

UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA
TECHNOLOGIE DE BLIDA
INSTITUT DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR EN
AGRONOMIE

THESE DE MAGISTER

Pour obtenir le grade de Magistère en sciences agronomiques

Spécialité : Phytotechnie

Option : Arboriculture fruitière

**Influence de huit porte-greffe sur le
comportement du clémentinier
(*Citrus reticulata* BLANCO) clone
2749**

Présentée par : DJERFAF MALIKA

Soutenu le :

Devant la commission d'examen :

Président : M^{me} A. HACHE

Directeur de thèse : M^r A. LATIGUI

Examineurs : M^r Y. DAOUD

M^r A. DILEM

Professeur.

Chargé de cours.

Maître de conférence.

Maître de conférence.

SOMMAIRE

Introduction

Première partie: bibliographie

Chap. I: présentation du clémentinier et facteurs de productivité.

	3
1.1 Présentation du clémentinier	
1.1.1 Origine	
1.1.2 Caractéristiques morphologiques	
1.1.2.1 Le système aérien	
* Le tronc	
* Les ramifications	
* Les feuilles	4
* Les fleurs	
* La graine	
1.1.2.2 Le système racinaire	
* Croissance et extension des racines	5
* Facteurs influençant la croissance et l'extension racinaires	
** Aération	6
** Texture et structure du sol	
** Humidité	
** Eléments minéraux	
* Détermination génétique de la morphologie racinaire	7
1.1.3 Caractéristiques biologiques	8
1.1.3.1 Cycle annuel de développement	
1.2 Facteurs de productivité	10
1.2.1 Facteurs climatiques	
1.2.1.1 La température	
1.2.1.2 La pluviométrie	
1.2.1.3 Le vent	
1.2.2 Facteurs édaphiques	
1.2.3 Les soins culturaux	12

1.2.3.1 L'irrigation	
1.2.3.2 La fertilisation	
1.2.3.3 Le travail du sol	
1.2.3.4 Les traitements phytosanitaires	
1.2.3.5 La taille	13
1.2.4 La diversification clonale	
1.2.5 Sélection des porte-greffe	14
<u>CHAP II : La nutrition des agrumes en général</u>	16
2.1 Données concernant les principaux éléments nutritifs	
2.2.1 L'azote	
2.1.2 Le potassium	17
2.1.3 Le phosphore	
2.1.4 Le calcium	18
2.1.5 Le magnésium	
2.1.6 Les oligo-éléments	
2.1.6.1 Le cuivre	
2.1.6.2 Le manganèse	19
2.1.6.3 Le zinc	
2.1.6.4 Le fer	20
2.2 Contrôle de l'état nutritionnel des agrumes par l'analyse foliaire	
2.2.1 Définitions et Rappels des principes généraux	
2.2.2 Principaux facteurs intervenant dans la composition minérale des feuilles	
2.2.2.1 Age physiologique et position des feuilles	
2.2.2.2 Influence du type des rameaux	22
2.2.2.3 Influence variétale	
2.2.2.4 Influence des porte-greffe	
2.2.2.5 La région	23
2.2.3 Méthode d'échantillonnage	
2.2.4 Interprétation des analyses	24
2.2.4.1 Normes d'interprétation	
<u>Chapitre III: Etude des principaux porte-greffe du clémentinier</u>	25
3.1 Généralités	
3.2 Caractéristiques essentielles des principaux porte-greffe	
3.2.1 Le bigaradier	

3.2.2	<i>Poncirus trifoliata</i>	26
3.2.3	Les hybrides de <i>Poncirus trifoliata</i>	
3.2.3.1	<i>Citrance troyer</i>	27
3.2.3.2	<i>Citrance carrizo</i>	
3.2.3.3	Citrumelo	
3.2.3.4	<i>Citrus taiwanica</i>	28
3.2.3.5	Nasnaran	
3.3	Etats des différents travaux sur les porte-greffes des argumes en général et du clémentinier en particulier dans le monde	
3.3.1	U.S.A	
3.3.2	Corse	
3.3.3	Espagne	30
3.3.4	Grece	31
3.3.5	Turquie	
3.3.6	Maroc	32
3.3.7	Tunisie	33
3.3.8	Algérie	
 <u>Deuxième partie: expérimentation</u>		
<u>Chap.I: Caractéristiques du milieu d'étude</u>		34
1.1	Situation géographique	
1.2	Conditions climatiques	
1.3	Conditions écologiques	35
1.4	Conditions édaphiques	
1.5	présentation de la parcelle expérimentale	
 <u>Chap.II Matériel et méthodes</u>		36
2.1	Dispositif expérimental	
2.2	Matériel végétal	
2.1.1	Variété greffée	
2.1.2	porte-greffe	
2.3	Méthodes appliquées	
2.3.1	Analyse du sol et du végétal	
2.3.1.1	Analyse du sol	
	* Mode de prélèvement	
	* Analyse physique	37
	* Analyse chimique	
2.3.1.2	Analyse chimique du végétal	

* Manutention des échantillons	38
* Minéralisation	
* Dosage des éléments minéraux	
2.3.2 Développement végétatif (vigueur)	39
2.3.3 Production	
2.3.4 Caractéristiques du fruit	
2.3.4.1 Calibrage	
2.3.4.2 Analyse chimique du fruit	40
2.3.5 Etude des performances racinaires du clémentinier	
2.3.5.1 Méthode de réalisation de la tranchée	
2.3.5.2 Techniques d'observation	41
2.3.5.3 Exploitation des observations	
<u>Chap.III: Résultats et discussion</u>	
3.1 Propriétés physico-chimiques du sol	43
3.1.1 Résultats	
3.1.1.1 Granulométrie	
3.1.1.2 Réaction du sol	
3.1.1.3 Le calcaire total et actif	
3.1.1.4 La matière organique	
3.1.1.5 Le complexe absorbant	44
3.1.2 Discussion	
3.2 Effets des huit porte-greffe sur la composition minérale de la feuille du clémentinier	
48	
3.2.1 Résultats	
3.2.1.1 L'azote	49
3.2.1.2 Le phosphore	
3.2.1.3 Le potassium	50
3.2.1.4 Le calcium	51
3.2.1.5 Le magnésium	
3.2.1.6 Le manganèse	52
3.2.1.7 Le zinc	
3.2.1.8 Le cuivre	
	53
3.2.1.9 Le fer	
3.2.2 Discussion	54

3.3 Effets des huit porte-greffe sur le développement végétatif du clémentinier	
3.3.1 Résultats	60
3.3.1.1 Moyenne du développement végétatif	
3.3.2 Discussion	69
3.4 Effets des huit porte-greffe sur la production du clémentinier	77
3.4.1 Résultats	
3.4.2 Discussion	79
3.5 Effets des huit porte-greffe sur la qualité du fruit du clémentinier	82
3.5.1 Résultats	
3.5.1.1 Effet sur le calibre	
3.5.1.2 Effet sur le rendement en jus	85
3.5.1.3 Effet sur l'extrait soluble	
3.5.1.4 Effet sur l'acidité	86
3.5.1.5 Effet sur la maturité	
3.5.2 Discussion	
3.6 Etudes des performances racinaires du clémentinier greffé sur les huit porte-greffe	
3.6.1 Résultats	91
3.6.1.1 Nombres et tailles des racines	
3.6.1.2 Indice en pourcentage total de distribution centrifuge	92
3.6.1.3 Indice global	93
3.6.1.4 Indice de multiplication racinaire	94
3.6.1.5 Répartition des racines en profondeur	95
3.6.1.6 Indice morphologique d'ancrage	96
3.6.1.7 Caractéristiques globales d'enracinement	
3.6.1.8 Corrélation entre la vigueur et l'indice global d'enracinement	
3.6.2 Discussion	97

Conclusion générale

Références bibliographiques

Annexe

Avant Propos

En présentant cette thèse, je tiens tout particulièrement à exprimer ma parfaite reconnaissance à tous le personnel de la station d'arboriculture fruitière de Boufarik, pour l'ambiance amicale et constructive dans laquelle a pu s'élaborer ce travail.

Que Monsieur LATIGUI. A, trouve ici l'expression de ma profonde gratitude pour avoir suivi avec intérêt et disponibilité ce travail.

Je voudrais remercier également Madame HARCHE, professeur à l'Université d'ORAN pour avoir accepté de présider ce Jury.

Mes remerciements s'adressent également aux sieurs DAOUD et DILEM respectivement maître de conférence à l'INA d'El Harrach et au CUT de Tiaret, pour avoir accepté d'examiner mon travail, en faisant partie de ce Jury.

Comment ne pas évoquer ici pour remercier mes très chers parents pour m'avoir encouragé et soutenu le long de ce travail.

Que Hamida, ma très chère soeur trouve ici l'expression de ma profonde gratitude pour avoir financé ce travail, lors de ma longue gêne de trésorerie.

RESUME

Les principaux résultats obtenus sur l'influence de huit porte-greffe sur le comportement du clémentinier **Citrus reticulata** BLANCO clone 2749 sont les suivants :

Les porte-greffe **Nasnaran** et **Citrango carrizo** induisent au clémentinier un développement végétatif et un taux de croissance relativement élevés par rapport à **Poncirus trifoliata**, bigaradier, **Citrus taiwanica** et à un degré moindre par rapport à **Citrumelo 4475**, **Poncirus pomey** et **Citrango troyer**.

Citrumelo 4475 confère au clémentinier le meilleur rendement en fruits avec une précocité de floraison relativement avancée par rapport aux autres porte-greffe. Toutefois, une meilleure maturité des fruits est obtenue sur **Citrango troyer**, **Poncirus trifoliata** et **Poncirus pomey**. Les calibres des fruits les plus élevés sont également obtenus sur **Poncirus pomey**.

Le meilleur rendement en jus des fruits est obtenu lorsque le clémentinier est greffé sur **Citrango troyer**. Quant à l'acidité des fruits, elle est plus importante sur bigaradier.

La meilleure performance racinaire est obtenue lorsque le clémentinier est greffé sur **Nasnaran**.

Mots-clés : Porte-greffe, greffon, **Citrus reticulata**, Comportement rendement.

Summary

The main results obtained on the influence of eight root stocks on the behaviour of the clementin tree **Citrus Reticulata** B. clone 2747 are the following.

The root stocks **Nasnaran** and **Citrango carrizo** induce to clementin tree a vegetative development and a rate of growth relatively raised in regard to **Poncirus trifoliata**, **Bigaradier**, **Citrus taiwanica**, and to a shorter degree in regard to **Citrumelo 4475**, **Poncirus pomey** and **Citrango troyer**.

Citrumelo 4475 confer the best produce to the clementin tree in fruits with a precocity of efflorescence relatively advanced in regard to other root stocks. Yet, a best maturity of fruits is obtained on **Citrango troyer**, **Poncirus trifoliata** and **Poncirus pomey**. The highest calibres of fruits are also obtained on **Poncirus pomey**.

The best produce in fruits juice is obtained when the clementin tree is grafted on **Citrango troyer**. As for the fruits acidity, it is more important on **Bigaradier**.

The best performance of roots is obtained when the clementin tree is grafted on **Nasnaran**.

Key-words : Root stocks, graft, **Citrus reticulata**, behaviour, produce.

Introduction

La culture commerciale des *Citrus* en Algérie est frappée par une régression continue, et importante des quantités produites de la clémentine en particulier.

La situation désastreuse de la clémentine, semble surtout être le résultat, tout à fait, logique de la conduite irrationnelle des clémentineraies. L'impact de cette dernière sur la production moyenne par hectare est très faible. Elle est de 10t/ha (Ann.1). Notre part d'exportation méditerranéenne, se dégrade continuellement, tout en sachant que l'Algérie était un pays, traditionnellement, exportateur d'agrumes en général et des clémentines en particulier.

Ainsi, la place de l'Algérie sur les marchés étrangers (Ann.2) est, non seulement, très compromise, mais encore tout le verger algérien est en danger. Par conséquent, on doit convenir que notre agriculture, en général, souffre d'une certaine carence, malgré les conditions naturelles qui lui sont favorables.

Il est donc, absolument, indispensable de faire bénéficier le clémentinier, en particulier, de tous les facteurs qui lui assurent une meilleure productivité. Ainsi, l'un de ces facteurs est la sélection d'un matériel végétal qui répond, à la fois aux exigences du producteur et du consommateur.

L'utilisation optimale d'une variété fruitière donnée, exige aussi celle d'un porte-greffe qui possède les qualités adéquates pour assurer sa bonne adaptation aux conditions climatiques, édaphiques, phytosanitaires, culturelles et commerciales. Il n'y a guère plus d'une trentaine d'années, que le problème des porte-greffe des agrumes a pris l'importance que l'on connaît.

Auparavant, la recherche des porte-greffe de remplacement du *bigaradier* était opérée par routine. Car, on considérait que le *bigaradier* était irremplaçable. C'est évidemment, la tristeza (ou encore appelée Quick décline) qui fut à l'origine du déploiement d'efforts entrepris, pour découvrir des porte-greffe de substitution. Car le danger de destruction, par cette maladie menaçait toutes les combinaisons greffon-*bigaradier*.

Ainsi, les progrès scientifiques réalisés par les stations de recherches agrumicoles comme celles de Corse, d'Espagne, du Maroc, et de Tunisie, sont relativement importants. Ils ont permis de trouver des porte-greffe plus performants que le *bigaradier*, et porteurs de greffons sains.

Dans le souci d'améliorer la productivité du clémentinier, la station d'arboriculture fruitière de Boufarik a installé en 1984, un essai de comportement du clémentinier greffé, principalement, sur huit porte-greffe que nous nous sommes proposés de suivre, à savoir:

- Bigaradier*,
- Citrange Troyer*,
- Poncirus Trifoliata*,
- Citrange Carrizo*,
- Poncirus pomey*,
- Nasnaran*,
- Citrus Taiwanica*,
- Citrumelo 4475*.

L'objectif principal de cet essai, est de sélectionner, dans les conditions de la station, le porte-greffe qui montre les meilleures performances, quant aux paramètres d'études suivants:

- teneurs foliaires en éléments minéraux,
- productivité et rendement,
- qualité physique et chimique du fruit,
- performances racinaires induites au clémentinier.

Bibliographie

1.1. Présentation du clémentinier

1.1.1. Origine

Le clémentinier est d'origine algérienne. Il est issu, d'un semis de graine de mandarinier d'une variété encore inconnue. CASSIN (1986), estime qu'il est soit un hybride naturel (croisement obtenu en pollinisation libre), soit un "variant" (embryon zygotique formé dans le cadre d'une autopolinisation).

1.1.2. Caractéristiques morphologiques

Les plants d'agrumes, en général et du clémentinier en particulier, sont composés de deux parties essentielles:

- Une partie aérienne, constituée essentiellement par la variété (ou cultivar) de l'espèce cultivée.
- Une partie souterraine, formée par le porte-greffe (ou sujet), c'est la partie qui assure, à la fois l'ancrage de l'arbre au sol et son alimentation en eau et en éléments minéraux.

1.1.2.1 Le Système aérien

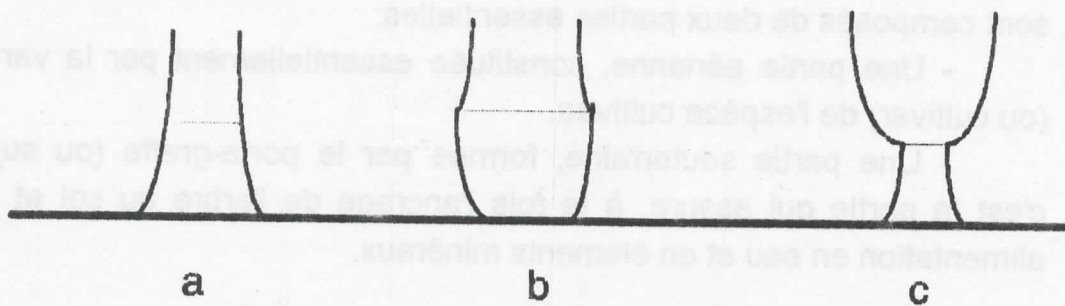
*** Le tronc**

Le clémentinier présente habituellement un seul tronc cylindrique et à développement limité en hauteur. Sur ce tronc, se situe une ligne de greffe résultant de l'association de la variété et du porte-greffe, suivant cette dernière, on remarque différentes apparences du point de greffe (Fig.1).

*** Les ramifications**

Les jeunes plants d'agrumes se ramifient très tôt. Ils donnent naissance, premièrement à la charpentière, à partir de laquelle prennent naissance des rameaux à chaque poussée végétative.

De plus le clémentinier, en particulier, émet sur des branches âgées des rameaux vigoureux appelés "Gourmand" qui croissent verticalement. Ces différentes ramifications donnent, durant tout le cycle de l'arbre à la frondaison, une apparence dense à port, plus ou moins, sphérique ou conique.



- a: Association parfaite entre le porte-greffe bigaradier et la plupart des *Citrus*.
- b: Association "goulot bouteille" entre *Citrus* et *Poncirus* ou *Citrange*
- c: Incompatibilité entre greffon et porte-greffe (citronnier eureka et bigaradier)

Figure 1: Représentation schématique de 3 types d'association variété/porte-greffe rencontrés dans une orangerie.

*** Les feuilles**

On admet avec PRALORAN (1971) & LOUSSERT (1989), que tous les *Citrus* sont des arbres à feuilles persistantes, à l'exception faite de *Poncirus trifoliata* qui a les feuilles caduques.

Le clémentinier présente des feuilles à une foliole, habituellement mince dont les nervures principales sont peu nombreuses. Le pétiole est en général, plus ou moins, ailé et articulé avec le limbe.

*** Les fleurs**

La fleur du clémentinier est hermaphrodite. Cependant, le phénomène d'auto-incompatibilité se manifeste, bien que le pollen et les ovules soient fonctionnels. Il semble, selon PRALORAN (1971) & LOUSSERT (1989), que celui-ci est dû, principalement, du fait que le pistil est beaucoup plus long que le tube pollinique, qui n'atteint pas les ovules.

En général, la floraison est abondante. Elle a lieu en Mars-Avril. Les fleurs apparaissent alors sur les rameaux de l'année, et en absence de tout pollen fécondant. Pour la raison évoquée auparavant, le fruit se développe par parthénocarpie.

*** Le fruit**

Le fruit du clémentinier est de couleur orange-rougeâtre et de forme variable. Son diamètre moyen est de l'ordre de 48 mm. Il correspond au calibre commercial (Tab.1). Son poids moyen est de 54 grammes, avec 40% de jus (ANONYME, 1981).

*** La graine**

Les graines ou pépins de la plupart des espèces de *Citrus*, présentent la particularité, lors de leur germination, de donner plusieurs plantules. Elles sont polyembryonnées.

-L'embryon gamétique provient de la fécondation des cellules sexuelles.

-L'embryon nucellaire, provient des cellules du tissu nourricier de l'ovaire: le nucelle.

Calibres	Echelles de diametres (mm)
1	>63
2	58-69
3	54-64
4	50-60
5	46-56
6	42-52
7	42-48
8	39-46
9	37-44
10	35-42

Tableau.1: Normes de calibrage pour la clémentine: SATSUMA, TANGERINE, WINKING, et autres mandarines et leurs hybrides

Dans le premier cas, le plant obtenu est différent des parents. Dans le second cas, les plants sont génétiquement identiques à l'arbre qui a donné les fruits.

Le clémentinier est dit "monoembryonnaire", seul se développe l'embryon zygotique. Par conséquent, et en conditions naturelles, le clémentinier ne produit pas de plants nucellaires.

1.1.2.2 Le système racinaire

* Croissance et extension des racines

Le système racinaire a deux fonctions essentielles:

- Il assure la fixation de la plante sur son support, ce rôle appartient surtout aux racines lignifiées (appelée encore charpente racinaire) et dépend de leurs ramifications,

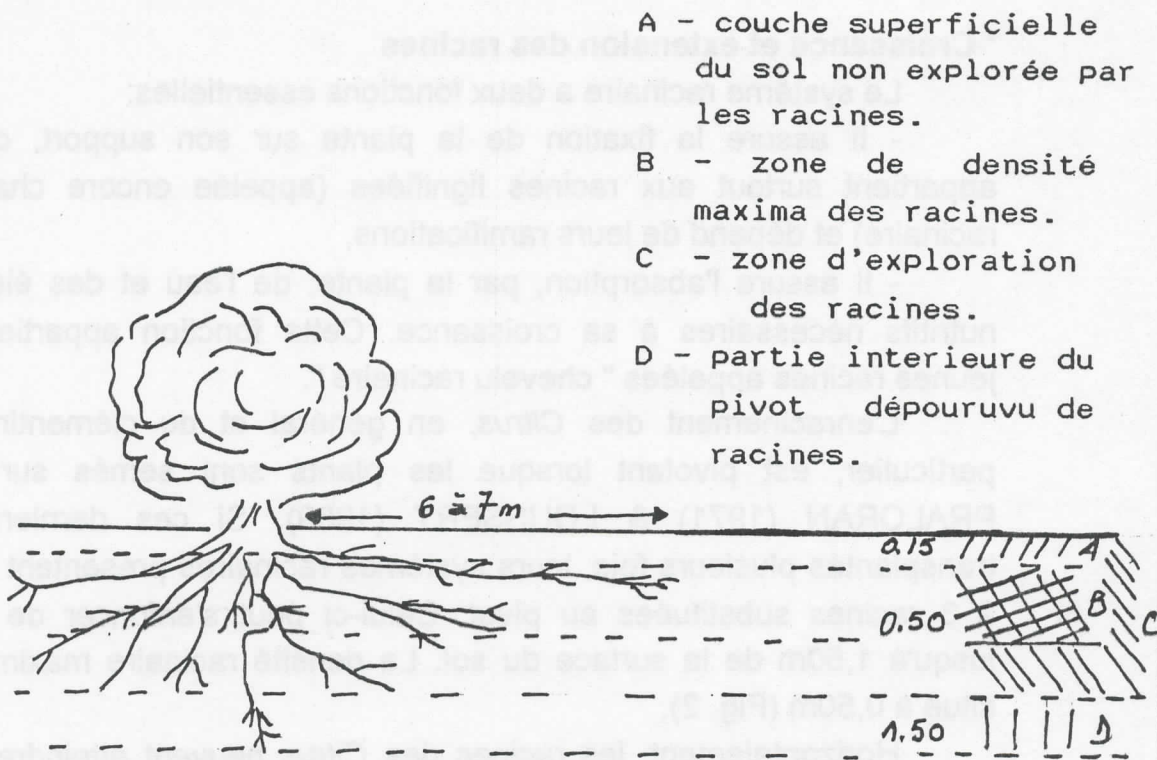
- Il assure l'absorption, par la plante, de l'eau et des éléments nutritifs nécessaires à sa croissance. Cette fonction appartient aux jeunes racines appelées "chevelu racinaire".

L'enracinement des *Citrus*, en général et du clémentinier en particulier, est pivotant lorsque les plants sont semés sur place PRALORAN (1971) & LOUSSERT (1989). Si ces derniers sont transplantés plusieurs fois, leurs systèmes racinaires présentent ainsi 2 à 3 racines substituées au pivot. Celui-ci peut s'enfoncer de 0,80m jusqu'à 1,50m de la surface du sol. La densité racinaire maximale se situe à 0,50m (Fig. 2).

Horizontalement, les racines des *Citrus* peuvent atteindre 7 à 8 mètres (PRALORAN, 1971). D'ESCALAPON (1991) a montré que de la plantation à l'entrée en production, l'accroissement du volume racinaire est très important, à l'image de celui de la frondaison. Puis, il y'a un ralentissement lorsque l'arbre se met à fructifier régulièrement. GAUTIER (1987) a considéré, que pendant la saison et pour tout arbre fruitier, la période de croissance possible est plus longue pour les racines que pour les parties aériennes. Elle commence, dès le début du printemps et se prolonge jusqu'en automne.

* Facteurs influençant la croissance et l'extension racinaire

Les possibilités de croissance et de ramification secondaires, résultent de plusieurs facteurs interactifs. Leur connaissance, et à fortiori



- A - couche superficielle du sol non explorée par les racines.
- B - zone de densité maxima des racines.
- C - zone d'exploration des racines.
- D - partie interieure du pivot depourvu de racines.

Fig n°2 schema du mode enracinement type des agrumes.

leur maîtrise s'avèrent difficiles (Fig.3). DEMOLON (1967) & D'ESCALAPON (1991) estiment que la raréfaction de l'oxygène dans le sol est due aux facteurs précités. Elle a pour conséquence une asphyxie racinaire entraînant, ainsi la mort de la plante.

**** Aération**

L'aération du sol dépend des facteurs pédo-climatiques suivants: porosité, compacité, pluviosité de l'année etc... TROCME & PERRIN (1967); DEMOLON (1967) & D'ESCALAPON (1991).

**** Texture et structure du sol**

La croissance des racines est conditionnée, en partie, par les caractéristiques physiques du sol (texture et structure). Ainsi, HUGUET (1973), a constaté en travaillant sur le prunier d'ANTE, implanté sur deux types de sol différents, l'un argilo-limoneux et l'autre sableux, une grande variation morphologique dans l'enracinement. LOUSSERT (1989) a fait les mêmes constatations. Il a remarqué alors, que dans les sols dits lourds, le système racinaire reste localisé dans les premiers 50 cm. Dans ce cas il se développe, en grande partie, latéralement. Par contre, dans un sol léger, il se développe en profondeur jusqu'à 2 mètres, parfois plus (Fig.4).

**** Humidité**

D'une façon générale, les racines croissent et ne fonctionnent, normalement, que dans un sol humide. D'après TROCME & PERRIN (1967), les racines manifestent un certain hydrotropisme. Car, elles se dirigent vers les endroits, où l'eau est plus facilement utilisable. Cet hydrotropisme cesse à l'approche de la saturation. L'aération devient, alors, insuffisante provoquant, ainsi l'arrêt de la croissance.

DELMON (1967) a signalé, également, que dans l'irrigation par apport modéré et fréquemment répété, se provoque un développement racinaire, purement superficiel. On risque ainsi, comme l'a révélé D'ESCALAPON (1991), de perdre le bénéfice d'une alimentation de la plante par un plus grand volume de terre.

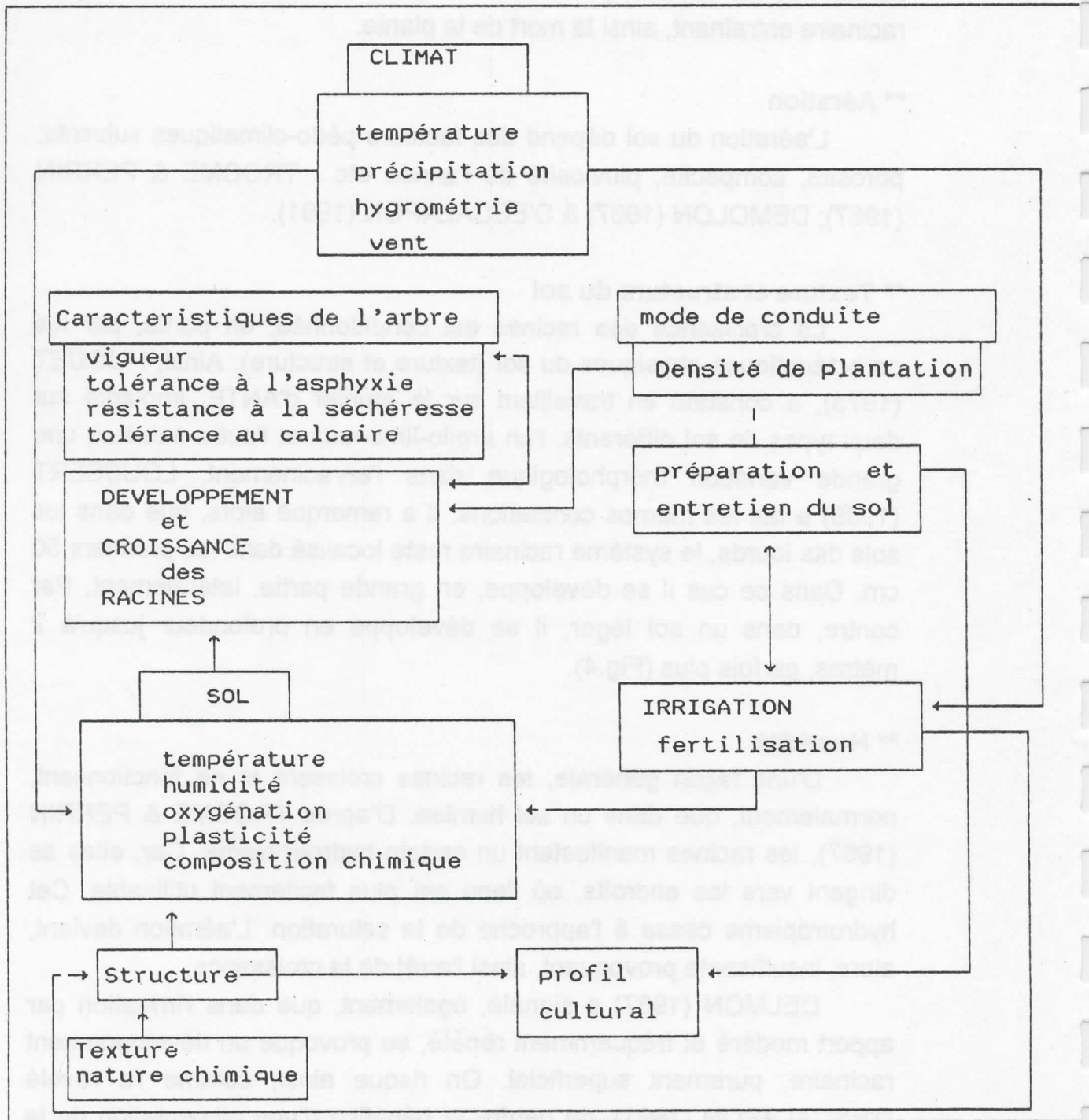


Fig n°3 : Quelques facteurs influençant le développement racinaire

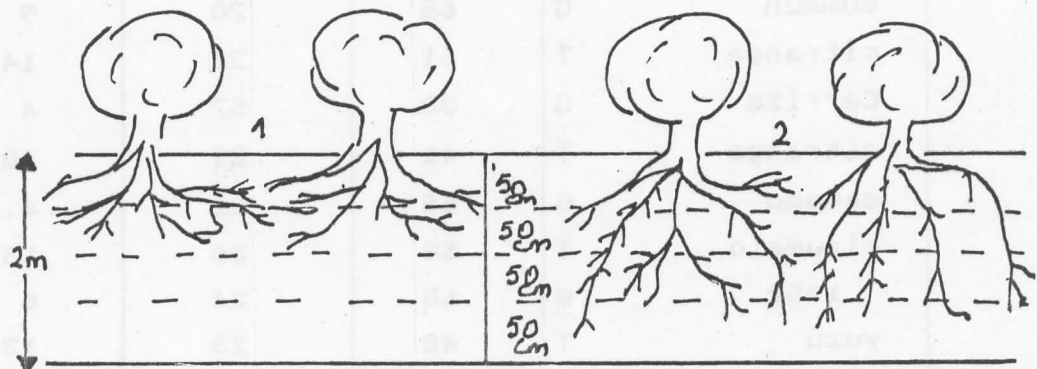


Fig n°4 : modification de la localisation de l'enracinement en fonction des caractéristiques physiques du sol .

1. En sols lourds (cas des sols argileux) le système racinaire reste localisé dans les premiers 50 cm
Il se développe essentiellement latéralement .
2. En sols légers (cas des sols sableux) le système racinaire se développe en profondeur jusqu'à 2 m et parfois plus.

PORTE-GREFFE		PROFONDEURS (EN CM)			
		0 - 20	20 - 40	40 - 60	60 - 100
Bigaradier	T	51	20	19	10
Bresil	G	63	27	9	1
Bigaradier	T	51	16	18	20
commun	G	68	20	9	2
citrange	T	51	22	14	13
Carrizo	G	38	57	4	1
citrange	T	41	29	18	12
savage	G	55	32	4.5	6
cirumelo	T	58	26	13	4
1452	G	68	24	5	2
yuzu	T	48	23	13	16
	G	68	17	9	6
Macrophylla	T	47	22	14	17
	G	44	43	10	3
Taiwanica	T	65	16	9	10
	G	79	19	1	1
Volkameriana	T	52	24	12	12
	G	70	22	6	2
Poncirus	T	57	29	11	6
Trifoliata	G	48	34	12	6

T:Nombre total de sections de racines (système absorbant)
G:Grosses racines(diamètres)=1mm (charpente racinaire)

Tableau.2: Intensité d'exploitation des différents horizons du sol par les racines de 10 porte-greffe (TUZCU & al. 1987)

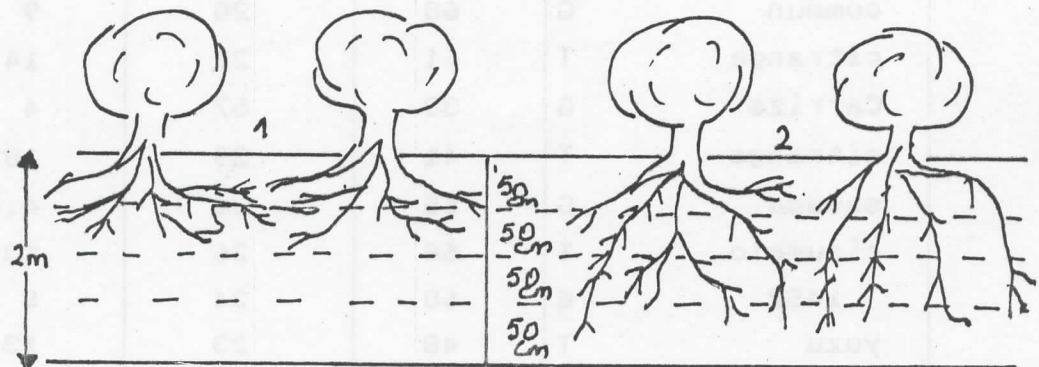


Fig n°4 : modification de la localisation de l'enracinement en fonction des caractéristiques physiques du sol .

1. En sols lourds (cas des sols argileux) le système racinaire reste localisé dans les premiers 50 cm Il se développe essentiellement latéralement .
2. En sols légers (cas des sols sableux) le système racinaire se développe en profondeur jusqu'à 2 m et parfois plus.

**** Éléments minéraux**

Les éléments minéraux sont absorbés, essentiellement, par les racines au niveau des poils absorbants, et des parties non subérisées des jeunes racines, c'est à dire, pratiquement, par le chevelu racinaire de l'année. Celui-ci prolifère dans les parties du sol riches en matière organique ou en éléments minéraux, à condition que ces derniers ne soient pas accompagnés d'éléments toxiques.

Il semble d'après TROCME & PERRIN (1967); DEMOLON (1967) & GAUTIER (1987), que les racines ne soient pas attirées par les éléments nutritifs. Si une racine rencontre une zone fertile, elle se ramifie activement. Mais elle ne se dirige pas, par tropisme, vers une zone enrichie en engrais, quelque soit la profondeur d'épandage.

*** Détermination génétique de la morphologie racinaire**

Les études sur la morphologie et la croissance des racines d'agrumes sont peu nombreuses, quant aux modes d'enracinement. Ils ont fait l'objet, d'observation par les méthodes traditionnelles (dissection totale de l'arbre, tranchée rectiligne, tranchée circulaire), et par la méthode récente de la tranchée en spirale logarithmique, mise en évidence par HUGUET (1973).

Il a été constaté, comme nous l'avons souligné auparavant, que l'enracinement des *Citrus* est pivotant. Mais, actuellement les repiquages sont effectués afin, d'obliger le plant à émettre des racines latérales.

Comme le porte-greffe, chez les agrumes, est l'intermédiaire obligatoire entre le sol et le cultivar, la connaissance de ses caractéristiques racinaires semble primordiale. Le porte-greffe est génétiquement différent du cultivar et peut, alors, transmettre certaines propriétés à ce dernier.

L'association greffon-porte-greffe peut, en premier lieu, tirer profit de milieux divers. Sa morphologie sera modifiée, selon le porte-greffe choisi. En effet, ÖTZAR & al. (1981), ont constaté que l'intensité d'exploitation des différents horizons du sol par 10 porte-greffe des *Citrus* mis en essai, était totalement différente (Tab.2).

D'une façon générale, D'ESCALAPON (1991) a montré que pour chaque arbre fruitier, la majorité des racines semble se concentrer aux alentours du tronc, avec une diminution de la densité au fur et à mesure

que l'on s'éloigne du tronc. Toutefois, l'extension maximale peut être très vaste pour les agrumes. Elle est de deux à sept mètres dans toutes les directions.

1.1.3 Caractéristiques biologiques

1.1.3.1 Cycle annuel de développement

*** Croissance végétative**

GAUTIER (1987) a noté que les pousses d'un arbre ne s'accroissent pas de manière régulière, au cours de la période active de la végétation. Elles se développent par une succession de deux, trois ou même quatre vagues. On dit que leur croissance est du type sympodiale.

Chez le clémentinier, PRALORON (1971); BELLABAS (1983) & LOUSSERT (1989), avaient observé trois vagues de croissance:

-une vague de printemps qui se manifeste par la pousse de printemps; les feuilles sont allongées et effilées vers l'extrémité d'un vert clair, sur ces nouvelles ramifications apparaissent les pousses fructifères,

-une vague d'été (Juillet-Aout), où se développe la pousse d'été qui est plus large et plus ou moins vigoureuse; elle est moins importante que la vague de printemps,

-une vague d'automne (Octobre-Novembre), c'est la troisième pousse qui apparaît, elle est appelée pousse d'automne et qui est destinée au renouvellement du feuillage.

*** La fructification**

**** La formation des fleurs**

La formation des fleurs est caractérisée par plusieurs phases successives. Celles-ci, induisent un ensemble de modifications métaboliques et morphologiques du méristème, au cours de sa transformation en fleurs. Ces différentes phases ont lieu de Novembre jusqu'à la fin Janvier, AYALON & MONSELISE (1960); MOSS (1969); MONET & BASTARD (1970).

**** La floraison**

La floraison des *Citrus*, d'une façon générale, a lieu au printemps, de la fin février à la fin mars. Quant à la floraison du clémentinier, elle a lieu au cours du mois de Mars-Avril. BRUN & ONILLON (1978) estiment que les rameaux fructifères du clémentinier, qui sont portés dans une grande proportion sur la végétation de l'année précédente, ont pour origine la poussée de printemps la plus prédominante, par rapport aux deux autres flux.

**** La nouaison**

Rappelons, que le clémentinier est auto-incompatible. En absence de fécondation, le fruit se forme par parthénocarpie. Quant à la nouaison, elle constitue la première étape du développement du fruit. On constate, à ce stade, une forte chute de fruits noués. Cette période est connue des agrumiculteurs sous le nom de "chute de juin". C'est une chute naturelle, bénéfique pour la régularisation de la production. Elle favorise la croissance du fruit, notamment celle des gros calibres.

**** Le grossissement du fruit**

Il a lieu en mars-juin. Le fruit augmente, alors, de volume et de poids. Cette période est sous la dépendance de nombreux facteurs, dont l'âge et la vigueur de l'arbre. Les jeunes arbres ont tendance à donner les plus gros calibres à peau épaisse, et à maturité plus tardive. Les conditions d'alimentation en eau insuffisantes donnent des fruits de petits calibres, à écorce dure et à maturité plus tardive.

En somme, durant cette période critique de la nouaison au grossissement du fruit, toute déficience alimentaire, en particulier en eau et en azote, aura de graves répercussions sur les rendements, le calibre et la qualité du fruit.

**** La maturation**

Au cours des mois d'été, la clémentine poursuit son développement en grosseur, pour atteindre en Octobre son calibre définitif. C'est alors que commence la maturation, qui se manifeste par le changement de coloration de l'épiderme, et par la qualité de la teneur en jus de la pulpe. Selon ANONYME (1982) & LOUSSERT (1989), le

point de maturité, caractérisé par le rapport extrait sec/acidité (E/A) est atteint pour la clémentine, dès que E/A est égal à 7.

1.2 Facteurs de productivité

1.2.1 Facteurs climatiques

1.2.1.1 La température

Les températures, moyennes favorables à la culture des *Citrus* en général, sont de l'ordre de 10 à 12 °C pour les moyennes hivernales, et de 22 °C pour les moyennes estivales, ANONYME (1980); BLONDEL (1974,1979) & LOUSSERT (1989),.

1.2.1.2 La pluviométrie

Le climat méditerranéen est caractérisé, essentiellement, par deux saisons bien distinctes: une saison humide et fraîche, du mois d'octobre au mois de mars, et une saison sèche et chaude, du mois de mai jusqu'à la fin de septembre.

Les pluies hivernales sont souvent violentes, orageuses et peu profitables au clémentinier, car l'arbre est en repos végétatif. Toutefois, elles constituent une réserve pour l'arbre au printemps. Par contre, la saison sèche et chaude correspond à la période active de l'arbre. Par conséquent, une répartition des pluies, durant tout le cycle annuel de développement du clémentinier, est un facteur essentiel pour la réussite de la culture.

1.2.1.3 Le vent

Le vent est un ennemi redoutable des agrumes. Par son action mécanique, il peut provoquer des dégâts importants tels que la chute des fruits et l'altération de leurs écorces. Les pertes de production sont, par conséquent, élevées. d'où la nécessité de renforcer le dispositif brise-vent.

1.2.2 Facteurs édaphiques

Du point de vue qualité physique du sol, les agrumes se cultivent, en général, sur des sols suffisamment aérés, profonds, à bonne capacité de rétention, et à texture moyenne où les éléments fins se

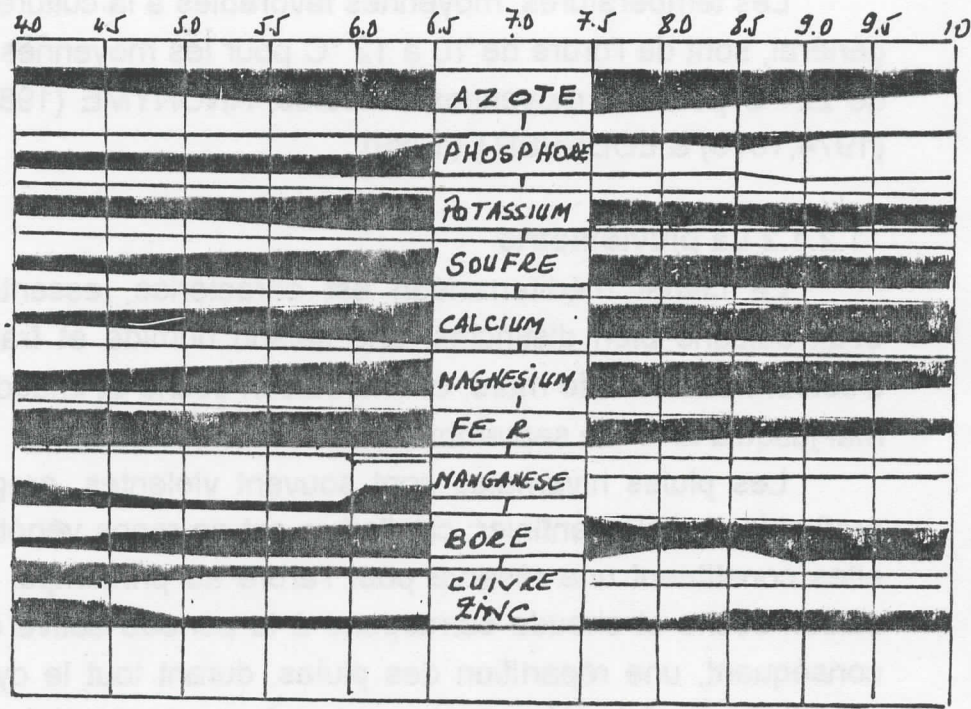


FIG n°5 : Influence de la réaction du sol sur
l'assimilabilité des éléments nutritifs.

trouvent en proportion égale aux éléments moyens. Les éléments fins assurent la rétention de l'eau et des éléments minéraux. Quant aux éléments moyens, ils permettent un bon ressuyage après la pluie, et un réchauffement rapide du sol au printemps, ANONYME (1980); LOUSSERT (1989) & D'ESCALAPON (1991).

RENAUD (1954), a remarqué que le clémentinier a du mal à s'étaler sur des sols lourds où les éléments fins prédominent nettement. La compacité du sol et l'excès d'eau en hiver causent des chutes fréquentes des fruits. La maturité de ces derniers est souvent retardée. Quant à la qualité chimique du sol, elle révèle à l'agrumiculteur les qualités et les défauts de son verger. Ainsi, la connaissance en % de matière organique du sol, est essentielle, puisqu'elle forme avec l'argile le complexe argilo-humique. C'est à ce niveau que s'effectuent tous les échanges d'éléments minéraux utilisés par la plante.

Ainsi, LOUSSERT (1989); D'ESCALAPON (1991) & VERONIQUE (1991), considèrent que des teneurs de 2 à 3% de matière organique dans les vingt premiers cm du sol sont jugées bonnes. Cependant, les teneurs inférieures à 1% laissent présager un déficit. Ainsi, des teneurs en calcaire actif comprises entre 8 à 10%, peuvent induire des carences alimentaires, par blocage de certains éléments comme le fer par exemple. On a constaté que certains porte-greffe, tels que *Poncirus trifoliata* et ses hybrides sont très sensibles aux excès de calcaire. Par contre, le porte-greffe mandarinier cléopâtre présente une meilleure tolérance que celle des porte-greffe précités.

En ce qui concerne le pH du sol, les agrumes préfèrent des sols neutres ou légèrement acides (pH6,5 à pH7), aux sols à pH alcalin, qui peuvent induire des troubles alimentaires, notamment des carences en Fe, en Mg, en Mn, en Cu, etc. Car certains éléments minéraux ne sont pas assimilés à des pH supérieurs à 7 (Fig. 5).

Enfin, la richesse du sol en éléments minéraux est détectée par l'analyse chimique du sol qui donne une idée sur les potentialités d'alimentation des arbres en ces éléments. Si les teneurs relevées par l'analyse sont jugées insuffisantes, une correction par les engrais est nécessaire.

1.2.3 Les soins culturaux

1.2.3.1 L'irrigation

Les agrumes sont des arbres sempervirents qui transpirent, donc tout au long de l'année. Ainsi, les besoins en eau sont élevés et varient entre 900 et 1200mm par an (ANONYME, 1980).

Pour le clémentinier, les besoins en eau sont modérés de mai à juin Ils sont très élevés du 10 Juin au 10 Août. Ils seront poursuivis jusqu'à septembre ou octobre (ANONYME, 1979).

Tout déficit hydrique, peut affecter la production de l'arbre. Il diminue la nouaison, qui à son tour provoque une chute des fruits en juin. Le déficit hydrique peut influencer sur la taille définitive du fruit, d'où la nécessité de bien respecter les doses et les époques d'irrigation, (SEVERAC, 1981).

1.2.3.2 La fertilisation

Les agrumes en général, surtout en culture intensive, exigent une fertilisation copieuse, principalement, azotée afin d'atteindre un niveau de production élevé et surtout régulier. Ce point sera abordé dans le chapitre "nutrition minérale des agrumes".

1.2.3.3 Le travail du sol

La préparation du sol est importante. Selon BLONDEL (1979) & LOUSSERT (1989), la végétation adventice concurrence dangereusement les arbres au printemps et en été. Il est cependant, relativement facile de les contrôler par les moyens mécaniques et chimiques.

1.2.3.4 Les traitements phytosanitaires

Pour remédier aux attaques d'insectes, différents traitements à base de produits chimiques sont conseillés aux agrumiculteurs.

Quant, aux maladies à virus qui altèrent la qualité et la quantité des fruits, NHAMI & al (1974); LASRAM (1974); ANONYME (1977); VANNIERE (1982); NAVARO & al. (1982); VOGELE & al. (1988) & LOUSSERT (1989), considèrent que pour l'assainissement des différentes variétés d'agrumes, plusieurs méthodes sont préconisées

telles que la sélection sanitaire par indexation, la sélection des plants nucellaires, le microgreffage des méristèmes in vitro etc...

1.2.3.5 La taille

Le clémentinier subit à la troisième année, une taille de formation qui a pour but, essentiel de constituer une charpente solide qui pourrait, par la suite, supporter une fructification abondante, LOUSSERT (1989) & D'ESCALAPON (1991).

La taille doit assurer une bonne répartition de la sève, pour redonner la vigueur aux pousses affaiblies. Elle freine la vigueur des pousses qui reçoivent un excès de sèves (taille de fructification). D'une manière générale, et lorsque le clémentinier est en pleine production, il doit subir uniquement une taille annuelle d'éclaircie qui aura, pour but, d'aérer les rameaux fructifères.

1.2.4 La diversification clonale

Les plus importants types d'agrumes, cultivés sur une grande échelle, se diversifient naturellement. Cette grande diversification du matériel végétal s'explique, principalement, par la propension des agrumes à muter facilement. En effet, les mutations des bourgeons (mutations gemmaire) sont relatives pour la production agrumicole.

Le bourgeon mutant, selon LOUSSERT (1989) & GALLAIS (1990), donne sur la variété cultivée, où il se développe, une ramification pouvant affecter la fructification qu'elle portera. Les fruits peuvent être, alors plus précoces ou plus tardifs, de différentes formes de colorations et d'épaisseurs de la peau. Si une telle mutation est repérée en verger, elle sera reproduite par greffage. Le plant ainsi obtenu, sera placé en verger de comportement, en vue de vérifier les caractères pomologiques et agronomiques.

C'est, chez le clémentinier que les mutations repérées en verger sont les plus importantes, vu le nombre de clones actuellement en culture, qui font l'objet d'observation.

En Espagne, de nombreux clones de clémentinier sont progressivement mis en culture. Le plus intéressant la "CLEMENTINA de NULS" se caractérise par une floraison plus étalée que celle du clone normal. Ses productions donnent des fruits de bonne qualité et sans pépins. La "CLEMENTINA OROVAI" est issue de la mutation d'un

rameau du clémentinier commun. Sa floraison est très abondante, ses fruits sont aspermes et de bon calibre. D'autres clones sont cultivés, tels que "ARRUFATINA", "TOMATERO", "BRUNO", "CLEMENTARD" etc... Tous ces clones font l'objet d'un assainissement. Ils sont multipliés indemnes de virus, PRALORAN (1971); BLONDEL & JACKMOND (1978); BLONDEL (1987) & CASSIN (1986).

En Corse, les clones de la série SRA, tels que SRA63 et SRA64, sont le matériel de base pour la constitution des vergers de clémentinier.

Actuellement, on a détecté principalement deux clones intéressants SRA92 et SRA88, qui se montrent plus productifs que les anciens clones à fruit juteux et riches en extrait soluble.

Au Maroc, nous rencontrons la clémentine "CARTE NOIRE" qui est connue par sa précocité. Elle est récoltée, dès le 15 septembre. La clémentine "CAFFIN" est très sensible aux acariens. La "GPERGE POURREYRON" ou "GP" est très productive, mais elle donne des fruits de petits calibres.

En Tunisie, le clone "CASSAR" fait aussi l'objet de test de productivité par l'INRA.

Enfin, en Algérie, et en 1942, on a repéré en oranie le clone "MONTREAL" qui est connu par sa grande fertilité. Toutefois il donne des fruits fortement spermés, ce qui a limité son extension. En 1946, BLONDEL a sélectionné à la station d'arboriculture fruitière de Boufarik, un nouveau clone (clone 2749). Il a été repéré sur le clémentinier ordinaire ou de Misserghin (*Citrus reticulata*). Ce clone est reconnu comme étant fertile et indemne de maladie à virus et à mycoplasmes

Actuellement, on a introduit plusieurs clones (clones 64, 99, 98, 92... etc) qui font l'objet d'observation en verger de comportement.

1.2.5 Sélection de porte-greffe

Il est bien connu, que le porte-greffe joue un rôle primordial dans toutes les activités de l'arbre greffé. Il peut modifier la relation sol-variété greffée, le comportement vis à vis des maladies, la physiologie, l'adaptation aux conditions du milieu, la qualité des fruits etc... A toutes ces considérations s'ajoutent les problèmes d'ordre génétique. Car le clémentinier est une variété très hétérozygote. Sa monoembryonie rend impossible une reproduction fidèle par semis, d'où la nécessité du

greffage. Par conséquent, le choix d'un porte-greffe est conditionné par les effets favorables, qu'il peut induire sur la variété qui lui est greffée. Le premier porte-greffe, qui semblait répondre à ces critères était le *bigaradier*, mais l'apparition de la tristeza limita, alors son utilisation. C'est la raison pour laquelle, les chercheurs ont été amenés à trouver d'autres porte-greffe, non seulement tolérant la tristeza, mais qui montrent des performances meilleures que celles du *bigaradier*.

SAVAGE & SWINGLE (1909) aux USA ont obtenu, à partir d'hybridations intergénétiques *Citranges troyer* et *carrizo* (*Citrus sinensis* x *Poncirus trifoliata*) reconnus comme étant des porte-greffe qui améliorent la production et la qualité du fruit. De même que les hybridations intergénétiques du pomelo avec *Poncirus Trifoliata* qui ont donné naissance aux citrumelo 1452 et 4475; porte-greffe qui, semblent prometteurs pour les qualités qu'ils confèrent au clémentinier.

En Algérie, dans l'annexe de la station d'arboriculture de Boufarik, *Poncirus Trifoliata* et *Citrange troyer* se sont montrés, meilleures au traditionnel *bigaradier* (BOUDERBELA 1979).

Eléments	Californie orange	Corse clémentine	Algérie mandarine	maroc moyenne agrumes
K	2.05	2.05	2.06	1.61
N	1.18	1.73	1.84	1.77
Ca	1.04	0.52	0.97	0.72
P	0.27	0.17	0.15	0.18
Mg	0.19	0.17	0.17	0.13

Tableau 3: Quantités moyennes des éléments minéraux des fruits exportés en Kg/T (LOUSSERT 1989).

2 La nutrition minérale des agrumes

La culture des agrumes est une culture intensive, raison pour laquelle, on recherche le maximum de production. L'obtention de ces hauts rendements est en étroite relation avec la nutrition minérale.

Les principaux minéraux de la nutrition des agrumes sont: l'N, le K, le P, le Ca et le Mg.

Il existe, également d'autres éléments mobilisés en plus faibles quantités appelés oligo-éléments. Il s'agit: du Zn, Mn, Fe, Cu etc... Leur absence provoque des carences alimentaires.

Quant aux besoins des agrumes en ces éléments, d'après CASSIN & al. (1979), LOUSSERT (1989), Ils sont semblables aux autres plantes pérennes. Ainsi, le tableau 3 fait apparaître, que les plus grandes quantités d'éléments exportés par une tonne de fruits concernent, particulièrement, l'N, le K et le Ca. Mais, il s'avère que les exportations par les fruits sont suffisantes pour connaître les besoins des agrumes. Par conséquent, la connaissance des besoins en éléments minéraux des agrumes obéit à des lois qui prennent, pour référence, leurs concentrations dans le sol, et dans la matière végétale.

2.1 Données concernant les principaux éléments nutritifs

2.1.1 L'Azote

Nous admettons avec PRALORAN (1971); CASSIN & al. (1978), PREVEL (1978); MARTEANS (1979); COPPENET (1980); BONNEAU & al. (1979); GAUCHER (1968), DUCHAUFORD (1991) que l'N est l'un des éléments essentiel de la croissance, et du développement des végétaux. Sa déficience se traduit par une réduction de l'activité végétative; réduction du rendement qui est due à une chute élevée des fleurs et des fruits noués, et par un jaunissement du feuillage. COPPENET (1980), considère que l'N utilisé par les plantes est absorbé par les racines, essentiellement, sous forme nitrique.

PRALORAN (1971); LOUSSERT (1989), ont révélé que les sols méditerranéens sont très insuffisamment pourvus en matière organique, pour assurer une alimentation correcte des arbres. La forme nitrique n'est pas retenue par le sol. Elle est lessivée par les pluies hivernales et les irrigations. De ce fait, et d'après MARTEANS (1978); BERNE (1958); MARTIN-PREVEL (1978); DUCHAUFORD (1991), les apports

Orangeie de 417 arbre/HA (6m x m)	Qtite de(N),de(P_2O_5),(K_2O_5), (K O) et d'engrais à apporter g/arbre/an					Qtité de N dep $_2O_5$ et de K_2O et d'engrais à apporter g/arbre / an			
	Epannage à faire au pied de l'arbre					Epannage localisé dans L'inter- rang en bande		Epannage sur toute la surface de l'orangeri	
Sol d textue equilbre et normaement pourv en P_2O_5 et K_2O	1AN	2AN	3AN	4AN	5AN	6An	7An	8An	9an
Azote ur	50	100	200	300	335	160	170	180	200
Ammonirate à 335%	150	300	600	900	1000	480	500	500	
super hosph- ate à 5%	25	50	75	100	125	40	45	45	45
K_2O pr	55	110	165	220	275	90	100	100	100
Sulphte de potase à 48%	80	160	320	500	660	800	325	375	400

Source: LOUSSERT (1989)

Tableau.4: Plan prévisionnel de fumure d'une orangeriaie

d'N doivent être fractionnés selon les besoins et l'âge de l'arbre, (Tab. 4).

2.1.2 Le potassium

Une alimentation correcte en K d'un verger d'agrumes, quelque soit l'espèce, améliore le taux de fructification. Les chutes de juin deviennent moins importantes, et le taux de nouaison élevé. Elle améliore le calibre, et les qualités organoléptiques des fruits. BERNE (1958); DUTHIL (1963); CASSIN & al. (1978); PREVEL (1984).

Les symptômes de carence en K paraissent peu spécifiques. Les nécroses et les gommoses, sont rarement observées dans les vergers. Ainsi, les premiers effets se manifestent, d'abord sur le calibre et la qualité du fruit. Cependant, pour les sols riches en calcaire actif, il est fréquent de constater des déficiences alimentaires en K. Les ions Ca et K sont dits antagonistes.

Par contre, l'excès en K peut entraîner, en premier lieu, l'augmentation de l'acidité du fruit. Ceci a pour conséquence de retarder la maturité des fruits. Cet excès entraîne des carences en Mg et en Zn, (Tab.5).

Les fréquences et les doses de la fumure potassique sont variables, en fonction de la nature du sol et de sa richesse naturelle. Pour un verger agrumicole, il est conseillé de suivre les consignes du tableau 4, qui relate les doses appliquées de la fumure potassique, en fonction de l'âge de l'arbre.

2.1.3 Le Phosphore

Bien que, les exportations par les fruits sont peu élevées (0,15 à 0,18kg / T de fruits) (Tab. 3), il n'en demeure pas moins, que cet élément joue un rôle important dans les processus complexes de la nutrition minérale des végétaux.

Selon LOUSSERT (1989); HELLER (1989), la carence en P est bien rare chez les agrumes, même s'il n'y a aucun apport en cet élément. Dans de nombreux pays et dans les vergers les plus jeunes, on recommande des apports en P en quantités relativement faibles (Tab. 4). La limite inférieure du P dans les feuilles semble être environ 0,08 % de la matière sèche. Par contre, le niveau du P dans le sol, a des effets sur l'absorption des autres éléments. La chlorose ferrique, la

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Na	Mn	Cu	Zn
N		S	S							
P	S			B						B
K	S			A			A			
Ca		B	A		A	A	A		B	B
Mg		B	A	A	A		A			
Fe				A					A	A
Na			A	A						
Mn		B		B		A				A
Cu				B	A	A				
Zn		B		B		A			A	

A: Antagonisme

B: Blocage ou inhibition

S: Synergie

Tableau.5: Relations d'interaction entre les éléments nutritifs dans le sol (GAUCHER 1966).

carence en Zn et en Cu, ont souvent été selon LASNIER (1973); GAUCHER (1966); MARTEANS (1988), associées à une fertilisation massive en P. Les agrumes dans le cas général n'ont que de faibles besoins en P.

2.1.4 Le calcium

Dans le sol, le Ca se trouve à l'état d'humate de calcium, ou fixé sur le complexe absorbant à l'état de cations. Il se trouve, également, à l'état dissous dans les solutions du sol, sous forme de nitrate de bicarbonates. GAUCHER (1966); BONNEAU & al. (1979); DUCHAUFORD (1991).

Dans la pratique, on ne rencontre jamais de carence en Ca directe, car les sols contiennent des quantités suffisantes pour satisfaire les besoins de la plante. Le Ca représente, environ, le tiers des éléments minéraux contenus dans les feuilles des agrumes.

Les apports de matériaux calciques sont toujours faits dans un but d'amendement du sol. Cependant, on a constaté selon, COPPENET (1980) que l'excès de Ca provoque des déficiences en K et en Mg, et des carences en oligo-éléments métalliques (Fe, Zn, et Mn).

2.1.5 Le magnésium

Les carences en Mg, provoquent une chlorose très sévère, avec une chute prématurée des feuilles. Les rendements sont, alors, réduits et les fruits sont de qualités médiocres et de couleur prononcée. Ces carences se manifestent, surtout dans des sols sableux et à pH supérieur à 5. Le Mg est moins retenu dans ce type de sol. Pour des raisons encore inconnues le Mg a un effet synergique avec le Zn et le Mn. Son augmentation accroît l'accumulation de ces métaux dans les feuilles d'agrumes CASSIN & al. (1978). Son passage dans la plante est souvent régi par des équilibres, et notamment par des antagonismes Ca-Mg (Tab.5).

2.1.6 Les oligo-éléments

2.1.6.1 Le cuivre

A la suite d'une carence en Cu, les rendements sont réduits, BERNE (1958) & HUGUET(1971).

Éléments	Effet des éléments majeurs	Effet des oligo-éléments
Fer	P négatif, K variable	Mn, Cu, Zn, plutôt un peu négatif dans l'ordre décroissant
Manganèse		Fe très négatif
Zinc	P négatif, N variable	Inter-relation avec Fe dans la plante
Cuivre	N et P négatifs	Zn un peu négatif

Tableau.6: Principales interactions entre les éléments nutritifs susceptibles d'affecter l'assimilabilité des oligo-éléments dans le sens positif (augmentation) ou négatif (diminution) (LOW in MORARD 1991)

Pour des pH relativement bas, la capacité de rétention du sol pour le Cu est faible. Il est, aussi, lessivé en profondeur. Inversement, les carences peuvent être provoquées par des chaulages excessifs. Les trop fortes fumures phosphatées ont, aussi un rôle néfaste sur l'assimilation du Cu DUTHIL (1963).

En somme, pour des pH compris entre 5.5 et 6, le Cu est utilisé aux mieux par les plantes.

Les teneurs foliaires optimales en cet élément se situent autour de 10 à 20 ppm, MARTIN-PREVEL & al. (1984).

Les effets toxiques du Cu apparaissent, quand les teneurs du sol atteignent 50 à 100 ppm, pour des sols ayant une capacité d'échange de 1.5 à 3 meq. et 125 à 200 ppm pour une capacité d'échange de 4 à 6 meq. ROBERT & PINTA (1971).

2.1.6.2 Le manganèse

Les carences en Mn sont, toujours associées à des sols calcaires. Elles ne se manifestent que pour des pH supérieurs à 7, ou dans des sols acides. La meilleure méthode pour corriger ces déficiences est l'apport foliaire en utilisant, par exemple, le dioxyde de Mn, DUVAL & MAURICE, (1970).

Il peut y avoir une action antagoniste avec le Mg, lorsqu'il se trouve en proportion égale avec le Mn, CHOUARD (1970).

De plus, des fortes concentrations en Mn dans le milieu, peuvent induire des chloroses ferriques. Car, il existe des corrélations entre les fonctions métaboliques du Fe et du Mn. L'efficacité de l'un dépend de la proportion quantitative de l'autre dans le milieu MORARD (1991), (Tab. 6).

2.1.6.3 Le zinc

Les carences en Zn sont surtout prononcées en sols légers, sableux ou inversement dans des sols à forte texture calcaire, où il y'a blocage des éléments minéraux BERNE, (1958). Les irrigations excessives, ainsi que les fumures phosphatées trop abondantes peuvent aggraver ces carences dans certains sols riches en matière organique, où le Zn est sous forme peu assimilable.

La diminution de la disponibilité du Zn entraîne une absorption, de plus en plus, importante du Fe (Tab. 6) MORARD (1991).

La déficience en Zn est probablement la plus fréquente dans tous les pays. Il semble, que les agrumes n'absorbent pas cet élément aussi facilement que d'autres plantes. Ceci est dû, selon HUGUET (1971), à la relative immobilité de cet élément dans le sol. Il est préconisé, par conséquent, des pulvérisations foliaires après la floraison, où l'absorption est beaucoup plus supérieure sur des feuilles jeunes.

2.1.6.4 Le fer

La chlorose ferrique constitue, certainement, le problème de nutrition des agrumes le plus important qui n'a pas, encore, trouvé une solution satisfaisante. Les rendements diminuent et les fruits sont affectés (BERNE (1958).

La chlorose ferrique est, généralement, répandue dans des sols à pH élevé où le Fe est insolubilisé. Elle semble également être aggravée par les mauvaises conditions du sol: affaiblissement du système racinaire, mauvais drainage, excès d'irrigation, salinité du sol etc... (COPPENET 1980).

Les teneurs foliaires moyennes en Fe, diffèrent avec les variétés et le porte-greffe. On trouve, ainsi pour VALENCIA 71.6 ppm, pour HAMLIN 66.8 ppm. Pour le clémentinier l'optimum se situe autour de 80 ppm (MARCHAL., 1984).

Certains antagonismes du Fe avec d'autres éléments ont été constatés sur plusieurs plantes (Tab. 5 et 6).

2.2 Contrôle de l'état nutritionnel par l'analyse foliaire

2.2.1 Rappels des principes généraux

Dans l'établissement d'un programme de fumure, qui doit viser à satisfaire les besoins des arbres en éléments nutritifs, une connaissance des qualités physiques et chimiques du sol est indispensable, mais insuffisante. Par conséquent, et selon HUGUET (1967, 1969); LEVY (1958) & RYSERT (1982), seule l'analyse foliaire, peut nous renseigner sur les besoins de la plante, et sur les possibilités d'utilisation, effectives, par une culture donnée des réserves minérales du sol ou des engrais apportés.

La concentration d'un élément dans la feuille dépend de plusieurs facteurs dont le climat, le sol, l'époque de l'année, les porte-greffe, les

opérations culturales etc... Ainsi, en s'adressant à la feuille; siège de la photosynthèse et de nombreuses réactions fondamentales, on reconnaît la possibilité qu'elle a d'intégrer tous les facteurs qui influencent l'absorption des éléments nutritifs au niveau des racines.

Il est également utile de connaître, en plus, des teneurs absolues en éléments contenus dans la feuille, les apports dans lesquels ils se trouvent avec d'autres constituants minéraux.

2.2.2 Principaux facteurs intervenant sur la composition minérale des feuilles

Un certain nombre de facteurs, indépendants des quantités d'éléments nutritifs, mis à la disposition de la plante, intervient dans la composition minérale des feuilles de *Citrus*.

2.2.2.1 Age physiologique et position des feuilles

Les teneurs foliaires varient, toujours, dans le même sens en fonction de l'âge, et quelque soit l'alimentation de la plante. Il est admis, que les prélèvements des feuilles doivent être effectués lorsque les teneurs foliaires qui correspondent à une période de stabilité, varient le moins possible. En fonction du climat, MARTIN-PREVEL & al. (1984) admettent que le prélèvements des feuilles sont effectués comme suit:

- Californie: 4 à 7 mois,
- Afrique du Sud: 5 à 10 mois,
- Maroc: 5 à 7 mois,
- Corse: 6 à 7 mois,
- en climat tropical: 4 à 5 mois,

En Algérie, un travail a été réalisé en 1979 par KHELIL & BENTCHICOU, sur la détermination de la période de stabilité du clémentinier au niveau de la Mitidja. Ils ont constaté que cette période était atteinte lorsque la feuille est âgée de 9 mois (entre le 15 Novembre et le 15 Décembre). MARCHAL (1981), a montré, que le prélèvement des feuilles doivent être effectués de la fin septembre au début octobre. SAADI (1983), a confirmé ce résultat, en situant cette période, pour le clémentinier, entre le 7 et le 22 octobre lorsque la feuille est âgée de 6 à 7 mois.

LEVY (1958), a estimé que les teneurs foliaires en N, par exemple, dépendent de la position des feuilles sur les rameaux

Rameaux	% M.S.					
		N	P	K	Ca	Mg
Clémentinier	NF	2.71	0.130	0.90	5.28	0.216
	F	2.47	0.119	0.71	5.63	0.233
Oranger Thomson Navel	NF	2.57	0.149	1.23	6.53	0.216
	F	2.26	0.123	1.13	6.44	0.196
Oranger Washington Navel	NF	2.52	0.142	1.17	6.55	0.129
	F	2.12	0.116	1.07	6.47	0.206

NF: rameaux non fructifères

F: rameaux fructifères

Tableau.7: Composition foliaire de 3 variétés d'agrumes, de même âge greffées sur bigaradier en corse (MARTIN-PREVEL & al.)

porteurs, de leur orientation et de leur position sur l'arbre. Il a trouvé que les feuilles des *Citrus* prélevées sur les côtés nord, sud, est, et ouest, avaient des teneurs foliaires différentes. Elles étaient évaluées respectivement à 2.156, 2.153, 1.974 et 1.823 ppm en moyenne.

2.2.2.2 Influence du type de rameaux

La composition minérale des feuilles est influencée par la présence ou non, de fruits sur le rameau porteur (EMBLETON & al. 1963). En effet, MARTIN-PREVEL & al. (1966), ont remarqué que les teneurs foliaires en Ca et en Mg, des différents vergers de clémentinier étaient plus élevées au niveau des rameaux "fructifères". Par contre, les teneurs en N, P et K étaient beaucoup plus faibles que celles des rameaux "non fructifère".

CHAPMAN (1964), recommande l'échantillonnage des feuilles sur des rameaux "fructifères". Alors, qu'EMBLETON & al. (1963) les collectent sur des rameaux "non fructifère". Mais, nous admettons que les deux types de rameaux doivent être prélevés et analysés, séparément, pour une complète interprétation.

2.2.2.3 Influence pariétale

Le tableau 7 nous montre, qu'il existe des différences, non seulement entre espèces, mais également entre les variétés d'une même espèce.

2.2.2.4 Influence des porte-greffe

Tous les travaux qui ont été effectués, à nos jours, n'ont pas toujours donné les mêmes conclusions, quant à l'assimilation des éléments nutritifs du sol. Toutefois, tous les chercheurs, de part le monde, ont démontré que les porte-greffe ont une influence spécifique conférée au greffon, et une différence propre entre eux, traduisant l'expression des potentialités intrinsèques de chacun.

Ainsi, WUTCHER (1973), avait résumé tous les résultats des travaux réalisés aux U.S.A., sur l'étude de l'influence des porte-greffe sur la composition foliaire des différentes espèces d'agrumes, notamment, VALENCIA LATE, dont les résultats figurent dans le tableau 8. L'analyse de ce dernier, fait ressortir que le bigaradier absorbe, favorablement, le K, par rapport au P, Na, Mn, Fe, Cu et au B. Alors

Eléments	N	P	K	Ca	Mg	Na	Mo	Zn	Fe	Cu
porte-greffe										
Bigaradier		-	+			-	-		-	
Poncirus trifoliata	-	+	+	+	+				-	
Citrange "RUSK"	+			+	+				+	+
Mandarinier cléopâtre		-					+			

+: Effet positif

-: Effet négatif

Tableau 8: Les effets marquants des principaux porte-greffe sur la composition minérale de la feuille de VALENTIA LATE (WUTCHER 1973).

que, *Poncirus trifoliata* absorbe efficacement le P, K, Ca et Mg par rapport au Fe et au B.

Quand le porte-greffe utilisé est *Citrange "RUSK"*, il semble que ce dernier manifeste une efficacité d'absorption, de presque tous les éléments minéraux, notamment l'N, le Ca, le Mg, le Cu, le B et enfin le Fe.

MARCHAL & al. (1974, 1975) ont étudié l'influence des porte-greffe sur la composition minérale, la croissance, et le rendement du clémentinier (clone SRA63). Ils ont trouvé alors, des différences significatives, quant aux paramètres étudiés. Ces différences sont toujours très nettes pour l'N, le P et le Ca. Ainsi, les feuilles du clémentinier greffé sur *Poncirus trifoliata* sont constamment riches en N, en P et en K par rapport aux feuilles de la même variété greffée sur *Citrange troyer* ou sur *bigaradier*. Quant à *Citrange troyer*, ils ont constaté qu'il a tendance à absorber plus efficacement le Mg, le Fe et P.

KAPLANSKRAN & al. (1986), ont remarqué que *Poncirus trifoliata* manifeste une supériorité dans l'utilisation de l'N et le Mg. Le *bigaradier* dans celle du P, Ca, Mg, Fe et Mn; *Citrange troyer* dans celle du Mg, du Fe et enfin du P.

Le tableau 9 nous montre les effets, les plus marquants des principaux porte-greffe utilisés dans les différentes stations agrumicoles de Corse et d'Afrique sur différents geffons, notamment sur le clémentinier et le citronnier (CASSIN & al. 1986).

2.2.2.5 La région

Il est admis, depuis fort longtemps, que le système climat-sol, exerce une action prédominante sur le développement des végétaux sur leurs différentes fonctions métaboliques et sur la composition foliaire. C'est d'ailleurs, la raison pour laquelle, les résultats consignés dans le tableau 9 des différents travaux de la station de Corse, ainsi que ceux des autres pays d'Afrique ne sont pas toujours concordants, quant à leurs conclusions.

2.2.3 Méthodes d'échantillonnage

L'âge de la feuille, et le type de rameau sont les facteurs les plus indispensables dans le choix de la méthode d'échantillonnage (NADIR 1967). Ainsi, il existe actuellement, deux méthodes suivies par différents

Stations porte-greffe	CORSE	MALI	DAHOMEY	CAMEROUN	MADACA-SCAR	GUADE LOUP
Bigaradier	N ⁻ ; P ⁻ ; Ca ⁺	P ⁻ ; Ca ⁺	N ⁻ ; K ⁺		X	X
Citrang troyer	Ca ⁻ ; P ⁺	Ca ⁻ ; Mg ⁻ ; P ⁻ ; Mg ⁻ ; Fe ⁺	K ⁻ ; Mg ⁺ ; Fe ⁺	Mu ⁻ ; Mg ⁺	Mu ⁻	Mg ⁺
Poncirus trifoliata	Ca ⁻ ; N ⁺ ; P ⁺ ; K ⁺	X	X	X	X	X
Citrang carnizo	X	Fe ⁺	Fe ⁺	Mn ⁻ ; Fe ⁺	X	
Mandarinier cléopâtre	N ⁻ ; P ⁻ ; K ⁻ ; Ca ⁺ ; Mg ⁺	P ⁻ ; K ⁻ ; Mg ⁺ ; Mu ⁺	N ⁻	K ⁻ ; Mg ⁺	K ⁻ ; Mg ⁺	K ⁻ ; Mg ⁺
Citrus Traiwonica	X	Zn ⁻ ; K ⁻ ; Fe ⁻ ; Ca ⁻ ; Mn ⁺	Ca ⁺	K	X	
Citrus Macrophylla	X	Ca: Mg; K ⁺ ; Mu ⁺	Ca: Mg; K ⁺			

(-): diminue les teneurs

(+): Augmente les teneurs

(x): Non expérimenté

Tableau 9: Les effets les plus marquants des principaux porte-greffe des agrumes dans les différents stations (CASIN & al. 1978)

chercheurs. La première est basée sur le prélèvement des feuilles de 4 à 7 mois du cycle printanier. La méthode préconisée consiste à un prélèvement des feuilles aux extrémités des rameaux non fructifères, (EMBLETON & al. 1963). La seconde est basée sur le prélèvement des feuilles de 4 à 7 mois, également du cycle printanier, mais prises aux extrémités des rameaux fructifères, c'est la méthode dite de CHAPMAN (1960).

Mais à nos jours, en Corse, on utilise les deux types de rameaux avec des feuilles du cycle printanier, âgées de 6 à 7 mois (MARTIN-PREVEL & al. 1984).

En somme, le prélèvement des feuilles doit avoir lieu sur les deux types de rameaux, sur tout le pourtour de la frondaison, ou sur un seul et même côté, et sur des feuilles du cycle printanier, prélevées au hasard.

Enfin suivant les pays, les chercheurs portent leurs échantillonnages sur 10 ou 25 arbres qui représentent l'état moyen d'un verger BERNE (1958); NADIR (1967); MARTIN-PREVEL (1984) & LEVY (1958).

2.2.4 Interprétations des analyses

2.2.4.1 Normes d'interprétation

Deux types de normes ont été mis aux point par certains chercheurs. Les premières sont établies par CHAPMAN (1960). Ils intéressent les feuilles de rameaux "fructifères". Le second type est établi par EMBLETON & al. (1963). Il concerne les feuilles des rameaux "non fructifères". Ces normes, ou encore appelées "standard" sont consignées respectivement dans les tableaux 10 et 11.

En Corse, suite aux essais de fumure sur clémentinier MARCHAL & al. (1974, 1975, 1978) ont constaté, comme nous l'avons signalé auparavant, une forte influence du porte-greffe sur la composition minérale des feuilles. Ces différents essais ont conduit à l'établissement des normes différentes, pour chacun des trois porte-greffe (*Bigaradier*, *Poncirus Trifoliata* et *Citrange Troyer*) et pour les deux types de rameaux, et ceci pour les éléments majeurs (Tab.12). Mais, pour les oligo-éléments, les résultats concordent avec les normes de CHAPMAN (1960).

Elements		Deficient	Bas	Optimum	Eleve	Excessif
%MS	N	0.60-1.90	1.90-2.7	2.2-7.7	2.8-3.5	>3.6
	P	<0.70	0.70-0.11	0.12-0.18	0.19-0.29	>0.30
	K	0.15-0.30	0.40-0.90	1-1.7	1.8-1.9	>2.00
	Ca	< 2.0	2.0-2.9	3-6	6.1-6.9	>7
	Mg	0.15-0.15	0.16-0.30	0.30-0.60	0.70-1	>1
	Na		0.01-0.06	0.01-0.15	0.20-0.25	>0.25
PPM	MS					
	Cu	<4	4.1-5	5.1-15	15-20	>20
	Fe	<40	40-60	60-150	>150	7
	Mn	5-20	21-24	25-100	100-200	300-1000
	Zn	4-15	15-24	25-100	110-200	>200

Tableau.10. Valeurs de référence pour l'analyse des feuilles de rameaux terminaux "F" de la pousse de printemps âgées de 4 à 10 mois (CHAPMAN 1960)

Eléments %MS	Déficient	bas	Optimum	Elevé	Excessif
N	<2.2	2.2-2.3	2.4-2.6	2.7-2.8	>2.6
P	<0.09	0.09-0.11	0.12-0.16	0.17-0.29	>0.30
K	<0.40	0.40-0.60	0.70-1.09	1.10-2	>2.30
Ca	<1.6	1.6-2.9	3-5.5	5.6-6.9	>7
Mg	<0.16	0.16-0.25	0.26-0.6	0.7-1.1	>1.2
Na			<0.16	0.17-0.24	>0.25

PPM (MS)

Tableau 11: Valeurs de référence pour l'analyse des feuilles de printemps terminaux "NF" de la pousse de printemps âgées de 5 à 7 mois. EMBLETON & al. (1963).

3 Etude des principaux porte-greffe du clémentinier

3.1 Généralités

Autrefois, l'agrumiculteur se contentait de sujets francs, issus de semis, mais l'extension de la gommosse à phytophthora, l'obligea à adopter un porte-greffe résistant: *le bigaradier*.

L'apparition des maladies à virus, la menace de la tristeza et autres maladies dues aux bactéries et au mycoplasme imposèrent la recherche de nouveaux porte-greffe. Des essais furent, alors, réalisés avec plusieurs types de *Citrus*. On peut en citer à titre d'exemple, les travaux entrepris par BLONDEL & al. (1986); BLONDEL (1973, 1974).

L'essentiel pour le pépiniériste, est qu'il puisse disposer de sujets résistants à la gommosse, susceptibles de s'adapter aux diverses conditions du milieu, et capables d'avoir une influence sur la production. Il doivent être doués d'un certain seuil de tolérance envers les maladies à virus, et aptes à présenter des affinités avec la plus part des variétés commerciales.

C'est ainsi, qu'à ce jour, plusieurs porte-greffe sont utilisés à savoir: *le bigaradier, Poncirus trifoliata, Citrange troyer et carrizo, Poncirus pomeroy* etc...

3.2 Caractéristiques essentielles des principaux porte-greffe

3.2.1 Le bigaradier (*Citrus Aurantium* L.)

Comme nous l'avons déjà vu, le *bigaradier* est un porte-greffe qui se multiplie par semis. Selon D'ESCALAPON (1990), il existe plusieurs clones qui font l'objet d'études approfondies en Corse: le bigaradier de Tunisie, du Maroc et d'Algérie.

En Algérie, c'est le plus important porte-greffe utilisé dans nos vergers. Cet grand essor, est dû à ses nombreuses qualités.

SAUNT (1990), estime que ce dernier se multiplie très facilement. Il procure une bonne production de fruits de bonne qualité. Il résiste à la gommosse à phytophthora. Il s'adapte facilement à toutes les conditions édaphiques. Il présente, également une bonne affinité avec les principales variétés cultivées, en particulier le clémentinier. Mais, à l'heure actuelle, le *bigaradier* ne peut plus être le porte-greffe exclusif

des *Citrus* en général, en raison de la grande sensibilité aux associations greffon/porte-greffe (sauf pour le citronnier) à la tristeza.

3.2.2. Poncirus trifoliata ou Poncirus triptera.

D'après de nombreux auteurs, dont BLONDEL (1967); BLONDEL (1973, 1974); D'ESCALAPON (1990); SAUNT (1990), la première publication connue sur *Poncirus trifoliata* se trouve dans les traités d'agrumiculture Chinoise, datant de 1108 avant J.C. *Poncirus trifoliata* est décrit et illustré sous le nom de "KOU CHOU". RAFFINESQUE en (1838), en fit alors un genre spécial: *Poncirus trifoliata* ou *Poncirus triptera*.

Une diversification clonale a été constatée de part le monde, notamment aux U.S.A., où il a été noté l'apparition de "Pomeroy", "Rubidoux", "Christianser", "Jacobson"...etc ANONYME (1984); BLONDEL & al. (1986).

Il apparaît, selon BLONDEL (1982) que le clone "Pomeroy" et "Rubidoux" sont prometteurs pour le clémentinier, quant à la production et la qualité interne du fruit.

En dehors de sa tolérance à la tristeza, on reconnaît à *Poncirus trifoliata* sa tolérance à la gommose à phytophthora. Il s'adapte, de plus, aux sols lourds et peu profonds. Il manifeste, également, une résistance au froid, mais il est sensible au calcaire, à la chlorose ferrique et à l'exocortis SAUNT (1990); D'ESCALAPON (1990).

De plus, *Poncirus trifoliata* s'est révélé plus productif avec le clémentinier, puisque son entrée en production est plus rapide qu'avec le *bigaradier*. De même la qualité et la richesse en jus est souvent supérieure à ce dernier. Cependant, il confère au greffon une faible vigueur. Par ailleurs, on remarque que son affinité avec le genre *Citrus* n'est pas parfaite.

3.2.3 Les hybrides de Poncirus trifoliata.

BLONDEL & al. (1986), ont signalé que dans le cas général, les agrumes se caractérisent par de grandes possibilités d'hybridation inter-spécifiques ou inter-génétiques. Ainsi, *Poncirus trifoliata* croisé avec plusieurs espèces de *Citrus* a donné de nombreux hybrides, dont certains se sont révélés intéressants comme porte-greffe, citons: *Citrangle troyer*, *carrizo* et *citrumelo*.

3.2.3.1 *Citranger troyer*

Selon D'ESCALAPON (1990); SAUNT (1990); ANONYME (1980) SWINGLE (1967), *Citranger troyer* a été obtenu en 1909 par SAVAGE. En 1934 SWINGLE le baptisa *Citranger troyer*.

Il se multiplie par semis. Il manifeste une résistance à la gommose à phytophthora, et montre une certaine tolérance à la tristeza, la cachexie, et la xyloporose. Il est très résistant au froid. Cependant, il présente une sensibilité moindre aux calcaires et aux chlorures que *Poncirus trifoliata*. Il s'est révélé, par contre, plus productif que le *bigaradier*. Il procure une précocité à la mise à fruit et améliore la qualité du fruit, comparé au *bigaradier*.

On a constaté également que *Citranger troyer* confère au greffon une vigueur moyenne. La croissance et la vigueur des plants en pépinière sont supérieures à celles des *bigaradiers*, avec une excellente homogénéité, du fait du degré très élevé de polyembryonie à l'exception du citronnier.

3.2.3.2 *Citranger carrizo*

Il a été découvert en 1932 par SWINGLE dans un semis de *Citranger troyer* dans la station "CARRIZO SPRINGS" en Texas. Et c'est en 1938 qui lui donna le nom de *carrizo*, SWINGLE (1967); ANONYME (1984).

Il a hérité des mêmes caractéristiques que *Citranger troyer*, mais comme l'a souligné SAUNT (1990), il a montré ces dernières années des performances de production bien supérieures à celle de *troyer*. En Espagne, par exemple, plus de 70% des nouvelles plantations, à l'exception du citronnier, sont greffés sur les deux *Citranger*.

3.2.3.3 *Citrumelo*

Divers hybrides sont connus: *citrumelo* "Sacation", *citrumelo* 1475, *citrumelo* 4475...etc. Ils sont tous en cours d'expérimentation.

Selon BLONDEL & al. (1986); SAUNT (1990), il apparaît que les *citrumelo* 1475 et 4475 soient d'intéressants porte-greffe pour le clémentinier, notamment en Corse et ce grâce à leurs nombreuses caractéristiques. Ils tolèrent la tristeza, montrent une certaine résistance

à la gommose à phytophthora et aux nématodes. Cependant, ils résistent moins à la salinité et aux chlorures.

Comme *Poncirus trifoliata*, les citrumelo sont sensibles au calcaire. De même, ils sont incompatibles avec la majorité des variétés de citronnier.

En général, ils sont connus comme étant des porte-greffe vigoureux. Quant à la production, l'association clémentinier-*Citrumelo* donne une production élevée et, pourrait constituer un porte-greffe intéressant pour le clémentinier BLONDEL & al. (1986).

3.2.3.4 *Citrus taiwanica*

REUTHER & al. (1967), estiment que cette forme de *Citrus* a été observée la première fois dans les forêts de Taiwan, et dans trois endroits différents: Nansho, Gaogan, Faitang. Les japonais, l'ont baptisé NANSHO-DAIDAI. Ce n'est qu'après que TANAKA, lui a donné le nom de *Citrus taiwanica*. Jusqu'à l'heure actuelle, on ne connaît pas exactement son origine génétique.

Il montre, cependant certaines caractéristiques intéressantes. Il tolère la tristeza, l'exocortis, la psorose et la xylopsorose. Il résiste, également aux nématodes, notamment, *Armelaria mellea*, et à la chlorose ferrique. Quant à la production, elle est moyenne mais nettement inférieure à celle présentée par *Citrango*. Il confère aux fruits un calibre, une maturation et une vigueur moyennes.

En pépinière, il a été remarqué du fait de sa polyembryonnie et de sa très grande homogénéité des plants.

3.2.3.5 *Nasnaran (Citrus amblicarpa)*

Nasnaran est une espèce, nouvellement, utilisée comme porte-greffe. Ses caractéristiques sont encore mal connues jusqu'à présent. Il est utilisé à titre expérimental en Corse et en Californie (U.S.A.). Aucune indication sur son origine, ses caractéristiques botaniques, biologiques ne sont avancées jusqu'à présent.

Il a été introduit, pour la première fois en Algérie en 1982. Il fait l'objet d'observation d'un verger de comportement du clémentinier greffé sur huit porte-greffe.

Les annexes 3, 4, 5 et 6 représentent un résumé des différentes caractéristiques des porte-greffe conférées au greffon, ainsi que leurs dénominations.

3.3 Etats des différents travaux sur les porte-greffe des agrumes en général et du clémentinier en particulier dans le monde

3.3.1 U.S.A.

Les études entreprises aux U.S.A. sur les porte-greffe des *Citrus* ont intéressé plusieurs associations clémentinier-porte-greffe. Cette association n'a pas fait l'objet d'étude, vu qu'on lui préfère d'autres espèces telles que mandarinier "DANCY" et "VALENCIA LATE" plus appréciées par le consommateur américain.

WUTCHER (1974), rapporte que les études entreprises aux U.S.A. ont porté sur une gamme étendue de porte-greffe à savoir: *Poncirus trifoliata*, *Citrangé troyer*, *Citrangé carrizo*, *Citrus macrophylla*, mandarinier cléopâtre etc... Les chercheurs se sont penchés, notamment, sur les problèmes nutritionnels, relatifs à l'association greffon-porte-greffe. Les résultats obtenus, à partir de ces différents travaux, ont permis de constater, que les teneurs en éléments nutritifs des combinaisons, présentaient des différences importantes entre elles, quelque soit le greffon et le porte-greffe utilisé. En effet, CAMERON & al. (1975); CASTEL & al. (1975), ont démontré que Valentia late greffée sur *Poncirus trifoliata* présente une concentration foliaire élevée en Mg, Ca, K, P et des concentrations foliaires faibles en N, Zn et Fe. Cependant le même greffon sur *Citrangé troyer*, présente des résultats différents. Le Cu, le Fe et l'N ont une concentration foliaire élevée.

K et Mn se trouvent au même niveau bas. Ceci démontre, que les porte-greffe ont une influence spécifique, conférée au greffon et une influence propre entre eux, qui se traduit par l'expression des potentialités intrinsèques de chacun.

3.3.2 Corse

D'après BLONDEL (1982,1986), les premiers essais programmés par la station de recherche agronomique de Corse (S.R.A), pour l'étude des porte-greffe du clémentinier, ont été installés en 1967 et 1970. Ils

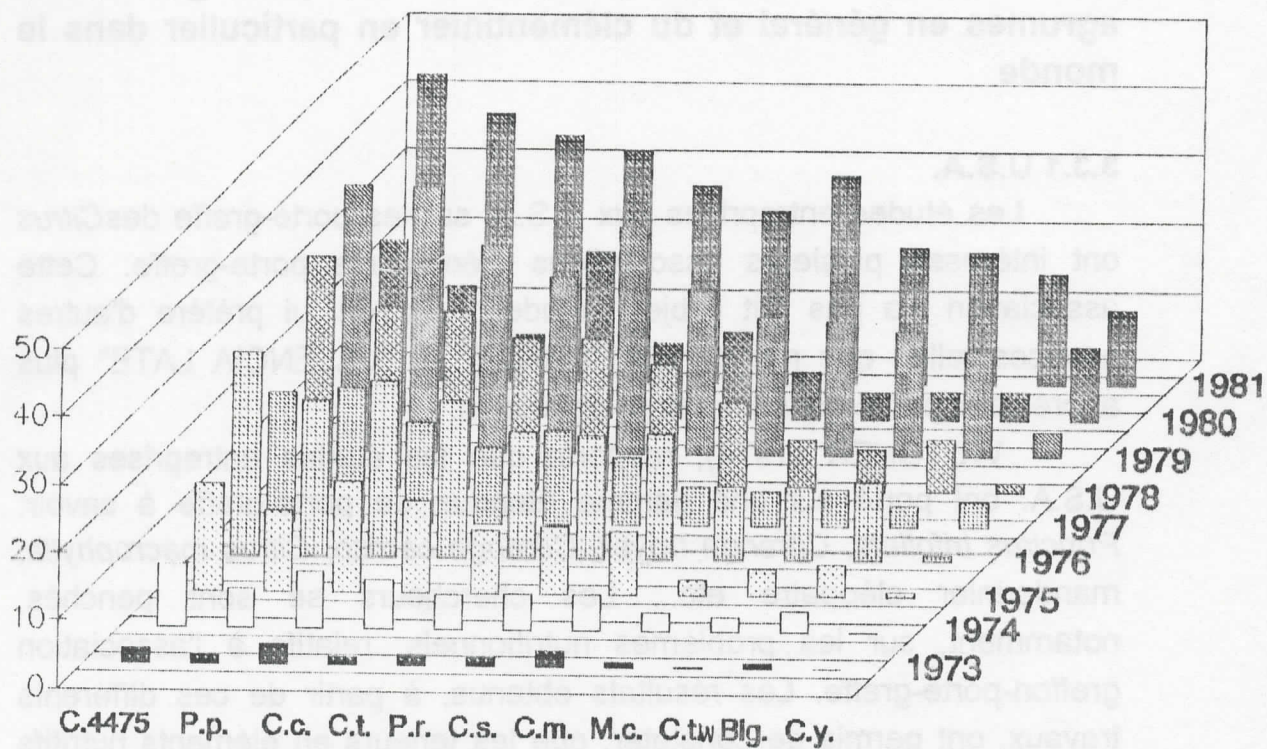


Figure.6: Production annuelle (T/Ha) depuis la mise à fruits

montrent alors, que les hybrides de *Poncirus*, *Citrange troyer*, *carrizo* et *savage* et *Citrumelo 1452* et *4475* se révèlent, toujours, supérieurs au traditionnel *bigaradier*, quant à la production (Fig.6).

Les meilleurs teneurs en jus, les extraits solubles les plus élevés, et les meilleurs indices de maturité, sont aussi obtenus invariablement avec *Poncirus* et les hybrides (Tab.13).

En ce qui concerne le calibre des fruits, on note que c'est *Citrange "savage"* qui occupe la première place.

Citrumelo 1452 et *Citrange carrizo* agissent, intensément, sur la production. Toutefois, ils permettent l'obtention de fruits de calibre moyen (Tab. 14).

Concernant *Poncirus*, le clone "pomeroy", en particulier, retient l'attention puisqu'il occupe, d'après le tableau 8, la deuxième place dans la production annuelle du clémentinier.

Par contre, on constate que *Poncirus trifoliata* et *Citrus taiwanica* (Tab.14), agissent défavorablement sur les calibres des fruits.

3.3.3 Espagne

En Espagne, les travaux sur les porte-greffe des agrumes, dans le cas général, sont peu nombreux. Parfois, les programmes d'étude ne concernent que le porte-greffe seul, non associé au greffon. ORTIZ & al (1983), se sont penchés sur le problème d'identification de porte-greffe sur lequel est greffé une variété. Effectivement, c'est un problème qui se pose fréquemment dans les plantations d'agrumes, notamment, pour vérifier l'authenticité des porte-greffe provenant des pépinières à comportement anormal. Ou si l'on désire, par exemple, au niveau des plantations âgées surgreffées pour changer la variété.

La caractérisation des porte-greffe a été faite par le profil des protéines de l'écorce, selon la méthode d'électrophorèse enzymatique. ORTIZ & al. (1983) ont utilisé, pour leur étude, quatre porte-greffe (*bigaradier*, *Citrus macrophylla*, *Citrange troyer* et mandarinier cléopatre). ils ont montré, alors, que la composition protéique de l'écorce est caractéristique de chaque espèce, puisque leurs profils protéiques étaient très différents.

Porte-greffe	%jus	Extrait soluble	Acidité	Indice de maturité (E/A)
<i>C. savage</i>	48.8	10.7	1.03	10.4
<i>C. troyer</i>	48	9.9	1.01	9.6
<i>C. carrizo</i>	47.8	9.9	0.98	10.1
<i>P. rubidoux</i>	47.7	10.2	1.05	9.7
<i>P. pomeroy</i>	47.3	10.0	1.00	10.0
<i>B. Tunisie</i>	46.9	9.7	1.03	9.4
<i>C. 1452</i>	46.9	9.8	1.02	9.6
<i>C. taiwanica</i>	46.0	9.2	0.97	9.5

Tableau.13: Effets des porte-greffe sur la qualité des fruits du clémentinier (BLONDEL & al. 1986)

3.3.4 Grece

PROTOPADAKIS (1982), a travaillé sur l'étude de l'influence des porte-greffe sur le nombre de pépins par fruit, en utilisant comme greffon, le mandarinier "Wilking" et comme porte-greffe *Citrus karna*, *Citrus aurantium*, *Citrang carrizo*, le mandarinier cléopatre et enfin tangelo orlando. De cette étude, il a conclu que le nombre de pépins par fruit de même variété était significativement différent d'un porte-greffe à un autre, et en faveur du mandarinier cléopatre. Il est suivi de *Citrang carrizo*, du *bigaradier tangelo* et enfin de *Citrus Karna*.

3.3.5 Turquie

OTUZUC & al. (1987), ont mis en évidence l'influence de trois porte-greffe (*Bigaradier*, *Poncirus trifoliata* et *Citrus volkameriana*) sur les teneurs en sucres réducteurs, en saccharose, en sucres totaux et en amidon, de ces espèces non greffées, et de leurs combinaisons par greffage réciproque. Ainsi, la diversité génétique des porte-greffe d'agrumes, et les conditions écologiques influent, beaucoup, sur le déroulement et la vitesse de synthèse des produits de métabolisme, dont les hydrates de carbone. Les auteurs précités ont montré, que les teneurs en saccharose et en amidon apparaissent, plus significativement, pour exprimer les caractères propres des trois porte-greffe et les influences des combinaisons (greffon-porte-greffe).

poncirus en porte-greffe ou en greffon a une influence plus marquée que *Citrus volkameriana* et le *bigaradier*. La composition en hydrate de carbone de ces derniers n'est pas significativement différente.

Une autre étude a été réalisée en Turquie, sur les porte-greffe par TUZCU & al. (1981). Elle avait pour objet, de comparer les systèmes racinaires de dix porte-greffe d'agrumes: le *bigaradier* de Brésil, le *bigaradier* commun, *Citrang carrizo*, *Citrang savage*, *citrumelo 1452*, *Citrus macrophylla*, *Citrus taiwanica*, *Citrus volkameriana*, *Poncirus trifoliata* et *Citrus yuzu* non greffés, et dans les mêmes conditions pédo-climatiques. Les systèmes racinaires ont été examinés par une méthode mise au point par HUGUET (1973), qui répond aux principaux critères suivants:

-l'arbre étudié ne doit pas être détruit, et les dégâts de prospection doivent être les plus faibles possibles.

Porte-greffe	calibre 8-7-6 petits fruits	calibre 5-4-3 fruits moyens	calbre 2-1 gros fruits	production moyenne par arbre
B. Maroc	23.4	50.6	26.0	33.3
C.4475	19.2	55.0	25.8	103.8 X 1
C. carrizo	23.7	53.0	23.3	81.3
B. Tunisie	26.6	51.5	21.9	31.0
C. troyer	52.2	53.8	21.0	67.0
P. pomeroy	27.9	53.1	19.0	87.0 X 2
C. taïwanica	29.6	53.3	17.1	31.1
P. trifoliata	28.3	54	17	34.7

Tableau 14: Effets des porte-greffe sur le calibre des fruits
BLONDEL (1981).

-les renseignements obtenus doivent être quantitatifs et permettent une définition de l'enracinement, en fonction de la distance au tronc.

Les techniques traditionnelles d'exploration (dissection totale, tranchée rectiligne...) ne répondent pas aux exigences de cette méthode. Ce qui a amené HUGUET à définir une figure simple, permettant d'explorer la zone souscrite dans un demi-cercle, en s'éloignant régulièrement du tronc. Il avait, alors, assimilé les racines à des rayons. Il importe donc, pour des raisons d'homogénéité de détection, que la figure retenue coupe les rayons d'une façon comparable, tout au long, de la prospection. Il faut, donc, qu'on ait en tout point un angle constant, avec son rayon vecteur. La seule figure qui répond à ces objectifs, est bien la spirale logarithmique. Donc, l'exploration du milieu a été réalisée, selon une tranchée en spirale logarithmique.

Les paramètres, sur lesquels l'étude s'est basée, portent sur la détermination de la densité moyenne (ou indice globale), la répartition horizontale des racines (ou indice de distribution centrifuge), la répartition verticale des racines (ou indice d'ancrage) etc... Ainsi, le bilan des notes de chaque paramètre étudié est donné dans le tableau 15. Il ressort que *Citrus macrophylla* présente les meilleures performances racinaires. Il est suivi du *Citrus* de Brésil, du *bigaradier*, de *citrumelo 1452*, et enfin de *Poncirus trifoliata*. Il est assez, remarquable, de noter que cette classification conserve leur proximité aux familles génétiques. Ce qui semble prouver que la méthodologie employée est propre à mettre en évidence les potentialités intrinsèques des différents porte-greffe. Mais, se peut-il que le même porte-greffe garde les mêmes propriétés, en étant combiné à un cultivar? ou montrait-il d'autres performances racinaires?

3.3.6 Maroc

Conscient du danger que fait peser la tristezza sur son verger, presque entièrement sur *bigaradier*, le Maroc a implanté dès 1963-1964 des essais porte-greffe afin de remplacer le *bigaradier*. Ainsi, un essai a été entrepris en 1969 par NADOR & al. Il avait pour objectif l'étude de l'effet de sept porte-greffe: Lime Rangpur, Rough limon, orange Hamlin, mandarinier cléopatre, *Citrangle troyer*, *bigaradier* sur le comportement

Porte-greffe	diamètre du tronc	rayon cour.	Nb. rac.	Système absor.	Charp.	Ind. glob.	Ind. d'anc.
B. Brésil	6	5	1	1	10	6	29
B. commun	2.5	5	6	8	2	4	27.5
C. carrizo	6	5	4	2.5	6	7	30.5
C. savage	4	8	8	4.5	3	5	32.5
C.1452	2.5	5	3	10	4	2	91
Yuzu	8	2	9	9	7	8	44
Macrophylla	9.5	10	10	6.5	5	10	53.5
C. taiwanica	6	5	6	6.5	8.5	3	34
Volkmariana	9.5	9	7	2.5	8.5	9	49.5
P. trifoliata	1	1	2	2.5	1	1	8.5

Tableau 15: Bilan des notes relatives et des indices globaux.

TUZU & al. (1981)

de plusieurs cultivars qui sont le clémentinier "Cadou", valentia late, citronnier "EUREKA", oranger Washington navel, pomelo "Shambar".

Les premiers résultats ont été obtenus sur valentia late, qui ont révélé que *Citrangé troyer* et le mandarinier cléopâtre montraient des performances bien supérieures au traditionnel *bigaradier*, notamment sur le plan de la vigueur, la production et la qualité des fruits. Quant aux autres porte-greffe, ils présentaient des performances médiocres sur tous les paramètres étudiés.

3.3.7 Tunisie

La Tunisie, durant la dernière décennie, a importé toute une gamme de porte-greffe nouveaux. Le mandarinier cléopâtre semble, selon LASRAM (1974), donner les meilleures performances. A cette époque, les pépiniéristes ont commencé déjà à le multiplier dans une proportion de 10 à 15% par rapport au *bigaradier*.

D'autres essais sont entrepris activement par l'INRAT, mais aucune précision n'a été donnée à ce sujet.

3.3.8 Algérie

Le premier essai sur les porte-greffe d'agrumes a été installé en 1960. Il a été suivi d'un autre en 1963, qui avait ainsi pour objectif d'étudier le comportement du clémentinier clone 2749 sur trois porte-greffe: le *bigaradier*, *Citrangé troyer* et *Poncirus trifoliata*. D'après BOUDERBELLA (1979), cet essai a montré que *Citrangé troyer* présente des performances bien supérieures à celles de *Poncirus trifoliata* et du *bigaradier*. Il assure une vigueur, assez remarquable au clémentinier (Tab.16). La production de ce dernier sur le *Citrangé troyer* est élevée.

Il assure, également, une certaine précocité à la mise à fruit que le *bigaradier*. *Poncirus trifoliata*, étant intermédiaire. Il confère une nette amélioration de la qualité de la clémentine, notamment en jus avec 46.5% que celle présentée par *Poncirus trifoliata* avec 46.2% et le *bigaradier* avec 44.5%. En plus de cet essai, un autre a été implanté en 1985 sur citronnier (*Citrus limon* BURN) greffé sur cinq porte-greffe. Les meilleures associations, suivant le critère de choix d'un porte-greffe, qui

Porte-greffe	Partie Greffon		Partie porte-greffe	
	Moyenne arbre	Indice	Moyenne/arbre	Indice
Bigaradier	689	100	684	100
Citrange troyer	804	118	883	129
Poncirus trifoliata	616	91	847	124

SOURCE : BOUDERBALA (1979)

Tableau.16: Effets des porte-greffe sur la vigueur du clémentinier

Porte-greffe	moyenne/arbre	Indice	différences en kg/arbre
Bigaradier	46.8	100	-
Citrange troyer	115.3	178.2	+50.5
Poncirus trifoliata	69.5	107.8	+4.7

SOURCE : BOUDERBALA (1979)

Tableau.17: Effets des porte-greffe sur la production moyenne sur 4 ans (de la 10^e à la 14^e année)

ont attiré l'attention des agrimateurs algériens étaient: *Citrus macrophylla* et *Citrus volkamenana*.

1 Caractéristiques du milieu

1.1 Situation géographique

Le verger expérimental, sur lequel nous avons réalisé notre étude, se situe à la station annexe d'arboriculture fruitière de BOUFARIK (fig.7). Celle-ci, se trouve à 15 Km, en vol d'oiseau, de la Méditerranée. Les coordonnées géographiques sont 2° 45' de longitude et 36° 35' de latitude, et de 80 à 100 mètres d'altitude.

1.2 Conditions climatiques

Nous nous sommes basés, pour réaliser cette étude, sur les données de la station de sept campagnes, depuis la plantation en 1985 jusqu'à 1992 pour les relevés de température, de pluviométrie et d'hygrométrie (Fig.8,9 et 10).

L'analyse des données thermométriques (Fig.8), depuis la plantation, fait ressortir que la température moyenne annuelle est de 18°C. La moyenne des minimas est de 11.6°C, et celle des maximas est de 24.7°C.

Quant, aux relevés thermométriques pour les deux campagnes (1990/1991 et 1991/1992) (Fig.9 et 10), pendant lesquelles nous avons intervenues. Nous avons constaté que les mois les plus froids sont: décembre, janvier et février, avec des températures minimales de 2,6°C (1990/1991) et de 3 à 4 °C (1991/1992). Nous avons enregistré des gelées qui n'ont causé aucun dégât sur les arbres étudiés. Le mois le plus chaud est août, avec une moyenne de 27.7°C et de 27.9°C, respectivement en 1991 et 1992, avec des maximas pouvant atteindre 36°C. Quant à la pluviométrie, pendant les sept campagnes, elle est irrégulière (Fig.8). Ce qui caractérise bien le climat méditerranéen avec des variations de 426,9mm à 995mm.

Les mois les plus pluvieux sont: décembre, janvier et février, et les plus secs sont juillet, août, septembre et octobre.

Quant, à l'hygrométrie, il semble d'après la Figure 8, que son état reste relativement stable de jour que de nuit.

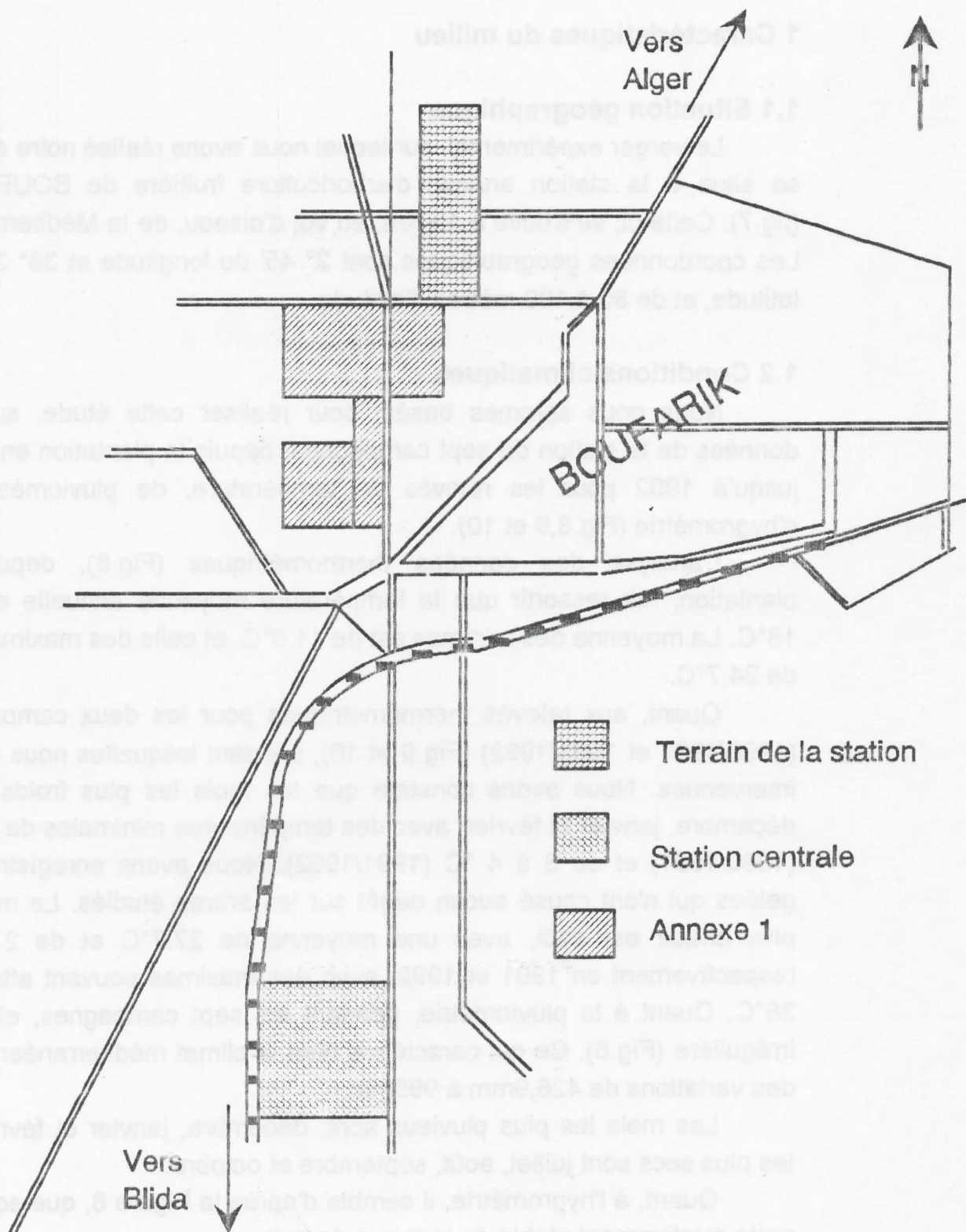


Figure 7: Schéma représentant le plan de position de la station d'essai

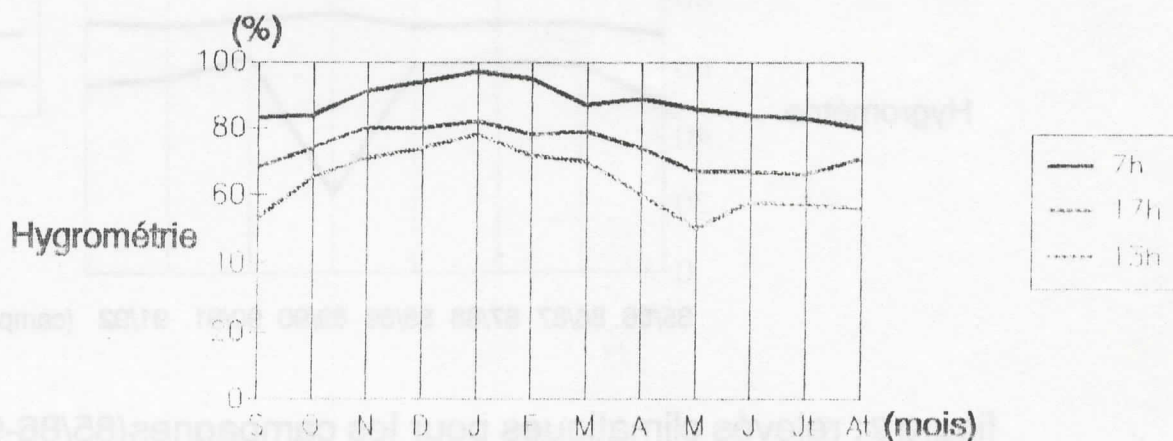
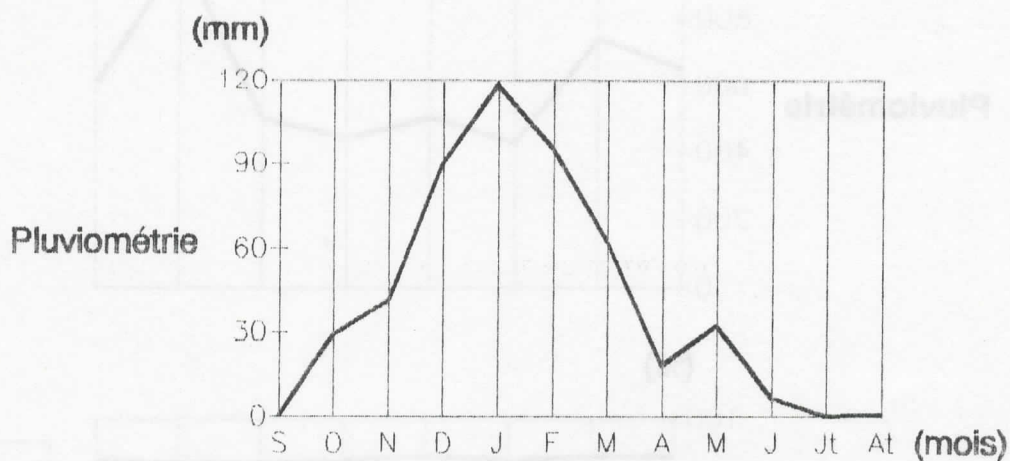
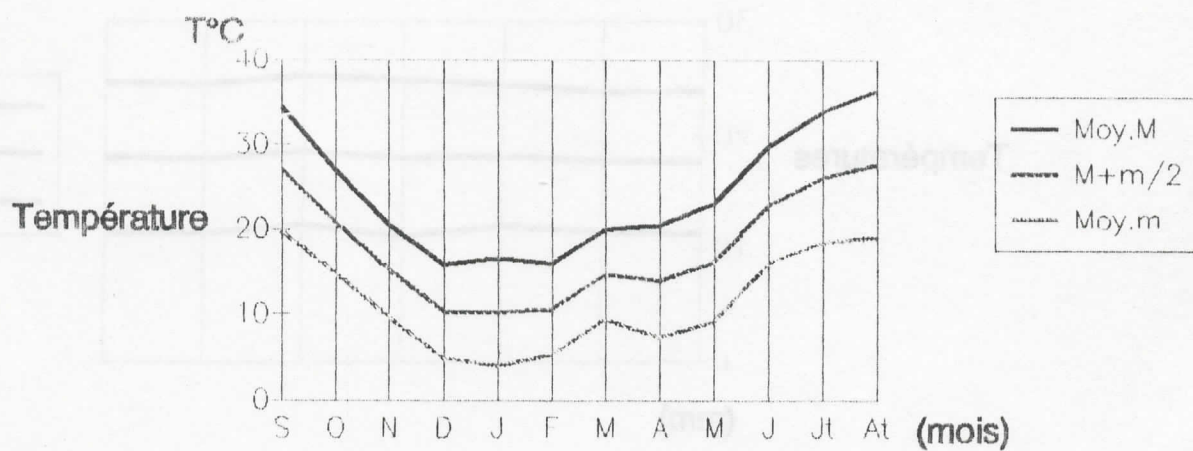
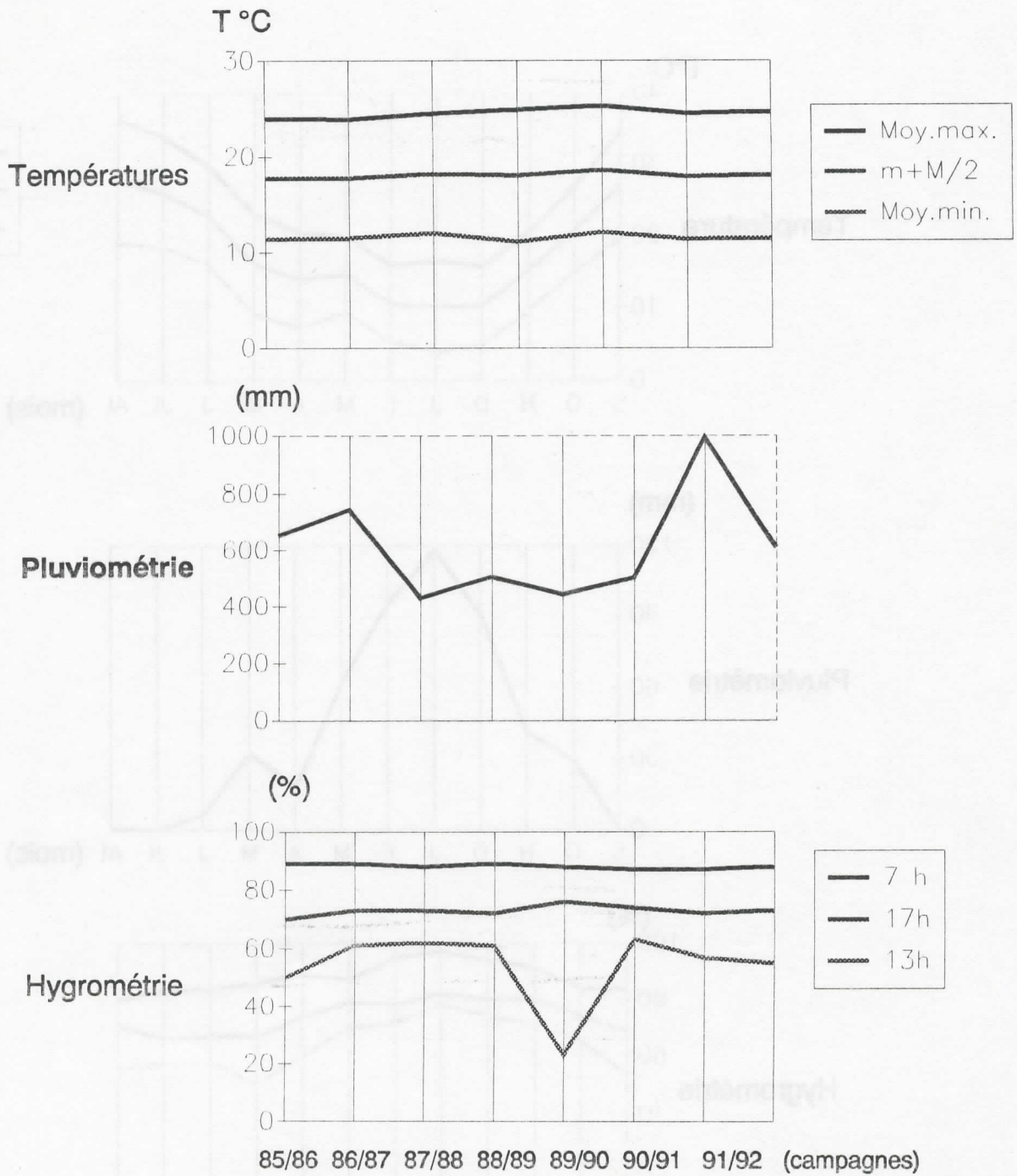


Figure 9: Relevés climatiques pour la campagne 1990-1991 (I.N.A.F. Boufarik)



**figure 8 : relevés climatiques pour les campagnes(85/86-91/92)
(Station I.N.A.F.)**

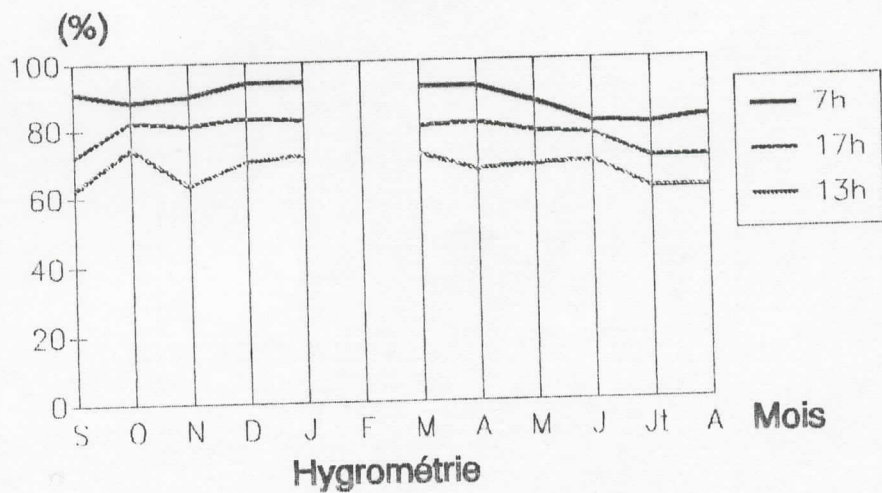
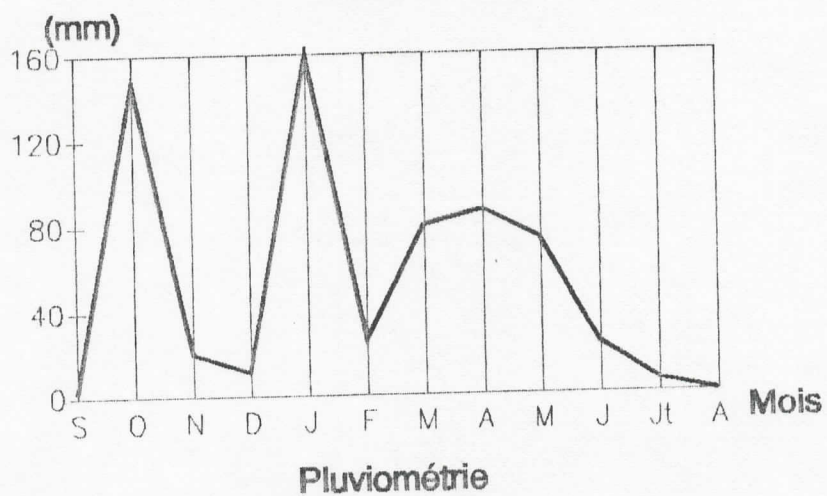
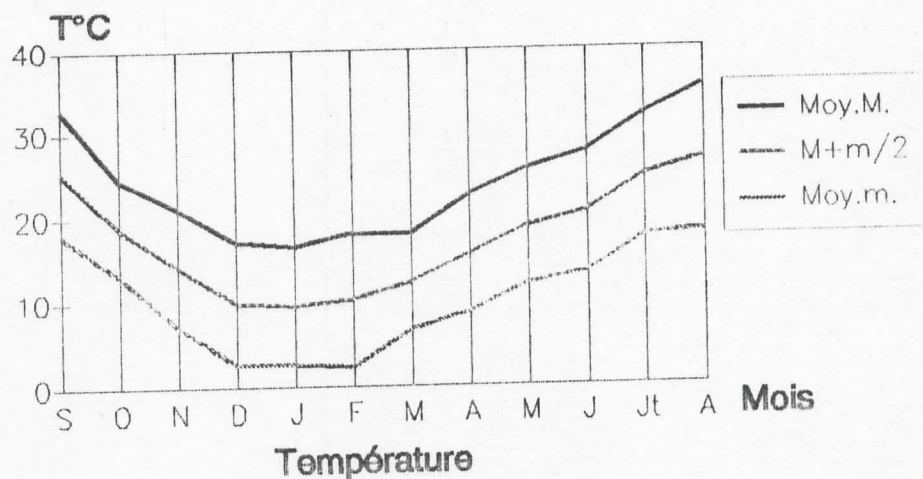


Figure.10: Relevés climatiques pour la campagne 1991-1992.

1.3 Conditions écologiques

Notre région d'étude est loin d'être menacée par cet aléa climatique. Cependant, et contre les vents desséchants tel que le sirocco, il existe un important dispositif de brise-vent constitué essentiellement d'acacia.

1.4 Conditions édaphiques

D'une façon générale, le sol de la station, d'après GODFORD (1981), est constitué d'apports alluviaux de l'oued El khemis. Ces apports sont caractérisés, du point de vue physique, par une hétérogénéité, et du point de vue chimique par une capacité d'échange cationique (CEC), moyenne, ainsi qu'une alcalinité élevée.

1.5 Présentation de la parcelle expérimentale

1.5.1 Généralités

La parcelle sur laquelle est implanté notre essai, est classée comme étant la parcelle 'C'. Celle-ci a eu comme antécédent cultural, un essai de fertilisation azotée du clémentinier (*Citrus reticulata* BLANCO) clone 2749. Il a été arraché en 1977. A cette époque, les travaux de préparation du sol, avec un défoncement à 0,80m, ont commencé. Il a été suivi par un repos de la parcelle, avec enrichissement par des semis d'engrais vert (féverole, vesce avoine).

La plantation des arbres a eu lieu en 1984. A cette date, la parcelle a subi un labour profond, avec enfouissement de 12 Qx d'engrais phospho-potassique (20-25). Il a été suivi d'un disquage, et d'un nivellement du sol. Par la suite, il a été pratiqué un traçage et les ouvertures des trous de plantation (0,40m). Les plants ont été mis en place en octobre 1984. Ils étaient distants de 6m x 4m avec 158 arbres au total, sur une superficie de 4860m² (soit 0,48ha), avec 78 arbres formant les bordures.

Notre parcelle se trouve au centre de la grande parcelle "C". Elle est limitée par deux essais. Sur la parcelle "C₁", un essai de 8 clones de clémentinier sur *Citrange troyer* est réalisé, et sur la parcelle "C₂", un essai de 15 clones de Navel sur *Citrange troyer* (Fig.11).

Bloc 1

2	7	4
3	1	6
5	8	4

Bloc 2

3	7	6
8	2	1
5	4	1

Bloc 3

3	5	7
4	8	6
1	2	4

Bloc 4

6	3	4
1	2	8
5	7	3

Bloc 5

6	8	1
7	5	4
3	2	6

Bloc 6

8	3	4
5	1	6
2	7	5

Bloc 7

3	2	4
5	6	7
8	1	2

Bloc 8

3	8	6
7	5	2
1	4	4

Bloc 9

4	3	5
1	2	6
8	7	1

Bloc 10

8	5	1
2	4	3
6	7	8

1: Bigaradier

2: C. troyer

3: P. trifoliata

4: C. carrizo

5: P. pomeroy

6: Nasnaran

7: C. taïwanica

8: Citrumelo

Figure.11: Schéma du dispositif expérimental

2 Matériels et méthodes

2.1 Dispositif expérimental

L'essai a été réalisé suivant la méthode des blocs (Randomised Complet Bloc Design) comprenant 10 répétitions.

Chaque bloc contient un seul arbre par porte-greffe, soit 8 arbres par bloc d'où un total de 80 plants (fig.11)..

2.2 Matériel végétal

2.2.1 Variété greffée

La variété utilisée est le clémentinier ordinaire: *Citrus reticulata* BLANCO, clone 2749. Il faut rappeler, que ce clone a été sélectionné par BLONDEL en 1941, à la station de Boufarik. Il est connu comme étant un clone fertile et indemne de toute maladie à virus.

2.2.2 Porte-greffe

Nous avons utilisé huit porte-greffe, dont la dénomination est portée en annexe 3.

Les semences du bigaradier, du *Poncirus trifoliata*, du Citrange troyer et carrizo ont été prélevées du parc semencier de la station. Par contre, les semences des autres porte-greffe, qui font l'objet de notre étude, ont été importées de Corse. Nous citons: *Poncirus pomeroy*, *nasnaran*, *Citrus taiwanica* et *citrumelo 4475*.

2.3 Méthodes appliquées

2.3.1 Analyse du sol et du végétal

2.3.1.1 Analyse du sol

* Mode de prélèvement

Nous avons effectué trois prélèvements du sol à l'aide d'une tarière, deux à l'extrémité et un au milieu, soit 9 échantillons au total à analyser.

* Analyse physique

L'analyse granulométrique des échantillons prélevés est déterminée à l'aide de la méthode internationale, à la pipette de ROBINSON.

Le calcaire total est effectué selon la méthode du calcimètre de BERNARD.

Le calcaire actif est déterminé d'après la méthode de DROUINEAU-GALET.

*** Analyse chimique**

Les bases échangeables du sol: Ca, Mg, K, et Na, sont déterminées par la méthode de l'acétate d'ammonium tamponné à pH7.

Le Ca et le Mg sont dosés par absorption atomique, alors que le Na et le K par photométrie à flamme.

Les teneurs en bases échangeables sont exprimées en m \dot{e} q./100g de sol.

L'acide phosphorique est dosé par colorimétrie, selon la méthode d'OLSEN (1954), qui est basée sur l'utilisation d'une solution de bicarbonate de sodium à 0.5N, ajustée à pH8.5. Sa teneur est exprimée en %.

Le carbone et par conséquent, la matière organique est obtenu selon la méthode ANNE , exprimée aussi en %.

La capacité d'échange cationique (CEC) est obtenue par la méthode à l'acétate de sodium tamponné à pH8.2. Elle est exprimée en m \dot{e} q./100g de sol.

Les oligo-éléments assimilables notamment, le Zn, le Cu, le Mn et le Fe sont dosés selon la méthode, préconisée par COPPENET (1958). Elle est basée sur l'utilisation d'un complexe organique EDTA, en présence d'ammonium. Ils sont, alors exprimés en ppm. L'azote total est dosé par la méthode KHEJDAL.

2.3.1.2 Analyse chimique du végétal

*** Choix et exposé de la méthode d'échantillonnage retenue**

Les feuilles du clémentinier ont été prélevées le 15 octobre, sur des rameaux fructifères et non fructifères issus de la pousse de printemps de l'année. Quatre feuilles par direction et 16 feuilles par arbre ont été prélevées, soit au total 160 feuilles par porte-greffe.

Les deux types de feuilles constituent deux échantillons, bien distincts, qui sont analysés séparément .

Nous nous sommes basés pour l'interprétation des résultats de l'analyse foliaire sur les normes de CHAPMAN (1960) & EMBLETON & al. (1963), (Tab. 10 et 11).

*** Manutention des échantillons**

Les feuilles prélevées sont lavées une fois à l'eau du robinet, et trois fois à l'eau distillée. Nous laissons essorer quelques minutes. Ces feuilles sont, ensuite, mises à l'étuve pendant 36 heures à 65 °C. Une fois sorties de l'étuve, elles sont broyées à l'aide d'un moulin à café. La poudre obtenue est conservée dans un pilulier jusqu'au jour de l'analyse.

*** Minéralisation**

Nous avons adopté la minéralisation sèche, qui est la plus préconisée par les agronomes des différentes stations de recherche. Celle-ci, consiste à incinérer la poudre obtenue dans un four à moufle, pendant 5 heures dont 3 heures à une température de 450 °C, et 2 heures à 500 °C. Cette méthode permet d'éviter les brusques destructions de certains composés chimiques, notamment le P.

La cendre obtenue est humectée avec quelques gouttes d'eau distillée, et 2 ml d'acide chlorhydrique. Elle est ensuite chauffée jusqu'à l'apparition de fumées blanchâtres. On filtre, par la suite, les cendres obtenues dans une fiole de 100 ml, et on ajuste avec l'eau distillée. A partir de la solution mère, ainsi préparée, on dose les éléments suivants: K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn et enfin le Zn.

*** Dosage des éléments minéraux**

Le K est dosé par photométrie à flamme. La teneur est exprimée en % de M.S.. Tandis que le Ca, Mg, Fe, Cu, Mn et enfin le Zn sont dosés par absorption atomique.

Le Ca et le Mg sont exprimés en % de M.S., et les oligo-éléments en ppm.

Le P est dosé par colorimétrie, basée sur la formation et la réduction d'un complexe de l'acide molybdique par l'acide ascorbique. Il est exprimé en % de M.S..

L'N est dosé par la méthode KHEJDAL qui est exprimée en % de M.S.

2.3.2 Développement végétatif

Dans notre étude, nous avons choisi la méthode d'expression du développement végétatif, la plus utilisée en Algérie qui est la mensuration de la circonférence du tronc. Celle-ci est effectuée sur les deux parties (greffon et porte-greffe), respectivement à 5 cm au dessus et au dessous du point de greffe. Ces mensurations sont réalisées chaque année en hiver. Nous nous sommes basés pour interpréter nos données sur les points suivants:

- la moyenne après une année de plantation,
- la moyenne après sept années de plantation,
- le cumul des sept années,
- l'état d'homogénéité des plants,
- et l'affinité.

2.3.3 La Production

La récolte a été faite arbre par arbre. Elle a porté sur l'ensemble des fruits, y compris ceux ramassés par terre en bon état.

2.3.4 Caractéristiques des fruits

2.3.4.1 Calibrage

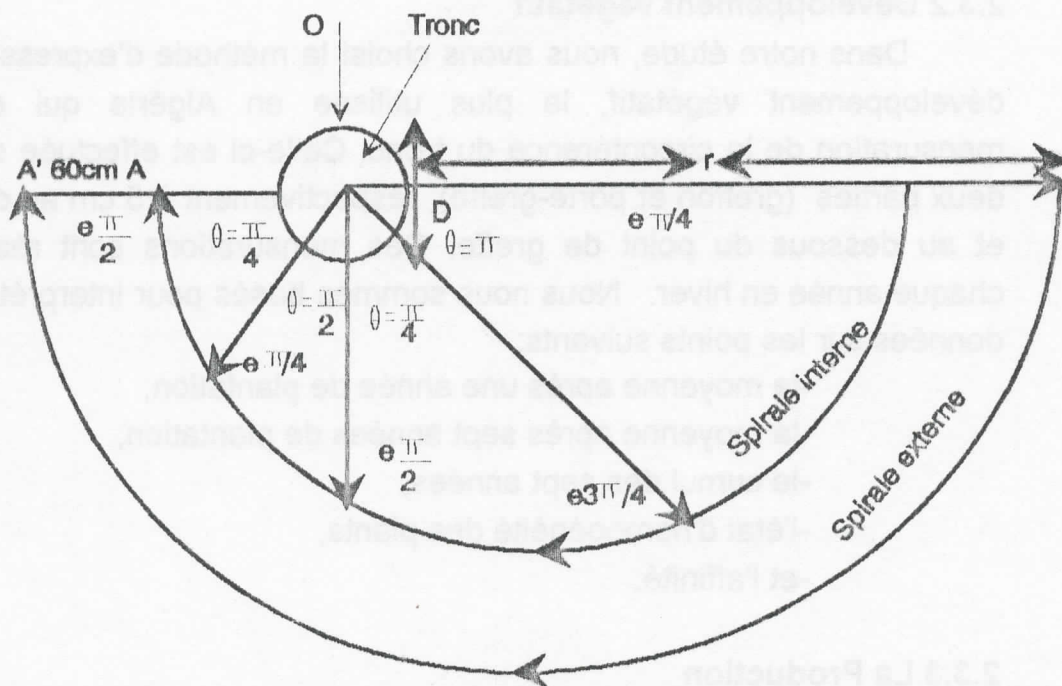
Vingt fruits ont été choisis au hasard, sur les quatre points cardinaux. Leur calibrage est déterminé par la mesure, à l'aide d'un pied à coulisse, du diamètre maximal de la section équatoriale du fruit.

Les échelles (ou classes) des calibres retenues en Algérie, et qui ne correspondent pas à l'échelle internationale, sont consignées dans le tableau 1, et sont:

- échelle 1: calibre < 42 mm ,
- échelle 2: 42mm < calibre < 50 mm,
- échelle 3: 52 mm < calibre < 60 mm.

2.3.4.2 Analyse chimiques du fruit

L'analyse du fruit a été échelonnée, jusqu'à sa maturité. Les paramètres sur lesquels a porté notre analyse sont les suivants:



- d: diamètre du tronc
- R: rayon moyen de la couronne
- α : Paramètre de définition de la spirale
- β : Distance entre le tronc et le point de départ
- θ : Angle de définition en coordonnées polaires
- e: Longueur du rayon vecteur d'un point de la spirale

$$\alpha: \text{Log}(R/d)/\pi \quad \varepsilon = \beta \alpha \theta$$

Figure.12: Représentation schématique du tracé de la spirale logarithmique

- le % en jus, dont l'extraction a été réalisée à l'aide d'un appareil à toupie tournante,
- l'extrait sec soluble (E), dont la détermination est faite par un réfractomètre à main,
- l'acidité titrable (A), où 10 ml du jus ont été prélevés, additionnés de 2 à 4 gouttes de phénolaphtalène, puis titrée avec le NaOH jusqu'au virage
- l'extrait sec/acidité (E/A), qui exprime l'indice de maturité de la clémentine.

2.3.5 Etude des performances racinaires du clémentinier

2.3.5.1 Méthode de réalisation de la tranchée

Nous avons adopté, pour l'étude de l'enracinement du clémentinier, la méthode de la tranchée en spirale logarithmique, mise au point par HUGUET (1973). Les coordonnées polaires (Fig.12) sont les suivantes:

$$\rho = \beta \cdot e^{\alpha\theta} \quad \alpha = [\log(r/d)]/\pi$$

ρ = rayon,

θ = angle variant entre 0 et π ,

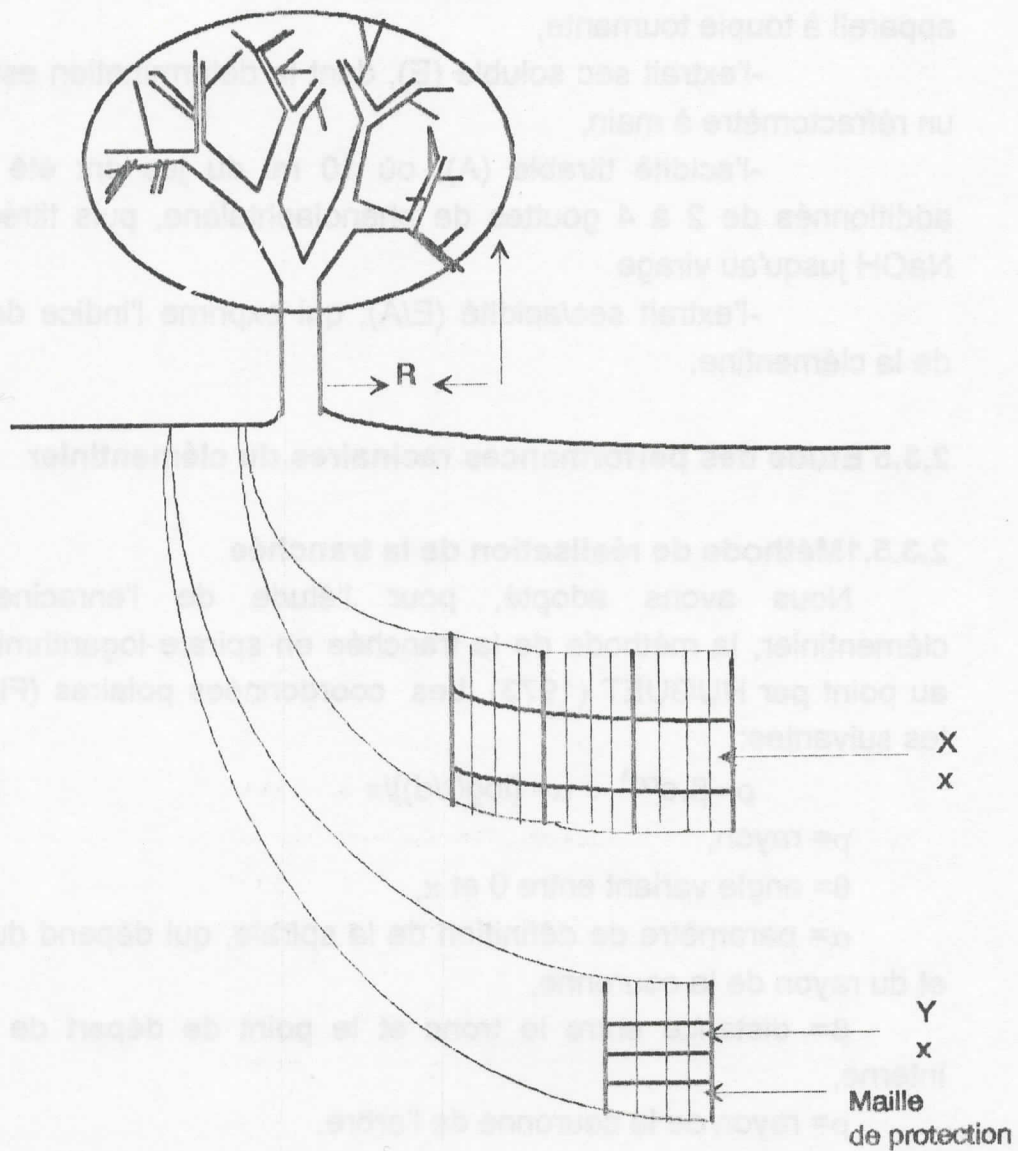
α = paramètre de définition de la spirale, qui dépend du diamètre et du rayon de la couronne,

β = distance entre le tronc et le point de départ de la spirale interne,

ρ = rayon de la couronne de l'arbre.

Pour réaliser cette tranchée sur terrain, il suffit de mesurer le rayon de la couronne de l'arbre (R), ainsi que le diamètre du tronc (d), qui permet de déterminer le tracé de la spirale. A cet effet, nous avons choisi un point d'origine O contre le tronc (fig.12), à partir duquel nous avons porté le point A; départ de l'arc de spirale interne (OA = B). Nous avons prolongé, alors OA de 60 cm, pour avoir le point de départ de la spirale externe.

Nous avons tracé ensuite, OM de façon à ce que AOM fasse $\pi/4$, et l'on a porté OM = $\Pi(\pi/4)$. Nous avons procédé ainsi $d(\pi/4)$ en $\pi/4$, jusqu'à qu'il soit égale à π .



- X : Nombre de racines d'une classe élémentaire donnée de la spirale interne
- y : nombre de racines d'une classe élémentaire donnée de la spirale externe
- x : Nombre total des racines de la spirale interne
- Y : Nombre total des racines de la spirale externe

Figure.13: Représentation schématique de prospection et d'exploitation racinaire du sol.

Tous les points construits ont été matérialisés par des piquets. Ils nous ont permis de tracer notre spirale. La profondeur de la tranchée était dépendante de l'élongation verticale de nos racines.

2.3.5.2 Techniques d'observation

La technique d'observation, que nous avons adoptée, consiste à noter le nombre et la taille des racines de la spirale interne et externe, par référence au système des coordonnées d'un filet à mailles carrées de 100 cm^2 . La détection des racines se fait maille par maille (Fig.13).

2.3.5.3 Exploitation des observations

* Détermination de l'indice en % de l'indice total de distribution centrifuge, et de l'indice global

Pour déterminer l'indice de distribution centrifuge, nous n'avons tenu compte ni de la profondeur, ni de la dimension des racines, mais seulement nous avons essayé de définir la distribution latérale des racines en fonction de la distance du tronc. A cet effet, nous avons défini des classes élémentaires d'exploitation de 100 cm^2 de surface, comportant 25 mailles élémentaires matérialisées par une grille (Fig.13). A chaque classe élémentaire, est associée la distance de la grille au tronc.

La moyenne des nombres de sections des classes homologues des spirales internes et externes, est considérée comme un indice de distribution centrifuge. Le rapport de la somme des nombres de sections des classes élémentaires situées à une distance du tronc de la spirale interne et externe, sur le nombre total des racines de la face interne et externe, représente l'indice, en %, de l'indice total de distribution centrifuge (Fig.13).

D'une façon plus explicite, nous notons:

x: nombre des racines d'une classe élémentaire donnée de la spirale interne,

y: nombre de racines d'une classe élémentaire donnée de la spirale externe (située à une même distance du tronc que celle de la spirale interne),

X: nombre total des racines de la spirale interne,

Y: nombre total des racines de la spirale externe,

I: Indice de distribution centrifuge ($I=X+Y/2$),

i: Indice en % de l'indice total [$i=(x+y)/x+y$].

* Détermination de la répartition racinaire en profondeur

Pour le décompte par classe élémentaire de prospection (Fig.13), nous avons défini 4 classes de profondeurs: 0-20, 20-40, 40-60, 60-80cm, tout en tenant compte de la distance au tronc.

* Détermination de l'indice de multiplication racinaire

Le dénombrement des racines sur les faces internes et externes de la tranchée, suivant la distance au tronc, nous a permis d'établir le rapport: $M = \text{Nb de racines externes} / \text{Nb de racines internes}$.

Ce rapport est considéré comme un indice d'intensité de multiplication des racines dans le volume de terre correspondant.

Quant $M < 1$, nous avons la zone de régression racinaire.

Quant $M = 1$, nous avons la zone de stabilité racinaire.

Quant $M > 1$, nous avons la zone de multiplication racinaire.

* Détermination de l'indice d'ancrage

L'indice d'ancrage représente la somme des volumes de sol correspondant, à chacune des racines de diamètre $> 1\text{mm}$ et contenue dans la spirale interne. Pour une racine donnée on aura donc:

$$V = L \times H \times D, \text{ où}$$

H: volume du sol exprimé en cm^2 ou en dm^2

L: distance du rayon vecteur de la racine au tronc,

H: hauteur du sol au dessus de la racine (profondeur),

D: diamètre de la racine.

Pour simplifier le calcul, nous avons considéré que toutes les sections de racines situées dans une même maille d'exploitation, étaient à la même distance du tronc (d_i) et à la même profondeur (p_i).

3 Résultats et discussion

3.1 Propriétés physico-chimiques du sol

3.1.1 résultats

Prof		Profil N° 1			Profil N° 2			Profil N° 3		
Horz	xxxx	0-20	20-60	60-80	0-20	20-60	60-80	0-20	20-60	60-80
G	Arg	21,5	23,25	22,75	23,5	19,25	24,5	21,25	23,5	22,75
R	Li.FIN	5,5	5,5	7,5	16	15	19,5	16	19	19,5
A	Li.Gro	34,75	33,5	33,99	34,5	32,5	35,1	35,25	34,5	31,75
N	Sa.Gro	15	10	15	7	9	6	5,5	8	6,5
U	Sa.Gro	18	15	19,5	10,5	14,5	11	14	10,5	13
L	Cal.Tot	-	3	-	-	3	-	-	-	-
O	Cal.Act	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M	Classe	argi.	A	A	A	A	A	A	A	A
E	Granul	Limo.	L	L	L	L	L	L	L	L
T	ometri	Sab.	S	S	S	S	S	S	S	S
R	Que	leux								
ir										
Mat	M.0%	0,320	1,060	1,060	1,06	5,319	5,319	0,20	0,106	0,526
iére	C.%	0,180	0,610	0,610	0,61	0,610	0,770	0,123	0,310	0,610
org-	N.Tot%	0,063	0,063	0,049	0,063	0,065	0,065	0,047	0,430	0,620
ani-	C/N	0,480	0,970	12,40	9,700	9,380	11,80	2,600	7,2	9,6
Phos	Assimi.									
Phore	(OLSEN) en PPM	30	38	38	30	38	35	33	32	33

Tableau.18a: Résultats des analyses physiques et chimiques du sol pour l'année 1991

Prof		Profil N°=1			Profil N°=2			Profil N°=3		
Horz	xxxx	0-20	20-60	60-80	0-20	20-60	60-80	0-20	20-60	60-80
Mat- ière org- ani	M.O %	0,31	1,05	1,05	1,05	4,02	4,02	0,30	0,45	1,05
	C. %	0,17	0,60	0,58	0,58	2,00	2,00	0,10	0,30	0,59
	N.Tot%	0,59	0,59	0,46	0,46	0,70	0,70	0,46	0,42	0,70
	C/N	0,29	10,1	13,3	13,3	28,5	28,5	2,5	7,1	9,8
phos- phore	Assimi. (OLSEN)	29	36	36	29	36	30	29	29	30
C A	Calc Ca									
O B	Mg/100g	9,00	5,5	5,70	9,75	8,65	7,0	9,85	8,25	5
M S	Mg									
P O	mg/100g	1,35	1,90	2,35	1,77	2,19	3,16	3,20	2,00	1,55
LR	K									
E B	Mg/100g	0,29	0,30	0,29	0,12	0,24	0,12	0,29	0,11	0,17
X A	Na									
E N	Mg/100g	0,50	0,35	0,35	0,42	0,42	0,37	0,37	0,37	0,42
T	Somme									
	Base S	11,11	8,05	9,39	12,07	11,51	10,66	13,72	10,74	7,09
	C.E.C									
	Mg/100	12,04	11,00	15,00	16,00	12,00	13,50	13,50	15,90	13,50
	V=Sx100									
	CEC									
	K/mG									
Satur du Co	Ca /CEC	75	50	39	61	72	52	72	52	37
	Mg /CEC	11,24	16	14,7	11,06	18,25	23	23	12,52	11,27
	K /CEC	2,40	2,99	2,20	2,65	3,54	2,72	2,72	2,36	3,09

Tableau.19: Résultats des analyses physiques et chimiques du sol pour l'année 1992

Prof		Profil N°=1			Profil N°=2			Profil N°=3		
Horz	xxxx	0-20	20-60	60-80	0-20	20-60	60-80	0-20	20-60	60-80
CA	Calc Ca									
O B	Mg/100g	9,5	6,5	5	10	8	6,5	10	8	5
M S	Mg									
P O	mg/100g	1,37	2	2,42	1,87	2,22	3,25	3,05	2,3	1,62
L R	K									
E B	Mg/100g	0,32	0,32	0,32	0,12	0,27	0,12	0,32	0,12	0,12
X A	Na									
E N	Mg/100g	0,50	0,37	0,37	0,50	0,50	0,37	0,37	0,37	0,50
T	Somme									
	Base S	11,69	9,2	12,49	12,49	11,74	10,25	13,75	11,55	7,24
	C.E.C.	12,5	11,5	16	16,5	12,5	14	14	16,5	14
	Satura. $V= SX100$ CEC									
pH	ph eau	8,05	8,05	8,50	8,53	8,42	8,00	8,03	8,02	8,07
	ph Kcl	7,00	7,10	7,50	7,20	7,60	7,10	7,01	7,50	7,60
	K/Mg	0,23	0,16	0,13	0,07	0,12	0,04	0,11	0,05	0,06
Satur du co	Ca/CEC	76	56	31	61	70	46	71	53	36
	Mg/CEC	11	17,40	15	11,33	17,76	23,2	22	14	11,57
	K/CEC	2,60	2,80	2,03	0,75	2,2	0,89	2,32	0,75	0,89
	Na/CEC	4	6,5	2,34	3	4	2,7	2,7	2,30	3,57

Tableau.18b: Résultats des analyses physiques et chimiques du sol pour l'année 1991

3.1.1.1 Granulométrie

L'examen des trois profils réalisés, comme le montre le tableau 18, a fait ressortir que notre sol est caractérisé sur tous les horizons par une texture limono-argilo-sableuse. Le % en éléments grossiers est relativement faible. Il varie de 5.5 à 9% pour les sables fins, et de 10 à 19.5% pour les sables grossiers. Alors, que les éléments fins prédominent nettement. Enfin, nous ajoutons, également, que la parcelle sur laquelle est implanté notre essai, est relativement homogène. Elle ne présente pas, par conséquent, des difficultés d'interprétation pour les analyses qui suivent.

3.1.1.2 Réaction du sol (pH)

Pour tous les profils étudiés, le sol présente un pH alcalin variable d'un horizon à un autre et fluctuant entre 8 et 8.7.

3.1.1.3 Le calcaire total et actif

L'évaluation quantitative, donnée par le calcimètre de BERNARD du calcaire total (Tab.18), a indiqué un très faible taux. Il est variable suivant les horizons. Quant au calcaire actif, son taux est quasiment nul pour tous les horizons analysés.

Théoriquement, le phénomène de chlorose est écarté. Les normes internationales d'interprétation des taux en calcaire actif, indiquent que nos valeurs sont comprises entre 0 et 3%. Par conséquent, et selon VERONIQUE (1991), notre sol est classé comme étant peu calcaire.

3.1.1.4 La matière organique

D'une façon générale, d'après le tableau 18, les teneurs en matière organique sont faibles, notamment, dans les premiers 20 cm du sol. Tandis que l'horizon, compris entre 20 et 40 cm du sol, apparaît plus pourvu en matière organique que les autres horizons.

Les teneurs de 2 à 3 % de matière organique, dans les premiers 20 cm du sol sont jugées comme bonnes, LOUSSERT (1989), D'ESCALAPON (1991) & DUCHAUFORD (1991). Alors que les teneurs de nos premiers 20 cm du sol sont variables entre 0.2 et 1.06 %. Celles-ci laissent présager, alors un déficit en matière organique.

Il en est de même, pour les teneurs des sols en N total. Elles fluctuent, selon les horizons, entre 0.49 et 0.70 %.

Le rapport Hydrate de Carbone-Azote (C\N) varie entre 2.6 à 12.4 %. Toutefois, la majorité des teneurs sont voisines de 10 %.

En somme, les teneurs en matière organique, ainsi que celles de l'N dans notre sol sont relativement faibles.

3.1.1.5 Complexe absorbant

*** Capacité d'échange cationique**

Les valeurs de la capacité d'échange cationique obtenues dans les neuf horizons analysés, et sur les deux années d'études sont consignées dans les tableaux 18 et 19. Elles varient respectivement de 11.5 à 16.5 pour l'année 1991, et de 11 à 16 pour l'année 1992. Ces valeurs, comme nous le constatons, sont presque identiques.

DUCHAUFORD (1991) & VERONIQUE (1991) estiment que, lorsque les teneurs de la capacité d'échange sont comprises entre 10 et 20 meq/100gr de sol, cette capacité d'échange est dite moyenne.

En l'occurrence, notre sol a une capacité de stockage moyenne.

*** Cations échangeables et taux de saturation**

L'analyse des 9 horizons, montre que notre sol a un complexe absorbant, relativement, saturé en Ca et en Mg, avec un taux de saturation compris entre 52 et 58 % pour l'année 1991, et 52 à 99 % pour l'année 1992 (Tab.18 et 19).

Le taux de saturation en Ca est compris entre 31 et 76 % et entre 37 et 75 %, respectivement en 1991 et 1992.

Quant au taux de saturation en Mg, il est compris entre 11 et 23.2 % pour la campagne 1990-1991, et 11.6 à 23 % pour la campagne 1991-1992.

Les teneurs en K du complexe absorbant sont, relativement faibles. Elles varient de 0.75 à 2.8 % pour la campagne 1990-1991 et de 0.72 à 2.5 % pour la campagne 1991-1992.

Pour ce qui est des teneurs en Na, elles varient de 2.3 à 6.5 % pour la campagne 1990-1991 et 2.2 à 4.5 % pour la campagne 1991-1992.

Année	Eléme	Profil 1			Profil 2			Profil 3		
		0:20	20:60	60:80	0:20	20:60	60:80	0:20	20:60	60:80
1991	Cu	5	4	5	6	3	4	4	5	4
	Zn	1	1.5	1.8	1.5	1.8	1.9	1.25	1.5	1.5
	Mn	0.45	0.75	0.75	0.5	0.55	0.55	0.70	0.80	0.80
	Fe	10	15	15	20	25	30	20	30	30
1992	Cu	4	3	4	5	3	4	3	3	4
	Zn	0.8	0.8	1	0.9	0.2	0.2	0.5	0.4	0.5
	Mn	0.37	0.63	0.63	0.35	0.35	0.35	0.64	0.77	0.77
	Fe	9	14	14	16	20	20	20	24	24

Tableau.20: Teneurs en oligo-éléments du sol

	M.O.	P	Zn	Cu	Mn
Pauvre	<10	-	2.5	0.5	
Normal	10	>25	1.9-13	-	0.97-1.7
Excès	>30	-	-	-	-

Tableau.21: Normes d'interprétation de quelques éléments minéraux du sol (p.p.m.)

Outre les valeurs propres du K et du Mg, le rapport entre ces deux éléments est important. Nos données montrent que celui-ci est variable selon les horizons, de 0.04 à 0.23 pour les deux années d'études.

D'une façon générale, les premiers horizons (0-20cm) présentent les meilleurs rapports comparés aux horizons inférieurs (20-60cm et 60-80cm).

*** Les éléments nutritifs**

L'analyse des teneurs en P assimilable (Tab.18 et 19), montre des valeurs comprises entre 30 et 38 ppm pour la campagne 1990-1991, et entre 29 et 36 ppm pour la campagne 1991-1992.

Durant les deux campagnes consécutives, nous avons également analysé quelques oligo-éléments: le Zn, le Cu, le Mn et le Fe.

Les teneurs en Cu (Tab.20) sont variables d'un horizon à un autre. Elles sont comprises entre 3 et 5 ppm pour l'année 1991 et entre 3.5 à 4.7 ppm pour l'année 1992. Nous avons remarqué, cependant, une légère diminution dans la réserve cuprique durant la deuxième année d'étude.

Quant au Zn, les teneurs du sol sont comprises entre 2.3 et 1.8 ppm pour l'année 1991, et entre 0.2 et 1 ppm pour l'année 1992.

les résultats des teneurs en Mn révèlent une fluctuation d'un horizon à un autre. Ils sont de 0.45 à 0.80 ppm pour l'année 1991, et de 0.35 à 0.77 ppm pour l'année 1992.

Les teneurs en Fe varient de 10 à 30 ppm pour l'année 1991 et de 9 à 24 ppm pour l'année 1992.

3.1.2 Discussion

3.1.2.1 Granulométrie

D'après LOUSSERT (1989), les bons sols agrumicoles ont une texture équilibrée de 15 à 20% d'argile, 15 à 20% de limon, 20 à 30% de sables fins et 30 à 50% de sables grossiers. Par conséquent, les éléments fins s'équilibrent avec les éléments grossiers. Ils assurent, simultanément, le rôle de rétention d'eau, et de la bonne circulation de l'air. Ils constituent ainsi, des facteurs essentiels pour une bonne activité racinaire. Quant au sol, sur lequel est implantée notre parcelle

d'étude est, comme nous l'avons signalé, de texture limono-argilo-sableuse où, les éléments fins prédominent nettement.

L'avantage de ce type de sol, est de maintenir en réserve les eaux de pluie et d'irrigation que les racines des arbres pourront utiliser, en fonction de leurs besoins. Par contre, son inconvénient réside dans sa faible perméabilité, qui peut entraîner des excès prolongés d'humidité en hiver, et un risque d'asphyxie au printemps.

3.1.2.2 Réaction du sol

Du point de vue réaction du sol, LOUSSERT (1989), a montré que les agrumes, d'une façon générale, préfèrent des sols dont le pH est voisin de 7, alors que notre sol est relativement alcalin. Ce qui pourrait nuire, considérablement, à la bonne assimilation des éléments nutritifs par les racines.

Effectivement, et d'après la figure 5, présentée par GAUCHER (1966), nous avons pu constater que pour la majorité des plantes, le K est mieux assimilé à pH5, le P à pH6.5, le Ca et le Mg à partir du pH7. Cependant, les oligo-éléments, sauf le Mo, sont plus efficaces à des pH acides.

La forte alcalinité des sols algériens peut expliquer, en partie, les troubles nutritionnels constatés dans nos vergers par des carences foliaires.

GAUCHER(1966); LOUSSERT (1989) & DUCHAUFORD (1991), conseillent pour remédier à ce problème, de bien choisir les engrais acidifiants, en présence d'un pH alcalin. En Algérie, nos agrumiculteurs utilisent alors à titre d'exemple:

- l'ammonitrate 33.5% d'N qui a un effet légèrement acidifiant,
- le super phosphate à 45% de P₂O₅ qui est fortement acidifiant.

3.1.2.3 Le calcaire actif

Les teneurs en calcaire actif de notre sol sont nulles. Il apparaît alors, selon les résultats obtenus, que l'utilisation de *Poncirus trifoliata* et Citrange, comme porte-greffe du clémentinier dans ce type de sol, est sans danger.

3.1.2.4 La Matière organique

Les résultats obtenus ont révélé un déficit en matière organique. Nous admettons avec LOUSSERT (1989); DUCHAUFORD (1991), & D'ESCALAPON (1991), que des teneurs de 2 à 3% de matière organique dans les premiers 20 cm du sol sont jugées comme bonnes. Ce déficit, peut avoir de graves conséquences sur les qualités physiques, chimiques et biologiques du sol.

Nos analyses physiques du sol, nous ont révélé une texture lourde, et pauvre en matière organique. Ce qui définit, alors, une structure battante où la porosité et la rétention en eau sont faibles.

Les analyses du sol ont révélé, également, des teneurs en N faibles. Or, l'expression de l'N total est insuffisante pour juger de l'aptitude du sol à fournir de l'N minéral. Le rapport C/N traduit la capacité de minéralisation. Plus ce rapport est élevé, moins la capacité de minéralisation est bonne. Ainsi, LOUSSERT (1989); VERONIQUE (1991) & D'ESCALAPON (1991), considèrent que lorsque C/N est voisin de 10, la décomposition de la matière organique, et plus précisément la minéralisation de l'N est normale. Toutefois, au delà de 12 ou 13, on considère que celle-ci n'est plus parfaite. Au delà de 30 elle est nulle. Enfin, dans notre cas, ce sont les horizons de surface qui sont le plus rapidement décomposés.

3.1.2.5 Les éléments nutritifs

Du point de vu, constitution chimique du sol, nous avons constaté que la capacité d'échange est moyenne. Elle reste presque stable d'une année à une autre. DUCHAUFORD (1991) & VERONIQUE (1991) pensent, également, que cette capacité d'échange est théoriquement stable. Puisqu'elle dépend du taux et de la nature du colloïde du sol. Celui-ci ne peut varier qu'à long terme, lorsque le taux d'humus augmente ou diminue.

Quant aux cations échangeables, d'après nos données, nous ne pouvons craindre des risques de carence en Mg. DUCHAUFORD (1991) & VERONIQUE (1991), estiment qu'avec des teneurs inférieures à 1mg/100g de sol ou 10% du taux de saturation du complexe absorbant, il y a déficience en Mg, ce qui n'est pas le cas dans notre sol.

Les teneurs en K du complexe absorbant sont relativement faibles. Les mêmes auteurs considèrent que ces teneurs représentent moins de 5% du taux de saturation. Elles s'avèrent, alors, très

insuffisantes pour alimenter la plante en hiver, ce qui constitue bien notre cas.

Outre les valeurs en K et en Mg, le rapport entre ces deux éléments est, comme nous l'avons souligné, important. Effectivement, CHAPMAN (1960), estime qu'un rapport correct pour les agrumes doit être compris entre 0.10 à 0.30. Il apparaît, alors, selon nos résultats que ce rapport convient à une bonne assimilation des éléments nutritifs de l'arbre au niveau des premiers horizons. Par contre, il est très faible au niveau de l'horizon inférieur (60-80 cm). Ceci est dû, en premier lieu, à la forte teneur en Mg échangeable dans cette zone précise. Et en second lieu, il est dû à une très faible teneur K échangeable du sol.

Les teneurs en P assimilable, d'après les normes d'interprétation, (Tab.21) nous font admettre que notre sol est bien pourvu en cet élément. Quant aux teneurs en Cu, comparées aux normes, elles s'avèrent normales.

Pour le Zn, les normes établies par BLANCHET (1983) & PINTA (1971) (Tab.21), montrent que la teneur normale en cet élément se situe entre 1.9 et 13 ppm, et que la limite de carence est à 2.5 ppm. De ce fait, les teneurs enregistrées en Zn du sol sont relativement faibles à carencées. Il en est de même pour le Mn.

Pour ce qui est du Fe, BLANCHET (1983); DUTHIL (1983) & PINTA & al. (1971), estiment que les teneurs en cet élément ne sont prises en considération, que lorsque le calcaire actif dépasse 7%.

En somme, et compte tenu des résultats obtenus, il s'avère utile de noter, que notre sol est bien pourvu en Ca, Mg, Cu et en P. Il est, relativement, faible en N et en K, et particulièrement carencé en Zn et en Mn.

porte-greffe		Azote (N)	phosphore (P)	potassium (K)	Calcium (Ca)	Magnesium (Mg)
Bigar	RNF	2,10	0,12	0,44	6,20	0,55
	RF	2,07	0,11	0,42	6,70	0,45
C.Troy.	RNF	2,11	0,13	0,45	5,40	0,57
	RF	2,08	0,125	0,43	5,84	0,55
P.Trif.	RNF	2,12	0,15	0,49	5,30	0,44
	RF	2,09	0,14	0,47	5,50	0,42
C.Car.	RNF	2,12	0,14	0,48	5,30	0,56
	RF	2,08	0,13	0,46	5,70	0,54
P.pom.	RNF	2,12	0,16	0,47	5,50	0,49
	RF	2,11	0,15	0,45	5,70	0,47
Nasnaran	RNF	1,94	0,11	0,42	5,70	0,50
	RF	1,90	0,109	0,40	5,80	0,48
C.Taiw.	RNF	1,96	0,12	0,43	6,00	0,54
	RF	1,94	0,11	0,41	6,50	0,48
Cit. 4475	RNF	2,12	0,15	0,48	5,4	0,44
	RF	2,09	0,134	0,46	5,7	0,42

Tableau 22: Résultats du diagnostic foliaire des macro-éléments de la campagne 1990/1991

3.2 Effet des huit porte-greffe sur la composition minérale de la feuille du clémentinier

3.2.1 Résultats

Les résultats de l'analyse foliaire du clémentinier (*Citrus reticulata* BLANCO) clone 2749, sont portés dans les tableaux 22 et 23 pour les éléments majeurs et dans le tableau 24 et 25 pour les oligo-éléments.

3.2.1.1 L'azote

Nos résultats comparés, aux normes de CHAPMAN & EMBLETON (Tab. 10 et 11) indiquent, qu'en général, les teneurs foliaires en N sont faibles à déficientes. Elles sont de 1.90 à 2.12% sur les deux types de rameaux. La faible teneur en cet élément est beaucoup plus marquée sur rameaux fructifères, que sur rameaux non fructifères. Elle était plus importante en deuxième année par rapport à la première année d'étude.

Nous notons, toutefois, que les teneurs en N des feuilles du clémentinier greffé sur les huit porte-greffe, objet de notre étude, sont bien distinctes entre elles. Ainsi, selon nos résultats, *Poncirus trifoliata* et le clone "Pomeroy" sont classés comme étant des porte-greffe qui induisent les fortes teneurs en N (Tab.22 et 23). Le bigaradier, *citrus taiwanica* et *nasranan*, induisent les plus faibles teneurs. Quant aux hybrides du *Poncirus trifoliata* (*Citrangle troyer*, *carrizo* et *citrumelo 4475*), leurs teneurs en N sont intermédiaires, et ce, sur les deux types de rameaux, quelle que soit l'année d'étude.

3.2.1.2 Le phosphore

En général, les teneurs en P des feuilles du clémentinier sont à leur optimum, durant la première campagne d'étude. Elles sont variables selon le type de rameaux. Les données de la première année d'étude (Tab.22), montrent que, sur rameaux non fructifères, les teneurs sont comprises entre 0.11 et 0.16% de M.S.. Alors, que sur rameaux fructifères, elles sont comprises entre 0.10 et 0.14% de M.S.. Cependant, durant la deuxième campagne, nous avons noté une diminution en cet élément. Selon les normes (Tab.10 et 11), ces teneurs appartiennent à la limite de l'optimum. La variation entre les types de

P.greffe	N	P	K	Ca	Mg
Big. RNF	2.00	0.115	0.42	6.00	0.52
RF	1.97	0.10	0.40	6.44	0.42
C.L. RNF	2.08	0.11	0.43	5.20	0.54
RF	2.00	0.105	0.41	5.60	0.50
P.t. RNF	2.085	0.12	0.45	5.10	0.43
RF	2.01	0.115	0.43	5.30	0.41
C.c. RNF	2.08	0.125	0.45	5.00	0.53
RF	2.00	0.117	0.43	5.50	0.52
P.p. RNF	2.10	0.14	0.45	5.30	0.46
RF	2.90	0.135	0.42	5.60	0.44
Nos. RNF	1.92	0.110	0.41	6.00	0.52
RF	1.90	0.101	0.40	6.30	0.41
C.L. RNF	1.91	0.105	0.41	5.40	0.49
RF	1.90	0.100	0.40	5.60	0.41
C4475RNF	2.90	0.13	0.45	5.20	0.42
RF	2.00	1.115	0.43	5.40	0.40

RNF: Rameaux non fructifères

RF: Rameaux fructifères

Tableau.23: Résultats du diagnostic foliaire des macro-éléments pour la campagne 1991/1992

rameaux est toujours nette. Elle est particulièrement, en faveur du rameau non fructifère.

Les variations enregistrées ne sont pas constatées, uniquement, selon le porte-greffe sur lequel est greffé le clémentinier. En effet, *poncirus trifoliata*, *poncirus pomeroy*, *citrumelo 4475* et *Citrange carrizo* semblent induire au clémentinier des teneurs en P appréciables. Elles sont respectivement, de 0.15, 0.16, 0.15 et 0.14% en première année d'étude. Quant aux rameaux non fructifères, elles sont de 0.14, 0.12, 0.13 et 0.13% en deuxième année d'étude, et sur le même type de rameaux qui, comparées aux normes (Tab. 10 et 11), elles sont considérées comme à l'optimum.

Quant aux autres porte-greffe, tels que *Citrus taiwanica* et *nasnaran*, ils induisent les plus faibles teneurs. Elles sont respectivement de 0.12, 0.11% de M.S. pour la première année d'étude. Sur les rameaux non fructifères, elles sont de 0.11 et 0.10% de M.S. pour la deuxième année d'étude, et toujours sur le même type de rameaux.

Pour ce qui est du *bigaradier* et de *Citrange troyer*, les teneurs en P enregistrées sont considérées comme intermédiaires. Elles sont respectivement de 0.12 et 0.13% de M.S. en première année d'étude et de 0,11% pour les deux porte-greffe en deuxième année d'étude et ce, pour les rameaux non fructifères (Tab.22).

3.2.1.3 Le potassium

D'une façon générale, les teneurs foliaires en K, comparées aux normes (Tab.10 et 11) du clémentinier, sont relativement basses et ce, sur les deux types de rameaux. Elles varient de 0.41 à 0,49% de M.S. sur rameaux non fructifères et de 0,40 à 0.47% de M.S. sur rameaux fructifères en première année d'étude.

En deuxième année d'étude, nous avons noté une diminution. Les teneurs sont comprises entre 0.41 et 0.45% sur rameaux non fructifères, et de 0.40 à 0.43% de M.S. sur rameaux fructifères.

Il est à souligner, que les plus importantes concentrations en K sont enregistrées sur les rameaux non fructifères.

Quant à l'effet des porte-greffe, sur la composition foliaire du clémentinier, il est bien distinct. Nous remarquons que *Poncirus trifoliata* induit une meilleure teneur en K, pendant les deux années d'études.

Elles sont respectivement de 0.49 et de 0.47% de M.S. sur rameaux non fructifères et de 0.45 et 0.43% sur rameaux fructifères.

Citrangé carrizo et *citrumelo 4475*, semblent induire la même capacité d'absorption racinaire en cet élément, sur les deux années d'études. Ils sont suivis par *Poncirus "POMEROY"*. Mais, *Citrus taiwanica* et *nasnaran* induisent quant à eux, les plus faibles teneurs en K. Alors, que le clémentinier greffé sur *bigaradier* et *Citrangé troyer* a des teneurs foliaires intermédiaires entre les deux groupes précités.

3.2.1.4 Le calcium

Les teneurs en Ca obtenues, et comparées aux normes de CHAPMAN (1961) & EMBLETON & al. (1963), (Tab.10 et 11), sont relativement optimales à élevées.

Pour la première année d'étude, ces teneurs varient de 5.3 à 6.7% de M.S. sur les rameaux non fructifères, et de 5.3 à 6.2% sur rameaux fructifères. Par contre, en deuxième année d'étude, nous avons enregistré une diminution variant de 5.2 à 6.4% de M.S. sur rameaux non fructifères, et de 5 à 6% sur rameaux fructifères. Les variations sont toujours en faveur du rameau non fructifère.

Les teneurs en Ca des feuilles de clémentinier diffèrent d'un porte-greffe à un autre. Le *bigaradier* semble induire les plus fortes teneurs. Elles sont de 6.7% de M.S. sur rameaux non fructifères et 6.2% de M.S. sur rameaux fructifères en première année. En deuxième année, elles sont de 6.4% de M.S. sur rameaux non fructifères, et de 6% de M.S. sur rameaux fructifères. Il est suivi du *Citrus taiwanica* et *nasnaran*.

Les plus faibles teneurs sont enregistrées, sur clémentinier greffé sur *Poncirus trifoliata*, pendant les deux années d'étude. Nous notons 5.5 et 5,3 % de M.S. sur rameaux non fructifères et de 5.3 % et 5.1 % de M.S. sur rameaux fructifères.

Alors que, sur les autres porte-greffe, tels que *Citrangé troyer*, *carrizo* et *Poncirus pomeroy*, Ils ont presque le même effet, quant à l'absorption du Ca.

3.2.1.5 Le magnésium

Les données des tableaux 22 et 23, font ressortir que, les teneurs en Mg, comparées aux normes (Tab. 10 et 11) sont à l'optimum. Puisqu'elles sont de l'ordre de 0.44 à 0.57% de M.S., sur rameaux non fructifères pendant les deux années d'études. Alors que, sur rameaux fructifères, les concentrations varient de 0.42 à 0.55% de M.S. Nous avons remarqué une légère diminution de ces teneurs en deuxième année d'étude.

Les teneurs foliaires, en Mg du clémentinier greffé sur les huit porte-greffe sont bien distinctes. Il semble que *Citrange troyer*, *Citrange carrizo*, ainsi que le *bigaradier* induisent les plus fortes teneurs. Alors que, sur *Poncirus trifoliata* et *Citrumelo 4475*, nous avons constaté le même effet d'absorption du Mg.

Quant à *Poncirus pomeroy* et *Citrus taiwanica* ainsi que *nasnaran*, nous avons noté des valeurs intermédiaires.

3.2.1.6 Le manganèse

D'une façon générale, les analyses foliaires, comparées aux normes (Tab. 10 et 11) indiquent que le clémentinier est bien déficitaire en Mn. Ces teneurs varient de 17 à 22% de M.S. sur rameaux non fructifères, et de 15 à 21% de M.S. sur rameaux fructifères, pendant la première année d'étude. Alors qu'en deuxième année d'étude, nous avons noté des variations de teneurs. Elles sont de 16 à 21% de M.S. sur rameaux non fructifères et de 14 à 20% de M.S. sur rameaux fructifères.

Les plus importantes teneurs foliaires en cet élément, sont obtenues sur *Citrus taiwanica* et *Poncirus trifoliata*. Quant au *bigaradier* et *nasnaran*, ils induisent les plus faibles teneurs, pendant les deux campagnes d'étude. Des teneurs intermédiaires sont obtenues sur *Citrange troyer* et *carrizo*, qui semblent avoir la même capacité d'absorption en Mn. Il en est de même pour *Poncirus pomeroy* et *citrumelo 4475*.

3.2.1.7 Le zinc

Pour cet élément, il semble que les niveaux foliaires du clémentinier, comparés aux normes (Tab.10 et 11) sont déficitaires. Puisque leurs teneurs fluctuent entre 11 et 16% de M.S. sur rameaux non fructifères et entre 10 à 15% de M.S. sur rameaux fructifères,

porte-greffe		Manganèse (Mn)	Cuivre (Cu)	Zinc (Zn)	FER (Fe)
Bigar	RNF	18	8	16	71
	RF	16	6	15	60
C.Troy.	RNF	20	7	14	72
	RF	19	5	13	68
P.Trif.	RNF	23	8	13	64
	RF	21	6	12	59
C.Car.	RNF	20	7	13	74
	RF	18	5	11	60
P.pom.	RNF	22	8	13	69
	RF	21	6	12	65
Nasnanan	RNF	22	5	11	55
	RF	21	49	10	51
C.Taiw.	RNF	17	6	11	55
	RF	15	4	10	52
Cit.4475	RNF	22	8	13	64
	RF	21	6	12	62

RNF : Rameaux non fructifiés

RF : Rameaux fructifère .

Tableau 24: Résultats du diagnostic foliaire des oligo-éléments de la campagne 1990/1991

pendant la première année d'étude. Au cours de la deuxième année d'étude, ces variations sont de l'ordre de 10 à 14% de M.S. sur rameaux non fructifères et de 9 à 13% de M.S. sur rameaux fructifères.

Ces variations sont constatées, également selon le porte-greffe étudié. Sur *bigaradier* et *Citrangé troyer*, nous avons obtenu les plus importantes teneurs. Alors que, *Poncirus pomey*, *Citrangé Carrizo*, *Poncirus Trifoliata* et *Citrumelo 4475*, semblent induire au clémentinier le même effet d'absorption en cet élément. Par contre, la plus faible absorption est enregistrée au niveau du clémentinier greffé sur *Citrus Taiwanica* et *Nasnanan*.

3.2.1.8 Le cuivre

Les niveaux foliaires du clémentinier, comparés aux normes (Tab.10 et 11), sont de 5 à 8% de M.S. sur rameaux non fructifères et de 4 à 6% de M.S. sur rameaux fructifères, pendant la première année d'étude.

En deuxième année d'étude, ces fluctuations sont de l'ordre de 4.5 à 7.7% de M.S. sur rameaux non fructifères et de 4 à 5.9% de M.S. sur rameaux fructifères.

Le *bigaradier*, *Poncirus trifoliata* et *Poncirus pomey*, ainsi que *Citrumelo 4475* semblent induire un effet d'absorption du Cu, relativement, élevé, comparé aux autres porte-greffe.

nasnanan et *Citrus taiwanica*, quant à eux, induisent les plus faibles teneurs. Alors que, *Citrangé troyer* et *carrizo*, ont le même effet d'absorption en cet élément. Ces teneurs peuvent être classées comme étant des teneurs intermédiaires entre les deux groupes précités.

3.2.1.9 Le fer

Les teneurs foliaires du clémentinier en Fe (Tab.24 et 25), comparées aux normes (Tab.10 et 11), appartiennent à la limite du bas et de l'optimum. Ces teneurs fluctuent en première année d'étude, entre 5.4 à 7.4% de M.S. sur rameaux non fructifères et de 5.5 à 6.8% de M.S. sur rameaux fructifères.

En deuxième année, elles sont de l'ordre de 5.2 à 7.2% de M.S. sur rameaux non fructifères et de 5.0 à 6.6% de M.S. sur rameaux fructifères.

porte-greffe		Manganèse (Mn)	Cuivre (Cu)	Zinc (Zn)	FER (Fe)
Bigar	RNF	16	7	14	70
	RF	14	5	13	59
C.Troy.	RNF	19	6	13	70
	RF	18	45	12	66
P.Trif.	RNF	21	7,5	12	60
	RF	20	5	11	57
C.Car.	RNF	19	7,5	12	72
	RF	17	4	10	59
P.pom.	RNF	20	6	12	64
	RF	19	5	11	62
Nasnaran	RNF	21	4,5	10	52
	RF	20	4	9,5	50
C.Taiw.	RNF	17	5,9	11	51
	RF	14	4	9	50
Cit. 4475	RNF	20	7,7	12	62
	RF	18	5,9	11	61

RNF : Rameaux non fructifères

RF : Rameaux fructifère .

Tableau.25: Résultats du diagnostic foliaire des oligo-éléments de la campagne 1991/1992

Les teneurs, les plus importantes, sont enregistrées sur le clémentinier greffé sur *Citrangé carrizo*. Elles sont de 7.4 à 6% et de 7.2% à 5.9% de M.S., respectivement, en première et en deuxième année d'étude sur rameaux non fructifères et fructifères.

Les teneurs sur *bigaradier* étaient de 7.1, 6.0, 7.0 et de 5.9% de M.S., respectivement sur rameaux non fructifères et fructifères pendant les deux années d'étude.

Les valeurs, les plus basses, sont obtenues sur le clémentinier greffé sur *nasnaran*. Elles sont de 5.5, 5.2, 5.1 et 5.0% de M.S. respectivement sur rameaux non fructifères et fructifères, pendant les deux années d'étude. Sur *Citrus taiwanica*, Elles sont de 5.5, 5.1, 5.0 et de 5.1% de M.S., respectivement sur rameaux non fructifères et fructifères pendant les deux années d'étude.

Poncirus pomeroy et *citrumelo 4475* induisent, quant à eux, des teneurs en Fe intermédiaires. Ils ont le même effet d'absorption en cet élément.

3.2.2 Discussion

Nous avons pu constater, que les teneurs en éléments minéraux des niveaux foliaires du clémentinier étaient, légèrement, plus bas pendant la deuxième année d'étude. Cette diminution semble être le résultat, tout à fait logique, de la non restitution des quantités puisées par la plante en ces éléments dans le sol.

Les analyses chimiques du sol nous montrent que les teneurs en N sont faibles. Cela est dû à une faible teneur en matière organique. De plus, nous avons remarqué que, durant ces deux années d'études, la fertilisation azotée est appliquée d'une façon anarchique, sans aucun contrôle des doses ni des périodes d'apports. Par conséquent, nous constatons que la teneur des feuilles en cet élément est faible. Par contre, nous avons constaté que la plante est bien alimentée en P, Ca et en Mg. Ces éléments existent dans le sol en quantités suffisantes.

Toutefois, nous avons constaté sur certains porte-greffe, tels que *Citrus taiwanica* et *nasnaran* des teneurs relativement faibles.

Quant aux oligo-éléments, le clémentinier présente un déficit, notamment, en Zn et en Mn. Malgré ce déficit, nous n'avons pas constaté des symptômes foliaires visuels. Par contre, les teneurs

enregistrées en Cu et en Fe, sont à la limite du bas et de l'optimum. Le déficit enregistré en ces éléments est le résultat, logique, de la conduite irrationnelle de la parcelle. Aucun apport en oligo-éléments n'a été effectué durant plusieurs années. Or, nous pouvons pallier à ce déficit par simple pulvérisation foliaire, comme le conseille, ainsi CASSIN & al. (1979), puisque les agrumes, en général, sont sensibles aux carences en oligo-éléments, notamment en Zn et Mn.

Quant à l'N, et pour remédier à ce manque, des apports d'engrais azotés étaient nécessaires, tout en respectant les doses et les époques d'apports ainsi que l'âge de la plante, comme nous l'avons indiqué dans le tableau 4.

Les teneurs foliaires en K sont relativement basses. Ceci est dû, essentiellement, au sol qui est pauvre en cet élément. Un apport d'engrais potassique est, donc, indispensable. Car, il conditionne, comme l'avaient souligné CASSIN & al. (1979); PRALORAN (1971) & LOUSSERT (1989), la qualité du fruit plus que tout autre élément.

Le diagnostic foliaire a révélé, en outre, que les porte-greffe étudiés du clémentinier, présentaient une différence entre eux, quant à la capacité d'absorption des éléments nutritifs. En effet, nous avons pu constater que les feuilles du clémentinier greffé sur *bigaradier* manifestaient une supériorité pour l'absorption du Ca, Zn et du Cu. Alors qu'il induisait une absorption moyenne en N, Mg et en Fe. Tandis que pour le P et le Mn, il apparaît que le *bigaradier* n'était pas efficace dans notre cas. Nos résultats, concernant l'efficacité d'absorption par le bigaradier du Ca, du Zn, du Cu et du Fe, sont semblables à ceux trouvés par MARCHAL & al. (1974); KAPLANSKI & al. (1986); CASSIN & al. (1975).

Contrairement à nos résultats, les mêmes auteurs précités, ont noté que le *bigaradier* absorbe efficacement le Mn. Cette différence d'observation est due probablement aux conditions pédo-climatiques du milieu d'étude.

Pour *Citrange troyer*, nos données ont indiqué que ce dernier induisait au clémentinier les teneurs les plus élevées en Mg, plus que les autres porte-greffe (Tab.22 et 23). En outre, il absorbait efficacement l'N, le Zn, le Cu et enfin le Fe, et moins efficacement le P, le K, le Ca et le Mn.

Nos résultats concordent avec ceux obtenus en Corse, par BLONDEL (1982); MARCHAL & al. (1974); CASSIN & al. (1975), notamment, en ce qui concerne le Mg, le Ca, le K, le P, le Mn et le Fe. Par contre, ils ne sont pas confirmés, quand il s'agit de l'absorption du Zn. En Corse, il semble que l'absorption de cet élément par le *Citrange troyer* est moins efficace.

Quant à *Poncirus trifoliata*, les feuilles du clémentinier étaient constamment riches en N, en K et en P, comparé au *bigaradier* et *Citrange troyer*. De plus, il absorbait efficacement le Cu, le Zn, le Mn et le Mg. Par contre, il induisait les plus faibles teneurs en Ca. Nos résultats concordent parfaitement avec ceux obtenus en Corse par MARCHAL & al. (1984); MARCHAL & al. (1974, 1975) & BLONDEL (1982).

Pour ce qui est de *Citrange carrizo*, ce dernier induisait au clémentinier une forte teneur, notamment, en N en Cu et en Fe. Il induisait, également des teneurs appréciables en K. Ces teneurs sont supérieures à celles induites par *Citrange troyer* et *bigaradier*, et inférieures à celles induites par *Poncirus trifoliata*. Il induisait, également une absorption en P supérieure à celle enregistrée sur *Citrange troyer* et *bigaradier*, et inférieure à celle sur *Poncirus trifoliata*. Par contre, il était moins efficace lorsqu'il s'agissait de l'absorption du Mg, du Ca et du Mn. Il avait le même effet que le *bigaradier*. La faiblesse d'absorption du Mn était due, probablement, comme l'avait souligné MORARD (1991), à l'antagonisme Fe-Mn (Tab. 6).

Les feuilles du clémentinier greffé sur *Poncirus pomey* étaient, constamment, plus riches en P par rapport aux autres porte-greffe. Il avait la même teneur en Cu, que sur *Poncirus trifoliata* et *bigaradier*. Il absorbait, efficacement, le Mn que *Poncirus trifoliata*, *Citrange troyer*, *bigaradier* et *Citrange carrizo*. L'absorption du Zn était semblable à celle sur *Citrange carrizo* et *Poncirus trifoliata*, et inférieure à celle sur *bigaradier* et *Citrange troyer*. Le K était mieux absorbé que sur *bigaradier*, et *Citrange troyer*. Son absorption était inférieure à celle sur *Poncirus trifoliata* et *Citrange carrizo*. Mais, nous avons obtenu de faibles teneurs, quant au Ca. Son absorption était identique à celle produite sur *Poncirus trifoliata* et *Citrange carrizo* et inférieure à celle sur *bigaradier* et *Citrange troyer*. Le Mg était mieux absorbé que sur

Citrance carrizo, et moins absorbé que sur *bigaradier*, *Citrance troyer* et *Poncirus trifoliata*.

Les résultats de l'analyse foliaire du clémentinier sur *Citrus taiwanica* ont indiqué, que sur ce porte-greffe, nous avons noté une bonne absorption d'N. Le même effet a été observé sur *Poncirus pomey*, *Citrance carrizo* et *Poncirus trifoliata*. Cette absorption était meilleure que celle sur *bigaradier* et *Citrance troyer*.

Le Mn était mieux absorbé sur le *Citrus taiwanica* que sur les autres porte-greffe.

Quant au Ca, son absorption était meilleure sur *Citrus taiwanica* que sur *Poncirus pomey*, *Citrance troyer* et *carrizo*. Mais elle était inférieure à celle sur *bigaradier*.

L'absorption en Mg était inférieure à celle sur *bigaradier*, *Citrance troyer* et *Poncirus trifoliata* et meilleure que celle sur *Citrance carrizo* et *Poncirus pomey*,

L'absorption en Zn était identique à celle sur *Poncirus pomey*, *citrance carrizo* et *Poncirus trifoliata*. Elle était inférieure que celle sur *Citrance troyer* et *bigaradier*.

L'absorption du Cu était inférieure à celle des autres porte-greffe. L'absorption du P et du K n'était pas efficace par rapport aux autres porte-greffe.

MARCHAL & al. (1974) ont remarqué que, les teneurs foliaires en Ca du *citronnier* greffé sur *Citrus taiwanica*, étaient relativement importantes. Ce qui a confirmé nos constatations sur le clémentinier du Cu et du Zn, et qui rappelons-le, présentait une absorption moyenne de ces deux éléments. Alors, qu'en Corse, les mêmes auteurs précités avait décelé de très faibles teneurs en ces éléments. Nous pouvons expliquer cette différence obtenue, soit par l'effet "milieu" soit par l'effet "greffon", et rappelons que les teneurs en éléments minéraux étaient différentes selon le type de rameau, le porte-greffe et, également selon le greffon utilisé, comme l'avaient souligné MARCHAL & al. (1984).

Lorsque le porte-greffe utilisé était *nasnaran*, les teneurs foliaires en ces éléments étaient plutôt moyennes à faibles. L'N était moins absorbé que sur les autres porte-greffe. Le Ca, dont la teneur était meilleure à celle enregistrée sur *Poncirus pomey*, *Citrance carrizo*, *Poncirus trifoliata* et *Citrance troyer* était inférieure à celle sur *bigaradier*.

L'effet du Zn était le même que celui produit sur *Poncirus pomeroy*, *Citrance carrizo* et *Poncirus trifoliata*. Mais, il était inférieur à celui produit sur *Citrance troyer* et *bigaradier*.

En outre, il induisait les plus faibles teneurs en P, en K, en Mn et en Fe, que sur les autres porte-greffe étudiés.

Citrumelo 4475 induisait de fortes teneurs en N. Le même effet a été enregistré sur *Poncirus trifoliata*, *Citrance carrizo*, *Poncius pomeroy* et *Citus taiwanica*. Le même effet, pour le Cu a été noté sur *Poncirus trifoliata*, *pomeroy* et sur *bigaradier*. Il présentait, également, une meilleure efficacité d'absorption du P. Le même effet est produit sur *Poncirus trifoliata*, Il était inférieur sur *Poncirus pomeroy* et supérieur par rapport aux autres porte-greffe.

L'absorption du K était identique à celle enregistrée sur *Citrance carrizo*, inférieure à celle sur *Citrance troyer*, et supérieure à celle sur les autres porte-greffe étudiés.

Le Zn était moins absorbé que sur *bigaradier*, et mieux absorbé que sur *Poncirus trifoliata*. Sur ce porte-greffe, nous avons observé la même absorption que celle sur *Citrance troyer*, *Citrance carrizo*, *Poncirus pomeroy*, *Citrus taiwanica* et *nasnaran*.

Par contre, il absorbait moins efficacement le Ca. Le même effet a été enregistré sur *Poncirus trifoliata*. Une meilleure absorption a été constatée par rapport au *nasnaran* et *Citrus taiwanica*, Cette absorption était inférieure à celle obtenue sur *bigaradier*, *Citrance troyer*, *Poncirus pomeroy* et *Citrance carrizo*.

En outre, il induisait de faibles teneurs en Mg que sur les autres porte-greffe à l'exception du *Citrance troyer* qui présentait alors, les plus faibles teneurs en cet élément.

En somme, nous pouvons avancer que les teneurs foliaires en N, P, et K du clémentinier greffé, notamment, sur *Poncirus trifoliata*, *Citrance troyer* et *bigaradier*, concordaient avec celles obtenues en Corse (Tab.9). Mais, elles n'étaient pas, toujours concordantes pour le Mn et le Zn. Ceci était, probablement, dû à la différence des conditions pédo-climatiques, et de l'âge des porte-greffe. Cette déduction est partagée, notamment, avec KAPLANKPAN & al. (1986).

En fin de compte, et selon CASSIN & al. (1974); MARCHAL & al. (1982); BLONDEL (1982), les différences morphologiques conférées au clémentinier par ces porte-greffe peuvent, en partie, expliquer la

différence des teneurs foliaires. Par exemple, *Poncirus trifoliata* exerce un effet de concentration de l'N, du P et du K, en réduisant les dimensions des feuilles.

Ainsi, les effets variés des différents porte-greffe étudiés, lors de cet essai, sur l'état nutritif du clémentinier sont, sans aucun doute, en rapport avec une capacité propre à chacun d'eux d'absorber certains éléments avec, plus ou moins, de facilités ou de les faire parvenir avec, plus ou moins, d'efficacité jusqu'aux feuilles.

A ce pouvoir différencié de fourniture, se superposent non moins certainement, des modifications métaboliques de la partie greffée (clémentinier). Celle-ci entraînent des différences dans la qualité des fruits, les dimensions des feuilles etc..., bien que le génome de la partie greffée reste le même. On peut se demander alors, si son expression dans un cadre d'un métabolisme modifié par l'association de tel ou tel porte-greffe, ne pourrait avoir pour conséquence de modifications des besoins en teneurs foliaires à l'égard de certains éléments minéraux. Ce qui nous entraînera, par conséquent, à nous demander si les normes établies par CHAPMAN (1943) & EMBLETON & al. (1963) ne seront pas revues dans les années à venir. En Corse, ces normes ne sont pas utilisées pour l'interprétation des analyses foliaires. Les chercheurs ont établi leurs propres normes (Tab. 12), pour le clémentinier greffé principalement sur *bigaradier*, *Poncirus trifoliata* et *Citrangle troyer*. Car, il existe une grande différence d'assimilabilité des éléments minéraux par ces trois porte-greffe.

En fonction de ces données, les méthodes de fertilisation doivent changer pour être modulées en fonction du pouvoir d'absorption du clémentinier, vis à vis de chaque élément, et du pouvoir d'exploration du sol manifesté par le porte-greffe choisi, afin d'assurer dans chaque cas une nutrition effective et correcte du clémentinier.

Il est à souligner, que deux échantillons des feuilles de clémentinier permettent, seulement, de déterminer des tendances à l'égard de l'absorption des éléments nutritifs par chaque porte-greffe. Il faut, surtout, se rappeler que dans tous les cas, les arbres du clémentinier sont encore jeunes. Ils ne donnent, actuellement que de faibles récoltes. Au stade adulte, il est possible que les modifications des rapports de croissance entre leurs différents organes influent sur l'assimilation de leurs feuilles.

Nous admettons, d'ores et déjà, avec CASSIN & al. (1979); CASSIN & al. (1975); MARCHAL & al. (1984), que l'un des critères de choix d'un porte-greffe, peut être aussi son aptitude à assimiler les éléments déficients, ou à ne pas se laisser gorger par les éléments excédentaires dans le sol du futur verger.

Source de variation	DOE	DOE	CM	F _{0,5}
Fact 1 (greffe)	1	100000	100000	100000
Fact 2 (sol)	2	100000	100000	100000
Fact 3 (greffe x sol)	3	100000	100000	100000
Fact 4 (greffe x sol x greffe)	4	100000	100000	100000
Fact 5 (greffe x sol x greffe x sol)	5	100000	100000	100000
Total				

Source de variation	DDL	SCE	CM	F _{obs}	F _{th}
Fact 1 p.greffe	7	6605606	94366	14751	0.000
Fact.2 greffon	1	6077520	8077521	97158	0.000
Blocs	9	494199	5491		
Fact.1*Fact.2	7	956856	1367	1267	0.00
Fact.1*blocs	63	4030176	6397		
F.1*F.2*blocs	63	679551	1079		
Total	159	20918730			

Tableau.26a. Analyse de variance appliquée aux résultats des mesures de la circonférence du tronc

3.3 Effet des huit porte-greffe sur le développement végétatif du clémentinier

3.3.1 Résultats

3.3.1.1 Moyenne du développement végétatif

* Greffon

L'analyse de la variance appliquée aux résultats, durant les sept années de mesure de la circonférence du tronc, nous a montré un effet très significatif. Pour chacune des années F observé est supérieure à F théorique (Tab.26 ω)

A l'issue de cette analyse, et lorsque nous avons été amenés à rejeter l'hypothèse d'égalité des moyennes, nous avons comparé les moyennes entre elles par la méthode de la plus petite différence significative (PPDS), utilisant le test de STUDENT.

** Résultats obtenus durant la première année

La comparaison multiple des moyennes (Ann.7 et Fig.15), nous a montré que la circonférence du tronc du clémentinier greffé sur *bigaradier* (10.6cm) était semblable à celle du clémentinier greffé sur:

- <i>Citrance troyer</i>	(12.25cm),
- <i>Poncirus trifoliata</i>	(9.30 cm),
- <i>Citrance carrizo</i>	(12.90 cm),
- <i>Poncirus pomeroy</i>	(10.35 cm),
- <i>Nasnaran</i>	(10.50 cm),
- <i>Citrumelo 4475</i>	(10.85 cm).

Par contre, elle était supérieure à celle du clémentinier greffé sur *Citrus taiwanica* (7.05cm).

La circonférence du tronc du clémentinier, greffé sur *Citrance troyer* était supérieure à celle du tronc du clémentinier sur *Citrus taiwanica*.

** Résultats obtenus durant la septième année

La comparaison multiple des moyennes (Ann.8 et Fig.17), nous a montré que, la circonférence du tronc du clémentinier greffé sur

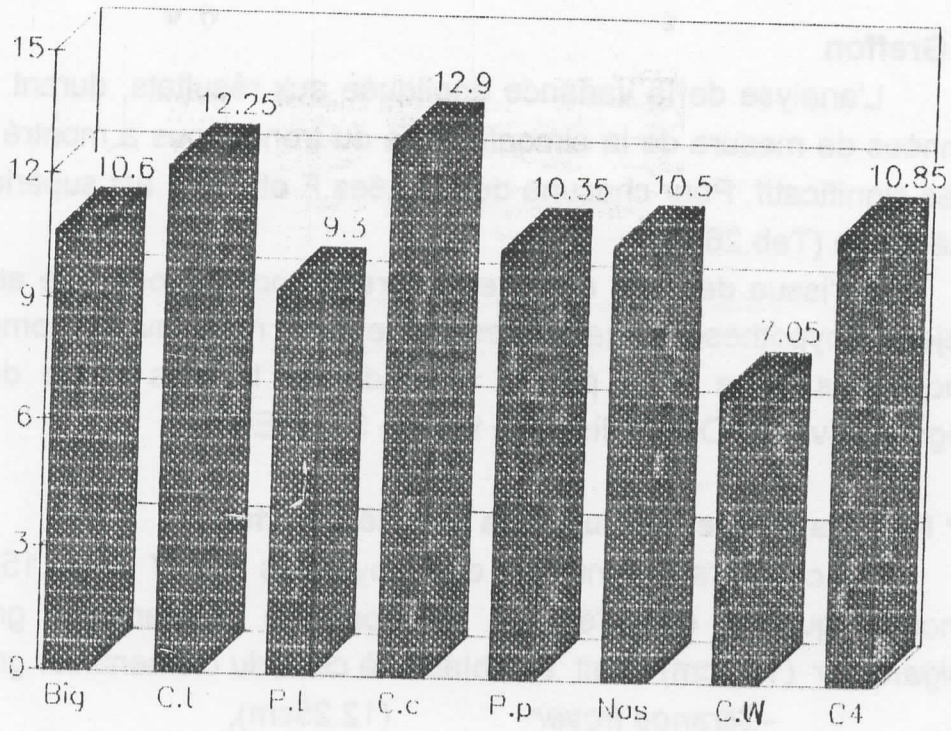


Figure.14: Effets des porte-greffe sur la circonférence (mm) du greffon à la première année après la plantation

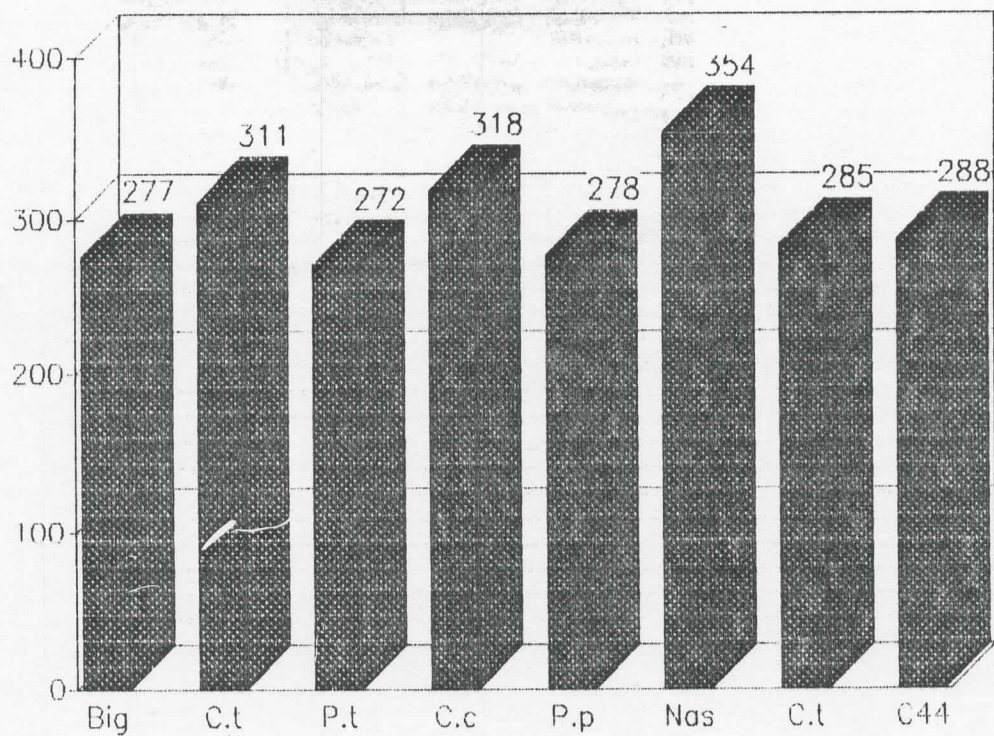


Figure.15: Effets des porte-greffe sur la circonférence (mm) du greffon à la septième année après la plantation

bigaradier (272cm) était semblable à celle du clémentinier greffé sur les autres porte-greffe étudiés à savoir:

- <i>Citrange troyer</i>	(311.40 cm),
- <i>Poncirus trifoliata</i>	(270.60 cm),
- <i>Citrange carrizo</i>	(318.40 cm),
- <i>Poncirus pomey</i>	(278.30 cm),
- <i>Nasanaran</i>	(350.20cm),
- <i>Citrus taiwanica</i>	(285.00 cm),
- <i>Citrumelo 4475</i>	(288.10 cm).

* Porte-greffe

** Résultats obtenus durant la première année

De la comparaison multiple des moyennes (Ann.9 et Fig.16), nous pouvons tirer que la circonférence du tronc du *bigaradier* (13,20 cm) était identique à celle de:

- <i>Citrange troyer</i>	(16.30 cm),
- <i>Poncirus trifoliata</i>	(15.80 cm),
- <i>Poncirus pomey</i>	(16.00 cm),
- <i>Nasnarán</i>	(15.00 cm).

Mais, elle était supérieure à celle de:

- <i>Citrange carrizo</i>	(17.35 cm),
- <i>Citrus taiwanica</i>	(8.95 cm),
- <i>Citrumelo 4475</i>	(17.15 cm).

La circonférence du porte-greffe *Citrange troyer* (16.30 cm) était semblable à celle de:

- <i>Poncirus trifoliata</i>	(15,80 cm),
- <i>Citrange carrizo</i>	(17.35 cm),
- <i>Poncirus pomey</i>	(16.00 cm),
- <i>Nasnarán</i>	(15.00 cm),
- <i>Citrumelo 4475</i>	(17.15 cm).

Par contre, elle était supérieure à celle de *Citrus taiwanica* (8.95 cm).

Quant à la circonférence de *Poncirus trifoliata*, elle était bien supérieure à celle du *Citrus taiwanica*, et identique à celles des autres porte-greffe restants.

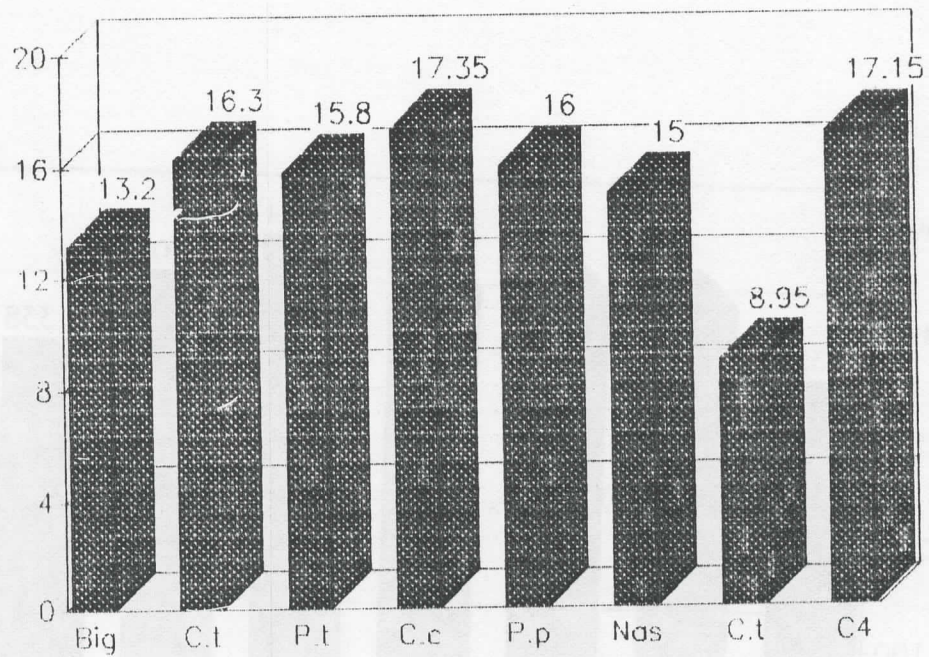


Figure.16: Effets des porte-greffe sur la circonférence (mm) du porte-greffe à la première année après la plantation

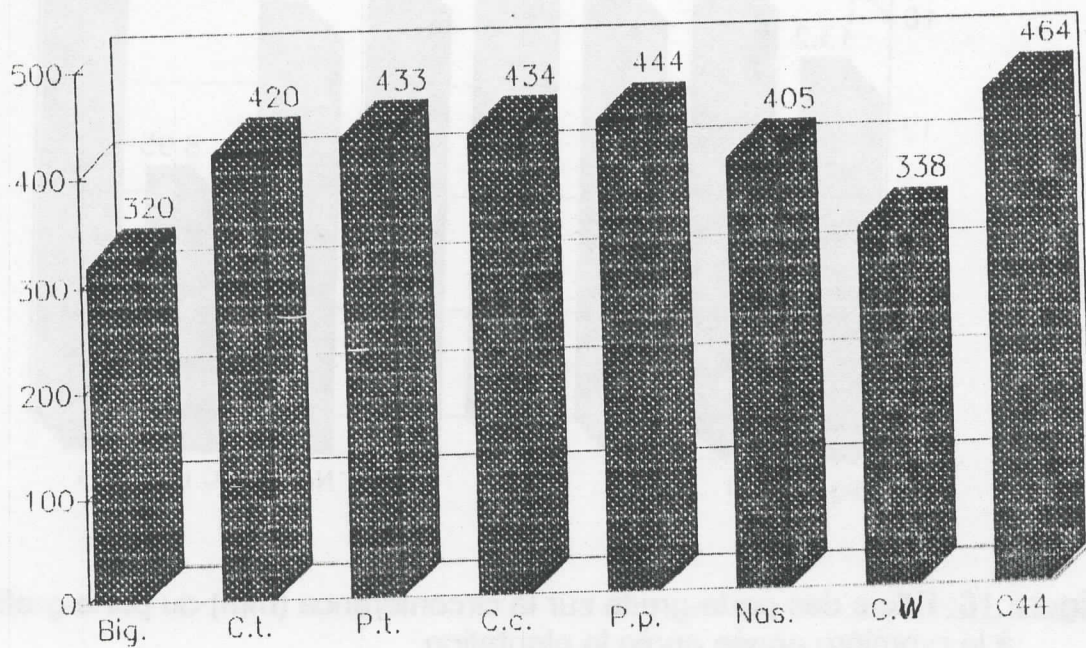


Figure.17: Effets des porte-greffe sur la circonférence (mm) du porte-greffe à la septième année après la plantation

La circonférence de *Citrangé carrizo* (17.35 cm) était supérieure à celle de *Citrus taiwanica* et semblable à celle de:

- Poncirus pomey*,
- *nasnaran*,
- *Citrumelo 4475*.

La circonférence de *Poncirus pomey* (16 cm) était semblable à celle de *nasnaran* et de *citrumelo 4475*. Par contre, elle était supérieure à celle de *Citrus taiwanica*.

La circonférence de *Nasnaran*, était semblable à celle de *citrumelo 4475*.

Enfin, la circonférence du *citrumelo 4475* était bien supérieure à celle de *Citrus taiwanica*.

**** Résultats obtenus durant la septième année**

La comparaison multiple des moyennes (Ann.10, Fig.17) démontre, clairement, que la circonférence du porte-greffe *bigaradier* (319.9 cm) était semblable à celle de:

- | | |
|------------------------------|--------------|
| - <i>Citrangé troyer</i> | (420.30 cm), |
| - <i>Poncirus trifoliata</i> | (436.90 cm), |
| - <i>Citrangé carrizo</i> | (433.80 cm), |
| - <i>Poncirus pomey</i> | (445.40 cm), |
| - <i>Nasnaran</i> | (402.30 cm), |
| - <i>Citrumelo 4475</i> | (288.10 cm). |

Cette circonférence était, par contre, bien inférieure à celle mesurée sur *Citrus taiwanica* (459.40 cm).

La circonférence du tronc de *Citrangé troyer* (420.30cm), était supérieure à celle enregistrée sur *Citrus taiwanica* (288.10 cm).

Quant à *Poncirus trifoliata*, sa circonférence était, également supérieure à celle notée sur *Citrus taiwanica*. Il en était de même pour *Citrangé carrizo* et *citrumelo 4475* comparés à *Citrus taiwanica*.

3.2.1.2 Taux annuels de croissance

*** Greffon**

D'une façon générale, nous avons constaté d'après l'annexe 11 et la figure 18, que le taux de croissance annuel du tronc, de la partie "clémentinier" augmentait, considérablement, après la troisième année

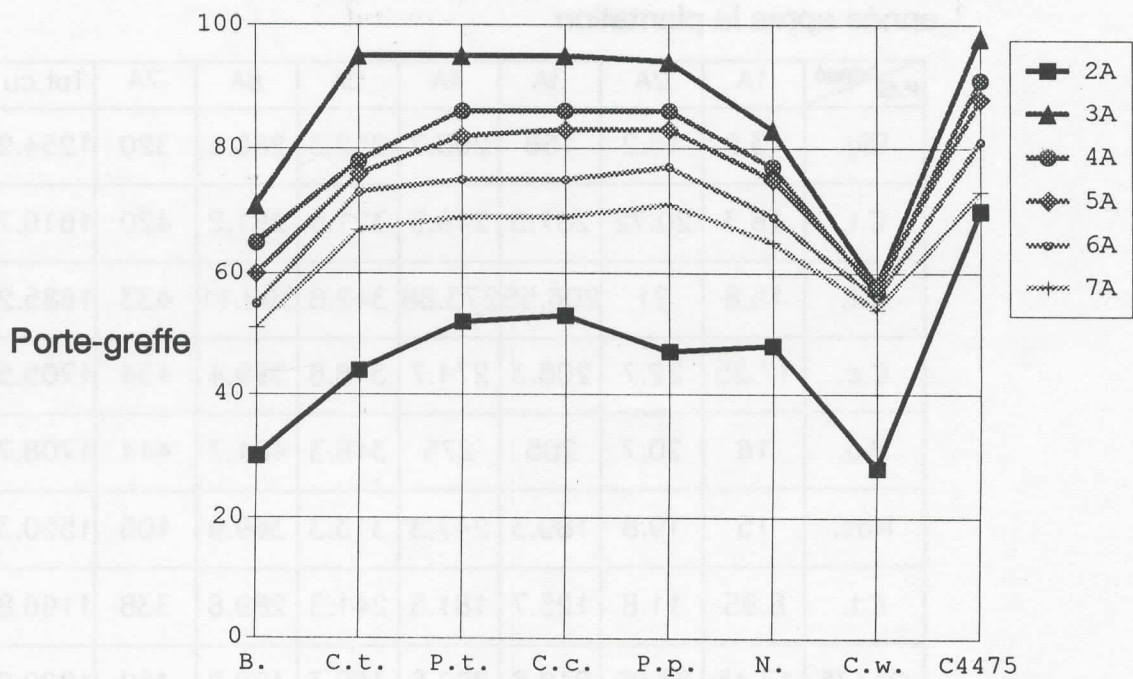
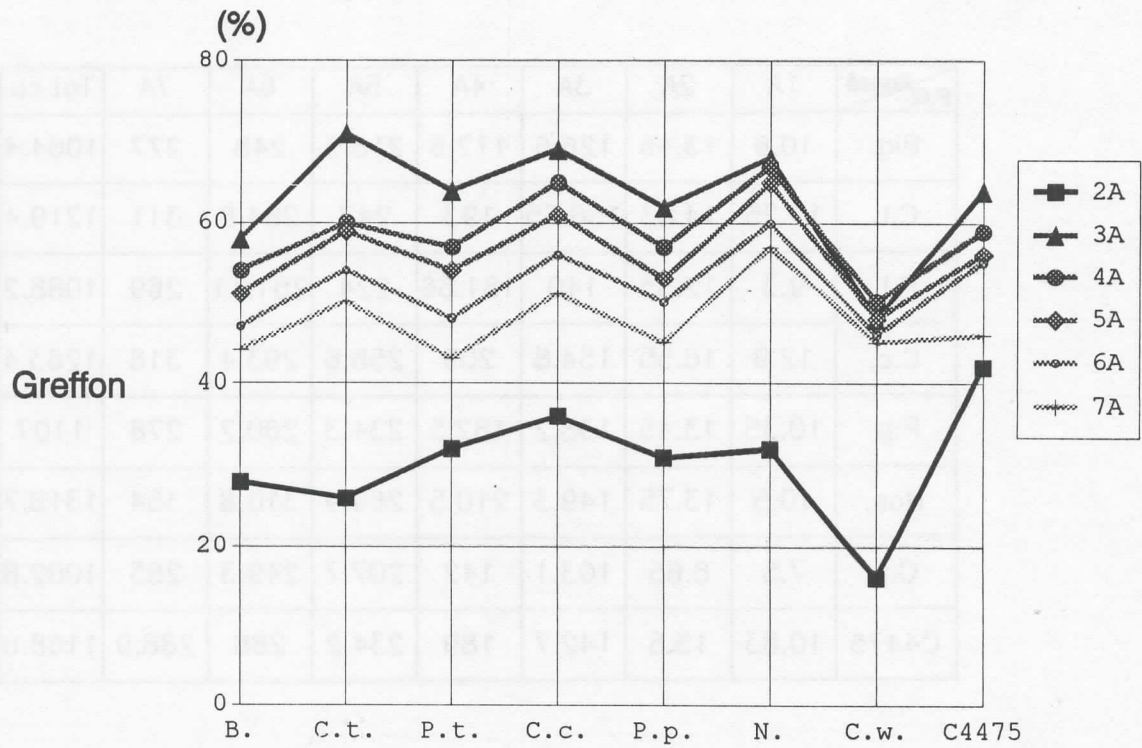


Figure 18: Taux annuel de croissance en % du développement annuel du greffon et du porte-greffe de la deuxième à la septième année de plantation.

P.G \ Année	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	Tot.cu	Ind b100 Big.
Big.	10.6	13.45	126.6	172.5	216.3	248	277	1064.4	100
C.t.	12.25	14.83	156.55	193	247	284.8	311	1219.4	115
P.t.	9.3	12.55	140	181.66	224	251.11	269	1088.2	102
C.c.	12.9	16.55	154.8	209	258.6	293.4	318	1263.4	119
P.p.	10.35	13.45	138.2	182.5	234.3	260.2	278	1107	104
Nas.	10.5	13.75	149.3	210.5	269.9	310.8	354	1318.7	124
C.t.	7.5	8.65	103.1	142	207.7	249.3	285	1002.8	94
C4475	10.83	15.5	142.7	189	234.2	288	288.9	1168.6	110

Tableau.26 Circonférences du greffon (mm) de la première à la septième année après la plantation

P.G \ Année	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	Tot.cu	Ind b100 Big.
Big.	13.2	16.2	156	208.7	252.3	288.5	320	1254.9	100
C.t.	16.3	20.72	207.5	249.5	321.9	381.2	420	1616.7	129
P.t.	15.8	21	206.55	273.88	342.8	392.11	433	1685.2	134
C.c.	17.35	22.7	208.3	274.7	348.6	399.4	434	1705.5	136
P.p.	16	20.7	205	275	346.3	401.7	444	1708.7	136
Nas.	15	19.8	180.3	247.3	313.3	369.9	405	1550.3	123
C.t.	8.95	11.8	125.7	181.5	241.3	289.6	338	1196.8	95
C4475	17.15	24.20	219.6	292.5	368.3	422.2	459	1802.9	144

Tableau.27: Circonférences du porte-greffe (mm) de la première à la septième année après la plantation

de plantation et diminuait progressivement à partir de la quatrième année.

Les taux annuels de croissance, les plus élevés ont été obtenus sur *Citrange troyer* avec 71 %, *Citrange carrizo* avec 69 %, *nasnaran* avec 68 %, *Poncirus trifoliata* et *citrumelo 4475* avec 64 %, et sur *Poncirus pomeroy* avec 62 %.

Quant aux taux annuels de croissance les plus bas, ils étaient obtenus sur *Citrus taiwanica* avec 48%, et sur *bigaradier*. Le clémentinier présentait un taux de croissance intermédiaire avec 56 %.

* Porte-greffe

Nous avons constaté, d'après l'annexe 11 et la figure 18, que le taux annuel de croissance augmentait jusqu'à la troisième année, après la plantation et diminuait après la quatrième année.

Après trois années de plantation, le taux annuel de croissance le plus élevé était enregistré sur *citrumelo 4475* avec 98 %. Il était suivi du *Citrange carrizo*, *Poncirus trifoliata* et *Citrange troyer* avec 95 %, et enfin du *Poncirus pomeroy* avec 94%.

Des taux intermédiaires ont été enregistrés sur *nasnaran* avec 83 % et *bigaradier* avec 71 %. Tandis que le taux le plus faible était représenté sur *Citrus taiwanica* avec 58%.

** Cumul des sept années de plantation

Les résultats consignés dans le tableau 26b montrent que la croissance cumulée de la circonférence du tronc, pendant les sept années après la plantation, et comparée à celle du *bigaradier*, était beaucoup plus importante quand le clémentinier était greffé sur *nasnaran*. Son indice de croissance était de 124 %. Il est suivi par ceux de *Citrange carrizo* avec 119 %, *Citrange troyer* avec 115 % et *citrumelo 4475* avec 110 %.

Par contre, le plus faible indice constaté était sur *Citrus taiwanica* avec 94%.

Quant au clémentinier, greffé sur *Poncirus trifoliata* et *Poncirus pomeroy* et enfin sur *bigaradier*, leurs indices se rapprochaient. Ils étaient respectivement de 102, 104 et 100 %.

P.greffe	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A
B.	18	15	16	14	14	11	13
C.t.	13	9	9	29	28	23	23
P.t.	16	14	14	13	9	15	7
C.c.	12	11	14	14	11	13	13
P.p.	28	18	14	12	10	16	9
N	21	21	19	16	11	10	8
C.t.	10	21	15	15	10	9	9
C4475	14	11	12	12	5	13	16

Tableau.28: Coefficients de variation de la mesure de la circonférences du tronc (mm) du greffon de la première à la septième année après la plantation.

* Porte-greffe

Selon les données consignées dans le tableau 27, nous avons constaté que la meilleure croissance cumulée, de la circonférence du tronc de la partie porte-greffe traduite par un indice, et comparée à celle du *bigaradier*, était obtenue sur *citrumelo* 4475 avec 144 %. Elle est suivie par celle de *Poncirus pomeroy*, *Citrance carrizo* avec 136%, et enfin *Poncirus trifoliata* avec 134%.

Cependant, le plus faible indice était obtenu sur *Citrus taiwanica* avec 95 %. Alors que, le *bigaradier*, *Citrance troyer* et *nasnaran*, ils présentaient des indices de croissance cumulés intermédiaires. Ils étaient respectivement de 100, 129 et 123 %.

** Etat d'homogénéité des plants

Les coefficients de variation consignés dans le tableau 28 et 29, traduisent l'état d'homogénéité de chaque plant du clémentinier greffé sur chaque porte-greffe de la première année jusqu'à la septième année après la plantation, et ce, sur les deux parties étudiées: greffon et porte-greffe.

* Greffon

A la première année de plantation, et entre les arbres du clémentinier greffés sur les huit porte-greffe; objet de notre étude, le coefficient de variation fluctuait entre 10 et 28 (Tab.28). Les taux les plus élevés ont été enregistrés sur:

- Poncirus pomeroy* (28),
- Nasnaran* (21),
- Bigaradier* (18),
- Poncirus trifoliata* (16),
- Citrumelo* 4475 (14).

Cependant, les coefficients de variation les plus faibles, étaient enregistrés sur:

- Citrumelo* (10),
- Citrance carrizo* (12),
- Citrance troyer* (13).

A la deuxième année après la plantation, les coefficients de variation variaient entre 9 et 21. Les coefficients les plus élevés étaient obtenus sur:

- Nasnaran (21),
- Citrus taiwanica* (21),
- Poncirus pomeroi* (18),
- Bigaradier (15),
- Poncirus trifoliata* (14).

Tandis que les plus faibles coefficients de variation (CV) étaient enregistrés sur:

- Citrumelo 4475 (11),
- Citrange carrizo (11),
- Citrange troyer (9).

A la troisième année, après la plantation, les CV fluctuaient entre 9 et 19. Les plus importants étaient obtenus sur le clémentinier greffé sur:

- Nasnaran (19),
- Bigaradier (16),
- Citrus taiwanica* (15),
- Bigaradier (14).

Par contre, les plus faibles CV étaient obtenus sur:

- Poncirus trifoliata* (13),
- Poncirus pomeroi* (12),
- Citrumelo 4475 (12).

A la cinquième année, les CV étaient compris entre 5 et 28. Les plus importants étaient enregistrés sur le clémentinier greffé sur:

- Citrange troyer (28),
- Bigaradier (14).

Tandisque les plus faibles CV étaient représentés par le clémentinier greffé sur:

- Citrange carrizo (11),
- Nasnaran (11),
- Poncirus trifoliata* (9),
- Poncirus pomeroi* (10),
- Citrus taiwanica* (10),
- Citrumelo 4475 (5).

A la sixième année, la fluctuation des CV était entre 9 et 23. Les plus élevés étaient notés sur le clémentinier greffé sur:

- Citrange troyer (23),
- *Poncirus trifoliata* (15),

Porte-greffe considérés	CV 1année	CV 2année	CV 3année	CV 4année	CV 5année	CV 6année	CV 7année
Bigaradier	15	16	15	13	11	10	11
Cit.troyer	12	13	9	27	26	24	22
Ponc.trif	6	6	13	10	7	4	5
Citr.carr.	7	9	9	10	8	9	10
P.Pomeroy	16	15	11	9	15	10	8
Nasnaran	17	16	16	15	9	8	5
Citr.taïw.	19	19	18	12	10	7	16
Citr.4475	10	10	10	10	11	12	13

Tableau.29: Coefficients de variation des mesures de la circonférence du tronc du porte-greffe durant les 7 années de plantation

- *Poncirus pomeroy* (16),
- *Citrumelo 4475* (13).

Par contre, les plus faibles CV étaient représentés chez le clémentinier greffé sur:

- *Nasnaran* (10),
- *Bigaradier* (11),
- *Citrumelo 4475* (9).

A la septième année après la plantation, les CV variaient entre 7 et 23. Les plus élevés étaient représentés sur:

- *Citrangle troyer* (23),
- *Citrumelo 4475* (16).

Lorsque le clémentinier était greffé sur *bigaradier*, *Citrangle carrizo*, *Poncirus pomeroy*, *Citrus taiwanica*, *nasnaran* et *Poncirus trifoliata*, leurs coefficients de variations étaient respectivement de 13, 9, 8 et 7.

Le tableau 28 nous montre, que les plants du clémentinier greffés sur un même porte-greffe, présentaient des CV fluctuant d'année en année. Ces derniers avaient tendance à baisser, durant la septième année. Toutefois sur *Citrangle troyer*, nous avons constaté une stagnation. Sur *citrumelo 4475*, nous avons noté le CV plus élevé en cette année.

* Porte-greffe

Selon le tableau 29, les plants du clémentinier greffés sur *bigaradier*, présentaient un état d'homogénéité variable d'une année à une autre. Les CV étaient alors, plus importants durant les quatre premières années, et plus faibles de la cinquième à la septième année.

Par contre, les plants du clémentinier greffés sur *Citrangle troyer* avaient des coefficients de variation qui traduisaient l'état d'homogénéité de la partie porte-greffe. Ils étaient plutôt faibles durant les trois premières années, et plus importants de la quatrième à la septième année.

Sur *Poncirus trifoliata*, bien que le CV fluctuait d'année en année, la partie porte-greffe du clémentinier restait homogène. Elle ne variait que de très peu. Il en était de même pour *Citrangle carrizo*.

Sur *Poncirus pomeroy*, le CV représentait un état d'homogénéité de la partie considérée. Il était variable d'une année à une autre.

P.greffe	Croi.du gref.(cm)	Croi.du p.gref.(cm)	Test
Big.	10.66	13.2	NS
C.t.	12.25	16.30	DS
P.t.	9.30	15.80	DS
C.c.	12.9	16	DS
P.p.	10.50	8.95	NS
C.t.	7.05	17.15	DS
C4475	10.85	17.15	

Tableau.30: Affinité obtenue entre le greffon et le porte-greffe après une année de plantation.

Sur *Nasnaran*, le CV était plus élevé durant les quatre premières années et plus faibles au cours des trois dernières années.

Sur *Citrus taiwanica*, les CV étaient plus importants durant les trois premières années et plus faibles durant la quatrième, la cinquième et la sixième année. Cependant, en septième année ce dernier était plus élevé.

Sur *citrumelo 4475*, le CV était faible et plus ou moins identique, et ce d'année en année.

**** L'affinité entre le greffon et porte-greffe**

L'analyse de la variance appliquée, à l'ensemble des résultats obtenus durant les sept années (Tab.26), nous a montré qu'il y'a une différence significative entre le greffon et les différents porte-greffe. A l'issue de ce résultat, nous avons comparé les moyennes, deux à deux des deux parties étudiées, par la méthode de la PPDS. Le résultat non significatif exprime l'affinité entre le porte-greffe et le greffon

**** Résultats obtenus après une année de plantation**

La comparaison multiple des moyennes (Tab.30), nous a montré qu'une certaine affinité était obtenue entre le clémentinier et les porte-greffe suivants:

- *Bigaradier*,
- *Citrus taiwanica*.

Toutefois, nous avons constaté que cette affinité n'existait pas entre le clémentinier et les porte-greffe suivants:

- *Citrangle troyer*,
- *Poncirus trifoliata*,
- *Citrangle carrizo*,
- *Poncirus pomey*,
- *Nasnaran*,
- *Citrumelo 4475*.

**** Résultats obtenus après la deuxième année de plantation**

La comparaison multiple des moyennes (Tab.31), nous fait ressortir les mêmes constatations que celles émises au cours de la première année d'étude.

P.greffe	Croi. gref (cm)	Croi.p.g (cm)	Test
Big.	13.45	16.20	NS
C.t.	14.95	21.05	DS
P.t.	12.55	21.00	DS
C.c.	16.55	22.70	DS
P.p.	13.45	20.70	NS
Nas.	13.75	19.80	DS
C.I.	8.65	11.80	DS
C4475	15.05	24.20	DS

Tableau 1: Résultats obtenus après la deuxième année de plantation

Résultats obtenus après la deuxième année de plantation. La comparaison multiple des moyennes (Tab 3), nous fait ressortir les mêmes constatations que celles émises au cours de la première année d'étude.

**** Résultats obtenus après la troisième année de plantation.**

La comparaison multiple des moyennes (Tab. 32), nous a permis de noter, qu'une certaine affinité était obtenue entre le clémentinier et les porte-greffe suivants:

- *Bigaradier*,
- *Nasnaran*,
- *Citrus taïwanica*.

Par contre, le clémentinier greffé sur les autres porte-greffe, tels que *Citrangle troyer*, *Poncirus trifoliata*, *Citrangle carrizo*, *Poncirus pomey* et *citrumelo 4475* ne présentaient pas d'affinité avec ces derniers.

**** Résultats obtenus après la quatrième année de plantation**

La comparaison multiple des moyennes (Tab.33), nous a permis de déduire les mêmes constatations, que celles émises durant la troisième année de plantation.

**** Résultats obtenus après la cinquième année de plantation**

La comparaison multiple des moyennes (Tab.34), nous a montré que le clémentinier présentait une affinité avec les porte-greffe suivants:

- *Bigaradier*,
- *Nasnaran*,
- *Citrus taïwanica*.

Alors, qu'avec les autres porte-greffe, cette affinité n'existait pas, il s'agit de:

- *Citrangle troyer*,
- *Poncirus trifoliata*,
- *Citrangle carrizo*,
- *Poncirus pomey*,
- *Citrumelo 4475*.

**** Résultats obtenus après la sixième année de plantation**

La comparaison multiple des moyennes (Tab.35), nous a indiqué qu'il n'y a pas d'affinité entre le clémentinier et les porte-greffe suivants:

- *Poncirus trifoliata*,
- *Citrangle carrizo*,

P.Greffe	Croissance du greffon (cm)	croissance du p.greffe(cm)	Test
Big.	126	156	NS
C.t.	156.9	207.4	DS
P.t.	141	208.9	DS
C.c.	154.8	208.3	DS
P.p.	138.2	204.3	DS
N.	149.3	180.3	NS
C.t.	103.1	125.7	NS
C4775	142.7	219.6	DS

Tableau.32: Affinité entre le clémentinier et les différents porte-greffe après la troisième année de plantation

P.Greffe	Croissance du greffon (cm)	croissance du p.greffe(cm)	Test
Big.	172.5	208.7	NS
C.t.	193.5	249.5	DS
P.t.	183	277.0	DS
C.c.	209	274.7	DS
P.p.	182.5	275	DS
N.	207.5	243	NS
C.t.	142	181.5	NS
C4775	189	292.5	DS

Tableau.33 : Affinité entre le clémentinier et les différents porte-greffe après la quatrième année de plantation

Porte-greffe	Croissance du greffon (cm)	Croissance du P.greffe (cm)	Test
B.	216.3	252.3	NS
C.l.	247.5	321.9	DS
P.t.	225.6	243.6	DS
C.c.	258.6	248.6	DS
P.p.	223.3	236.3	DS
N.	269.9	313.3	NS
C.t.	207.7	241.3	NS
C4775	244.2	368.3	DS

Tableau.34: affinité entre le clémentinier et les différents porte-greffe après la cinquième année de plantation

Porte-greffe	Croissance du greffon (cm)	Croissance du P.greffe (cm)	Test
B.	246.1	288.5	NS
C.t.	278.8	381.2	NS
P.t.	228.8	392.9	DS
C.c.	293.4	399.4	DS
P.p.	260.2	401.7	DS
N.	310.8	354.9	NS
C.t.	249.3	289.6	NS
C4775	263	422.2	DS

Tableau.35: affinité entre le clémentinier et les différents porte-greffe après la sixième année de plantation

Porte-greffe	Croissance du greffon (cm)	Croissance du P.greffe (cm)	Test
B.	272	319.9	NS
C.t.	311.4	420.3	NS
P.t.	270.6	436.9	DS
C.c.	318.4	433.8	NS
P.p.	278.3	445.4	DS
N.	350.2	402.3	NS
C.t.	285	288.1	NS
C4775	288.1	459.4	DS

Tableau.36: affinité entre le clémentinier et les différents porte-greffe après la septième année de plantation

- *Poncirus pomeroi*,
- *Citrumelo 4475*.

Néanmoins, nous avons constaté qu'il y'a une affinité entre le clémentinier et les porte-greffe suivants:

- *Bigaradier*,
- *Citrang troyer*,
- *Nasnaran*,
- *Citrus taiwanica*.

**** Résultats obtenus après la septième année de plantation**

La comparaison multiple des moyennes (Tab.36), nous a montré qu'une certaine affinité était obtenue entre le clémentinier et les porte-greffe suivants:

- *Bigaradier*,
- *Citrang troyer*,
- *Citrang carrizo*,
- *Nasnaran*,
- *Citrus taiwanica*.

Alors que, le clémentinier sur les autres porte-greffe ne présentaient pas d'affinité. Il s'agit de:

- *Poncirus trifoliata*,
- *Poncirus pomeroi*,
- *Citrumelo 4475*.

3.2.2 Discussion

Les résultats obtenus sur les paramètres étudiés, du développement végétatif du clémentinier greffé sur les huit porte-greffe, nous indiquent que d'une façon générale, le rythme de croissance moyenne sur le greffon et le porte-greffe n'était pas synchrone. Effectivement, nous avons pu constater qu'en première année de plantation, *Citrang carrizo*, comparé à *Citrus taiwanica*, présentait la meilleure croissance moyenne sur les deux parties étudiées. Alors, qu'en septième année, après la plantation, le porte-greffe prenait de l'ampleur au détriment de la partie "clémentinier". Son taux de croissance annuel augmentait en troisième année. Ensuite, une régression lente était notée à partir de la quatrième année jusqu'à la septième année de plantation. Quant à son CV, il indiquait que les

plants étaient plus ou moins homogènes au moment de la plantation, jusqu'à la septième année.

La croissance moyenne de *Citrangé troyer*, comparée à celle de *Citrus taiwanica* était inférieure à celle enregistrée sur *Citrangé carrizo*. Elle était supérieure à celles notées sur *bigaradier*, *nasnaran*, et *citrumelo 4475*. De plus, nous avons constaté que la croissance moyenne du tronc de la partie porte-greffe, était importante, comparée à celle de la partie "clémentinier" qui était moins marquée que celle enregistrée sur *Citrangé carrizo*. Par contre, son taux de croissance variait d'une année à l'autre et ce, pour les deux parties considérées. A la troisième année de plantation, il présentait le taux de croissance annuel, le plus élevé sur la partie "clémentinier". Quant à la partie porte-greffe, en troisième année après la plantation, son taux de croissance était comparable à celui de *Citrangé carrizo* et *Poncirus trifoliata*, puis régresse par la suite.

En outre, les plants du clémentinier greffés sur ce porte-greffe étaient, plus ou moins, homogènes à la première année de plantation. Par contre, nous avons constaté que ces plants à la septième année présentaient une très grande hétérogénéité. Le plus important CV a été enregistré, par rapport aux autres porte-greffe et ce, sur les deux parties étudiées.

Poncirus trifoliata, à la première année, induisait au greffon une croissance moyenne des plus faibles, comparée à celle enregistrée sur *Citrangé carrizo*. Tandis que, la croissance moyenne du porte-greffe, comparée à celle de *Citrus taiwanica*, était plus importante, mais moins que celle enregistrée sur *Citrangé carrizo*, *citrumelo 4475*, *Citrangé troyer* et *Poncirus pomeroi*.

Le taux de croissance annuel, du clémentinier était moins important que celui enregistré sur les deux précédents porte-greffe. Alors, que celui du porte-greffe, et en troisième année de plantation, il était comparable à celui de *Citrangé troyer* et *carrizo*. Ce qui nous amène à noter, que ce porte-greffe induit au clémentinier une faible vigueur, comparée aux deux autres porte-greffe.

Les plants du clémentinier greffés sur ce porte-greffe étaient homogènes de la première année jusqu'à la septième année de plantation.

La croissance moyenne du *Poncirus pomeroi* conférée au greffon était comparable à celle des autres porte-greffe étudiés. Toutefois, comparée au *Citrus taiwanica*, elle était meilleure à celle enregistrée sur *Poncirus trifoliata* et *nasnaran*, et moindre que celle notée sur *Citrangé troyer*, *Citrangé carrizo*, *citrumelo 4475* et ce, en première année de plantation. En septième année de plantation, la vigueur conférée au greffon était comparable à celle des autres porte-greffe. Par contre, la croissance moyenne du porte-greffe, comparée à celle de *Citrus taiwanica* était plus importante que celles enregistrées sur *Citrangé carrizo*, *citrangé troyer*, *Poncirus trifoliata* et moins que celles constatées sur *citrumelo 4475*. Son taux de croissance annuel était variable, durant les sept années après la plantation. Sur le Clémentinier, il était moins important que celui obtenu sur les porte-greffe précédents. A la quatrième année, il était comparable à celui du *Poncirus trifoliata*. Puis il régressait par la suite.

Tandis que sur la partie porte-greffe, ce taux était comparable en quatrième année de plantation à celui de *Poncirus trifoliata* et de *Citrangé carrizo*. A la première année, les plants du clémentinier greffés sur *Poncirus pomeroi* étaient très hétérogènes. Leurs coefficients de variations étaient de l'ordre de 27 %. Alors, qu'en septième année de plantation, les plants étaient devenus parfaitement homogènes.

Quant au *nasnaran*, et comparé au *Citrus taiwanica*, sa croissance moyenne conférée au clémentinier, durant la première année de plantation, était moins importante que celle enregistrée sur *bigaradier*, *Citrangé troyer*, *carrizo* et *citrumelo 4475*.

Tandis que, sur le greffon, la croissance moyenne était des plus faibles par rapport à celles de *Citrangé troyer*, *Poncirus trifoliata*, *citrangé carrizo*, *Poncirus pomeroi* et *Citrumelo 4475*. Sur la partie porte-greffe, la croissance moyenne était des plus faibles par rapport à *Citrangé troyer*, *Poncirus trifoliata*, *Citrangé carrizo*, *Poncirus pomeroi* et *citrumelo 4475*, lorsque nous les comparons à *Citrus taiwanica*.

A la septième année de plantation, nous avons enregistré une croissance moyenne, comparable aux autres porte-greffe, et ce, sur les deux parties étudiées. De plus, le taux annuel de croissance n'a varié que très peu, durant les sept années de plantation, pour la partie porte-greffe.

Pour ce qui est de la partie "greffon", celle-ci et d'une façon générale était plus importante. A la deuxième année de plantation, ce taux était comparable à celui de *Poncirus trifoliata*. Alors qu'à partir de la troisième année, il était devenu le plus important taux de croissance annuelle par rapport aux autres porte-greffe étudiés. Les plants du clémentinier greffés sur ce porte-greffe étaient très hétérogènes à la première année de plantation. Par contre, à la septième année, le degré de variabilité, entre les plants avait baissé considérablement. C'est la raison pour laquelle, nous avons jugé que les plants greffés sur ce porte-greffe étaient, relativement, homogènes.

Citrus taiwanica, est le porte-greffe qui a conféré au clémentinier la plus faible vigueur à la première année de plantation, que celle enregistrée sur *bigaradier*, *Citrangle troyer*, *Citrangle carrizo*, *nasnaran* et *Citrumelo 4475*. Alors qu'en septième année de plantation, ce même porte-greffe a conféré au greffon une vigueur comparable aux autres porte-greffe. Il en était de même pour la partie "porte-greffe". Etant donné, que son taux de croissance annuel était des plus faibles, notamment sur la partie "clémentinier", Nous sommes amenés à souligner, que ce porte-greffe a conféré au clémentinier la plus faible vigueur, par rapport aux autres porte-greffe. Cependant, celui-ci présentait l'avantage d'offrir un CV des plus bas, révélant ainsi la très grande homogénéité des plants de la première à la septième année de plantation.

Citrumelo 4475, était l'un des plus importants porte-greffe. Il a conféré au clémentinier la meilleure vigueur, par rapport à celle constatée sur *bigaradier*, *nasnaran* et *Citrus taiwanica*, et moindre que celle sur *Citrangle carrizo* et *Citrangle troyer*, et ce, à la première année de plantation.

A la septième année après la plantation, ce porte-greffe a conféré au clémentinier la même vigueur que celle enregistrée sur les autres porte-greffe étudiés. Pour ce qui est de la partie "Porte-greffe", la croissance moyenne du tronc était des plus importantes en première année d'observation. A la septième année, elle était supérieure à celle enregistrée sur *bigaradier*, *Citrangle troyer*, *Poncirus trifoliata*, *Citrangle carrizo* et *Poncirus pomeroi*. Son taux de croissance annuel progressait en troisième année. A partir de la quatrième année, il régressait et ce, sur les deux parties étudiées. Néanmoins, nous pouvons noter que le

taux de croissance du tronc du porte-greffe était le plus important, comparé à ceux des autres porte-greffe et ce, durant les sept années d'observation. Ce qui peut signifier que la partie "porte-greffe", croît considérablement au détriment de la partie "clémentinier".

Enfin, le *bigaradier* a conféré au clémentinier une plus faible vigueur sur les deux parties étudiées, et durant les sept années de plantation, comparé aux *Citrangé carrizo* et *Citrumelo 4475*. A la première année de plantation, les plants du clémentinier greffés sur ce porte-greffe étaient très hétérogènes, alors qu'en septième année ces derniers étaient devenus plus ou moins homogènes.

Nous avons pu constater, que le taux de croissance annuel des porte-greffe étudiés en général, augmentait considérablement à la troisième année, pour diminuer après la quatrième année de plantation. Ceci semble être dû, comme l'avaient souligné GUIRBAL (1979); LOUSSERT (1989), aux causes suivantes:

- au stade juvénile, l'arbre possède une très grande potentialité de croissance dans les conditions favorables à son développement, à ce stade, les arbres en général, consacrent leur potentiel de croissance au développement rapide de leur structure, la fructification étant nulle ou négligeable,

- à l'âge adulte, lorsque l'arbre a déjà formé son armature de charpente, la fructification intervient progressivement et l'activité des arbres est, alors, répartie entre la production de bois et celle du fruit, par conséquent, la croissance végétative commence à régresser, alors que la production du fruit augmente.

Ces indications nous permettent, et selon nos résultats, de distinguer trois étapes de la vie du clémentinier sous nos conditions d'étude.

- Première étape: durant les trois premières années, il y'a chez le clémentinier, greffé sur les huit porte-greffe, une prédominance de la croissance végétative, alors que la fructification était nulle.

- Deuxième étape: à l'âge de 4 à 5 ans, la croissance végétative continuait en même temps que la fructification s'intensifiait.

- Troisième étape: à partir de la sixième année, la fructification devenait plus importante, alors que la croissance végétative ralentissait.

Ceci nous permet de comprendre l'importance de l'entretien, et de la conduite du clémentinier durant les trois ou quatre premières années après la plantation.

Nous estimons, que l'effet dépressif d'un manque d'entretien, durant les premières années sur le rendement d'un verger de clémentinier, n'est pas compensé même par un maximum de soins plus tard.

Après sept années de plantation, la croissance cumulée indique que le *nasnaran* confère au clémentinier la meilleure vigueur. Il est suivi par *Citrance carrizo*, *Citrance troyer*, *citrumelo 4475* et enfin par *Poncirus pomeroy*. Alors que, les plus faibles vigueurs étaient conférées par *Poncirus trifoliata*, *bigaradier* et *Citrus taiwanica*. De ce fait, nous confirmons les constatations émises par BLONDEL (1974) qui a souligné plus particulièrement, le très grand intérêt de l'utilisation de *Citrance carrizo* comme porte-greffe du clémentinier. Il est suivi de *Citrance troyer* et *citrumelo 4475*.

Par contre, le *bigaradier* et *Citrus taiwanica* conféraient au greffon et dans tous les cas les plus faibles vigueurs.

BOUDERBELLA (1979), avait trouvé, que comparé au *Poncirus trifoliata* et *bigaradier*, *Citrance troyer* présentait la meilleure vigueur.

La croissance cumulée du porte-greffe était beaucoup plus importante sur *citrumelo 4475*. Elle est suivie par celle de *Poncirus pomeroy*, *Citrance carrizo*, *Citrance troyer* et enfin de *nasnaran*. Alors que la plus faible croissance cumulée, durant sept ans d'observation, était obtenue sur *bigaradier* et *Citrus taiwanica*, Ce qui ne confirme pas les résultats trouvés par BLONDEL (1974), qui a indiqué que *Citrance troyer* présentait la meilleure vigueur. Mais, il a confirmé nos données quand il s'agissait du *Citrance carrizo*, *Poncirus pomeroy* et enfin le *bigaradier*.

Enfin, nous avons pu constater que la croissance en général, entre les deux parties, ne suivait pas le même rythme. C'est la raison pour laquelle, nous avons observé que plus souvent, le porte-greffe était beaucoup plus important que le greffon. Ainsi, se formait un "bourrelet" qui devenait, de plus en plus, important par le temps. Il constituait ainsi, ce que l'on appelle communément un "goulot de bouteille" comme l'avait indiqué LOUSSERT (1989).

Pour bien évaluer la réussite de l'association clémentinier/porte-greffe, un rapport est établi entre la circonférence moyenne du greffon et celle du porte-greffe. Il définit, alors, l'affinité ou le degré d'association entre les deux parties. Nous avons constaté que ce "goulot de bouteille" était moins marqué sur *nasnaran*, *bigaradier* et *Citrus taiwanica*. Alors que, les hybrides de *Poncirus trifoliata* et le clone "pomeroy" présentaient une très faible affinité avec le clémentinier.

Pour résumer ce chapitre, nous pouvons, d'ores et déjà, établir une première classification, quant à l'étude de l'influence des huit porte-greffe sur la vigueur conférée au clémentinier. Mais, il est nécessaire de souligner que cette liste est à prendre sous réserve. Il est fort possible, que d'ici quelques années, et suite aux conditions de culture, et l'âge de l'arbre, ou aux caractéristiques intrinsèques de chaque porte-greffe, cette classification changera. C'est la raison pour laquelle, nous souhaiterons que cette étude se poursuivra pour confirmer ou infirmer cette première classification. Bien qu'elle s'avère conforme aux résultats trouvés par BLONDEL (1974), à l'exception faite du clémentinier greffé sur *nasnaran* non expérimenté à cette époque. Les porte-greffe sont, alors, classés selon la vigueur conférée au greffon par ordre décroissant. Cette liste est alors, comme suit:

- *Nasnaran*,
- *Citrance carrizo*,
- *Citrance troyer*,
- *Citrumelo 4475*,
- *Poncirus pomeroy*,
- *Poncirus trifoliata*,
- *Bigaradier*,
- *Citrus taiwanica*.

Pour chaque porte-greffe nous avons pu retenir des renseignements importants.

-*Nasnaran* confère la meilleure vigueur, et la forte homogénéité des plants, ainsi que le taux de croissance annuel le plus élevé. Son association avec le clémentinier est plus ou moins parfaite.

-*Citrance carrizo* présente une forte vigueur conférée au clémentinier. Les plants sont, plus ou moins, homogènes. Le taux de croissance annuel est des plus importants, mais inférieure au *nasnaran*. Son association avec le clémentinier n'est pas parfaite.

-*Citrangue troyer*, confère au clémentinier une vigueur moyenne. Mais il présente l'inconvénient d'induire aux plants du clémentinier une très grande hétérogénéité. Par contre, son taux de croissance annuel est moyen et varie peu. Son association avec le clémentinier n'est pas parfaite.

-*Citrumelo 4475*, induit au clémentinier une vigueur moyenne. Par contre, les plants greffés sur ce porte-greffe sont très hétérogènes. Son taux de croissance annuel est moins important que celui des précédents porte-greffe, son association avec le clémentinier n'est pas parfaite.

-*Poncirus pomeroy*, quant à lui, présente une vigueur moyenne conférée au clémentinier. Son taux de croissance annuel est moyen en général. Par contre, une meilleure homogénéité des plants est observée sur le clémentinier greffé sur ce porte-greffe. Son association avec le clémentinier n'est pas parfaite.

-*poncirus trifoliata* présente une faible vigueur conférée au clémentinier par rapport aux autres porte-greffe. Son taux de croissance annuel est moins important, par rapport à ceux enregistrés sur les autres porte-greffe. Il présente l'avantage d'induire la meilleure homogénéité des plants par rapport aux autres porte-greffe. Par contre, son association avec le clémentinier n'est pas parfaite,

-*le bigaradier* induit une faible vigueur conférée au clémentinier. Les plants de ce dernier greffés sur ce porte-greffe sont, plus ou moins, homogènes. Le taux de croissance annuel de la partie "clémentinier" est des plus bas, par rapport aux autres porte-greffe. Par contre, son association avec ce greffon est plus ou moins parfaite.

-*Citrus taiwanica*, présente la plus faible vigueur conférée au clémentinier après sept ans de plantation. Son taux de croissance est, par conséquent, le plus bas, et ce pour chaque année d'observation. Toutefois, il présente l'avantage de conférer aux plants du clémentinier une homogénéité parfaite. Son association avec le clémentinier est, plus ou moins, réussie.

S. de var.	DDL	SCE	CM	Fobs	P
F1arbre	7	14416450	205949	351	0.003
F2année	4	573840800	143646020	31727	0.000
Blocs	9	877330	97481		
F1*F2	28	26069180	93104	220	0.010
F1*bl.	36	16278260	45217		
F1*F2*B	252	106875700	92411		
Total	399	78320098			

Tableau.37: Analyse de variance appliquée à la production du clémentinier

3.4 Effet des huit porte-greffe sur la production du clémentinier

3.4.1 Résultats

3.4.1.1 Effet sur la production annuelle (Kg/arbre)

L'analyse de la variance appliquée aux résultats obtenus, depuis l'entrée en production du clémentinier, nous a indiqué un effet très significatif pour chacune des années. F observée est supérieure à F théorique (Tab.37).

Suite à cette analyse, nous avons été amenés à comparer les moyennes entre elles, par la méthode de la plus petite différence significative (P.P.D.S.).

3.4.1.2 Résultats obtenus durant les quatre années d'entrée en production

La comparaison multiple des moyennes (Ann.12, 13, 14, 15), nous a décelé que le clémentinier, sur tous les porte-greffe, se comporte de la même façon, quant à la production en kg/arbre, et durant les quatre premières années.

3.4.1.3 Résultats obtenus durant la cinquième année d'entrée en production.

Les résultats de la comparaison multiple des moyennes, de la cinquième année d'entrée en production sont consignés dans le tableau 38.

La production du clémentinier, sur *bigaradier* qui est de 21.90 kg est semblable à celle obtenue sur *nasnaran* qui est de 28.70 kg et *Citrus taiwanica* qui est de 22.20 kg. Par contre, elle est inférieure (Fig.19), lorsque le clémentinier est greffé sur:

-*Citrangé troyer* (37.2 kg),

-*Poncirus trifoliata* (37.7 kg),

-*Citrangé carrizo* (35.6 kg),

-*Poncirus pomeroy* (36.3 kg),

-*Citrumelo 4475* (39.9 kg).

Cependant, en année pluvieuse (1992) (Fig.8, 9 et 10) et un avec apport supplémentaire d'eau d'irrigation la production s'est améliorée.

Traitements	Moyennes		Dif. obs.	Test
1-2	21.90	37.20	15.30	DS
1-3	21.90	37.20	15.80	DS
1-4	21.90	35.60	13.70	DS
1-5	21.90	36.30	14.40	DS
1-6	21.90	28.80	6.80	NS
1-7	21.90	22.20	0.30	NS
1-8	37.20	38.10	16.20	DS
2-3	37.20	37.70	0.50	NS
2-4	37.20	35.60	1.60	NS
2-5	37.20	36.30	0.90	NS
2-6	37.20	28.70	8.50	NS
2-7	37.20	22.20	15.00	DS
2-8	37.20	38.10	0.90	NS
3-4	37.20	35.60	2.10	NS
3-5	37.20	36.30	1.40	NS
3-6	37.20	28.70	9.00	DS
3-7	37.20	22.20	15.50	NS
3-8	37.20	38.10	0.40	NS
4-5	35.60	36.30	0.70	NS
4-6	35.60	28.70	6.90	NS
4-7	35.60	22.20	13.40	DS
4-8	35.60	38.10	2.50	NS
5-6	36.30	28.70	7.60	NS
5-7	36.30	22.20	14.10	DS
5-8	36.30	38.10	1.80	NS
6-7	28.70	22.20	6.50	NS
6-8	28.70	38.10	9.40	DS
7-8	28.70	38.10	15.90	DS

Tableau.38: Comparaison multiple des moyennes appliquée à la production annuelle (Kg/arbre) durant la cinquième année d'entrée en production

Traitements	moyennes		DIF obs	test
1-2	30,55	49,84	19,29	NS
1-3	30,55	50,31	19,76	NS
1-4	30,55	51,52	20,97	NS
1-5	30,55	51,45	5,57	DS
1-6	30,55	36,12	0,38	NS
1-7	30,55	30,93	24,06	NS
1-8	30,55	54,61	0,47	DS
2-3	49,84	50,31	1,68	NS
2-4	49,84	51,52	1,61	NS
2-5	49,84	51,45	13,72	NS
2-6	49,84	36,12	18,91	NS
2-7	49,84	30,93	4,77	NS
2-8	49,84	54,61	1,21	NS
3-4	50,31	51,52	1,14	NS
3-5	50,31	51,45	14,19	NS
3-6	50,31	36,12	19,38	DS
3-7	50,31	30,93	4,3	DS
3-8	50,31	54,61	0,07	NS
4-5	51,52	51,45	15,4	NS
4-6	51,52	36,12	20,59	NS
4-7	51,52	30,93	3,09	DS
4-8	51,52	54,61	15,33	NS
5-6	51,45	36,12	20,52	NS
5-7	51,45	30,93	3,16	DS
5-8	51,45	54,61	5,19	NS
6-7	36,12	30,93	18,49	NS
6-8	36,12	54,61	23,68	NS
7-8	36,93	54,61	15,90	DS

Tableau.39: Comparaison multiple des moyennes appliquée à la production cumulée des 5 années de production.

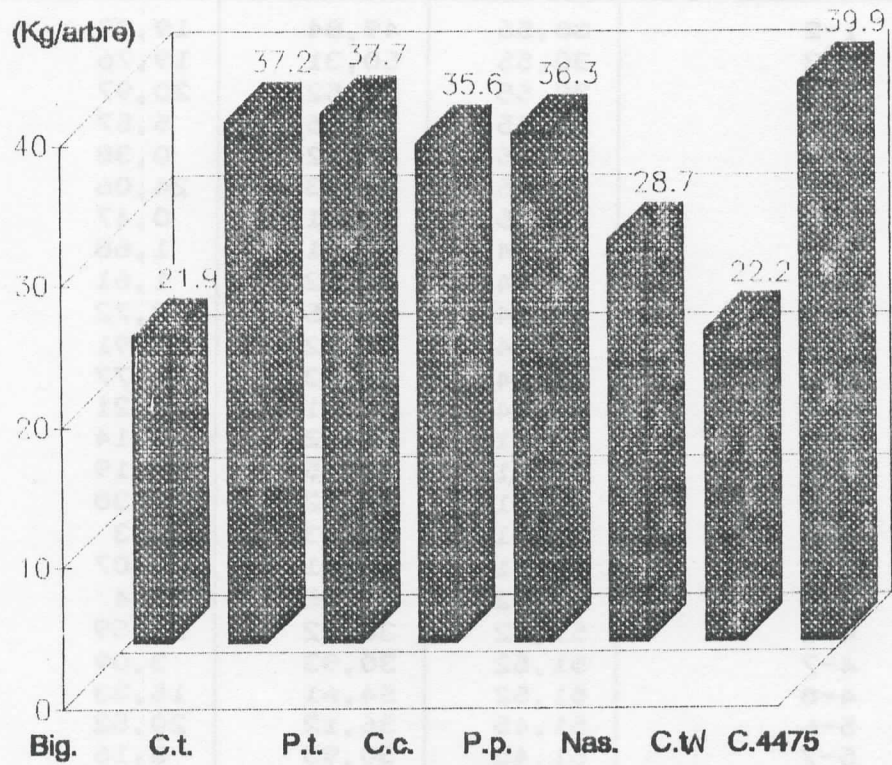


Figure.19: Effets des porte-greffe sur la production du clémentinier en 5^e année de production

Toutefois, elle est différente lorsque le clémentinier est greffé sur *Citrus taiwanica* (22.2 kg).

La production du clémentinier, sur *Poncirus trifoliata* avec 37.7 kg est supérieure de celle produite sur *nasnaran* (28,7 kg) et *Citrus taiwanica* avec 22.2 kg. Cependant, elle est semblable à celle constatée sur:

- Citrance carrizo* (37.2 kg),
- Poncirus pomeroy* (36.3 kg),
- Citrumelo 4475* (39.9 kg).

La production du clémentinier sur *Citrance carrizo* (35.6 kg) est la même que celle enregistrée sur:

- Poncirus pomeroy* (36.3 kg),
- Nasnaran* (22.2 kg),
- Citrumelo 4475* (39.9 kg).

Par contre, elle est différente de celle obtenue sur *Citrus taiwanica*, et identique à celle obtenue sur *nasnaran*.

La production en kg/arbre, du clémentinier sur *nasnaran* est identique à celle enregistrée sur *Citrus taiwanica* et différente de celle produite sur *citrumelo 4475*.

La production sur *Citrus taiwanica* est identique à celle obtenue sur *citrumelo 4475* (Fig.19).

La production du clémentinier sur *Citrance troyer* qui est de 37.2 kg est identique à celles produites sur:

- Poncirus trifoliata* (37.7 kg),
- Citrance carrizo* (35.6 kg),
- Poncirus pomeroy* (36.3 kg),
- Citrumelo 4475* (39.9 kg).

De notre étude, nous avons constaté que *Citrumelo 4475* confère au clémentinier la meilleure production avec 54.61Kg. Il est suivi de *Poncirus pomeroy* avec 51.45 Kg et par *Poncirus trifoliata* avec 50.31 Kg.

3.4.1.4 Effet sur la production cumulée en Kg/arbre des cinq années d'entrée en production

La comparaison multiple des moyennes (Tab.39), nous a permis de noter que, comparé au *bigaradier* (Fig.20 et Ann.16), une différence de production cumulée en kg/arbre, est obtenue avec *citrumelo 4475*. Elle est de 54.61 kg. Elle est suivie par celle de *Poncirus pomeroy* avec 51.45 kg. En outre, en comparant la production cumulée du clémentinier greffé sur *Citrus taiwanica* aux autres porte-greffe, objet de notre étude, nous avons constaté que *citrumelo 4475* a toujours la meilleure production avec 54.61 Kg. Il est suivi par *Poncirus pomeroy* avec 51.45 kg et *Poncirus trifoliata* avec 50.31 kg.

Pour pouvoir comparer nos données à celles obtenues dans d'autres stations de recherches agrumicoles, nous avons transformé la production cumulée de kg/arbre en T/ha (Ann.17).

3.4.1.5 Corrélation entre la vigueur et la production.

Le coefficient de corrélation ($r=0,30$) indique, clairement, qu'il existe une corrélation entre la vigueur et la production du clémentinier, et ce, à une probabilité de 45%.

3.4.2 Discussion

Les résultats obtenus au terme de cet essai, sur la production en kg/arbre (Ann.16), montrent la rapidité avec laquelle le clémentinier entre en production, lorsqu'il est greffé sur *citrumelo 4475*, *bigaradier* et *Poncirus pomeroy*. Ce qui ne confirme pas, en totalité, les constatations émises par BLONDEL (1983, 1986).

Il était connu auparavant, d'après ANONYME (1984); WALLACE & al. (1974) & SAUNT (1991), que *Poncirus trifoliata* confère au greffon la meilleure précocité.

Nous avons, également, constaté que les plus faibles productions en kg/arbre, sont enregistrées en deuxième et quatrième année d'entrée en production. Effectivement, c'est au cours de la deuxième année que le verger a subi une attaque d'acariens détruisant, ainsi presque toute la récolte. Ces attaques ont été constatées, notamment, sur *nasnaran* et *bigaradier*.

En quatrième année d'entrée en production, les relevés pluviométriques (Fig.8) ont indiqué une année, relativement sèche.

Ajoutons à ceci, le manque d'apports en éléments fertilisants au temps opportun, avec des doses adéquates. Ce qui a eu pour conséquence la faiblesse de la production. Elle est plus marquée sur *nasnaran*, *citrumelo 4475*, *Citrus taiwanica* et enfin sur *bigaradier*, que sur les autres porte-greffe (Ann.16).

Nous avons constaté, lors de l'analyse des chapitres précédents (Ref 42 et 43), que *citrumelo 4475*, *Poncirus pomeroi* et *Poncirus trifoliata* confèrent au clémentinier une vigueur moyenne à faible. Ils absorbent, efficacement les éléments minéraux contenus dans le sol, notamment l'N, P, et le K. Ce qui s'est traduit par une meilleure production comparée à celles des autres porte-greffe. Alors que, c'est le cas inverse qui se produit lorsque le clémentinier est greffé sur *bigaradier* et *Citrus taiwanica*, Car, une faible vigueur est conférée au greffon, suite à une absorption moins efficace des éléments nutritifs du sol.

Effectivement, CALVERT & al. (1979) ont énoncé que sur un arbre quelconque, il existe fréquemment des zones où l'activité est réduite et des zones gourmandes. Ce déséquilibre nuit à la régularité et à l'importance de la fructification.

Avec une pression de sève très forte, la fructification est médiocre c'est le cas du clémentinier greffé sur *nasnaran*.

Avec une pression de sève moyenne, correspondant à la capacité végétative des productions, la fructification est bonne. C'est le cas du *citrumelo 4475*, *Poncirus pomeroi*, *Poncirus trifoliata* et Citrange troyer

Avec une pression de sève faible, la fructification est abondante, mais le fruit mal alimenté reste trop petit. C'est le cas du clémentinier greffé sur *bigaradier* et *Citrus taiwanica*. Seulement. Sur ces deux porte-greffe la production est faible, suite à une chute importante des fruits pendant le mois de Juin de chaque année. Cette période est dite période "chute de Juin".

Mais, il est utile de souligner, que cette production obtenue en kg/arbre, ou encore exprimée en T/Ha, du clémentinier greffé sur les huit porte-greffe reste très loin de la moyenne nationale qui est de 10 T/Ha et plus particulièrement celle enregistrée sur le clémentinier greffé sur *bigaradier*.

BLONDEL (1981, 1986) sur le même clone greffé sur les mêmes porte-greffe et avec le même âge, a montré des résultats forts différents.

Certes d'après la figure 6, le *citrumelo* 4475 s'est classé en premier, seulement avec une production de 15 T/Ha. Il est suivi par *Poncirus pomeroy* avec 12T/Ha, *Citrance carrizo* avec 13.7T/Ha et de *Citrance troyer* avec 11T/Ha. Tandis que sur *Citrus taiwanica* et sur *bigaradier*, le clémentinier présente les plus faibles productions respectivement de 4.6T/Ha et de 4.7T/Ha. Ce qui confirme nos résultats, quant à ces deux porte-greffe.

BLONDEL (1981) avait trouvé sur un essai de clémentinier SRA63 greffé sur dix porte-greffe à savoir: *Poncirus pomeroy*, *Citrance carrizo* et *troyer*, *Poncirus "rubidoux"*, *Citrus yuzu*, *mandarinier cléôpatre*. Il a trouvé alors, que la meilleure production moyenne en T/ha en sept ans de plantation, était obtenue sur *Poncirus pomeroy* avec 18.2 T/Ha, *Citrance carrizo* avec 17,9T/Ha et *Citrance troyer* avec 15T/Ha. Alors que, la plus faible production était enregistrée sur le clémentinier greffé sur *Citrus taiwanica* avec 6.8T/Ha et *bigaradier* avec 6.6T/Ha, quelque soit la région d'étude.

Tandis que BOUDERBELLA (1979), en étudiant l'influence de trois porte-greffe sur le clémentinier clone 2749 a trouvé dans les conditions du milieu de la station de Boufarik, qu'après sept années de plantation, la production moyenne en kgr/arbre était de 10.15, sur *Citrance troyer*, 8.03 sur *Poncirus pomeroy* et enfin 5.9 sur *bigaradier*. Alors que, MARTIN-PREVEL & al. (1975), sur les mêmes porte-greffe avaient obtenu sur *Citrance troyer* 22.35, sur *bigaradier* 22.65, et enfin sur *Poncirus trifoliata* 18 Kg/Ha.

En somme, nous pouvons retenir, que lorsque le clémentinier est greffé sur *Citrus taiwanica* et *bigaradier*, sa production, en kg/arbre ou en T/ha, est plutôt faible quelque soit les conditions d'étude. Tandis que sur *citrumelo* 4475 et *Poncirus pomeroy* le clémentinier montre les meilleures performances productives.

3.5 Effet des huit porte-greffe sur la qualité des fruits du clémentinier

3.5.1 Résultats

3.5.1.1 Effet sur le calibre

La répartition des récoltes sur les trois classes (ou calibres), nous a donné les moyennes en %, reportées dans les annexes 18 à 21, traduites par les figures 21 à 24.

3.5.1.2 Effet sur le calibre des fruits en première année de d'observation

Selon l'annexe 18, et la figure 21, nous avons remarqué que les calibres appartenant à la classe 1 et 2 détiennent la majeure partie sur les huit porte-greffe.

Le clémentinier greffé sur *Poncirus pomeroy* présente 40.5% des calibre inférieurs à 48 mm. Il est suivi de *Citrangé carrizo* avec 36.7%, *Citrangé troyer* avec 32.6%, *Poncirus trifoliata* avec 31.6%, le *bigaradier* avec 29.6%, *Citrus taiwanica* avec 27.9%, *nasnaran* avec 27.7% et enfin *citrumelo 4475* avec 27%.

Quant au calibre compris entre 48 et 56 mm, *Poncirus pomeroy* occupe également la première place avec 58.7%. Il est suivi de *Citrangé troyer* avec 57 %, *citrumelo 4475* avec 55.9 %, *Citrus taiwanica*, *bigaradier*, *poncirus trifoliata* avec 55.8 %, *Citrangé carrizo* avec 55.4%, et enfin du *nasnaran* avec 54.1 %.

Pour ce qui est de la classe 3, dont le calibre est supérieur à 56mm, la première place est cédée au *nasnaran* avec 19.21 %. Il est suivi par *Citrus taiwanica* avec 15.3 %, le *bigaradier* avec 15 %, *Poncirus trifoliata* avec 13.6 %, *Citrangé troyer* avec 10.4 %, *citrumelo 4475* avec 9.5 %, *Citrangé carrizo* avec 9.2 % et enfin, *Poncirus pomeroy* avec 1 %.

3.5.1.3 Effet sur le calibre des fruits en deuxième année d'observation

En deuxième année d'observation (Fig.22), le calibre moyen (classe 2) détient le plus fort % sur tous les porte-greffe étudiés. *Poncirus pomeroy* est en tête avec 84.9 %. Il est suivi par *Poncirus*

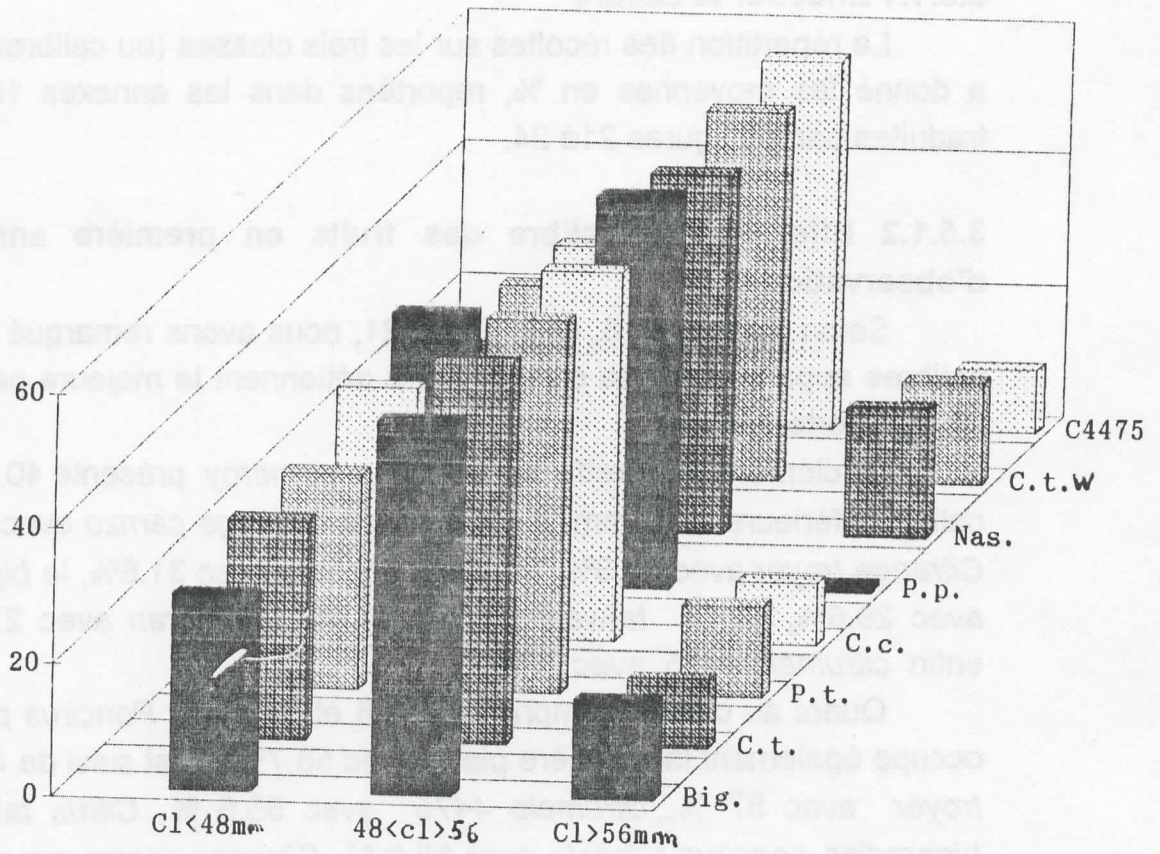


Figure.21: Effets des porte-greffe sur le calibre des fruits en 1° année de production (mm)

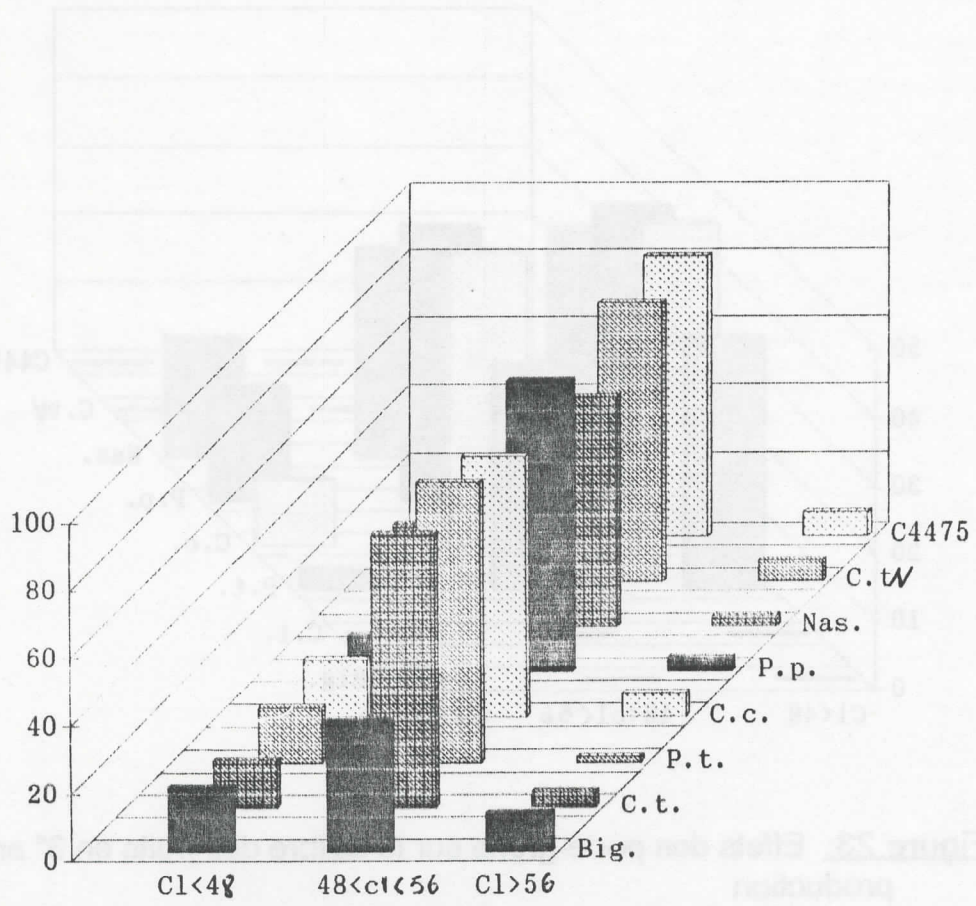


Figure.22: Effets des porte-greffe sur le calibre des fruits en 2° année de production

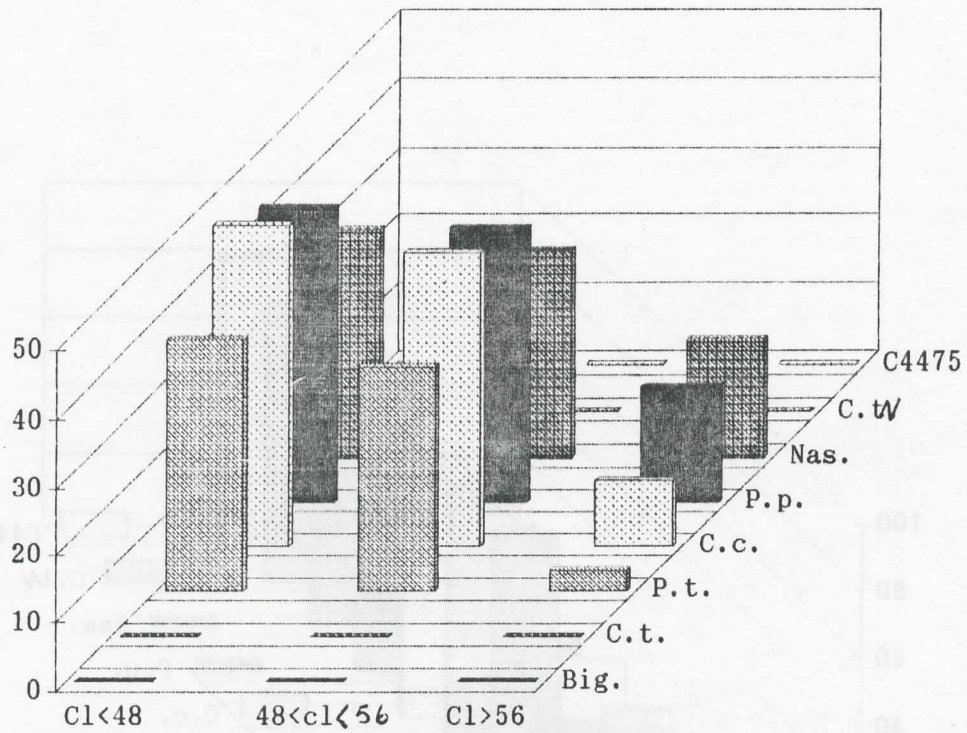


Figure.23: Effets des porte-greffe sur le calibre des fruits en 3^e année de production

trifoliata avec 82.2 %, *Citrumelo 4475* avec 81.9 %, *Citrus taiwanica* avec 81.2 %, *Citrance troyer* avec 80.9%, le *bigaradier* avec 39.2 % et *Citrance carrizo* avec 76.4 %.

Quant au calibre appartenant à la classe 1, *nasnaran* présente le plus fort % avec 30.3 %. Il est suivi par le *bigaradier* avec 19.2 %, *Citrance carrizo* avec 16.8 %, *Poncirus trifoliata* avec 16.1 %, *Citrance troyer* avec 14.2 %, *Citrus taiwanica* avec 12.5 %, *citrumelo 4475* avec 11.1 % et enfin, *Poncirus pomeroi* avec 10.9 %.

Pour ce qui est des fruits appartenant à la classe 3, le *bigaradier* occupe la première place avec 11.5 %. Il est suivi par *citrumelo 4475* avec 6.9 %, *Citrance carrizo* avec 6.7 %, *Citrus taiwanica* avec 6.2 % et enfin *Poncirus trifoliata* avec 1.6 %.

3.5.1.4 Effet sur le calibre des fruits en troisième année d'observation

La troisième année d'entrée en production était une année exceptionnelle où la production (Ann.16) est quasiment nulle sur *bigaradier*, *Citrance troyer*, *Citrus taiwanica* et enfin, sur *citrumelo 4475*. Par contre, sur les autres porte-greffe la production est plutôt faible.

Les calibres 1 et 2 occupent presque les mêmes proportions. Selon la figure 23 et l'annexe 20, *Citrance carrizo* représente le plus fort % des calibre appartenant à la classe 1 et 2 avec 90 %. Il est suivi de *Poncirus pomeroi* avec 83 %, *Poncirus trifoliata* avec 70 % et du *nasnaran* avec 63 %.

Pour ce qui est des fruits dont le calibre appartient à la classe 3, le % le plus élevé est représenté par *Poncirus pomeroi* avec 17 %. Il est suivi de *nasnaran* et de *Citrance carrizo* avec 10 %, et enfin, de *Poncirus trifoliata* avec 3 %.

3.5.1.5 Effet sur le calibre des fruit en quatrième année d'observation

Le clémentinier greffé sur *Poncirus pomeroi* détient la première place, quant au calibre appartenant à la classe 2 avec 62.4 %. Il est suivi de *Citrance troyer* avec 62 %, *Citrance carrizo* avec 59.7 %, *Poncirus trifoliata* avec 57.2 %, *citrumelo 4475* avec 55.9 %, *Citrus taiwanica* avec 55.6%, *bigaradier* avec 54.6% et enfin du *nasnaran* avec 48.3% (Fig.24).

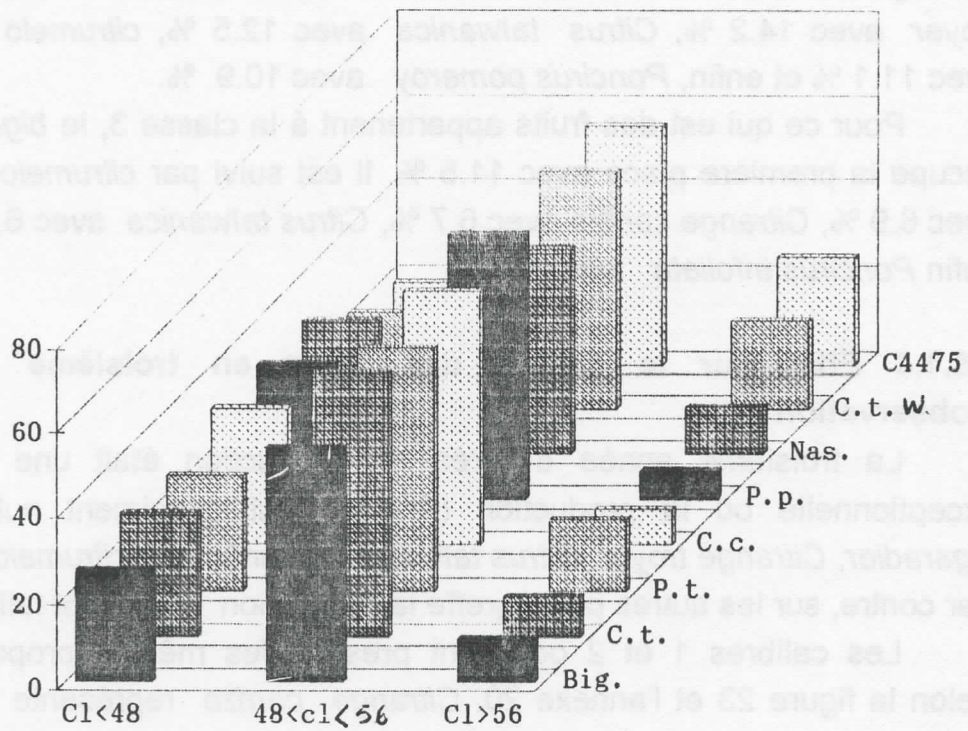


Figure.24: Effets des porte-greffe sur le calibre des fruits en 4^e année de production

Quant aux fruits de calibre inférieur à 48m (classe1), *Poncirus pomey* et *Citrance carrizo* sont placés en tête avec 32 %. Ils sont suivis par *nasnaran* avec 31.1 %, *Citrance troyer* avec 28.6 %, *Poncirus trifoliata* avec 26.5 %, *bigaradier* avec 26.1 %, *Citrus taiwanica* avec 22.7 % et enfin, *citrumelo 4475* avec 19 % (Fig.24)

En ce qui concerne les gros fruits (classe3), *citrumelo 4475* présente le plus fort % avec 25 %. Il est suivi de *Citrus taiwanica* avec 21 %, *Poncirus trifoliata* avec 16.3 %, *nasnaran* avec 11 %, *bigaradier* avec 10 %, *Citrance troyer* avec 9.4%, *Citrance carrizo* avec 8.3% et enfin, *Poncirus pomey* avec 6.6% (Fig.24).

3.5.1.6 Effet sur le calibre moyen des fruits sur les quatre années d'entrée en production

Les résultats sont consignés dans le tableau 40. Il ressort que les calibres des fruits appartenant à la classe 1 et 2, appelés calibres commerciales, du clémentinier sur *Poncirus pomey*, occupent la première place avec 93.1 %. Ils sont suivis par ceux de *Citrance carrizo* avec 91.6%, *Poncirus trifoliata* avec 84.8 %, *nasnaran* avec 80.6 %, *Citrance troyer* avec 68.8 %. Tandis que les plus faibles % ont été enregistrés sur *Citrus taiwanica* avec 64 %, *citrumelo 4475* avec 64 % et *bigaradier* avec 56.1 %.

Les % élevés des gros calibres (classe 3), ont été obtenus sur *nasnaran* avec 10.8 %, *Citrus taiwanica* avec 10.6 % et enfin, sur *citrumelo 4475* avec 10.3 %. Par contre, les plus faibles taux sont obtenus sur *bigaradier* avec 9.1 %, *Citrance carrizo* avec 8.5 %, *Poncirus trifoliata* avec 7.8 %, *Poncirus pomey* avec 7.2 % et *Citrance troyer* avec 6.1 %.

3.5.1.7 Corrélation entre la production et le calibre des fruits

L'analyse de variance appliquée au coefficient de régression, nous fait apparaître qu'il n'existe pas de corrélation, entre la production en fruits et le calibre de ces mêmes fruits. Trois classes de calibres ont été retenues (Tab.41):

- classe 1, (p=74.1%, r=0.13),
- classe 2, (p=16%, r=0.33),
- classe 3, (p=93.96% , r=0.03).

P.greffe	Cl.1	Cl.2	Cal.comm	Cl.3
Big	18.7	37.4	56.1	9.1
C:t.	18.8	50	68.8	6.1
P.t.	27.8	57	84	7.8
P.c.	33.1	58.5	91.6	8.5
P.p.	31.6	61.5	93.1	7.2
Nas	30.6	50	80.6	10.6
C.W	16.0	48	64	10.8
C4475	14.2	48.4	62.6	10.3

Tableau.40: Effets des porte-greffe sur le calibre moyen des fruits en 4^o année d'observation

Classes	R2 partiel	F à l'introduction	P	Test
1	0.0113	0.1180	74.01	NS
2	0.2872	2.4177	16.92	NS
3	0.0010	0.0059	93.96	NS

Tableau.41: Analyse de variance appliquée à la corrélation entre la production et les calibres des fruits en 7° année d'observation

3.5.1.2 Effet sur le rendement en jus

Au cours des cinq années d'entrée en production, nous avons observé (Ann.22 et Fig.25), que la variation annuelle du % en jus, est presque identique sur les hybrides et clone du *Poncirus trifoliata*, (sauf *Citrange troyer*), ainsi que sur *nasnaran* et *Citrus taiwanica*. La différence entre eux reste minime. Par contre, ce n'est pas le cas lorsqu'il s'agit de comparer le *bigaradier* aux autres porte-greffe. Effectivement, il s'est avéré, que les plus importants % en jus, sont décelés, en premier lieu, sur *Citrange troyer* avec 51%. Ils sont suivis par ceux de *Poncirus trifoliata* avec 50%, *Citrus taiwanica* avec 49.7%, *nasnaran* avec 49% et *Poncirus pomeroy* avec 48.5%.

Les plus faibles rendements en jus sont obtenus sur le clémentinier greffé sur *citrumelo 4475* avec 48.1% et *Citrange carrizo* avec 45.2%.

La supériorité du *Citrange troyer* n'a pas été décelée, uniquement, par rapport au *bigaradier*, mais également par rapport au *Citrange carrizo*, *Poncirus pomeroy*, *nasnaran* et enfin *citrumelo 4475*.

En somme, le *bigaradier* et *Citrange troyer* se différencient des autres porte-greffe par cet aspect d'étude.

3.5.1.3 Effet sur l'extrait soluble

Les analyses faites, de la quatrième à la huitième année, ont montré que l'extrait soluble s'améliore avec l'âge des arbres, et ce, sur les huit porte-greffe (Ann.23 et Fig.26). Le *bigaradier* et *citrumelo 4475* possèdent une même et légère supériorité à l'égard des autres porte-greffe, qui eux se comportent quasiment de la même façon.

3.5.1.3 Extrait soluble et conditions écologiques

Les qualités des fruits envisagées, sous l'angle de la teneur en ES, varient, notablement, au cours de ces cinq années en fonction de la pluviosité (Fig.26).

Les plus faibles teneurs en ES, sont enregistrées en 1988. Ils varient, selon les porte-greffe de 9.4 à 10.8. Ils correspondent à une année, pratiquement, peu abondante en pluie (426 mm).

Les plus hautes teneurs en ES ont été consécutives à une pluviosité globale quasi normale (992 mm).

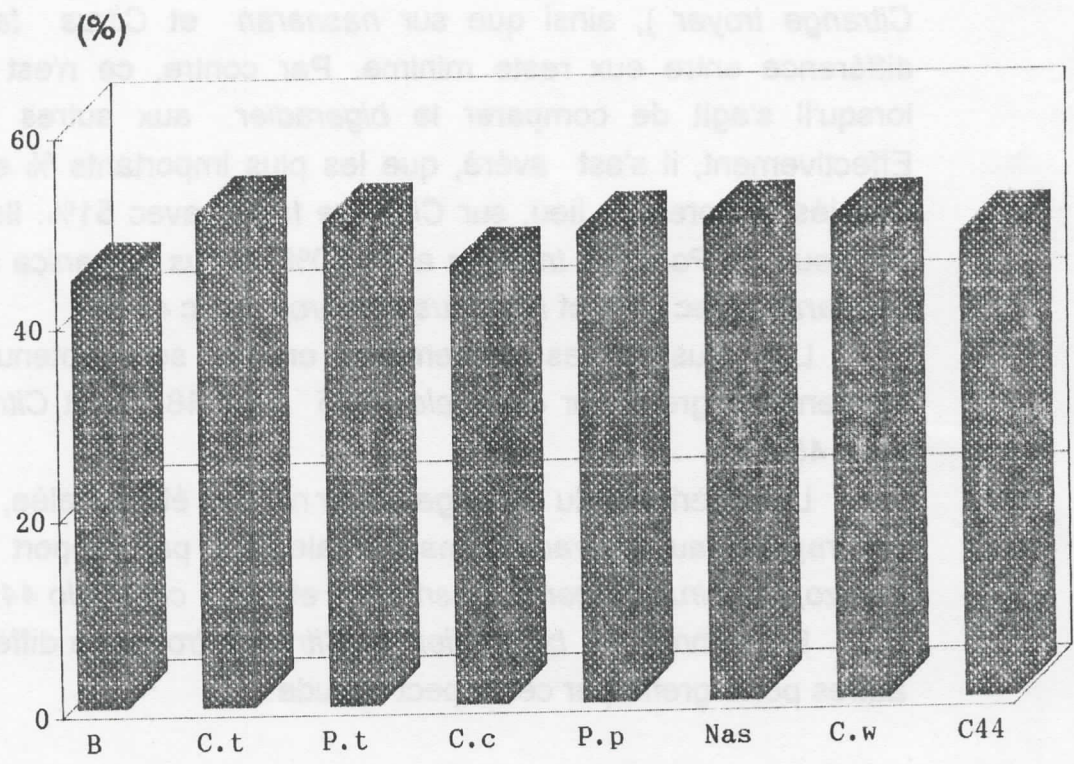
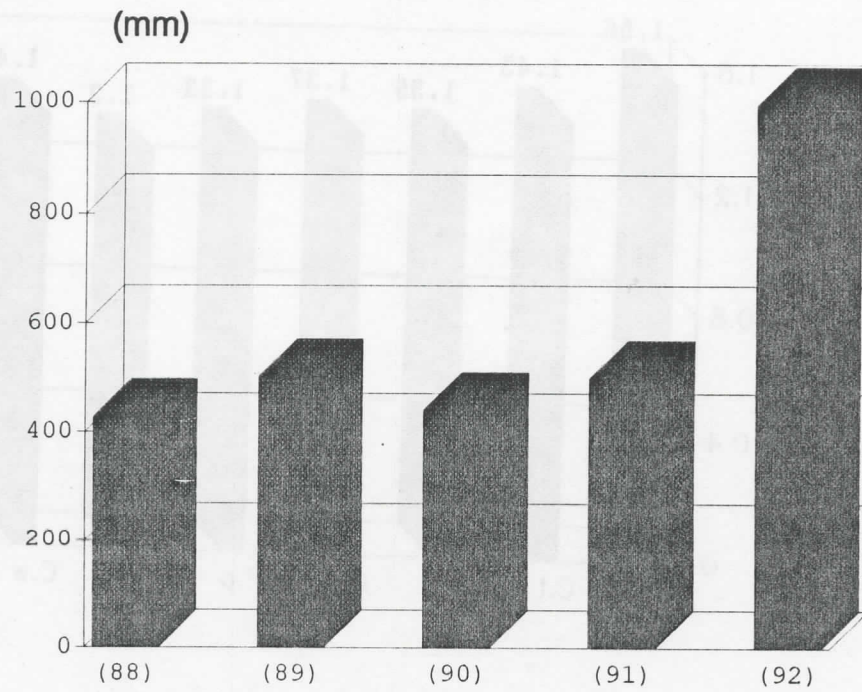


Figure.25: Effets des porte-greffe sur le rendement en jus (%) des fruits du clémentinier



Pluviométrie

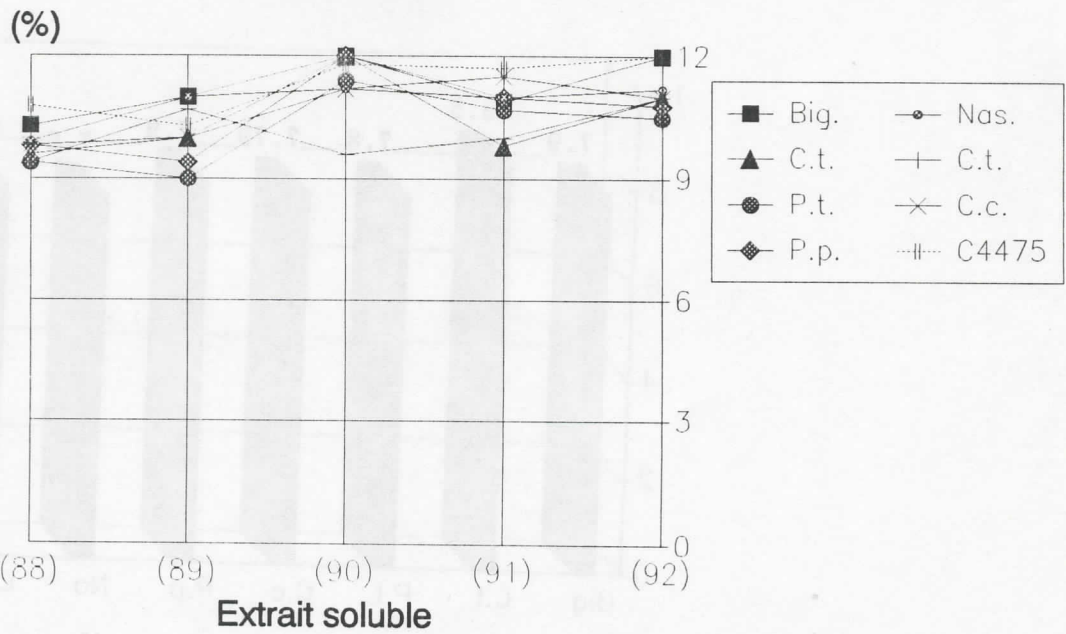


Figure 26: L'extrait soluble en fonction de la température

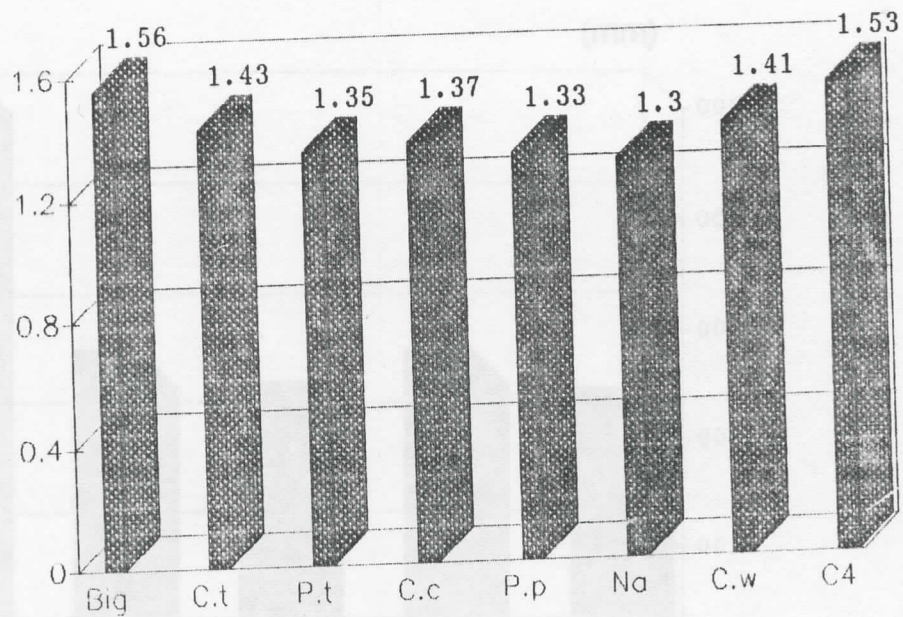


Figure.27: Effets des porte-greffe sur l'acidité des fruits du clémentinier

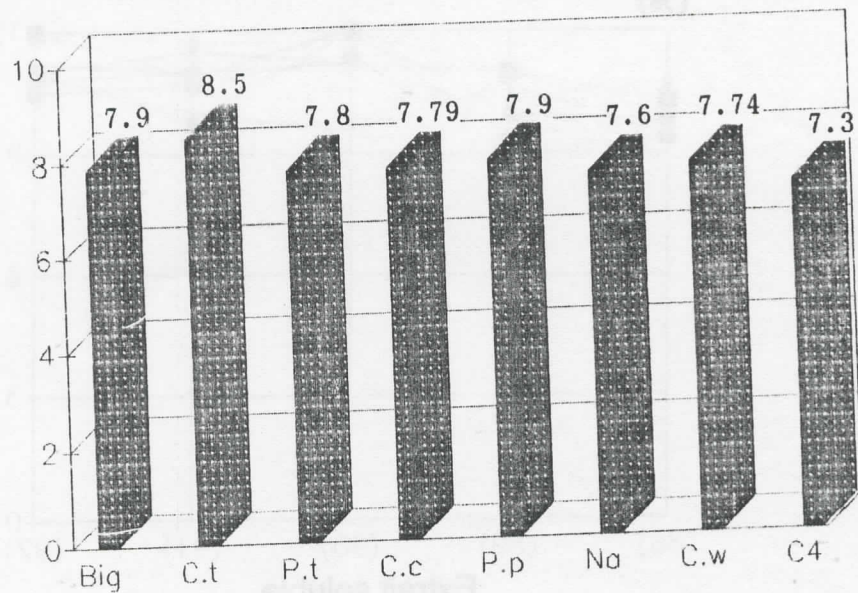


Figure.28: Effets des porte-greffe sur la maturité des fruits du clémentinier

3.5.1.4 Effet sur l'acidité

D'après la figure 27 et l'annexe 24, nous avons remarqué que pendant les cinq années d'entrée en production, le *bigaradier* se distingue par sa supériorité ($A=1.56$), par rapport aux autres porte-greffe. Par contre, l'écart d'acidité entre les autres porte-greffe, comparés entre eux, est très minime.

Enfin, nous pouvons noter que l'acidité est liée à l'extrait soluble sur *bigaradier* et sur les autres porte-greffe.

3.5.1.5 Effet sur la maturité

La figure 28 et l'annexe 25, résument les résultats obtenus de la quatrième à la huitième année d'entrée en production. Ces résultats, comparés au *bigaradier*, ont montré que *Citrangle troyer* et *Poncirus pomey* confèrent au clémentinier une avance de maturité, respectivement de 8.50 et 7.90. Ils sont suivis du *bigaradier* avec 7.90, *Citrangle carrizo* avec 7.79, *Citrus taiwanica* avec 7.74, *nasnaran* avec 7.68 et enfin par le *citrumelo 4475* avec 7.3. Toutefois, d'après la figure 34 et l'annexe 25, il s'avère que la différence de maturité entre *Poncirus trifoliata*, *Citrangle carrizo*, *nasnaran*, *Poncirus pomey*, *Citrus taiwanica* et enfin *citrumelo 4475* est minime. Par contre, celle constatée entre le *bigaradier* et les autres porte-greffe, ainsi que celle entre *Citrangle troyer* et ces derniers est bien perceptible.

3.5.2 Discussion

3.5.2.1 Intensification de la production et le calibre des fruits

On considère que la taille de la clémentine est, généralement, petite. Le diamètre du fruit est de 35mm.

Le diamètre des fruits, dans les conditions de notre expérience, a oscillé entre 48 et 56 mm (calibre moyen), et ce, sur les huit porte-greffe étudiés. Ce qui confirme les résultats trouvés par BLONDEL (1981,1986), notamment, en ce qui concerne le *bigaradier*, *Citrangle troyer*, *Poncirus pomey*, *Citrus taiwanica* et *citrumelo 4475*. Leur % en calibre moyen était respectivement de 50, 54, 53, 55, et 0% sur une moyenne de 6 ans. Au cours de l'essai comparatif, entrepris en 1973 dans les conditions d'étude de la station où s'est déroulé l'essai, BOUDERBELLA (1979), avait trouvé que les calibres, 48mm et 52mm,

qu'il considérait comme petits calibres, étaient de 60, 69, et 71% respectivement pour le *bigaradier*, *Citrangle troyer* et *Poncirus trifoliata*.

La différence entre les porte-greffe, était minime en ce qui concerne le calibre moyen. C'était donc, surtout sur le calibre inférieur à 48 mm que l'on voyait la différence entre *bigaradier* d'une part et *Poncirus trifoliata*, *Citrangle troyer* d'autre part.

Par contre, dans les conditions de Corse, BLONDEL (1981,1986) avait décelé une différence perceptible entre tous les porte-greffe. Il en est de même pour notre expérience.

Effectivement, c'était le clone et hybrides de *Poncirus trifoliata*, qui présentaient un % élevé en fruits de calibre commercial (classe 1 et 2). Tandis que *citrumelo 4475*, *Citrus taiwanica* et *bigaradier*, Ils induisaient les plus faibles % en fruits du même calibre.

Nous avons pu constater, à travers les quatre années d'étude, que les % de fruits appartenant aux trois classes sus-indiquées étaient différents d'une année à une autre et d'un porte-greffe à un autre. Effectivement, il a été constaté, par BLONDEL (1981, 1982 et 1986) et BOUDERBELLA (1979), qu'en plus des porte-greffe, les conditions écologiques influençaient le calibre des fruits. Cependant, les résultats obtenus au terme de notre essai ne confirment pas ces constatations émises. Car nous n'avons pas décelé une corrélation entre la production et le calibre des fruits (Tab.41).

Toutefois, BLONDEL (1981, 1982 et 1986) avait remarqué que l'intensification de la production augmentait sur tous les petits calibres. Effectivement et à titre d'indication, le clémentinier greffé sur *Poncirus pomey* en 1981 (Tab.14) avait comme production moyenne 87 kg/arbre. Il présentait 53.1 % de fruits appartenant à la classe moyenne, alors qu'en 1986, sur le même porte-greffe, la production moyenne était de 134.6 Kg /arbre, avec 36 % des fruits appartenant à la classe moyenne. Tandis que les % en petit calibre étaient de 59.6 %.

BLONDEL (1981, 1982, et 1986) avait remarqué que *Poncirus pomey*, *Citrangle carrizo* et *Poncirus trifoliata*, étaient les plus affectés par cette intensification. Par contre, les autres porte-greffe dont la faiblesse en production était marquée, présentaient un % élevé en gros calibres. Il s'agissait, notamment, du *bigaradier*, et de *Citrus taiwanica* qui étaient connus par leur influence défavorable sur le calibre des fruits.

Citrange troyer, quant à lui, conférait au clémentinier, selon BLONDEL (1981, 1982 et 1986) & BOUDERBALA (1979), un calibre moyen des fruits avec une production moyenne en Kgr/arbre.

La répartition des calibres sur Citrumelo 4475, selon BLONDEL (1981) semblait être en harmonie avec la production, malgré le taux élevé en production qui est de 103,8Kg/ arbre (Tab.14).

Le % en petits calibres restait, plus ou moins faible, et les moyens et gros calibres représentaient plus de 50 %. Le calibrage du clémentinier sur citrumelo 4475 n'était, donc pas affecté par l'intensification de la production. Il convient, alors, de souligner que selon les auteurs précités, que l'intensification et l'homogénéité de la production influencent davantage le calibre des fruits et les porte-greffe. Ce qui n'est pas confirmé dans notre essai, puisque selon le tableau 41, nous n'avons pas trouvé de corrélation positive entre le calibre et l'intensification de la production. Ceci est dû, probablement, au jeune âge des arbres, dont les potentialités productives n'ont pas été exprimées totalement.

3.5.2.2 Amélioration du rendement en jus

Selon les normes européennes, fixant à 40 % la valeur minimale du jus (ANONYME 1981), nous avons constaté que cette valeur a été largement dépassée sur ces quatre années, et sur les huit porte-greffe.

Au terme de cet essai, les résultats montrent que le rendement en jus est nettement amélioré sur *Citrange troyer*, par rapport aux autres porte-greffe. BLONDEL (1981, 1982, 1986), en étudiant le même clone sur *bigaradier*, *citrumelo 4475*, *Citrange carrizo* et *troyer*, *Poncirus pomeroy* et *Citrus taiwanica*, avait affirmé que les fruits produits par le clémentinier greffé sur *Citrange troyer* et *Poncirus trifoliata* étaient légèrement, mais régulièrement plus juteux.

BOUDERBELLA (1979), avait trouvé que *Citrange troyer* et *Poncirus trifoliata*, comparés au *bigaradier*, amélioraient convenablement le rendement en jus de la clémentine. Ils exerçaient, également, leurs influences bénéfiques, notamment sur les arbres qui se rapprochent de l'âge adulte. Ce qui a confirmé nos constatations, puisque *Citrange troyer*, comparé au *bigaradier*, se classe en premier. Il

est suivi par *Poncirus trifoliata*, *Citrus taiwanica*, *nasnaran*, *poncirus pomeroy*, *citrumelo 4475*, *Citrange carrizo* et enfin par le *bigaradier*.

3.5.2.3 L'extrait soluble sur les huit porte-greffe

Le jus d'agrumes renferme en solution, principalement, des sucres et une certaine quantité d'acides organiques, dont le plus abondant est l'acide citrique. En quantité plus faible, nous trouvons des sels minéraux, des vitamines, et des enzymes. Ces diverses substances constituent l'extrait soluble.

Comme pour le jus, les normes fixent un seuil minimal pour l'extrait soluble. Ainsi, les normes européennes et algériennes fixent cette valeur à 9 % (ANONYME, 1981) & SANCHEZ & al. (1978).

Les résultats obtenus, au terme de cet essai, ont montré que cette norme a été largement dépassée sur les huit porte-greffe.

Nous avons constaté, également, que l'extrait soluble s'améliore, plus ou moins, avec l'âge. Il est, sensiblement, différent sur *bigaradier* et *citrumelo 4475*. Par contre, la différence n'est pas nette entre les autres porte-greffe. Ces résultats ne correspondent pas avec ceux trouvés par BLONDEL (1982, 1986) avec le même matériel végétal, puisqu'il avait trouvé que *Poncirus pomeroy*, présentait le meilleur extrait soluble avec 10.2. Il est suivi par *Citrange carrizo* avec 9.9. Alors que *citrumelo 4475* et le *bigaradier* étaient classés respectivement en septième et huitième position avec respectivement 9.8 et 9.5 comme extrait soluble.

Quant à BOUDERBELLA (1979), il n'avait pas trouvé de différence nette d'extrait soluble, entre les trois porte-greffe étudiés: *bigaradier*, *Citrange troyer*, *Poncirus troyer* et *Poncirus trifoliata*.

3.5.2.4 Effet des conditions écologiques sur l'extrait soluble

Les conditions écologiques, notamment la pluviométrie ont affecté sérieusement, l'extrait soluble sur les huit porte-greffe, comme nous l'avons constaté sur les figures 8, 9 et 10. Effectivement, BLONDEL & al. (1972), avaient étudié l'influence des facteurs écologiques sur la qualité des clémentinier. Ils avaient constaté, alors, que les plus faibles teneurs en extrait soluble sont enregistrées après une année pluvieuse. Les plus hautes teneurs en extrait soluble sont consécutives à une pluviosité globale quasi normale. Par contre, des teneurs moyennes en extrait solubles sont obtenues normalement en année pluvieuse, mais

lorsque les pluies de Septembre-Octobre sont peu importantes. Ce qui a été confirmé, dans son ensemble, par nos constatations (Fig.26).

3.5.2.5 Effet des porte-greffe sur l'acidité

Nos résultats ont montré, que le *bigaradier* présente un fruit plus acide par rapport aux autres porte-greffe. Ces derniers, comparés entre eux, manifestent une différence très minime.

BLONDEL (1982, 1986), a montré que *Citrance troyer* et *Poncirus pomey* confèrent au clémentinier le plus d'acidité. Quant à BOUDERBELLA (1979), il a montré que le *bigaradier* confère aux fruits l'acidité la plus élevée, comparée à *Citrance troyer* et *Poncirus trifoliata*. Ce qui confirme les résultats obtenus au terme de cet essai.

3.5.2.6 Effet des huit porte-greffe sur la maturité

Les normes applicables exigent, pour déterminer la maturité des fruits, l'ensemble des quatre facteurs:

- la coloration de la peau,
- le % de jus,
- l'extrait soluble,
- le rapport E/A.

En fixant, pour chacun, un seuil minimale qui est différent d'un pays à l'autre. Parmi ces facteurs, le rapport E/A est considéré comme le plus précis et le plus fidèle, pour apprécier le degré de maturité.

Sur les huit porte-greffe, en leurs appliquant les normes algériennes qui fixent le rapport de maturité pour le clémentinier à 7,5, nous avons constaté à travers nos résultats, que *Citrance troyer* suivi de *Poncirus trifoliata* et *Poncirus pomey*, conféraient au clémentinier une avance de maturité, par rapport aux autres porte-greffe. Alors, que BLONDEL (1974, 1981, 1982, 1986), avait trouvé que *Poncirus pomey* était plus précoce avec E/A= 8.83, que *Citrance carrizo* avec E/A=8.59, et enfin de *Citrance troyer* avec E/A=8.33. Par contre, BOUDERBELLA (1979), a obtenu cette avance de maturité sur *Citrance troyer*.

En somme, dans nos conditions d'étude, ce sont *Citrance troyer*, *Poncirus trifoliata* et enfin *Poncirus pomey* qui ont conféré au clémentinier une avance de maturité.

3.6 Etude des performances racinaires du clémentinier sur les huit porte-greffe

3.6.1 Résultats

La technique de la tranchée en spirale logarithmique mise en évidence par Huguet (1973), nous a permis de prospector pour la première fois le système racinaire du clémentinier sur les huit porte-greffe étudiés. Leurs principales caractéristiques figurent dans le tableau 42.

Cette technique, nous a fourni des informations précises dans un domaine qui échappait, la plus part du temps, à l'observation courante des agrumiculteurs algériens. Les résultats des paramètres étudiés sont consignés dans les tableaux 43, 44 et 45.

3.6.1.1 Nombre et taille des racines

Les tableaux 43 à 45 montrent, le nombre total des sections de racines. Nous distinguons celles dont le diamètre est supérieure ou égale à 1 mm. Dans le premier cas, il s'agit plutôt du chevelu, qui représente le pouvoir de succion. Dans le second cas, il s'agit de racines subérifiées et lignifiées qui représentent le pouvoir d'ancrage. La densité du système racinaire est rapportée à l'unité de surface de la tranchée.

Nasnaran présente le plus grand nombre de racines, et la densité moyenne la plus élevée avec 3.42 dm^3 , mais avec une grande proportion de racines inférieures à 1mm et ce, sur la face interne et externe de la tranchée (respectivement de 609 et 526).

A l'opposé pour *Poncirus trifoliata*, le nombre de racines mises à jour, est le plus faible sur la face interne, avec moins de chevelu racinaire. Alors que la charpente racinaire est, plus ou moins, importante. Mais la densité moyenne est, relativement, faible (2.72 dm^3).

Citrumelo 4475 possède un enracinement, particulièrement, puissant. Car il atteint un nombre de sections voisin de celui du *nasnaran*, tout en présentant un nombre élevé de chevelu racinaire,

porte-greffe	P.pomeroy	nasnaran	cit taiw	citrumelo 4475
caracteristique				
Age du plant	9	9	9	9
diametre du tronc en cm	29	30,57	27,40	29
rayon moyen de la coumme	110	149	110	120
	0,424	0,504	0,442	0,452
l_0 en cm	42,00	40,42	42,46	42,78
$e\pi/4$ en cm	33,00	34,86	33	33,58
$e\pi/2$ en cm	65,73	70,00	66,5	67,16
$e3\pi/4$ (cm)	98,59	105	99,75	101
$e\pi$ (cm)	131,46	140	133,34	134,22
longueur interne de la trouchée	300	320	320	300
surface de la face interne cm ²	240	286	256	240
profondeur de la tranchée (cm)	80	80	80	80
volume de la terre remuée en cm ³	1,92	2,05	2,05	1,92

Tableau 42: Caractéristiques des arbres observés (HUGUET 1973)

P.grefle	Face int.	Face ext.	Dens.(dm ²)
Big.	625	544	2.40
C.t.	601	585	2.80
P.l.	566	519	2.72
C.c.	669	516	3.22
P.p.	708	603	2.95
Nas.	875	763	3.42
C.l.w	673	559	2.63
C4475	763	625	3.18

Tableau.43: Nombre total des sections des racines

P.grefle	Face int.	Face ext.	Dens.(dm ²)
Big.	458	369	1.76
C.t.	464	391	1.61
P.l.	391	342	1.90
C.c.	521	382	2.50
P.p.	425	365	1.77
Nas.	609	526	2.40
C.l.w	503	426	1.96
C4475	603	497	2.51

Tableau.44: Nombre total des sections des racines de diamètre inférieur à 1mm

Page	Face int.	Face ext.	Dens.(dm ²)
Big.	187	175	0.64
C.L.	137	194	0.46
P.L.	175	177	0.84
C.C.	148	134	0.71
P.p.	283	283	1.18
Hos.	266	237	1.4
C.L.W	170	133	0.66
Cd4 75	160	128	0.70

Tableau.45: Nombre total des sections des racines de diamètre supérieur à 1mm

comparé au nombre de charpentes racinaires, qui est relativement faible. La densité moyenne racinaire est des plus importantes.

L'enracinement du clémentinier greffé sur *Poncirus pomeroy*, sans être très puissant, affiche un bon équilibre entre le chevelu et le système d'ancrage. Ceci est constaté sur les deux faces de la tranchée. tandis que la densité par m^2 est moyenne.

Quant à *Citrance carrizo*, le nombre total des racines est moyen par rapport à *citrumelo 4475*, *nasnaran* et *Poncirus pomeroy*. La prospection du chevelu racinaire est plus importante que sa charpente. La densité racinaire est des plus élevées par rapport aux précédents porte-greffe, sauf pour le *nasnaran* qui présente une densité racinaire meilleure.

Pour *Citrance troyer*, le nombre total de section de racines est des plus bas. Cependant, il présente un chevelu racinaire plus ou moins moyen. Tandis que sa charpente est la plus faible, ainsi que sa densité comparée à celles des autres porte-greffe.

Pour ce qui est du *bigaradier*, le nombre total des racines supérieures à 1 mm est plus important que sa charpente. Toutefois, la densité moyenne des racines par dm^2 est des plus faibles.

L'analyse statistique de l'indice total de distribution

L'analyse statistique de l'indice, en % de l'indice total de distribution centrifuge, indique que la différence entre les indices, en fonction de la distance du tronc, est hautement significative (Ann.26).

D'après l'annexe 26, il apparaît que le nombre de racines décroît avec l'éloignement du tronc, mais en fonction des modalités particulières de chaque porte-greffe.

Pour le *bigaradier*, la décroissance est très accusée à partir de 80 cm du tronc, pour augmenter à 140 cm. Elle décroît ensuite à 180 cm, puis baisse à 240 cm.

Quant à *Citrance troyer*, le nombre des racines latérales est au maximum à 40 cm. Il décroît ensuite, assez régulièrement et d'une façon relativement lente, notamment entre 100 et 220 cm du tronc. Au delà de cette distance, l'indice augmente jusqu'à 320 cm du tronc. Il est, toutefois moins important.

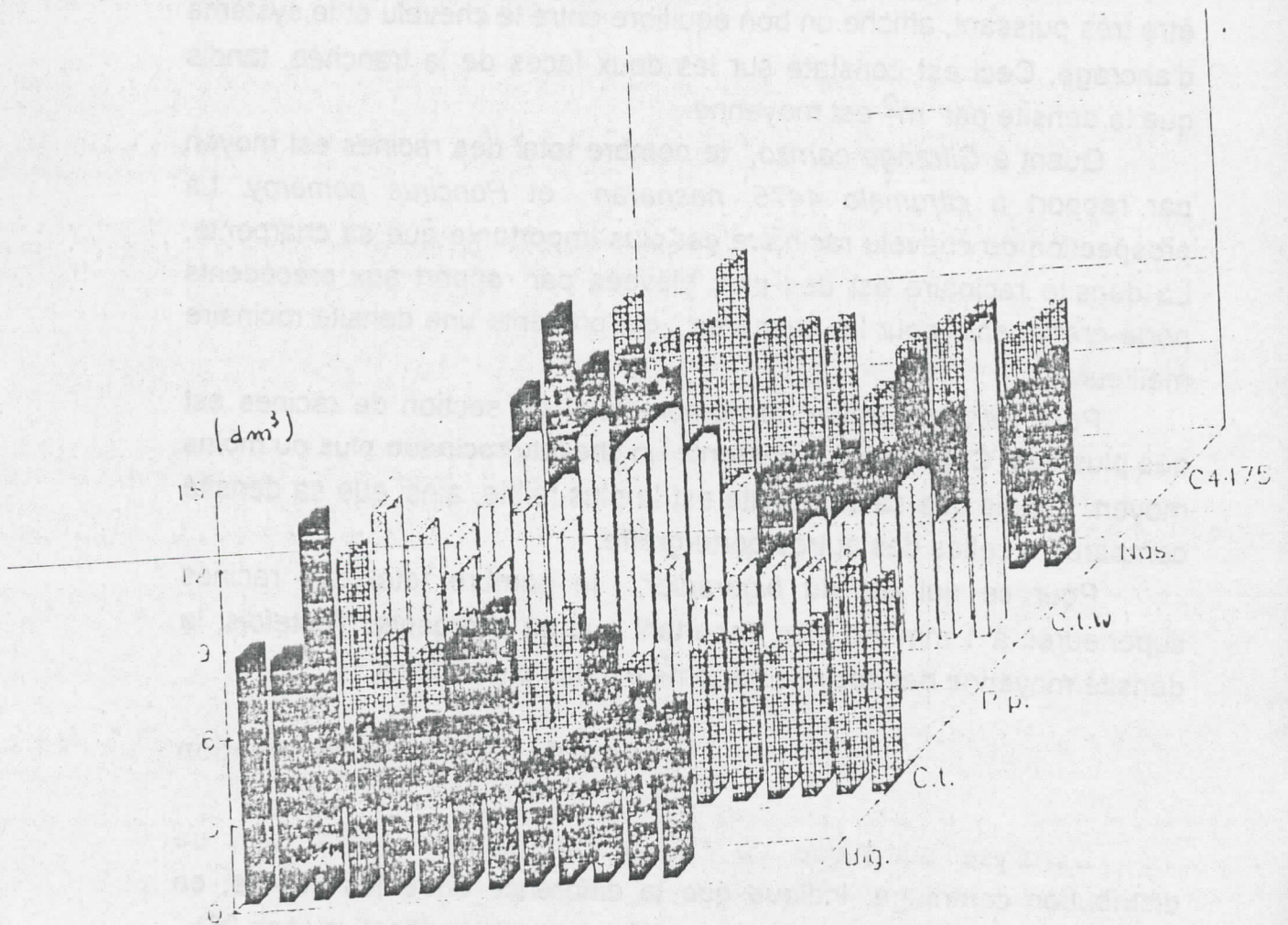


Figure 29: Densité des racines ou indice global.

Dans le cas de *Poncirus trifoliata*, cet indice se répartit, alors en dents de scie. Le maximum de racines est enregistré à 80 cm, 140 cm, 180 cm et enfin à 260 cm du tronc.

Pour ce qui est de *Citrangue carrizo*, on assiste à une décroissance, plus ou moins, régulière. Le maximum des racines est observé à 60cm, tel qu'il a été enregistré avec le *bigaradier*.

Quant à *Poncirus pomeroy*, on assiste à une irrégularité. Puis il décroît lentement jusqu'à 300 cm du tronc.

Pour ce qui est du *nasnaran*, jusqu'à 140cm du tronc la distribution racinaire, traduite par un indice, semble plus ou moins régulière. Mais au delà de cette distance, on observe une irrégularité jusqu'à 300 cm du tronc.

Avec *Citrus taiwanica*, le maximum de racines est obtenu, déjà à 40 cm du tronc puis à 260 cm.

Enfin pour *citrumelo 4475*, le maximum est atteint à 120 cm du tronc, et au delà de cette distance, l'indice est moins intense.

3.6.1.3 Indice global

Vu, que les tranchées racinaires n'ont pas la même surface, nous sommes amenés à exprimer l'indice en % de l'indice total de distribution centrifuge, non plus sous la forme du nombre total des racines rencontrées par classe élémentaire, mais, sous la forme du nombre moyen de racines par dm^2 , qui représente donc la densité par dm^2 appelée, encore, indice global. Afin qu'on puisse déceler, à quel niveau de la surface de la tranchée de chaque arbre étudié, la densité des racines, est la plus importante.

L'indice globale apparaît dans l'annexe 27 et traduit par la figure 29. Il s'avère de ce fait, que l'éloignement du tronc se traduit par des modifications significatives des densités des racines et ceci, suivant les différents porte-greffe étudiés.

En effet, nous avons pu constater que les zones racinaires ne sont pas exploitées de la même façon par les différents porte-greffe. L'extension racinaire de *Citrangue carrizo*, par exemple, ainsi que celle de *Poncirus trifoliata*, atteint la même distance (240cm).

Par contre, la prospection racinaire est très différente avec *Citrangue carrizo*. Elle est, plus ou moins, régulière. La densité maximale est enregistrée à 60cm du tronc. A cette même distance, *Poncirus*

Dist P.gref	Big.	C.t.	P.t.	C.c.	P.p.	C.t.w	Nos.	C4475
20	0.94	0.78	0.92	0.80	0.83	0.88	0.98	0.87
40	0.94	0.85	0.87	0.75	0.35	1.6	0.58	0.83
60	1	0.78	1.7	0.83	0.86	0.77	0.83	0.82
80	1.3	0.75	0.86	0.68	0.86	0.84	0.89	0.82
100	1.6	0.80	1	0.71	0.75	0.78	0.90	0.83
120	1.11	0.73	0.88	0.83	0.80	0.74	0.82	0.89
140	1	0.82	1.3	0.82	0.83	1	0.62	0.90
160	1	0.85	2.13	0.73	1.4	0.85	0.70	0.68
180	1.18	1.6	0.92	0.95	0.73	1.4	0.63	0.59
200	1.2	0.93	0.85	0.71	0.76	1.8	0.77	0.64
220	1.17	0.93	0.94	0.96	0.82	1.3	0.74	0.93
240	0.81	1.44	0.90	0.55	1.6	0.92	0.53	0.89
260	0.81	1.31	0.81	0.16	0.76	0.91	0.81	0.87
280		1.12			0.84	0.65	0.66	0.78
300		2.23			1.4	0.94	0.79	0.78
320		0.87				0.77	0.98	
340		0.88						

Tableau 46: Indice de multiplication racinaire.

trifoliata présente la plus faible densité racinaire qui est, d'ailleurs, très irrégulière d'une distance à une autre.

Tandis qu'au niveau du *bigaradier*, les racines atteignent une distance de 260 cm. Par contre, la colonisation des zones racinaires, suivant la distance du tronc, est également irrégulière. La densité maximale est, alors, observée à 60 cm comme celle qui est enregistrée sur *Citrange carrizo*.

Pour ce qui est de *Poncirus pomeroy* et de *citrumelo 4475*, il semble qu'avec ces derniers, l'extension racinaire, est plus homogène que celle enregistrée sur les autres porte-greffe étudiés. De plus, elle atteint les 300 cm. Avec *Poncirus pomeroy*, il apparaît que, la densité racinaire maximale est obtenue à 140 cm du tronc. Au delà de cette distance, elle diminue.

Quand le clémentinier est greffé sur *Citrus taiwanica* et sur *nasnaran*, l'extension racinaire atteint les 320 cm du tronc. Mais sur *nasnaran*, nous avons observé que, la densité maximale est enregistrée à cette même distance. Ce qui n'a pas été observé avec les autres porte-greffe. Il semble, que cette densité est la plus importante parmi celles enregistrées sur les autres porte-greffe.

Avec *Citrus taiwanica*, la colonisation des zones par les racines est également irrégulière. Elle semble être importante dans les premiers 120 cm du tronc.

Enfin, lorsque le clémentinier est greffé sur *Citrange troyer*, son système racinaire, comme nous l'avons indiqué, auparavant, s'allonge davantage jusqu'à 340cm du tronc, et la densité racinaire est, alors, plus ou moins irrégulière.

3.6.1.4 Indice de multiplication racinaire

L'effet distance qui correspond à l'éloignement du tronc, est hautement significatif (Ann.28). Cet indice de multiplication racinaire est, alors, fonction de la distance du tronc. L'effet porte-greffe est également significatif. Cela sous-entend, que cet indice tend à être différent d'un porte-greffe à un autre.

Ainsi, lorsque le clémentinier est greffé sur *bigaradier* (Tab.46), nous avons constaté que la zone de régression racinaire est observée sur les 40 premiers cm du tronc, et à la limite de l'extension racinaire. Tandis que la stabilité est indiquée à la limite du rayon de couronne. Au

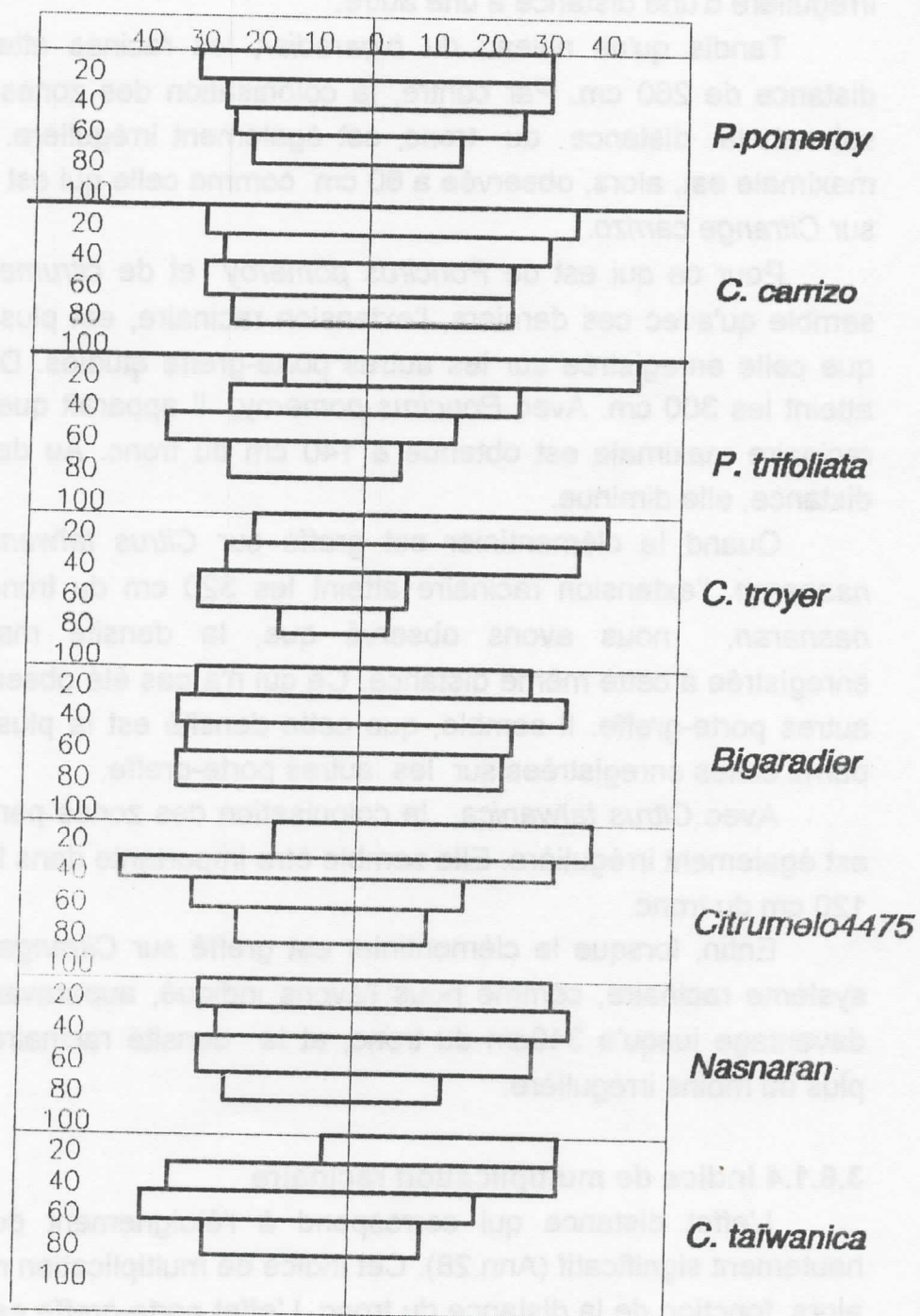


Figure.30: Répartition en profondeur du clémentinier greffé sur les 8 porte-greffe

delà de celle-ci (100 cm), on note une zone de multiplication racinaire.

Pour ce qui est de *Citrangé troyer*, les premiers 160 cm du tronc sont considérés comme une zone de régression racinaire, alors qu'à 180 cm du tronc c'est la stabilité. Au delà cette distance, on note un indice de multiplication bien supérieure à 1. Tandis qu'à la limite de l'extension racinaire, cet indice caractérise une zone de régression.

Quant à *Poncirus trifoliata*, nous avons constaté qu'au delà du rayon de la couronne (107 cm), cette zone est dite de régression et de stabilité racinaire. Au delà de cette distance, on note une zone de multiplication. Cependant, à partir de 180 cm du tronc, la multiplication racinaire régresse.

Pour les autres porte-greffe, leurs indices de multiplication racinaires semblent être très rapprochés, tels que sur *citrumelo 4475*, *Citrangé carrizo* et *Citrus taiwanica*, où l'on a constaté que toutes ces zones racinaires présentent un indice de multiplication racinaire bien inférieur à 1, caractérisant ainsi des zones de régression.

Tandis que pour *Poncirus pomey*, jusqu'à 140 cm du tronc, la zone est définie comme étant une zone de régression. On remarque à 160 cm une stabilité, et au delà de cette distance l'indice de multiplication racinaire est bien inférieur à 1.

Par contre, on observe des zones de stabilité à 40, 140, et enfin 220 cm pour *Nasran*. En deçà et au delà de ces distances l'indice est bien inférieur à 1.

3.6.1.5 Répartition des racines en profondeur

Les résultats qui sont portés dans les annexes 29 et 30 et traduits par la figure 30 font apparaître les % des racines en fonction de la profondeur.

Ainsi, la répartition en profondeur des racines du clémentinier greffé sur *bigaradier*, nous fait montrer que le chevelu racinaire est localisé à 40 cm. Quant à la charpente racinaire, son % est bien réduit dans les 20 premiers cm du sol. Puis il augmente de plus en plus en profondeur.

Pour ce qui est de *Citrangé troyer*, il semble que son chevelu racinaire soit, également, beaucoup plus important que sa charpente. Le

chevelu diminue, de plus en plus, en profondeur. A l'opposé, sa charpente augmente jusqu'à 60 cm de profondeur puis diminue.

Il en est de même de *Poncirus trifoliata*, quant à sa charpente racinaire. Le chevelu est beaucoup plus important que la charpente, notamment dans les 20 premiers cm du sol. Il représente le % le plus élevé, enregistré à ce niveau entre ceux de tous les autres porte-greffe.

Citrangé carrizo, semble présenter un équilibre entre son chevelu et sa charpente, et ceci à chaque niveau de profondeur. Il en est de même pour *Poncirus pomey*, tout en ayant un % de charpente racinaire moins important que celui de *Poncirus trifoliata*. Il apparaît, sur ces deux porte-greffe, que le système racinaire du clémentinier est bien réparti dans le sol.

Lorsque le clémentinier est greffé sur *Citrus taiwanica*, il présente un chevelu racinaire plus important dans les 40 premiers cm du sol. Puis il diminue en profondeur. A l'opposé, sa charpente racinaire, semble plus importante. Elle augmente, de plus en plus, jusqu'à 60 cm puis elle diminue. A 60 cm de profondeur, *Citrus taiwanica*, présente le % de charpente racinaire le plus élevé de tous les autres porte-greffe. Dans les 20 premiers cm du sol, son système d'ancrage semble très réduit, comparé à celui du bigaradier.

Quant à *nasaran*, son système racinaire est caractérisé en profondeur. Par contre, à 40 cm, il présente un chevelu racinaire beaucoup plus important, comparé à *Citrus taiwanica* à ce même niveau.

Enfin, on constate que le chevelu racinaire du clémentinier greffé sur *citrumelo 4475* est important dans les premiers 20 cm du sol, comparé à sa charpente qui est plus importante à 40 cm de profondeur que le chevelu. Mais il décroît, également en profondeur.

3.6.1.6 Indice morphologique d'ancrage

Les indices morphologiques d'ancrage se distinguent très significativement, selon la distance du tronc et selon le porte-greffe étudié. Les résultats de ces indices sont consignés dans l'annexe 31 et la figure 31.

Nous pouvons remarquer, en général, que l'indice morphologique d'ancrage augmente, au fur et à mesure, que l'on s'éloigne du tronc. Il est beaucoup plus important chez *nasaran* avec 716 dm³. Il est suivi

I Dis.	Indice nulli	indice d'Augro	Ordensité	Chevelu	Charpente	RC	D	Moy. Ind. base 10	Classement
19.2	10	6.7	7	7.5	5.9	6.7	9.2	9.1	Nos.
27.6	10	5.4	6	7.6	4.8	7	9.2	8.7	P.p.
3.10	10	6.1	8	6.4	6.2	7.2	9.2	8.3	C.c.
49.4	7.2	8	9.4	8.5	5.2	9.4	9.5	8.1	C4475
58.5	8.6	10	8.6	7	10	7.4	9.5	7.8	P.t.
68.3	8.9	6.7	10	10	9.4	10	10	7.7	Big.
78	7.7	6	8	8.3	6	7.4	9	7.5	C.w.
88.5	7.5	6.5	9.3	9.9	5.6	8	9.5	7.2	C.t.

Tableau. 47: Caractéristiques globales d'enracinement (moyennes des indices) des 8 porte-greffe

du *citrumelo* 4475 avec 666 dm³. Alors, que le plus faible indice d'ancrage est obtenu sur *Citrangé troyer* avec 386.5 dm³. Quant, aux autres porte-greffe tels que *Citrangé carrizo* et *Poncirus trifoliata*, leurs indices moyens sont respectivement de 500.4 et 395.2 dm³.

3.6.1.7 Caractéristiques globales d'enracinement des huit porte-greffe

Nous avons transformé tous les indices, des paramètres étudiés sur les performances racinaires du clémentinier, greffé sur les huit porte-greffe, en un seul indice global moyen. Afin de pouvoir connaître lequel des porte-greffe étudiés présente les meilleures performances racinaires.

Du tableau 47, il est possible d'effectuer une classification où *nasnaran* est en tête. Il est suivi de *Poncirus trifoliata*, *bigaradier*, *Citrus taiwanica* et enfin *Citangé troyer*.

3.6.1.8 Corrélation entre la vigueur et l'indice globale d'enracinement

Le test de signification du coefficient de régression a été réalisé par l'analyse de la variance (Tab.48). A travers ce dernier, il apparaît clairement qu'il n'existe pas de corrélation entre la vigueur conférée au clémentinier et la moyenne des indices racinaires, ($p = 20.25\%$).

3.6.2 Discussion

Le système racinaire du clémentinier greffé sur les huit porte-greffe étudiés est relativement superficiel. La localisation racinaire ne dépasse pas 80 cm de profondeur. Il se caractérise, essentiellement, par un développement plutôt latéral et une densité racinaire très hétérogène, selon la distance du tronc, et selon le porte-greffe étudié, un indice de multiplication variable, et un indice morphologique d'ancrage différent d'un porte-greffe à un autre.

Lorsque le clémentinier est greffé sur *bigaradier*, son extension latérale est bien limitée, avec une densité racinaire maximale à 10 cm de la distance du sol. Malgré qu'à cette même zone, on remarque une stabilité racinaire. Le chevelu racinaire enregistré est bien supérieur à la charpente. Il se localise, notamment, dans les 40 premiers cm du sol.

Sour.	S.C.E.	D.D.L.	C.M.	F	P	Test
Tab.	2.618	7				
Reg.	0.662	1	0.6622	2.0318	20,25	NS
Resid.	1.956	6	0.3259			

Tableau. 48: Analyse de variance appliquée à la corrélation entre la vigueur et l'indice global d'enracinement

Mais, en général la colonisation du sol par les racines du *bigaradier* est plutôt irrégulière. Elle est plus importante en profondeur. Nous pouvons penser alors, que le porte-greffe qui, d'habitude, développe un système racinaire pivotant, a tendance à se ramifier plutôt en profondeur. C'est la raison pour laquelle, nous avons observé une prospection racinaire latérale bien limitée. Il ne pourra pas, ainsi, explorer le maximum de volume du sol, ce qui réduira nettement sa capacité d'absorption. En effet, le diagnostic foliaire confirme nos constatations sur terrain, puisque le P, le K, l'N et le Mn sont absorbés faiblement par ce porte-greffe.

Le clémentinier greffé sur *Citrange troyer*, présente la plus grande extension racinaire, comparée à celles des autres porte-greffe. Cela est dû, essentiellement, à une multiplication intense de son système racinaire qui est caractérisé par un indice supérieur à 1, notamment, au delà du rayon de la couronne. Quant à sa densité, elle est bien irrégulière comme, d'ailleurs, tous les autres porte-greffe étudiés. Sa prospection racinaire, en profondeur semble être plus importante dans les 40 premiers cm du sol, notamment au niveau du chevelu racinaire.

En ce qui concerne son système d'ancrage, il est moins important. Ce qui prouve que son pouvoir d'absorption sera grand, avec une capacité d'ancrage faible. Car, il présente un indice morphologique d'ancrage, beaucoup, plus faible que les autres porte-greffe étudiés. Par contre, il présente l'avantage d'absorber l'eau et les éléments minéraux du sol d'une façon meilleure que celle du *bigaradier*. Effectivement, nous avons pu constater qu'il absorbe efficacement l'N, le Mg, le Zn, le Cu et le Fe, mais moins efficacement le P et le K.

Le système racinaire de *Poncirus trifoliata* est bien limité latéralement. Sa densité est très irrégulière. Au delà du tronc, les racines se multiplient intensément jusqu'à 180 cm. La colonisation du sol, par le chevelu racinaire, est prédominante dans les 20 premiers cm, puis diminue progressivement. Par contre, sa charpente racinaire, comparée à celle de *Citrange troyer*, est moins importante que son chevelu. Ce qui peut expliquer le faible indice d'ancrage enregistré. De ce fait, l'importance du chevelu racinaire de *Poncirus trifoliata*, notamment, dans les 20 premiers cm, assure la bonne absorption de l'eau et des éléments minéraux.

Effectivement, le diagnostic foliaire du clémentinier greffé sur *Poncirus trifoliata* confirme que l'N, le P, le K, le Cu et le Mg sont absorbés, plus efficacement que sur les autres porte-greffe.

L'extension racinaire de *Citrangue carrizo* est comparable à celle de *Citrangue troyer*. Mais, sa densité racinaire diminue, plus ou moins, régulièrement à partir de 60 cm du tronc. Par contre, nous notons un indice de multiplication racinaire bien inférieur à 1, ce qui caractérise des zones de régression. En outre, le clémentinier greffé sur ce porte-greffe, présente une répartition racinaire, en profondeur, plus ou moins homogène et équilibrée entre le chevelu et la charpente racinaire. Ce qui nous laisse présager, que ce porte-greffe tire profit de toutes les zones colonisées par les racines. Cela confirme les résultats que nous avons obtenus sur les teneurs foliaires du clémentinier greffé sur ce porte-greffe.

En effet, ce porte-greffe absorbe efficacement l'N, le K, le Zn, le Cu et le Fe. Ce qui peut se répercuter sur la production et la qualité du fruit. Ainsi, un certain équilibre est établi entre la vigueur et la fructification. Celui-ci dépend, étroitement, de l'efficacité d'utilisation des éléments minéraux par les racines de ce porte-greffe. Il a non seulement, un fort pouvoir d'absorption mais, également un bon enracinement, comparé à ceux des autres porte-greffe.

Pour ce qui est du clémentinier greffé sur *Poncirus pomeroi*, l'extension racinaire est moins importante que celle de *Citrangue troyer*, mais plus importante que celle du *bigaradier* et de *Citrangue carrizo*. Quant au nombre de racines rapporté au m², il est plus ou moins homogène, suivant la distance du tronc. Son système racinaire est plus ou moins stable.

Par contre, la colonisation du sol par les racines est plutôt homogène, et comparable à celle de *Citrangue carrizo*. Un certain équilibre s'établit, ainsi entre son chevelu et sa charpente. Par conséquent, il présente non seulement un grand pouvoir d'absorption, mais également une grande capacité de prospection racinaire. En effet, il induit au clémentinier une meilleure absorption en N, P, K, Mn et Zn qui se répercute sur la quantité et la qualité des fruits.

Quant à *nasnaran*, son extension racinaire, comparée aux autres porte-greffe est moyenne. La densité, comme nous l'avons noté auparavant, est irrégulière. Seulement, nous avons enregistré, à la

limite de l'extension racinaire (320 cm), la plus importante densité constatée par rapport aux autres porte-greffe.

Par contre, il n'y a pas de multiplication racinaire à tous les niveaux. De plus, la prospection racinaire en profondeur semble être, plus ou moins, homogène, mais plus marquée que sur *Citrang carrizo* et *Poncirus pomey*. Son chevelu racinaire est, alors, plus important à 40 cm. Donc, ce porte-greffe se caractérise par une bonne colonisation racinaire du sol, et ce, à tous les niveaux. En l'occurrence, il présente une bonne absorption en éléments minéraux et un bon ancrage au sol. Effectivement, il est classé le premier selon ce dernier paramètre. Il semble que ce porte-greffe absorbe efficacement l'N, le Ca, le Mn et le Cu.

Lorsque le clémentinier est greffé sur *Citrus taiwanica*, son extension racinaire est comparable à celle du *nasnaran*. Quant à la densité racinaire, elle est très irrégulière, suite à un indice de multiplication racinaire indiquant des zones de régression nette.

En ce qui concerne la répartition en profondeur des racines, elle est plutôt en faveur de la charpente racinaire, comparée à celle de son chevelu qui décroît de plus en plus en profondeur. Ce qui fait, que ce porte-greffe présente un grand pouvoir d'ancrage, mais une faible capacité d'absorption. Effectivement, le diagnostic foliaire du clémentinier greffé sur ce porte-greffe, indique que ce dernier est le seul qui absorbe très difficilement et moins efficacement l'N, P, K, Mg, Mn et le Fe que tous les autres porte-greffe étudiés.

Enfin, en ce qui concerne le clémentinier greffé sur *citrumelo 4475*, la densité racinaire s'avère, plus ou moins, homogène à chaque distance du tronc. Seulement, son indice de multiplication indique des zones de stabilité racinaire à chaque distance du tronc.

Quant à son chevelu racinaire, il est plus important que sa charpente, et ce, à 20 cm de profondeur. Par contre, au delà de 40cm, la charpente racinaire est alors, plus importante que le chevelu. Par conséquent, on peut déduire que *citrumelo 4475*, induit au clémentinier une bonne absorption racinaire en profondeur, ainsi qu'une bonne capacité d'absorption des éléments nutritifs dans les différentes zones conquises.

Effectivement, il s'avère que sur ce porte-greffe, le clémentinier présente la meilleure teneur en N, P, K, Zn et en Cu. Il Présente,

également un bon indice d'ancrage puisqu'il est classé le second des autres porte-greffe.

En somme, il est utile de rappeler que le clémentinier greffé sur tous les porte-greffe étudiés, présente un enracinement bien superficiel. Il est localisé, essentiellement, dans les 80 cm du sol. Il est bien limité latéralement, malgré l'âge du clémentinier (8 ans). Ceci, peut être expliquer soit par les irrigations localisées, qui induisent des systèmes racinaires bien superficiels, soit par la pauvreté du sol en éléments ou par le manque d'apports en engrais. On pourrait avancer, que dans les conditions du milieu d'implantation de l'essai, nous devons considérer toutes les éventualités, puisque notre parcelle d'étude est irriguée par micro-jet, et que notre sol est bien pauvre en éléments nutritifs, notamment, en N, K et en oligo-éléments. De plus, la fertilisation est insuffisante en ces éléments. Elle est pratiquée d'une façon anarchique, sans aucun respect des doses d'apports.

Nous avons, aussi, pu constater que les teneurs en éléments minéraux étaient variables d'un horizon à un autre. Ce qui peut expliquer la variation de la densité racinaire. Il semble, d'après nos observations, qu'elles soient maximales dans les horizons les plus pourvus en éléments minéraux. Elle sont, également, réduites dans les zones les plus pauvres. Il en est de même de l'indice de multiplication racinaire.

DEMOLON (1968), a montré que les racines se multiplient, intensément, dans une zone bien pourvue en éléments minéraux. Ce résultat confirme nos observations, quant à ce paramètre d'étude. Quant à extension latérale, comme nous l'avons constaté, est différente d'un porte-greffe à un autre. On ne peut l'attribuer à un manque d'irrigation, qui, selon ESCALAPON (1991), oblige les racines à s'allonger de plus en plus à la recherche de l'eau, par hygrotropisme. Nos arbres sont placés dans les mêmes conditions d'études.

On pourrait déduire que l'extension racinaire ne dépend pas, uniquement, des conditions de culture, mais également des caractéristiques intrinsèques de chaque porte-greffe. Il en est de même pour la prospection racinaire en profondeur.

Ainsi, nos résultats ne sont pas semblables à ceux trouvés par OTZCU & al. (1981). Ces derniers ont établi une classification des porte-greffe, comme nous l'avons signalé dans la partie bibliographique. Ils ont montré, que *Citrus taiwanica* présentait, selon les paramètres

étudiés, des performances racinaires meilleures que celles de *Citrance carrizo* et *troyer*, de *Poncirus trifoliata* et du *bigaradier*.

Alors que, de notre étude, il ressort que ce porte-greffe en question présente les pires performances racinaires, comparées à celles des autres porte-greffe étudiés.

Quant au *citrumelo 4475*, nous avons obtenu une réponse satisfaisante, par rapport aux paramètres étudiés. Ces résultats ne concordent pas avec les résultats trouvés par OTZCU & al. (1981). Alors que les performances racinaires montrées sur *Citrance carrizo*, *troyer*, *Poncirus trifoliata* et *bigaradier* sont conformes à nos résultats. Puisque le premier porte-greffe précité, montre les meilleures performances comparées aux *citrumelo 4475*, *bigaradier*, *Poncirus trifoliata* et *Citrance troyer*.

On déduit, par conséquent, que la différence de résultats trouvés est due soit au milieu d'étude qui n'est pas le même, soit à ce que le porte-greffe seul ne présente pas les mêmes caractéristiques racinaires quand il est associé à un greffon. Ce phénomène a été confirmé sur *Citrance carrizo*, mais pas sur les autres porte-greffe. Ce qui sous-entend, que ce dernier seul ou associé, présente les meilleures performances racinaires plus que tous les autres porte-greffe. Alors que, les caractéristiques propres de *Citrus taiwanica* peuvent perturber l'expression de ses potentialités intrinsèques par le greffon.

Nous pouvons alors, conclure que l'expression racinaire de chaque porte-greffe, peut être différente lorsque celui-ci est associé au greffon.

De ce fait, on pourrait penser que la connaissance des performances racinaires induites par le porte-greffe faciliterait la tâche au sélectionneur mais, également celle du praticien, pour le choix d'un porte-greffe bien adapté aux conditions culturelles particulières. Effectivement, dans notre cas, par exemple, nous conseillons à l'agrumiculteur de bien épandre les fertilisants au deçà et au delà de la couronne de l'arbre pour *Citrance carrizo*, *Poncirus trifoliata*, *bigaradier* et *Citrus taiwanica* et de bien les éloigner dans le cas où le clémentinier est greffé sur *Citrance troyer*.

Pendant, il semble qu'un développement important du système racinaire concurrence les parties aériennes dans un milieu riche en eau et en éléments minéraux.

Effectivement, MARTEANS (1979), estime que les grandes possibilités d'absorption par les racines ne rendent pas, toujours nécessaire une colonisation très intense par les systèmes racinaires qui n'est pas utile dans les sols riches ou dans ceux où la migration des éléments est très facile. Il n'est pas, non plus, nécessaire que l'enrichissement soit réalisé sur toute la masse du sol pour corriger ses déficiences.

Mais, dans nos conditions de sol qui sont défavorables, tant pour les parties aériennes que pour les racines, il est indispensable d'avoir un sol riche et une colonisation racinaire intense, pour permettre une alimentation minérale satisfaisante des arbres. Car, les possibilités alimentaires d'une culture dépendent, autant des conditions climatiques, des caractéristiques de l'espèce, notamment de son enracinement, des propriétés physiques du sol, que de ses caractéristiques chimiques et physico-chimiques.

Dans nos conditions expérimentales, deux micro-jets suffiraient pour irriguer le système racinaire. Chaque micro-jet débite 40l/h et humecte le maximum de volume de sol, mais les arrosages doivent être fréquents.

En ce qui concerne le travail du sol, il faudrait qu'il ne soit pas profond, car le système racinaire du clémentinier greffé sur tous les porte-greffe, est bien superficiel. De plus, la zone de densité maximale est localisée, notamment, dans les 40 premiers cm du sol. Par conséquent, il est, impérativement, nécessaire de régler l'appareil à moins de 20cm.

Conclusion générale

Le clémentinier est une variété, extrêmement, sensible et exigeante. Les rendements actuels sont donc la conséquence, tout à fait logique, du manque de soins, voire du laisser aller qui ont, jusqu'à une date récente, caractérisé la conduite, non seulement du verger de clémentinier sans pépins, mais également, tous les vergers d'agrumes. Cependant le clémentinier, beaucoup plus sensible, que les autres variétés, a subi les conséquences, d'une manière plus spectaculaire. C'est ainsi, que de nombreux vergers sont devenus, totalement, improductifs. Alors qu'ils avaient, dans le passé, donné des rendements plus que satisfaisants.

D'ailleurs, le clémentinier ne produit-il pas dans les autres pays du bassin méditerranéen où, pourtant les conditions climatiques sont loin d'être plus favorables que celles de l'Algérie? il ne faut donc, surtout pas, irradier les vergers improductifs, mais les reprendre en main rapidement et énergiquement. Donc, il faut faire bénéficier le verger du clémentinier de tous les soins nécessaires qui sont, entre autres: la fertilisation, l'irrigation, le drainage, les soins phytosanitaires, l'amélioration variétale, l'utilisation des porte-greffe adéquats etc....

En effet, l'utilisation optimale d'une variété fruitière donnée exige, souvent, celle d'un type de porte-greffe qui possède les qualités nécessaires, pour assurer sa bonne adaptation aux conditions climatiques, édaphiques, phytosanitaires, culturelles et commerciales.

Ainsi, le problème des porte-greffe, en agrumiculture, est très important. En effet, et jusqu'à ces dernières années, il semblait être résolu avec l'emploi, quasi généralisé, du *bigaradier* qui dans presque tous les cas, donnait des résultats satisfaisants.

Malheureusement, à l'heure actuelle, les plantations d'agrumes greffées sur *bigaradier* sont menacées par la tristeza; redoutable virose qui s'attaque, plus précisément, aux *Citrus* greffés sur *bigaradier*. La présence de la tristeza en Espagne, où elle a déjà fait périr des milliers d'arbres, fait peser une très grave menace sur tous les agrumes du bassin méditerranéen.

Etant donné qu'il s'agit d'une maladie d'association variété/porte-greffe, quand ce dernier est le *bigaradier*, et qu'elle est transmissible par des insectes, il est nécessaire, par conséquent, de substituer au *bigaradier* des porte-greffe résistants à cette maladie.

Cependant, d'après les travaux entrepris dans les différentes stations agrumicoles du monde entier, il s'avère que certains porte-greffe étaient plus performants, du point de vue productif, que le *bigaradier*. Par conséquent, les critères de choix d'un porte-greffe, en remplacement du *bigaradier*, étaient non seulement résistants à la tristeza, mais également leurs performances de production sont égales, ou supérieures à celles du *bigaradier*. A ce sujet, beaucoup de travaux ont été entrepris par les différentes stations agrumicoles dont celle de Boufarik. Celle-ci a mis en place un essai comparatif, ayant pour but d'étudier le comportement du clémentinier clone 2749 greffé sur les huit porte-greffe.

Ainsi, il s'avère que notre sol est de texture limono-argileux-sableuse. Il correspond à un sol qui se travaille difficilement. Il est à réaction alcaline, et bien pourvu en Ca, Mg, Cu et P. Toutefois ses teneurs en N et K sont faibles. Il est particulièrement carencé en Zn et Mn. Ce qui a influencé, sans aucun doute, l'absorption racinaire de ces éléments. Effectivement, le diagnostic foliaire a montré, durant les deux années d'étude, que la faible teneur en N est due à un taux de matière organique faible.

Le diagnostic foliaire a révélé, en outre, que les porte-greffe étudiés présentaient une différence entre eux, pour la capacité d'absorption, des éléments nutritifs.

En effet, le *bigaradier* manifeste une supériorité d'absorption pour le Ca, le Zn et le Cu. Néanmoins, il induit une absorption moyenne en N, en Mg et en Fe. Seulement, il semble ne pas être efficace pour l'absorption du Fe et du Mn.

Citrange troyer induit au clémentinier des teneurs plus élevées en Mg, N, Zn, Cu et Fe. Il absorbe, moins efficacement le P, K, Ca, Mn.

Citrange carrizo, quant à lui, confère aux feuilles du clémentinier une forte teneur en N et en Cu et des teneurs appréciables en K. Par contre, il est moins efficace quand il s'agit de l'absorption du Mg, Ca et Mn.

Quant à *Poncirus trifoliata*, les feuilles du clémentinier sont, constamment, plus riches en N, P et K. De plus, il absorbe efficacement le Cu, Zn, Mn et Mg. Par contre, il induit les plus faibles teneurs en Ca.

Les feuilles du clémentinier, sur *Poncirus pomey* sont, constamment, plus riches en N, P, Cu. Il absorbe efficacement le Mn,

Zn, et K. Quant au Ca, son absorption est faible. Le même effet est constaté sur *Poncirus trifoliata*.

Sur *Citrus taiwanica*, on note une bonne absorption de l'N et du Mn. En outre, sur ce porte-greffe, les feuilles du clémentinier présentent les meilleures teneurs en Ca, Mg, Zn et Cu. Par contre, il n'est pas très efficace, quant à l'absorption du P et du K, comparée à celles des autres porte-greffe.

Lorsque le porte-greffe utilisé est *nasnaran*, les teneurs foliaires en ces éléments sont plutôt moyennes à faibles.

Pour ce qui est du *citrumelo 4475*, il semble induire de fortes teneurs en Cu, P, K, N. La même teneur en N est également enregistrée que celles sur *Poncirus trifoliata*, *Citrangle carrizo*, *Poncirus pomeroy* et *Citrus taiwanica*. Par contre, il absorbe moins efficacement le Ca et le Mg.

Ainsi, nous pouvons indiquer que les porte-greffe étudiés, présentent une différence, entre eux, dans l'absorption des éléments nutritifs. Ils transmettent leurs propriétés au greffon. L'interaction greffon/porte-greffe est étroite dans les associations. Toutefois, l'effet du porte-greffe est prépondérant.

Seulement, comme nous l'avons souligné, nous nous demandons si l'expression du greffon, dans le cadre d'un métabolisme modifié par l'association de tel ou tel porte-greffe, ne pourrait avoir des conséquences sur les modifications des "besoins en teneurs foliaires" à l'égard de certains éléments minéraux. C'est à dire un éventuel "glissement des normes de composition foliaires" établies par CHAPMAN (1943) & EMBLETON (1963). Il est donc, hautement, probable que les besoins quantitatifs en éléments fertilisants (T/ha), pour atteindre un rendement optimal, propre à chaque combinaison, seront différents en raison des différences de "potentialités" spécifiques et du "pouvoir de fournitures des éléments" à la partie greffée.

Vu, l'importance du rôle d'un porte-greffe, dans la modification de l'absorption des éléments minéraux du sol, nous sommes amenés à ne pas négliger les porte-greffe du clémentinier qui pourraient constituer, sans aucun doute, un facteur parmi tant d'autres; facteur qui améliorerait efficacement la production du clémentinier. Ces facteurs sont indispensables, car cette variété est très sensible aux conditions du milieu, notamment à celle d'une mauvaise alimentation.

En prenant, en considération le facteur porte-greffe, nous pourrions choisir celui, ou ceux qui puissent tirer profit de divers milieux, pauvres ou riches en éléments minéraux.

MARCHAL & al. (1974) ont utilisé, dans le cas d'un sol pauvre en Ca le *bigaradier* comme porte-greffe du clémentinier. Sur sol pauvre en N, Il a utilisé *Poncirus trifoliata*, connu par sa grande capacité d'absorption de cet élément.

Nous voyons ainsi, l'intérêt en Algérie d'approfondir nos connaissances sur les porte-greffe du clémentinier. Car deux années d'études du diagnostic foliaire ont permis, seulement, de déterminer des tendances. Il faut, surtout, se rappeler que dans notre cas, les arbres sont encore jeunes et s'ils produisent, ils ne donnent encore que de faibles récoltes. Lorsqu'ils seront adultes, il est possible que les modifications des rapports de croissance, entre leurs différents organes se reflètent sur l'alimentation de leurs feuilles.

Quant au développement végétatif, il s'avère que *nasnaran* et *Citrange carrizo* induisent au clémentinier la vigueur la plus élevée, avec un taux de croissance annuel des plus élevés, comparés à ceux des autres porte-greffe. Les plants sont, alors plus ou moins homogènes.

Citrange troyer, *Citrumelo 4475* et *Poncirus pomey* lui confèrent une vigueur moyenne, avec des taux de croissance annuels relativement moyens. Seulement, les plants sont très hétérogènes. Par contre, les plus faibles vigueurs ont été constatées sur *Poncirus trifoliata*, *bigaradier* et surtout sur *Citrus taiwanica*, avec des taux de croissance annuels plus faibles. Toutefois, ils présentent l'avantage de conférer au clémentinier une homogénéité parfaite des plants.

Quant à la production, le clémentinier présente une précocité à la mise à fruit lorsqu'il est greffé sur *citrumelo 4475*, *Poncirus pomey* et *Poncirus trifoliata*. De plus, comparé au *bigaradier*, et à *Citrus taiwanica*, c'est sur *citrumelo 4475*, que le clémentinier présente la meilleure production. Il est suivi de *Poncirus pomey* et de *Poncirus trifoliata*. Alors que, sur *Citrus taiwanica* et *bigaradier*, le clémentinier présente la plus faible production.

Toutefois, il est utile de souligner que la production du clémentinier sur les huit porte-greffe, reste très faible. Cela est dû, essentiellement, au jeune âge des arbres.

Quant à l'aspect qualitatif de la production, le calibre des fruits était moyen, avec un % élevé sur *Poncirus pomeroy*. Il est suivi de *Citrance carrizo*, *Poncirus trifoliata*, *nasnaran*, *Citrance troyer*. Les plus faibles % en calibre moyen, sont obtenus sur *Citrus Taiwanica*, *citrumelo 4475* et *bigaradier*.

En ce qui concerne le rendement en jus, il s'avère que *Citrance troyer* améliore, nettement, les fruits du clémentinier par rapport aux autres porte-greffe.

Pour ce qui est de l'acidité, le clémentinier sur *bigaradier* présente alors, des fruits plus acides que sur les autres porte-greffe.

Au terme de notre essai, et comparé aux autres porte-greffe, *Citrance troyer*, *Poncirus trifoliata* et *Poncirus pomeroy*, confèrent au clémentinier une avance de maturité certaine. Mais, il est utile de souligner que ces deux aspects d'études (production et qualité du fruit) ne sont pas déterminants. Puisque, huit années après la plantation, les arbres restent encore jeunes. Il faut, par conséquent, attendre jusqu'à l'âge adulte pour que l'arbre extériorise ses véritables performances qualitatives et quantitatives de production.

Quant à la dernière partie de notre étude, nous lui avons accordée une grande importance, puisque la technique utilisée est celle de HUGUET (1973) qui est tout à fait nouvelle.

L'objectif de départ, était de comparer dans les mêmes conditions pédo-climatiques, la morphologie racinaire du clémentinier greffé sur les huit porte-greffe.

Nous avons constaté alors, d'une façon générale, que l'enracinement du clémentinier sur les huit porte-greffe, était bien superficiel. Il est beaucoup plus étendu latéralement qu'en profondeur, avec une densité racinaire très hétérogène, un indice de multiplication variable et une morphologie d'ancrage différente d'un porte-greffe à un autre.

Extension latérale du *bigaradier* est bien limitée, avec une densité racinaire maximale à 60cm. Ce porte-greffe a tendance à se ramifier, beaucoup plus, en profondeur que latéralement.

Citrance troyer, par contre, présente la plus grande extension racinaire, comparée à celles des autres porte-greffe. Cela est dû, essentiellement, à une multiplication intense de son système racinaire.

Mais, sa densité racinaire est bien irrégulière et son système d'ancrage est moins important.

Le système racinaire de *Poncirus trifoliata*, est limité latéralement. Sa densité racinaire est très irrégulière. Son chevelu racinaire est profond, par rapport à la charpente racinaire. Extension racinaire de *Citrangue carrizo* est comparable à celle de *Citrangue troyer*.

Pour ce qui est du clémentinier greffé sur *Poncirus pomeroi*, son extension racinaire est moins importante que celle de *Citrangue troyer*, mais plus importante que celles du *bigaradier* et de *Citrangue carrizo*. Par contre, la colonisation du sol, par ce porte-greffe, est plutôt homogène et comparable à celle de *Citrangue carrizo*. Un certain équilibre est établi, ainsi, entre son chevelu et sa charpente racinaire. Par conséquent, il présente non seulement un grand pouvoir d'absorption mais également une grande capacité de prospection racinaire.

Lorsque le clémentinier est greffé sur *nasnaran*, son extension racinaire est moyenne. Sa densité racinaire est irrégulière et son chevelu racinaire est beaucoup plus important. Il est caractérisé, également, par une homogénéité de colonisation racinaire du sol à tous les niveaux.

Sur *Citrus taiwanica*, le clémentinier montre une extension racinaire comparable à celle de *nasnaran*. Ce qui indique, que ce porte-greffe confère au clémentinier un pouvoir d'ancrage important et une capacité d'absorption faible.

La densité racinaire du clémentinier greffé sur *citrumelo 4475*, s'avère, plus ou moins, homogène à chaque distance du tronc. Ce porte-greffe induit au clémentinier une bonne capacité d'absorption en éléments minéraux, ainsi qu'une bonne prospection racinaire en profondeur.

Enfin, il faut garder à l'esprit que l'intérêt d'un porte-greffe résulte, d'abord, de sa résistance aux maladies (phytophthora par exemple), de sa tolérance aux maladies à virus, de la résistance au froid qu'il peut conférer au greffon et de son aptitude à l'égard des rendements et de la qualité du fruit.

Mais, la connaissance des propriétés du système racinaire induites par un porte-greffe au clémentinier, permet de comprendre et

de prévoir des aptitudes à tirer parti des divers milieux, étant donné que ces propriétés sont transmises obligatoirement au greffon.

On comprend, alors pourquoi le clémentinier a des réponses différentes, quant à l'absorption des éléments nutritifs, à la vigueur, qui d'ailleurs se répercutent sur la production et le rendement, d'où l'intérêt du praticien de bien choisir son porte-greffe, lors du greffage. De ce fait, l'amélioration de la productivité du clémentinier commence dès la création du plant en pépinière, par le choix d'un porte-greffe qui convient aux conditions du milieu.

En somme, il convient alors de souligner, que le clémentinier est exigeant. Il doit être installé dans les meilleures conditions, et doit recevoir le maximum de soins, auxquels il répond toujours bien. Nous ne pouvons établir une hiérarchie des facteurs qui règlent sa production. Tous ces facteurs sont importants, aucun d'eux ne doit être négligé.

Il nous semble, que cette étude doit être poursuivie, afin de confirmer ou d'infirmier les constatations émises. Car l'arbre est encore jeune et une fois adulte, son expression vis à vis des critères étudiés peut changer.

En matière d'agrumiculture, en général, l'Algérie a un important effort à fournir, dans le domaine de l'amélioration des techniques culturales, variétales et celles des porte-greffe, tant dans les vergers anciens et récents, que dans les plantations à créer. Cet objectif s'impose pour mieux satisfaire les besoins de la consommation normale en agrumes. Celle-ci doit croître en fonction de la démographie, et du pouvoir d'achat de la population. D'autre part, l'Algérie doit réoccuper une place honorable parmi les pays méditerranéens exportateurs d'agrumes.

Enfin, on peut émettre le vœux, que le clémentinier qui est "algérien" retrouve dans son pays la place qui devrait être la sienne.

Références bibliographiques

ANONYME, (1977). Les agrumes. Techniques agricoles, 9: pp 1-7.

ANONYME, (1979). La clémentine atout de l'arboriculture Corse-Revue Arboriculture Fruitière n° 304, juin, pp 59-68.

ANONYME, (1980). Les agrumes. Bulletin FAO d'irrigation et de drainage, tome n° 33, pp 103 - 108.

ANONYME, (1981). Textes interprétatifs de la norme. Normalisation internationale des fruits, 20p.

ANONYME, (1982). Les agrumes. Communication au colloque de l'agrumiculture méditerranéenne du 24 au 28 Avril, Algérie, 11p.

ANONYME, (1984). Caracteristicas de los patrones de agnos tolerantes a tristeza. Es una publication desservicio de transferencia de tecnologia Algeria , 20p.

ANONYME, (1989). Dossier agrumes. Rapport annuel présenté au ministère de l'agriculture, ITAF, pp: 1-11.

AYALON S. & MONSELIS S.P., (1960). Flower Bud induction and differentiation in the schamouti orange-Proc. Amer. Soc. Hort. vol 75, pp 221-261.

BELLABES A, (1983). Contribution à l'étude de la floraison et de la fructification du clémentinier - D.E.A,Toulouse, 96 P.

BERNE L., (1958). La nutrition minérale des agrumes. Institut international de la potasse. Librairie LAVOISIER 71 p.

BLANCHET R., (1983). Diffusion et migration des éléments fertilisants dans le sol. Rev. Homme et terre, N°17 Mars 83 p:1-3

BLONDEL L., (1967). Quelques aspects généraux du remplacement du bigaradier et de l'utilisation de porte-greffe nouveaux. fruit vol 22, n°1, pp 19-26.

BLONDEL L. & CASSIN J., (1972). Influence des facteurs écologiques sur la qualité des clémentines de Corse. Fluctuation de l'extrait sec du jus. Rev. fruits. Juin 1972, vol. 27, N°6 p:425-432.

BLONDEL L., (1973). Les porte-greffe des argumes en Corse. Document, station de recherches agrumicoles (INRA-IFAC) San.giuliano, pp: 1-10.

BLONDEL L., (1973). Résistances au froid de certains porte-greffe d'argumes 1° congrès mondial de l'agrumiculture, Murcie, Valence (Espagne) Avril-Mai, doc, polysra 15 p.

BLONDEL L., (1974). Influence des porte-greffe sur la qualité des fruits de *Citrus* Revue fruit vol 29, n°4, pp 285-290.

BLONDEL L., (1979). Classification botanique des espèces du genre *Citrus* Revue fruit vol 33, N°11, pp 695-719.

BLONDEL L., (1979). Les facteurs de productivité du clémentinier de Corse. Revue S.O.M.I.V.A.C n°91, juillet; pp 45-47.

BLONDEL L., (1979). La diversification variétale agrumicole. Revue S.O.M.I.V.A.C, N°91, juillet pp 63-70.

BLONDEL L., (1982). Etat des travaux sur les porte-greffe des argumes à la station de recherches agronomiques de Corse. Colloque international d'agrumiculture le 26-28 Avril, PP 70-78.

BLONDEL L., (1986). Etat des travaux sur les porte-greffe des agrumes en Corse. Revue fruit, vol 41, n°2 pp 99-111.

BLONDEL L., JACKMOND C., (1986). Contribution à l'étude des porte-greffe des agrumes: *Poncirus trifoliata* . Revu fruit, vol 41, n°5, pp 303-464.

- BONNEAU M., SOUCHIER B., (1979).** Pédologie. Constituants et propriétés du sol, pp 358-371.
- BOUDERBALA A., (1979).** Influence de trois porte-greffe sur le comportement du clémentinier. Thèse de magister INA, 97 p.
- BRUN P., ONILLON J.C., (1978).** Dynamique du végétal et estimation des populations de ravageurs inféodés aux *Citrus*. Revue Fruit, vol 33, DEC, pp 807-840.
- CALVET C.H., GUIRBAL M, (1979).** Arboriculture fruitière. Tome I, Arboriculture générale, édition J.B. Bailliere, 212 p.
- CAMERON J.M. & SROST R.K., (1975).** Evidence for hybrid in F1 *Citrus* population with pumelo (*Citruis grandis* (l) osbeck) as one parent. *Citrus* research center, university of California, Riversid pp 45-90.
- CASSIN P.G., (1986).** La fructification du clémentinier. Séminaire sur l'arboriculture fruitière Tizi-ouzou (Algérie) du 2 au 4 decembre pp 1-11.
- CASSIN J., BLONDEL L. & MARTIN-PREVEL, (1975).** Influence de 3 porte-greffe et de la fertilisation sur la croissance, le rendement et la composition minérale des feuilles du clémentinier. Rev. fruits, Nov. 1975, vol. 30, N)11. p: 757-771
- CASSIN P.G.; FAVREAU P.; MRCHAL J.; LOSSOIS P. & MARTIN-PREVEL P., (1978).** Principaux résultats concernant l'étude de la fertilisation du clémentinier en Corse. Revue Fruit, vol 33 n° 12 pp 819-827.
- CASSIN P.G.; MARCHAL J. & FAVREAU P., (1979).** La fertilisation et l'entretien du sol des vergers du clémentinier en Corse. Revue S.O.M.I.V.A.C juillet n°91pp 71-80.
- CASTEL W.S. & KEZDORM A. H., (1975).** Effects of *Citrus* roots toks on root distribution and leaf mineral control "ORLANDO" Tangelo trees. Amer. Coc. hort. sc., 100 (1) pp 1-4.

CHAPMAN H. D., (1960). Leaf and Soil analysis in *Citrus* orchards manuel 25, Calif. agric. exp. stat ,pp 1-53.

CHAPMAN M. D., (1964). Techniques proposées pour le prélèvement et la manutention des échantillons foliaires. Revue fruits, vol. 19 N°7 pp 367-370.

CHAPOT H., (1963). La clémentine. El awamia. Revue de la recherche agronomique marocaine INRA Rabat n°7, 20p.

CHOUARD P., (1970). Culture sans sol. Conservatoire national des arts et métiers (chaîne d'agriculture). Edition la maison rustique, 90p.

COPPENET M., (1980). Amendement calcique, chaulages techniques agricoles N°5, pp 2-44.

DEMOLON M., (1968). Croissance des végétaux cultivés. Edit. Dunod, 300P.

D'ESCALAPON R., (1990). Les argumes et les fruits exotiques, comment les planter , les cultiver , les soigner. Edition solar , 151p.

DUCHAUFORD P., (1991). Sol-Végétation. Environnement-pédologie, 3 Edition Masson pp 92-99.

DUTHIL J., (1963). Eléments d'écologie et d'agronomie. Tome III , édition J. B. Baillière , 400p.

DUVAL L. & MAURICE M., (1970) Le diagnostic des carences en oligo-éléments au moyen de l'analyse chimique du sol. Ann. Agro., 21(5), pp 573-586.

EMBLETON T. W.; LABANAUSKAS C. & JONES W.W., (1963). Interrelation of leaf sampling methods and multinational status of orange bees and their influence on the mald and micro-nutrient concentration in orange leaves. Amer. soc. sci. n° 82, pp 31-41.

GALLAIS A., (1991). Théorie de la sélection en amélioration des plantes. Edition masson , pp 12-15.

GAUCHER J., (1966). Agronomie nouvelle. Collection la terre. Flammarion et cl. editeur N °7889 , 347 P.

GAUCHER J., (1968). traité de pédologie agricole. Les propriétés chimiques du sol; Edition masson, 450 p.

GAUTIER R., (1987). La Culture fruitière, l'arbre fruitier. Collection agriculture d'aujourd'hui , édition J. B. Bailliere , 325p.

HELLER R., (1989). Physiologie végétale. 1 Nutrition, 4. Edition masson, 271p.

HUGUET C., (1969). le contrôle de l'alimentation des plantes par l'analyse du sol et du végétal. La fertilité du sol et la nutrition des plantes. Colloque franco-roumain , Bucarest colloque 10-15 juin , pp 225-247.

HUGUET C., (1971). Les oligo-éléments en arboriculture et en viticulture. Ann. Agr. vo 21 N°5 pp 671-674.

HUGUET C., (1973). Nouvelle méthode d'étude de l'enracinement des végétaux pérennes à partir d'une tranchée spirale. Ann. Agro. 24(6), pp 707-731.

KAPLANKIRAN M.; TUZCU Ô. & ÔZCAN N., (1986). Effets de la relation greffon/porte-greffe sur la teneur en éléments minéraux des feuilles chez les agrumes. Revue fruit Vol 41, N°4, pp 261-266.

KHELIL A. & BENTCHICOU M., (1979). Variations de la composition minérale des feuilles du clémentinier. Revue fruit vol 34, n°9, pp 543-545.

LASRAM M., (1974). The nucellar selectum of *Citrus* fruits in tunisia. Comité maghrébin des agrumes et primeurs du 28 Fevrier au 2 Mars, pp 29-35.

LASNIER I., (1973). Fertilising for high yeld *Citrus*. IPI bulletin n°4 international potash institu 42p.

LEVY G., (1958). Les applications du diagnostic foliaire aux agrumes. Revue fruit vol. 13, n°9-10, pp 387-394.

LOMAS J. & BURD P., (1983). Predelection of the commencement and duration on the flowering period of *Citrus*. Agricultural meterology n° 288. Nov, pp 387-388.

LOUSSER R., (1989). Les agrumes. Vol 2: la production, édition scientifique universitaire Beyrout, 157p.

MARCHAL J.; MARTIN-PREVEL P.; BLONDEL L.; CASSIN J. & LOSSOIS P., (1974). Influence des porte-greffe sur la composition foliaire du clémentinier et d'autres espèces d'agrumes sous différents climats. Revue fruit vol. 29 n°2, pp 131-147.

MARCHAL J.; CASSIN J. & MARTIN-PREVEL P., (1975). Variations saisonnières de la composition minérale des feuilles de clémentinier greffé sur bigadier, *Citrange troyer* et *Poncirus trifoliata* en Corse. Revue fruit vol 30, n°5 pp 329-337.

MARCHAL J.; CASSIN J.; FAVREAU P.; LOSSOIS P. & MARTIN-PREVEL P., (1978). Diagnostic foliaire du clémentinier en Corse. Revue fruit, vol 33 pp 822-827.

MARCHAL J.; MARTIN-PREVEL P.; BLONDEL L. & CASSIN J., (1975). Influence de 3 porte-greffe et de la fertilisation sur la croissance, le rendement et la composition minérale des feuilles du clementinier en Corse. Revue fruit vol 30 n°12, pp 757-771.

MARTIN-PREVEL P., (1978). Rôle des éléments minéraux chez les végétaux. Revue fruit, vol 33, n°7-8, pp 521-529.

MARTIN-PREVEL P.; LOSSOIS P.; LOCOEUIL J.J. & DELBRASSINE M., (1966). Echantillonnage des agrumes pour le diagnostic foliaires. Revue fruit vol 21, pp 577-587.

MARTIN-PREVEL P., (1984). L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et tropicales. Edition technique et documentation LAVOISIER, 434p.

MARCHAL J., (1981). Résultat du diagnostic foliaire du clémentinier greffé sur trois porte-greffe. Document Boufarik pp 1-4.

MARTEANS C., (1979). Alimentation minérale par les racines dans le sol. Techniques agricoles n° 2, pp 1-16.

MONET R. & BASTARD M., (1970). Les mécanismes de la floraison chez le pêcher. Bulletin technique d'information n° 248, pp 173-185.

MORARD p., (1990). oligo-éléments dans les sols. Communication personnelle , département de pédologie , toulouse.

MOSS I., (1969). Influence of temperature and photoperiod in flower induction and in florescence developpement to sweet orange. Jour, hort, Sui, n°44, pp 34-320.

NADIR M., (1967). Méthode d'échantillonnage des feuilles d'agrumes au Maroc par le diagnostic foliaire. El Awamia n°23, Avril, pp 101-123.

NADOR B.; NHAMI A. & OUAMOU M., (1969). Influence de six porte-greffe sur la qualité des fruit de l'oranger Valencia late. Comité maghrébin des agrumes et primeurs COMAP, Compte rendu général marakech 19-23 Fevrier , pp 13-29.

NAVARO L.; BALLESTEN J. F.; JUAREZ J. & PINA J. A., (1982). Developpement of a programm for disease *Citrus* bud wood in spain. colloque international d'agrumiculture le 26-28 Avril, pp 200-226.

NHAMI A. & BOURGE J., (1974). Sélection sanitaire en agrumiculture au Maroc. Comité maghrébin des agrumes et primeurs compte rendu de la réunion scientifique sur la sélection sanitaire des agrumes du 28 Fevrier au 2 Mars, pp 37-48.

ORTIZ J.M.; GUERRET J. & MORENO P., (1983). Identification des porte-greffe d'argumes par électrophorèses de l'écorce. Revue fruit vol 38, n°7-8 pp 563-565.

PRALORAN J. C., (1971). Les agrumes. Collection technique agricole et production tropicale. Tome 21, 22. Edition G P Maisonneuve et La rose paris 5, 565p.

PROTOPAPADAKIS E., (1982). Influence des porte-greffe sur le nombre de pépins par fruit. Communication personnelle. Institut des plantes sub-tropicales de la carnée-crêle pp 1-5.

RENAUD M., (1954). Le clémentinier dans le département de Constantine. Revue fruit et primeurs de l'Afrique du nord n° 10, pp 415-418.

ROBERT H. & PINTA M., (1971). Les éléments traces dans le sol. Travaux et documents de l'O.R.S.T.O.M. 91p.

RYSER J. P., (1982). Vers l'utilisation du diagnostic foliaire en viticulture et en arboriculture. Revue suisse. Viti - Arb - hort. Vol. 14 14 (1) , pp 49-54.

SAADI M., (1983). Etat nutritonnel et période de stabilité de deux espèces d'agrumes, clémentinier et oranger cultivés au domaine Djoumhouria à Meftah. Thèse Ing. , INA El Harrach, pp 1-41.

SANCHEZ C.D., BLONDEL L. & CASSIN J., (1978). Influence du climat sur la qualité des clémentiniers de Corse. *Revue Fruit*, vol 33 N°12, pp 811-814.

SAUNT J., (1991). *Citrus Rootstocks.* An illustrated guide "Citrus varieties of the world" Sinclair international , Norwich, England, pp 121-126.

SEVERAC R., (1981). l'irrigation et la qualité des fruits. *Génie rural*, juillet, pp 9-12.

TROCME S. & PERRIN G. M., (1967). Sol et fertilisation en arboriculture. Edition G. B. Bailliere, pp 1-3.

TUZCU Ö. & KAPLANKIRAN M., (1987). Effets de la relation greffon-porte-greffe sur les teneurs en hydrates de carbone chez le bigaradier (*Citrus aurantium* L), le *Poncirus trifoliata* L, et *Citrus volkameriana*. *Revue fruit* vol 42, n°9 515-520.

VANNIERE M., (1982). Sélection nucellaire d'oranger du type valencia late à la station expérimentable de Boufarik. Colloque international d'agrumiculture du 28 février au 2 mars pp 42-50.

VERONIQUE N., (1990). Interprétation d'une fiche d'analyse du sol. Communication personnelle. Département des sciences du sol. Montpellier, pp 1-5.

VOGEL R.; NICOLI N. & BOVE J. M., (1988). Le micro-greffage des méristèmes in-vitro. Utilisation en Corse pour la régénération des agrumes. *Revue fruits* vol 43 , n° 3 pp 167-173.

WALLACE L. & WUTCHER H.K., (1974). Roots tocks and mineral nutrition of *Citrus* . California Researc. Institut of food and agricultural sciences. Riverside.

WALTER S., (1967). The *Citrus* industry. "the botany of *Citrus* and its wild relatives". Vol 1, Chapitre III: Edition university of California division of agricultural sciences , pp 190-430.

WALTER R. & HEBERT J. W. & LEO DEXTER B., (1967). The *Citrus* industry. Vol 1 "history, world distribution, botany and varieties", edition university of california division of agricultural sciences, 223p.

WUTCHER H. K., (1973). Roots tocks and mineral nutrition of *Citrus* proc of the first international *Citrus* short cours September 24-29. Florida cooperative extension service. Institute of food and agricultural sciences university of Florida , gainestille.

Annexe

Annexe n°1: Evolution de la production et rendements
du clementinier

Années	Production en qx	Rendements (q x lha)
1972	1.281.820	112,6
1973	1.169.450	102.9
1974	1.204.290	107.1
1975	1.190.100	106.0
1976	1.170.980	102.9
1977	1.190.250	101.2
1978	1.226.410	100.8
1979	1.184.170	99.9
1980	1.031.560	88.0
1981	977.490	84.44
1982	884.330	76.43
1983	660.870	57.76
1984	776.380	68.9
1985	545.160	48.20
1986	578.380	50.2
1987	716.910	67.0

Annexe n°2: Production méditerranéenne d'agrumes
pour la campagne 1989/1990 (en millier de tonnes)

variétés pays	oranges	tangerine, mandarine, clémentine satsuma	citron et limes	pomelos et pommes oussees	total agrumes
Bassin mediter	8956	2800	1831	575	14.162
Espagne	2567	1508	579	22	4676
Italie	1820	480	610	6	2916
Egypte	1420	160	240	3	1823
Pal.occ	630	120	40	394	1184
Grèce	819	74	169	6	1068
Maroc	771	225	20	16	1032
Algerie	177	95	6	2	280

Annexe n°3 : Denomination de quelques porte-greffe des agrumes

Nom scientifique	Nom français	Autres noms
Citrus aurantium L	Bigaradier	Sour orange (A)
Poncirus trifoliata (L) Raf	(Trifoliata) ou (triptera)	Karatachi (Japan) trifoliata orange (A)
Citrus ^x sinensis Osb Poncirus trifoliata (L) Raf	Citrangé "troyer" et "carrizo"	Citravel (A) (nom peu utilisé)
Citrus paradisi Macf Poncirus ^x trifoliata (L) Raf	citrumelo 4475	
Citrus taiwanica Tan et Shim	(Taiwanica)	Nansho daidai (Japan)
Citrus amblycarpa	Nasranan	

(A) Anglais

Annexe n°4 Aptitudes de quelques porte-greffe d'agrumes:
Aptitudes edaphiques et facilité de multiplication

P-greffe trr humides	resist en trr seches	resist en calcaire	resist au chlorures	resist aux
bigaradier	faible	moyenne	elevée	faible
Citrangé troyer	moyenne	faible à moyenne	faible à moyenne	faible
Poncirus trifoliata	moyenne à élevée	faible	faible	faible
Citangé Carrizo	moyenne	faible à moyenne	faible à moyenne	faible
nasuaran	-	-	-	-
C. taiwanica	moyenne	moyenne	moyenne	faible
Citrumelo 4475	Bonne	moyenne	moyenne	Bonne

Annexe n°5 Aptitudes de quelques porte-greffe d'agrumes:

Aptitudes physiologiques conférées au greffon.

P-greffe trr humides	resist- ance au froid	vigu- eur	produ- ction	mise à fruit	epoque de maturi	qualit des fruits
bigaradier	moyenne	moyenne	moyenne	moyenne	moyenne	moyenne
citrang troyer	assez élevée	moyenne	élevée	rapide	avancée	améli- orée
Poncirus trifoliata	élevée	moyenne	élevée	rapide	avancée	améli- orée
Citrang Carrizo	assez élevée	moyenne	élevée	tés rapide	avancée	améli- orée
nasuaran	-	-	-	-	-	-
C. taiwanica	moyenne	moyenne	moyenne	moyenne	moyenne	moyenne
Citrumelo 4475	?	tés faible	tés faible	lente	moyenne	moyenne

(1): avec le clémentinier en Corse

Annexe n°6 Aptitudes de quelques porte-greffes d'agrumes:

Sensibilité à la gommose , aux maladies à virus et au nématode *Tylenchulus semi-penetrans*

P-greffe trr humides	gommose a philo- phtora	trizteza	cachxie xilopo- rose	Exocortis	nematode tyl.semol.
bigaradier	resistant	tés sensible (1)	tolérant	tolérant	tés sensible
Citrangle troyer	resistant	tolérant	tolérant	sensible	sensible
poncirus trifoliata	resistant	tolérant	tolérant	tés sensible	résistant
Citrangle carrizo	résistant	tolérant	tolérant	sensible	sensible
nasuaran	-	-	-	-	-
C. taiwanica	résistant	tolérant	tolérant	tolérant	sensible
Citrumelo 4475	sensihle en corse	tolérant	?	?	résistant?

Annexe n°7 : comparaison multiple des moyenne de la mesure de la circonference du tronc de la partie "clémentinier" (1^{ere} année)

Traitements	moyennes		dif obs	test
1-2	10.60	12.25	1.65	NS
1-3	10.60	9.30	1.30	NS
1-4	10.60	12.90	2.30	NS
1-5	10.60	10.35	0.25	NS
1-6	10.60	10.50	0.10	NS
1-7	10.60	7.15	3.55	DS
1-8	10.60	10.85	0.25	NS
2-3	12.25	9.30	2.95	NS
2-4	12.25	12.90	0.65	NS
2-5	12.25	10.35	1.90	NS
2-6	12.25	10.50	1.75	NS
2-7	12.25	7.05	5.20	DS
2-8	12.25	10.85	1.40	NS
3-4	9.30	12.90	3.60	DS
3-5	9.30	10.35	1.05	NS
3-6	9.30	10.50	1.20	NS
3-7	9.30	7.05	2.25	NS
3-8	9.30	10.85	1.55	NS
4-5	12.90	10.35	2.55	NS
4-6	12.90	10.50	2.40	NS
4-7	12.90	7.05	5.85	NS
4-8	12.90	10.85	2.05	NS
5-6	10.35	10.50	0.15	NS
5-7	10.35	7.05	3.30	NS
5-8	10.35	10.85	0.50	NS
6-7	10.50	7.05	3.45	NS
6-8	10.50	10.85	0.35	NS
7-8	7.05	10.85	3.80	NS

Annexe N°8: Comparaison Multiple des moyennes de la mesure de la circonference du tronc de la partie "Clémentinier" (7^{eme} année)

Traitements	moyennes		Dif obs	Test
1-2	272.60	311.40	30.80	NS
1-3	272.60	270.60	2.00	NS
1-4	272.60	318.40	45.80	NS
1-5	272.60	278.30	5.70	NS
1-6	272.60	350.20	77.60	NS
1-7	272.60	285.00	12.40	NS
1-8	272.60	288.10	15.50	NS
2-3	311.40	270.60	40.80	NS
2-4	311.40	318.40	7.00	NS
2-5	311.40	278.30	33.10	NS
2-6	311.40	350.20	38.80	NS
2-7	311.40	285.00	26.40	NS
2-8	311.40	288.10	23.30	NS
3-4	270.60	318.40	47.80	NS
3-5	270.60	278.30	7.70	NS
3-6	270.60	350.20	79.60	NS
3-7	270.60	285.00	14.40	NS
3-8	270.60	288.10	17.50	NS
4-5	318.40	278.30	40.10	NS
4-6	318.40	350.20	31.80	NS
4-7	318.40	285	33.40	NS
4-8	318.40	288.10	30.30	NS
5-6	278.30	350.20	71.90	NS
5-7	278.30	285.00	6.70	NS
5-8	278.30	288.00	9.80	NS
6-7	350.20	285.00	65.20	NS
6-8	350.20	288.10	62.10	NS
7-8	285.00	288.10	3.10	NS

Annexe N°9 : Comparaison multiple des moyennes de mesure de la circonférence du tronc de la partie "porte-greffe".(1^{eme} année)

Traitements	Moyennes		Dif obs	test
1-2	13,20	16,30	3,10	NS
1-3	13,20	15,80	2,60	NS
1-4	13,20	17,35	4,15	DS
1-5	13,20	16,00	2,80	NS
1-6	13,20	15,00	1,80	NS
1-7	13,20	8,95	4,25	DS
1-8	13,20	17,15	3,95	DS
2-3	16,30	15,80	0,50	NS
2-4	16,30	17,35	1,05	NS
2-5	16,30	16,00	0,30	NS
2-6	16,30	15,00	1,30	NS
2-7	16,30	8,95	7,35	DS
2-8	16,30	17,15	0,85	NS
3-4	15,80	17,35	1,55	NS
3-5	15,80	16,00	0,22	NS
3-6	15,80	15,00	0,80	NS
3-7	15,80	8,95	6,85	DS
3-8	15,80	17,15	1,35	NS
4-5	17,35	16,00	1,35	NS
4-6	17,35	15,00	2,35	NS
4-7	17,35	8,95	8,40	DS
4-8	17,35	17,15	0,20	NS
5-6	16,00	15,00	1,00	NS
5-7	16,00	8,95	7,05	DS
5-8	16,00	17,15	1,15	NS
6-7	15,00	8,97	6,05	DS
6-8	15,00	17,15	2,15	NS
7-8	8,95	17,15	8,20	DS

Annexe N°10 Comparaison multiple des moyennes de mesure
de la circonférence du tronc de la partie "porte-greffe".
(7^{ème} année)

Traitements	Moyennes		Dif obs	test
1-2	319,90	420,30	100,40	NS
1-3	319,90	436,90	117,00	NS
1-4	319,90	433,80	113,90	NS
1-5	319,90	445,40	125,50	NS
1-6	319,90	402,30	82,40	NS
1-7	319,90	288,10	31,80	DS
1-8	319,90	459,40	139,50	NS
2-3	420,30	436,90	16,60	NS
2-4	420,30	433,80	13,50	NS
2-5	420,30	445,40	25,10	NS
2-6	420,30	402,30	18,00	NS
2-7	420,30	288,10	132,20	DS
2-8	420,30	459,40	39,10	NS
3-4	436,90	433,80	3,10	NS
3-5	436,90	445,40	8,50	NS
3-6	436,90	402,30	34,60	NS
3-7	436,90	288,10	148,80	DS
3-8	436,90	459,40	22,50	NS
4-5	433,80	445,40	11,60	NS
4-6	433,80	402,30	31,50	NS
4-7	433,80	288,10	145,70	DS
4-8	433,80	459,40	25,60	NS
5-6	445,40	402,30	43,10	NS
5-7	445,40	288,10	157,30	DS
5-8	445,40	459,40	14,00	NS
6-7	402,30	288,10	114,20	NS
6-8	402,30	459,40	57,10	NS
7-8	288,10	459,40	171,30	DS

Annexe N°11 Taux annuel de croissance en pourcentage
du developpement annuel moyen

Greffon							Porte-Greffe					
PG	2A	3A	4A	5A	6A	7A	2A	3A	4A	5A	6A	7A
B	28	58	54	51	47	44	30	71	65	60	55	51
CT	26	71	60	59	54	50	44	95	78	76	73	67
PT	32	64	57	54	48	43	52	95	86	82	75	69
CC	36	69	65	61	56	51	53	95	86	83	75	69
PP	31	62	57	53	50	45	47	94	86	83	77	71
Nas	32	68	67	65	60	57	48	83	77	75	69	65
CW	16	48	50	48	46	45	28	58	57	58	56	54
C4475	42	64	59	56	55	46	70	98	91	88	81	73

A: Année

Annexe N°12 : Comparaison multiple des moyennes de la production annuel en kg/arbre durant la première année d'entrée en production

Nos.des trait		Moyennes		Dif.obs.	test
1	2	4.8800	2.5600	2.3200	N.S.
1	3	4.8800	3.2400	1.6400	N.S.
1	4	4.8800	3.5000	1.3800	N.S.
1	5	4.8800	3.9000	0.9800	N.S.
1	6	4.8800	3.7100	1.1700	N.S.
1	7	4.8800	3.2800	1.6000	N.S.
1	8	4.8800	6.0200	1.1400	N.S.
2	3	2.5600	3.2400	0.6800	N.S.
2	4	2.5600	3.5000	0.9400	N.S.
2	5	2.5600	3.9000	1.3400	N.S.
2	6	2.5600	3.7100	1.1500	N.S.
2	7	2.5600	3.2800	0.7200	N.S.
2	8	2.5600	6.0200	3.4600	N.S.
3	4	3.2400	3.5000	0.2600	N.S.
3	5	3.2400	3.9000	0.6600	N.S.
3	6	3.2400	3.7100	0.4700	N.S.
3	7	3.2400	3.2800	0.0400	N.S.
3	8	3.2400	6.0200	2.7800	N.S.
4	5	3.5000	3.9000	0.4000	N.S.
4	6	3.5000	3.7100	0.2100	N.S.
4	7	3.5000	3.2800	0.2200	N.S.
4	8	3.5000	6.0200	2.5200	N.S.
5	6	3.9000	3.7100	0.1900	N.S.
5	7	3.9000	3.2800	0.6200	N.S.
5	8	3.9000	6.0200	2.1200	N.S.
6	7	3.7100	3.2800	0.4300	N.S.
6	8	3.7100	6.0200	2.3100	N.S.
7	8	3.2800	6.0200	2.7400	N.S.

Annexe N°13 : Comparaison multiple des moyennes de la production annuelle en kg/arbre durant la 2^{eme} année en produit

Nos.des trait		moyennes		Dif.obs.	Test
1	2	0.5300	0.6800	0.1500	N.S.
1	3	0.5300	1.5000	0.9700	N.S.
1	4	0.5300	0.9900	0.4600	N.S.
1	5	0.5300	0.9100	0.3800	N.S.
1	6	0.5300	0.2300	0.3000	N.S.
1	7	0.5300	0.2300	0.3000	N.S.
1	8	0.5300	1.1000	0.5700	N.S.
2	3	0.6800	1.5000	0.8200	N.S.
2	4	0.6800	0.9900	0.3100	N.S.
2	5	0.6800	0.9100	0.2300	N.S.
2	6	0.6800	0.2300	0.4500	N.S.
2	7	0.6800	0.4300	0.2500	N.S.
2	8	0.6800	1.1000	0.4200	N.S.
3	4	1.5000	0.9900	0.5100	N.S.
3	5	1.5000	0.9100	0.5900	N.S.
3	6	1.5000	0.2300	1.2700	N.S.
3	7	1.5000	0.4300	1.0700	N.S.
3	8	1.5000	1.1000	0.4000	N.S.
4	5	0.9900	0.9100	0.0800	N.S.
4	6	0.9900	0.2300	0.7600	N.S.
4	7	0.9900	0.4300	0.5600	N.S.
4	8	0.9900	1.1000	0.1100	N.S.
5	6	0.9100	0.2300	0.6800	N.S.
5	7	0.9100	0.4300	0.4800	N.S.
5	8	0.9100	1.1000	0.1900	N.S.
6	7	0.2300	0.4300	0.2000	N.S.
6	8	0.2300	1.1000	0.8700	N.S.
7	8	0.4300	1.1000	0.6700	N.S.

Annexe N°14 : Comparaison multiple des moyennes de la production annuelle en kg/arbre durant la 3^{eme} année d'entrée en production.

Nos.des trait		moyennes		Dif.obs.	Test
1	2	2.6000	8.4200	5.8200	N.S.
1	3	2.6000	6.2000	3.6000	N.S.
1	4	2.6000	8.9000	6.3000	N.S.
1	5	2.6000	7.2000	4.6000	N.S.
1	6	2.6000	3.3000	0.7000	N.S.
1	7	2.6000	1.5000	1.1000	N.S.
1	8	2.6000	7.4000	4.8000	N.S.
2	3	8.4200	6.2000	2.2200	N.S.
2	4	8.4200	8.9000	0.4800	N.S.
2	5	8.4200	7.2000	1.2200	N.S.
2	6	8.4200	3.3000	5.1200	N.S.
2	7	8.4200	1.5000	6.9200	N.S.
2	8	8.4200	7.4000	1.0200	N.S.
3	4	6.2000	8.9000	2.7000	N.S.
3	5	6.2000	7.2000	1.0000	N.S.
3	6	6.2000	3.3000	2.9000	N.S.
3	7	6.2000	1.5000	4.7000	N.S.
3	8	6.2000	7.4000	1.2000	N.S.
4	5	8.9000	7.2000	1.7000	N.S.
4	6	8.9000	3.3000	5.6000	N.S.
4	7	8.9000	1.5000	7.4000	N.S.
4	8	8.9000	7.4000	1.5000	N.S.
5	6	7.2000	3.3000	3.9000	N.S.
5	7	7.2000	1.5000	5.7000	N.S.
5	8	7.2000	7.4000	0.2000	N.S.
6	7	3.3000	1.5000	1.8000	N.S.
6	8	3.3000	7.4000	4.1000	N.S.
7	8	1.500	7.4000	5.9000	N.S.

Annexe N°15 : Comparaison multiple des moyennes de la production annuelle en kg/arbre durant la 4^{eme} année D'entrée en production .

Nos.des trait		moyennes		Dif.obs.	Test
1	2	0.0000	0.0000	0.0000	N.S.
1	3	0.0000	1.4500	1.4500	N.S.
1	4	0.0000	0.1000	0.1000	N.S.
1	5	0.0000	1.2000	1.2000	N.S.
1	6	0.0000	0.0000	0.0000	N.S.
1	7	0.0000	0.0000	0.0000	N.S.
1	8	0.0000	0.0000	0.0000	N. S.
2	3	0.0000	1.4500	1.4500	N. S.
2	4	0.0000	0.1000	0.1000	N.S.
2	5	0.0000	1.2000	1.2000	N.S
2	6	0.0000	0.0000	0.0000	N.S
2	7	0.0000	0.0000	0.0000	N.S
2	8	0.0000	0.0000	0.0000	N.S
3	4	1.4500	0.1000	1.3500	N.S
3	5	1.4500	1.2000	0.2500	N.S
3	6	1.4500	0.0000	1.4500	N.S
3	7	1.4500	0.0000	1.4500	N.S
3	8	1.4500	0.0000	1.4500	N.S
4	5	0.1000	1.2000	1.1000	N.S
4	6	0.1000	0.0000	0.1000	N.S
4	7	0.1000	0.0000	0.1000	N.S
4	8	0.1000	0.0000	0.1000	N.S
5	6	1.2000	0.0000	1.2000	N.S
5	7	1.2000	0.0000	1.2000	N.S
5	8	1.2000	0.0000	1.2000	N.S
6	7	0.0000	0.0000	0.0000	N.S
6	8	0.0000	0.0000	0.0000	N.S
7	8	0.0000	0.0000	0.0000	N.S

ANNEXE N°16: Production moyenne annuelle Clémentinier
en kg /arbre.

P-GREFFE	4 ^{ème} Année	5 ^{ème} A	6 ^{ème} A	7 ^{ème} A	8 ^{ème} A	Production cumulée en kg/arbre
BIGARADIER.	4.88	0.53	2.60	0.64	21.90	30.55
CITR. TROYER.	2.56	0.68	8.40	1.00	37.20	49.84
P. TRIFOLIATA	3.24	1.52	6.20	1.45	37.90	50.31
CITR. CARRIZO.	3.50	2.52	8.90	1.00	35.60	51.52
P. POMEROY.	4.27	1.08	7.30	1.00	37.80	51.45
NASNARAN.	3.79	0.23	3.30	0.10	28.70	36.12
C. TAIWANICA.	3.59	4.75	0.14	0.16	22.30	30.93
Citrumelo. 4475	6.17	1.19	7.20	0.15	39.90	54.61

ANNEXE: N°17: Production moyenne annuelle en T/ha du
clémentinier.

P-GREFFE	4 ^{ème} Année	5 ^{ème} A	6 ^{ème} A	7 ^{ème} A	8 ^{ème} A	Production cumulée en T /ha .
BIGARADIER.	0.39	0.04	0.21	0.05	1.75	2.44
CITR. TROYER.	0.20	0.05	0.67	0.08	2.97	3.97
P. TRIFOLIATA	0.30	0.12	0.50	0.12	3.03	4.07
P. pomeroy.	0.34	0.09	0.58	0.08	3.02	4.12
nasnaran.	0.30	0.02	0.64	0.80	2.29	3.57
C. taiwanica.	0.29	0.38	0.01	0.013	1.78	2.18
CITR. CARRIZO	0.28	0.21	0.71	0.08	2.85	4.13
CITRUMELO 4475	0.49	0.10	0.57	0.012	3.19	4.37

ANNEXE N°18: Calibre des fruits (en mm) durant la première année
d'entrée en production (1989).

classes PG	classe 1 inf à 48mm.	classe 2 entre 48,56mm.	classe 3 SUP à 56mm.
Bigaradier	29.6	55.8	15
citr.troyer	32.6	57	10.4
P.trifoliata	31.6	55.8	13.6
citr.carrizo	36.7	55.1	9.2
P.pomeroy	40.5	58.7	1.0
nasnaran	27.7	54.1	19.2
C.taiwanica.	28.9	55.8	15.3
citrumelo 4475	27	55.9	9.5

ANNEXE N°19: Calibre des fruits (en mm) durant la deuxième année
d'entrée en production (1990).

classes PG	classe 1 inf à 48mm.	classe 2 entre 48,56mm.	classe 3 SUP à 56mm.
Bigaradier	19.2	39.2	11.5
citr.troyer	14.2	80.9	4.7
P.trifoliata	16.1	82.2	1.6
citr.carrizo	16.8	76.4	6.7
P.pomeroy	10.9	84.9	4.1
nasnaran	30.3	66.6	3.0
C.taiwanica.	12.5	81.2	6.2
citrumelo 4475	11.1	81.9	6.9

ANNEXE N°20: Calibre des fruits (en mm) durant la Troisième année d'entrée en production).

classes PG	classe 1 inf à 48mm.	classe 2 entre 48,56mm.	classe 3 SUP à 56mm.
Bigaradier	00	00	00
citr.troyer	00	00	00
P.trifoliata	37	33	03
citr.carrizo	47	43	10
P.pomeroy	43	40	17
nasnaran	33	30	10
C.taiwanica.	00	00	00
Citrumelo 4475	00	00	00

ANNEXE N°21: Calibre des fruits (en mm) durant la quatrième année d'entrée en production.

classes PG	classe 1 inf à 48mm.	classe 2 entre 48,56mm.	classe 3 SUP à 56mm.
Bigaradier	26.1	54.6	10.0
citr.troyer	28.6	62.0	09.4
P.trifoliata	26.5	57.2	16.3
citr.carrizo	32.0	59.7	08.3
P.pomeroy	32.0	62.4	06.6
nasnaran	31.6	48.3	11.0
C.taiwanica.	22.7	55.6	21.0
citrumelo 4475	19.0	55.9	25.0

ANNEXE N°22: Effet des huit porte-greffe sur le rendement en jus (en%).

ANNEE PORTE-GREFFE		1988	1989	1990	1991	1992	MOYENNE
BIGARADIER.	%	44.7	45	48	38	45.5	44.2
CITR.TROYER.	%	50	52	57	45	48.9	51
P.TRIFOLIATA	%	50	54	50	48	48.5	50
P.pomeroy.	%	50.2	45	52	49	46.6	48.5
nasnaran.	%	51.4	50	50.6	48	46.8	49
C.taiwanica.	%	49.1	46	63.9	50	50	49.7
CITR.CARRIZO	%	44	37	51.6	47	46.3	45.2
CITRUMELO 4475	%	51	45	49.5	49	46	48.1

ANNEXE N°23: Effet des huit porte-greffe sur l'extrait soluble (en%).

ANNEE PORTE-GREFFE		1988	1989	1990	1991	1992	MOYENNE
BIGARADIER.	%	10.3	11	12	10.9	12	11.2
CITR.TROYER.	%	9.6	10	12	9.8	11	10.5
P.TRIFOLIATA	%	9.4	9	11.4	10.7	10.5	10.2
P.pomeroy.	%	9.8	9.4	12	11	10.8	10.6
nasnaran.	%	9.9	11	11.2	11	11.2	10.8
C.taiwanica.	%	9.4	10.7	9.6	10	11	10.1
CITR.CARRIZO	%	9.8	10	11.2	11.5	11	10.7
CITRUMELO 4475	%	10.8	10.3	11.8	11.7	12	11.3

ANNEXE N°24: Effet des huit porte-greffe sur l'acidité

ANNEE PORTE-GREFFE		1988	1989	1990	1991	1992	MOYENNE
BIGARADIER.	A	1.1	1.5	1.63	1.70	1.75	1.56
CITR.TROYER.	A	1.04	1.06	1.30	1.83	1.94	1.43
P.TRIFOLIATA	A	1.11	1.10	1.38	1.54	1.65	1.35
P.pomeroy.	A	1.06	1.07	1.35	1.10	2.07	1.33
nasnaran.	A	1.05	1.10	1.63	1.40	1.90	1.30
C.taiwanica.	A	1.05	1.06	1.20	1.80	1.96	1.41
CITR.CARRIZO	A	1.10	1.09	1.40	1.12	2.14	1.37
CITRUMELO 4475	A	1.13	1.10	1.75	1.60	2.11	1.53

A:ACIDITE.

ANNEXE N°25: Effet des huit porte-greffe sur la maturité (E/A).

ANNEE PORTE-GREFFE		1988	1989	1990	1991	1992	MOYENNE
BIGARADIER.	A/E	9.4	7.7	7.3	7.4	7.75	7.9
CITR.TROYER.	A/E	9.1	9.2	9.0	8.0	7.1	8.5
P.TRIFOLIATA	A/E	8.5	8.0	8.2	7.0	7.35	7.8
P.pomeroy.	A/E	9.2	8.0	8.8	7.0	6.9	7.98
nasnaran.	A/E	9.4	9.0	6.8	6.4	6.8	7.68
C.taiwanica.	A/E	9.0	8.5	8.0	6.5	6.7	7.74
CITR.CARRIZO	A/E	8.9	8.0	8.0	7.0	7.15	7.79
CITRUMELO 4475	A/E	9.6	6.5	6.7	6.8	6.9	7.3

A:ACIDITE.

E:EXTRAIT SOLUBLE.

ANNEXE N°26: Indice en pourcentage de l'indice total de distribution de centrifuge.

distance P-Greffe	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340
bigarad	8.98	8.29	13.34	5.73	5.81	5.07	3.50	9.06	4.02	4.7	7.38	6.15	5.73				
C.troyer	7.5	9.52	6.15	5.48	6.74	5.93	6.15	6.07	5.47	4.72	2.61	5.14	5.05	4.89	5.73	7.41	7.16
p.pomeroy	8.54	7.62	6.19	6.00	9.23	7.39	10.9	9.03	5.79	4.42	5.41	5.49	5.26	5.49	3.59		
C.taiwa	4.82	6.00	9.00	6.41	7.51	7.75	8.54	7.57	6.00	3.17	4.25	4.61	4.09	5.86	4.39	11	
nasnaran	7.38	10.14	9.03	8.44	7.55	7.38	3.00	4.1	4.62	4.46	4.38	7.47	5.60	4.78	6.25	7.39	
citrumelo 4475	8.50	7.78	6.41	6.70	9.00	6.55	6.48	6.55	4.00	5.69	6.30	6.70	5.83	6.55			

ANNEXE N°27: densité des racines au DM² ou Indice globale

distance P-Greffe	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340
bigarad	3.37	3.12	4.87	2.06	2.06	1.75	3.12	3.31	1.37	1.56	2.81	2.25	2.31				
C.troyer	3.12	3.31	2.56	2.51	2.31	2.56	2.50	2.44	1.93	1.81	1.00	1.56	1.62	1.50	1.31	2.93	2.81
p.pomeroy	3.81	3.37	2.67	2.68	3.77	3.37	4.87	3.81	2.75	2.06	2.44	2.18	2.44	2.44	1.44		
C.taiwa	2.62	2.87	4.62	3.56	4.31	4.56	3.75	4.19	3.00	1.56	2.12	3.00	2.19	3.62	2.31	6.37	
nasnaran	2.87	4.94	3.37	3.44	3.06	3.12	1.37	1.87	2.19	1.94	1.74	3.15	2.37	2.37	2.65	2.87	
citrumelo 4475	3.93	3.69	3.06	3.18	4.19	3.00	2.93	3.37	2.12	3	2.81	3.06	3.31	2.81	3.17		

Annexe n°29: Repartition des sections suivant la profondeur
(chevelu racinaire = de diamètre inférieur à 1mm)

profondeur cm p-greffe	0-20	0-40	40-60	60-80
Bigaradier a	126	137	92	103
b	27.50	30.0	20.0	22.5
C.Troyer a	210	189	62	3
b	45.26	41.00	13.36	0.06
P.trifolia a	204	110	57	20
b	52.17	28.23	14.57	5.11
C.carrizo a	170	139	106	106
b	32.60	27.00	20.34	20.34
P.pomery a	132	128	75	70
b	31.05	30.17	22.35	16.47
C.taiwan a	160	156	117	70
b	32.00	31	23.3	13.9
nasnaran a	167	197	143	102
b	27.42	32.34	23.5	16.67
Citumelo a	247	195	116	45
4475 b	41.00	32.00	19.23	7.46

A:nombre de sections du racine (dont le diamètre est inférieur a 1mm) en fonction de la profondeur

B:pourcentage par rapport au total

Annexe n°30: Repartition des racines (dont le diamètre est supérieur à 1mm) en fonction de la profondeur

profondeur cm p-greffe	0-20	0-40	40-60	60-80
Bigaradier a	9	36	38	42
b	2.39	21.55	22.5	25.14
C.Troyer a	30	37	42	28
b	21.89	27	30.65	20.43
P.trifolia a	30	40	66	39
b	17.14	22.86	37.71	22.28
C.carrizo a	40	34	39	34
b	27	22.9	26.35	22.97
P.pomeroy a	87	67	70	59
b	30.7	23.67	24.73	20.8
C.taiwan a	75	61	70	60
b	28.19	22.95	26.31	22.55
nasnaran a	5	55	70	40
b	2.94	32.35	40.17	23.53
Citumelo a	26	61	43	30
4475 b	16.25	38.12	27	19

A: nombre de charpente racinaire en fonction de la profondeur.

B: pourcentage par rapport au total.

Annexe n°31: analyse de variance de l'indice
morphologique d'ancrage

Effets	D.D.L	F calculé	F Théorique	
			5%	1%
Arbre	7	17.08	4.85	4.41
Distance	16	21.40	10.38	8.68
Erreur	112			

Effets	D.D.L	F calculé	F Théorique 5%	F Théorique 1%
Arbre	7	17.08	4.85	4.41
Distance	16	21.40	10.38	8.68
Erreur	112			

[Faint handwritten notes and signatures at the bottom of the page, including a signature that appears to be 'M. J. ...']

ANNEXE N°32: indice morphologique d'ancrage en dm^3

distance P-Greffe	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340
bigarad	18.4	28.8	42.2	46.3	58.8	124.8	140.4	174	285	312	332	504	488				
C.troyer	12.4	20	26	56.4	83.2	86	88.2	114	114.4	173.6	220.8	236.8	237	272	276		
p.pomeroy	16.8	31.6	70.4	116	117	182	235	266	370.8	435	512	582	600	611.6			
C.taiwa	46.4	69.6	72	96	124	126	163	183	184	198	202	234	403	464	486		
nasnaran	25.2	33.6	46.4	49.4	156	167	168	180	180.4	181.6	182	192	246	277	307	716	
citrumelo 4475	25.2	26	65.7	76	79	134	158	179	202	213	229	268	276	304	666		

Annexe n°26: analyse de la racine sur l'indice total de distribution centrifuge

Effets	degré de liberté	F calculé	F Théorique	
			5%	1%
bloc:arbre traitements	7	19.32	4.85	4.41
distance	16	12.41	10.38	8.68
erreur	112			

19629
رقم الجرد
رقم القاتورة
التاريخ: 01/09/2014
الأصل: DON

الاسم:
الرقم:
الموقع:
التاريخ: