



G.I.E
Fleurs & Plantes
du Sud-Ouest

membre du réseau
a s t r e d h o r
.....

Optimisation de pieds mères de boutures de *Dipladenia* et de *Pelargonium*

GIE.FP.SUDOUEST – 05PN



« L'application des méthodes, résultats et conclusions de cette expérimentation aux conditions de chaque exploitation horticole se fait sous l'entière responsabilité des entreprises »

Mars 2006

16, allée de Mégevie – 33174 GRADIGNAN CEDEX – Tél. : 05 56 75 10 91 – Fax : 05 56 89 43 69
Centre expérimental – 47110 Ste LIVRADE/LOT – Tél. : 05 53 36 20 92 – Fax : 05 53 41 07 74

SOMMAIRE

I. PROJET D'ACTION : SITUATION	2
II. Introduction : DESCRIPTION DE L' ACTION	3
II.1. SITUATION ACTUELLE DU SUJET DE RECHERCHE.....	3
II.1.1. Synthèse bibliographique permettant de situer le projet :	3
II.1.1.1. Etude des facteurs de productivité de pieds mères de boutures :.....	3
II.1.1.2. Moyens d'investigation	4
II.2. GAINS OU AVANTAGES ATTENDUS	5
II.2.1. Intérêt scientifique et technique	5
II.2.2. Intérêt socio-économique	6
II.3. Programme de travail	6
II.3.1. Plan de recherche	6
II.3.1.1. Plan expérimental.....	6
Dipladenia (campagne 2005-2006).....	6
Pelargonium (campagne 2004-2005).....	9
III. RESULTATS OBTENUS EN 2005–2006 sur le <i>Dipladenia</i>	11
III.1. Modalités « âge des pieds meres entretenus »	11
III.1.1. Productivités des pieds mères	11
III.1.2. Qualité des pieds mères en semaine 40 :.....	12
III.1.3. Qualité des pieds mères en semaine 45 :.....	14
III.2. Modalités « âge des pieds meres non entretenus »	15
III.2.1. Productivité des pieds mères non taillés (= « non entretenus »)	15
III.2.2. Qualité des pieds mères en semaine 40 :.....	16
La qualité des pieds mères est appréciée par le calcul du taux d'enracinement des boutures produites.....	16
III.2.3. Qualité des pieds mères en semaine 45 :.....	17
III.3. MODALITES « APPLICATIONS D'ETHEPHON (PRM12) »	18
III.3.1. Productivités des pieds mères	18
III.3.1.1. Cas des pieds mères de 1 an en pot.....	18
III.3.1.2. Cas des pieds mères de 2 ans en pot	19
III.3.1.3. Cas des pieds mères de 1 an en sac	19
III.3.2. Qualité des pieds mères en semaine 40 :.....	20
III.3.2.1. Cas des pieds mères de 1 an en pot.....	20
III.3.2.2. Cas des pieds mères de 2 ans en pot	21
III.3.2.3. Cas des pieds mères de 1 an en sac	22
III.4. ESSAIS COMPLEMENTAIRES : ETUDES DES CONDITIONS D'ENRACINEMENT DES BOUTURES	23
III.4.1.1. Utilisation de différentes bâches plastiques	24
III.4.1.2. Utilisation d'un complément d'éclairage	24
III.4.1.3. Utilisation de différents supports d'enracinement	25
III.4.1.4. Enracinement des boutures à différentes profondeurs	25
III.4.1.5. Utilisation de Rhizopon B®.....	26
IV. Conclusions et perspectives sur le <i>Dipladenia</i>	26
V. Résultats obtenus en 2004-2005 sur le <i>Pelargonium</i>	29
V.1. Longueur des boutures en 2004-2005	29
V.2. Productivité des pieds mères.....	31
V.2.1. Productivités moyennes des pieds mères des différentes modalités	31
V.2.2. Cumuls des productivités moyennes par pied mère sur l'ensemble de la campagne de prélèvement	33
V.2.3. Production totale de boutures pour tous les pieds mères des modalités et tous les prélèvements.....	34
V.3. Enracinement des boutures en 2004-2005	35
V.4. Mesures de la floribondité	36
V.5. Analyses RMN.....	37
VI. Conclusions et perspectives sur le <i>Pelargonium</i>	38
VII. Bibliographie.....	40
VIII. Annexes	42
VIII.1. Evolution du climat en octobre, novembre et décembre 2003, 2004 et 2005	42
VIII.2. Analyses physique et chimique du substrat (Pinstrup) utilisé.....	43

Optimisation de pieds mères de boutures de *Dipladenia* et de *Pelargonium*

I. PROJET D'ACTION : SITUATION

ANNEE : 2004

TITRE : Optimisation de la production de pieds mères de boutures de *Dipladenia* et de *Pelargonium*

OBJECTIFS :

Rechercher les conditions optimales de croissance et de ramification des pieds mères de boutures par l'étude de l'influence de facteurs biotiques et abiotiques :

- de l'âge de la plante,
- du volume du substrat,
- de la température du substrat,
- de la lumière,
- de l'application de substances agissant sur la physiologie de la plante.

Mettre en évidence les corrélations entre ces facteurs et les caractéristiques chimiques et biochimiques.

RESPONSABLES :

Patrice Cohen et Olivier Riaudel, Ingénieurs chargé d'expérimentation

Jean Marc Deogratias, Responsable expérimentation de la station du GIE Fleurs et Plantes du Sud Ouest

PARTENAIRES :

- Géranium HABERSCHILL – Chemin du Causse 81090 VALDURENQUE – tél : 05 63 50 50 20
- Lannes S.A père et fils – 82200 MALAUSE – tél : 05.6339.54.62
- Mme Martin Biran, CEREVAA – tél : 05 56 64 55 70
- Mme Pajot, LCA, Laboratoire de Conseils en Agronomie-39, rue Michel Montaigne-33294 BLANQUEFORT CEDEX – tél : 05 56 35 58 60
- Mme Annick Moing, INRA de Bordeaux, Unité de Physiologie Végétale

LIEU DE REALISATION :

Station d'expérimentation de Ste Livrade sur Lot (47)

EXPERTS CONNUS SUR LE SUJET :

Philippe MOREL - INRA UMR Sagah -BP 57 49071 BEAUCOUZE Cedex - tél. : 02 41 22 56 48

Gilles GALOPIN - INH - 2 rue Le Nôtre 49045 ANGERS Cedex 01 - tél. : 02 41 22 54 54

Noëlle DORION - INH - 2 rue Le Nôtre 49045 ANGERS Cedex 01 - tél. : 02 41 22 54 71

Armand MOURAS - IBVM UMR Physiologie et Biotechnologie Végétales, Laboratoire de biologie cellulaire et biotechnique végétale, INRA centre de Bordeaux, Pont de la Maye - tél. : 05 57 12 25 34

Annick MOING - INRA centre de Bordeaux, Pont de la Maye - Station de Physiologie Végétale - tél. : 05 57 12 25 34.

II. INTRODUCTION : DESCRIPTION DE L'ACTION

II.1. SITUATION ACTUELLE DU SUJET DE RECHERCHE

II.1.1. Synthèse bibliographique permettant de situer le projet :

II.1.1.1. Etude des facteurs de productivité de pieds mères de boutures :

D'importance commerciale, le *Dipladenia* est produit à partir de boutures relativement coûteuses en raison de la faible productivité des pieds mères, surtout liée à leur exigence en lumière, en température et à la faible capacité de ramification de la plante. La culture du *Dipladenia* et la gestion des pieds mères de boutures ont été peu étudiées. Les références ci-dessous concernent des cultures particulières ou des facteurs généraux influençant la productivité des pieds mères de boutures.

Concernant le *Pelargonium*, cette culture est également de grande importance. Bien que connue, la conduite de pieds mères pose parfois quelques problèmes qui altèrent la qualité ou la quantité des cuttings produits (taille des cuttings hétérogène, mortalité lors de l'enracinement, qualité variable notamment en conditions de stress en période hivernale lors de prélèvement intensif,...). Cette gestion peut donc être optimisée en vue d'améliorer la rentabilité économique et la qualité des boutures.

L'activité de production d'un pied mère de boutures dépend de plusieurs facteurs biotiques et abiotiques (Mesen *et al*, 2001).

L'exposition à de fortes quantités de lumière des pieds mères de nombreuses espèces (Hendrick *et al*, 1990) permet d'augmenter la production de cuttings, mais peut permettre également d'améliorer l'architecture de la plante en favorisant des entre-nœuds plus courts. Chez le *Pelargonium*, un éclairage important conduit à réduire la taille des entrenœuds, à limiter la chute de vieilles feuilles ce qui favorise une meilleure activité photosynthétique. En effet, le maintien de conditions de jours longs avec un éclairage de qualité, permet une activité végétative prolongée. Ce facteur est d'autant plus important que la période optimale de production de ces boutures se situe en jours courts en automne-hiver. La qualité de la lumière apportée est également importante. Pour le *Dipladenia* le spectre bleu est celui qui permet d'obtenir la meilleure compacité (Zimmer, 2000). Enfin, le complément d'éclairage doit conduire à une amélioration qualitative des cuttings.

La température est un facteur de productivité surtout en période automnale fraîche ou hivernale, celle-ci peut devenir un facteur limitant tant au niveau aérien qu'au niveau racinaire. L'augmentation de la température au niveau racinaire, permet sur quelques espèces d'augmenter l'activité physiologique avec pour conséquence l'augmentation du nombre de cuttings (Druge, 1997). L'augmentation de la température racinaire présente également l'intérêt de favoriser le ressuyage plus rapide du substrat améliorant la gestion des arrosages et de la fertilisation des pieds mères ainsi que leur qualité sanitaire.

La conduite de la fertilisation joue également un rôle important dans la physiologie du pied mère : nature de l'équilibre N.P.K. et oligo-éléments, la forme de l'azote utilisé, le niveau de conductivité au niveau racinaire. Le taux d'azote de l'engrais apporté, ou le rapport entre le taux de NO₃⁻ et de NH₄⁺ induisent un comportement différent de la plante, une plus ou moins grande production de boutures ou encore influent sur leur qualité ou leur capacité d'enracinement (Dartigues *et al*, 1980, Ganmore-Neumann *et al*, 1990 ; Zerche *et al*, 1999). Le *Dipladenia* et le *Pelargonium* sont généralement conduits avec une fertilisation potassique (1-1-2,5) et une conductivité du substrat avoisinant 1.5 mS/cm (Bourdain, communication personnelle).

L'intérêt de l'application de régulateur de croissance à base d'éthéphon dans le contrôle de la croissance des plantes a été montré sur plusieurs espèces végétales : géranium, pétunia retombant,

chrysanthème, impatience de Nouvelle Guinée, etc (Carpenter *et al*, 1972 ; Tsujita *et al*, 1978 ; Zempel, 1990, White, 1993 ; Kang HyounghShick, 1998). En tant que précurseur de l'éthylène, une hormone végétale, l'éthéphon conduit à l'annulation de la dominance apicale favorisant ainsi un débourrement plus important d'axillaires, ce qui augmente la ramification de la plante. L'éthéphon entraîne également une lignification des tissus et une accumulation de réserves (hydrates de carbone, acides aminés,...) dans les tissus. Ces réserves peuvent permettre de prévoir la capacité d'enracinement des boutures (Ganmore-Neumann *et al*, 1990). L'éthylène a aussi pour conséquence, en tant qu'hormone de la sénescence de provoquer une chute des fleurs ou des boutons floraux (Tamari *et al*, 1998).

Par ailleurs, l'éthylène joue un rôle dans l'amélioration de l'enracinement chez certaines espèces végétales, notamment les espèces ligneuses (Robbins *et al*, 1983 ; Gonzalez *et al*, 1993), et les plantes herbacées (Miller *et al.*, 1985). Les effets de l'éthylène semblent dépendre de l'espèce concernée (Mudge, 1988). Cette hormone stimule indirectement l'activité d'une enzyme, la polyphénol oxydase (Morgan & Fowler, 1972 ; Hagège *et al*, 1988). Il apparaît également qu'il y ait une relation entre l'activité de la polyphénol oxydase et la rhizogenèse (Hahlbrock & Grisebach, 1979 ; Hayrullah *et al*, 2003), à travers l'oxydation et la polymérisation de phénols endogènes (Curir *et a.*, 1992)

En ce qui concerne les facteurs biotiques influençant la conduite, la physiologie et la productivité du pied mère, on retrouve l'âge de la plante (Lannes, communication personnelle). Des observations chez des producteurs de *Dipladenia* montrent que les meilleurs pieds mères sont âgés de près de 15 ans. Dans ce cas, les coupes successives de boutures durant plusieurs saisons conduisent sans doute à une ramification plus importante de la plante. Cependant une telle conduite peut soulever le problème du maintien de la qualité sanitaire du pied mère. En effet cette culture est sensible notamment au *Dipladenia Mosaic Virus* (Paludan *et al*, 1988 ; Weinert *et al*, 1999). En ce qui concerne le *Pelargonium* en raison d'un très grand risque sanitaire causé notamment par les bactéries *Xanthomonas campestris pv pelargoni* et *Ralstonia solanacearum* ou encore les virus *PFBV* ou *PLCV* (Lemattre, 1963 ; Strider, 1982 ; Williamson *et al*, 2002 ; Albouy, 1994). Pour cette raison, la conduite des pieds mères est réduite en général à moins de 18 mois.

II.1.1.2. Moyens d'investigation

Différents moyens peuvent être utilisés pour caractériser l'influence de modifications des facteurs biotiques ou abiotiques sur la potentialité des pieds mères.

Etant donné que la conduite du pied mère influence la qualité de la bouture (références bibliographiques ci-dessus), les premières mesures réalisées sur le *Dipladenia* et le *Pelargonium*, consisteront à déterminer la quantité (productivité potentielle du pied mère) et la qualité des boutures (taux et rapidité d'enracinement des boutures). Concernant le *Dipladenia*, la meilleure bouture est semi-ligneuse, munie d'une paire de feuilles, provenant en général de la partie médiane du rameau (Fiche technique *Dipladenia* Gärtnerbörse & Gartenwelt, 1981). Cependant des essais réalisés au RATHO montrent que le taux de reprise du cutting dépend de sa position sur le rameau. Selon certains producteurs, le taux de reprise pour un cutting de même rang sur un rameau peut être variable selon la saison (Lannes, communication personnelle). La seule étude descriptive ne suffit donc pas pour expliquer cette variabilité dans le taux d'enracinement. Deux techniques de caractérisation des métabolites pourraient être utilisées pour définir ou suivre l'état physiologique du végétal, et permettre ensuite d'accéder à une conduite culturale adaptée à la production d'un plus grand nombre de cuttings de qualité.

D'une part, il s'agit d'analyses minérales pratiquées sur des boutures (feuilles et fragment de tige). Ces analyses sont réalisées sur 2 ou 3 catégories de boutures déterminées en fonction de la lignification pour le *Dipladenia* sur lesquelles sont mesurés les taux de matière sèche, d'azote, de phosphore, de potassium, de calcium, de magnésium, de sodium et de carbone organique ainsi que le rapport C/N.

D'autre part, on utilise la Résonance Magnétique Nucléaire à haut champ ou RMN qui permet d'accéder de manière précise à la composition de la plante, comme par exemple, au métabolisme carboné.

La RMN est une technique comportant de très nombreuses applications. Elle permet entre autres de caractériser la qualité d'un végétal ou d'une de ses parties. Elle est également appliquée dans d'autres domaines tel que l'agroalimentaire :

- étude du profil métabolique par RMN proton pour une étude génétique de la qualité de fruit (Moing *et al*, 2003),
- mise en place d'une méthode de détermination de l'origine botanique des gommés arabiques (Martin Biran, communication personnelle),
- ou encore pour mettre en évidence des mécanismes complexes :
 - compréhension de l'influence de sucres dans des mécanismes parasitaires (Moing *et al*, 2003),
 - mesure de l'influence de l'auxine sur la production par des cellules de composés organiques spécifiques (Aranibar *et al*, 2001).

Cette méthode d'analyse permet d'obtenir des informations relatives à la composition biochimique de l'échantillon analysé (acides aminés, acides organiques, sucres...). L'interprétation de ces données a pour but de mettre en évidence d'éventuelles modifications de la physiologie au niveau du métabolisme carboné ou azoté (réserves).

Les analyses par spectroscopie de RMN à haut champ donnent la véritable fiche d'identité des composés chimiques présents dans les produits (acides aminés, acides gras, acides organiques, sucres...). Généralement, des extraits aqueux ou organiques sont réalisés avant l'analyse des échantillons (Martin Biran, communication personnelle). Cette méthode est complétée par des analyses minérales, qui permettent après corrélation de comprendre les modifications engendrées suite aux différentes modalités de l'essai.

L'analyse quantitative des spectres permet de suivre le contenu respectif des différents composés. Ainsi, par l'analyse des différentes molécules (marqueurs de dégradation, de la qualité, du métabolisme) il est possible :

- de comparer des produits entre eux, et d'analyser les différences observées
- de suivre leur évolution dans le temps.
- d'analyser l'impact des conditions de culture (Ganmore-Neumann *et al*, 1990, Martin Biran, communication personnelle).

Ces analyses par RMN permettent également de suivre l'évolution des teneurs de certaines molécules, comme les composés phénoliques, qui peuvent jouer un rôle dans le processus d'enracinement des boutures.

II.2. GAINS OU AVANTAGES ATTENDUS

II.2.1. Intérêt scientifique et technique

Pour le *Dipladenia* : caractériser l'état physiologique des pieds mères et définir la conduite qui permette d'optimiser la production d'un grand nombre de boutures de qualité.

Pour le *Pelargonium* : améliorer la gestion des pieds mères pour augmenter leur productivité à des périodes d'intenses demandes (décembre-février), obtenir une qualité de cuttings constante tout au long de la période de production.

II.2.2. Intérêt socio-économique

Diminuer le coût de production des cuttings en augmentant la productivité des pieds mères. Dans ce cadre, différentes densités de pieds mères au m² doivent être étudiées, de manière à définir la densité optimale (nombre de pieds mères au m², volume de substrat optimum), et le meilleur compromis entre le volume du contenant et la densité sur le plan agronomique et économique.

II.3. PROGRAMME DE TRAVAIL

II.3.1. Plan de recherche

II.3.1.1. Plan expérimental

Dipladenia (campagne 2005-2006)

L'étude se déroule sur 3 ans de 2003 à 2006. Les différentes modalités étudiées devraient permettre à l'aide des moyens d'investigation de mettre en évidence la meilleure conduite du pied mère.

Comparaison d'itinéraires culturaux

1 : Influence de l'âge du pied mère et de la taille (« entretien ») des pieds mères

Les premiers pieds mères ont été mis en culture au début de 2003 à raison de 14 boutures par sac de 70 L. Chaque année, une nouvelle tablette de pieds mères (d'un an) est mise en place. Fin 2005, il sera ainsi possible de comparer la productivité de pieds mères âgés de 1, 2, 3, 4 et 5 ans. Chaque lot occupe une tablette de 10 m², conduit de la même façon (même température et même fertilisation).

En plus de la comparaison entre les âges, nous vérifions l'intérêt de la taille d'entretien en cours de saison (au mois de juillet) des pieds mères sur la productivité et la qualité des boutures. En 2005, nous comparons deux tablettes de pieds mères de 4 ans, l'une entretenue, l'autre non entretenue. Cette dernière est issue de pieds mères de 3 ans non entretenus en 2004 qui eux-mêmes provenaient de pieds mères de 2 ans non entretenus en 2003.

2 : Influence de substances de croissance

Le PRM 12 (éthéphon à 120 g/L) est un régulateur de la croissance des organes aériens, qui présente de plus une action sur le processus de floraison. Le PRM 12 est appliqué par série de 3 traitements à 10 jours d'intervalle. Toutes les applications sont réalisées précocement (au mois de mai), à différentes doses.

✓ Pieds mères cultivés en pot

- PRM 12 à 500 ppm sur des pieds mères de 1 an (pot de Ø 15),
- PRM 12 à 500 ppm sur des pieds mères de 2 ans (pot de Ø 19 de 3.5 litres),
- PRM 12 à 1000 ppm sur des pieds mères de 2 ans (pot de Ø 19 de 3.5 litres),
- Témoin de 1 an et de 2 ans

✓ Pieds mères cultivés en sac

- PRM 12 à 500 ppm sur des pieds mères de 1 an
- Témoin de 1 an

Les applications sont réalisées lorsque la température est inférieure à 25°C afin de limiter le risque de phytotoxicité. La disposition des modalités est représentée en figure 2.1. Toutes les modalités "éthéphon" ont subi un entretien estival (mi-juillet 2005).

Analyse quantitative des boutures produites

Les boutures sont prélevées à 2 périodes, en semaine 40 et semaine 45. La première semaine est favorable compte tenu des conditions climatiques à l'enracinement, contrairement à celui réalisé en semaine 45. Pour chaque période de prélèvement, la moitié de la tablette de pieds mères est taillée. Tous les rameaux prélevés sont dénombrés et répartis en 3 catégories selon le nombre de boutures qu'il présente. La proportion des 3 catégories et le nombre moyen de boutures est calculé.

Analyse quantitative des boutures produites

Les boutures sont coupées à partir des rameaux prélevés, en distinguant 2 catégories de boutures seulement, en les répartissant en fonction de leur lignification : les boutures de la partie inférieure des rameaux considérées comme **lignifiées** et les boutures de la partie supérieure considérées comme **peu lignifiées**. Bien entendu, cette distinction est subjective mais après observation de rameaux de toute taille, une règle a pu être établie ; elle est présentée dans le tableau 3.1. Les boutures ont été prélevées de façon à former 3 plaques de 51 boutures par catégorie de boutures et par modalité (enracinement dans du substrat PINSTRUP)

	Nombre de boutures par rameau									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nombre de boutures lignifiées	0	0	1	2	2	3	3	4	4	5
Nombre de boutures peu lignifiées	1	2	2	2	3	3	4	4	5	5

Tableau 3.1 : Nombre de boutures lignifiées et peu lignifiées par type de rameau

L'enracinement est réalisé à l'étouffée en tunnel sur tablette avec un chauffage basse température. La température est maintenue autour de 25°C. Chaque jour, on procède à une aération de 2 heures pour évacuer une partie de l'eau condensée sur le plastique.

Essais complémentaires : étude des conditions d'enracinement des boutures

Ces essais sont réalisés à partir du prélèvement de la semaine 45, afin de tester différentes conditions d'enracinement. Le taux d'enracinement est testé selon ces différentes conditions à partir de 3 plaques de 51 boutures par modalités et par niveau de lignification. Les boutures seront prélevées à partir de pieds mères de 1 an et de 4 ans (hormis pour la modalité Rhizopon B® où les boutures de 1 an sont comparées à celles prélevées sur des pieds mères de 5 ans).

Nous avons envisagé de travailler :

- ✓ avec différents supports d'enracinement :
 - en plaque remplie de terreau PINSTRUP Dipladenia,
 - en motte Fertis,
 - en motte Jiffy (nouvelle motte constitué de fibre de coco),
- ✓ avec différentes bâches plastiques
 - bâche plastique translucide 120µm
 - bâche plastique microperforée 80µm,
- ✓ avec différentes conditions climatiques (notamment d'éclairage)
 - sans éclairage,
 - sous éclairage d'assimilation (120W/m², 14 heures/jour)
 - bâche plastique translucide 120µm
 - bâche plastique microperforée 80µm,
- ✓ avec différents niveaux d'enfoncement des boutures
 - boutures enfoncées, le noeud est en contact avec le substrat,
 - boutures non enfoncées, le noeud est à environ 2 cm du substrat,

Une application de Rhizopon B® à la dose de 12.5 mg/L en pulvérisation est également testée.

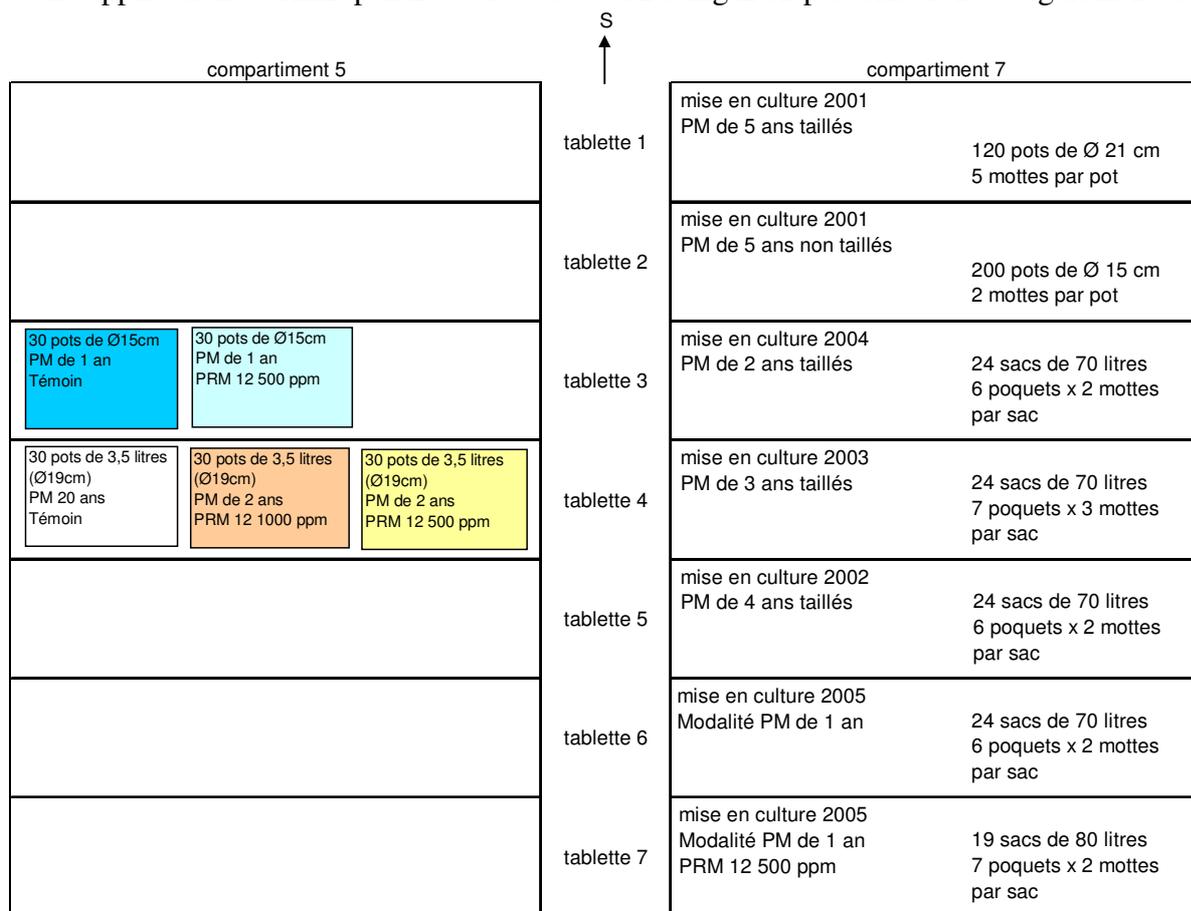


Figure 2.1 : Plan d'occupation des compartiments 5 et 7 pour les pieds mères de *Dipladenia* (campagne 2005-2006)

Pelargonium (campagne 2004-2005)

L'étude a été engagée à partir de la fin 2003. Il n'est pas envisagé pour des raisons sanitaires de travailler sur des pieds mères d'un âge supérieur à 6 mois.

Pour la campagne 2003-2004, une variété de géranium zonale ('Dijon') et une variété de géranium lierre ('Doblino rouge') ont été testées. Pour la campagne 2004-2005, 2 variétés supplémentaires sont testées, une en géranium lierre ('Maxime'), l'autre en géranium zonale ('Hyères').

L'enracinement des différentes variétés est réalisé en semaine 36. Des contrôles sanitaires par prélèvement de boutures ont été réalisés pour une analyse de *Xanthomonas campestris pv pelargonii* : les résultats sont tous négatifs. Le repotage des géraniums est réalisé en semaine 42 en pot de 12 dans un substrat Ego 120. La fertilisation débute en semaine 44.

Un nettoyage et une désinfection du sol et des pédiluves sont réalisés chaque semaine.

Conduite de la culture

- fertilisation équilibrée (1-0.5-1)
- EC = 2mS/cm
- Température jour/nuit : 16°C, aération : 18°C

Influence des substances de croissance

Le PRM 12 (à 500 ppm et à 1000 ppm) est appliqué seul ou en mélange avec le bonzi. Les 3 applications sont réalisées en semaine 44, 45 et 47. Les 6 modalités sont les suivantes (figure 2.2) :

- PRM 12 à 1000 ppm + 1mL/L bonzi
- PRM 12 à 1000 ppm
- PRM 12 à 500 ppm + 1mL/L bonzi
- PRM 12 à 500 ppm
- Bonzi 1mL/L
- Témoin

Les applications sont réalisées sur des géraniums bien implantés, à raison d'une application tous les 10 jours. Le pH de la bouillie contenant le PRM 12 à 500 ou 1000 ppm est corrigé par rajout d'une solution de NaOH afin de le ramener autour de 5.5 et de favoriser la pénétration de l'éthéphon dans les tissus végétaux.

Les prélèvements de boutures débutent progressivement à partir de la semaine 51, et se terminent en semaine 10. Les prélèvements de boutures sont effectués toutes les 2 ou 3 semaines en fonction de la production des pieds mères et le nombre de boutures est comptabilisé.

Lors du premier prélèvement, une mesure de la taille des boutures est réalisée (en semaine 51) afin de vérifier d'éventuelles différences de longueur de bouture entre les modalités.

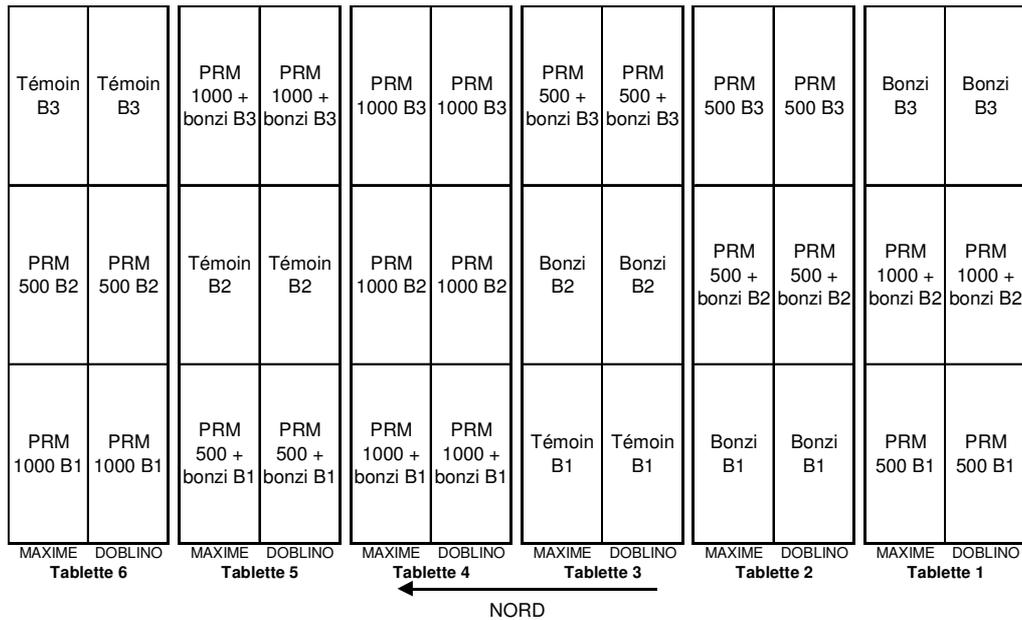


Figure 2.2 : Plan d'occupation du compartiment 4 avec les 2 variétés de lierre. Le compartiment 5 contenant les 2 variétés de zonale est le symétrique du 4

Analyse quantitative des boutures produites

A partir de la fin du mois de décembre 2004, des prélèvements ont été effectués toutes les 2 ou 3 semaines sur les 2 variétés de lierre et les 2 variétés de zonale, les coupes s'étant terminées en semaine 10. Lors d'un prélèvement, le nombre de boutures a été comptabilisé sur chaque pied mère de façon à pouvoir comparer la productivité moyenne des pieds mères entre les différentes modalités. Une mesure de la taille des boutures a également été effectuée pour le premier prélèvement afin de vérifier de confirmer l'effet des régulateurs de croissance sur la longueur des entre-nœuds.

Analyse qualitative des boutures

1. Vitesse d'enracinement et rapidité de floraison des plantes finies

Afin de vérifier l'incidence des applications des substances de croissance sur le développement des boutures jusqu'à la constitution de plants fleuris, 5 lots de 21 boutures par modalité sont mis à enraciner après le premier prélèvement dans des mottes JIFFY. Une observation de l'état d'avancement de l'enracinement (racines sorties des mottes) est réalisée 2 semaines après le bouturage.

Une mise en culture des plantes est ensuite effectuée sur 25 boutures de chaque modalité excepté les 2 modalités PRM 500 ppm, pour suivre leur comportement jusqu'au stade fleuri et vérifier l'influence sur la précocité de floraison

2. Analyse par RMN

Les analyses RMN permettront de vérifier l'influence du traitement régulateur de croissance.

III. RESULTATS OBTENUS EN 2005–2006 SUR LE *DIPLADENIA*

III.1. MODALITES « AGE DES PIEDS MERES ENTRETENUS »

Les pieds mères de *Dipladenia* sont cultivés en sac. Ils sont taillés au mois de juillet (soit 3,5 mois avant la période de prélèvement), afin de rabattre les rameaux qui ont poussé depuis la précédente période de taille en novembre 2004. Cette taille constitue un « entretien » du pied mère, destinée à favoriser le débourrement des axillaires et donc une meilleure ramification. Les rameaux produits sont plus érigés comparés à ceux des pieds mères non entretenus, ce qui facilite grandement leur prélèvement.

III.1.1. Productivités des pieds mères

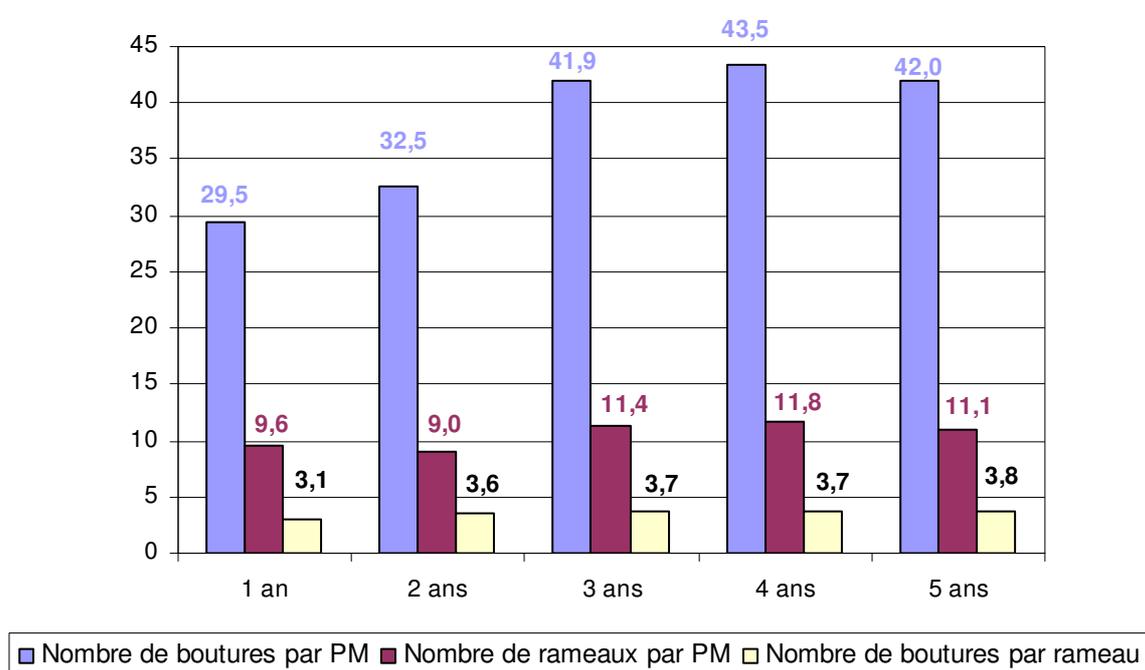


Figure 3.1 : Productivité des pieds mères en sac prélevés en semaine 40

	2004				2005				
	1 an	2 ans	3 ans	4 ans	1 an	2 ans	3 ans	4 ans	5 ans
Nombre moyen de boutures par rameau	3,6	3,2	3,7	3,3	3,4	3,6	3,7	3,7	3,8
Nombre moyen de boutures par pied mère	31,7	34,3	42,0	51,7	32,8	32,5	41,9	43,5	42,2
Nombre moyen de rameaux par pied mère	8,9	10,9	11,3	15,5	9,6	9,1	11,4	11,8	11,1

Tableau 3.1 : Productivité des pieds mères de *Dipladenia* des modalités « âge » prélevés en semaine 42 en 2004 et en semaine 40 en 2005

Les boutures de *Dipladenia* ont été prélevées en semaine 40. Les résultats obtenus en 2005 confirment en partie les tendances observées les années précédentes (tableau 3.1). D'après la figure 3.1, on passe de **9.6 rameaux et 29.5 boutures par pied-mère de 1 an** à **11,8 rameaux et 43.5 boutures par pied-mère de 4 ans**, soit près de 47 % de productivité en plus pour les pieds mères les plus âgés. La productivité des pieds mères en rameaux et le nombre moyen de boutures par rameaux a tendance à évoluer en fonction de l'âge : le nombre moyen de boutures/rameau est plus important de +22% entre ceux prélevés sur des pieds mères de 1 an et ceux de 5 ans.

Cependant, nous pouvons constater, cette année, que la productivité des pieds mères âgés de 5 ans est peu différente de ceux âgés de 3 et 4 ans, tant en nombre de rameaux qu'en nombre de boutures par pied mère. Cette observation peut s'expliquer par une fatigue du pied mère ou de son substrat (production en sac) ou par l'historique de la taille des plantes, les années précédentes. En effet, d'après le tableau 3.1, nous pouvons constater qu'en 2004, les pieds mères de 4 ans avaient une productivité de **15.5 rameaux/pied mère** alors qu'en 2005 celle des pieds mères de 5 ans n'était plus que de **11.1 rameaux/pied mère**. Une taille trop sévère lors d'une campagne de prélèvement, peut limiter la bonne ramification des plantes et provoquer l'année suivante, une baisse de la productivité.

III.1.2. Qualité des pieds mères en semaine 40 :

L'aspect qualité des boutures est étudié conjointement à l'analyse du comportement du pied mère en production.

Le taux d'enracinement est calculé 6 semaines après le prélèvement des boutures sur les pieds mères de *Dipladenia*. Par convention, nous ne comptabiliserons que les boutures ayant conservés leurs 2 feuilles.

Afin de mieux caractériser les différents étages de boutures prélevés sur un rameau de *Dipladenia*, et pour tenir compte de degré croissant de lignification des boutures de l'extrémité vers la base du rameau, nous avons distingué des boutures peu lignifiées des boutures plus lignifiées (voir la règle de répartition, plus haut). Chaque modalité est étudiée selon cette distinction.

Les boutures sont enracinées, dans des plaques de 51 mottes constituées de substrat PINSTRUP *Dipladenia*.

Compte tenu de l'importance de nombreux facteurs qui influencent l'enracinement et notamment les conditions climatiques dans lesquelles celui-ci est réalisé, le calcul du taux d'enracinement ne peut qu'indiquer une tendance.

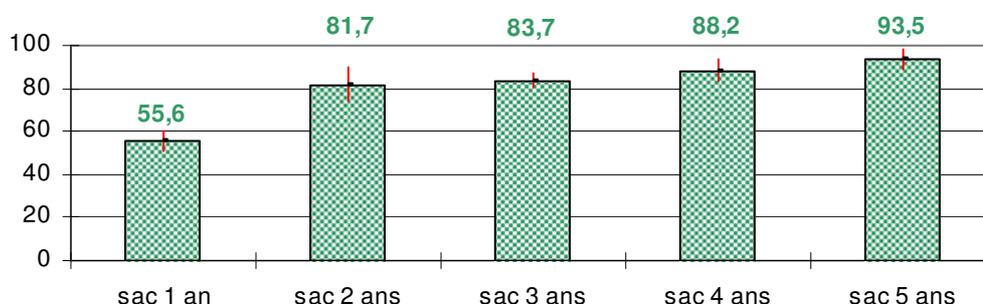


Figure 3.2A : boutures peu lignifiées

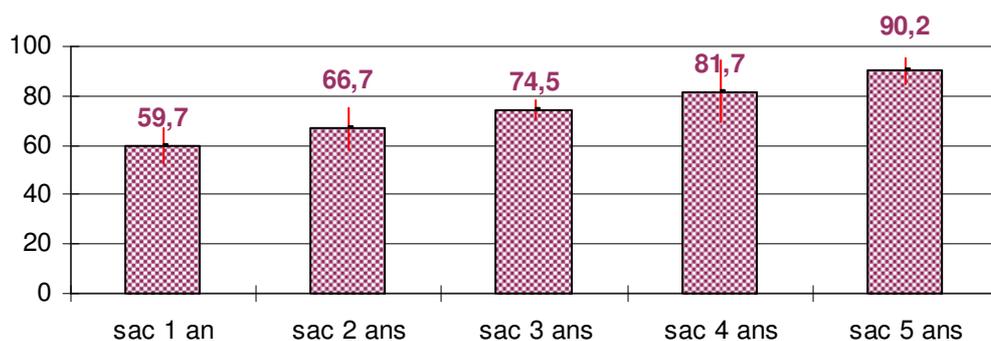


Figure 3.2B : boutures lignifiées

Figures 3.2 : Comparaison graphique du taux d'enracinement (exprimés en pourcentage) des boutures peu lignifiées (3.2A) et lignifiées (3.2B) des pieds mères des modalités « Age »

Modalités "Age"	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
5 ans	0,93	A	
4 ans	0,88	A	
3 ans	0,84	A	
2 ans	0,82	A	
1 an	0,56		B

Tableau 3.2A : boutures peu lignifiées

Modalités "Age"	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
5 ans	0,9	A	
4 ans	0,82	A	B
3 ans	0,75	A	B
2 ans	0,67		B
1 an	0,59		B

Tableau 3.2B : boutures lignifiées

Tableaux 3.2 : Comparaison statistique du taux d'enracinement des boutures peu lignifiées (3.2A) et lignifiées (3.2B)

Le taux moyen d'enracinement des boutures a tendance à évoluer avec l'âge du PM : il s'améliore avec l'âge du PM tant pour les boutures peu lignifiées que lignifiées (figures 3.2A et 3.2B). Cependant pour les boutures peu lignifiées, nous n'observons pas de différence qualitative des boutures, quel que soit l'âge du pied mère, hormis pour ceux âgés d'1 an dont les boutures s'enracinent moins bien : cette observation est confirmée par l'analyse statistique (tableau 3.2A). Pour les boutures peu lignifiées, les pieds mères de 5 ans produisent les boutures de meilleure qualité, comparativement à ceux de 1 et 2 ans.

Lorsqu'on intègre dans le calcul du taux d'enracinement des boutures, celles ayant perdu une feuille, le taux augmente logiquement : il varie de 68.5 % pour les boutures peu lignifiées de 1 an à 95.4 % pour celles lignifiées de 5 ans.

Un enracinement réalisé par ailleurs, directement en pot de 10.5 (substrat PINSTRUP), confirme la même tendance que celle observée lors de l'enracinement en motte.

	sac 1 an	sac 2 ans	sac 3 ans	sac 4 ans	sac 5 ans
Taux d'enracinement moyen des boutures lignifiées = Tml	59,5%	66,7%	74,5%	81,7%	90,2%
Taux d'enracinement moyen des boutures peu lignifiées = Tmpl	55,6%	81,7%	83,7%	88,2%	93,5%
Proportion de boutures lignifiées par pied mère = Pl	40,2%	34,2%	39,4%	40,4%	36,7%
Proportion de boutures peu lignifiées par pied mère = Pml	59,8%	65,8%	60,6%	59,6%	63,3%
Taux d'enracinement global par pied mère = Tml*Pl+Tmpl*Pml	57,2%	76,6%	80,1%	85,6%	92,3%

Tableau 3.3 : Calcul du taux d'enracinement global par pied mère pour chaque modalité

Le calcul du taux d'enracinement global traduit le potentiel d'enracinement de l'ensemble des boutures prélevables sur les pieds mères de chaque modalité (tableau 3.3). Ce calcul confirme la tendance générale d'amélioration de la qualité en fonction de l'âge. La différence du taux d'enracinement global est surtout importante entre les pieds mères de 1 ou 2 ans et ceux de 4 ou 5 ans.

III.1.3. Qualité des pieds mères en semaine 45 :

L'analyse qualitative des boutures est réalisée pendant 2 périodes, en semaine 40 et 45. La semaine 45 correspond à une période défavorable pour l'enracinement du Dipladénia, contrairement à la semaine 40.

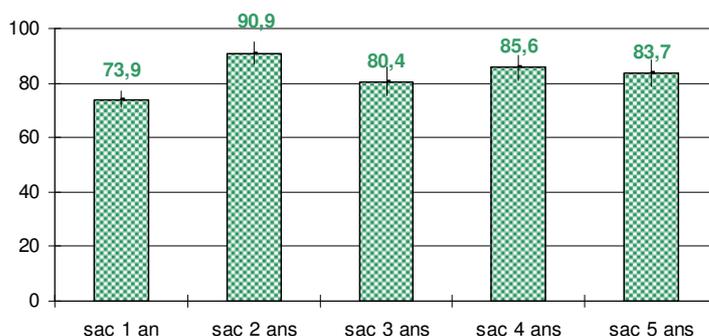


Figure 3.3A :
boutures peu lignifiées

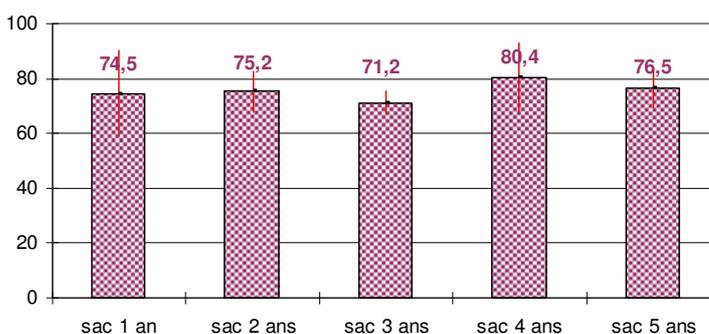


Figure 3.3B :
boutures lignifiées

Figures 3.3 : Comparaison graphique du taux d'enracinement (exprimé en pourcentage) des boutures peu lignifiées (3.3A) et lignifiées (3.3B)

Pieds mères de 1 an	Octobre		Novembre	
	2004	2005	2004	2005
Boutures peu lignifiées		68,5		83
Boutures lignifiées		75,8		86,3
Bouture de tête	97,1		89,2	
Bouture médiane	89,7		67,6	
Bouture de base	83,8		50,9	

Tableau 3.4A

Pieds mères de 4 ans	Octobre		Novembre	
	2004	2005	2004	2005
Boutures peu lignifiées		97,4		85,6
Boutures lignifiées		95,4		87,6
Bouture de tête	93,6		82,3	
Bouture médiane	97,5		87,2	
Bouture de base	91,2		72,5	

Tableau 3.4B

Tableaux 3.4 : Comparaison du taux d'enracinement pour des prélèvements de boutures en 2004 et 2005 sur les pieds mères de 1 an (3.4A) et de 4 ans (3.4B)

En 2005, le taux d'enracinement des boutures en semaine 45 (observation en semaine 49) varie de 73.9 à 90.9% pour les boutures peu lignifiées et de 71.2% à 80.4 % pour les boutures lignifiées (figures 3.3A et 3.3B). Statistiquement le taux d'enracinement des boutures lignifiées ou peu lignifiées en fonction de l'âge du pied mère n'est pas significativement différent. Ces résultats sont différents de ceux obtenus en 2004 à la même époque (tableaux 3.4 A et B).

		Enracinement		Probabilité *
		Semaine 40	Semaine 45	
1 an	lignifiée	NS	NS	0,29531
	peu lignifiée	-	+	0,01539
2 ans	lignifiée	-	+	0,01859
	peu lignifiée	NS	NS	0,16733
3 ans	lignifiée	+	-	0,03371
	peu lignifiée	NS	NS	0,44558
4 ans	lignifiée	NS	NS	0,68984
	peu lignifiée	NS	NS	0,40157
5 ans	lignifiée	+	-	0,00456
	peu lignifiée	+	-	0,01004

* Analyse de Variance, Test de Newman et Keuls

Tableau 3.5 : comparaison statistique du taux d'enracinement des boutures des modalités « âge », en semaine 40 et 45

Depuis 2 ans, les prélèvements ont été réalisés pendant 2 périodes, octobre et novembre. En 2004, le taux d'enracinement était très significativement supérieur en octobre par rapport à novembre (figures 3.17A et 3.17B), quel que soit le niveau de lignification des boutures, sans doute en relation avec les conditions de luminosité de ces périodes. En 2005, le taux d'enracinement en novembre n'est pas systématiquement ou significativement inférieur à celui obtenu en octobre, c'est le cas notamment des boutures de pieds mères d'1 an (**73.9 % et 74.5%** respectivement pour les boutures peu lignifiées et lignifiées en semaine 40, contre **79.7% et 81.7%** en semaine 45).

III.2. MODALITES « AGE DES PIEDS MERES NON ENTRETENUS »

III.2.1. Productivité des pieds mères non taillés (= « non entretenus »)

En 2005, la tablette de pieds mères taillés de 4 ans (voir partie I.1) était comparée à une tablette de pieds mères non entretenus de 4 ans, provenant d'une tablette de pieds mères de 3 ans non taillés en 2004, qui elle-même provenait d'une tablette de 2 ans non taillés en 2003.

L'entretien des pieds mères de 4 ans, influence la ramification de la plante (figure 3.4). En effet, nous constatons en 2005, une augmentation significative du nombre de rameaux par pied mère de près de **50 %**. Les rameaux des pieds mères entretenus ont tendance à être un peu moins long et présentent donc moins de boutures que ceux des pieds mères non entretenus : - **41%**. Au final, la productivité des pieds mères entretenus est légèrement plus faible de 10 %. Un entretien réalisé au moins 4 mois avant la date de prélèvement (dans notre cas, mi juin à fin juin, plutôt que mi juillet) devrait permettre d'obtenir des rameaux un peu plus longs (la croissance est d'environ d'1 étage de feuille par mois de culture pendant le printemps et l'été).

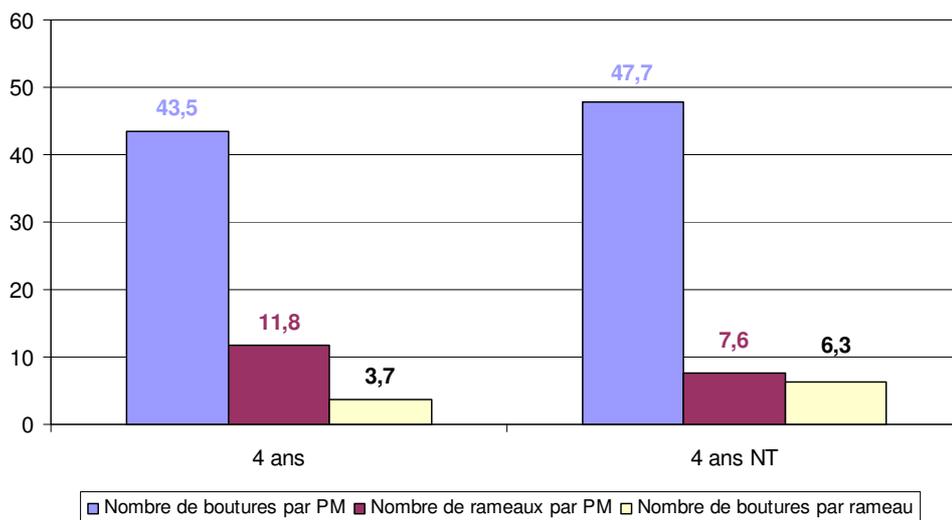


Figure 3.4 : Productivité des pieds mères en sac prélevés en semaine 40

	2003 - 2 ans	2003 - 2 ans NT	2004 -3 ans	2004 -3 ans NT	2005 -4 ans	2005 -4 ans NT
Nombre moyen de boutures par rameau	4,7	4,2	3,7	3,4	3,7	5,4
Nombre moyen de boutures par pied mère	56,0	39,1	42,0	45,4	43,5	47,7
Nombre moyen de rameaux par pied mère	11,9	9,4	11,3	13,3	11,8	7,6

Tableau 3.6 : Productivité des pieds mères de *Dipladenia* entretenus et non entretenus en 2003, 2004 et 2005 (NT = non taillé = non entretenu)

Une contradiction apparaît dans la comparaison des pieds mères entretenus et non entretenus par rapport aux deux années précédentes (tableau 3.6). En 2003, nous avons constaté un gain de productivité important de 43 % par rapport à des pieds mères non entretenus de même âge. En 2004, la productivité des pieds mères entretenus était plus faible de 8 %, comme en 2005. Cette observation met en exergue la difficulté d’obtenir chaque année une taille identique, à la même hauteur, la taille réalisée une année peut influencer la productivité l’année suivante.

III.2.2. Qualité des pieds mères en semaine 40 :

La qualité des pieds mères est appréciée par le calcul du taux d’enracinement des boutures produites.

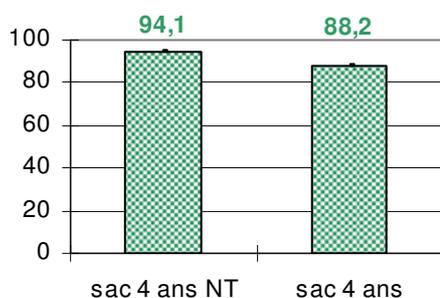


Figure 3.5A
Boutures peu lignifiées

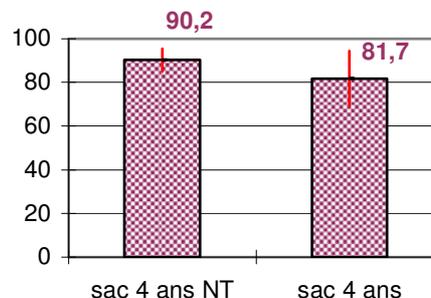


Figure 3.5B
Boutures lignifiées

Figures 3.5 : Comparaison graphique du taux d’enracinement (en pourcent) des boutures peu lignifiées (3.5A) et lignifiées (3.5B) des pieds mères de 4 ans taillés ou non taillés (NT)

L'entretien du pied mère ne conduit pas à une amélioration de la qualité des boutures produites (figures 3.5A et 3.5B), quel que soit le niveau de lignification des boutures. L'analyse statistique confirme cette observation. La faible différence de taux d'enracinement global (tableau 3.7), confirme ce résultat.

	sac 4 ans	sac 4 ans NT
Taux d'enracinement moyen des boutures lignifiées = Tml	81,7%	90,2%
Taux d'enracinement moyen des boutures peu lignifiées = Tmpl	88,2%	94,1%
Proportion de boutures lignifiées par pied mère = Pl	40,4%	44,1%
Proportion de boutures peu lignifiées par pied mère = Pml	59,6%	55,9%
Taux d'enracinement global par pied mère = Tml*Pl+Tmpl*Pml	85,6%	92,4%

Tableau 3.7 : Calcul du taux d'enracinement global par pied mère pour chaque modalité

III.2.3. Qualité des pieds mères en semaine 45 :

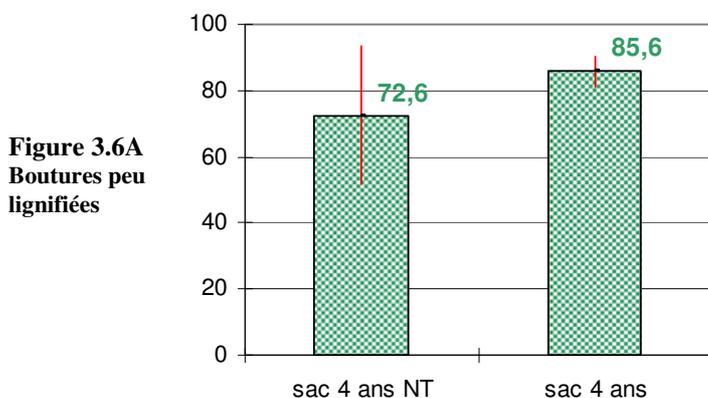


Figure 3.6A
Boutures peu lignifiées

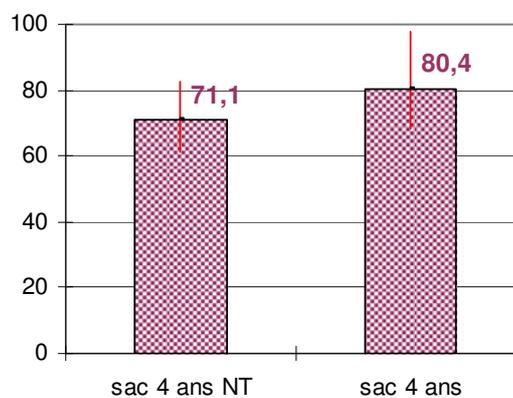


Figure 3.6B
Boutures peu lignifiées

Figures 3.6 : Comparaison graphique du taux d'enracinement (en pourcent) des boutures peu lignifiées (3.6A) et lignifiées (3.6B)

Les figures 3.6A et 3.6B, ne mettent pas en évidence de différence d'enracinement, quel que soit le niveau de lignification ou l'entretien du pied mère. L'analyse statistique, compte tenu des données obtenues (faible puissance de l'essai), confirme l'absence de différence de qualité significative entre les pieds mères taillés ou non taillés (NT) pour les boutures peu lignifiées (Probabilité = 0,42721) ou pour celles qui sont lignifiées (Probabilité = 0,47582).

	Probabilité
4 ans NT lignifiée	0,155731575
4 ans NT p lignifiée	0,213616832
4ans p lignifiée	0,402598488
4ans lignifiée	0,691391909

Tableau 3.8 : Comparaison statistique du taux d'enracinement en semaine 40 et 45 (test de Student sur 2 échantillons appariés)

Il n'y a pas de différence significative entre le taux d'enracinement obtenu en semaine 40 et 45 (tableau 3.8).

III.3. MODALITES « APPLICATIONS D'ETHEPHON (PRM12) »

Le PRM 12 (éthéphon) a été appliqué, précocement sur des pieds mères de 1 et de 2 ans conduits en pot, ainsi que sur des pieds mères de 1 an cultivés en sac.

III.3.1. Productivités des pieds mères

III.3.1.1. Cas des pieds mères de 1 an en pot

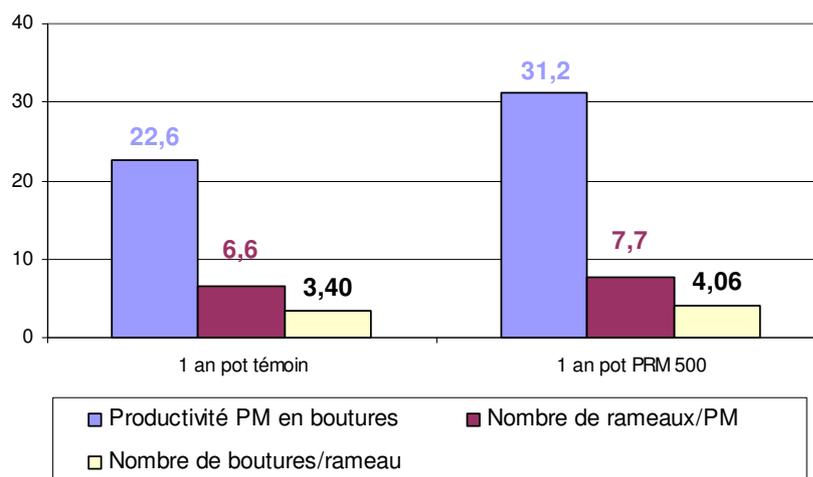


Figure 3.7 : Comparaison de l'effet de l'éthéphon sur des pieds mères de 1 an conduits en pot – prélèvement en semaine 40

	2004				2005	
	1 an pot témoin	1 an pot PRM 500	1 an pot PRM 500	1 an pot PRM 1000	1 an pot témoin	1 an pot PRM 500
Période d'application		début culture	estivale	estivale		début culture
Productivité PM en boutures	13,4	19,5	14,4	17,9	22,6	31,2
Nombre de rameaux/PM	3,9	5,8	4,1	5	6,6	7,7

Tableau 3.9 : Comparaison de l'effet du PRM aux doses de 500 et 1000 ppm appliqué sur des pieds mères conduits en pot en 2004 et 2005

D'après le graphique ci-dessus (figure 3.7), la productivité des pieds mères traités au PRM 12 est supérieure de **38 %** à celle de pieds mères non traités. Ce résultat s'explique par une augmentation de **19 %** du nombre de boutures par rameau et de **17%** du nombre de rameau/pied mère. Ce dernier résultat confirme l'observation après les applications d'éthéphon, du débourrement de nombreux axillaires à la base du pied mère.

Même si les résultats obtenus en 2005 ne sont pas directement comparables à ceux obtenus en 2004, en raison de l'utilisation d'un pot plus gros (pot de Ø15 en 2005 et pot de Ø 12 en 2004), la tendance est la même. En 2004, pour la même période d'application, l'augmentation de la productivité du pied mère était de **45 %** (tableau 3.9). Nous n'avons pas renouvelé les modalités d'applications tardives d'éthéphon, car nous avons observé en 2004, que le bénéfice du traitement éthéphon était plus important lors d'applications précoces.

III.3.1.2. Cas des pieds mères de 2 ans en pot

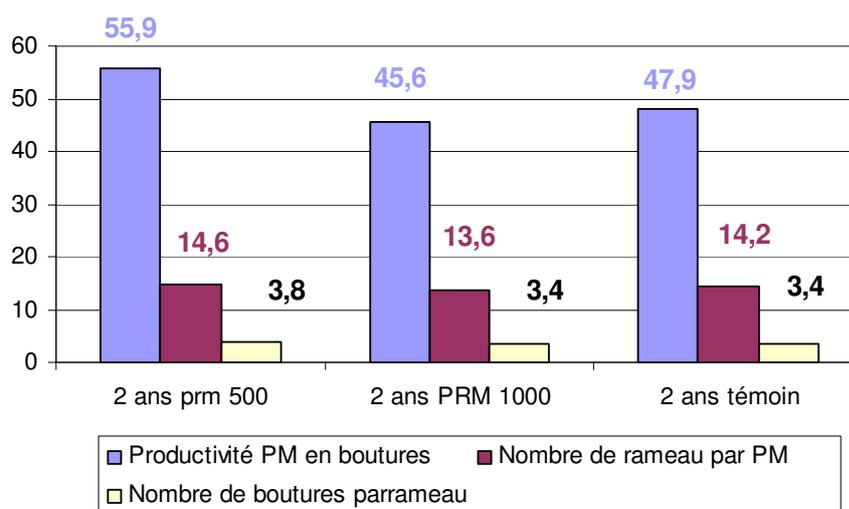


Figure 3.8 : Comparaison de l'effet de l'éthéphon sur des pieds mères de 2 ans conduits en pot – prélèvement en semaine 40

Pour les pieds mères de 2 ans (figure 3.8), la tendance est la même que pour les pieds mères de 1 an. L'éthéphon, augmente sensiblement la productivité. Elle passe de **47.9 boutures par PM** pour les plantes témoin contre **55.9 boutures par PM** pour la modalité PRM 500 ppm, soit un gain de **17%**, plus faible cependant que celui obtenu sur les pieds mères de 1 an. Ce résultat peut s'expliquer par l'historique des tailles réalisées sur ces plantes ; une taille plus sévère une année pouvant entraîner une baisse de la productivité l'année suivante.

Par ailleurs, nous constatons une diminution de la productivité des pieds mères traités avec la dose plus importante (1000 ppm) par rapport au témoin. Il ne semble pas que la dose soit trop forte, car même si les conditions climatiques et culturales étaient différentes, nous avons observé en 2004 un effet bénéfique supérieur de la dose 1000 ppm par rapport à la dose de 500 ppm sur des pieds mères de 1 an (pour rappel **+21% de rameaux/PM** et **22% de boutures/rameau**). Peut être n'est ce qu'un biais, il était difficile de choisir des plantes de 1 an qui soient strictement identiques, pour une deuxième saison de culture en 2005.

III.3.1.3. Cas des pieds mères de 1 an en sac

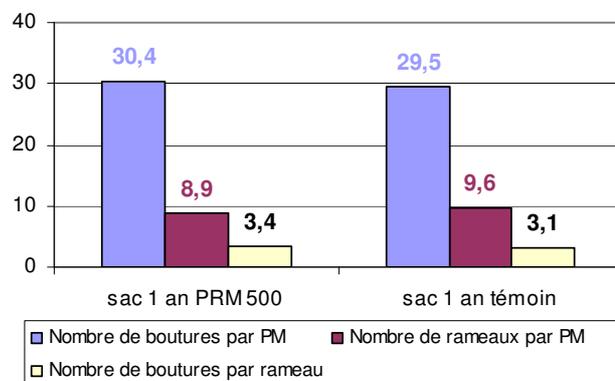


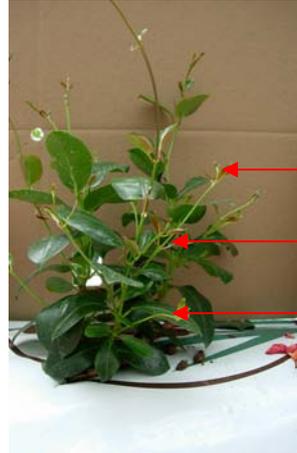
Figure 3.9 : Comparaison de l'effet de l'éthéphon sur des pieds mères de 1 an conduits en sac – prélèvement en semaine 40

Contrairement aux applications d'éthéphon réalisées sur des pieds mères de 1 an conduits en pot, celles réalisées sur des plantes conduites en sac, ne conduisent pas à une augmentation significative de la productivité (figure 3.9). Ce résultat s'explique par un biais de l'essai, les pieds mères de 1 an PRM 12 ont été installés 3 semaines plus tard que ceux du témoin. Nous ne pouvons rien conclure de ces résultats, et ne pouvons qu'extrapoler le résultat.

Figure 3.10A :
Témoin non traité



Figure 3.10B :
PRM 12 à 500 ppm

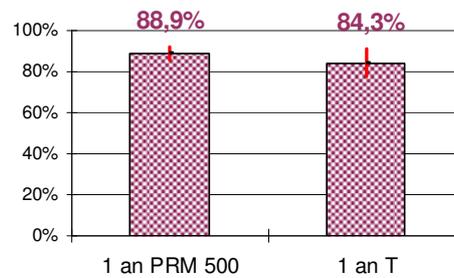
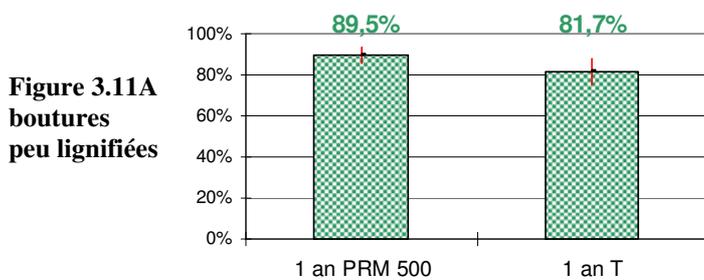


Figures 3.10 : Pieds mères de 1 an, témoin (3.10A), PRM 12 à 500 ppm (3.10B)

D'après les figures 3.10, nous constatons après les applications de PRM 12, un effet sur le débourrement de nombreux axillaires. Ceux-ci ont pu ne pas être comptabilisé lors du prélèvement d'octobre, en raison de leur aspect encore trop frêle, ceci peut également expliquer le résultat observé plus haut.

III.3.2. Qualité des pieds mères en semaine 40 :

III.3.2.1. Cas des pieds mères de 1 an en pot



Figures 3.11 : Comparaison de l'effet de l'éthéphon sur le taux d'enracinement des boutures peu lignifiées (3.11A) et lignifiées (3.11B) de pieds mères de 1 an conduits en pot – prélèvement en semaine 40

	Pot 1 an PRM 500ppm	Pot 1 an Témoïn
Taux d'enracinement moyen des boutures lignifiées = Tml	88,9%	84,3%
Taux d'enracinement moyen des boutures peu lignifiées = Tmpl	89,5%	81,7%
Proportion de boutures lignifiées par pied mère = Pl	41,5%	40,0%
Proportion de boutures peu lignifiées par pied mère = Pml	58,5%	60,0%
Taux d'enracinement global par pied mère = Tml*Pl+Tmpl*Pml	89,3%	82,7%

Tableau 3.10 : Calcul du taux d'enracinement global par pied mère pour chaque modalité

Graphiquement (figures 3.11), l'éthéphon ne conduit pas à une amélioration de la qualité des boutures quel que soit le niveau de lignification. L'analyse statistique confirme l'absence de différence significative pour les boutures peu lignifiées (Probabilité = 0.31776) et les boutures lignifiées (Probabilité = 0.07273). Ce constat est confirmé par le calcul du taux d'enracinement global qui est peu différent (tableau 3.10).

III.3.2.2. Cas des pieds mères de 2 ans en pot

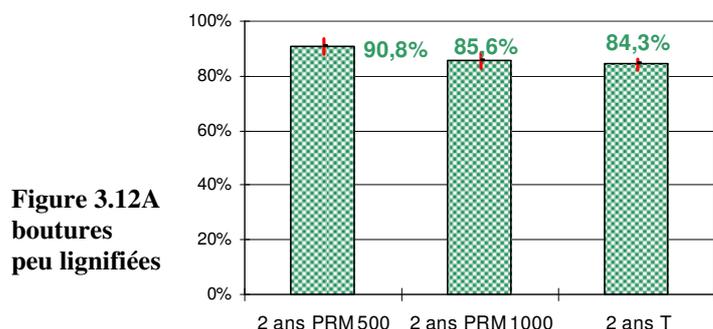


Figure 3.12A
boutures
peu lignifiées

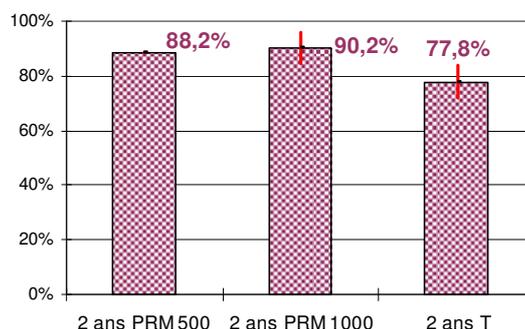


Figure 3.12B
boutures
lignifiées

Figures 3.12 : Comparaison de l'effet de l'éthéphon sur le taux d'enracinement des boutures peu lignifiées (3.12A) et lignifiées (3.12B) de pieds mères de 2 ans conduits en pot – prélèvement en semaine 40

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
PRM 500ppm	0,91	A	
PRM 1000ppm	0,86		B
T	0,84		B

(Probabilité = 0,0023)

Tableau 3.11 : Comparaison statistique de l'effet de l'éthéphon sur le taux d'enracinement des boutures peu lignifiées de 2 ans

	Pot 2 ans PRM 500 ppm	Pot 2 ans PRM 1000 ppm	Pot 2 ans témoin
Taux d'enracinement moyen des boutures lignifiées = Tml	88,2%	90,2%	77,8%
Taux d'enracinement moyen des boutures peu lignifiées = Tmpl	90,8%	85,6%	84,3%
Proportion de boutures lignifiées par pied mère = Pl	40,2%	38,2%	38,8%
Proportion de boutures peu lignifiées par pied mère = Pml	59,8%	61,8%	61,2%
Taux d'enracinement global par pied mère = Tml*Pl+Tmpl*Pml	89,8%	87,4%	81,8%

Tableau 3.12 : Calcul du taux d'enracinement global par pied mère pour chaque modalité

Les applications d'éthéphon aux doses de 500 et 1000 ppm sur les pieds mères de 2 ans ne conduisent pas, dans l'ensemble, à une amélioration sensible de la qualité, ce résultat est conforme à celui obtenu avec les pieds mères de 1 an. La seule amélioration observée concerne les boutures peu lignifiées, mais la différence de taux d'enracinement entre la dose 500 ppm et le témoin ou la dose 1000 ppm et le témoin, est très faible même si la première est statistiquement significative (tableaux 3.11 et 3.12).

III.3.2.3. Cas des pieds mères de 1 an en sac

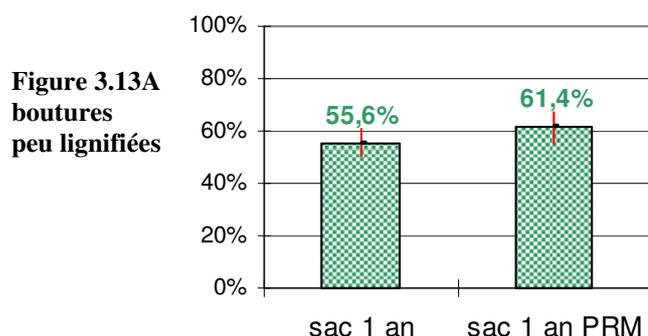


Figure 3.13A
boutures
peu lignifiées

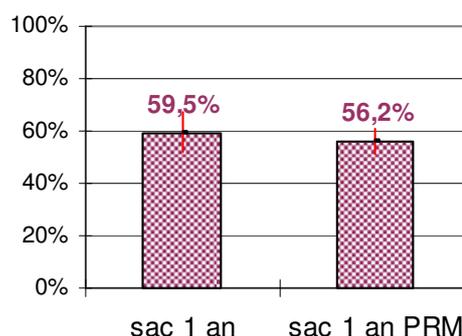


Figure 3.13B :
boutures lignifiées

Figures 3.13 : Comparaison graphique du taux d'enracinement des boutures peu lignifiées (3.13A) et lignifiées (3.13B)

	Sac 1 an	Sac 1 an PRM 500 ppm
Taux d'enracinement moyen des boutures lignifiées = Tml	59,5%	56,2%
Taux d'enracinement moyen des boutures peu lignifiées = Tmpl	55,6%	61,4%
Proportion de boutures lignifiées par pied mère = Pl	40,2%	38,6%
Proportion de boutures peu lignifiées par pied mère = Pml	59,8%	61,4%
Taux d'enracinement global par pied mère = Tml*Pl+Tmpl*Pml	57,2%	59,4%

Tableau 3.13 : Calcul du taux d'enracinement global par pied mère pour chaque modalité

Nous confirmons (figures 3.13, tableau 3.13), comme pour les pieds mères de 1 et 2 ans, l'absence d'effet significatif de l'éthéphon sur la qualité des boutures peu lignifiées (Probabilité = 0,07273) ou lignifiées (Probabilité = 0,31776).

III.4. ESSAIS COMPLEMENTAIRES : ETUDES DES CONDITIONS D'ENRACINEMENT DES BOUTURES

En semaine 45, des boutures sont prélevées à partir les pieds mères cultivés en sac (1 an, 1 an +PRM, 2 ans, 3 ans, 4 ans, 4 ans NT et 5 ans). Cette 2^{ème} période de prélèvement a pour objectif d'étudier l'influence des conditions d'enracinement. L'enracinement n'est réalisé qu'en plaque de 51 mottes.

Nous avons envisagé de travailler :

- ✓ avec différents supports d'enracinement :
 - en plaque remplie de terreau PINSTRUP Dipladenia,
 - en motte Fertis,
 - en motte Jiffy (nouvelle motte constitué de fibre de coco),
- ✓ avec différentes bâches plastiques
 - bâche plastique translucide 120µm
 - bâche plastique microperforée 80µm,
- ✓ avec différentes conditions climatiques (notamment d'éclairage)
 - sans éclairage,
 - sous éclairage d'assimilation (120W/m², 14 heures/jour)
 - bâche plastique translucide 120µm
 - bâche plastique microperforé 80µm,
- ✓ avec différents niveaux d'enfoncement des boutures
 - boutures enfoncées, le noeud est en contact avec le substrat,
 - boutures non enfoncées, le noeud est à environ 2 cm du substrat,

Une application de Rhizoapon B à la dose de 12.5 mg/L en pulvérisation est également testée.

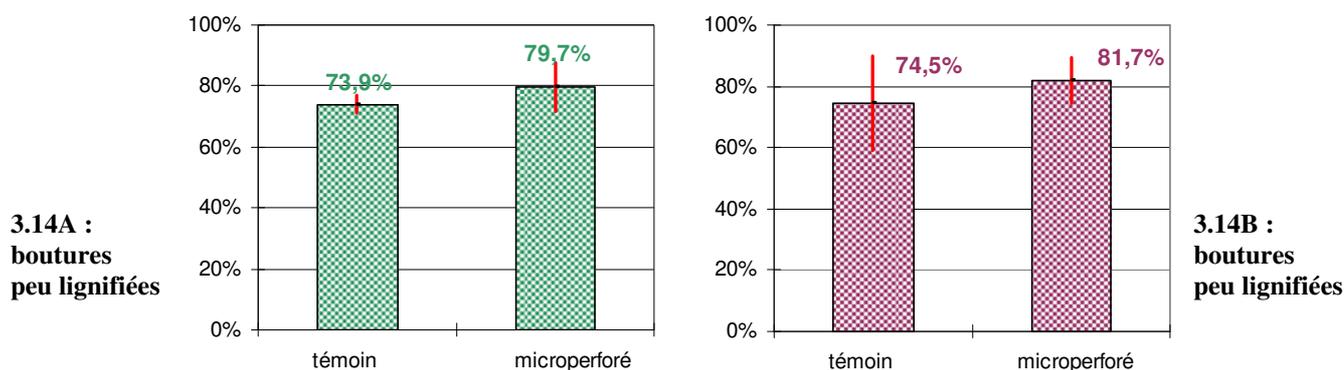
	Modalités	bâche classique + pinstrup bouture enfoncée	bâche classique + éclairage + pinstrup	bâche microperforée + motte jiffy	bâche microperforée + motte fertis	bâche microperforée + pinstrup	bâche classique + pinstrup bouture non enfoncée	bâche classique + pinstrup + Rhizoapon B
sac	5 ans	x						x
	4 ans	x	x	x	x	x	x	
	4 ans NT	x						
	3 ans	x						
	2 ans	x						
	1an	x	x	x	x	x	x	x

Tableau 3.14 : Résumé de l'ensemble des modalités testées en semaine 45.

III.4.1.1. Utilisation de différentes bâches plastiques

Le climat et surtout sa composante lumière est un facteur très important dans la réussite de l'enracinement du *Dipladenia*.

Dans un premier temps nous testons différentes bâches plastiques dont la nature peut influencer l'enracinement, par une modification des conditions climatiques au niveau des boutures. Nous avons choisi une bâche translucide 120 μ m classique et une bâche microperforée 80 μ m. L'objectif de cette dernière est de diminuer la condensation sur la paroi, ce qui limite la pénétration de la lumière, la condensation sur le feuillage qui est favorable au développement de maladies fongiques causées par *Botrytis* ou *Pestalozzia* (champignon saprophyte identifié par analyse en laboratoire).

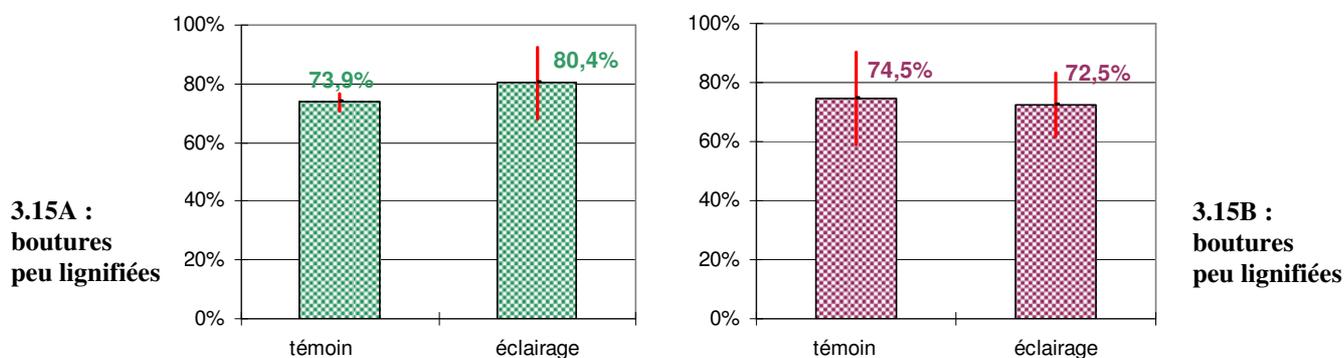


Figures 3.14 : Comparaison graphique du taux d'enracinement des boutures de PM de 1 an, peu lignifiées (3.14A) et lignifiées (3.14B) en fonction de la nature de bâche utilisée

Nous ne constatons pas, ici, d'influence significative de la nature de la bâche plastique utilisée, sur le taux d'enracinement des boutures (figures 3.14A et 3.14B). Cette même observation est réalisée sur les boutures de 4 ans.

En effet, en cours d'enracinement, les deux bâches utilisées (classique 120 μ m pour le témoin et microperforé), ne présentaient aucune différence de recouvrement par la condensation. La présence de trous d'aération dans le micro perforé n'a pas permis, sans doute en raison de la petite taille des perforations, une aération suffisante pour permettre l'élimination suffisante de la condensation. Les conditions de luminosité sous ces 2 bâches n'ont sans doute pas été sensiblement différentes.

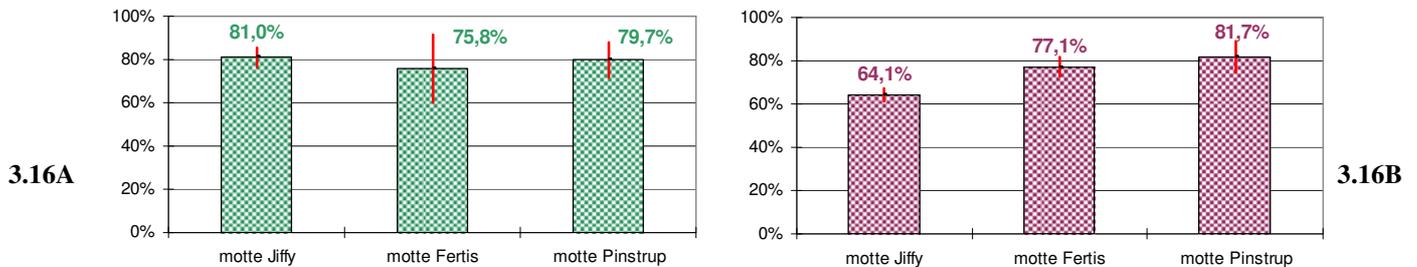
III.4.1.2. Utilisation d'un complément d'éclairage



Figures 3.15 : Comparaison graphique du taux d'enracinement des boutures de PM de 1 an, peu lignifiées (3.15A) et lignifiées (3.15B) en fonction des conditions d'éclairage

En 2005, d'après les figures 3.15, nous n'observons pas d'effet du complément d'éclairage (120W/m² pendant 18 heures par jour), contrairement à 2004. Ce résultat peut s'expliquer par les bonnes conditions climatiques pendant cette phase d'enracinement. Il semble par conséquent que lorsque cette luminosité n'est pas limitante, un complément d'éclairage n'apporte pas d'amélioration du taux d'enracinement.

III.4.1.3. Utilisation de différents supports d'enracinement



Figures 3.16 : Comparaison graphique du taux d'enracinement des boutures de PM de 1 an, peu lignifiées (3.16A) et lignifiées (3.16B) en fonction de la motte utilisée

Dans nos conditions d'essai, la nature de la motte n'a pas eu d'influence sur le taux de reprise des boutures, quel que soit le niveau de lignification (figures 3.16). Ce résultat est confirmé par l'analyse de variance. La conclusion concernant les boutures de 4 ans est identique.

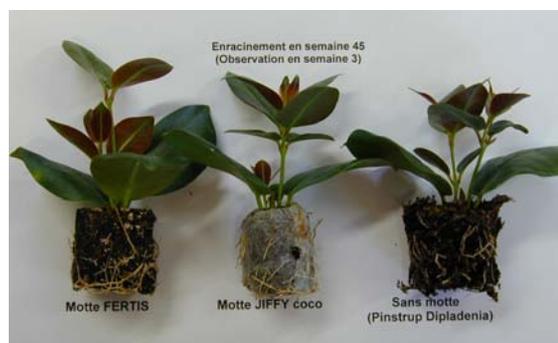


Figure 3.17

Figure 3.17 : comparaison des boutures obtenues avec les 3 supports d'enracinement utilisés, de gauche à droite : motte FERTIS, motte JIFFY coco et motte constituée de substrat PINSTRUP

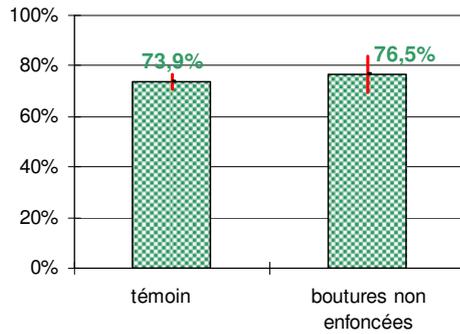
Quelle que soit la motte utilisée, la qualité de la bouture racinée obtenue est identique (figure 3.17). Il faut noter par ailleurs, que les nouvelles mottes Jiffy coco, très drainantes, impose un suivi de l'arrosage très minutieux pendant les 2 premières semaines de l'enracinement, au risque de limiter le taux de reprise des boutures ou de retarder leur enracinement.

III.4.1.4. Enracinement des boutures à différentes profondeurs

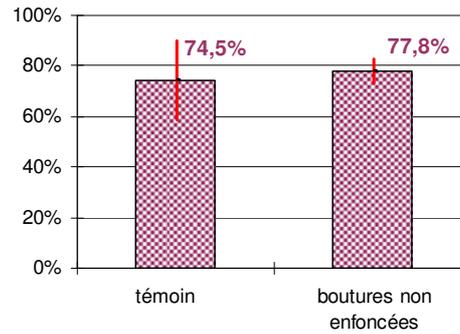
L'excès d'humidité au niveau des feuilles ou du noeud pendant la phase d'enracinement favorise le développement de champignons pathogènes responsables de la perte de feuille, ce qui entraîne la mort de la bouture, même si celle-ci est enracinée.

Nous avons testé un enracinement profond (le noeud de la bouture est en contact direct avec le substrat) et un enracinement superficiel (le noeud est situé à 1 cm du substrat, seul le pied de la bouture est en contact avec la motte).

3.18A
boutures peu
lignifiées



3.18B
boutures peu
lignifiées



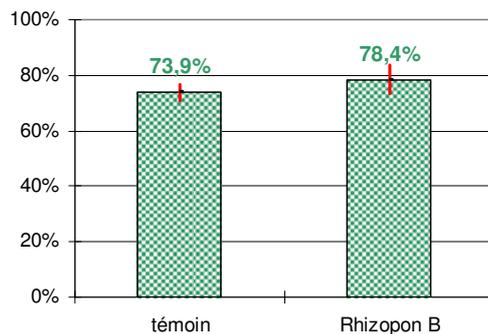
Figures 3.18 : Comparaison graphique du taux d'enracinement des boutures de PM de 1 an, peu lignifiées (3.18A) et lignifiées (3.18B) en fonction de la motte utilisée

Aucun effet significatif n'est observé quel que soit le niveau de lignification de la bouture (figures 3.18). Le même résultat est obtenu à partir de boutures de pieds mères de 5 ans.

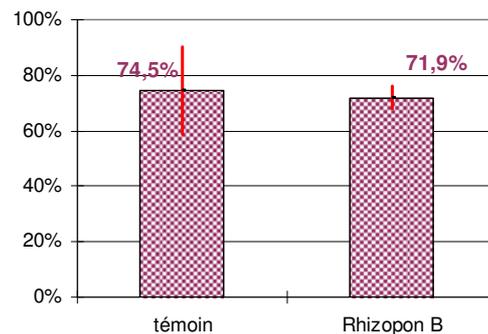
III.4.1.5. Utilisation de Rhizopon B®

Le Rhizopon B® contient de l'acide naphtylacétique ou ANA, une auxine de synthèse, utilisée en application locale par trempage ou en pulvérisation foliaire pour favoriser l'enracinement. Le produit est utilisé en pulvérisation foliaire à la dose de 12.5 mg/l

3.19A
boutures peu
lignifiées



3.19B
boutures peu
lignifiées



Figures 3.19 : Comparaison graphique du taux d'enracinement des boutures de PM de 1 an, peu lignifiées (3.19A) et lignifiées (3.19B) en fonction de l'application de Rhizopon B®

Aucun effet significatif sur le taux d'enracinement n'est observé, quel que soit le niveau de lignification de la bouture (figures 3.19). Le même résultat est obtenu avec les boutures de pieds mères de 5 ans.

IV. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES SUR LE *DIPLADENIA*

2005 vient conclure 3 années d'expérimentation. Les objectifs étaient de déterminer les conditions ou opérations culturales permettant d'améliorer significativement la productivité de la plante dans un premier temps, d'optimiser la qualité des boutures produites dans un deuxième temps.

Les données sur la productivité des pieds mères en fonction de l'âge confirment que l'âge est un facteur important. Sur des pieds mères de plus d'1 an, les tailles successives obligent la plante à se ramifier, ce qu'elle fait assez difficilement de manière naturelle. Nous avons constaté une amélioration d'environ 40% de la productivité en fonction de l'âge du pied mère. La répétition de ces résultats pendant les 3 années, confirme cette tendance forte. Pour favoriser la ramification, nous avons réalisé un entretien du pied mère en cours de culture, qui « simule », une taille de prélèvement. Si cet entretien est

bénéfique pour la plante, car il favorise la pénétration de la lumière en son cœur, et facilite le prélèvement des rameaux (ceux-ci, en raison de leur jeunesse, sont érigés), il peut perturber la plante si la taille est trop sévère, ou limiter la productivité si la taille a lieu moins de 4 mois avant la période de prélèvement. Par ailleurs, prélever des rameaux plus courts donc plus jeunes, permet d'obtenir des boutures dont le niveau de lignification est du même niveau quel que soit sa position sur le rameau, ce qui entraîne une moindre hétérogénéité qualitative lors de l'enracinement. Il est cependant nécessaire de valider l'intérêt économique de cette pratique consommatrice de main d'œuvre en fonction de l'organisation de chaque entreprise.

Afin d'améliorer la ramification, nous avons également procédé à des applications d'éthéphon (PRM 12) à différentes doses et périodes. La période d'application est capitale. Il faut charpenter la plante le plus tôt possible, ce qui implique d'appliquer le produit très tôt pendant la phase de culture, ou longtemps avant la période de prélèvement. Nous n'avons pas toujours observé un effet dose du PRM, la dose de 500 ppm étant celle qui donnait les meilleurs résultats. Les applications conduisent à une chute des fleurs (c'est un indicateur de la qualité du traitement) et à un débourrement de nombreux axillaires, souvent en lianes si les conditions sont mauvaises puis en rameaux normaux. Les applications précoces permettent à la plante de bien se ramifier, et aux nouveaux rameaux de se rigidifier. Les applications semblent plus efficaces sur des plantes plus jeunes. Dans l'ensemble l'amélioration de la productivité s'établit autour de 20 à 30 %. D'autres essais seraient nécessaires, notamment pour confirmer ou infirmer l'intérêt des applications répétées chaque année sur des pieds mères conservés longtemps.

Dans le domaine de la conduite culturale, la productivité des pieds mères de *Dipladenia* est favorablement influencé par le volume de substrat, la conduite en sac donne les meilleurs résultats (près de 11 litres de substrat / P.M) comparativement à celle en pot (pot Ø 15, testé en 2003). Les pieds mères conduits en pot de 15 donnent la plus faible productivité en nombre de boutures/PM comparativement au PM en sac, ce qui confirme l'effet du volume de substrat disponible pour la plante. Ramenée à la surface, la productivité de pieds mères/m² est supérieure lorsqu'ils sont conduits en sac (en 2003, près de 900 boutures/m² pour des pieds mères de 1 an en sac, contre 650 boutures/m² pour des pieds mères de 1 an en pot Ø 15).

L'optimisation de la qualité des boutures est importante. Les rameaux prélevés sur les pieds mères comportaient de 4 à 8 boutures, dont le niveau de lignification était variable selon leur position sur le rameau. Cette lignification est un frein à un bon enracinement, si la bouture est trop tendre ou à l'inverse si elle est trop lignifiée : ce phénomène explique l'hétérogénéité du comportement des différents tronçons de rameau lors de la phase d'enracinement. Nous avons étudié la qualité des boutures afin d'analyser les pieds mères à l'aide de 2 techniques, l'une très (trop) précise par la RMN (**R**ésonance **M**agnétique **N**ucléaire), l'autre plus simplement par le calcul du taux d'enracinement d'un échantillon suffisamment représentatif de boutures.

Les analyses RMN ont confirmé le gradient des molécules de réserves de la base à l'apex des rameaux. Les pieds mères accumulent des sucres principalement au niveau des zones lignifiées. En revanche, l'influence de ces éléments sur la reprise des boutures n'est pas évidente d'autant plus que les quantités importantes de réserves ne correspondent pas aux meilleurs taux d'enracinement. Dans l'ensemble, malgré le nombre important d'éléments chimiques mesurés, les informations apportées par ces analyses sont limitées, aucun marqueur qualitatif n'a été clairement identifié.

L'analyse de la qualité des boutures par la mesure du taux d'enracinement permet une approche plus simple mais plus discriminante de la qualité des boutures et du pied mère. Cependant la réussite de l'enracinement dépend de très nombreux facteurs, qu'il est difficile de contrôler et tout particulièrement les conditions climatiques. Depuis 2003, 2 périodes de prélèvement des boutures ont été pratiquées, l'une en octobre (semaine 40) une période favorable et l'autre en novembre (semaine 45) beaucoup

moins favorable en raison de la moindre luminosité. Les différentes conditions d'enracinement testées en 2005 (complément d'éclairage, application foliaire de Rhizopon B[®], différentes bâches plastiques, différentes profondeurs d'enracinement) n'ont pas donné de résultats probants.

Plusieurs constats concernant l'enracinement. Les prélèvements réalisés pendant des périodes climatiques favorables et notamment sur le plan de la luminosité, permettent d'obtenir un taux d'enracinement élevé, en général supérieur à 80%. A l'inverse, en novembre, le taux d'enracinement s'établit plutôt autour de 40 à 70%. Le taux d'enracinement dépend également du niveau de lignification des boutures, plus elles le sont plus le taux d'enracinement est faible.

Dans l'ensemble, la qualité des boutures tend à s'améliorer avec l'âge du pied mère dont elles sont issues. Le taux global d'enracinement qui tient compte de la proportion de boutures lignifiées et peu lignifiées produites par les pieds mères et de leur taux d'enracinement respectif, évolue de 57% à 92%, en fonction de l'âge. La taille régulière du pied mère en cours de saison (« l'entretien »), n'influence pas de manière importante la qualité des boutures (le taux global d'enracinement est de 85% contre 92%).

Les applications d'éthéphon, semble ne pas influencer de manière importante la qualité des boutures, les taux d'enracinement observés étant peu différents, quelles que soient la dose d'éthéphon utilisée, l'âge ou la conduite culturale du pied mère (pied mère de 1 ou de 2 ans en pot, conduite en sac).

Quelles perspectives, quelle problématique ?

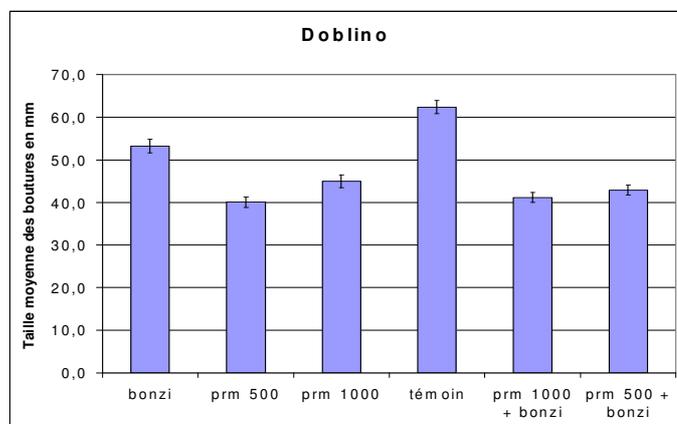
Après 3 années d'essai, nous en arrivons à la conclusion, que la recherche concernant le *Dipladenia* est loin d'être terminée. La problématique n'est plus réellement la productivité de la plante, celle-ci étant « satisfaisante », mais plutôt son optimisation tout en maintenant un niveau de qualité homogène des boutures prélevées. La plante réagit à de très nombreux facteurs qu'il est très difficile de maîtriser et parfois à identifier, ce phénomène explique en partie la variabilité de nos résultats d'une année à l'autre.

Cependant, 2 axes semblent très prometteurs. Le premier concerne l'utilisation de l'éthéphon qui permet dans l'ensemble une augmentation sensible de la productivité, même si la qualité n'est pas améliorée de manière significative. Il reste à vérifier l'intérêt d'applications successives de PRM 12 sur des pieds mères conservés plusieurs années.

Le second concerne, la taille d'entretien réalisée en cours de culture, qui permet d'obtenir des rameaux dont les boutures sont « plus jeunes », dont le niveau de lignification et donc la qualité est plus homogène. Le challenge va consister à tendre vers une technique de prélèvement de rameaux très courts, d'une ou deux boutures avec, dans ces conditions, la nécessité d'augmenter fortement la capacité de la plante à se ramifier, en mobilisant tous les bourgeons végétatifs inactifs ou surnuméraires.

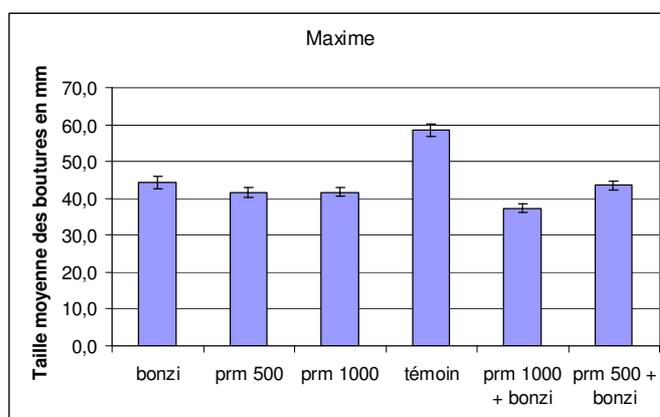
V. RESULTATS OBTENUS EN 2004-2005 SUR LE *PELARGONIUM*

V.1. LONGUEUR DES BOUTURES EN 2004-2005



	Nombre de pots	Moyenne	Groupes homogènes
prm 500	192	40.03	X
prm 1000 + bonzi	190	41.17	X X
prm 500 + bonzi	190	42.84	X X
prm 1000	125	44.9	X
bonzi	190	53.2	X
témoin	181	62.34	X

Figure 5.1A



	Nombre de pots	Moyenne	Groupes homogènes
prm 1000 + bonzi	188	37.28	X
prm 500	188	41.62	X
prm 1000	120	41.76	X
prm 500 + bonzi	181	43.46	X X
bonzi	188	44.26	X
témoin	176	58.51	X

Figure 5.1B

Figures 5.1 : Analyses graphiques et statistiques (test de comparaisons multiples) des longueurs (taille en mm) de boutures prélevées en semaine 50 sur les 2 variétés Lierre, Doblino rouge à gauche (5.1A) et Maxime à droite (5.1B)

Pour les 2 variétés, plusieurs groupes homogènes ont pu être formés à partir des longueurs moyennes de bouture des 6 modalités testées. Compte tenu des faibles écarts entre les moyennes, les analyses graphiques ne mettent en évidence que deux groupes principaux, l'un comportant les modalités bonzi et témoin avec les tailles les plus importantes (53 et 62 mm pour Doblino) et le deuxième qui comprend toutes les modalités PRM 12 ayant donné les boutures les plus courtes (de 40 à 44 mm). Cette distinction est nette pour la variété Doblino mais un peu moins marquée sur les boutures de Maxime avec la modalité bonzi plus proche des modalités « éthéphon ». Les tests statistiques donnent des niveaux de distinction supplémentaires en montrant des différences significatives entre les modalités PRM 12. Par exemple, pour la variété Maxime, les pieds mères traités au PRM 12 à 1000 ppm + bonzi ont produit des boutures significativement plus courtes qu'avec les autres applications de régulateurs de croissance. Cela pourrait correspondre à un effet du Bonzi mais en observant les écarts de taille, on constate que les différences sont de l'ordre de quelques mm et donc minimales par rapport à la différence de taille avec le témoin. Par ailleurs, l'application du régulateur de croissance Bonzi seul permet un raccourcissement des entre-nœuds significatif par rapport au témoin mais la diminution de taille est bien inférieure à celle obtenue avec le PRM 12 (figures 5.2)

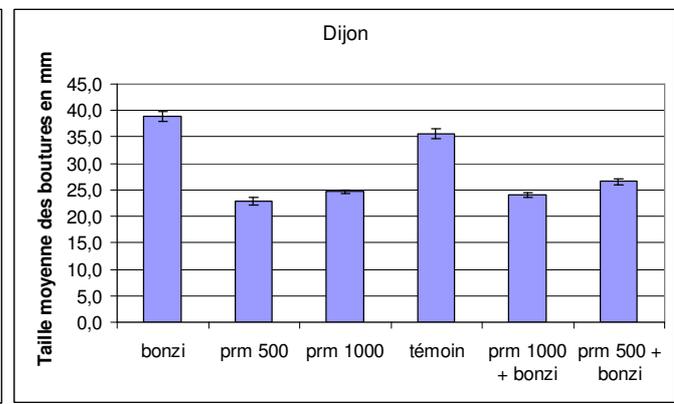
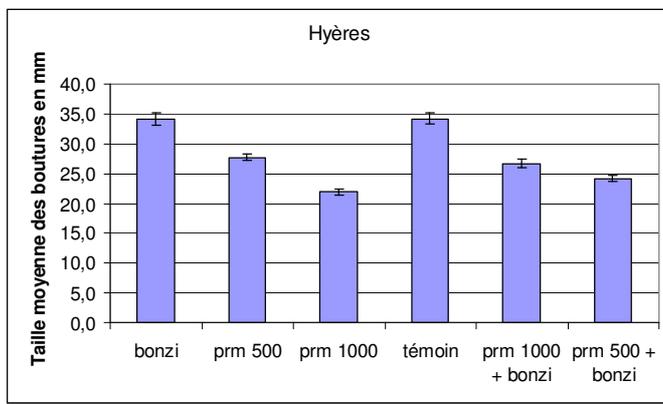


Figure 5.2A



Figure 5.2B

Figures 5.2 : Comparaison de l'effet du PRM 12 sur des pieds mères de géranium lierre, utilisé seul à 500 et 1000 ppm (5.2A) ou en association avec le bonzi (5.2B)



	Nombre de pots	Moyenne	Groupes homogènes
prm 1000	180	21.89	X
prm 500 + bonzi	180	24.12	X
prm 1000 + bonzi	180	26.66	X
prm 500	180	27.74	X
bonzi	180	34.13	X
témoin	180	34.2	X

Figure 5.3A

	Nombre de pots	Moyenne	Groupes homogènes
prm 500	180	22.88	X
prm 1000 + bonzi	180	24.11	X
prm 1000	180	24.66	X
prm 500 + bonzi	180	26.56	X
témoin	180	35.62	X
bonzi	180	38.96	X

Figure 5.3B

Figures 5.3 : Analyses graphiques et statistiques (test de comparaisons multiples) des tailles de boutures prélevées en semaine 51 sur les 2 variétés zonale, Hyères à gauche (5.3A) et Dijon à droite (5.3B)

Les mesures effectuées sur les variétés de zonale ont donné les mêmes résultats que pour les variétés de lierre excepté pour la modalité Bonzi. Les applications d'éthéphon forment également un groupe relativement homogène avec des tailles moyennes de bouture plus basses que celles prélevées sur le témoin. En revanche, pour ces variétés, la modalité Bonzi a donné des longueurs de bouture plus proches du témoin, voire même supérieures pour la variété Dijon (figure 5.3B). On peut s'interroger sur l'intérêt de réguler les pieds mères à cette dose de 1 mL/L.

Ainsi, les résultats de cette année sur les tailles de bouture confirment ceux de 2003-2004 en montrant l'effet inhibiteur du régulateur de croissance éthéphon sur la longueur des boutures. Quelle que soit la dose de PRM 12 et la variété de Pelargonium, ces analyses ont mis en évidence une différence de tailles de bouture significative avec le témoin, de l'ordre de 15 mm pour les zonales et 20 mm pour les lierres (figure 5.4). On approche donc d'une taille de bouture recherchée par les professionnels.

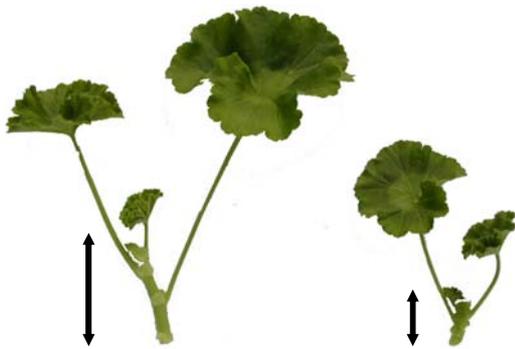


Figure 5.4 : Photo comparant les tailles de boutures de zonale, témoin à gauche, PRM 12 à droite

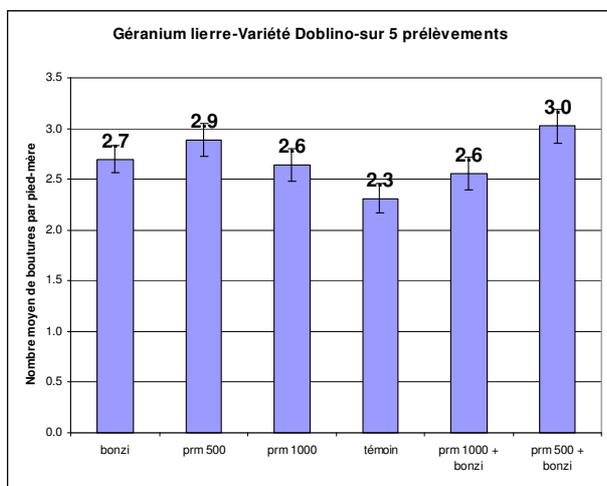
Cependant, ces résultats ont été obtenus à partir de mesures variant beaucoup en fonction de la préparation des boutures. La taille d'une bouture correspond à la longueur entre l'extrémité inférieure (zone de coupe) et l'apex. La préparation des boutures dépend du préparateur, donc elle représente un biais important dans les mesures. Elle peut d'ailleurs expliquer les tailles de bouture plus élevées pour la modalité "PRM 12 à 1000 ppm" par rapport à "PRM 12 à 500 ppm" et donc l'absence d'effet dose. Une mesure du premier entre-nœud en dessous de l'apex pourrait réduire l'hétérogénéité entre les boutures d'une même modalité à condition que sa taille soit suffisante pour le pied à coulisse.

V.2. PRODUCTIVITE DES PIEDS MERES

Cinq prélèvements toutes les 2 ou 3 semaines ont été effectués sur les 4 variétés :

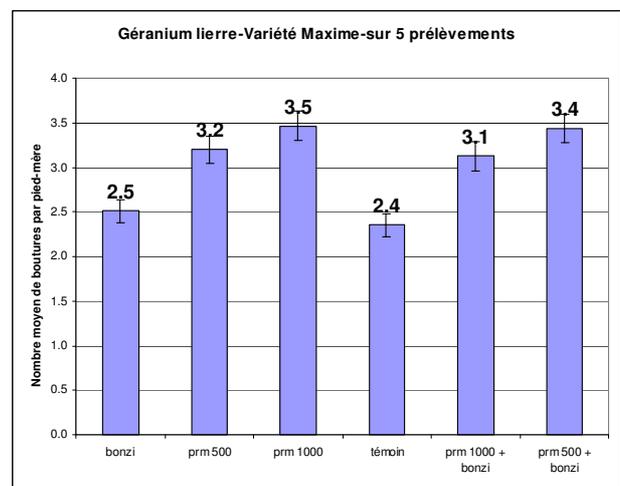
- Semaines 50, 1, 3, 5, et 8 pour les lierres Doblino Rouge et Maxime
- Semaines 51, 2, 4, 7, et 10 pour les zonales Hyères et Dijon

V.2.1. Productivités moyennes des pieds mères des différentes modalités



	Nombre de pots	Moyenne	Groupes homogènes
témoin	485	2.31	X
prm 1000 + bonzi	481	2.56	X
prm 1000	489	2.64	X
bonzi	495	2.7	X X
prm 500	484	2.89	X X
prm 500 + bonzi	493	3.03	X X

Figure 5.5A

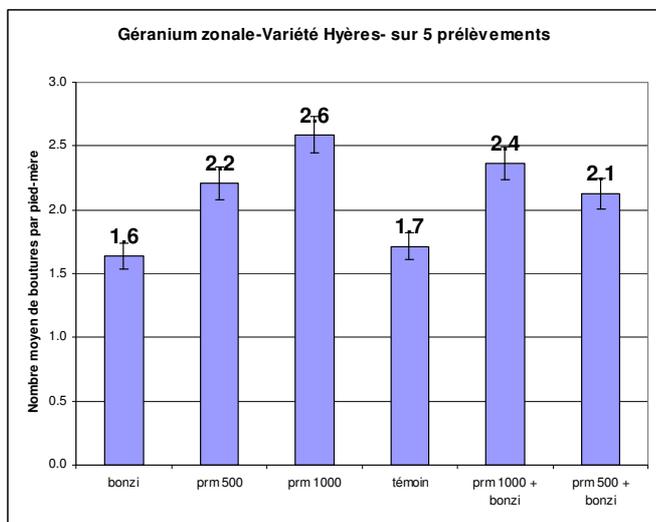


	Nombre de pots	Moyenne	Groupes homogènes
témoin	462	2.35	X
bonzi	502	2.51	X
prm 1000 + bonzi	486	3.13	X
prm 500	498	3.2	X
prm 500 + bonzi	495	3.43	X
prm 1000	495	3.46	X

Figure 5.5B

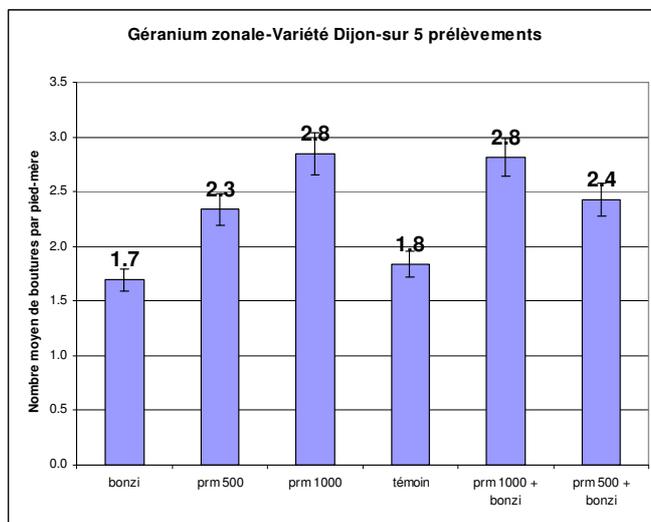
Figures 5.5 : Analyses graphiques et statistiques (test de comparaisons multiples) de la productivité moyenne des pieds mères des 2 variétés de lierre, Doblino Rouge à gauche (5.5A) et Maxime à droite (5.5B)

A chaque prélèvement, la productivité des pieds mères des 3 blocs pour chaque modalité a été mesurée. A raison d'une centaine de pieds mères par modalité et par prélèvement, environ 500 valeurs de productivité ont été obtenues sur l'ensemble des coupes pour chaque traitement. Ces données ont été comparées par un test de comparaison multiple (comparaison des moyennes 2 à 2). Les mêmes analyses ont été effectuées pour les variétés de zonale.



	Nombre de pots	Moyenne	Groupes homogènes
bonzi	491	1.64	X
témoin	510	1.71	X
prm 500 + bonzi	491	2.13	X
prm 500	507	2.21	X X
prm 1000 + bonzi	496	2.36	X
prm 1000	494	2.59	X

Figure 5.6A



	Nombre de pots	Moyenne	Groupes homogènes
bonzi	493	1.69	X
témoin	497	1.83	X
prm 500	496	2.34	X
prm 500 + bonzi	493	2.43	X
prm 1000 + bonzi	495	2.81	X
prm 1000	491	2.84	X

Figure 5.6B

Figures 5.6 : Analyses graphiques et statistiques (test de comparaisons multiples) de la productivité moyenne des pieds mères des 2 variétés de zonale, Hyères à gauche (5.6A) et Dijon à droite (5.6B)

Les analyses statistiques des productivités moyennes par pied mère ont donné de 3 à 4 groupes homogènes à partir de la comparaison des moyennes. Excepté pour la variété Doblino Rouge (figure 5.5A), les traitements au PRM 12 seul se répartissent de la même façon par rapport au témoin. Pour les 3 autres variétés, la productivité moyenne par pied mère du témoin est significativement inférieure à celle de la modalité PRM 12 à 500 ppm, elle-même significativement inférieure à la productivité de la modalité PRM 12 à 1000 ppm. D'une part, ces résultats montrent l'effet significatif des traitements au PRM 12 sur le nombre moyen de boutures par pied mère et d'autre part, on constate un réel effet dose des applications d'éthéphon sur la productivité. En revanche, le produit Bonzi seul ou associé au PRM 12 n'a pas permis d'améliorer la production de boutures. Pour les variétés Maxime, Hyères et Dijon, aucune différence significative n'est observée par rapport au témoin ou aux traitements PRM 12 respectifs (figures 5.5B, 5.6A et 5.6B). A cette dose, le Bonzi ne permet donc pas le débourement significatif des axillaires.

Le tableau suivant (5.1) indique la différence de productivité des modalités par rapport au témoin. On constate que contrairement à l'année dernière, la variété Doblino n'a pas mis en évidence une amélioration nette de la productivité suite aux applications de PRM 12 particulièrement à la dose de 1000 ppm. En revanche, pour les autres variétés, les applications d'éthéphon ont permis une augmentation du nombre moyen de boutures par pied mère de l'ordre de 30 % à la dose 500 ppm et de

50 % à 1000 ppm. Pour cette dernière dose, ce pourcentage correspond en moyenne à une bouture supplémentaire par pied mère ce qui n'est pas négligeable sur l'ensemble des tablettes de production.

Nombre moyen de boutures par pied mère sur chaque prélèvement		Témoin	Bonzi		PRM 12 500 ppm		PRM 12 500 ppm + bonzi		PRM 12 1000 ppm		PRM 12 1000 ppm + bonzi	
			Valeur	Différence avec le Témoin	Valeur	Différence avec le Témoin	Valeur	Différence avec le Témoin	Valeur	Différence avec le Témoin	Valeur	Différence avec le Témoin
Lierre	Doblino	2.3	2.7	17%	2.9	25%	3.0	31%	2.6	14%	2.6	10%
	Maxime	2.4	2.5	7%	3.2	36%	3.4	46%	3.5	47%	3.1	33%
Zonale	Hyères	1.7	1.6	-4%	2.2	29%	2.1	24%	2.6	51%	2.4	38%
	Dijon	1.8	1.7	-8%	2.3	27%	2.4	32%	2.8	55%	2.8	53%

Tableau 5.1 : Gains en productivité (exprimés en pourcentage) des modalités par rapport au témoin pour les 4 variétés.

V.2.2. Cumuls des productivités moyennes par pied mère sur l'ensemble de la campagne de prélèvement

Le point précédent a mis en évidence l'augmentation significative de la productivité par l'application d'éthéphon à l'échelle du pied mère et du prélèvement. Ces résultats et ceux qui vont suivre ont pour but de montrer l'effet positif du PRM 12 à des échelles plus importantes de production : l'ensemble des prélèvements et le nombre total de boutures prélevées sur les tablettes.

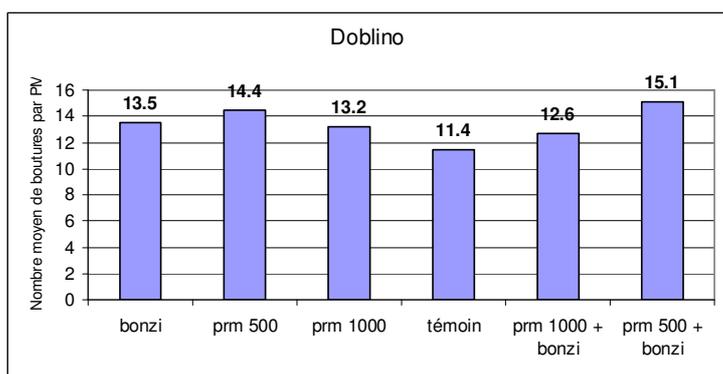


Figure 5.7A

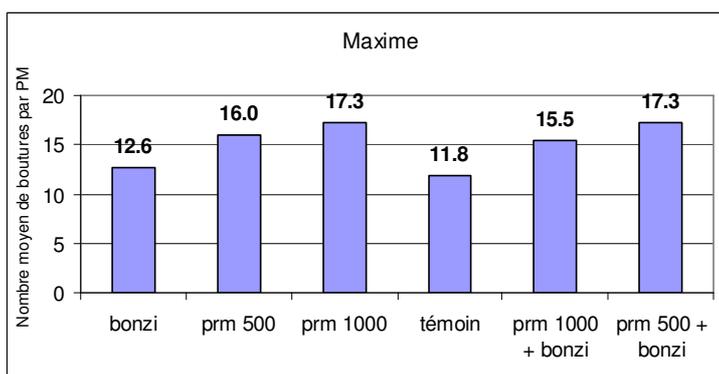


Figure 5.7B

Figures 5.7 : Cumul des productivités moyennes par pied mère sur les 5 prélèvements effectués – Variétés Doblino (5.7A) et Maxime (5.7B)

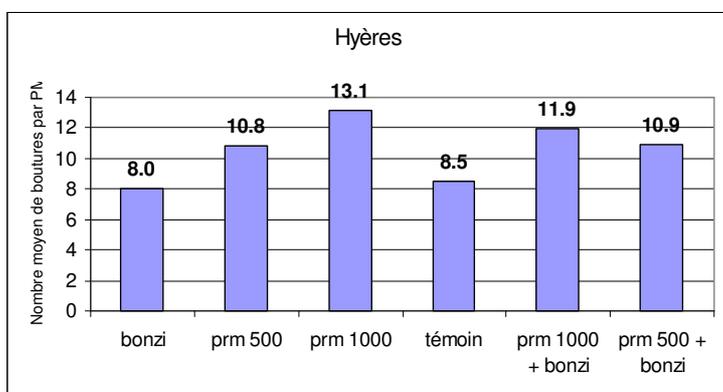


Figure 5.8A

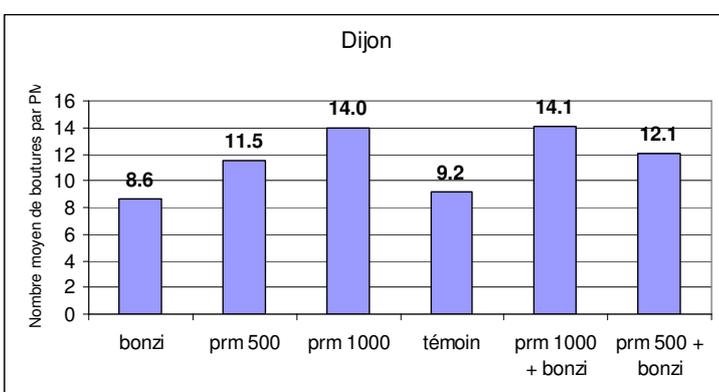


Figure 5.8B

Figures 5.8 : Cumul des productivités moyennes par pied mère sur les 5 prélèvements effectués – Variétés Hyères (5.8A) et Dijon (5.8B)

Nous retrouvons bien sûr les mêmes différences que dans le II.2.1 avec les mêmes résultats plus limités sur la variété Doblino. Le PRM 12 a donné globalement plus de boutures par pied mère par rapport au témoin (3 boutures pour le PRM 12 à 500 ppm, 3,7 boutures pour la même dose associée au Bonzi) (figure 5.7A) mais on ne retrouve pas d'effet dose et des différences moins marquées qu'avec les autres variétés.

Par exemple, le traitement PRM 12 à 1000 ppm a apporté une augmentation de 5,5 ; 4,6 et 4,8 boutures par rapport au témoin, respectivement sur les variétés Maxime, Hyères et Dijon. Ce résultat est d'autant plus intéressant sur les 2 dernières variétés, produisant moins de boutures que les lierres.

V.2.3. Production totale de boutures pour tous les pieds mères des modalités et tous les prélèvements

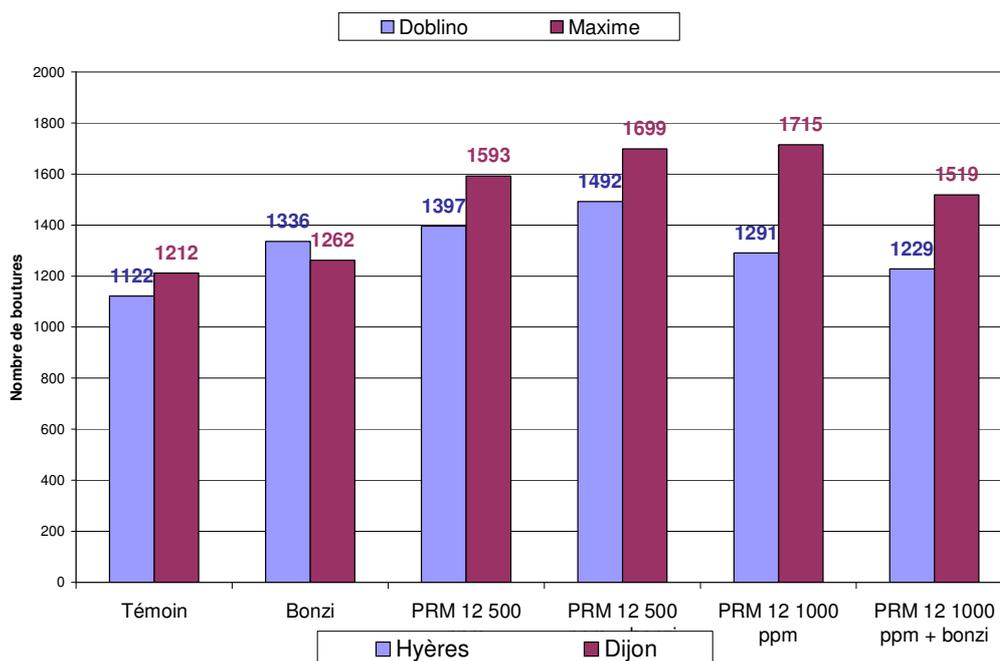


Figure 5.9A

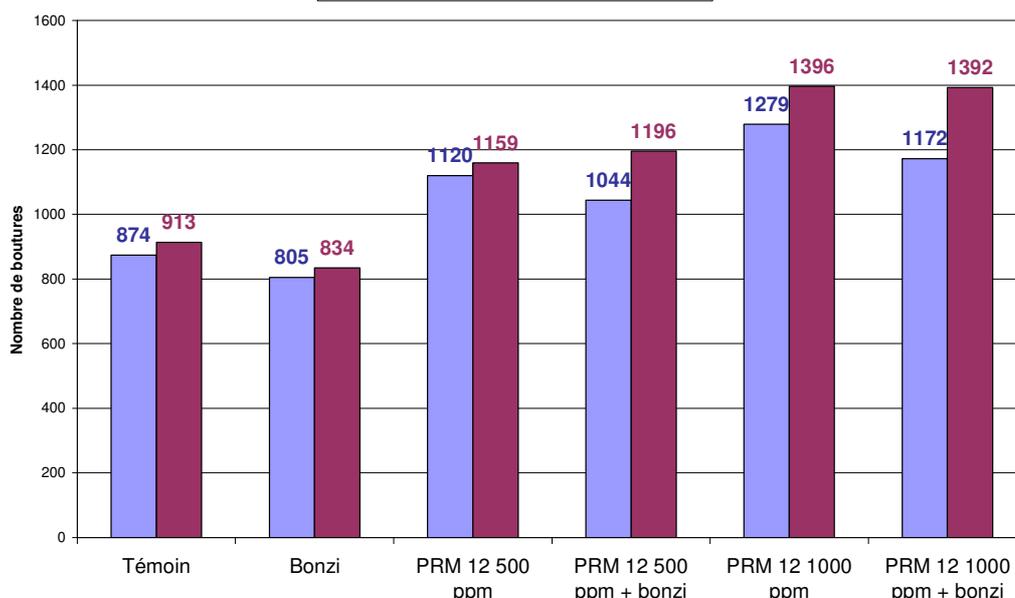


Figure 5.9B

Figures 5.9A et 5.9B : Production totale de boutures pour chaque modalité sur 5 prélèvements et 10 m² de pieds mères–Variétés lierres en haut (5.9A) et zonales en bas (5.9B)

Les figures 5.9A et 5.9B présentent la productivité globale pour chaque modalité. A cette échelle, les différences entre les barres des histogrammes sont moins nettes pourtant elles traduisent des écarts de quelques centaines de boutures. Sur chaque figure, on distingue facilement les barres correspondant aux traitements PRM 12 seuls et associés au Bonzi situées sur la droite qui surplombent celles appartenant aux modalités Témoin et Bonzi.

Plus précisément, sur la figure 5.8B, les applications de PRM 12 à 500 ppm et à 1000 ppm ont donné environ 300 et 400 boutures en plus par rapport au témoin, quelle que soit la variété. Le gain en productivité est donc important, il représente environ 30 et 40 boutures supplémentaires au m².

V.3. ENRACINEMENT DES BOUTURES EN 2004-2005

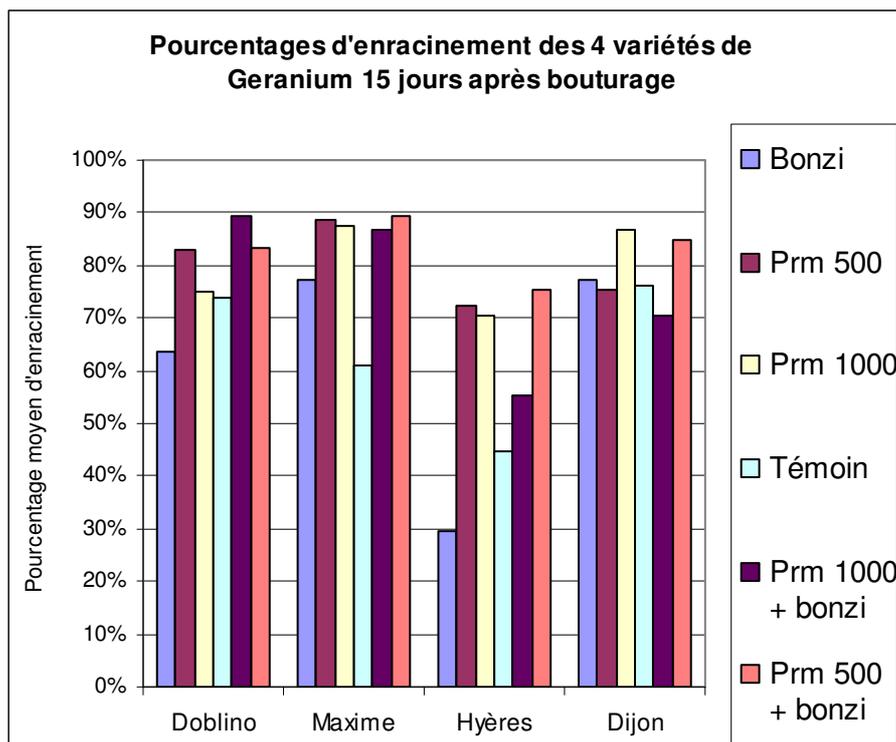


Figure 5.10A

		Bonzi	Prm 500	Prm 1000	Témoin	Prm 1000 + bonzi	Prm 500 + bonzi	Probabilité Chideux
Doblino	Boutures enracinées	67	87	63	62	94	70	1,6E-04
	Boutures non enracinées	38	18	21	22	11	14	
Maxime	Boutures enracinées	65	93	92	64	91	75	6,2E-08
	Boutures non enracinées	19	12	13	41	14	9	
Hyères	Boutures enracinées	31	76	74	47	58	79	5,7E-14
	Boutures non enracinées	74	29	31	58	47	26	
Dijon	Boutures enracinées	81	79	91	80	74	89	4,0E-02
	Boutures non enracinées	24	26	14	25	31	16	

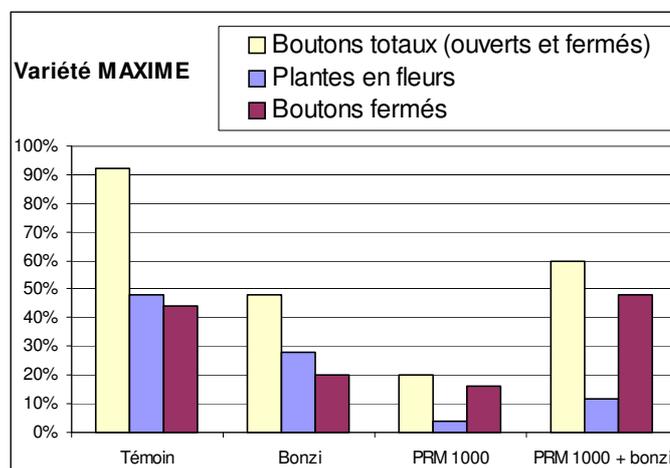
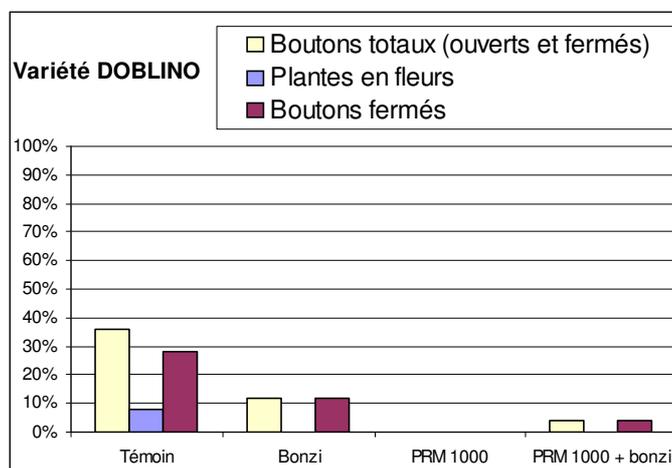
Figure 5.10B

Figures 5.10 : Analyses graphique et statistique (test du Chideux) de l'enracinement des boutures prélevées en semaine 50 et 51 sur les variétés de lierre et de zonale

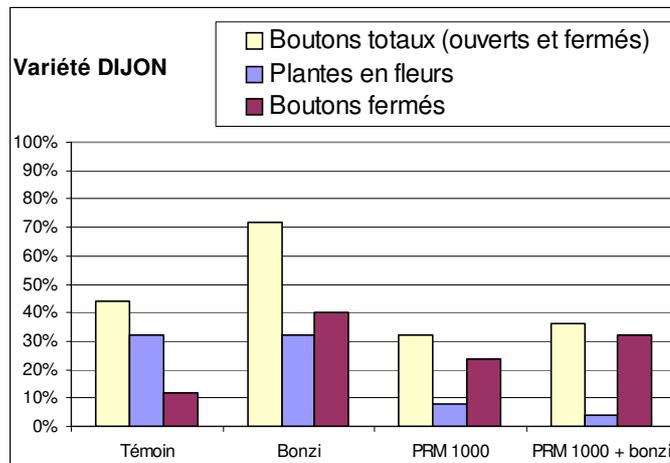
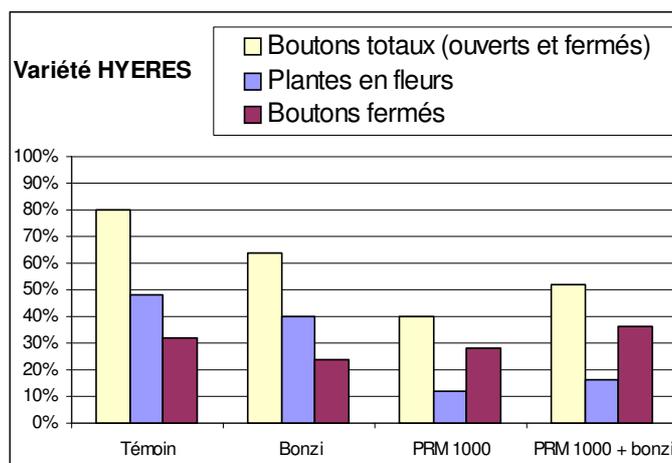
Les analyses des données relatives à l'enracinement des boutures montrent des différences significatives entre certaines modalités. Les écarts observables sur l'histogramme entre les modalités (figure 5.10A) ne correspondent pas tous à des différences significatives sur le tableau du Chi-deux (figure 5.10B). Ainsi, le traitement Bonzi (en bleu foncé) a donné un taux d'enracinement significativement plus faible pour les variétés Doblino et Hyères, les boutures de Hyères et de Dijon ayant reçu les applications de PRM 12 à 1000 ppm ont mieux enraciné que les autres et les traitements PRM 12 à 1000 ppm + bonzi et PRM 12 à 500 ppm + bonzi ont montré plus de boutures enracinées respectivement pour les variétés Doblino et Hyères.

On constate donc que les résultats ne sont pas identiques sur les 4 variétés. Bien que les applications d'éthéphon permettent d'améliorer l'enracinement des boutures dans certains cas, cette tendance n'est pas généralisable sur toutes les variétés. Les analyses n'ont donc pas prouvé l'amélioration de l'enracinement des boutures de petite taille obtenues après application de PRM 12. En revanche, les résultats montrent que ces traitements n'altèrent en rien la qualité des boutures donc s'ils permettent d'optimiser significativement la productivité des pieds mères comme c'était le cas en 2003-2004 ainsi que cette année, le résultat présente un intérêt économique.

V.4. MESURES DE LA FLORIBONDITE



Figures 5.11A et 5.11B : Mesures de floribondité des 2 variétés de lierre, 8 semaines après le repotage des boutures



Figures 5.11C et 5.11D : Mesures de floribondité des 2 variétés de zonale, 7 semaines après le repotage des boutures

A partir des boutures mises à raciner en décembre 2004, 25 mottes ont été rempotées pour les modalités Témoin, Bonzi, PRM 12 à 1000 ppm et PRM 12 à 1000 ppm + bonzi de chaque variété. Sept semaines après le repotage, 50 % des plantes des témoins étaient en fleurs pour les 2 variétés de zone alors que les variétés Maxime et surtout Doblino étaient bloquées. Les figures 5.11A et 5.11B montrent la croissance très limitée des boutures de Doblino et la floraison plus importante de la variété Maxime 8 semaines après le repotage. Une cause physiologique est certainement à l'origine de ce blocage.

Pour les zonales, les observations indiquent une floraison plus précoce sur les modalités Témoin et Bonzi par rapport aux modalités PRM. La différence est marquée pour le nombre de boutons ouverts avec 50 % et 40 % de plantes en fleurs sur le témoin Hyères et la modalité Bonzi contre 12 % et 16 % pour les modalités Etéphon. En revanche, les modalités PRM montrent un nombre de boutons fermés égal voir supérieur à celui du témoin donc le retard de floraison est équivalent à une ou deux semaines maximum.

V.5. ANALYSES RMN

Pour une raison de budget, seules des analyses de la phase aqueuse ont été effectuées sur les prélèvements de boutures. A partir des profils obtenus sur les 4 variétés, 2 types d'éléments ont été analysés : 3 acides aminés (Alanine, Asparagine, Glutamine) et l'acide lactique. Bien que les sucres correspondent à un pic très important sur les profils, l'interprétation de la variation des teneurs ne présente pas d'intérêt étant donné l'homogénéité importante des résultats entre les différentes variétés. Les tableaux suivants résument les différences entre les modalités « PRM 12 à 1000 ppm » et « PRM 12 à 1000 ppm + bonzi » par rapport au témoin, au niveau de la productivité des pieds mères de la taille et de l'enracinement des boutures pour le tableau 5.2 et au niveau des éléments biochimiques analysés par RMN pour le tableau 5.3.

Différences avec le Témoin		Différence de productivité des pieds mères	Différence de taille des boutures	Différence d'enracinement des boutures	Acides aminés			acide lactique
					asparagine et dérivés	glutamine / acide glutamique	alanine	
Doblino Rouge	PRM 1000	+	--		-	++	++	+++
	PRM 1000 + bonzi	+	--	++	-	+	++	+++
Maxime	PRM 1000	++	--	++	+ *	++ *	++ *	-- *
	PRM 1000 + bonzi	++	--	++	++	++++	+++	++
Hyères	PRM 1000	++	--	+++	--	--	- *	--
	PRM 1000 + bonzi	++	--	+	--	-	+ *	+
Dijon	PRM 1000	++	--	+	--	++ *	+ *	++ *
	PRM 1000 + bonzi	++	--	-	--	++++	++	+++

0 à 25 % = + ou -
25 à 75 % = ++ ou --
75 à 150 % = +++ ou ---
> à 150 % = ++++ ou ----

* = différence peu significative à cause des écart-types

Tableaux 5.2 et 5.3 : Différences entre les modalités PRM 12 et le témoin pour les analyses quantitatives et qualitatives des pieds mères et les analyses RMN.

D'après les mesures effectuées sur les acides aminés et l'acide lactique, aucun marqueur biochimique n'a été révélé par ces analyses RMN. En effet aucune variation n'est constante pour toutes les variétés. On distingue seulement quelques tendances que l'on peut tenter de rapprocher des résultats qualitatifs et quantitatifs obtenus au niveau des pieds mères. Excepté pour la variété Hyères, la glutamine est en quantité plus importante dans les boutures traitées au PRM 12 à 1000 ppm seul ou associé au Bonzi. Cette tendance suit les différences de productivité et d'enracinement. C'est également

le cas de l'alanine et de l'acide lactique. Tous ces éléments pourraient jouer un rôle sur la rhizogenèse et le débourrement des bourgeons axillaires en relation avec les cycles énergétiques et la synthèse de protéines (à voir).

VI. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES SUR LE *PELARGONIUM*

Les deux années d'essai sur le *Pelargonium* sont riches en enseignement. Contrairement au *Dipladenia* où la problématique concerne plus la qualité des boutures, pour le *Pelargonium*, il importe d'augmenter sensiblement la productivité afin de réduire le parc de pieds mères, et d'optimiser cette productivité aux périodes de fortes demandes.

Les données de la productivité des pieds mères en fonction d'applications d'éthéphon, confirment de manière très nette l'intérêt de ce régulateur. Précurseur de l'éthylène, une hormone végétale, ce produit limite la dominance apicale et favorise le développement des axillaires. Utilisé seul ou en association avec le bonzi, il permet une augmentation de la productivité de 30 à 60 % selon les variétés (cette augmentation a même atteint près de 70 % en 2004). De manière générale, le PRM 12 présente un « effet dose » sur le *Pelargonium*, la dose 1000 ppm (et surtout PRM 1000 ppm + bonzi) étant plus intéressante comparativement à la dose 500 ppm. Si on cumule tous les prélèvements de boutures, les plantes traitées donnent un nombre plus important de boutures. Néanmoins, cette différence tend à s'atténuer lors des derniers prélèvements. Enfin, l'éthéphon présente l'intérêt de faire sécher les fleurs ouvertes et d'annuler les boutons floraux initiés, ce qui limite le travail de nettoyage des pieds mères et réduit la pression de ravageurs floricoles comme le thrips (voir figures).



Figure 6.1A



Figure 6.1B

Figures 6.1 : Comparaison du niveau de floraison de pieds mères de géranium lierre, témoin (6.1A) et PRM 12 à 1000 ppm (6.1B)

Concernant la qualité des boutures produites, les applications d'éthéphon permettent d'obtenir des boutures significativement plus courtes. La différence de taille peut atteindre près de 20 % pour les variétés de géranium lierre (40.03 mm contre 62.34 mm pour 'Doblino') à près de 40 % pour les variétés de géraniums zonale (22.88 mm contre 38.96 mm pour 'Dijon'). Compte tenu des entrenœuds très courts, les boutures prélevées présentent 2 ou 3 entrenœuds. Les plantes issues de ces boutures se ramifieront très rapidement lors du repotage. Par ailleurs, bien que le PRM permette d'accélérer l'enracinement des boutures, cette tendance n'est pas généralisable sur toutes les variétés. En revanche, l'éthéphon appliqué sur les pieds mères conduit à un retard d'environ 1 à 2 semaines, de la floraison des plantes issues des boutures.

L'éclairage photosynthétique des pieds mères améliore sensiblement la productivité (environ 80%). Cependant, le coût de l'énergie et le coût de l'installation, réduisent l'intérêt technique de cette méthode. De plus, elle conduit à une taille de boutures plus importante qui nécessite l'utilisation de régulateur de croissance.

La conduite de la fertilisation (équilibre de fertilisation, niveau de conductivité) influence dans une moindre mesure la productivité des pieds mères (environ 15% sur les variétés 'Doblino' et 50 % pour 'Dijon'). Nous avons constaté qu'une conduite de fertilisation équilibrée, favorisait une vigueur plus importante donc une meilleure productivité.

Les mesures qualitatives réalisées par RMN ne mettent en évidence aucun marqueur biochimique. En effet aucune variation n'est constante pour toutes les variétés. On distingue seulement quelques tendances que l'on peut tenter de rapprocher des résultats qualitatifs et quantitatifs obtenus au niveau des pieds mères. Cette tendance suit les différences de productivité et d'enracinement.

VII. BIBLIOGRAPHIE

- Albouy J., 1994. *Les viroses du Pelargonium*.
Le Pelargonium, Monographie IFHP Reshor « Les conférences techniques ».
- Carpenter W.J. et al, 1972. *Improving geranium branching with growth regulator spray*.
Hortscience 7(3) : 291-292.
- Curir P and al, 1992. *Air layering of Eucalyptus Gunii Hook : Interaction of peroxidase and polyphénol oxidase with endogenous phenols*.
Acta Horticulturae 319, 1992
- Dartigues A., Lemaire F., 1980. *Besoins en éléments minéraux du pied mère de Pelargonium X Hortorum, conséquences de la nature de l'azote sur la qualité des boutures*.
In « Le Pelargonium » (Acquisitions nouvelles), INRA, Angers 41-50.
- Druge U., 1997. *Proline level in leaves and yields of cuttings and flowers of chrysanthemum as influenced by different root zone temperature*.
Plant Production
- Ganmore Neumann R. et al, 1990. *Effect of the NO₃-/NH₄⁺ ratio in nutrient solution on Pelargonium stock plants : Yields and quality of cuttings*.
Journal of plant nutrition, 13:10,1241-1256.
- Gonzales A. And al, 1991. *Ethylene in relation to protein, peroxydase and polyphenol oxidase activities during rooting in Hazelnut cotyledons*.
Physiologia Plantarum 83:611-620. Copenhagen 1991
- Hagége, D., Kever, C, Boucaud, J. And Gaspar, T. 1988. *Activités peroxydasiques, production d'éthylène, lignification et limitation de croissance chez Suada maritima, cultivé en l' absence de NaCl*.
Plant Physiol. Biochem. 26:609-614.
- Hayrllah Yilmaz et al., 2003. *Polyphénol oxydase activity during rooting in cuttings of grappe (Vitis vinifera L.) Varieties*.
Turk J Bot, 27(2003) 495-498.
- Hahlbrock K and Grisebach H (1979). *Enzymatic controls in the biosynthesis of lignin and flavonoids*.
Annu Rev Plant Phys 30:105-136
- Hendrick L., Ludolph D., 1990. *Illumination of mother plants improves production of cuttings*
Deutscher-Gartenbau, 44 : 19, 1275
- Kay Hyounghick et al, 1998. *Effect of ethephon spray for the forcing culture of summer chrysanthemum*.
Journal of Korean Society for Horticulture, 39 : 1, 79-82
- Lematre M., 1963. *Centres de prolifération et de nécroses induites par Xanthomonas pelargonii (Brown) Starr et Burk dans les tissus de Pelargonium zonale : détection, nature genèse*. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 256 4494-4497
- Mesen. F. et al, 2001. *The influence of stockplant environment on morphology, physiology and rooting of leafy stem cutting of Albizia guachapele*.
New Forests, 22 (3) : 213-227.
- Miller, A.R., Crawford, D.L. and Roberts, L.W., 1985. *Lignification and xylogenesis in Lactuca pith explants cultured in vitro in the presence of auxin and cytokinin : a role for endogenous ethylene*.
J. Expe. Bot., 36, 110-118.

More cutting from mother plants.
Deutscher-Gartenbau, 1990, 44 : 42, 1698-2699

Moing et al, 2003. Metabolic profiling by proton NMR for genetic study of fruit quality.
2nd International conference on plant metabolism.

Moing et al, 2003. Metabolic profiling by proton NMR for detecting unintended effects in plant responses to pathogen hormones and genetic variability.
5ème colloque général de la société française de physiologie végétale.

Morgan, P.W. and Fowler, J.L. 1972. Ethylene modification of peroxidase activity and isozyme complement in cotton (Gossypium hirsutum L.)
Plant Cell Physiol. 13:727-736.

Mudge, K.W., 1988. Effect of ethylene on rooting in Adventitious root formation in cuttings, David T., Haissig B. And Sankla N., ed Diocorides Press, Portland, 150-161

Paludan N. et al, 1988. Viruses in Dipladenia sanderi.
Acta Horticulturae, n°234, 53-60.

Rhodes, M.J.C. and Woollorton, L.S. 1973. Activity of enzymes involved in lignin biosynthesis in swede root tissue by ethylene.
Phytochemistry 12:107-118

Robbins, J.A., Kays. And Dirr, M.A., 1983. Enhanced rooting of wounded mung bean cuttings by wounding and ethephon.
J. Am. Soc. Hortic. Sci., 108, 325-329.

Strider, D.I. 1982. Susceptibility of geraniums to pseudomonas solanacearum and Xanthomonas campestris pv pelargonii. Plant disease 66: 59-60.

TPA, 2000. Caractérisation des groupes de gommés arabiques, mise en place d'un référentiel biochimique.

Tamari G. et al, 1998. Effects of ethephon and gibberellin on impatiens plants.
Scientia-Horticulturae.76:1-2, 29-35; 11 ref.

Tsujita M.J., Harney P.M. 1978. The effects of florel and supplement lightening on the production and rooting of geranium cuttings.
Journal of Hort. Sci. 53(4) : 349-350

Weinert M.P. et al, 1999. First record of Phytophthora capsici from Queensland.
Australasian Plant pathology, 28 : 1,93.

White J.W., 1993. Géraniums IV

Williamson, L., Nakoho, K., Hudelson, B. and Allen, C. 2002. Ralstonia solanacearum race 3 Biovar 2 strains isolated from geranium are pathogenic on potato. plant disease 86: 987-991.

Zimmer K., 2000. Mandevilla : Kompact mit blaulich
Deutscher-Gartenbau, 54 : 15-17

Zerche S. et al, 1999. Effect of cultivar, nitrogen, nutrition and cultivating system of chrysanthemum mother plant on cutting yield, nitrogen concentration, and subsequent rooting of cutting.
Gartenbauwissenschaft 64 : 6, 272-278.

VIII. ANNEXES

VIII.1. EVOLUTION DU CLIMAT EN OCTOBRE, NOVEMBRE ET DECEMBRE 2003, 2004 ET 2005

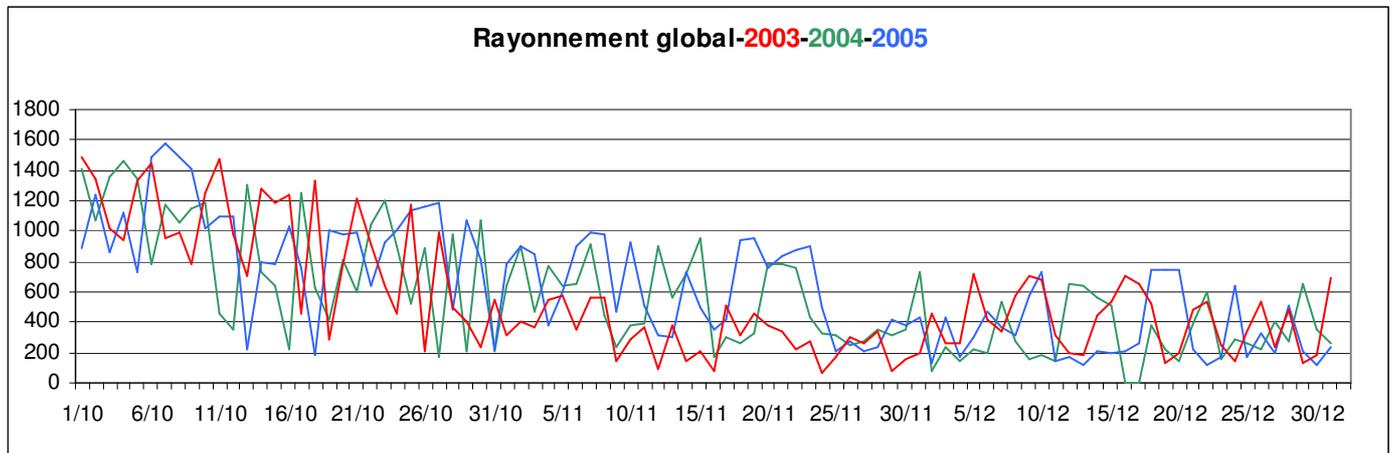


Figure 8.1 : Evolution du rayonnement global au dernier trimestre 2003, 2004 et 2005

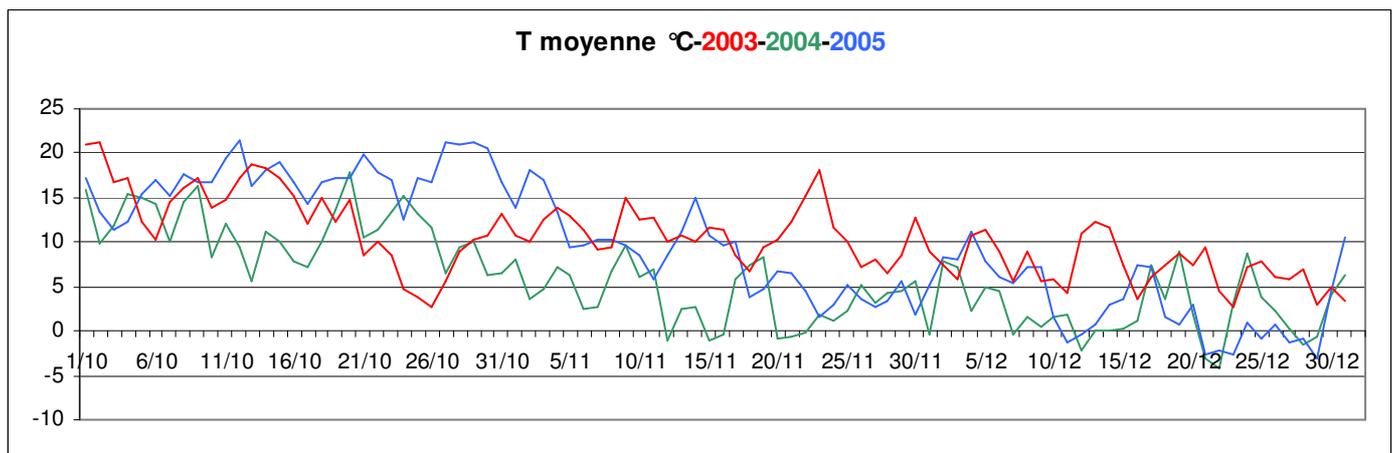


Figure 8.2 : Evolution de la température moyenne au dernier trimestre 2003, 2004 et 2005

VIII.2. ANALYSES PHYSIQUE ET CHIMIQUE DU SUBSTRAT (PINSTRUP) UTILISE