in vitro".
Coll. Internat., C.N.R.S. Strasbourg, 15-32.
- 51 - GAUTHERET R.J. 1969 .- Investigation on the root formation in the tissues of Helianthus tuberosus cultured "in vitro".
Amer. J. Bot., 56, 702-717.
- 52 - GAUTHERET R.J. 1963 .- Sur le déterminisme de la prolifération des cellules végétales cultivées "in vitro" : remarques sur l'interaction auxine-kinétine.
C. R. Acad. Sc., 256, 2071-2075.
- 53 - GAUTHERET R.J. et TRIPATHI B.K. 1970 .- Comparaison de la néoformation de racines par des segments de tiges et des tissus de tubercules de Topinambour cultivés "in vitro".
C. R. Acad. Sc., Paris, 270, 951-954.
- 54 - GREGORY L.E. 1956 .- Some factors for tuberization in the Potato plant.
Amer. J. Bot., 43, 281-288.
- 55 - GREIG J.K. and SMITH F.W. 1960 .- Some effects of various levels of calcium, potassium, magnesium and sodium on sweet Potato Plants grown in nutrient solutions.
Proc. Amer. Soc. Hortic. Sc., 75, 561-569.
- 56 - GREIG J.K. and SMITH F.W. 1962 .- Salinity effects on sweet Potato growth.
Agron. J., 54, 309-313.
- 57 - GUNCKEL J.E. ; SHARP W.R. ; WILLIAMS B.W. ; WEST W. C. and DRINKWATER W.O. 1972
Root and shoot initiation in sweet Potato explantats as related to polarity and nutrient media variations.
Bot. Gaz., 133, 254-262.

- 58 - HEIDE O.M. and SKOOG F. 1967 .- Cytokinin activity in Begonia and Bryophyllum.
Physiol. Plant., 20, 771-780.
- 59 - HELLER R. 1953 .- Recherches sur la nutrition minérale des tissus végétaux cultivés "in vitro".
Thèse de Doctorat ès Sciences naturelles, Paris, 1-223.
- 60 - HELLER R. 1968 a .- Cours de physiologie végétale : Nutrition.
Centre de documentation universitaire, Paris, 1, 1-155.
- 61 - HELLER R. 1968 b .- Cours de physiologie végétale : Croissance et développement : Centre de documentation universitaire, Paris, 2, 1-204.
- 62 - HOMES M.V. et VAN SCHOOR G.H. 1969 .- La nutrition minérale des végétaux.
Monogr. physiol. vég., Masson et Cie édit., Paris, 4, 1-162.
- 63 - HUNAUULT G. 1973 a .- Etude de l'histogenèse au cours de la formation du cal sur des fragments de tiges d'Asperge (Asparagus officinalis L.) cultivés "in vitro".
Rev. cytol. et Biol. vég., 36, 335-355.
- 64 - HUNAUULT G. 1973 b .- Influence de diverses concentrations d'acide 2,4 dichlorophénoxy-acétique et de benzyladénine sur la croissance des tissus d'Asperge (Asparagus officinalis L.) cultivés "in vitro"
C. R. Acad. Sc. Paris, 276, 3135-3138.
- 65 - HUNAUULT G. 1974 .- Influence de l'éclairement et de la teneur du milieu de culture en cytokinines sur la formation, la croissance et l'organogenèse du cal de tige d'Asperge (Asparagus officinalis L.).
C. R. Acad. Sc. Paris, 278, 1849-1852.
- 66 - ITO H. and KATO T. 1959 .- Physiological factors in the tuberous root formation of the sweet Potato Plant.
Tôhoku J. Agric. Res., 10, 333-345.

- 67 - JOLIVET E. 1969 .- Physiologie de la tubérisation.
Ann. physiol. vég., 11, 265-301.
- 68 - JONES R.G.W. and LUNT O.R. 1967 .- The function of calcium in plants.
Bot. Rev., 33, 407-426.
- 69 - JULLIARD B. 1963 .- Influence du bourgeon sur la rhizogénèse des boutures de Vigne (Vitis vinifera L.).
C. R. Acad. Sc., 257, 3200-3203.
- 70 - JULLIARD B. 1964 .- Interaction de l'auxine et de gibbérelline sur la rhizogénèse des boutures de Vigne (Vitis vinifera L.).
C. R. Acad. Sc., 258, 5716-5719.
- 71 - KIM Y. C. 1954 .- Studies on the tuber formation of Ipomoea batatas L.
Bull. Korean Agric. Soc., 1, 1-7.
- 72 - KOFLER L. 1945 .- Recherches sur les conditions de la rhizogénèse chez les Topinambours.
Ann. Biol. Grenoble, 36-46.
- 73 - LAGARDE J. 1972 .- Contribution à l'étude de certains aspects du développement du Crosne du Japon (Stachys sieboldi Miq.).
Thèse de Doctorat ès-Sciences naturelles, Univ. Sc. Clermont-Ferrand, 1-124.
- 74 - LAGARDE J. et TORT M. 1970 .- Action de l'acide gibbérellique sur la croissance, les divisions et l'allongement cellulaires des jeunes entrenœuds dans les bourgeons de tubercules de Crosne du Japon. (Stachys sieboldi) partiellement dormants)
C. R. Acad. Sc., Paris, 270, 1322-1325.
- 75 - LAWRENCE C.H. and BARKER W.G. 1963 .- A study of tuberization in the potato solanum tuberosum.
Amer. Potato J., 40, 349-356.

- 76 - LEROUX R. 1971 .- Contribution à l'étude de la rhizogenèse de fragments de tiges de Pois (Pisum sativum L.) cultivés "in vitro".
Thèse de Doctorat ès-Sciences naturelles, Univ. Paris 6e, 1-163.
- 77 - LOWE S.B. and WILSON L.A. 1974 .- Comparative analysis of tuber development in six sweet Potato (Ipomoea batatas (L.) Lam) cultivars.
1- Tuber initiation, tuber growth and partition of assimilate.
Ann. Bot., 38, 307-317.
- 78 - LOWE S.B. and WILSON L.A. 1974 .- Comparative analysis of tuber development in six sweet Potato (Ipomoea batatas (L.) Lam) cultivars.
2- Interrelationships between tuber shape and yield.
Ann. Bot., 38, 319-326.
- 79 - LUGT C., BODLAENDERK B.A. and GOODJIK G. 1964 .- Observations on the induction of second growth in Potato tubers.
Eur. Pot. J., 7, 219-227.
- 80 - LUTZ A. et BELIN C. 1974 .- Etude du comportement organogène d'une souche anergiée de Tabac en fonction de concentrations variées en acide indolyl-acétique et en kinétine.
C. R. Acad. Sc. Paris, 279, 1425-1427.
- 81 - MADEC P. et PERENNEC P. 1954 .- Contribution à l'étude de la tubérisation chez la Pomme de terre.
Ann. Amelior. Plantes, 4, 449-467.
- 82 - MADEC P. 1961 .- Sur la présence et les possibilités d'extraction de substances inductrices de la tubérisation chez la Pomme de terre.
Ann. Physiol. vég., 3, 209-213.
- 83 - MADEC P. et PERENNEC P. 1962 .- Les relations entre l'induction de la tubérisation et la croissance chez la plante de Pomme de terre (Solanum tuberosum L.).
Ann. Physiol. vég., 4, 5-84.

- 84 - MADEC P. 1966 .- Croissance et tubérisation chez la Pomme de terre.
Bull. Soc. Fr. Physiol. vég., 12, 159-173.
- 85 - MADEC P. et PERENNEC P. 1959 .- Le rôle respectif du feuillage et du tubercule mère dans la tubérisation de la Pomme de terre.
Eur. Pot. J., 2, 22-49.
- 86 - MEYLAN S. 1960 .- Polarité électrique et néoformations de tissus cultivés "in vitro" dans différentes positions.
Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat., 67, 267-278.
- 87 - MILLER C. ; SKOOG F. ; OKUMURA F.S. ; SALTZA M.H. Von and STRONG F.M. 1956 .- Isolation, structure and synthesis of kinetin, a substance promoting cell division.
J. Amer. Chem. Soc., 78, 1375-1380.
- 88 - MONTUELLE B. 1962 .- Les gibbérellines.
Bull. Soc. Bot. du Nord Fr., 15, 73-90.
- 89 - MOREL G. 1948 .- Les substances de croissance chez les végétaux.
Ann. Biol., 24, 145-189.
- 90 - MURASHIGE T. and SKOOG F. 1962 .- A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures.
Physiol. Plant., 15, 473-497.
- 91 - NITSCH J.P. et NITSCH C. 1960 .- Le problème de l'action des auxines sur la division cellulaire : présence d'un cofacteur dans un tubercule de Topinambour.
Ann. Physiol. vég., 2, 261-268.
- 92 - NOEL R. 1951 .- Néoformation des racines dans les fragments d'hypocotyles d'Impatiens Balsamina L. cultivés "in vitro".
Arch. Inst. Bot. Univ., Liège, 21, 1-164.
- 93 - OKAZAWA Y. ; KATSURA N. and TAGAWA T. 1967 .- Effects of auxin and kinetin on the development and differentiation of Potato tissue cultured "in vitro".
Physiol. Plant., 20, 862-869.

- 94 - PARROT F. 1973 .- Interaction de l'acide naphthalène-acétique et des sels minéraux sur la croissance et la tubérisation de fragments de tiges de Pomme de terre cultivés "in vitro".
C. R. Acad. Sc. Paris, 277, 781-784.
- 95 - PAUPARDIN C. et TIZIO R. 1969 .- Action de quelques composés phénoliques sur la tubérisation de germes de Pomme de terre cultivés "in vitro".
C. R. Acad. Sc. Paris, 269, 1077-1080.
- 96 - PAUPARDIN C. et TIZIO R. 1970 .- Action de quelques composés phénoliques sur la tubérisation de Pomme de terre. *Potato Res.*, 13, 187-198.
- 97 - PERENNEC P. et MADEC P. 1960 .- Influence du tubercule sur la croissance et le développement du germe de Pomme de terre.
Ann. Physiol. vég., 1, 29-67.
- 98 - PERENNEC P. 1966 .- Induction de la tubérisation et inhibition des bourgeons chez la Pomme de terre. (*Solanum tuberosum* L.).
Bull. Soc. Fr. Physiol. vég., 12, 175-192.
- 99 - RUCKER W. et PAUPARDIN C. 1969 .- Action de quelques acides-phenols sur la rhizogenèse des tissus de tubercules de Topinambour (variété Violet de Rennes) cultivés "in vitro".
C. R. Acad. Sc. Paris, 268, 1279-1281.
- 100 - RUTH F.E. 1969 .- Growth of excised meristem-tips of *Kumara Ipomoea batatas* (Linn.) in axenic culture.
New Zealand J. Bot., 7, 158-166.
- 101 - STRAUS J. and GERDING R.K. 1963 .- Auxin-oxydase and growth control in tissue cultures of *Ephedra*.
Plant Physiol., 38, 621-627.
- 102 - TIZIO R. 1964 a .- Effet du système racinaire sur la tubérisation de la Pomme de terre.
C. R. Acad. Sc., 258, 6503-6506.

- 103 - TIZIO R. 1964 b .- Nouvelles recherches sur l'action qu'exerce le système racinaire sur la tubérisation de la Pomme de terre.
C. R. Acad. Sc., 259, 428-431.
- 104 - TIZIO R. 1964 c .- Action de l'acide gibbérellique sur la tubérisation de la Pomme de terre.
C. R. Acad. Sc., 259, 1187-1190.
- 105 - TIZIO R. 1964 d .- Influence de l'acide gibbérellique et des racines sur la tubérisation et la formation des stolons chez la Pomme de terre.
C. R. Acad. Sc., 259, 1439-1442.
- 106 - TIZIO R. 1964 e .- Remarques sur le mécanisme de la tubérisation de la Pomme de terre.
C. R. Acad. Sc., 259, 2001-2004
- 107 - TIZIO R. 1964 f .- La tubérisation de la Pomme de terre.
Bull. Soc. Bot. Nord Fr., 17, 63-68.
- 108 - TIZIO R. 1966 a .- Présence de kinines dans le périderme de tubercules de Pomme de terre.
C. R. Acad. Sc., 262, 868-869.
- 109 - TIZIO R. 1971 .- Action et rôle probable de certaines gibbérellines (A_1 , A_3 , A_4 , A_5 , A_9 et A_{13}) sur la croissance des stolons et la tubérisation de la Pomme de terre (Solanum tuberosum L.)
Pot. Res., 14, 193-204.
- 110 - TIZIO R. 1966 b .- Croissance anormale du système racinaire et tubérisation de la Pomme de terre.
C. R. Acad. Sc., 262, 98-99.
- 111 - TIZIO R. 1966 c .- Interaction du facteur racinaire et de l'acide gibbérellique sur la croissance des stolons et la tubérisation.
C. R. Acad. Sc., 262, 767-770.

- 112 - TIZIO R., ; SAUSSAY R. et GAUTHERET R.J. 1970 .- Action de quelques gibbérellines sur la rhizogenèse de fragments de rhizomes de Topinambour cultivés "in vitro".
C. R. Acad. Sc. Paris, 270, 2088-2092.
- 113 - TRIPATHI B.K. 1972 .- Nutrition minérale et rhizogenèse des tissus de Topinambour cultivés "in vitro".
Thèse de Doctorat ès-Sciences naturelles, Univ. Sc. Paris 6e, 1-164.
- 114 - TRIPATHI B.K. 1968 a .- Nutrition minérale et néoformation de racines par les tissus de Topinambour cultivés "in vitro".
C. R. Acad. Sc., 266, 1123-1126.
- 115 - TRIPATHI B.K. et GAUTHERET R.J. 1969 .- Action des sels minéraux sur la rhizogenèse de fragments de quelques variétés de Topinambour
C. R. Acad. Sc., 268, 523-526.
- 116 - TRIPATHI B.K. 1970 .- Etudes sur la nutrition minérale et la néoformation de racines par les tissus de Topinambour cultivés "in vitro".
Coll. Intern. C.N.R.S. Les cultures des tissus de Plantes,
Strasbourg, 201-208.
- 117 - TRIPATHI B.K. 1968 b .- Action de la nutrition minérale sur la néoformation de racines par les tissus de Topinambour cultivés "in vitro".
93ème Congr. Nat. Soc. Sav., Tours, 3, 331-338.
- 118 - TRIPATHI B.K. 1973 a .- Actions des sels minéraux sur la tubérisation de fragments de tiges de Pomme de terre (Solanum tuberosum L. variété Bintje) cultivés "in vitro".
C. R. Acad. Sc. Paris, 277, 645-648.
- 119 - TRIPATHI B.K. 1973 b .- Action de quelques ions minéraux sur la tubérisation des germes de Pomme de terre cultivés "in vitro".
C. R. Acad. Sc. Paris, 277, 1467-1469.
- 120 - VASSEUR J. 1965 .- Recherches sur la culture "in vitro" de tissus d'Endive.
Mémoire de Diplôme d'Etudes supérieures de Sciences Naturelles,
Univ. Sc., Lille, 1-96.

- 121 - WILLIAM A.J. and GRANT W.T. 1960 .- Effects of KCl and dolomitic limestone on growth and ion uptake of the sweet Potato.
Soil Sc., 89, 347-352.
- 122 - WILSON L.A. and LOWE S.B. 1973 .- The anatomy of the root system in west indian sweet Potato (*Ipomoea batatas* L. Lam) cultivars.
Ann. Bot., 37, 633-643.
- 123 - WINTON L.L. 1968 .- The rooting of liquid-grown Aspen callus.
Amer. J. Bot., 55, 159-167.
- 124 - WOLTER K.E. 1968 .- Root and shoot initiation in Aspen callus cultures.
Nature, 219, 509-510.
- 125 - WOOLLEY D.J. and WAREING P.F. 1972 .- The interaction between growth promoters in apical dominance.
I. Hormonal interaction, movement and metabolism of a cytokinin in rootless cuttings.
New Physiol., 71, 781-793.
- 126 - WRIGHT S.T.C. 1961 .- A sequential growth response to gibberellic acid, kinetin and indolyl-3-acetic acid in the Wheat coleoptile (*Triticum vulgare* L.).
Nature, 190, 699-700.
- 127 - WRIGHT S.T.C. 1966 .- Growth and cellular differentiation in the Wheat coleoptile (*Triticum vulgare*).II. Factors influencing the growth response to gibberellic acid, kinetin and indolyl-3-acetic acid.
J. Exp. Bot., 17, 165-176.
- 128 - YAMAGUCHI T. and NAKAJIMA T. 1966 .- On the variation of organ formation in cultured tissues derived from carrot roots.
Jap. J. Breeding, 16, 49-53.

- 129 - YAMAGUCHI T. and NAKAJIMA T. 1973 .- Hormonal regulation of organ formation in cultured tissue derived from root tuber of sweet Potato. Proc. 8 th Internat. Confer; Plant growth substances. Held in Tokio, 1, 1121-1127.
- 130 - YAMAMOTO K. and NODA K. 1950 .- Study of tuberization in the Potato plant. Morphological and anatomical observations on the general process of tuberization. Sc. Rep. of Res. Inst. Tôhoku, Univ. Ser. D, 1-2, 47-63.
- 131 - ZIMMERMAN P.W. and HITCHCOCK A. E. 1935 .- Response of roots to "root-forming" substances Contr. Boyce Thompson Inst., 7, 439-445.
- 132 - ZIMMERMAN P.W. and WILCOXON F. 1935 .- Several chemical growth substances which cause initiation of roots and other responses in Plants. Contr. Boyce Thompson Inst., 7, 209-229.
- 133 - ZIMMERMANN P.W. and HITCHCOCK A.E. 1936 a .- Tuberization of Jerusalem artichokes regulated by capping stem tips with black cloth. Contrib. Boyce. Thompson Inst., 8, 311-315.
- 134 - ZIMMERMANN P.W. and HITCHCOCK A.E. 1936 b .- The localization of the mechanism which regulates tuberization in plants. Amer. J. Bot., 23, 1-690.

