

## PRODUCTION DE CRESSON A HAUT RISQUE DANS LES BAS FONDS D'ANTANANARIVO ?

Marie-Hélène Dabat<sup>1</sup>, Blandine Andrianarisoa<sup>2</sup>, Christine Aubry<sup>3</sup>, Evelyne Faramalala Ravoniarisoa<sup>4</sup>, Hasimboahirana Randrianasolo<sup>5</sup>, Nelly Rakoto<sup>6</sup>, Samira Sarter<sup>7</sup>, Serge Treche<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Économiste, CIRAD, UPR ARENA, 01BP596, Ouagadougou, Burkina Faso, Courriel : marie-helene.dabat@cirad.fr

<sup>2</sup>Microbiologiste, Université d'Antananarivo, Faculté des Sciences, BP906, 101 Antananarivo, Madagascar, Courriel : b.andrianarisoa@free.fr

<sup>3</sup>Agronome, INRA, UMR SADAPT, 16 rue Claude Bernard, 75231 Paris Cedex 05, France, Courriel : christine.aubry@agroparistech.fr

<sup>4</sup>Géographe, stagiaire DEA, Université d'Antananarivo, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, BP907, 101 Antananarivo, Madagascar, Courriel : Ifahfa@yahoo.fr

<sup>5</sup>Socio-économiste, doctorante, Université d'Antananarivo, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, BP 175, Antananarivo, Courriel : rhasimboahirana@yahoo.fr

<sup>6</sup>Chimiste, doctorante, Université d'Antananarivo, Faculté des Sciences et C3EDM, BP906, 101 Antananarivo, Madagascar, Courriel : rakotonelly@yahoo.fr,

<sup>7</sup>Microbiologiste, CIRAD, UMR QUALISUD, BP853, 101 Antananarivo, Madagascar, Courriel : samira.sarter@cirad.fr,

<sup>8</sup>Nutritionniste, IRD, UMR204, BP434, 101 Antananarivo, Madagascar, Courriel : Serge.Treche@ird.fr

---

**Résumé :** La croissance démographique et le développement urbain des pays du Sud renouvellent les thématiques de recherche sur l'agriculture. Avantageuse par certains côtés, l'agriculture urbaine présente plusieurs risques, notamment liés à la qualité des eaux d'irrigation qu'elle utilise et aux pratiques des agriculteurs urbains. L'article témoigne du cas d'Antananarivo, capitale de Madagascar, où l'activité cressonnière s'est particulièrement développée dans les bas fonds de la ville et dont les habitants consomment des quantités importantes de cresson. Cette activité est créatrice de revenus conséquents et peut être pratiquée toute l'année. Cependant, les risques sanitaires associés aux conditions de production sont nombreux : eaux d'irrigation réceptacles d'effluents urbains, pratiques polluantes ou peu hygiéniques de certains cressiculteurs et commerçants, etc. Un programme de recherche multidisciplinaire étudie cette situation. Une enquête de consommation a montré que les modalités de préparation du cresson par les ménages antananariviens semblent adaptées aux caractéristiques du produit disponible et les analyses microbiologiques du cresson sur quelques sites sont rassurantes. Cependant, certaines questions restent encore en suspens. Une enquête qualitative révèle qu'il existe une dualité en matière d'image du produit : les consommateurs sont partagés entre, d'une part, leur bonne appréciation des qualités organoleptiques et nutritionnelles du cresson et, d'autre part, leur crainte de maladie au regard des conditions de production dont ils sont témoins. Le problème de la qualité sanitaire est donc réel du fait de la subjectivité des consommateurs qui pourraient, au pire se détourner de ce produit, au mieux se poser des questions sur la qualité de leur alimentation.

**Mots-Clés :** Antananarivo, Madagascar, agriculture urbaine, cresson, irrigation, sécurité sanitaire des aliments

**Abstract:** Population growth and urban development in the South renew research topics on agriculture. Advantageous in some respects, urban agriculture entails many risks, especially those related to the quality of irrigation water and to urban farmers' practices. The article illustrates the case of Antananarivo, the capital of Madagascar, where watercress, which is highly appreciated by the consumers, had a growing development in the lowland of the city. This activity creates high income and can be practiced all around the year. However, health risks associated with its conditions of production are numerous : use of waste water and urban effluents, questionable practices of some farmers and traders. A multidisciplinary research program has studied this situation. A survey on consumption showed that methods used by households from Antananarivo for watercress preparation are suitable. Furthermore, microbiological analyses of the product at the production level and in households are reassuring. However, some issues remain unresolved. A qualitative survey reveals a duality in the image of the product : consumers are indeed shared between, firstly, their good appreciation of organoleptic and nutritional qualities of watercress and, secondly, their fear of disease related to the conditions of production they witness. The problem of safety is real because of the subjectivity of consumers that could, at worst, turn away from this product, at best, ask questions about the quality of their diet.

---

**Keywords:** Antananarivo, Madagascar, urban agriculture, watercress, irrigation, food safety

---

## Introduction

Le phénomène mondial d'urbanisation concerne en premier lieu les pays du Sud : leur taux annuel de croissance urbaine a été en moyenne de 3,6 % entre 1950 et 2005 pour seulement 1,4 % dans les pays du Nord (Mougeot, 2005). La vocation de l'agriculture dans cet espace urbain en extension, s'est affirmée ces dernières années, suscitant l'intérêt croissant des politiques pour l'agriculture urbaine (van Veenhuizen, 2006 ; Nasr et Padilla, 2004 ; Bryant, 1997 ; Charvet, 1994 ; Smit et Nasr, 1992). L'agriculture urbaine est définie par Moustier et Mbaye (1999) comme « l'agriculture localisée dans la ville et sa périphérie, dont les produits sont au moins partiellement destinés à la ville et pour laquelle il existe une alternative entre usage agricole et urbain non-agricole des ressources, [qui] ouvre sur des concurrences mais également des complémentarités possibles entre ces usages ».

Les produits périssables dont le maraîchage occupent souvent une place importante dans l'agriculture urbaine (Moustier et Danso, 2006 ; Bricas et Seck, 2004 ; Temple et Moustier, 2004). Cette forme d'agriculture est soumise à une injonction accrue de production alimentaire, renforcée par la récente crise d'augmentation des prix des matières premières en 2007-2008 qui a fait croître encore les coûts d'acheminement des produits agricoles depuis les régions rurales. Cependant en milieu urbain, l'agriculture est confrontée à une forte dualité entre, d'une part, la conservation des terres pour la production agricole et, d'autre part, la revendication spatiale des activités urbaines qui consomment de façon rapide et mal contrôlée les espaces et fragilisent le secteur agricole (Dabat et al., 2006).

Les scientifiques montrent également un intérêt pour l'agriculture urbaine car plusieurs questions se posent sur son rôle dans le développement durable des villes (Monédiaire, 1999). Le questionnement sur l'intérêt et les conditions de pérennisation in situ d'une occupation agricole de l'espace n'est pas trivial : l'agriculture urbaine

est marquée par le partage de ressources productives (foncier, main-d'œuvre, eau, etc.) avec les activités urbaines et par des interactions multiformes avec la ville, positives (proximité du bassin de consommation et du bassin d'emploi, accessibilité des services et des intrants) et négatives (conflits fonciers, de voisinage, suspicion sur les produits, etc.).

Cet article s'intéresse à une catégorie de risques émanant des interactions entre le développement de la ville et le maintien de l'agriculture, qui concerne la qualité sanitaire d'un produit phare de l'agriculture urbaine et la possible suspicion des consommateurs à son égard. Ce travail s'est déroulé à Antananarivo, capitale de Madagascar. Nous rappellerons d'abord que l'agriculture dans la capitale malgache étant un objet d'étude récent, il existe un réel besoin d'améliorer les connaissances scientifiques, notamment en aide à la décision publique. Puis, nous mettrons en exergue l'importance du cresson, aussi bien en matière de production que de consommation dans le contexte d'Antananarivo. Nous aborderons ensuite les questions du risque pour l'alimentation humaine, de la mesure de la qualité du milieu et de l'évaluation de la qualité microbiologique des produits aux stades de la production et de la consommation. Enfin, le point de vue des consommateurs sur la qualité du cresson sera esquissé. L'article conclue sur l'intérêt d'une approche pluridisciplinaire pour traiter la question des risques sanitaires de cet aliment urbain.

## L'agriculture à Antananarivo : un objet d'étude récent

À Antananarivo, ville tropicale d'altitude (1250 -1400 m), l'habitat s'est traditionnellement concentré sur le haut des collines en laissant les vallons et les zones de plaine à l'agriculture. Aujourd'hui, celle-ci est présente jusqu'au centre-ville, où elle continue d'occuper les bas-fonds les plus inondables, la plaine environnante, récemment réaménagée et les collines périurbaines : elle représente 43 % des quelques 425 km<sup>2</sup> de l'agglomération (Rahamefy et al., 2005). Cependant, elle est encore peu connue et fait l'objet de peu d'appui. Or, l'urbanisation et l'industrialisation rapides de la capitale malgache la concurrencent directement (remblais sur les terres agricoles, habitat formel et informel, rejets polluants dans l'eau à usage agricole) et la rénovation en cours des plans

---

### Référence électronique

Marie-Hélène Dabat, Blandine Andrianarisoa, Christine Aubry, Evelyne Faramalala Ravoniarisoa, Hasimboahirana Randrianasolo, Nelly Rakoto, Samira Sarter, Serge Treche, 2010, « Production de cresson à haut risque dans les bas fonds d'Antananarivo ? », VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement, Volume 10 numéro 2, [En ligne], URL : <http://vertigo.revues.org/10022>

d'urbanisme interroge directement le devenir des espaces agricoles (Cities Alliance, 2004).

La durabilité de l'agriculture urbaine d'Antananarivo a été questionnée dans le cadre d'un projet de recherche pluridisciplinaire à visée opérationnelle : « Analyse de la durabilité de l'agriculture dans l'agglomération d'Antananarivo » (Corus1-Aduraa) (Aubry et al., 2008). Le projet a montré la diversité des systèmes d'activités et de production et a proposé une typologie des exploitations agricoles principalement liée à la distance à la ville et à l'accès quantitatif et qualitatif à l'eau. Il a quantifié la fonction alimentaire de cette agriculture, forte pour les produits maraîchers et non négligeable pour le riz. D'autres fonctions comme la lutte contre les inondations en plaine et l'érosion dans les collines bâties justifient aussi certaines décisions de maintien local de l'activité agricole.

Cependant, les performances agricoles sont diminuées par les effluents industriels et urbains. Les questions liées à la qualité sanitaire variable de certains produits agricoles issus de l'agriculture urbaine, à la segmentation croissante de certaines filières ou aux risques liés à de nouvelles fonctions de l'agriculture, ont émergé dans ce projet, et ouvert la réflexion sur de nouveaux champs de recherche. Ces travaux scientifiques se sont prolongés par deux nouveaux programmes de recherche, l'un portant sur la valorisation des déchets urbains pour l'agriculture, l'autre portant sur la qualité des produits. Ce dernier, dont nous proposons ici les premiers résultats, s'intitule « Qualités sanitaire et nutritionnelle du cresson et autres légumes-feuilles approvisionnant Antananarivo : diagnostics et conditions de leurs améliorations techniques, socio-économiques et institutionnelles, de la consommation à la production » (Corus2-Qualisann).

Si les premiers travaux de recherche ont montré les avantages des agricultures urbaines dans l'approvisionnement des ménages d'Antananarivo, ils ont aussi mis en évidence le risque de dégradation de la qualité des productions locales. La qualité des produits alimentaires est mal connue à Madagascar, particulièrement en ville. Les préférences des ménages sont elles aussi mal appréhendées. Les normes ne paraissent pas une garantie suffisante : soit elles n'existent pas, soit leurs moyens de vérification ou de sanction sont insuffisants pour qu'elles soient appliquées. Plusieurs solutions peuvent améliorer la qualité des produits alimentaires : la modification des pratiques domestiques ; l'organisation des

filières et des marchés pour une meilleure adaptation à la demande ; l'intervention de l'Etat ou d'autres acteurs, garants de la santé publique et de l'intérêt des consommateurs.

Le projet se situe à l'interface des problématiques de la consommation, de l'organisation des marchés et de l'élaboration des politiques. La question scientifique est la suivante : sur quelles bases (techniques, économiques, sociales, institutionnelles) peut-on garantir la qualité de l'alimentation, sous la double contrainte (i) d'un Etat ayant peu de moyens pour réglementer et surtout contrôler, (ii) d'une population de consommateurs à pouvoir d'achat global faible mais très disparate ; et en saisissant l'opportunité de l'émergence récente de certains acteurs directs ou indirects des filières pouvant jouer un rôle en matière de qualité ?

### **Le cresson : un produit phare de l'agriculture urbaine**

Des écrits anciens révèlent que depuis l'Antiquité, les hommes reconnaissent les qualités alimentaires et pharmaceutiques du cresson. L'aire d'origine de cette espèce couvre une très vaste zone de l'ancien monde, incluant l'Europe, l'Asie jusqu'à la Chine et au Pakistan et l'Afrique du Nord. Le cresson de culture aurait été introduit à l'île Maurice vers 1760, puis ultérieurement à Madagascar à une date qui n'est pas précisée (Cabanis, 1970). Le cresson cultivé aujourd'hui n'est donc pas originaire de Madagascar même si on y trouve des variétés sauvages. Vers 1824, Le Gueval de Lacombe révèle que les seuls légumes qu'on trouve à Antananarivo sont le chou vert, la morelle et la citrouille. Mais à partir de 1860-1870, tous les rapports des missionnaires, des diplomates et des voyageurs de passage dans la capitale merina, insistent sur l'abondance et la variété des légumes frais présentés sur les marchés de la ville tels que : la brède mafane, la brède morelle, l'oignon, l'ail, la courge, le haricot, la pomme de terre, la tomate et le cresson, encore récolté à l'état sauvage dans les rizières et les ruisseaux. Cette diversification se poursuit après 1885 et s'accroît après l'installation des Français en 1895. Le maraîchage s'étend, très proche du centre de la ville, dans des secteurs aujourd'hui complètement urbanisés : Isotry, Behoririka, Ambatomainty (Ralimanga, 1981). Sous l'administration de Gallieni, les marchés offrent aux ménagères une gamme très variée de légumes européens. Après la seconde guerre mondiale, le maraîchage connaît un développement sans précédent et une amélioration de la production dûs à la

découverte d'insecticides et de fongicides, à l'amélioration des routes autour du centre ville d'Antananarivo, à l'augmentation du nombre d'habitants et donc de la demande et du prix aux producteurs qui encouragent la production (Madagascar Revue de Géographie, 1964).

Le climat d'Antananarivo est favorable aux exigences du cresson (*Nasturbium officinale*). Les mois allant de mars à octobre jouissent de températures assez fraîches, c'est la bonne saison pour cette production. Certains de ces mois sont secs, mais l'irrigation permet de palier au manque de pluie. Du mois de novembre jusqu'à février, c'est une période moins favorable au cresson car la longueur du cycle y est la plus longue, pouvant aller jusqu'à deux mois, du fait de l'action conjuguée de la température et de la pluviométrie, plus élevées. Malgré l'insuffisance d'eau, la saison sèche est plus favorable que la saison pluvieuse car il est plus facile de corriger les effets d'un manque d'eau que ceux de l'excès d'eau. L'irrigation est dominée par l'eau usée, mais il existe également des sites qui sont à la fois irrigués par de l'eau de source et de l'eau usée (Ravoniarisoa, 2009).

Le système de production se fait soit par monoculture, soit en rotation avec la culture de riz, ceci en fonction de la localisation géographique des parcelles (Figure 1) : généralement dans la zone basse, aval d'un bas-fond, les exploitants font la rotation culturale (riz-cresson) ; tandis qu'ils font de la monoculture de cresson dans la zone haute.

A Antananarivo, dans la plupart des sites, le maraîcher est avant tout riziculteur : la riziculture de prestige et base de toute l'alimentation familiale, reste l'objet de tous les soins. En effet, la production légumière demeure une production souvent annexe fournissant l'argent frais nécessaire aux dépenses extra-alimentaires. Cela peut expliquer le morcellement des parcelles, les faibles superficies cultivées et la dispersion extrême des zones maraîchères. Le cresson pousse souvent sur les parcelles où le riz voit son rendement en grains affecté (notamment car la charge excessive en nutriments des eaux usées favorise certes le développement végétatif du riz mais est défavorable à sa floraison et sa grenaison).

#### *Des superficies cressonnières en augmentation*

Nos travaux proposent une actualisation du recensement des sites de cressonnières antérieurement réalisé par

Ralimanga (1981). Ils décrivent chaque site et permettent d'avoir une nouvelle liste des zones de production dans la Commune Urbaine d'Antananarivo (CUA) ainsi que dans sa proche périphérie. Ces sites actuels ont été recensés à partir de la bibliographie, des interviews auprès des chefs de Fokontany (quartiers) et d'observations sur le terrain (Ravoniarisoa, 2009). Cette démarche permet de confirmer la persistance ou la disparition, notamment en raison du remblayage, des anciens sites et d'en identifier de nouveaux.

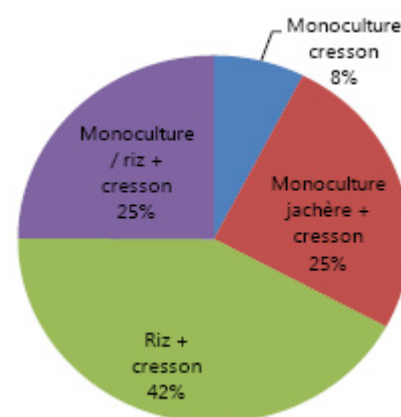


Figure 1. Répartition des superficies de cresson selon les associations de cultures (Source : Enquête agro-géographie Qualisann, 2008)

Parallèlement à l'augmentation de la demande liée à l'urbanisation, la superficie occupée par les cressonnières évolue sans cesse. De 1981 jusqu'à 2008, vingt-deux nouveaux sites de cressonnières sont apparus et deux sites ont complètement disparu à cause du remblayage. Les seize cressonnières de 1981 existent encore dans la CUA mais dix sites ont diminué de taille à cause du remblayage. Au total, il y a quinze sites partiellement remblayés en 2008 (Tableau 1).

Après avoir établi la liste des sites de production, une reconnaissance a été effectuée sur chaque site pour le localiser précisément à partir du relevé de ses coordonnées géographiques par GPS, compter le nombre de parcelles utilisées et en calculer la superficie. La représentation cartographique des sites de production du cresson a été effectuée par utilisation des logiciels Map info 8.0, Arc View GIS 3.3, Adobe photoshop 7.0 à partir de la base de données (BD 10) et le fonds de carte Iconos 2006 de la CUA ainsi que de la photo satellitaire Google Earth.



ravitaillement des autres provinces en cresson. Cependant, ce niveau de production officiel nous est apparu largement sous-estimé.

En effet, il a été possible d'approcher le niveau de production dans la commune urbaine d'Antananarivo à partir des sources convergentes suivantes :

- l'enquête auprès des cressiculteurs montre que le rendement moyen est de dix sobika (paniers) de 50 kg chacune par are et par cycle de production, ce qui donne une production annuelle de l'ordre de 20.300 t sur la base d'une moyenne de six cycles par an et de 6766 a de production ;
- le Président des grossistes d'Anosizato-Anosibe, Andravoahangy et Petite Vitesse a évalué le cresson entrant sur les marchés de gros de la capitale à 101,2 t par jour en 2008 soit quelque 37.000 t par an ;
- le rendement moyen annuel enregistré sur le site mixte d'Ambanidia (quatre à neuf cycles selon l'emplacement) est de l'ordre de 3200 kg par are (Ramahaimandimboisa, 2007), si on le généralise à l'ensemble des cressonnières, la production serait de l'ordre de 21.651 t.

La production de cresson dans la capitale se situerait donc entre 20.000 t et 40.000 t (pour tenir compte du fait qu'une partie de la production est orientée directement par les cressiculteurs vers les marchés extérieurs à la capitale sans transiter par les marchés de gros), estimation qui est bien supérieure aux statistiques du ministère.

Concernant l'emploi, le recensement exhaustif des cressiculteurs par site dans la CUA donne un total de 342 exploitants. Le recoupement des noms des personnes enquêtées de façon exhaustive ramène le total à 296 exploitants car certains (46) exercent leur activité sur plusieurs sites. La majorité des cressiculteurs est Betsileo, certains conservent une activité saisonnière dans leur province d'origine et sont en général en fermage sur les terres en cresson et en riz à Antananarivo.

#### *Une activité rémunératrice*

L'activité cressonnière est très rentable et ses marges sont assez bien partagées entre les différents agents des sous-filières, sauf dans le cas de la sous-filière où la vente au

détail se fait par les grandes surfaces qui accaparent une grande partie de la marge totale (figure 2).

A titre d'exemple, les marges annuelles de la cressiculture à Ambanidia varient entre 154.000 Ar et 257.00 Ar par are en monoculture (Ramahaimandimboisa, 2007). Les différences de performance économique de la production cressonnière sont liées à plusieurs facteurs : le statut foncier (propriétaire ou locataire), la facilité d'accès à l'eau, le prix de vente du produit (plus élevé en milieu péri-urbain qu'en milieu urbain) et le circuit de commercialisation emprunté (vente bord champs, filière plus ou moins longue).

#### **Le cresson : une contribution importante à l'alimentation des habitants de la capitale**

Une enquête consommation a été réalisée d'avril à mai 2008 auprès d'un échantillon représentatif de ménages tananariviens pour caractériser leurs principales modalités d'approvisionnement, de préparation et de consommation du cresson et des autres légumes feuilles (Rakotonirainy et al., 2008).

La base de sondage a été constituée à partir du recensement effectué en 2006 pour l'établissement des listes électorales dans les 192 Fokontany des 6 arrondissements d'Antananarivo. Ce recensement avait identifié 244.000 ménages. La liste des Fokontany ainsi que le nombre de ménages par Fokontany ont été récupérés auprès de chaque arrondissement. Le nombre de ménages enquêtés a été fixé à 1280 afin d'obtenir des intervalles de confiance raisonnables pour l'estimation des fréquences de consommation des légumes-feuilles les moins consommés.

L'échantillonnage a été réalisé par sondage en grappe à deux niveaux. Le premier degré de sondage a consisté en un tirage au sort de 32 Fokontany selon la méthode des totaux cumulés à partir de la liste des Fokontany rangés par arrondissement. Le second degré de sondage a consisté, à partir de la liste des ménages obtenue auprès des responsables de ces 32 Fokontany, à tirer au sort 40 ménages par Fokontany. Au total 1280 ménages ont donc été enquêtés.

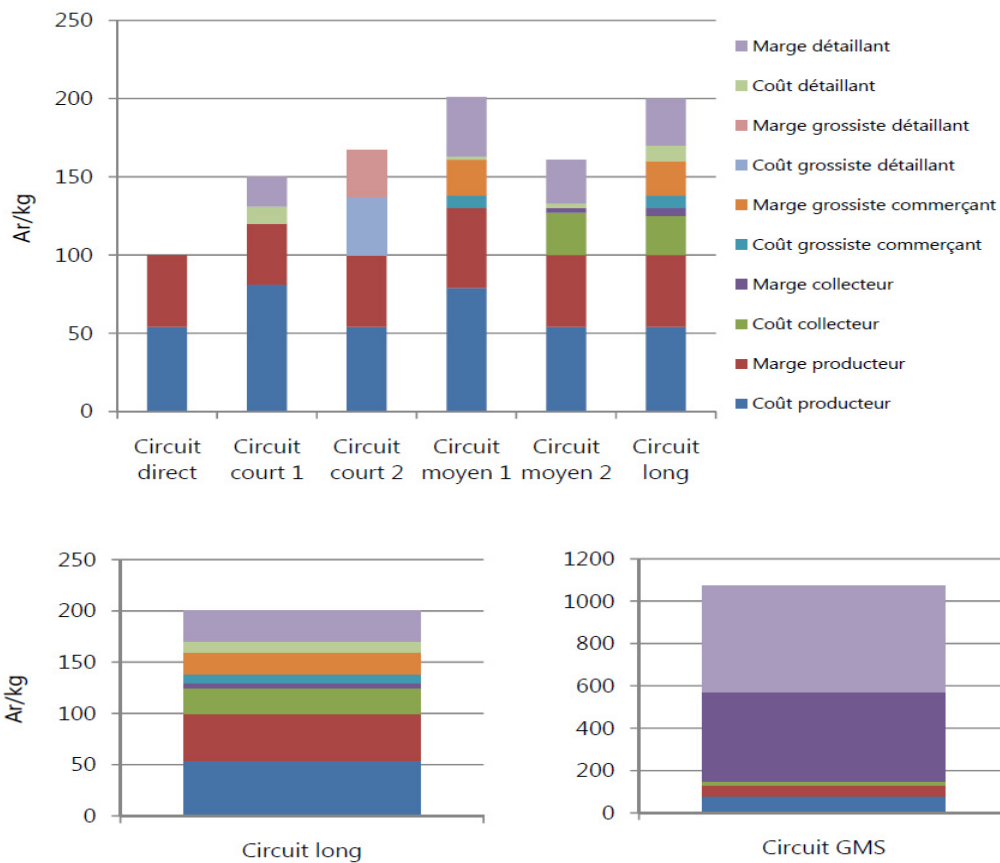


Figure 2. Formation des prix en fonction des circuits de commercialisation (Source : Ramahaimandimbisoa, 2007)

Légende : Circuit direct : producteur – consommateur ; Circuit court 1 : producteur – détaillant – consommateur ; Circuit court 2 : producteur – grossiste détaillant – consommateur ; Circuit moyen 1 : producteur – grossiste commerçant – détaillant – consommateur ; Circuit moyen 2 : producteur – producteur collecteur – détaillant – consommateur ; Circuit long : producteur – producteur collecteur – grossiste commerçant – détaillant – consommateur ; Circuit GMS : producteur – fournisseurs – grandes surfaces – consommateur

Le recueil d'informations a principalement été réalisé en utilisant un questionnaire élaboré en commun par une équipe composée de nutritionnistes, de microbiologistes et d'économistes. Ce questionnaire a été administré à domicile à la personne qui prépare habituellement le repas au niveau du ménage. Une base de données sur les caractéristiques des Fokontany de la ville, des relevés de prix réalisés sur des marchés et des tables de composition des aliments ont également été utilisés.

Les informations recueillies portent principalement sur les fréquences et les périodes de consommation des légumes-feuilles ainsi que sur leurs modalités d'approvisionnement, de conservation, de préparation et de consommation au sein du ménage. Ces informations ont été croisées avec des informations sur les caractéristiques socioculturelles et

économiques des personnes enquêtées et des ménages ainsi que sur les caractéristiques de leur Fokontany de résidence afin d'identifier les facteurs influant sur les modes d'utilisation des légumes-feuilles.

#### *Fréquence de consommation du cresson*

La fréquence de consommation de légumes-feuilles au moins une fois au cours de la semaine ayant précédé l'enquête peut être considérée comme un bon indicateur de l'importance de leur consommation dans l'alimentation des Tananariviens. Pour le cresson (Anandrano), cette fréquence est de 30,2 %. Elle est moins élevée que celle d'autres légumes-feuilles comme les feuilles de patate douce (Ravim-bomanga), les quatre espèces de choux chinois (Tisam, Anatsonga, Petsay et Ramirebaka) ou les

brèdes morelle (Anamamy), mais plus élevée que celles du Ravitoto (feuilles de manioc pilées), des salades, des brèdes mafane (Anamalaho) et des autres espèces de légumes-feuilles (Anatsinahy ; feuilles de citrouille, de cristophine ou de taro ; épinards) (Figure 3).

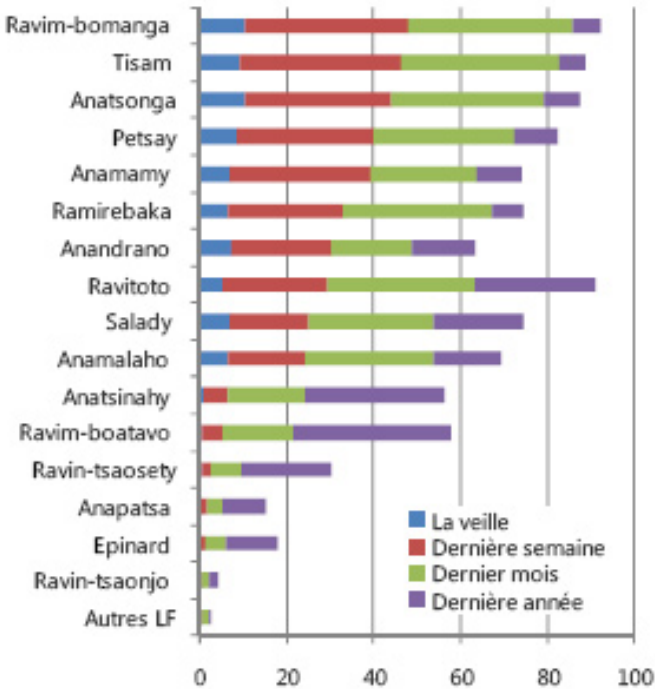


Figure 3. Pourcentages de ménages ayant consommé au moins une fois chacun des légumes-feuilles au cours de différentes périodes de référence (Source : Enquête consommation Qualisann, avril-mai 2008 ; Rakotonirainy et al. 2008)

Sur d'autres périodes de référence que la semaine, le cresson est mieux classé pour des périodes de consommation rapprochées que pour des périodes plus longues. En effet, la fréquence de consommation la veille de l'enquête (7,1 % des ménages) le classe en 5ème position alors que la fréquence hebdomadaire le situe en 7ème et les fréquences mensuelles (48,8 %) et annuelles (63,4 %) le situent en 10ème position (Figure 3).

La consommation du cresson est assez régulière tout au long de l'année dans la mesure où le pourcentage de ménages en consommant au moins une fois dans le mois ne varie qu'entre 62 % en novembre et décembre et 89 % en juin et juillet. Il est à noter que les fréquences mensuelles de consommation du cresson varient en sens inverse de celles de tous les autres légumes feuilles présentant des variations saisonnières marquées (Figure 4).

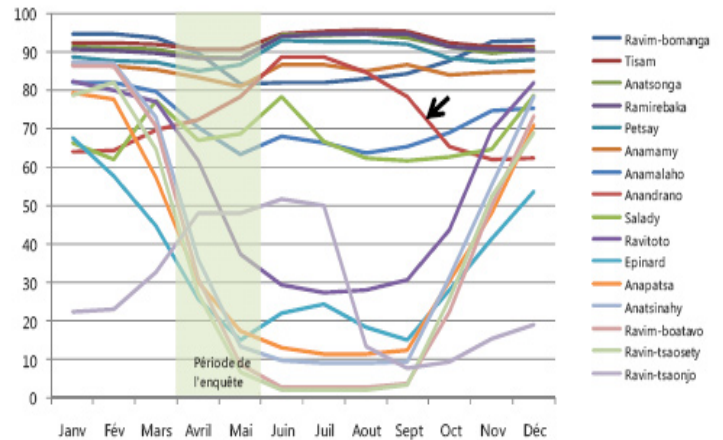


Figure 4. Variations au cours de l'année des pourcentages de ménages ayant déclaré avoir consommé au moins une fois par mois chaque légumes-feuilles (Source : Enquête consommation Qualisann, avril-mai 2008 ; Rakotonirainy et al. 2008 )

Il apparaît que plus de la moitié des ménages (51,2 %) n'avaient pas consommé de cresson dans le mois précédant l'enquête et plus du tiers (36,6 %) n'en avaient pas consommé au cours de la dernière année. Cependant, le cresson fait partie des 10 espèces de légumes-feuilles consommées au moins une fois par semaine par plus d'un quart des ménages.

#### Facteurs influant sur les fréquences de consommation

Nous avons croisé les variables décrivant des caractéristiques socioculturelles et économiques du ménage (âge, sexe, niveau d'instruction, régularité des revenus, secteur d'activités de la personne s'occupant habituellement des repas ; secteur d'activité du chef de ménage, taille et niveau économique du ménage) et certaines caractéristiques des Fokontany de résidence avec les fréquences hebdomadaires de consommation du cresson. Il résulte que l'âge de la personne préparant habituellement les repas, l'âge du chef de ménage, la régularité du revenu du chef de ménage et la présence de cultures en bas fonds dans le Fokontany de résidence, sont les seuls facteurs statistiquement liés au pourcentage de ménages ayant consommé au moins une fois du cresson dans la semaine précédant l'enquête.

Dans les ménages où la personne préparant habituellement le repas est âgée de plus de 45 ans, la fréquence



hebdomadaire de consommation du cresson (34,2 %) est plus élevée que dans ceux où cette personne a entre 30 et 45 ans (29,2 %) ou moins de 30 ans (25,9 %). Elle est également plus élevée dans les ménages où le chef de ménage est âgé de plus de 50 ans (35,1 %) que dans ceux où il a entre 40 et 50 ans (30,5 %) ou moins de 40 ans (26,4 %). Par ailleurs, les fréquences sont moins élevées (32 % vs 50 %) dans les ménages bénéficiant de revenus permanents que dans ceux qui se déclarent sans revenu. Enfin, dans les Fokontany où des cultures en bas fonds sont abondamment pratiquées, les fréquences hebdomadaires de consommation sont sensiblement plus élevées (37,2 %) que dans ceux complètement urbanisés (27,7 %).

L'influence de l'âge de la personne préparant habituellement les repas, de l'âge du chef de ménage et la présence de cultures humides à proximité, se retrouvent au niveau des fréquences de consommation des autres légumes-feuilles couramment consommés (feuilles de patate douce, choux de Chine) à l'exception des salades.

On note que d'autres facteurs, comme le sexe, le niveau d'instruction ou le secteur d'activités de la personne préparant habituellement les repas et du chef de ménage ainsi que la taille ou le niveau économique du ménage, ne sont pas statistiquement liés aux fréquences hebdomadaires de consommation du cresson. Si certains de ces facteurs comme le sexe et le secteur d'activités de la personne préparant les repas et du chef de ménage ne semblent pas être liés non plus aux fréquences de consommation des autres légumes feuilles, il n'en est pas de même pour le niveau d'instruction, la taille et le niveau économique des ménages. En effet, on constate que, pour la plupart des autres légumes-feuilles, les fréquences de consommation des légumes-feuilles sont d'autant plus élevées que (i) la personne préparant les repas ou le chef de ménage sont moins instruits, (ii) le ménage est de taille plus importante ou (iii) le niveau économique du ménage est plus bas. On observe cependant des différences en sens inverse pour la consommation de salade.

#### *Modalités d'approvisionnement*

Par ailleurs, des relevés de prix réalisés sur deux marchés de la ville ont permis d'évaluer à 325 g le poids moyen d'une botte de cresson de 100 Ar. On peut donc estimer à, respectivement, 650 g et 735 g de cresson la quantité correspondant, respectivement, à la moyenne et à la valeur médiane des dépenses lors du dernier approvisionnement.

Compte tenu du fait que le cresson est le moins cher des légumes-feuilles vendus sur les marchés, les quantités de cresson achetées à chaque approvisionnement sont notablement supérieures à celles des autres espèces pour lesquelles un approvisionnement médian ne dépasse pas 500g (respectivement, 480 et 460 g pour le Tisam et le Petsay).

Ainsi, il semble que, dans le modèle de consommation des Tananariviens, le cresson ait un statut intermédiaire entre celui des espèces les plus largement consommées et les salades. Sa consommation (mesurée par la fréquence) a la particularité de toucher tous les niveaux économiques, toutes les tailles de ménages et tous les niveaux d'instruction. Aussi, les quantités unitaires achetées sont plus importantes quand il s'agit de cresson que des autres légumes-feuilles.

#### *Importance nutritionnelle*

A partir de la détermination de la composition en nutriments de cresson prélevé sur les marchés, du calcul des quantités consommées au sein des ménage à partir d'un approvisionnement et de l'estimation des besoins nutritionnels de l'ensemble des membres des ménages, il est possible d'estimer pour chaque ménage le pourcentage de couverture des apports journaliers recommandés pour chaque nutriment à partir d'un approvisionnement de cresson ou des autres légumes-feuilles.

On peut estimer à 8 %, 10 % et 125 %, respectivement, les pourcentages de couverture des apports recommandés en protéines, fer et vitamine A de l'ensemble des membres des ménages à partir du cresson, les jours où celui-ci est consommé. Ces pourcentages sont inférieurs à ceux estimés pour la couverture des apports recommandés en protéines et vitamine A par la consommation du Ravitoto (13 et 300 %) et des brèdes morelle (9 et 210 %), mais supérieurs à ceux estimés pour la couverture de ces mêmes apports recommandés par les autres légumes-

Le cresson apparaît donc comme une source particulièrement intéressante de précurseurs de la vitamine A dans l'alimentation des Tananariviens.

#### **Plusieurs facteurs de risques pour la santé humaine**

Les cressonnières se situent surtout dans les vallées et bas-fonds inondables de la ville. Les besoins écologiques du

Le cresson impose en partie cette situation : la nécessité d'avoir des sols argileux et de l'eau courante qui sont présents dans ces vallées. L'irrigation se fait par des canaux primaires et secondaires. L'eau s'écoule par gravité à partir d'un point d'eau situé en amont des parcelles. Elle passe d'une cressonnière à une autre. Les canaux sont généralement en terre. Elle entre dans les cressonnières par des vannes, qui permettent de régler la vitesse et le niveau de l'eau. L'infrastructure d'irrigation est très simple mais efficace pour la maîtrise de l'eau (irrigation, drainage). Cependant elle expose la production à des risques sanitaires via des substances véhiculées par l'eau. D'autres types de risques sont engendrés par les pratiques des cressiculteurs et des commerçants.

Un travail de pré-enquête a permis d'analyser les facteurs qui pourraient être à la source de ces risques dans l'ensemble des sites de production identifiés (Ravoniarisoa, 2009) : origine des eaux d'irrigation, environnement des cressonnières, modes de production et de commercialisation. Des visites de reconnaissance des caractéristiques des sites ont été complétées par des entretiens auprès de personnes-ressources dans les Fokontany, de cressiculteurs sur chaque site, de transporteurs et commerçants, de distributeurs de pesticides (AGRIVET, ACM), de la Direction de Protection des Végétaux (DPV), de la Douane (importation de pesticides), de quelques centres de soins (hôpital HJRA, CSB II), de la Direction Régionale du Développement Rural (DRDR) et des communes périphériques.

Ce travail a débouché, d'une part, sur une classification des différents types de risques, d'autre part, sur une typologie des cressonnières en fonction d'un gradient des eaux d'irrigation. Les risques sanitaires varient en fonction de la localisation des cressonnières : on trouve quelques rares sites irrigués avec de l'eau de source (un seul dans la CUA), plusieurs sites irrigués avec un mélange d'eau de source et d'eaux usées et un très grand nombre de sites irrigués uniquement avec des eaux usées (Figure 5).

#### *Risques liés à la localisation géographique*

L'enquête consommation auprès des ménages (Rakotonirainy et al., 2008) avait déjà montré qu'en comparaison avec les autres légumes-feuilles, le cresson est celui qui est le moins souvent cité par les ménages comme cultivé en zones rurales (12 % des cas) et il est, avec les

feuilles de citrouille, celui qui est le plus souvent cultivé intra-muros (62 % des cas).

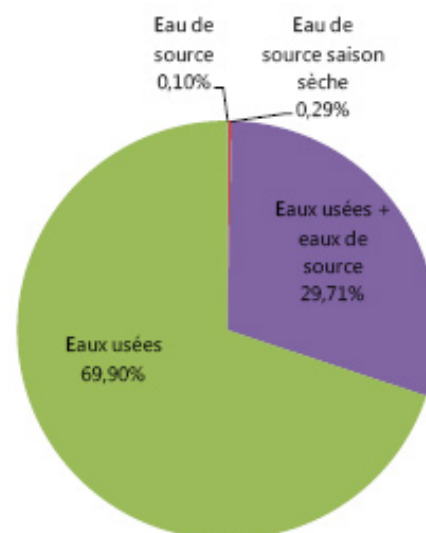


Figure 5. Pourcentages de la superficie de cresson dans la CUA selon la qualité de l'eau (Source : Enquête agro-géographie Qualisann, 2008).



Figure 6. Diversité des risques sanitaires liés à la localisation géographique : 2 exemples.

Les sources de contamination par les métaux lourds, les germes pathogènes, les poussières et impuretés et les déchets sont variées (Figure 6). Elles sont liées à la proximité d'habitations (eaux usées), de stations d'essence et ateliers de réparation de voitures, de gares de stationnement des taxis-brousse, d'infrastructures routières, de marchés. La topographie des cressonnières est elle-même un facteur de risque : inondations, ruissellement, etc.

Tableau 2. Produits phytosanitaires utilisés dans les cressonnières de la CUA (Source : Enquête agro-géographie Qualisann, 2008 ).

Quantité/are	Ampandrana	Andravoahangy	Tsimbazaza	Ambanidia	Amparihindrasahala
Saison fraîche	1,5 à 2 bouchons + 1 seau	2 bouchons + 1 seau	2 bouchons + 1 seau	1,5 à 2 bouchons + 1 seau	1,5 bouchon + 1seau
Ecart d'utilisation*	0,5 bouchon	0,5 bouchon	0,5 bouchon	0,5 bouchon	-
Saison chaude	3 bouchons + 2 seaux X 2 à 3 fois	2,5 à 3 bouchons + 1seau X 2 à 3 fois	3 bouchons + 1seau X 2 à 3 fois	2,5 à 3 bouchons + 2 seaux X 2 à 3 fois	2 bouchons + 1 seau X 2 fois
Ecart d'utilisation	1,5 bouchon	1 à 1,5 bouchon	1,5 bouchon	1 à 1,5 bouchon	0,5 bouchon

Légende : \* Ecart d'utilisation = doses utilisées – doses prescrites

Tableau 3. Travaux sur sites du projet Qualisann (Source : Qualisann, 2008).

Sites	Qualité des eaux	Agro-économie : Identification des risques	Chimie : Analyse des eaux et des sols	Micro-biologie : Analyses du produit
Ampandrana	Eaux usées	X	X	X
Andravoahangy	X	X	X	X
Tsimbazaza	X	X	X	X
Ambanidia	Eau de source et eaux usées	X	X	X
Amparihy	Eau de source	X		
Ambatomanga*	Eau de source		X	

Légende : \* Site péri-urbain

### Risques liés aux modes de production

Ces risques sont liés au surdosage en intrants : produits phytosanitaires et engrais. En général, l'utilisation des produits phytosanitaires se fait une fois par cycle, entre mars et septembre ; mais elle peut aussi être réalisée jusqu'à trois fois par cycle, entre octobre et février, car la saison chaude et pluvieuse favorise le développement des insectes. L'insecticide le plus utilisé est le Flavilan, 35 % des enquêtés s'en servent, vient au second rang le Karaté 30 % et en troisième position le Malathion 50EC. Les agriculteurs utilisent plusieurs produits qui se succèdent de saison en saison suivant leur disponibilité sur le marché. Dans les cinq zones d'étude, la mesure utilisée pour appliquer l'insecticide au champ est le bouchon dans l'arrosoir (souvent plus de trois bouchons par arrosoir de dix litres). Les exploitants ne connaissent généralement pas la surface de leurs cressonnières et ils dosent les produits de manière approximative. Nous avons constaté de fréquents apports

largement supérieurs aux doses prescrites, surtout en saison chaude (pullulement d'insectes). Ceci peut engendrer des risques car le deuxième traitement phytosanitaire se fait une à deux semaines avant la récolte et le premier quinze jours après le semis (Tableau 2).

### Risques liés à la commercialisation

Les produits sont entassés les uns sur les autres dans les véhicules ou dans des pousse-pousses et sont ainsi mis en contact avec d'autres produits venant d'endroits différents. La voiture utilisée pour le transport n'est généralement lavée qu'une seule fois par semaine ce qui aggrave aussi les risques sanitaires encourus par le produit.

Le vendeur à l'étalage arrose consciencieusement ses cressons à longueur de journée. L'origine de l'eau pour arroser le cresson n'est pas identifiée car les vendeurs évitent ce sujet. Les détaillants qui achètent directement au

niveau des producteurs lavent leurs produits avec des eaux d'irrigation de cresson, qui pourraient être souillées.

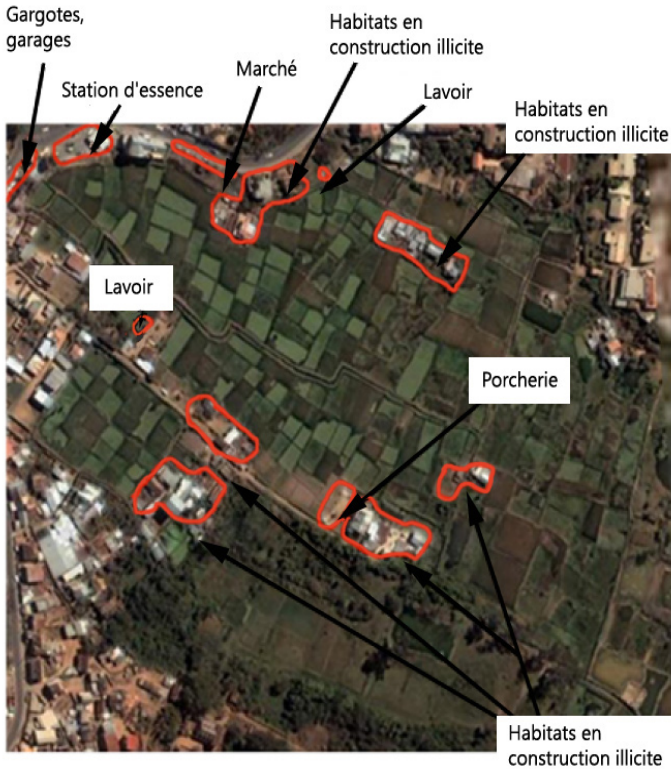


Figure 7. Environnement de la cressonnière de Tsimbazaza : exemple (Source : Enquête agro-géographie Qualisann, 2008).

Sur les parcelles, les cressons sont chargés dans des subiques. Il n'y a ni triage ni lavage avant la vente. Ainsi, on peut souvent rencontrer des lentilles d'eau mélangées avec du cresson. La présence de ces adventices dévalue le produit. Pour les produits expédiés en province, les sobika sont trempées dans l'eau usée d'irrigation durant la période de coupe du cresson avant d'être chargées. Elles peuvent aussi véhiculer des bactéries existant dans l'eau vers les cressons.

#### Analyse approfondie des risques dans cinq sites cressonniers

Ces différents types de risques ont été plus précisément analysés et cartographiés dans cinq sites choisis pour représenter un gradient des différents niveaux de qualité des eaux : Ampandranana (eaux usées), Andravoahangy (eaux usées), Tsimbazaza (eaux usées), Ambanidia (eau de source

et eaux usées), et Amparihy (eau de source) (Figures 7 et 8 : exemple de Tsimbazaza). Ces sites sont anciens, ils étaient déjà dévolus à la culture du cresson au début des années 1980 (Tableau 1).

Par ailleurs, conformément à l'approche pluridisciplinaire adoptée, la plupart de ces sites ont également été choisis pour analyser la qualité chimique des eaux d'irrigation et des sols des cressonnières ainsi que la qualité microbiologique du produit (Tableau 3).

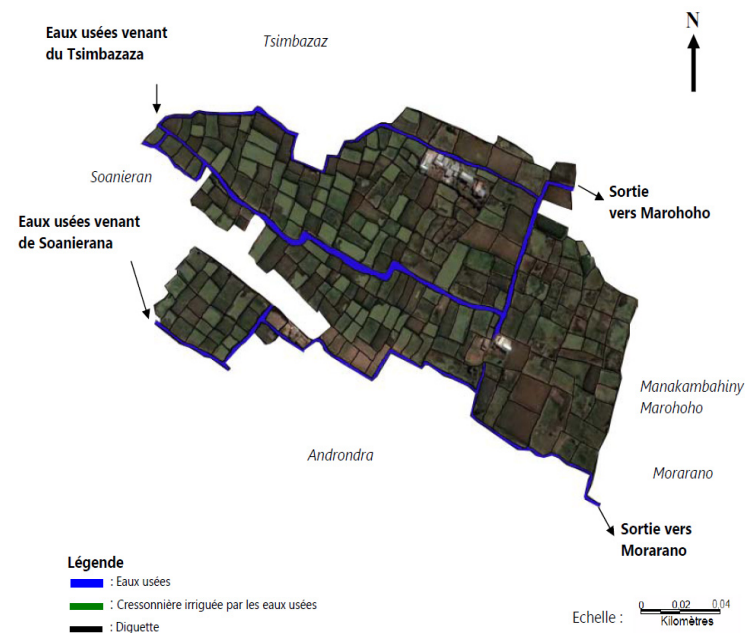


Figure 8. Arrivées d'eau dans la cressonnière de Tsimbazaza : exemple (Source : Enquête agro-géographie Qualisann, 2008).

#### Un milieu naturel peu propice à la qualité du cresson

La cressiculture s'effectue dans les bas-fonds des vallées qui reçoivent les eaux rejetées par les habitants des collines directement ou par le biais de leurs activités, du fait de la faiblesse des infrastructures d'épuration des effluents. Ces eaux peuvent renfermer des substances chimiques potentiellement dangereuses mais peuvent être en excès. Certaines de ces substances contribuent à la fertilisation du milieu (les matières organiques, le nitrates, le phosphate, l'ammonium), et d'autres sont toxiques à forte concentration tels les oligo-éléments (fer, cuivre, zinc, manganèse) et les métaux lourds (plomb et chrome).

L'eau d'irrigation et le sol cultivé peuvent être des vecteurs très importants de la contamination multiforme des produits agricoles. Le code d'usage international (in codex alimentarius CAC/RPC 1 1969 Rev. 4-2003) interdit clairement la culture ou la récolte aux endroits où des substances potentiellement dangereuses risquent d'être transmises à l'aliment en proportions inadmissibles.

Cinq sites (Tsimbazaza, Ambanidia, Ampandrana, Andravoahangy et Ambatomanga - site témoin en milieu péri-urbain) irrigués par des eaux de qualités a priori différentes (eau usée uniquement, eaux mélangées, eaux propre uniquement) ont été choisis pour une étude approfondie de ce sujet. Les chimistes y ont prélevé des échantillons d'eau dans le canal d'irrigation et de sol directement irrigué.

Les paramètres considérés pour analyser la qualité des eaux de chaque site sont :

- Les paramètres indicateurs globaux de la pollution : la DBO (Demande Biochimique en Oxygène), la DCO (Demande Chimique en Oxygène) et les matières en suspension (MES).
- Les paramètres de macroéléments nutritifs qui contribuent à la fois à la fertilisation et la pollution par prolifération des algues : le nitrate, le phosphate et l'ammonium
- Les teneurs en métaux : fer (Fe), cuivre (Cu), zinc (Zn), manganèse (Mn), plomb (Pb), chrome (Cr)

Les paramètres déterminés pour les analyses des sols sont :

- L'acidité : pH
- Les paramètres indicateurs de fertilité : carbone (C), azote (N), matières organiques, phosphore (P), potassium (K)
- Les teneurs en métaux : Fe, Cu, Zn, Mn, Pb et Cr

#### *Qualité des eaux d'irrigation*

Les valeurs des demandes en oxygènes élevées, supérieures à la norme (DBO = 50 mg/l et DCO = 150 mg/l) trouvées à Andravoahangy (DBO = 100 mg/l et DCO = 245 mg/l) indiquent la richesse en matières organiques. Les eaux de Ampandrana et Andravoahangy renferment une quantité importante des matières en suspension (MES3 = 82 mg/l et MES4 = 60 mg/l). La décomposition de ces polluants

consomme de l'oxygène dissous, entraînant la réduction des micro-organismes aérobies qui sont des décomposeurs de matières organiques, ainsi que celle des micros faunes et flores. Les eaux les plus polluées sont celles d'Andravoahangy. Il s'agit d'eaux usées brutes utilisées en irrigation et constituées d'un mélange d'eaux composées de fèces et d'urine avec les rejets d'effluents liquides urbains. Les eaux prélevées à Ambanidia (DBO = 2 mg/l, DCO = 10 mg/l et MES = 20 mg/l), à l'origine eau de source, sont utilisées par les agriculteurs et les riverains pour toutes les activités de lavage domestique.

Les mesures de la quantité de macroéléments nutritifs permettent de souligner la richesse des eaux de Tsimbazaza et d'Andravoahangy en nitrates dont les teneurs respectives sont de 21,6 mg/l à 18,7 mg/l. L'ammonium et le phosphate apportés par toutes les eaux d'irrigation du site sont moindres. Le premier varie de 0 mg/l (Ambatomanga) et 2,21 mg/l (Ampandrana), soit des niveaux inférieurs à la norme malgache des eaux usées (NH4+ = 15 mg/l et PO43- = 10 mg/l).

Concernant les métaux, on observe que la concentration en cuivre dans toutes les eaux d'irrigation (0,1 mg/l à Tsimbazaza ; 0,4 mg/l à Ambanidia ; 0,5 mg/l à Ampandrana et 0,7 mg/l à Andravoahangy) dépasse les teneurs maximales admissibles (0,2 mg/l) établies par l'Académie Nationale de Sciences sauf les eaux du site témoin. De plus, les eaux d'Andravoahangy et d'Ampandrana présentent une concentration en chrome (respectivement 1,1 mg/l et 0,3 mg/l) supérieure à la limite (Cr = 0,2 mg/l). Les autres métaux, fer, zinc et plomb sont présents dans les eaux mais à des concentrations inférieures à la norme.

Les cultures de cresson à Andravoahangy reçoivent une quantité importante de matières organiques en suspension et d'éléments nutritifs, surtout des nitrates, par les eaux d'irrigation. Ces éléments contribuent à la fertilisation du sol et des plantes, donc à l'amélioration de la productivité du cresson. Par ailleurs, toutes les eaux d'irrigation analysées dans les sites intra-urbains contiennent une quantité importante de cuivre, et les eaux d'Ampandrana et d'Andravoahanga contiennent du chrome, éléments qui pourraient être phytotoxiques ou s'accumuler dans le cresson irrigué.

### Qualité des sols

Les cressons sont cultivés dans des sols moyennement acides, avec un pH compris entre 5,44 à 6,38 et à textures grossières. Les sols des cinq sites présentent un rapport C/N compris entre 8 et 15. Ceci indique que les matières organiques dans le sol sont bien décomposées. Donc, elles peuvent se minéraliser rapidement pour être assimilées par le cresson.

La concentration en cuivre varie de 4,4 ppm à Ambanidia à 19,5 ppm à Anpandrana [ppm = partie pour million] ; celle en zinc de 9,1 ppm à Ambanidia à 59,6 ppm à Anpandrana, celle en plomb de 2,4 ppm à Anpandrana à 41,5 ppm à Andravoahangy et celle en chrome de 0 à 19,1 ppm à Andravoahangy. Ces valeurs respectent les teneurs limites acceptables dans le sol qui sont respectivement égale à 100 ppm, 300 ppm, 100 ppm et 150 ppm. Donc le sol de chaque site n'est pas toxique, mais l'application répétée d'une eau d'irrigation renfermant une quantité assez élevée en métaux à Andravoahangy et Anpandrana pourrait perturber l'écosystème et constituer un risque de contamination à moyen ou à long terme.

### Un diagnostic microbiologique du produit rassurant...

La présence de germes indicateurs de pollution fécale et de germes pathogènes pour l'homme constitue un risque majeur pour la qualité et la sécurité des produits alimentaires. Pour cette raison, la caractérisation de la qualité microbiologique des denrées alimentaires aux différentes étapes de la chaîne de production alimentaire, à partir de la production primaire et jusqu'à la vente au consommateur est nécessaire pour en assurer la sécurité. En effet, ces données sont requises pour établir les prescriptions générales visant à garantir l'innocuité des denrées alimentaires mises sur le marché (Cordier, 2004). Or, à Madagascar comme dans de nombreux pays du Sud, l'absence d'un système efficace de collecte et d'analyse des critères microbiologiques sur la chaîne alimentaire est une lacune majeure qui ne permet pas d'évaluer scientifiquement les risques pertinents pour la santé des consommateurs (FAO/WHO, 2003 ; Sarter et al. , 2010).

La qualité microbiologique du cresson a été évaluée en déterminant la concentration de trois types de microorganismes : la flore totale, *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*. Les analyses microbiologiques ont été réalisées selon les méthodes préconisées dans le

règlement européen N° 2073 concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaire (Commission européenne, 2005).

La flore aérobie mésophile totale est constituée de la flore de contamination banale (30°C). Cette flore rend compte du niveau de charge bactérienne globale d'un aliment et des conditions de son environnement. A ce titre, elle traduit l'hygiène générale et permet aussi d'évaluer la capacité du produit à se conserver sans risque de dégradations organoleptiques.

*Escherichia coli* appartient à la famille des Entérobactéries. Bactérie généralement commensale de la microflore bactérienne normale du tube digestif de l'homme et de la plupart des animaux à sang chaud, *E. coli* peut également être à l'origine de pathologies extra-intestinales (méningites, infections urinaires) ou intestinales. *E. coli* est retenu comme indicateur de contamination fécale des denrées alimentaires.

La présence de *Staphylococcus aureus* dans les aliments constitue un risque pour la santé humaine parce que certaines souches sont capables de produire des entérotoxines dont l'ingestion provoque une intoxication. Les toxi-infections alimentaires à staphylocoques constituent une des causes majeures des infections d'origine bactérienne observées dans le monde. Bactéries commensales de la peau et des muqueuses (narines en particulier) des mammifères et des oiseaux, elles sont disséminées par les manipulations, les aérosols, les squames de peau, l'air, l'eau, les aliments, le matériel et les surfaces contaminés.

Le cresson a été analysé au stade de production dans quatre sites utilisant différentes sources d'eau : Amparihy (eau de source), Ambanidia (eaux usées domestiques, latrines), Andravoahangy (eaux usées domestiques, effluents urbains) et Anpandrana (eaux usées, latrines), à raison de cinq échantillons/site. Une étude préliminaire a également été effectuée auprès des ménages dans quatre quartiers d'Antananarivo pour analyser le cresson lavé et préparé cru (douze échantillons - trois ménages par quartier et trois échantillons par ménage) et cuit (douze échantillons) pour la consommation.

Les trois classes de germes ont été retrouvées dans tous les sites. Les échantillons du site I (Amparihy) sont les moins contaminés par chacun des trois germes. Ce site présente

aussi la plus faible variabilité entre les cinq échantillons analysés. Ce site est le seul parmi les quatre où les produits sont cultivés avec de l'eau de source. Il peut à ce titre être considéré comme un site témoin. Par contre les trois autres sites présentent des contaminations de *E. coli* et *Staphylocoques* plus élevées et plus variables, le site 3 (Andravoahangy) étant le plus contaminé en *E. coli* et le site 2 (Ambanidia Volosarika) en *Staphylocoques*. Cela traduit probablement la grande variabilité de la qualité de l'eau d'irrigation de ces zones de production (eaux usées ménagères et urbaines, latrines). Par ailleurs, la variabilité observée entre les cinq échantillons prélevés sur un même site peut être due à l'emplacement de la parcelle dans la cressonnière par rapport à la source d'eau. En effet, une concentration bactérienne plus élevée est observée dans les échantillons issus des parcelles en amont et qui sont alors directement exposées aux rejets humains. Plus les parcelles se trouvent au milieu du site, plus leurs concentrations bactériennes diminuent.

L'analyse du cresson dans les ménages (douze ménages) a montré que les concentrations bactériennes des produits achetés sont en moyenne de 9,4.105 ufc/g pour la flore totale [ufc = nombre d'unités formant des colonies par gramme] ; 4,4.102 ufc/g pour *E. coli* et de 6.101 ufc/g pour les *Staphylocoques*.

L'analyse des échantillons préparés sous forme crue ou cuite a montré une réduction des trois types de germes (flore totale 9,9.104 ufc/g ; *E. coli* 9,1 ufc/g ; *Staphylocoques* 4,9 ufc/g).

Si l'on considère le règlement (CE) N° 2073/2005 concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires, les limites indiquées pour *E. coli* sont 100 ufc/g et 1000 ufc/g pour les fruits et légumes prédécoupés prêts à être consommés.

Dans notre étude, la majorité des échantillons préparés contiennent moins de 10 ufc/g, exceptés un échantillon cru et quatre cuits dont les concentrations de *E. coli* sont inférieures ou égales à 100 ufc/g. Les échantillons crus et cuits analysés sont donc satisfaisants en ce qui concerne ce critère.

Le règlement européen cité ne prévoit pas de critères pour *Staphylococcus aureus* dans le cas des fruits et légumes, mais notons que la concentration observée pour tous les échantillons crus et cuits reste nulle ou inférieure à 100

ufc/g. Celle-ci est acceptable selon les lignes directrices de Gilbert et al. (2000).

La comparaison des résultats entre les échantillons bruts non lavés et ceux lavés à l'eau lors de leur préparation dans les ménages, montre que cette pratique est un facteur majeur d'amélioration de la qualité microbiologique des produits. Le lavage des légumes à l'eau potable permet en effet d'éliminer la terre et les souillures qui peuvent être fortement chargées en micro-organismes. La cuisson des aliments permet aussi une forte réduction de la charge microbienne si la température au cœur des aliments est élevée.

Ces résultats ont montré que le cresson consommé dans les ménages, sous forme crue ou cuite, ne présente pas de risques particuliers au regard des analyses effectuées. En effet, les concentrations des indicateurs de contaminations, bien que élevées à la production, sont d'un niveau satisfaisant dans les produits prêts à être consommés dans les ménages.

Or l'enquête de consommation auprès des ménages (Rakotonirainy et al., 2008) a montré que dans tous les ménages, le cresson fait l'objet d'un lavage qui est effectué dans 17,4 % des cas avec de l'eau ayant subi un traitement spécial (Sur'eau, permanganate), dans 78,8 % des cas avec de l'eau du robinet ou de la borne fontaine et dans 3,9 % des cas avec une eau d'une autre provenance.

De plus, l'enquête montre que le cresson n'est consommé cru que dans 5,4 % des ménages. La cuisson est réalisée dans de l'eau portée à ébullition dans 90,7 % des cas, par friture dans 1,6 % des cas et dans de l'eau qui n'atteint pas l'ébullition dans 5,4 % des cas.

Tels qu'ils ont été décrits par les personnes s'occupant habituellement des repas, les modes de préparation culinaire utilisés pour le cresson semblent donc être en mesure d'assurer une bonne qualité microbiologique aux produits consommés.

Cependant, étant donné l'échantillonnage limité, les résultats microbiologiques doivent être considérés comme préliminaires et nécessitent une étude incluant un plus grand nombre de ménages et d'autres germes pathogènes pour l'homme comme *Salmonella* spp.

... et pourtant des consommateurs inquiets

Malgré de nombreux risques de détérioration de la qualité sanitaire du cresson (proximité de sources de pollution, surdosage d'intrants, hygiène insuffisante en aval de la filière...), les analyses microbiologiques montrent que le cresson lavé est consommable au sein des ménages. Si la production était en augmentation, cela pourrait augurer d'une tranquillité des ménages sur le plan sanitaire ou d'un souci n'allant pas jusqu'à les éloigner de la consommation de ce produit. Or, les informations sur la production nous permettent d'estimer son niveau actuel mais pas sa dynamique. Les superficies sont bien en augmentation mais nous ne connaissons pas l'évolution des différents systèmes (monoculture, polyculture...) et donc de façon fine la tendance de la production.

Une pré-enquête socio-économique qualitative sur un échantillon non représentatif de la population d'Antananarivo (cinquante personnes dans les six arrondissements de la CUA) a été réalisée pour appréhender la perception de la qualité du cresson par les ménages et les arguments avancés afin de préparer au besoin une enquête quantitative sur un échantillon représentatif.

Il ressort que le cresson est perçu comme un aliment « bon pour la santé » : il est considéré comme riche en fer, fibres, calcium, magnésium ; et détenant un potentiel pour prévenir les maladies cardio-vasculaires, l'hypertension, la fatigue...Il aurait même un pouvoir antipelluculaire.

Cette pré-enquête a aussi mis en évidence la capacité des consommateurs à choisir le « bon cresson ». Il doit être à tige longue, de couleur vert moyen, pas trop tendre, pas trop foncé, à feuilles non tachetées et non noirâtres, frais, « vivant », ne ramollissant pas en cuisine, craquant au doigt, sans impuretés... Par contre, les enquêtés ne savent pas reconnaître les différentes variétés du produit.

Une bonne moitié des enquêtés est fidèle à un ou plusieurs vendeurs particuliers tandis qu'une petite moitié est indifférente au vendeur. Le prix n'aurait pas d'incidence sur l'achat du cresson pour la plupart des enquêtés, c'est de toute façon un produit bon marché : cependant plusieurs d'entre eux seraient favorables à une hausse du prix en contrepartie d'une amélioration de la qualité du produit. Ils sont demandeurs de signes visibles forts qui renseignent sur la provenance et le mode de production du cresson.

4/5 des personnes interrogées ont déjà vu des cressonnières à Antananarivo. Parmi elles, plus de 3/4 expriment une aversion pour le produit mais continuent à en consommer, pour certains à une fréquence plus faible que dans le passé ; moins de 1/5 ne consomme plus de cresson et moins de 1/10 n'aurait pas changé son niveau de consommation à la vue des cressonnières.

Ainsi, les personnes enquêtées apprécient le cresson et reconnaissent ses bienfaits sur la santé mais perçoivent un risque sanitaire réel qu'ils traitent de plusieurs façons (fidélité en un vendeur, lavage, utilisation de produit antiseptique...).

Se dégage aussi une notion de qualité territoriale c'est-à-dire d'association de la notion de qualité à celle de territoire : la bonne qualité sanitaire est associée à Betafo, Analavory...et la mauvaise à la zone urbaine d'Antananarivo avec des points noirs comme Andravoahangy. L'enquête de consommation (Rakotonirainy et al., 2008) a cependant montré que, bien que les ménages se procurent le cresson par achat dans la presque totalité des cas (99 %), ils ne déclarent connaître la provenance du cresson acheté que dans 55,3 % des cas.

Une enquête quantitative vient de démarrer dans le but de retracer au mieux l'évolution de la consommation de cresson par les habitants d'Antananarivo, de mesurer leur perception de la qualité sanitaire du cresson et de connaître leur disposition à payer un cresson de meilleure qualité sanitaire. Elle devrait amorcer une réflexion sur les processus de construction de la qualité de ce type de produit et sur le rôle que les différents types d'acteurs doivent jouer : Etat, opérateurs privés de la filière, associations de consommateurs....

## Conclusion

Ces travaux ont témoigné du cas de Madagascar où malgré la forte compétition avec d'autres usages de l'espace, la culture du cresson s'est étendue dans les bas fonds de la capitale. C'est actuellement un produit qui contribue de façon significative à la ration alimentaire des habitants d'Antananarivo. Cependant, il est exposé au risque de porter préjudice à la santé de ses consommateurs. Cet article a montré comment un programme de recherche multidisciplinaire (agronomie, chimie, économie, géographie, microbiologie, nutrition) a abordé ce nouvel



enjeu de santé publique lié à la qualité des produits issus de l'agriculture urbaine. Selon que la question de la qualité est abordée de façon objective (mesure de la qualité et comparaison à des normes) ou que l'analyse porte sur la subjectivité des acteurs (perception des consommateurs qui détermine le marché), l'appréciation du niveau de risque diffère. Cependant, les premiers résultats révèlent l'intérêt d'un regard croisé des différentes disciplines pour apporter des éléments de connaissances et de réponses possibles aux décideurs publics (commune d'Antananarivo, région Analamanga, ministère de l'Agriculture...) mais aussi privés (organisations de producteurs, autres acteurs de la filière, associations de consommateurs...).

Tous les risques auxquels les populations sont exposées ne sont pas pris en compte par nos travaux qui se sont focalisés sur le risque alimentaire. Par exemple, des problèmes de santé pour les individus pourraient être dus au fait qu'ils patagent des heures durant dans des eaux malsaines. On peut citer aussi des préoccupations plus environnementales comme l'impact sur la biodiversité de l'utilisation excessive des pesticides. Des recherches complémentaires aux nôtres pourraient se développer selon ces questionnements.

Enfin, nous n'avons pas abordé ici tout un pan de nos travaux pour lesquels nous n'avons pas encore de résultats définitifs, relatif à l'étude de la capacité épuratrice du cresson. Plusieurs dispositifs ont montré que la qualité des eaux en aval est meilleure que celle des eaux en amont des cressonnières. L'analyse en cours du système eau-sol-plante devrait apporter prochainement des résultats à ce sujet, avec des implications là-aussi intéressantes pour les décideurs publics.

## Remerciements

Les auteurs remercient le Ministère français des Affaires Étrangères et Européennes qui a financé le projet de recherche Qualisann (Qualités sanitaire et nutritionnelle du cresson et autres légumes-feuilles approvisionnant Antananarivo) dans le cadre de son programme CORUS 2 (Coopération pour la recherche universitaire et scientifique). Ces recherches ont permis de rédiger cet article.

## Bibliographie

- Aubry, C., J. Ramamonjisoa, M.-H. Dabat., J. Rakotoarisoa, J. Rakotondraibe et L. Rabeharisoa, 2008, L'agriculture à Antananarivo (Madagascar) : une approche interdisciplinaire, *Natures Sciences Sociétés* 16, 23-35.
- Bricas, N. et P.-A. Seck., 2004, L'alimentation des villes du Sud : les raisons de craindre et d'espérer, *Cahiers Agriculture*, n° 13, 10-14.
- Bryant, C., 1997, L'agriculture périurbaine : l'économie politique d'un espace innovateur, *Cahiers Agricultures*, 6, 2, 125-130.
- Cabanis, Y., 1970, Végétaux et groupement végétaux de Madagascar et Mascareignes, tome 3, Editeur ?, Antananarivo, 1017p.
- Cities Alliance - Büschenschütz M., R. Oliva Lily et J. Ramiaramanana, 2004, Gestion de l'assainissement liquide et des déchets. Rapport final, in Stratégie de développement de l'agglomération d'Antananarivo, Projet Cities Alliance, CUA-FIFTAMA, Antananarivo.
- Charvet, J.-P., 1994. Les agricultures périurbaines. Nouvelles approches et nouvelles questions à propos des agricultures périurbaines, *Bulletin de l'Association des géographes français*, 2, 119-122.
- Commission européenne, 2005, Règlement (CE) N° 2073/2005 du 15 novembre 2005 concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires. *Journal officiel de l'Union Européenne*, L 338, 1-25.
- Cordier, J. L., 2004, Microbiological criteria – Purpose and limitations. *Mitt. Lebensm. Hyg.*, 95, 28–31.
- Dabat, M.-H., C. Aubry, J. Ramamonjisoa, 2006, Agriculture urbaine et gestion durable de l'espace à Antananarivo, Madagascar, *Economie rurale*, Juillet-October, 57-73.
- FAO/WHO, 2003, Assuring food safety and quality. Guidelines for strengthening national food control systems (FAO/WHO ed.), Rome, Italy.
- Gilbert R. J., J. de Louvois, T. Donovan, C. Little, K. Nye, C.D. Ribeiro, J. Richards, D. Roberts et F.J. Bolton, 2000, Guidelines for the microbiological quality of some ready-to-eat foods sampled at the point of sale, *Communicable disease and public health*, 3(3), 163-167.
- Madagascar Revue de Géographie, 1964, Les cultures maraîchères dans la région de Tananarive, juillet -décembre, 34p.
- Monédiaire, G., 1999, Agricultures urbaines et ville durable européenne : droits et politiques du jardinage familial urbain en Europe, Limoges, Pulim.
- Mougeot, L.J.A., 2005, Agropolis : The Social, Political and Environmental Dimensions of Urban Agriculture, Ottawa, IDRC/ London, Eratscan.
- Moustier, P., Mbaye, A., 1999, Introduction, in Moustier, P., et al. (Eds), *Agriculture périurbaine en Afrique subsaharienne : actes de l'atelier international du 20 au 24 avril 1998*, Montpellier, France, Montpellier, CIRAD, 7-16.
- Moustier, P. et G. Danso, 2006, Local Economic Development and Marketing of Urban Produced Food, in Van Veenhuizen R.(Ed.), 2006, *Cities Farming for the Future – Urban Agriculture for Green and Productive Cities*, RUAF Foundation, IDRC and IIRR, 474p.
- Nasr, J. et M. Padilla (Eds), 2004, *Interfaces : agricultures et villes à l'Est et au Sud de la Méditerranée*, Paris, Delta.
- Rahamefy, L., J. Ramamonjisoa et C. Aubry, 2005, L'agglomération d'Antananarivo : projets d'urbanisme et fonctions de l'agriculture, in Multifonctionnalité de l'agriculture dans les territoires périurbains (compte rendu sur CD-ROM de l'atelier « Urbanisme, paysagisme et agriculture », Paris, ENS, 16 décembre 2004), *Cahiers de la Multifonctionnalité*, 8.

- Rakotonirainy, N, V. Razafindratovo, S. Sarter, B. Andrianarisoa, M.-H. Dabat, C. Ralison et S. Trèche, 2008, Fréquences et modalités de consommation des légumes-feuilles dans la Commune Urbaine d'Antananarivo (CUA). Communication orale présentée au Forum de la Recherche « Recherche valorisée : enjeux de Développement Régional », 3-5/12, Antsiranana, Madagascar.
- Ralimanga, S.V., 1981, L'exploitation des cressonnières à Tananarive, mémoire Université d'Antananarivo, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, département Agriculture, 104p.
- Ramahaimandimbisoa, A.T., 2007, Analyse technique et économique de la filière cresson dans un contexte de problème sanitaire à Antananarivo, Madagascar, mémoire d'ingénieur agronome, Université d'Antananarivo, Ecole Supérieures des Sciences Agronomiques, Département Agriculture, 149p.
- Ravoniarisoa, E.F., 2009, Spatialisation et modes de production du cresson à Antananarivo : identification des facteurs de risques sanitaires, Mémoire soutenu pour l'obtention du DEA en Géographie, Département de Géographie, U. d'Antananarivo, Mai, 101p.
- Sarter, S., G. Sarter et P. Gilabert, 2010, A Swot analysis of HACCP implementation in Madagascar, *Food Control*, 21, 253-259.
- Smit, J. et J. Nasr, 1992, Urban agriculture for sustainable cities : using wastes and idle land and water bodies as resources, *Environment and Urbanization*, 4, 141-152.
- Temple L. et P. Moustier, 2004, Les fonctions et contraintes de l'agriculture périurbaine de quelques villes africaines (Yaoundé, Cotonou, Dakar), *Cahiers Agricultures*, 13, 1, 15-22.
- Van Veenhuizen, R. (Ed.), 2006, *Cities Farming for the Future – Urban Agriculture for Green and Productive Cities*, RUAF Foundation, IDRC and IIRR, 474p.