

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Contexte général

Avec 100 000 tonnes de fruits de litchi produits chaque année, Madagascar est le troisième producteur mondial (après la Chine et l'Inde). La Grande Ile est également première exportatrice sur le marché européen où le litchi s'est imposé comme le « fruit de Noël » au fil des années (RAMAMONJY, 2016). L'Europe est la première destination des litchis de Madagascar. En ce qui concerne l'exportation, lors de la campagne 2013-2014, Madagascar a exporté près de 18 000 tonnes de litchis vers l'Europe, puis 17 000 tonnes pour la campagne 2014-2015 (FR, 2017). Pour la dernière campagne 2016-2017, la quantité exportée était de l'ordre de 17 000 tonnes (CTHT, 2017). Malgré ce succès, la filière litchi doit encore mieux se structurer pour se développer à cause de l'importance de la filière dans l'économie locale et nationale et la demande croissante des marchés extérieurs depuis 1986. Il devient opportun de comprendre les stratégies d'occupation de l'espace retenue par les agriculteurs et de mieux cerner les facteurs à prendre en considération dans la perspective d'un développement durable de cette filière.

Le litchi est un arbre à port étalé à tronc simple ou parfois multiple. Sa hauteur peut atteindre dans les zones de culture, de 10 à 15 mètres et la frondaison peut occuper une surface au sol de 80 à 300 m². Son feuillage de couleur vert franc peut se confondre avec celui d'autres ligneux rencontrés comme le manguiers dans sa zone de culture (CTHT, 2017).

Cependant, les plantations en vergers de types monoculture et parc arboré sont facilement repérables sur images satellites à Très Haute Résolution Spatiale (THRS). Le stage réalisé en 2015 sur le sujet par KOARA a montré que dans la région de Tamatave, les plantations de litchis de types monoculture et parc arboré sont repérables et peuvent être aisément cartographiées par photo-interprétation. Par contre, les plantations agro-forestières sont plus délicates à localiser. Les critères permettant de reconnaître un arbre de litchi dans une plantation par photo-interprétation ont été établis.

Ces critères ont été améliorés par les travaux de HERIMANDIMBY en 2017 en appliquant la méthodologie de photo-interprétation sur l'ensemble de la zone de collecte qui s'étend de Soanierana Ivongo à Ranomafana. Des surfaces de 1933 ha occupées par des litchis ont été détectées. Les clés d'identification ont été réadaptées par rapport aux observations par photo-interprétation. Les polygones ont été comparés aux données récoltées sur le terrain. Ces données comprennent des limites de parcelles réalisées à l'aide d'un GPS, des coordonnées de pieds de litchi individuels, des coordonnées des producteurs de GLOBALGAP et des données d'enquête du CTHT. La validation a donné 44 % de taux de réussite (pourcentage de parcelles détectées). Ce résultat peut être discuté vue l'importance du nombre de polygones retenus par photo-interprétation qui devrait être vérifié (29 801). Tandis que les données de terrain disponibles ne couvraient pas l'étendue atteinte par la photo-interprétation d'une part et d'autre part les méthodes de relevée sur terrain, souvent effectuées par parcelle, ne sont pas

compatibles ou comparables aux méthodes de détermination des polygones. De plus, ces données de terrain ne sont pas exhaustives tandis que l'exploration a été complète au cours de la photo-interprétation. La précision de l'évaluation du travail n'est donc pas complète. Plusieurs facteurs ont fait aussi qu'il a été plus difficile que prévu de détecter toutes les parcelles de litchi sur la zone, notamment des vieilles monocultures dont les canopées qui sont entremêlées n'ont pas permis d'identifier individuellement les arbres et donc la parcelle. Les données ainsi obtenues n'ont pas permis d'établir une estimation précise de la production réelle. Toutefois, les données recueillies sont suffisamment importantes et représentatives de la zone de production pour pouvoir comprendre la répartition des parcelles de litchi localisées par photo-interprétation sur l'ensemble de la zone de Tamatave de la côte Est malgache et l'impact de cette distribution géographique sur la qualité et la disponibilité des fruits.

Problématique

La demande et l'exigence des pays importateurs de litchi ne cessent d'augmenter chaque année, ce qui pousse les exportateurs et les collecteurs à collecter plus de litchis par tous les moyens et à chercher des points stratégiques pour la collecte. Toutefois, tout cela n'est pas possible sans la connaissance préalable des zones de concentration de litchi, leur disponibilité, leur structure et leur accessibilité. De plus, actuellement, il n'y a pas de données précises sur la répartition spatiale des plantations de litchi de la côte Est de Madagascar. Ces problématiques se résument par la question suivante : Comment est l'organisation spatiale des plantations de litchi de la côte Est malgache ?

Objectif général

L'objectif général de l'étude est ainsi d'améliorer le fonctionnement de la filière en intervenant en amont de celle-ci par une meilleure détermination des sites de production, de leur localisation, de leur structuration et de leur accessibilité.

Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques sont :

- Améliorer et préciser les résultats antérieurs sur la cartographie des plantations de litchi en partant d'un jeu de données plus important.
- Comprendre les stratégies d'occupation de l'espace retenues par les agriculteurs.
- Étudier la disponibilité des produits et évaluer le système de culture le plus efficient.

Hypothèses

Les hypothèses à vérifier sont :

- **Hypothèse 1** : la répartition des plantations de litchi selon le système de culture est différente dans chaque bassin de production.

- **Hypothèse 2** : la majorité des plantations de litchi sont à proximité des axes routiers et des cours d'eau.
- **Hypothèse 3** : la production et la qualité de litchi sont conditionnées par le système dans lequel il se trouve, certains systèmes peuvent être plus efficaces que d'autres.

Structure de l'ouvrage

La première partie de cette étude décrit le cadre général de l'étude en analysant la situation de la filière litchi à Madagascar et en étudiant les travaux déjà menés sur le sujet.

La deuxième partie porte sur la présentation de la zone d'étude et les principaux matériels et méthodes.

La troisième partie présente les principaux résultats et les interprétations. Cette partie comprend la classification des différentes parcelles détectées selon le système de culture auquel il appartient (Monoculture, Parc arboré, Agroforêt), l'analyse spatiale des données de localisation des plantations de litchi. Il vise à décrire l'environnement au sens large des plantations de litchi. Des données attributaires seront calculées pour chaque parcelle de plantation à partir de variables et informations spatiales disponibles sur la zone d'étude, notamment l'altitude et ses dérivées (pente et orientation des pentes) fournies par le Modèle Numérique de Terrain (MNT) SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) 30 mètres, la proximité des voies de communication (routes et pistes). Et faire de l'analyse statistique des résultats pour caractériser la distribution géographique des plantations de litchi, des différents types de systèmes et de façon générale à caractériser spatialement la production de litchis (en quantité et en qualité) à l'échelle régionale.

Enfin, la quatrième partie évoque les principales limites de l'étude, les impacts des résultats sur la filière, les stratégies d'occupations des terrains favorisés par les agriculteurs et des futures perspectives pour améliorer le travail.

1 CADRE GÉNÉRAL DE L'ÉTUDE

1.1 Le litchi

1.1.1 Origine

Le litchi vient de Chine méridionale (RAKOTONANDRASANA, 2009). En 1764, il fut importé à l'île Maurice et a été introduit à la Réunion par Joseph-François Charpentier de Cossigny de Palma (RANDRIAMARO, 2007). Vers la fin du XVIII^{ème} siècle, il fut planté à Madagascar par André MICHAUX. Madagascar a commencé l'exportation du litchi vers 1965 (CTHT, 2017) et actuellement, il est devenu l'un des plus grands producteurs de litchis.

1.1.2 Description

Le litchi, *Litchi chinensis*, est un fruit tropical provenant de l'arbre de la famille des Sapindacées. La classification systématique du litchi est la suivante :

- Règne : *VEGETAL*
- Embranchement : *CORMOPHYTES*
- Classe : *DICOTYLEDONES*
- Ordre : *SAPINDALES*
- Famille : *SAPINDACEES OU SAPINDACEAE*
- Sous-famille : *EUSAPINDOIDEES*
- Genre : *Nephelium*
- Espèce : *Nephelium litchi*. (RAKOTONANDRASANA, 2009)
- Nom scientifique : *Litchi chinensis*
- Nom vernaculaire : Letisy, lodisy

Le litchi est très sensible au froid et commence à s'affaiblir quand les températures descendent en dessous de -3°C (-7°C pour les espèces les plus coriaces). Il requiert un environnement chaud et humide et le substrat ne doit jamais être totalement sec, idéalement sur un terrain plat, fertile, donc en bas-fond ou en bord de rivière (CTHT, 2017).

Ses feuilles persistantes mesurent une vingtaine de centimètres et sont composées de 5 à 8 folioles lancéolées et très coriaces. Sa hauteur peut atteindre 10 à 20 m selon l'âge de l'arbre avec une surface occupée par la canopée de 80 à 300 m² (RAMAMONJY, 2016). La silhouette générale est assez ronde (CTHT, 2017).

Ses fleurs sont très petites (4 à 5 mm de diamètre chacune) et de couleur blanc-verdâtre. Par la suite, elles se développent en petits fruits, en grappes, après la fécondation qui est assurée par les insectes principalement des abeilles (CTHT, 2017). Le litchi est un fruit rouge composé de l'extérieur à l'intérieur de coquille rouge et rugueuse, puis d'une chair blanchâtre et juteuse, sucrée et légèrement acidulée. Au cœur du fruit se trouve la graine. A maturité, le fruit a un calibre de 25 à une trentaine de mm (LOEILLET et IMBERT, 2013). Il existe deux sous-espèces de *Litchi chinensis* :

- *Litchi chinensis subsp. Chinensis*, originaire de Chine et d'Indochine ; les feuilles ont 4 à 8 folioles (rarement 2).
- *Litchi chinensis subsp. Philippinensis* (Radlk.) Leenh., originaire des Philippines et d'Indonésie ; les feuilles ont 2 à 4 folioles (rarement 6) (CTHT, 2017).



Figure 1: Plantation de litchi (jeune monoculture)

Cliché : Auteur



Figure 2: Feuilles et grappes de litchi

Cliché : Auteur



Figure 3: Fleurs de litchi

Source : (LOEILLET et IMBERT, 2013)



Figure 4: Coque et chair de litchi

Source : (LOEILLET et IMBERT, 2013)

1.1.3 Traitement post-récolte

Pour conserver la qualité nutritionnelle et les qualités organoleptiques des fruits, des nombreuses techniques ont été développés par des chercheurs :

1.1.3.1 Conservation par le froid et le soufrage

a. Le froid

Le but de l'utilisation du froid est de préserver la fraîcheur du fruit mais aussi de diminuer la respiration. Les litchis peuvent se conserver pendant une semaine à une température d'environ 1°C. Une réfrigération à 4-5 °C avec atmosphère contrôlée peut conserver les litchis de 12-15 jours avec des emballages plastiques (RAKOTONANDRASANA, 2009).

b. Le soufrage

Le gaz utilisé pour ce procédé est l'anhydride sulfureux (SO₂). Cette technique est employée pour les produits destinés à l'exportation. Il y a plusieurs moyens d'effectuer le soufrage du litchi :

- **L'injection de SO_2** dans la chambre de traitement sous forme de gaz comprimé puis détendu ;
- **Traitement par fumigation** : s'effectue en brûlant directement la poudre de soufre dans une chambre complètement étanche. Ce traitement permet la formation du complexe soufre-anthocyane qui va induire le changement de couleur des fruits (coloration jaunâtre) (RAKOTONANDRASANA, 2009). Le procédé de traitement du litchi par fumigation se résume comme suit :

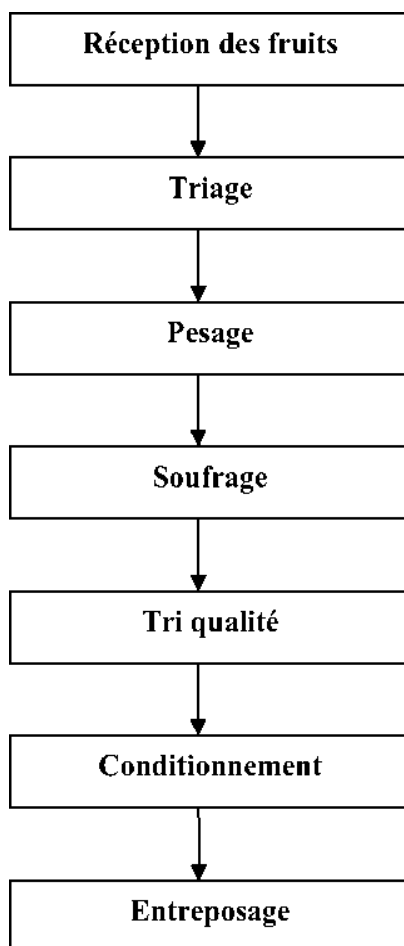


Figure 5: Procédé de soufrage par fumigation

Réception des fruits : la réception se fait à l'aide des caissettes qui peuvent contenir 10 à 20 kg de fruits.

Triage et calibrage : le triage est une étape qui consiste à éliminer les fruits qui sont pourris, tachés et immatures. C'est à ce stade aussi que le calibrage s'effectue pour éliminer les fruits de diamètre inférieur à 30 mm, il s'effectue par des anneaux calibreurs.

Pesée : cette étape consiste à peser les fruits pour connaître la quantité de soufre nécessaire pour le traitement.

Soufrage : cette opération s'effectue dans une chambre étanche ou dans un conteneur muni d'un système de ventilation. C'est l'étape la plus critique du processus, la quantité de fleur de soufre brûlée et le temps de traitement doivent être maîtrisés. La quantité de soufre utilisée varie en fonction du mode de transport :

- Transport par avion : 300- 400 g de soufre par tonne de fruits pendant 30 mn ;
- Transport par bateau conventionnel : 600-750 g de soufre par tonne de fruits pendant 50-60 mn ;
- Transport par porte-conteneurs : 600-650 g de soufre par tonne de fruits pendant 50-60 mn.

Tri-qualité : cette étape consiste à éliminer les fruits indésirables après le soufrage.

Conditionnement : cette étape consiste à emballer les fruits et les mettre dans un carton. Les exportateurs utilisent des cartons télescopiques permettant de laisser le SO_2 se dégager du fruit durant le trajet d'exportation pouvant contenir 2 ou 4,5 kg de fruits.

Entreposage : les litchis emballés sont réfrigérés à une température de 1 à 4 °C dans des conteneurs frigorifiques ou autres moyens de transport possédant un système de réfrigération.

1.1.3.2 Autres types de conservation

Les autres types de conservation sont les différents traitements chimiques et physiques comme le séchage, l'extraction de la pulpe, l'extraction du jus, le traitement par la chaleur, la fermentation, la confisage et bien d'autres.

1.1.4 Les normes des litchis destinés à l'export

1.1.4.1 Résidu soufré

Selon la réglementation de l'Union Européen, la teneur résiduelle en soufre ne doit pas excéder 10 mg/ kg dans la pulpe et 250 mg / kg dans la coque.

1.1.4.2 Calibre

Les fruits acceptés par les pays importateurs sont divisés en 3 catégories :

- $L < 30\text{mm}$
- $30\text{mm} < XL < 32\text{mm}$
- $XXL > 32\text{mm}$

1.1.4.3 Rapport brix/ acidité

Le rapport où les fruits sont considérés matures est de 30 environ, c'est la maturité commerciale (MAHAMARO, 2010).

1.2 La filière litchi

1.2.1 Production

D'après le GEL (Groupements des Exportateurs de Litchis) de Madagascar, la production annuelle de litchi a été estimée à 100 000 tonnes pour Madagascar. Ces 100 000 tonnes sont réparties sur trois zones principales (MAHAMARO, 2010) :

La zone de Tamatave : elle se situe entre le nord de Soanierana Ivongo et le sud de Vatondry. Elle fournit 90 % de la production annuelle destinée à l'export.

La zone de Maroantsetra à Antsiranana : cette zone est caractérisée par une production tardive par rapport à Tamatave. Elle procure moins de 2 % du volume exporté.

La zone du Sud Est de Madagascar (Vohipeno, Manakara, Farafangana, Mananjary et Fort Dauphin) : actuellement, cette zone est confrontée à un problème d'évacuation des produits malgré sa potentialité en production.

1.2.2 L'évolution de l'exportation de litchi à Madagascar

Le graphe suivant montre l'évolution de l'exportation de litchi à Madagascar entre 1984 et 2010.

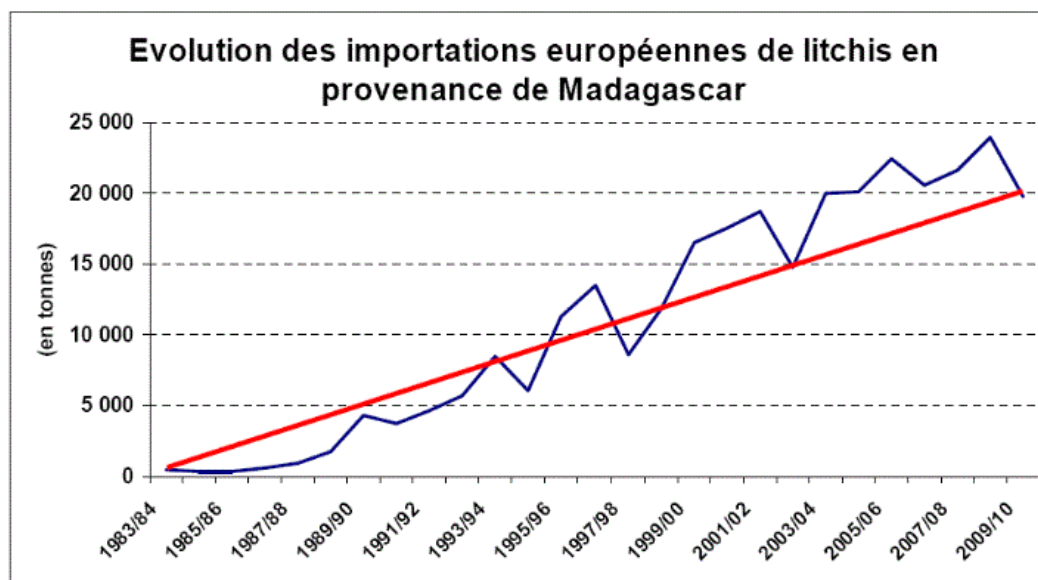


Figure 6: Evolution de la quantité exportée vers les pays importateurs entre 1983 et 2010

Source : (PROUST, 2010)

Ce graphe indique que la quantité de litchis exportée par an a progressivement augmenté depuis 1984, l'exportation a passé d'environ 2 000 tonnes à 20 000 tonnes. Pour la campagne 2008/2009, Madagascar a exporté 24 000 tonnes de litchi vers l'Europe, c'était le volume maximal que Madagascar

a atteint depuis 1965 où le pays a commencé à exporter du litchi. Pour compléter cette information, le tableau suivant est nécessaire.

Tableau I: volume exporté entre 2014 et 2015 (CTHT, 2017)

Volumes exportés en tonne/an	17 900	16 000	17 930	18 170
Année	2014	2015	2016	2017

Ce tableau démontre que le volume exporté par Madagascar entre 2014 et 2017 s'oscille entre 16 000 et 18 000 tonnes. La quantité exportée entre ces années a diminué par rapport à la quantité exportée entre 2003 et 2010 (qui était en moyenne 20 000 tonnes). Actuellement, les chercheurs et les acteurs de la filière cherchent une explication sur cette diminution en se focalisant sur les différents facteurs qui peuvent causer cette régression de l'export.

1.2.3 Organisation

La structure de la filière litchi est présentée par le diagramme suivant. Les différentes catégories d'acteurs de la filière sont citées dans le diagramme suivant :

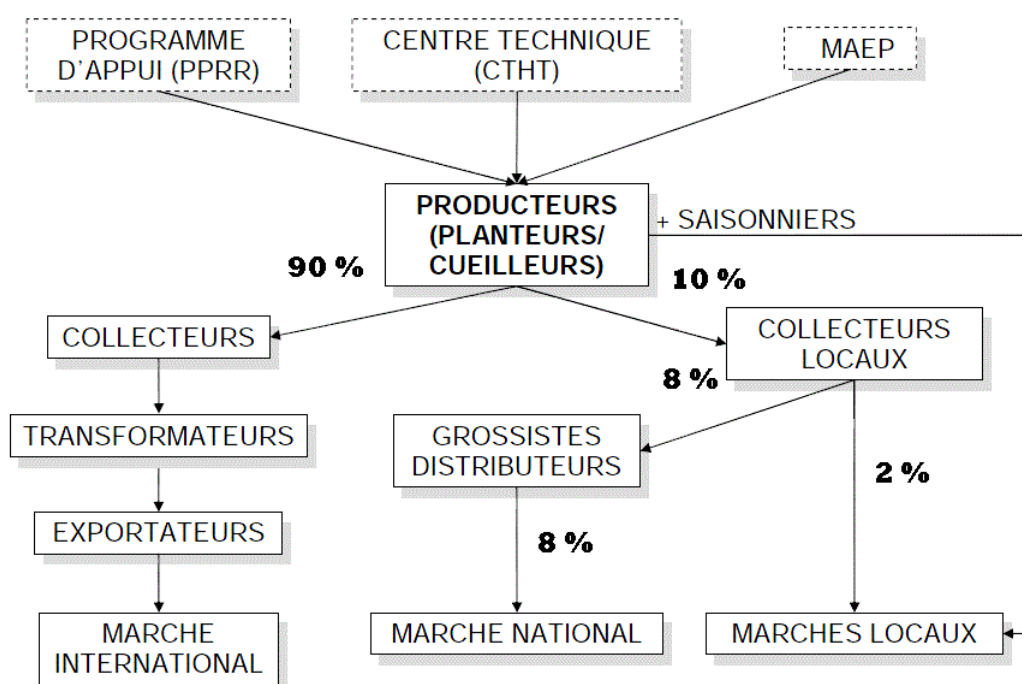


Figure 7: Organisation de la filière litchi (BENOIT, 2007)

D'après le PPRR (Programme de Promotion des Revenus Ruraux) en 2007, les principaux acteurs de la filière sont :

Les producteurs : qui sont planteurs et cueilleurs à la fois. Ils peuvent embaucher de la main d'œuvre saisonnière en période de campagne. Leur localisation est un point primordial pour la collecte (BENOIT, 2007).

Il existe trois types de producteurs :

- Petits producteurs possédant quelques pieds de litchis ;
- Producteurs moyens possèdent 100 à 300 pieds de litchis ;
- Grands producteurs possédant un ou plusieurs vergers (BENOIT, 2007 ; JAHIEL *et al*, 2013).

Les producteurs sont appuyés par des organismes privés et publics comme le CTHT (Centre Technique et Horticole de Tamatave) et le MAEP (Ministère de l'Agriculture de l'Elevage et de la Pêche).

Une part importante de la production est vendue sur pied avant la récolte aux collecteurs. Ces derniers revendent ensuite la récolte aux exportateurs. Selon leurs moyens de transports et la quantité qu'ils collectent (BENOIT, 2007). Il existe deux types de collecteurs : les grands collecteurs qui collectent 90 % des produits destinés à l'export et les collecteurs locaux qui collectent 10 % des produits à exporter, dont 8 % sont destinés au marché national par l'intermédiaire des grossistes distributeurs et 2 % destinés aux marchés locaux ;

Les exportateurs constituent les acteurs principaux de la filière par rapport à leur capital important et à leurs investissements importants durant chaque campagne annuelle par rapport aux autres intervenants.

Généralement, le calibrage des fruits, le soufrage, le triage, la mise en carton et la mise en palette se font chez l'exportateur. Le transport jusqu'au port ou jusqu'à l'avion est également pris en charge par celui-ci (BENOIT, 2007).

Afin d'appuyer la filière litchi pour l'exportation, des programmes d'appui comme le PPRR ont été mis en œuvre et financés de 2006 à 2014 qui consistait à la mise en place et au renforcement de la plateforme des acteurs de la filière litchi. L'objectif principal a ainsi été d'améliorer la qualité ainsi que la quantité de litchi exporté (BENOIT, 2007).

Il est à noter que les litchis destinés à l'export doivent suivre des normes de qualité exigées par les pays importateurs selon principalement le référentiel GLOBALGAP (Global Good Agricultural Practice) qui actuellement substitue l'EUREPGAP (Euro-Retailer Produce Good Agricultural Practice) appliqué depuis la campagne 2007-2008 (RAHARIJAONA, 2009 ; RALALAHARISOA, 2008 ; RAZANAMPARY, 2010).