Project number
245233
Project title
SUSTAINMED
Sustainable agri-food systems and rural development in the Mediterranean Partner Countries
Call (part) identifier
FP7-KBBE-2009-3
Funding scheme
Collaborative project

Working paper
Contribution to WP4 / Task 5 : « Innovation and food supply »

L'innovation dans l'agrumiculture tunisienne

French Version

***Due date of the task**:* *April 2013*
***Actual submission date**:* *February 2013*

***Start date of the project**: March 2010* ***Duration**: 40 months*

Organisation name of the lead contractor for this deliverable:
CIHEAM-Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier

Project co-funded by the European Commission within the Seventh Framework Programme (2010-2013)		
Dissemination Level		
PU	Public	X
PP	Restricted to other programme participants (including the Commission Services)	
RE	Restricted to a group specified by the consortium (including the Commission Services)	
CO	Confidential, only for members of the consortium (including the Commission Services)	

Author(s) - in alphabetical order:

Name	Organisation	E-mail
MONTAIGNE Etienne	CIHEAM-IAM.M / UMR MOISA	montaigne@iamm.fr
KHEFIFI Leïla	SUPAGRO / UMR MOISA	leila.khefifi@yahoo.fr

L'innovation dans l'agrumiculture tunisienne

Remerciements

Cette étude a été réalisée dans le cadre du programme Sustainmed. Elle a bénéficié de la participation et du soutien de très nombreuses personnes et institutions tunisiennes.

Nous voudrions tout d'abord remercier Boubaker Thabet et Raouf Laajimi, chercheurs économistes à l'INAT, membres de l'équipe Sustainmed, le CTA, GIFRUIT, la DGPDA du ministère de l'agriculture et les 161 agrumiculteurs qui ont eu la gentillesse de répondre à notre enquête.

Virginie Avignon a assuré le secrétariat et la coordination à l'Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier, et le Centre de documentation Pierre Bartoli de l'UMR MOISA nous a apporté son soutien logistique pour la documentation.

1. Comprendre l'innovation dans l'agrumiculture tunisienne

1.1 Cadrage théorique et méthodologique

La question de l'innovation technologique est partout à l'ordre du jour. Le programme général au sein duquel s'insère Sustainmed le démontre bien car il se centre sur la bio-économie basée sur la connaissance[1]. Les références théoriques sur ce champ particulier de l'économie sont nombreuses, diversifiées et en très forte croissance (Martina Ben R., 2012). Elles se sont en particulier renouvelées avec les approches issues de l'économie industrielle et de l'innovation, dans le cadre de la théorie évolutionniste. La perception de cette question chez les économistes ruraux n'a évolué qu'assez récemment et reste attachée à ce qu'il faut plutôt qualifier de conditions socio-économique de l'adoption des innovations en agriculture. Les principaux éléments de l'évolution de cette approche portent sur une vision plus systémique et moins linéaire de l'innovation dans ce secteur, tenant ainsi compte de la grande diversité des situations, souvent localisée sur un territoire et bénéficiant de l'accumulation des connaissances et des savoir-faire des agriculteurs ; d'où le nouvel acronyme AKIS : *Agricultural knowledge and innovation systems* (Bergeret P. & Krijn J., 2012). Mais les objectifs assignés à ce qu'il a longtemps été nommé le « développement rural ou la vulgarisation », restent au centre des préoccupations politiques à savoir l'alimentation d'une population devant atteindre neuf milliards de personnes en 2050, tout en améliorant la productivité du travail et la compétitivité sectorielle dans un monde en mutation.

Dans l'étude que nous avons menée, nous avons choisi la référence à l'approche en termes de filière d'innovation. Le concept de filière d'innovation est une application de l'approche filière dans le cadre de la théorie générale des systèmes à un second niveau d'analyse. Il s'agit tout simplement de mettre en relation une filière produit avec un ensemble de filières d'innovations qui contribuent (dans une vision systémique) à la dynamique technologique et concurrentielle d'un secteur agricole ou industriel. Nous avons développé cet outil dans les études de trajectoires technologiques associées à la filière vin (Montaigne 1992, 1996, 2012). Cette approche s'intègre totalement à la lecture évolutionniste de l'innovation au sein de l'économie industrielle et qui se caractérise par l'endogénisation de la dynamique technologique au sein de l'analyse économique (Dosi et al. 1988).

Nous avons défini la filière d'innovation comme « l'ensemble de firmes et des organisations privées ou publiques, participant au processus de constitution d'une technologie, c'est-à-dire à la solution d'un paradigme technologique, à son évaluation technico-économique dans les entreprises concernées, et donc à la définition d'une trajectoire technologique prise comme l'ensemble des trajectoires technologiques des firmes élémentaires. »

[1] KBBE Knowledge Based Bio-Economy

Ce concept permet de définir un champ d'observation pertinent dans une étude de cas appliquée. Il justifie l'étude par l'économiste de la technologie en tant que limite intrinsèque au paradigme technologique[2]. Il étudie les interactions entre les acteurs dans une étude sectorielle. Il dissocie dans les limites d'une trajectoire technologique ce qui revient aux firmes amont et aval, au paradigme technologique lui-même et à la structure de la filière d'innovation. Il invite à lister les critères spécifiques de gestion et de décision mobilisés par les firmes. Il justifie l'étude des stratégies des maillons clés des filières produits amont et aval et finalement il éclaire la politique de recherche appliquée.

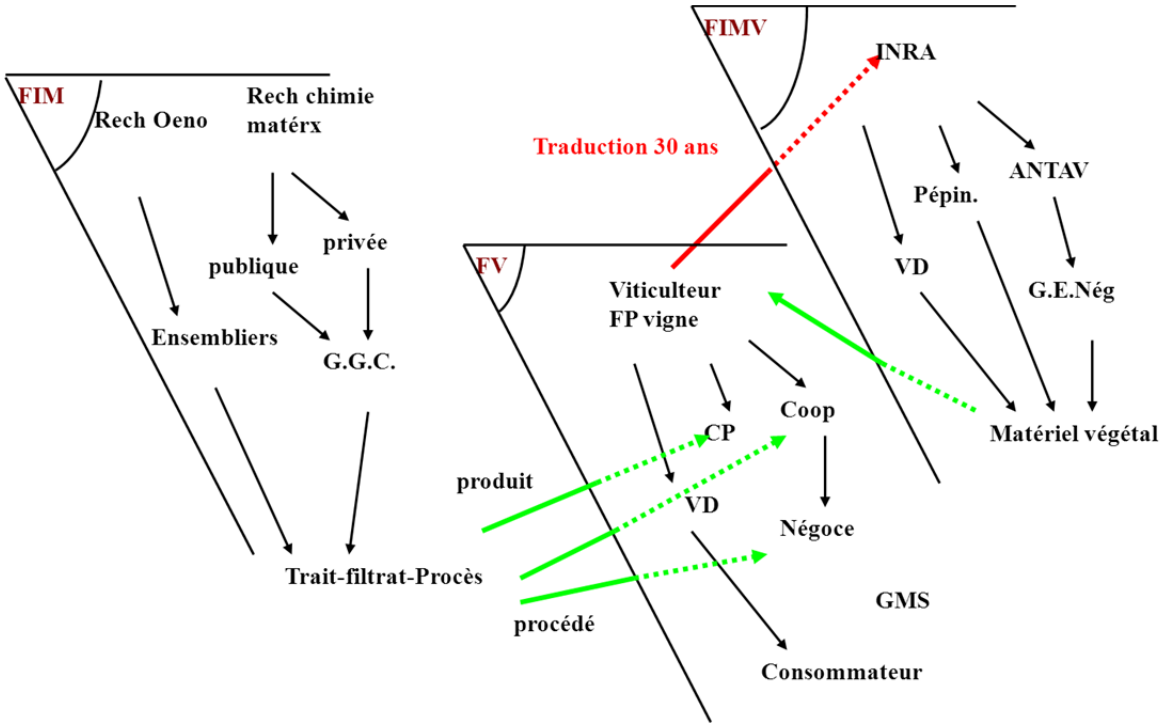


Figure 1 – Illustration du concept de filière d'innovation associé à une filière produit

Bien que ces travaux aient été développés et appliqués à la filière vin, ils sont en pratique transposables tels quels à toute autre filière agricole, en particulier en plante pérenne.

Nous nous sommes donc interrogés sur les modalités de transformation de la filière agrume en Tunisie, en prenant en compte les résultats des recherches en cours et leurs enjeux en termes de compétitivité.

[2] Le concept de paradigme technologique peut être fréquemment approché ou caractérisé par celui de programme de recherche à différents niveaux de généralité ou de complexité.

1.2 Les deux axes de l'étude :

1.2.1 Les questions et les acteurs

La première étape de notre travail a consisté à comprendre les conditions techniques de la culture des agrumes, avec une attention particulière à la situation tunisienne. Pour cela nous avons bénéficié de l'aide des spécialistes de Montpellier et de la littérature disponible. Nous avons ensuite rencontré les responsables des recherches (INAT et INRAT[3]) et de l'expérimentation dans ce domaine en Tunisie, en particulier le directeur et les techniciens du CTA[4]. Le programme Euromed CitrusNet nous a permis de lister l'ensemble des organismes et des programmes en cours[5].

Les travaux de recherche vont dans de nombreuses directions, certaines assez classiques dans le domaine de l'amélioration de la production : Amélioration des porte-greffes d'agrumes pour une meilleure efficience d'utilisation de l'eau et des éléments minéraux, amélioration variétale, techniques culturales, micro- greffages, techniques de lutte contre les parasites, y compris la lutte biologique. Notre objectif n'était pas d'étudier tous les programmes de recherche, mais d'évaluer ceux présentant des risques ou des enjeux économiques importants pour la filière. Finalement nous en avons retenu deux : la question des porte-greffes au regard de la Tristeza et les difficultés associées à la mise en œuvre de la lutte biologique. Dans le premier cas, c'est le risque de disparition total du verger que nous avons pris en compte, dans le second cas ce sont les enjeux commerciaux d'une réduction significative de l'usage des pesticides et de leurs résidus.

1.2.2 Une enquête sur les « destinataires »

La seconde étape de notre travail a consisté à mieux comprendre les comportements innovateurs des agrumiculteurs tunisiens. Pour cela nous avons réalisé une enquête qualitative et quantitative auprès d'un échantillon de 161 agrumiculteurs dans les principales régions productrices. De façon classique sont avons relevé les caractéristiques des exploitants et des exploitations pour ensuite les associer à des comportements d'adoption des innovations.

En associant les caractéristiques de l'exploitant et de son exploitation aux variables représentant l'adoption des innovations, nous avons proposé une typologie des agrumiculteurs et de leur comportement.

[3] Institut National Agronomique de Tunis, Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie

[4] Centre Technique des Agrumes, 8099 Zaouiet Jedidi – Beni Khalled - B.P. : N° 318 Tunisie

[5] Laajimi Abderraouf, Ben Mimoun Mehdi, 2007

2. Spécificité de la filière agrume dans le marché mondial et innovation

Nous avons ici proposé d'extraire du fonctionnement de la filière agrumes tunisienne, les caractéristiques montrant l'importance des choix de l'innovation en matière variétale et donc d'en étudier les enjeux.

La Tunisie est un très petit producteur d'agrumes. Sa production bien qu'en croissance de 60 % en 10 ans, n'est que de 360 mille tonnes en 2011/2012, soit 1,7 % de la production méditerranéenne qui ne représente, elle-même, que 20 % de la production mondiale.

La superficie totale actuelle d'agrumes est de 21 000 ha en 2010 soit plus de 0,4 % de la superficie agricole totale utile de la Tunisie. Les 3/4 des vergers se trouvent au niveau du cap Bon. Le nombre d'arbres a augmenté de 26% depuis 1999 (CTA, 2009).

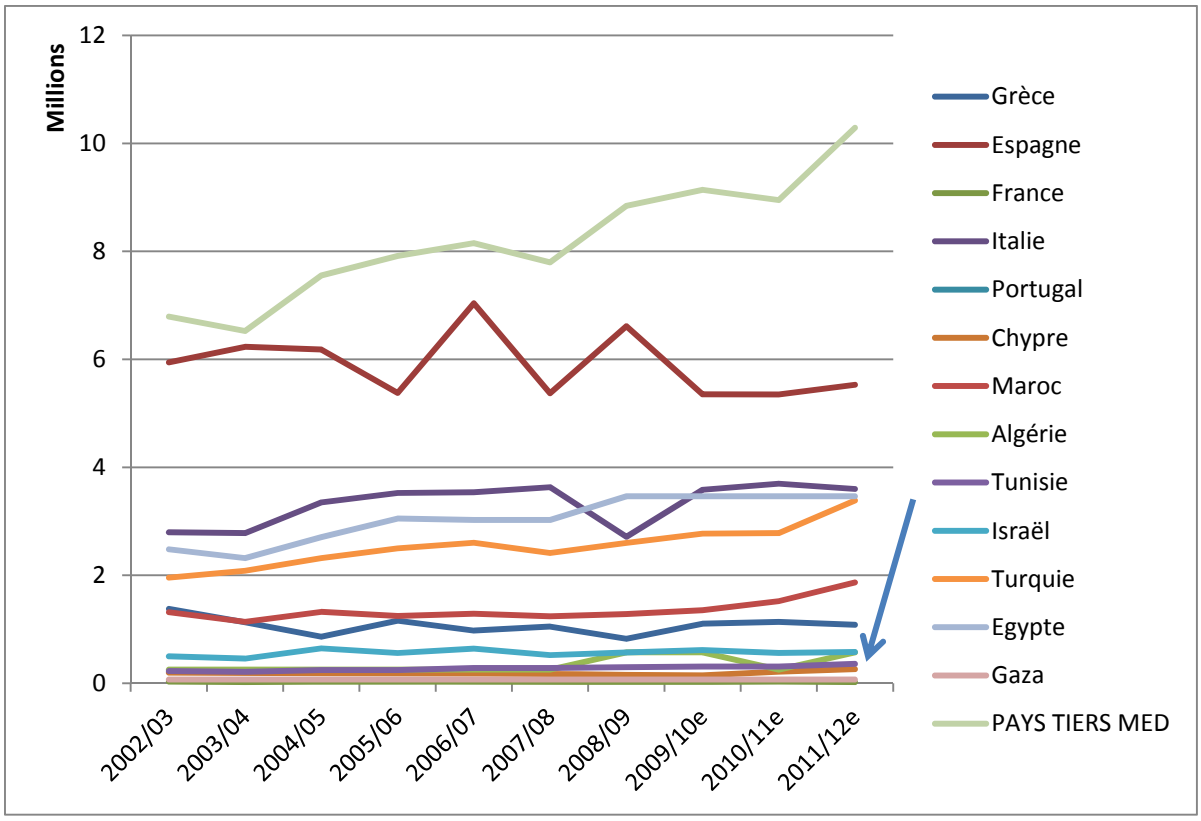
Le secteur agrume en Tunisie revêt un caractère stratégique dans l'agriculture tunisienne puisqu'il assure le revenu de plus de 11 600 producteurs et de plus de 18 000 familles. Il occupe une main d'œuvre occasionnelle estimée à 3 millions de jours par an. (CTA, 2009).

La Tunisie exporte en moyenne 25 milles tonnes d'agrumes, soit 7 % de sa production. Mais ces exportations sont constituées en grande partie par la variété Maltaise dont près de 80% de la production est destinée à l'exportation et ce, principalement, à destination de la France.

L'exportation des oranges est composée comme suit pour la campagne 2011/2012 : variété Maltaise : 95,2 %, Navel : 2,8 %, Valencia : 1,4 %, Autres : 0,6 %

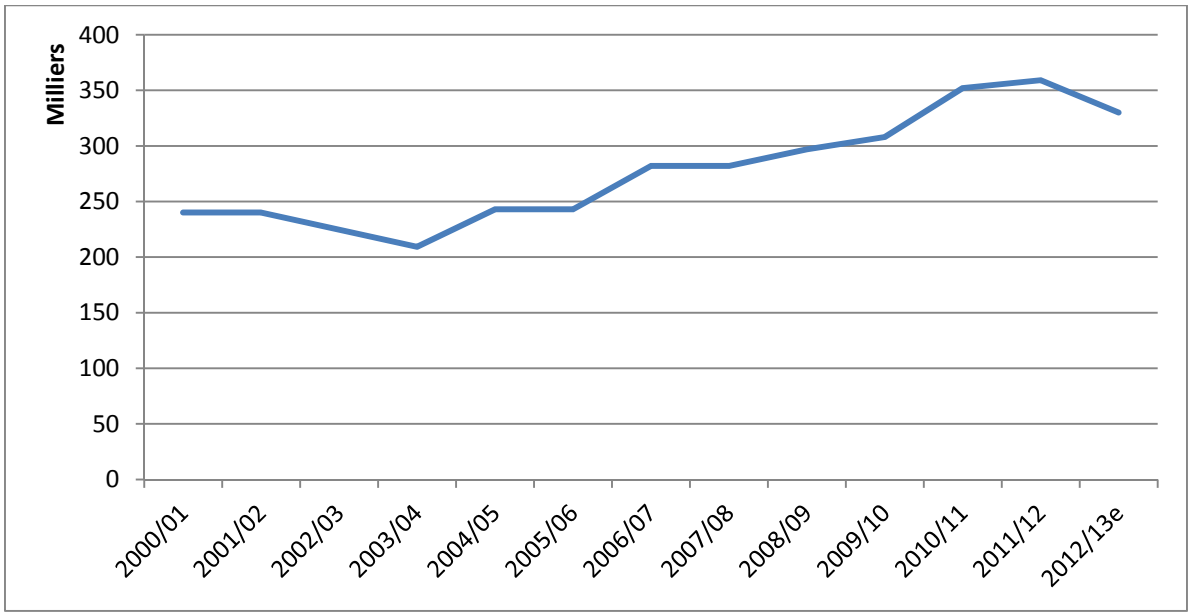
Les traits principaux de cette agrumiculture attirent l'attention du point de vue de l'innovation technique sur quelques points essentiels : tout d'abord la question variétale et l'importance de la maltaise, les relations privilégiées avec la France pour ce marché. En effet cette orange est commercialisée en tant que produit de qualité à un prix supérieur aux autres catégories. En février 2013, le prix Marseille-frontière de la maltaise peut atteindre une fois et demie celui des navelles espagnoles. Le consommateur français apprécie en effet, sa facilité d'épluchage, son équilibre sucre sur acide, sa teneur en jus et l'absence de pépins. La pulpe est très juteuse, très parfumée et légèrement acidulée. La pigmentation rouge se répartit à l'intérieur du fruit selon des filets plus au moins abondants selon les conditions culturales (Gifruits).

Figure 2 – Production d'agrumes dans le bassin méditerranéen (millions de tonnes)



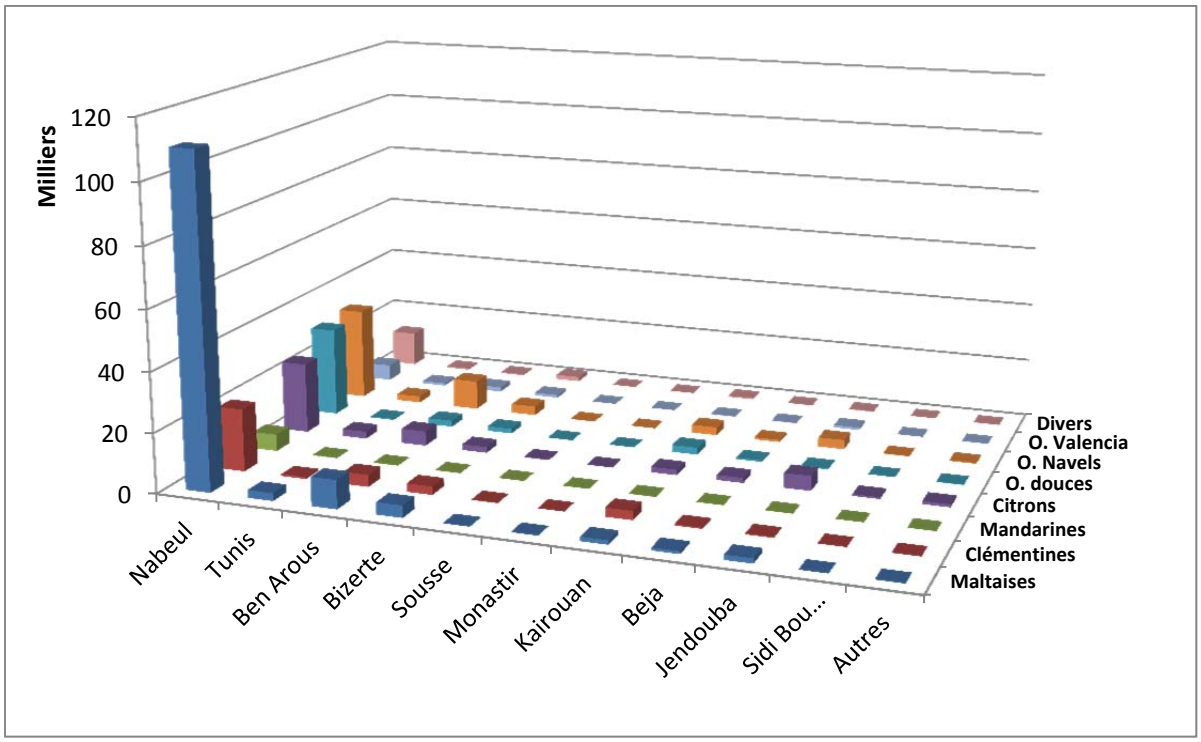
Source : Données CLAM, d'après Commission Européenne AGRI.C.2 / AGR26 / 2012

Figure 3 - Evolution de la production d'agrumes en Tunisie (milliers de tonnes)



Source DGPA/GIFruits : Pré-Estimation finale, Campagne 2012/2013

Figure 4 - Production par gouvernorat (tonnes)



Source DGPA/GIFruits mis à jour le 05 Février 2013

Figure 5 - Production d'agrumes en Tunisie par variété (milliers de tonnes)

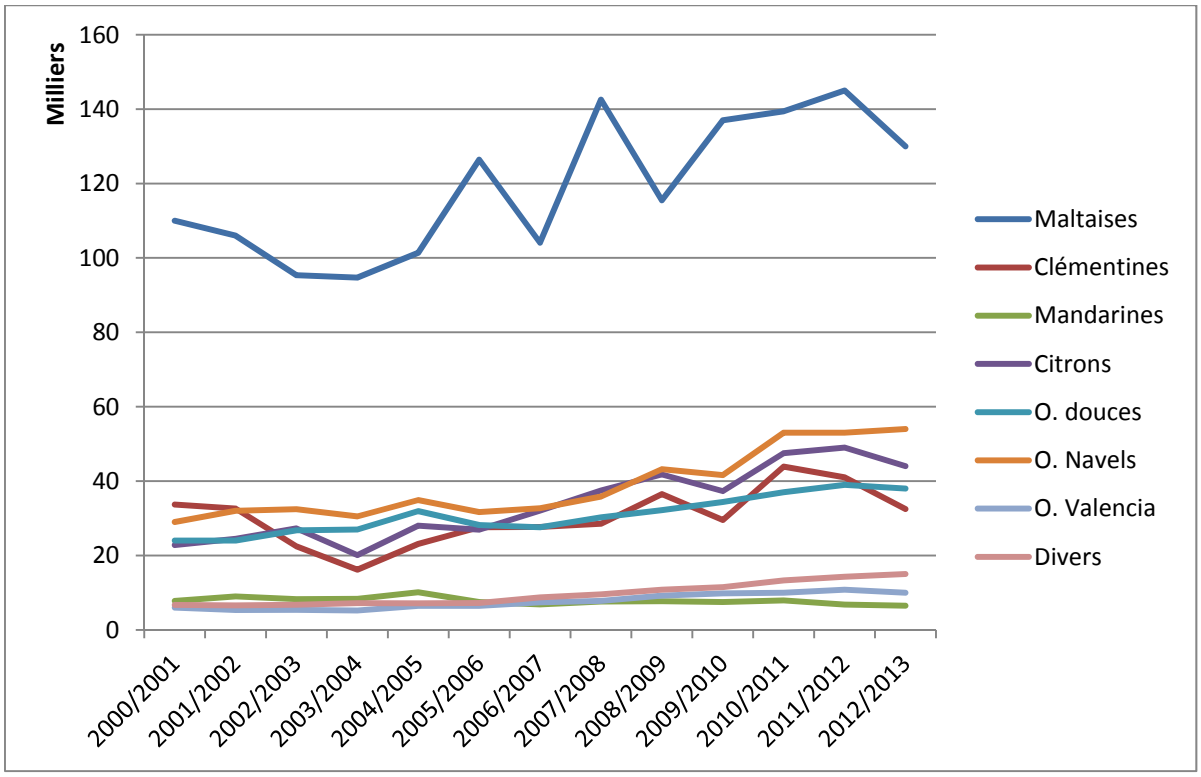
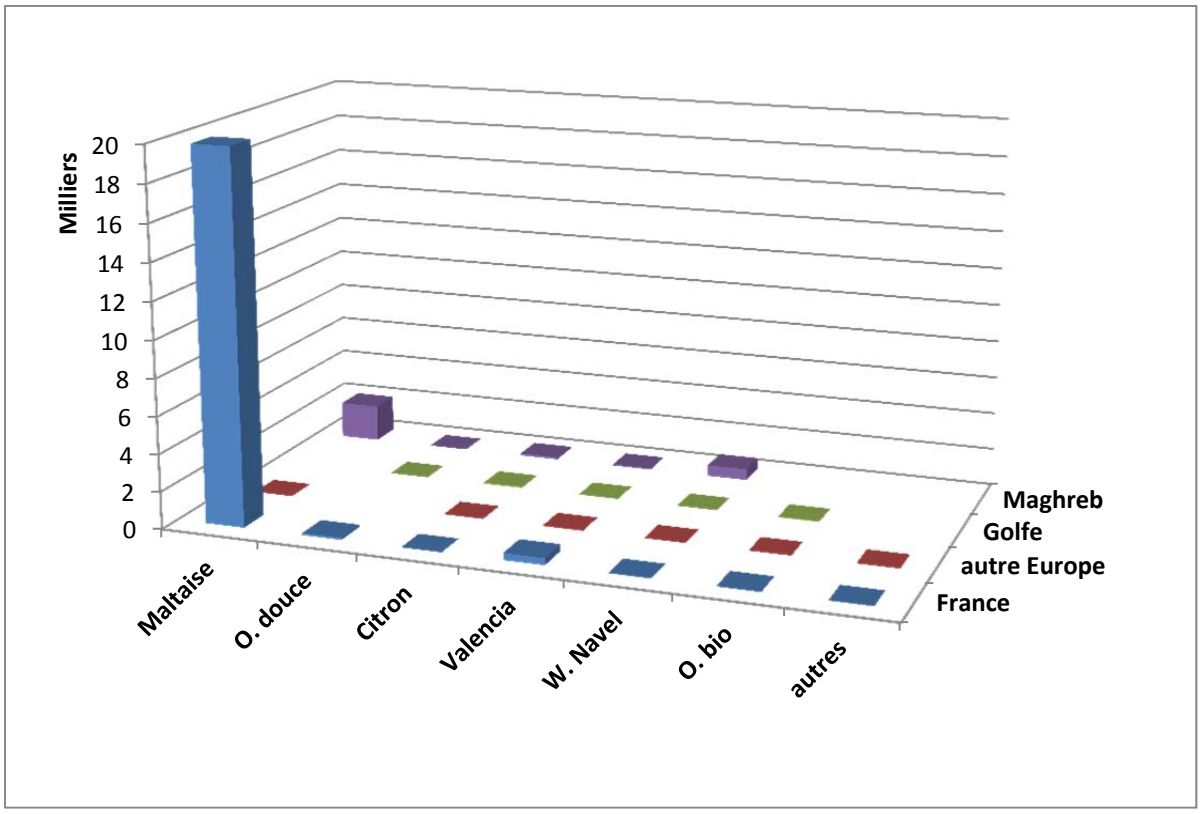


Figure 6 - Exportation des agrumes tunisiennes (2011-2012)



Source : GIFruits, Groupement interprofessionnel des fruits

3. Les recherches : Innovation, controverse technique, trajectoire technologique

A la suite d'entretiens avec les acteurs de la filière agrumes en Tunisie, nous avons repéré quelques questions scientifiques et techniques faisant l'objet de controverses et porteurs d'enjeux économiques majeurs. Nous avons couplé pour cela l'analyse de la littérature dans des revues scientifiques et de vulgarisation comme Fruitrop, les rapports Euromed-citrusnet, les congrès de l'IOCV et des manuels techniques pour comprendre et synthétiser ces enjeux.

3.1 Le porte-greffe : bigaradier ou non ?

Le progrès technologique passe très souvent, en plante pérenne et en arboriculture, par l'amélioration du matériel végétal, porte-greffe ou variété selon le cas, avec des critères de sélection clairement définis : productivité de la plante, qualité des fruits, période de production, adaptation aux conditions édaphiques, température et sol et, de plus en plus, résistance aux maladies.

Dans le cas des agrumes, une controverse technique se pose sur le porte-greffe le plus ancien et le plus répandu en Tunisie, à savoir le bigaradier[6]. Le bigaradier est un porte greffe sensible à une maladie virale : la « *Tristeza»*. La solution biologique pour la lutte contre cette virose consiste donc à changer de porte-greffe au profit de variétés plus résistantes.

3.1.1 L'importance économique de la maladie

L'importance de cette maladie en fait la source d'un risque économique et technologique majeur. En effet, le Citrus Tristeza Virus (CTV) est l'agent pathogène responsable de la maladie la plus économiquement importante des agrumes à l'échelle mondiale. Durant le siècle dernier, la maladie a détruit près de 70 millions d'arbres d'agrumes greffés sur bigaradier dans le monde. En Espagne, 21 millions d'arbres ont été détruits. La gamme d'hôte du virus de la tristeza est essentiellement limitée au genre Citrus. Le CTV est transmis par multiplication végétative et par plusieurs espèces de pucerons, en particulier le puceron brun des agrumes (Toxoptera citricida) qui est le plus efficace. La deuxième moitié du siècle dernier a été marquée par une grande extension de ce vecteur potentiel (T. citricida).

Les stratégies de prévention sont les suivantes : (1) Renforcement des mesures de quarantaine et de vigilance au niveau des postes frontaliers ; (2) Contrôle des pépinières de production de plants ; (3) Sensibilisation des producteurs à l'importance de la Tristeza ; (4) Production de plants

[6] Le bigaradier est originaire du Sud Est de l'Inde. Il a été implanté au Moyen-Orient par les Arabes, puis introduit en Europe lors des Croisades au Xe siècle.

certifiés ; (5) Surveillance de la dynamique des populations des pucerons vecteurs du CTV ; (6) Substitution d'un autre porte greffe plus tolérant au bigaradier. (ONSSA, sd).

Les symptômes causés par le CTV diffèrent selon les isolats et les espèces de plantes hôtes. On assiste à l'éclaircissement des nervures primaires et secondaires, des dépressions sous forme de cannelures longitudinales sur le tronc des plants apparaissent, les plants greffés sur bigaradier dépérissent, la taille des fruits est réduite. Les arbres prennent un aspect bronzé, suivi d'une défoliation et meurent suite à la destruction des tubes conducteurs (ONSSA).

Selon Roistacher et Moreno (1989) la destruction de millions d'arbres par le triteza dans les années 30 à 50 fut même l'une des principales raisons de la création de l'organisation internationale des virologues des agrumes (International Organization of Citrus Virologists - IOCV).)

« Historiquement, lorsque *Toxoptera citricida* est introduit dans un pays, les agrumes greffés sur bigaradier quittent définitivement ce pays » C.N. Roistacher & al. 2010, p. 1. De nombreux programmes d'indexation et d'éradication ont été mis en place dans les années 1970-1980, accompagnés d'arrachages nombreux, en Argentine, en Californie, en Espagne et en Israël. Ces programmes, favorisés par le développement des techniques d'indexation ELISA, n'ont pas tous atteint leurs objectifs. Toutes les tentatives pour sauvegarder le bigaradier par protection croisée comme porte-greffe ont échoué (C.N. Roistacher & al. 2010, p. 1).

3.1.2 Les avantages du statu quo

Face à cet enjeu, tous les producteurs d'agrume du monde, et de la Tunisie en particulier, devraient renouveler leur verger. Mais pour l'instant la Tunisie n'est pas semble-t-il touchée par ce virus. Le porte greffe, en effet, est l'un des facteurs essentiels de réussite de la production en raison de la résistance qu'il confère vis-à-vis des contraintes biotiques (maladies et ravageurs telluriques, maladies de dégénérescence et abiotiques (acidité ou alcalinité des sols, salinité, réaction au froid

ou à la sécheresse). (CTA, 2010). Le porte greffe influe fortement sur des facteurs comme la vigueur et l'âge d'entrée en production, le rendement et la qualité des fruits. L'usage du bigaradier présente de nombreux avantages auxquels sont sensibles les producteurs

La qualité des agrumes s'adapte bien avec le *« Bigaradier »,* en particulier la variété « Maltaise demi sanguine » dont nous avons vu l'importance et la spécificité du marché, présente une meilleure adaptation et une meilleure qualité qu'avec d'autres porte-greffe, ainsi qu'une adaptation aux conditions climatiques, édaphiques et ce, avec tous les types de variétés. C'est également le cas avec les nouvelles variétés comme « *New hall* », « *Washington Navel* » et « *Navelate* ».

Bien que les autres porte-greffes adoptés de l'Espagne aient l'avantage de se préserver du virus de la « *Tristeza»*, le prix de ces autres porte-greffes est élevé et n'encourage donc pas les petits exploitants à les adopter. Les agrumiculteurs sont familiarisés avec le Bigaradier et maitrisent bien la technique de greffage.

Il nous faut également citer l'importance du lien entre le porte-greffe et les exigences du marché : En effet, pour le marché du fruit frais, la qualité du produit « *maltaise demi sanguine »* fait la différence, et ce sont ses caractéristiques organoleptiques qui lui permettent de rentrer en concurrence avec d'autres pays de la méditerranée (Cf. supra). La définition de la qualité organoleptique varie entre les différents pays, ainsi que la facilité d'épluchage, la coloration, l'épaisseur de l'écorce. Tous ces éléments participent à la définition de la qualité du fruit. Le porte greffe « Bigaradier » préserve la qualité de ce produit. Donc malgré sa sensibilité au virus de la « *Tresteza »*, ce produit demeure le plus adopté par les exploitants.

Les hybrides de « *Poncirus Citrange » et de «Citrumelo »* sont disponibles aujourd'hui en remplacement du bigaradier qui présente cette sensibilité au « *Tristeza »*. De nouveaux porte-greffe sont créés par hybridation ou grâce aux biotechnologies comme le « *Citrange Carrizo »*, le « *Citrumelo 4475 »*, *le « Citrange C-35 »*, *le « C.Volkamérina ».* Ces variétés sont plus résistantes au virus « *Tristeza »* et s'adaptent mieux aux nouvelles densités et techniques de productions. (Entretiens CTA, 2011) mais leur adoption par les exploitants demeure donc critique.

En conclusion, nous avons tout de même retenu l'adoption de nouveaux porte-greffe comme un indicateur d'attention à l'innovation, mais nous avons bien conscience que cette adoption peut-être raisonnée différemment par les producteurs qui évaluent les avantages et les risques compte-tenu des coûts du changement.

3.2 De la lutte chimique à la lutte intégrée

L'agrumiculture tunisienne a suivi, comme dans la plupart des pays producteurs, une évolution des techniques de lutte contre les ravageurs, visant à réduire la quantité de pesticides utilisés en réponse aux évolutions de la société : protection de l'environnement, réduction des résidus, évolution des normes à l'importation, cahiers des charges (Eurepgap, etc.), résistance aux traitements, destruction des insectes utiles (abeilles).

Il est acquis que le passage d'un calendrier de traitement à la lutte intégrée, suppose une très bonne connaissance de la biologie de la plante et de ses parasites, une technicité beaucoup plus élevée, un encadrement technique significatif et la mobilisation de moyens collectifs et publics importants.

Comme toutes les cultures, le nombre de parasites et de maladies potentielles est très important. Le Programme « EuroMed CitrusNet[7] » présente dix sortes de virus ou viroïdes, une bactérie et un phytoplasme, cinq types de champignons, quatre sortes de nématodes, neufs espèces d'araignées, sept espèces d'insectes et huit espèces de cochenilles. Bien entendu, toutes ces espèces n'ont pas la même importance économique, tant en termes de dégâts causés que de diffusion spatiale ou de difficulté à les éradiquer ou limiter leur extension.

3.2.1 L'exemple de la cératite

Dans la région méditerranéenne, Ceratitis capitata ou Cératite qui est appelée aussi la mouche méditerranéenne des fruits, est le ravageur le plus redoutable, grâce aux conditions qui lui sont favorables dans une grande partie de cette aire, en particulier le climat et la diversité des cultures. Sa grande polyphagie et sa plasticité écologique lui permettent également d'y exprimer au mieux son potentiel biotique, d'exploiter d'une manière optimale son milieu en développant plusieurs générations par an et en s'attaquant à un grand nombre d'espèces fruitières dont la production s'étale sur toute l'année (Mazih, 1992[8]).

La mouche pond de 300 à 1 000 œufs au cours de sa vie et les larves créent des galeries par lesquelles pénètrent des champignons et des bactéries qui sont responsables de la décomposition et de la chute prématurée des fruits. Ces dégâts constituent un obstacle majeur pour des exportations en raison de la dévalorisation de la marchandise et des mesures de quarantaine

[7] http://www2.spi.pt/euromedcitrusnet/

[8] Référence bibliographique la plus fréquemment citée, par exemple : Khimoud Djamal, Louni Ahmed, 2008, Estimation de l'infestation des différentes variétés d'agrumes par Ceratitis capitata Wied., 1824 (Diptera ; Trypetidae) en fonction de l'exposition dans différents vergers de la région de Tizi-Ouzou, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Mémoire de fin d'études, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Département de Biologie en vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Biologie, Spécialité: Ecologie Animale, Option: Gestion des populations

imposées par certains pays importateurs. Sur agrumes, la cératite s´attaque surtout aux variétés précoces et celles à peau mince notamment la clémentine. La période à haut risque se situe en début d'automne et en fin de printemps.[9]

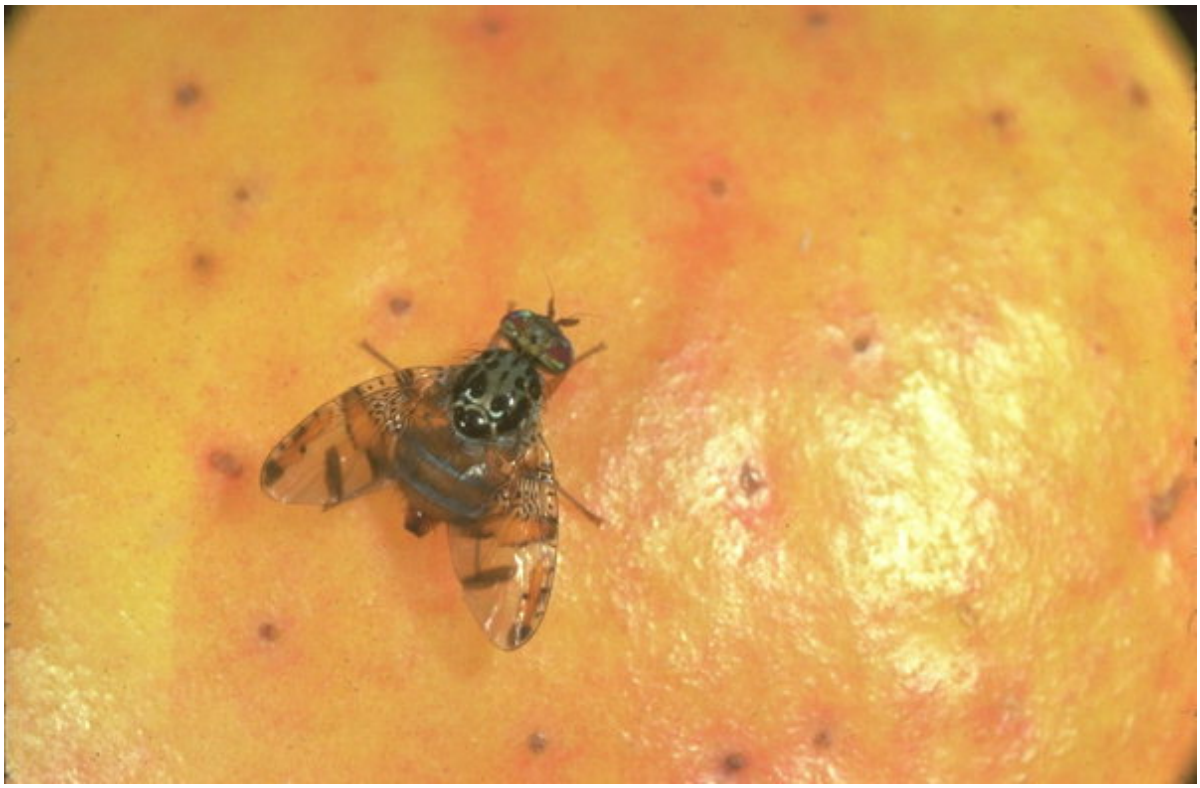


Figure 7 - Ceratitis capitata (Wiedemann) (Coutin R. / OPIE) Adulte femelle s'apprêtant à pondre dans une pêche. Source HYPP Zoologie

Au cours des deux dernières décennies la lutte contre cette mouche s'est faite essentiellement par le malathion[10], insecticide non sélectif, appliqué de septembre jusqu'à la fin du mois de novembre lorsque la cératite réalise un pic de dégâts et de multiplication. Ce produit est maintenant interdit en Europe. De plus la cératite a développé des résistances par mutation. La lutte chimique s'est avérée insuffisante pour contrôler ce ravageur. Les pertes, dues à la Cératite en Tunisie, malgré les traitements effectués, sont de l'ordre de 10 500 000 $ US par an. Sans oublier l'impact de ces traitements sur l'environnement, la santé humaine et l'entomofaune auxiliaire utile (Lachiheb Abdallah, 2008). Malgré les nombreux travaux réalisés sur les différents parasites, les résultats sont relativement faibles à cause des difficultés d'élevage et de la complexité de la relation hôte-parasite (Lachiheb Abdallah, 2008).

[9] Source : http://bacteries-champignons.blogspot.fr/2012/02/methodes-de-lutte-contre-la-ceratite.html

[10] Pour l'Union européenne : cette substance active est interdite par la décision 2007/389/CE à la suite de l'examen relatif à l'inscription à l'annexe I de la directive 91/414/CEE et depuis 2012, le taux de résidus de ce pesticide dans les aliments est réglementé en Europe

Dans la recherche de solutions de substitution, le CTA a expérimenté la technique du lâcher de mâles stériles à partir de 2005-2006[11] (Lachiheb Abdallah, 2008). Cette technique a été mise en œuvre en 2003 avec un partenariat entre le ministère de l'agriculture et le Centre National des Sciences et Technologies nucléaires (CNSTN) de Sidi Thabet où furent réalisés l'élevage et la stérilisation de cet insecte. Ce projet a bénéficié des financements de la FAO et du CNSTN.

L'éradication de la cératite nécessite le lâcher d'un nombre important de mâles stériles de cératite pour être efficace. Or l'effectif prévu, produit à Sidi Thabet était limité à 8 à 10 millions de pulpes par semaine pour couvrir l'ensemble des zones agrumicoles. Le personnel et les moyens logistiques furent limités. Les experts ont donc choisi une zone de 5 000 hectares, isolée et limitée par la mer autour d'Hammamet. Les lâchers ont été faits trois fois par semaine dans des parcelles de un kilomètre carré chacune, à partir de 196 points identifiés par GPS avec une double dose aux périphéries pour éviter la contamination. Un suivi du sex-ratio, du poids et de la qualité de ces lâchers, a été réalisé.

Ce projet a duré deux ans, mais ses objectifs n'ont pas été atteints. En effet Hammamet est une zone touristique, les agriculteurs étaient absents de leurs exploitations et n'étaient ni sensibilisés ni attentifs à la présence de la mouche. Le financement relai de 500 000 DTN[12] n'a pas été obtenu. A ceci s'est ajouté la difficile maitrise de l'élevage, seuls 2 millions de pulpes au lieu des 10 attendues ont été produites.

Ce projet de lâchers de mâles stériles a donc été remplacé par l'installation d'un réseau de piégeage pour le suivi de la population de cératite, permettant le déclanchement raisonné du traitement chimique par l'agriculteur. Nous sommes revenus de la lutte intégrée à la lutte raisonnée.

Nous rencontrons ici une limite de l'évolution technologique. L'action engagée nécessite un investissement public et une action collective difficile à mettre en place. Une vision diffusionniste du progrès technique n'est pas pertinente dans ce cas, car il faut mettre en place une action avec les moyens suffisants. Si la masse critique n'est pas atteinte, la technologie ne peut pas diffuser.

3.2.2 La poursuite des actions de lutte biologique

Le CTA ne baisse pas les bras pour autant et dans le cadre de la nouvelle stratégie du ministère de l'agriculture et de l'environnement, il poursuit le développement de la lutte biologique en créant un insectarium en vue de produire des auxiliaires s'attaquant aux principaux parasites.

[11] Pour une présentation détaillée de la technique, voir Lachiheb Abdallah, 2008

[12] Environ 250 000 €

L'Insectarium du Centre Technique des Agrumes a entamé les programmes de lutte biologique suivants :

- La lutte biologique contre *Planococcus citri* avec le prédateur *Cryptolaemus montrouzieri et le parasitoïde Leptomastix dactylopii,*

- La lutte biologique contre la mineuse des agrumes[13] *Phyllocnistis citrella* : l'ectoparasitoïde exotique *Citrostichus phyllocnistoides*.

- La lutte biologique contre *Icerya purchasi* moyennant le prédateur *Rodolia cardinalis*

Le CTA développe ses élevages et augmente le nombre d'ennemis biologiques, passant de 30 000 à 50 000 (voir annexe 1). Les limites de ces actions portent sur la maitrise technique de la production, les moyens de diffusion de ces auxiliaires et donc la taille des zones protégées. Les moyens pour développer ce type d'action collective devraient probablement être augmentés.

De même le CTA diffuse par ses employés le piégeage de masse en distribuant aux arboriculteurs 40 à 50 pièges à l'hectare, à un prix subventionné. Ces pièges sont vendus par des fabricants spécialisés associant une substance attractive (la DAP[14]) à un insecticide. L'achat direct par les agrumiculteurs reste d'un prix élevé d'environ 600 TND (300 €).

De fait la lutte intégrée reste la référence : Elle est encouragée par les institutions de recherches et par les grandes exploitations telles que les SMVDA[15]. Cette pratique se base sur l'élimination des mauvaises herbes, un apport d'engrais équilibré, l'irrigation régulière des plants d'agrumes, la taille annuelle pour l'aération, enterrer les plants infectés et le reste de la récolte sur une profondeur supérieure à 50cm et respecter les délais de récolte avant le risque d'infection par les ravageurs (AVFA, 2010).

3.3 L'amélioration des techniques de production

Bien entendu, nous retrouvons en agrumiculture et en Tunisie, l'amélioration d'un ensemble de techniques de production, importantes par leur accumulation, mais qui ne font plus l'objet de réelles controverses ou de difficultés au stade de la recherche. Nous en avons fait tout de même l'inventaire pour caractériser l'attitude innovante des agriculteurs étudiée ci-dessous.

[13] La mineuse des agrumes ou "phyllocnistis citrella" a été identifiée en Tunisie en 1994 après avoir été détectée dans d'autres pays du bassin méditerranéen. Ce ravageur cause le desséchement des feuilles et la faiblesse du plan d'agrume. On peut identifier sa présence grâce au symptôme d'enroulement des feuilles.(AVFA., 2010)

[14] DAP Di Amonium de Phosphate

[15] sociétés de mise en valeurs et de développement agricole

L'irrigation: en zone sèche, l'irrigation est indispensable. Elle peut être pratiquée par aspersion sous frondaison ou localisée (diffuseur, goutte à goutte). Dans ce cas, la fertilisation peut être associée à l'irrigation (ferti-irrigation) pour permettre une économie d'intrants et une alimentation minérale régulière (Alay P, Bazile D, De Bélizal E et All, 2009). Cette pratique peut être considérée comme moderne et performante. De même, il est possible d'observer l'existence de l'irrigation automatique ou pilotée par informatique. Cette pratique est couteuse, mais présente chez quelques SMVDA et des exploitants qui en ont les moyens (source : notre enquête).

La fertilisation: La fertilisation minérale doit compenser les exportations des éléments minéraux par les fruits et les bois de taille et assurer la croissance des organes végétatifs. La fertilisation peut s'appuyer sur les résultats d'analyses minérales des feuilles et du sol. (Alary P., Bazile D., De Bélizal E. et al., 2009). Cette pratique est un indicateur de pratique innovante, d'autant plus que certaines SMVDA les font réaliser en Espagne.

Analyse de l'eau et du sol : avant et après l'installation d'une plantation fruitière il faut connaitre les caractéristiques physico-chimiques des sols. De même le contrôle de la qualité de l'eau est également une pratique importante. Bien qu'anciennes, ces techniques marquent une réelle technicité de l'agriculteur.

3.4 Conclusion

Au regard de la dynamique technologique dans la filière agrume en Tunisie, nous retenons deux questions majeures pouvant marquer sa compétitivité : le risque associé à une éventuelle arrivée du virus de la Tristeza et de la destruction massive du verger. La solution de recourir à des porte-greffe résistant existe, mais la filière n'anticipe pas ce risque. La gestion des risque majeurs est toujours confrontée à cette problématique : tant que les producteurs ne sont pas confronté, ne perçoivent pas les conséquences de cet éventuelle crise biologique, ils ne sont pas prêts à sacrifier les « avantages acquis ». La France au XIXème siècle et la Californie dans les années 1990 ont été confrontés à la crise majeure du Phylloxéra qui a montré l'importance de tels enjeux.

La question de la lutte biologique est d'une autre nature. La protection par les pesticides n'est pas vraiment remise en cause. Mais le changement d'attitude le la société à cet égard évolue rapidement. Il suffit de voir le plan Ecophyto 2018[16] préconisant une diminution de 50 % de l'usage

[16] Ecophyto 2018 : À la suite du Grenelle de l'environnement, le plan Ecophyto constitue l'engagement des parties prenantes – qui l'ont élaboré ensemble – à réduire l'usage des pesticides au niveau national. Le plan Ecophyto vise notamment à réduire la dépendance des exploitations agricoles aux produits phytos, tout en maintenant un niveau élevé de production agricole, en quantité et en qualité.

des pesticides en France pour comprendre l'une des orientations majeure du marché. La difficulté rencontrée concerne les moyens et l'action collective. Les solutions sont accessibles.

4. Typologie des exploitations agrumicoles innovantes

L'analyse des données par classification ascendante hiérarchique nous permet de caractériser quatre groupes de producteurs qui se différencient selon des critères socio-professionnels, la structure de leur exploitation et leur attitude au regard de l'innovation technologique.

4.1 Méthodologie

La typologie, statistiquement, vise à « *réduire le nombre des observations en les regroupant en des classes homogènes et différenciées* » (Evrard et *al*., 1993). La méthode de Ward, au sein d'une classification ascendante hiérarchique, permet de retenir les groupements les plus distincts et qui maximisent la variance intergroupe. Le classement opéré par cette méthode conduit à regrouper les classes au maximum alors qu'il pourrait exister des classes plus fines. Afin d'identifier les éléments structurant cette typologie, on peut recourir à une analyse discriminante.

L'analyse discriminante permet de déterminer les variables expliquant le mieux l'appartenance à un groupe (Evrard et *al*., *ib*.). L'objet de cette analyse est donc d'identifier les axes discriminants, c'est-à-dire les variables contribuant le plus à caractériser les types de producteurs (la variable à expliquer). Les variables explicatives sont métriques ou, à défaut, binaire. Les axes discriminants constituent les combinaisons linéaires des *p* variables explicatives retenues. 2 exploitants ont été éliminés de cette analyse en raison de données manquantes. 158 agrumiculteurs ont donc été retenus pour cette analyse.

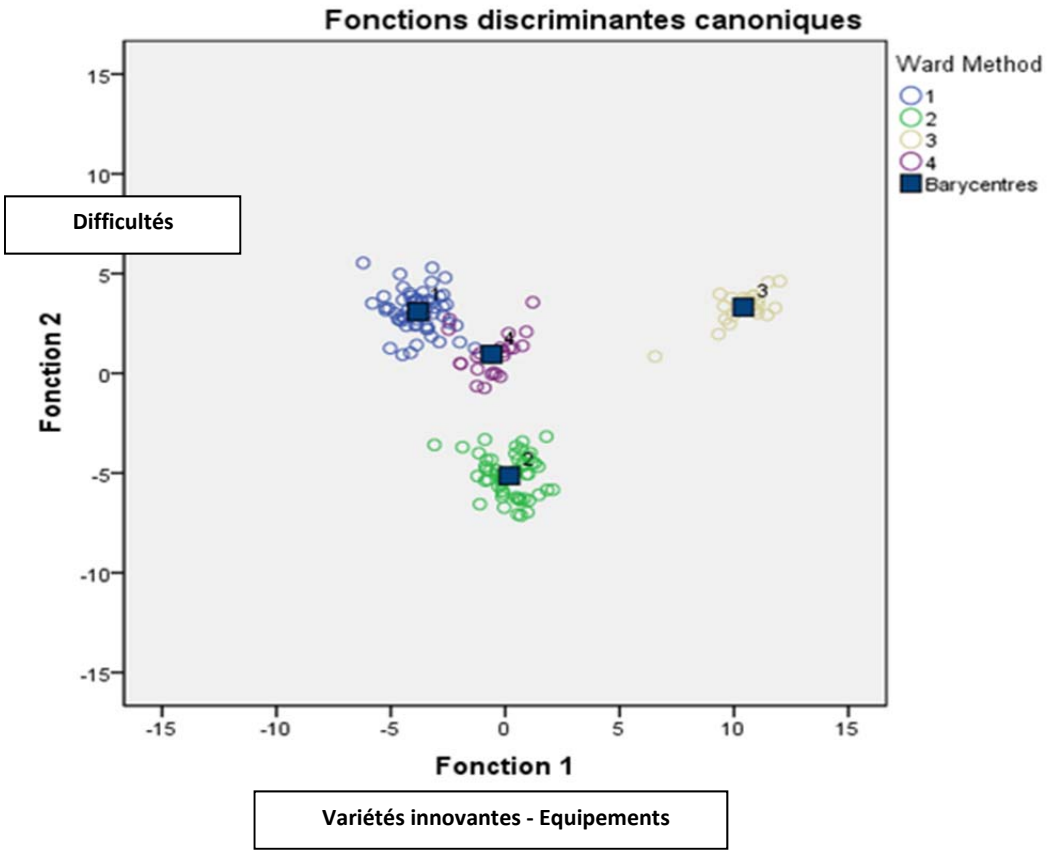
Le test de Lambda de Wilks nous permet de valider statistiquement le poids explicatif des fonctions ou axes discriminants 1 à 3 : 46,2 % de la variance pour l'axe 1, 32,1 pour l'axe 2 et 21,7 % pour l'axe 3.

Tableau 1 - Récapitulatif des fonctions discriminantes canoniques : valeurs propres

Fonction	Valeur propre	% de la variance	% cumulé	Corrélation canonique
1	21,115[a]	46,2	46,2	,977
2	14,636[a]	32,1	78,3	,967
3	9,910[a]	21,7	100,0	,953

Le graphique page suivante donne une première visualisation des 4 groupes d'agriculteurs identifiés par la classification hiérarchique.

Figure 8 - Carte des régions d'affectation



Les coefficients issus de la matrice des structures nous permettent alors d'identifier les variables "pesant" sur ces deux axes :

La matrice de structure ne reprend qu'une sélection de variables contribuant le plus aux deux axes discriminants. L'échelle de mesure va de – 1 à + 1. L'axe **1** décrit les variétés innovantes et des

équipements techniques (tracteur, pulvérisateurs, etc…). L'axe **2** décrit les variables de difficulté (salinité de l'eau, nature du sol, écoulement de la production, maladies (Mal secco), manque de suivi, approvisionnement en intrants). L'axe **3** décrit les indicateurs de technicité : la formation agricole, l'appartenance à une coopérative, les techniques de taille innovante, la qualification des ouvriers et la main d'œuvre permanent.

Une fois ces analyses réalisées (classification hiérarchique puis analyse discriminante), il nous reste à procéder à une analyse descriptive des quatre profils de producteurs. L'ensemble des chiffres présentés satisfait au critère de validité statistique (test de Chi-Deux pour les données qualitatives et ANOVA pour les moyennes).

Tableau 2 - Fonctions aux barycentres des groupes Ward Method

Groupe	Fonction 1	Fonction 2	Fonction 3
1	-3,814	3,095	-1,701
2	0,180	-5,139	-0,841
3	10,409	3,316	-1,190
4	-0,594	0,953	7,478

Les coefficients issus de la matrice de structure nous permettent alors d'identifier les variables "pesant" sur les deux axes:

La fonction 1 est alors constituée par les variétés innovantes avec des scores positifs (0,1 « *Navellate* »+ 0,099 « *cassar* »+ 0,095 « *Thompson navel* », et les techniques de productions innovantes tel que l'utilisation d'équipement techniques de vulgarisations (citernes(0,082), atomiseurs (0,091)..), la technique de taille innovante(0,079), analyse du sol (0,097), les encouragements tel que les subventions (0,073), la technique de pollinisation(0,059), l'irrigation automatique(0.040), investir dans les nouvelles techniques de production(0,028). (tab.**).

Soulignons que la fonction ne représente pas que les seules nouvelles variétés car la variété « *maltaise demi sanguine* » qui est une variété terroir est portée également par la fonction 1 avec un score positif (0,070).

La fonction 2 est constituée par les problèmes qui causent une difficulté d'adoption des innovations techniques au niveau du secteur agrume à savoir : la salinité du sol (0,072), la nature du sol (0,70), les problèmes au niveau de l'écoulement de la production (0,066), le manque de suivi technique (-0,054), les problèmes au niveau de l'approvisionnement en intrants (0,046), les maladies dont le Mal secco (0,061).

La fonction 3 est constituée par l'innovation organisationnelle et les compétences techniques des exploitants enquêtés à savoir : la formation agricole (0,71), l'adhésion à une association de producteur ou à une coopérative, la spécialisation dans la technique d'irrigation (-0,63), l'expérience technique (-0,040) et la connaissance des techniques de vulgarisation auprès des centres techniques des agrumes (-0,28).

Tableau 3 - Matrice des structures

	Fonction				Fonction				Fonction		
	1	2	3		1	2	3		1	2	3
Navel-Late	,100*	0,059	-0,03	SAKASTLI	,048*	0,034	-0,024	Pulvérisateur	,066*	0,03	0,006
Cassar	,099*	0,038	-0,013	MALATAISE DOUCE	,048*	0,018	0,017	Charrue	,062*	0,013	-0,006
Thompson navel	,095*	0,055	-0,033	Caffin	,047*	0,034	-0,02	Pollinisation	,059*	0,027	-0,014
Maltaise Blonde	,088*	0,03	0,013	Valencia Late	,045*	-0,022	0,005	Ouvrier permanant qualifié-irrigation	,043*	-0,007	0,001
Eureka	,078*	0,044	-0,009	Marissol	,045*	-0,002	-0,026	Innov- irrig.-automatique	,040*	-0,001	-0,034
Double fine améliorée	,077*	0,059	-0,032	analyse du sol	,097*	-0,049	0,034	Identif besoin irrig.	,036*	-0,013	-0,001
MA3	,076*	0,057	-0,053	atomiseurs	,091*	0,034	0,054	Arrachage	,028*	-0,009	0,018
Tarocco	,073*	0,034	-0,018	citernes	,082*	0,031	-0,04	Investir nouvelles techniques	,028*	-0,011	-0,024
Maltaise demi sanguine	,070*	-0,016	-0,043	Innov. taille	,079*	-0,017	0,032	Calendrier de travail	,024*	0,016	-0,023
				Subvention	,073*	-0,038	-0,032	Porte greffe bigaradier	,019*	0,002	0,005
				tracteur	,069*	-0,004	-0,034				
	Ft1	Ft2	Ft3		Ft1	Ft2	Ft3		Ft1	Ft2	Ft3
New-hall	,067*	0,061	-0,043	Formation agricole	-0,001	0,005	,071*	Source d'information	0,202	-,255*	0,058
Star-Ruby	,059*	0,027	-0,014	Appartient à une association de producteur/coopérative	-0,024	-0,001	,070*	Salinité	-0,011	,072*	0,022
Lana- Late	,059*	0,038	0,034	Taille	0,046	0,023	-,057*	Sol	-0,001	,070*	0,012
Hernandina	,059*	0,029	-0,018	Ouvrier qualifié pour l'irrigation	0,026	-0,054	-,063*	Problèmes au niveau de l'écoulement de la production	0,032	,066*	0,046
Faminello	,058*	0,036	-0,021	Nombre de jour occasionnel	0,003	-0,011	-,044*	Mal- Secco	-0,032	,061*	-0,02
Antracnique	,057*	0,026	-0,014	Salaires permanents	0,018	0,016	-,040*	Manque de suivi	-0,015	,054*	-0,019
Meski- Sifi	,053*	0,033	-0,023	Choix influencé	0,02	0,027	-,028*	Approvisionnement en intrants	-0,025	,046*	-0,006
Ballerin	,051*	0,034	0,036					Utilisation raisonnée des intrants	-0,029	,031*	0,004
Santa-Terresa	,048*	0,024	0,038								
« Mandarinier-commun »	,049*	0,017	-0,023								

4.2 Résultats

Le graphique de synthèse ci-après (figure 6), basé sur les deux axes discriminants principaux, fait apparaître les deux groupes 1 et 4 comme assez proches, les deux autres groupes étant mieux discriminés. La caractérisation des groupes de producteurs est explicitée, complétée, affinée, par le « re-calcul » des valeurs de chaque variable pour chaque type d'arboriculteur ainsi « reconstruit ». Ce sont ces données qui sont précisées pour la description fine de chaque catégorie.

Tableau 4 - Exploitants investissant dans des nouvelles techniques de production

	NON	NON %	OUI	OUI %	
Groupe 1	38	64%	21	36%	59
Groupe 2	30	56%	24	44%	54
Groupe 3	10	45%	12	55%	22
Groupe 4	16	70%	7	30%	23

4.2.1 Groupe 1

Le groupe 1 peut être défini comme : « Petit producteurs âgés, peu formés, peu innovants, en demande de soutien » :

Ce sont des agriculteurs plus âgés, cultivant de petites superficies (les 4/5èmes disposent de moins de 5 ha), leur niveau d'instruction s'arrête au secondaire. Un tiers d'entre eux a suivi une formation spécifique pour les nouvelles techniques de production comme les groupes 2 et 4, ce qui est faible comparé aux 61 % du groupe 3. Un quart adhère à une organisation collective.

Ce sont ceux qui investissent peu dans les nouvelles techniques[17] avec un tiers de l'effectif du groupe, soit 36 %, à peine plus que le groupe 4 (30 %) et beaucoup moins que les groupes 2 et 3. Ils utilisent en proportion beaucoup plus importante les intrants de façon raisonnée. Les trois-quarts ont des plantations à plus haute densité (6x4, 6x3). Ils ont recours à la lutte intégrée, mais ils pratiquent très peu l'analyse du sol et utilisent peu les subventions.

[17] Note méthodologique : Les résultats des réponses à cette question générale « Investissez-vous dans les nouvelles techniques ? » peut être en contradiction avec des réponses à des questions plus précises comme le recours à l'analyse du sol, à la lutte intégrée, à la lutte biologique ou aux nouvelles densités. Cette question résume cependant l'opinion des enquêtés.

Ils plantent de nouvelles variétés, mais en petites quantité, compte-tenu de leurs propres surfaces limitées. C'est le groupe qui estime le plus, manquer d'information et de suivi (encadrement), mais assez étonnement, celui qui a le moins de problèmes de maladies. Il a les rendements les plus faibles, toujours inférieurs à 20 t/ha. Ces arboriculteurs se situent principalement dans les gouvernorats de Nabeul et Kairouan.

4.2.2 Groupe 2

Le groupe 2 peut être défini comme : « Petits producteurs âgés mais formés, assez innovants, subventionnés, en difficulté technique »

Comme pour le groupe 1, ce sont des agriculteurs âgés (à peine plus que le groupe 1), cultivant de petites superficies (les 4/5èmes disposent de moins de 5 ha). Leur niveau d'éducation est plus élevé : 37 % ayant un niveau de formation universitaire. L'instruction ne serait donc pas le facteur limitant de l'innovation. Un tiers a suivi une formation spécifique pour les nouvelles techniques de production comme les groupes 1 et 3.

Un quart d'entre eux adhère à une organisation collective (donnée moyenne comme le groupe 1). Ils investissent de façon significative dans les nouvelles techniques avec près de la moitié de l'effectif du groupe, à peine moins que le groupe 3 (55 %). C'est le groupe dont la part de vergers ayant une densité traditionnelle (6x6), est la plus élevée, qui utilise le moins les intrants de façon raisonnée (comme le groupe 3), mais ayant tout de même recours à la lutte intégrée (comme le groupe 1), et l'analyse des sols.

Les deux-tiers des membres de ce groupe ont accès aux subventions. Ils plantent de nouvelles variétés, en quantité un peu plus grande que le groupe 1. C'est le groupe qui estime le moins manquer d'information et de suivi (encadrement), mais assez étonnement, celui qui a le plus de problèmes de maladies. Il a les rendements les plus faibles, toujours inférieurs à 20 t/ha. Il utilise tout de même de nouvelles variétés. Ils sont localisés plutôt au Nord (Bizerte, Beja et Jendouba) avec seulement un tiers à Nabeul, contre 2/3 pour les autres groupes.

4.2.3 Groupe 3

Le groupe 3 peut être défini comme « Petits producteurs jeunes et formés, très innovants, sans problème technique ».

Ce sont des agriculteurs jeunes (32 % ont moins de 44 ans) cultivant de petites surfaces (les 4/5èmes disposent de moins de 5 ha). Leur niveau d'éducation est le plus élevé : 45 % ayant un niveau de formation universitaire. Les deux-tiers d'entre eux ont suivi une formation spécifique

pour les nouvelles techniques de production soit le double des autres groupes. Très peu d'agriculteurs de ce groupe (14 %) adhèrent à une organisation collective. Il s'agit là de la proportion la plus faible.

C'est le groupe qui investit le plus dans les nouvelles techniques, où la part de vergers ayant une densité traditionnelle (6x6) est la plus faible et un part importante (73 %) de densité moyenne (6x4) qui utilise le moins les intrants de façon raisonnée (comme le groupe 2), a peu recours à la lutte intégrée (comme le groupe 4), mais de façon importante (77 %) à l'analyse des sols. Ils plantent de nouvelles variétés, en quantité significative.

Moins d'un quart de ce groupe estime manquer d'information, mais 2/5 manquent de suivi (encadrement). C'est également le groupe qui a le plus de problèmes de maladies. Le groupe 3 a des rendements un peu plus élevé que les groupes 1 et 2. Ils utilisent de nouvelles variétés. Ils sont localisés principalement dans le gouvernorat de Nabeul (2/3).

4.2.4 Groupe 4

Le groupe 4 peut être défini comme « Grands producteurs jeunes, très bien formés, coopérateurs, les moins innovants, productifs, avec peu de problèmes techniques ».

Ce groupe se distingue par beaucoup d'exploitations de grandes tailles par rapport aux autres groupes. Seuls 17 % d'entre eux cultivent moins de 5 hectares, les autres exploitants se répartissent en effectifs quasi égaux, entre les catégories de surfaces de 5-10 ha; 10-50 ha ; et + de 50 ha. Leur niveau de formation est élevé avec 61 % de niveau secondaire et 35 % de niveau universitaire. Un tiers d'entre eux a suivi une formation spécifique pour les nouvelles techniques de production comme les groupes 1 et 2.

A l'inverse du groupe 3, plus de la moitié des membres de ce groupe (52 %) adhère à une organisation collective. Il s'agit là de la proportion la plus élevée. C'est le groupe qui investit le moins dans les nouvelles techniques (30 %). C'est le groupe dont la part de vergers plantés avec une densité traditionnelle (6x6) est la plus faible et un part importante (73 %) de densité moyenne (6x4). Ce groupe utilise le moins les intrants de façon raisonnée (comme le groupe 3), a peu recours à la lutte intégrée (comme le groupe 4), mais de façon moyenne (48 %) à l'analyse des sols.

Un tiers des membres de ce groupe seulement ont accès aux subventions, comme le groupe 1. Ils plantent de nouvelles variétés, en quantité significative. Un tiers de ce groupe estime manquer d'information et de suivi (encadrement). Ce groupe est très peu concerné par les problèmes de maladie (10 %). Le groupe 4 a les rendements les plus élevés, 4/5 des producteurs ont un rendement supérieur à 20 t/ha. Ils sont localisés principalement dans le gouvernorat de Nabeul (70 %).

4.3 Les questions qui ne discriminent pas les groupes

Un ensemble de questions donnent des résultats statistiques très proches pour les quatre groupes : Il s'agit des critères de salinité des sols, de la nature du sol, des problèmes d'écoulement de la production, de maladie comme le Mal Secco et de l'approvisionnement en intrants. Cela veut dire que ces questions ou difficultés sont perçues dans la même proportion au sein de chaque groupe.

4.4 Conclusions

L'analyse par classification ascendante hiérarchique nous a défini quatre groupes qui nous permettent de réfléchir à l'adoption des innovations technologiques dans la filière agrumes tunisienne. Le premier constat est l'absence d'une polarisation très forte de ces groupes sur un nombre réduit de critères. Les groupes 1, 2 et 4 sont assez proches sur l'axe 1. Les groupes 1, 4 et 3 assez proches sur l'axe 2.

Nous retrouvons les critères habituels de la relation entre l'innovation technologique et les caractéristiques socioprofessionnelles et de structure des exploitations arboricoles, en particulier les rôles positifs de l'éducation, de la taille des exploitations et de l'existence de subventions.

Le groupe 3 vient cependant remettre en cause la hiérarchie de ces habituels critères. En effet il s'agit d'un groupe présentant un niveau d'éducation très élevé, très innovateur, très individualiste, mais bloqué par le contrôle de très petites surfaces.

De façon contre-intuitive, pour un pays en développement où le niveau d'éducation des agriculteurs est souvent très faible, nous assistons ici à l'inverse. C'est l'accès au facteur de production terre qui devient le critère le plus sélectif, et non plus le niveau d'éducation. Par contre la relation traditionnelle éducation – innovation fonctionne très bien dans ce cas.

Le modèle de diffusion des innovations par l'action collective et la coopération est ici doublé d'un modèle d'innovation plus « individualiste » dans lequel de jeunes agriculteurs de formation supérieure, apparaissent comme spontanément tournés vers le progrès technique.

5. Bibliographie

Alary P., Bazile D., De Bélizal E., Berland S., Besson I., Boulakia S., Bureau J.C., Caillavet F., Carraud M., Chapuis R., Charvet J.P., Cogny C., Delfosse C., Deprez C., Duquenoy A., Durbiano C., Estebanez J., Griffon M., et al., 2009, Nourrir les hommes : un dictionnaire, Neuilly : Atlande, Géographie thématique, 765 p.

AVFA Agence de vulgarisation et de formation agricole, Ben Abdelali Nasr & alli., 2010, Guide de plantation des agrumes, Tunisie, 55 p. (en arabe), 2ème édition améliorée de 2003

Bergeret Pascal, Poppe Krijn J., 2012, Agricultural knowledge and innovation systems in transition, a reflection paper, Brussels, Standing Committee on Agricultural Research (SCAR), Collaborative Working Group on Agricultural Knowledge and Innovation Systems (CWG AKIS), March 2012, 121 p.

Commission Européenne, 2012, Groupe de travail Prévisions Agrumes, AGRI.C.2 / AGR26 / 2012 du 06/11/2012, 140 p.

CTA, Centre technique des agrumes, 2010-1, Lutte contre la Cératite Capitata, 12 p. http://www.cta.tn/documents/publication/ceratite.pdf

CTA, Centre technique des agrumes, 2010-2, Les porte-greffe des agrumes conseillés pour l'utilisation en Tunisie, 11 p. http://www.cta.tn/documents/publication/porte_greffes.pdf

DGPDA Direction générale des plans de développement agricole.

Dosi G., 1988, Sources, procedures and microeconomics effects of innovations, Journal of Economic Litterature, vol. 26, 1126-1171

Evrard Y., Pras B., Roux E., (1993). *Market : études et recherches en marketing, fondements, méthodes*, Paris (FRA), Nathan, 1993, 629 p.

Gifruit http://www.gifruit.nat.tn

Laajimi Abderraouf, Ben Mimoun Mehdi, 2007, Safe and High Quality Supply Chains and Networks for the Citrus Industry between Mediterranean Partner Countries and Europe National Citrus Sector Analysis: Tunisia. - Tunisia, Tunis, Institut National Agronomique de Tunisie, EuroMedCitrusNet Contract No. 43146 (Food Quality and Safety) November, Deliverable 9, 22 p.

Lachiheb Abdallah, 2008, Optimisation de la dose d'irradiation dans le cadre d'un projet de lutte contre la Ceratitis Capitata, Ecole supérieure d'agriculture de Mograne, Mémoire d'ingénieur 2008

Martina Ben R., 2012, The evolution of science policy and innovation studies, Research Policy 41 (2012) 1219– 1239

Mazih, A. 1992. Recherches sur l'écologie de la mouche méditerranéenne du fruit *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera, Tephritidae), dans l'arganeraie de la plaine du Souss (Maroc). Thesis Etat, Agadir.

Montaigne Etienne, 1992, Les techniques à membranes en oenologie : Une approche évolutionniste ? In : Innovation, changement technique et agro-alimentaire. - Paris : INRA, Economie et sociologie rurales : Actes et Communications n ° 8, 1992, p. 127-140

Montaigne Etienne, 1996, Théorie évolutionniste, dynamique technologique et systèmes d'approvisionnement alimentaires, Communication au séminaire sous-régional de la FAO (Dakar, 1997) : "Approvisionnement et distribution alimentaires des villes de l'Afrique francophone", 18 p. : FAO, "Aliments dans les villes" : http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/sada/dada.htm

Montaigne Etienne, Coelho Alfredo, 2012, Structure of the producing side of the wine industry: Firm typologies, networks of firms and clusters. - Wine Economics and Policy 1 (2012) 41–53 - www.elsevier.com/locate/wep - Available online at www.sciencedirect.com

ONSSA sd, La tristeza est une maladie qui menace le patrimoine du Maroc, Royaume du Maroc, 4 p. http://www.onssa.gov.ma/onssa/fr/doc_pdf/Fiche_TK_Tristeza.pdf (2013-05-17)

Quelin Bertrand, Arregle Jean-Luc, 2000, Le management stratégique des compétences, Paris, Ellipses, 352 p.

Roistacher C. N. and Moreno P., 1989, TRISTEZA : The Worldwide Threat from Destructive Isolates of Citrus Tristeza Virus - A Review, Eleventh IOCV Conference 1989-11-06/1989-11-11, Orlando, p. 7-19

Roistacher C. N., Graça V. da and G. W. Müller, Cross Protection Against Citrus tristeza virus - a Review, Proceedings, 17th Conference, 2010 – Citrus Tristeza Virus p. 1-27

6. Liste des tableaux

Tableau 1 - Récapitulatif des fonctions discriminantes canoniques : valeurs propres 18
Tableau 2 - Fonctions aux barycentres des groupes Ward Method..... 19
Tableau 3 - Matrice des structures..... 21
Tableau 4 - Exploitants investissant dans des nouvelles techniques de production..... 22

7. Liste des figures

Figure 1 – Illustration du concept de filière d'innovation associé à une filière produit..... 3
Figure 2 – Production d'agrumes dans le bassin méditerranéen (millions de tonnes)..... 6
Figure 3 - Evolution de la production d'agrumes en Tunisie (milliers de tonnes)..... 6
Figure 4 - Production par gouvernorat (tonnes)..... 7
Figure 5 - Production d'agrumes en Tunisie par variété (milliers de tonnes) 7
Figure 6 - Exportation des agrumes tunisiennes (2011-2012)..... 8
Figure 7 - Ceratitis capitata (Wiedemann) (Coutin R. / OPIE) Adulte femelle, s'apprêtant à pondre dans une pêche. Source HYPP Zoologie 13
Figure 8 - Carte des régions d'affectation 18

8. Liste des abréviations

AKIS - *Agricultural knowledge and innovation systems*

AVFA - Agence de vulgarisation et de formation agricole

CLAM – Comité de liaison de l'agrumiculture méditerranéenne

CNSTN - Centre National des Sciences et Technologies nucléaires

CTA - Centre technique des agrumes

CTV - Citrus Tristeza Virus

DAP - Di Amonium Phosphate

DGPDA – Direction générale de la production et du développement agricole

DTN – Dinar tunisien

GIFRUIT – Groupement interprofessionnel des fruits

INAT - Institut National Agronomique de Tunis

INRAT - Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie

IOCV - International Organization of Citrus Virologists

SMVDA - Société de mise en valeur et de développement agricole

9. Table des matières

Remerciements 1

1. Comprendre l'innovation dans l'agrumiculture tunisienne 2

1.1 Cadrage théorique et méthodologique 2

1.2 Les deux axes de l'étude : 4

1.2.1 Les questions et les acteurs 4

1.2.2 Une enquête sur les « destinataires » 4

2. Spécificité de la filière agrume dans le marché mondial et innovation 5

3. Les recherches : Innovation, controverse technique, trajectoire technologique 9

3.1 Le porte-greffe : bigaradier ou non ? 9

3.1.1 L'importance économique de la maladie 9

3.1.2 Les avantages du statu quo 10

3.2 De la lutte chimique à la lutte intégrée 12

3.2.1 L'exemple de la cératite 12

3.2.2 La poursuite des actions de lutte biologique 14

3.3 L'amélioration des techniques de production 15

3.4 Conclusion 16

4. Typologie des exploitations agrumicoles innovantes 17

4.1 Méthodologie 17

4.2 Résultats 22

4.2.1 Groupe 1 22

4.2.2 Groupe 2 23

4.2.3 Groupe 3 23

4.2.4 Groupe 4 24

4.3 Les questions qui ne discriminent pas les groupes 25

4.4 Conclusions 25

5. Bibliographie 26

6. Liste des tableaux 28

7. Liste des figures 28

8. Liste des abréviations 28

9. Table des matières 29

10. Annexe 4 - Perspectives d'activité du CTA en matière de lutte biologique 31

11. Annexe 6 – Le questionnaire et les variables 33

10. Annexe 1 - Perspectives d'activité du CTA en matière de lutte biologique

Sujet d'intervention	**Indicateurs de bon déroulement des travaux**	**Date**
Programme de la lutte biologique contre la mineuse des agrumes « Phyllocnistis citrella »	- Elevage des parasitoïdes importés dans l'insectarium (Année 2010). - Libération d'environ 30 000 ennemis biologiques dans 50 endroits aux gouvernorats de Nabeul, ben Arous, Bizerte, Kairouan, Jendouba et Beja (Année 2011) - Libération d'environ 50 000 ennemis biologiques dans 70 endroits aux différents gouvernorats agrumicoles (Année 2012) - Etablir un équilibre biologique entre les ravageurs et ces prédateurs	- 2010 Elevage des parasitoïdes importés - 2011libération d'environ 30 000 ennemis biologiques - 2012 libération d'environ 50000 ennemis biologiques
Programme de lutte biologique contre la cochenille farineuse « Planococcus citri »	- Elevage de 500 000 prédateurs et 300 000 Parasitoïdes chaque année et leur libération dans les champs atteints situés à Nabeul, Ben Arous, Bizerte, Kairouan, Jendouba et Beja afin de lutter contre la cochenille farineuse. - Etablir un équilibre biologique entre les ravageurs et ces prédateurs.	Elevage de 500 000 prédateurs et 300 000 Parasitoïdes chaque année
Programme de lutte biologique contre la cochenille australienne « Icerya purchasi »	- Elevage des prédateurs et libération d'environ 10 000 insectes (Année 2010) - libération d'environ 40 000 prédateurs pour la lutte contre la cochenille farineuse et australienne (Année 2011). - libération d'environ 50 000 prédateurs pendant l'année 2012. - Etablir un équilibre entre les ravageurs et ces prédateurs.	- 2010 Elevage des prédateurs et libération d'environ 10 000 insectes - 2011libération d'environ 40 000 prédateurs. - 2012 Libération d'environ 50 000 prédateurs.
Programme de lutte biologique contre la	Sélection des parasitoïdes les plus efficaces	- 2009 Préparer le projet - 2010 Commencer le projet

mineuse		- 2011 Commencer l'élevage des prédateurs - 2012 Commencer la libération des prédateurs dans les champs.
Programme pilote de lutte contre la cératite dans les vergers d'agrumes Introduction de nouveaux paramètres sur la technique piégeage de masse Utilisation de nouvelles techniques pour la lutte contre la cératite	Limiter les dégâts de la cératite surtout sur les plantations de système biologiques.	- 2010 Finir l'étude sur le piégeage par le DAP. - 2012 Clôturer les études concernant l'introduction des nouvelles techniques de piégeage intensif. - 2010-2011 Introduire des nouveaux parasitoïdes et déterminer leurs conditions d'élevage. - Elever les prédateurs et commencer à les libérer aux vergers.
Lutte contre la mineuse des agrumes par le piégeage de masse	Limiter les dégâts du mineur surtout sur les plantations de systèmes biologiques	- 2011 Déterminer les positions d'installation des pièges - 2012 Déterminer la densité de plantation optimale

11. Annexe 2 – Le questionnaire et les variables

L'enquête a permis de définir un ensemble de variables à partir des entretiens et des recherches bibliographiques. Ces variables concernent

- le profil de l'exploitant: Age, niveau d'instruction, activité non agricole, adhère à une association d'agriculteurs, formation ou diplôme spécialisée pour certaines techniques ou variétés, maitrise de la technique, intérêt d'investir dans de nouvelles techniques de production.

- les ressources disponibles au niveau de l'exploitation: superficie agrumicole, source d'eau, mode de faire valoir, nature du sol, salinité, la densité, les variétés à savoir : Lane Late, Sakastli, Nova, Maltaise Balerin, Caffin, Valencia Late, Faminello, Tarocco,Double Fine Améliorée, New Hall, Naveliina, w Navel, Thomson Navel, Meski Arbi, Antracnique, Malataise Demi Sanguine, Mandarinier Commun, Cassar, Moro, Encore, Chislet, Meski Sifi, Eurika, Meski Ansli, Maltaise Douce, Maltaise Blonde, Starruby, Hernandina, MA3, Nuless, Interdonado, Marsh Seedless, Lunari, Marissol, Sainta Teresa et la Tanjarine, la source d'eau, la source d'information, approvisionnement en intrants, l'activité de l'élevage : cette variable est choisie pour voir s'il y a des exploitants qui s'intéressent à l'amendement biologiques comme le fumier dans le cadre d'une agriculture raisonnée, administration, pollinisation, calendrier de travail, production totale, main d'œuvre, problème de disponibilité de l'eau, problème de tour d'eau, ouvrier qualifié, assainissement et drainage, utilisation raisonnée des intrants,

- les innovations technologiques : innovation irrigation, identification des besoins d'irrigation, lutte intégrée, porte greffe, analyse du sol, subvention, innovation dans la taille.

- les variables concernant la commercialisation, problèmes au niveau de l'écoulement de la production, Problèmes: approvisionnement en intrants, problèmes financiers, problèmes d'adaptation des nouvelles techniques, source d'information, le choix influencé, manque d'information, manque de suivi, augmentation de la production, choix influencé, arrachage, *Acariens, Mal secco, Gommose, Mineuse, Cératite, Anthracnose.*

Vu le temps limité nous avons essayé de répondre à la problématique en essayant de choisir les variables qui influencent le plus les innovations, autrement dit les variables qui présentent un lien avec les techniques innovantes de production et qui influent sur la dynamique des innovations comme la pollinisation, l'analyse du sol, les problèmes d'approvisionnement en intrant, le manque de suivi. L'innovation peut porter sur les ressources, les compétences ou du profil de l'exploitant. L'innovation peut également concerner le produit ou l'organisation (Quélin B, Arrégle J l; 2000). D'où le choix d'identifier et de caractériser les innovations en fonction du profil de l'exploitant et des ressources de l'exploitation.