

# Flux de bois d'œuvre et de charbon de bois entrant dans la ville de Toliara

## Flows of timber and charcoal entering Toliara city

Maholisoa RANDRIANOMANANA<sup>1</sup>

Dominique HERVÉ<sup>2</sup>

Rado Elysé RANAIVOSON<sup>1</sup>

Josoa Ramarolanonana RANDRIAMALALA<sup>3</sup>

(1) École Supérieure des Sciences Agronomiques, Mention Agro-Management, BPI75, Antananarivo 101, Madagascar (maholisoa@hotmail.fr ; radoelyse@yahoo.fr)

(2) Institut de Recherche pour le Développement, UMR 268 SENS (IRD, CIRAD, UPV, Univ. Montpellier 2), Site Saint-Charles, 34199 Montpellier Cedex 5, France (dominique.herve@ird.fr)

(3) École Supérieure des Sciences Agronomiques, Mention Eaux et Forêts, Univ. Antananarivo, BPI75, Antananarivo 101, Madagascar (rramarolanonana@yahoo.fr)

### Résumé

La ville de Toliara dans le Sud-Ouest malagasy, rencontre des problèmes d'approvisionnement en produit ligneux (charbon, bois d'œuvre et de construction). Une évaluation précise des besoins de la ville est un préalable à toute recherche de solution à ce problème socio-environnemental. Cet article a pour objectif d'évaluer les flux annuels de charbon de bois et de bois d'œuvre et de construction entrant dans la ville de Toliara. Pour ce faire, ces flux ont été observés sur les principaux axes de transport de ces produits ligneux vers Toliara. Le volume annuel de bois entrant dans la ville de Toliara est de  $8715,01 \pm 937,97 \text{ m}^3$  soit l'équivalent de  $7525,97 \pm 839,98 \text{ t}$  de bois sec. La quantité annuelle de charbon entrant dans la ville de Toliara est de  $43460 \pm 2017 \text{ t}$ . Les forêts sèches de transition entre fourré xérophile et forêt dense sèche, au nord de la ville (Ranobe et Behompy) sont les principaux sites de production de charbon et de prélèvement de bois pour la ville de Toliara.

**Mots clés :** Bois de construction, bois d'œuvre, charbon, semi-aride, forêts sèches, Madagascar.

### Abstract

The city of Toliara in south-west Madagascar is encountering problems involving the supply of wood products (woody charcoal and timber). An accurate assessment of city's wood needs is a prerequisite for the design of solutions to this socio-environmental issue. This paper aims to estimate the annual quantity of woody charcoal and timber entering the city. To do so, the flows on the main trans-

port roads used for these products were observed. The annual volume of timber entering Toliara is  $8715.01 \pm 937.97 \text{ m}^3$ , the equivalent of  $7525.97 \pm 839.98 \text{ t}$  of dry wood. The annual amount of woody charcoal entering Toliara is  $43\,460 \pm 2017 \text{ t}$ . Transition forests (between xerophytic thickets and dense dry forest), to the north of the city, Ranobe and Behompy, are the main sites for woody charcoal production and timber harvesting.

**Key words :** Construction timber, timber, woody charcoal, semi-arid, dry forest, Madagascar.

## Introduction

---

La ville de Toliara est la principale consommatrice de produits ligneux, (i) bois énergie (charbon et bois de feu) et (ii) bois d'œuvre et de construction, dans le Sud Ouest malagasy (Andrianarivony *et al.*, 2012 ; Masezamana *et al.*, 2013). Les bois exploités pour la production de ces produits ligneux proviennent essentiellement des forêts sèches du District de Toliara II (Andrianarivony *et al.*, 2012 ; Masezamana *et al.*, 2013). La demande de ces produits augmente avec la population tandis que la production en biomasse des forêts sèches, surtout celles du District de Toliara II, reste limitée. En effet, d'une part, les arbres et arbustes de ces forêts sèches croissent lentement à cause du caractère semi-aride du climat (Randriamalala *et al.*, 2017b ; Gaspard *et al.*, 2018) et d'autre part, ces forêts sèches subissent une déforestation qui réduit drastiquement leur superficie (perte annuelle  $>1 \%$  ; Lasry *et al.*, 2004 ; Randriamalala *et al.*, 2015). Le problème de la durabilité de l'approvisionnement en produit ligneux de la ville de Toliara se pose donc. Un schéma directeur d'approvisionnement en bois énergie de cette ville (ABETOL) a été élaboré à la fin des années 2000 à l'initiative du WWF qui appuie l'administration régionale forestière dans la gestion durable des forêts sèches du Sud Ouest (ABETOL, 2007). Cet ABETOL stipulait entre autre l'économie des ressources forestières et leur augmentation par la plantation d'essences exotiques à croissance rapide et par la restauration des formations naturelles. L'économie des ressources forestières consiste essentiellement en (i) une réorganisation de la filière charbon (transfert de gestion à but énergétique, formalisation des producteurs et établissement de quota de production, extension des sites d'approvisionnement) et en (ii) une optimisation de la carbonisation (conception et vulgarisation de fours à charbon améliorés). L'application efficace de ces mesures est en partie conditionnée par la disponibilité de données fiables sur (i) la disponibilité en biomasse ligneuse des sites de production et/ou de prélèvement et (ii) sur l'évaluation exacte des flux de produits ligneux entrant dans la ville. En effet, une exploitation forestière durable suppose que les prélèvements en bois ne doivent pas dépasser la production annuelle en biomasse ligneuse des forêts considérées. Des données sur les flux de bois énergie entrant dans la ville de Toliara existent (ABETOL, 2007 ; Andrianarivony *et al.*, 2012), mais elles ne sont pas à jour et les méthodes adoptées pour les obtenir sont peu développées dans les rapports correspondants. Par ailleurs, les prélèvements de bois d'œuvre et de construction dans les forêts sèches du Sud Ouest malagasy sont peu étudiés jusqu'à présent alors que ces prélèvements peuvent également être une source importante de dégradation de ces forêts sèches.

Cet article aborde la question de la durabilité de l'approvisionnement en produit ligneux (charbon de bois et bois d'œuvre et de construction) de la ville de Toliara et a pour objectif l'évaluation de l'importance des flux de ces produits ligneux entrant dans la ville.

## Méthodes

### SITE D'ÉTUDE

Le site d'étude est le District de Toliara II (figure 1).

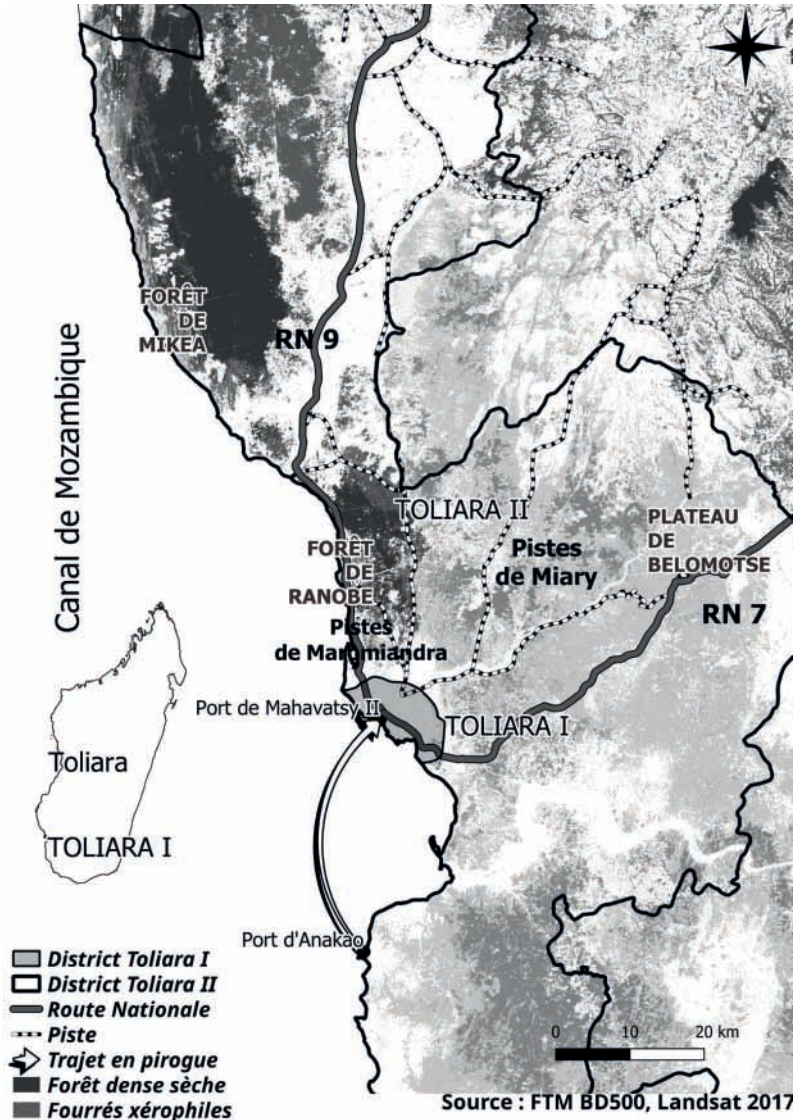


Figure 1 : Site d'étude et localisation des principaux axes de transport des produits ligneux vers la ville de Toliara

## APPROCHE GÉNÉRALE

Pour évaluer les produits ligneux d'origine forestière entrant dans la ville de Toliara, des observations ont été faites en saison sèche (Octobre 2017) et en saison humide (Janvier 2018) le long des axes routiers empruntés par les transporteurs de ces produits. Des enquêtes auprès de personnes ressources (DREF, maires, etc.) et des revues bibliographiques ainsi que des observations directes ont permis d'identifier les voies d'accès à la ville des produits ligneux. Ce sont : la route nationale 7 (RN7), la route nationale 9 (RN9), la piste de Maromiandra, la piste de Miary et le port de Mahavatsy II. La durée des observations par axe routier et par saison est de 7 jours, entre 5 h et 18 h.

Les produits ligneux entrant dans la ville de Toliara qui sont ici évalués sont le charbon de bois et des bois d'œuvre et de construction.

## ÉVALUATION DES FLUX DE BOIS

Le nombre de transporteurs journaliers de bois a été relevé avec le nombre de pièces de bois transportées par voyage. Les bois d'œuvre et de construction entrant dans la ville de Toliara appartiennent à plusieurs catégories selon leur taille : (i) bois rond et tronc brut, (ii) bois carré, (iii) madrier, (iv) planche, (v) gaulette. Les moyens de transport utilisés pour leur déplacement sont : (i) des charrettes, (ii) des chariots, (iii) des cyclopoûsses, (iv) des voitures de transport en commun (minibus), (v) des pirogues à voile et (vi) des hommes (portage humain) selon la typologie établie par Hervé *et al.* (dans cet ouvrage).

Les formes géométriques des bois d'œuvre peuvent être subdivisées en deux grandes catégories :

(i) forme cylindrique caractérisée par leurs diamètre et hauteur ou longueur (tronc brut, bois rond, manche d'angady et gaulette) ;

(ii) forme angulaire caractérisée par leurs épaisseur, largeur et longueur (bois carré, madrier et planche).

Les volumes moyens des bois avec des formes cylindriques peuvent être calculés selon l'équation (1) :

$$E(V) = (\pi/4) \times E(d)^2 \times E(L)$$

Avec;  $E(V)$ , volume moyen ( $m^3$ ),  $E(d)$ , diamètre moyen (m),  $E(L)$ , longueur moyenne (m)

Les volumes moyens d'un bois de forme angulaire sont donnés par l'équation (2) :

$$E(V) = E(e) \times E(l) \times E(L)$$

Avec;  $E(V)$ , volume moyen ( $m^3$ ),  $E(e)$ , épaisseur moyenne (m),  $E(l)$ , largeur moyenne (m),  $E(L)$ , longueur moyenne (m)

Le volume moyen journalier d'un type  $i$  de bois transporté vers la ville de Toliara par l'axe routier  $j$  pendant une saison  $s$  est donné par l'équation (3) :

$$E(V_{ijks}) = E(V_i) \times E(N_{ijks})$$

Avec;  $E(V_{ijks})$ , volume moyen journalier du bois de type  $i$  ( $i=1-7$ ) arrivant par l'axe  $j$  ( $j=1-5$ ) par le moyen de transport  $k$  ( $k=1-6$ ) pendant la saison  $s$  ( $s=1-2$ ; saisons sèche et des pluies) ( $m^3$ ),  $E(V_i)$ ,

volume moyen du bois  $i$  ( $m^3$ ),  $E(N_{ijks})$ , quantité journalière moyenne de bois  $i$  arrivant à Toliara par l'axe routier  $j$  par le moyen de transport  $k$  pendant la saison  $s$

Le volume total de bois arrivant dans la ville de Toliara pendant une saison  $s$  est donné par l'équation (4) :

$$V_s = \sum_{i(i=1-7)} \sum_{j(j=1-5)} \sum_{k(k=1-6)} E(V_{ijks}) \times d(s)$$

Avec,  $V_s$ , volume total de bois arrivant dans la ville de Toliara pendant la saison  $s$  ( $m^3$ ),  $E(V_{ijks})$ , volume moyen journalier de bois de type  $i$  arrivant par l'axe  $j$  par le moyen de transport  $k$  pendant la saison  $s$  ( $m^3$ ),  $d(s)$ , durée de la saison  $s$  (jour).

Le volume total annuel arrivant à Toliara par les axes routiers est donné par l'équation (5) :

$$V = V_{ss} + V_{sp}$$

Avec,  $V$ , volume total annuel de bois entrant dans la ville de Toliara ( $m^3$ ),  $V_{ss}$ , volume total de bois entrant dans la ville de Toliara pendant la saison sèche ( $\sim 9/12$  mois ;  $m^3$ ),  $V_{sp}$ , volume total de bois entrant dans la ville de Toliara pendant la saison des pluies ( $\sim 3/12$  mois ;  $m^3$ )

La conversion du volume de bois en poids peut être faite en appliquant l'équation (6) :

$$E(B_i) = E(V_i) \times E(\rho_i)$$

Avec  $E(B_i)$ , poids moyen du bois de type  $i$  (kg),  $E(V_i)$ , volume moyen du bois de type  $i$  ( $m^3$ ),  $E(\rho_i)$ , densité moyenne à 12 % du bois de type  $i$  ( $kg m^{-3}$ )

Les densités des bois ont été évaluées au laboratoire de l'UFR Science du Bois à l'ESSA, Université d'Antananarivo. Elles ont été obtenues par pesage d'échantillons de bois de forme cubique d'environ 1 cm de côté avec une humidité de 12 %. Les volumes exacts des échantillons de bois ont été déterminés par immersion dans l'eau (volume échantillon = volume d'eau déplacée).

Les erreurs associées aux estimations des volumes de bois et des poids correspondants sont calculées par le principe de propagation d'erreurs (Ku, 1966; Farrance and Frenkel, 2012) : si  $Y$  est une fonction de variables  $X_1; X_2 \dots X_n$  variables avec les incertitudes  $\delta_{x1}; \delta_{x2} \dots \delta_{xn}$ , alors l'erreur associée à  $Y$  est fournie par l'équation suivante (7) :

$$\delta Y^2 = ([dY/dX_1] \times \delta X_1)^2 + ([dY/dX_2] \times \delta X_2)^2 + \dots + ([dY/dX_n] \times \delta X_n)^2$$

Avec;  $dY/dX_i$ , dérivée partielle de  $Y$  par rapport à  $X_i$ ,  $\delta_{xi}$ , erreur associée à la variable  $X_i$ .  $X_i$  représente  $E(V)$ ,  $E(B)$  et  $E(Q)$  des équations (1), (2), (3) et (4) et  $\delta_{xi}$  sont les erreurs standards correspondantes

## ÉVALUATION DES FLUX DE CHARBON DE BOIS

Les mêmes observations pour les bois d'œuvre et de construction ont été mises à profit pour évaluer le flux de charbon de bois entrant dans la ville de Toliara. Pour les camions dont on ne voit pas avec précision le nombre de sacs qu'ils transportent, nous avons assisté à 06 déchargements et compter le nombre de sacs déchargés. Des échantillons de sacs par type de transport ont été pesés pour avoir le poids moyen par type de sac. Les principaux moyens de transport observés sont (i) des camions, (ii) des voitures particulières, (iii) des voitures de transport en commun (minibus), (iv) des charrettes, (v)

des charriots, (vi) des bicyclettes et des (vii) des pirogues.

La quantité journalière de charbon de bois transportée vers la ville, pour un axe routier  $i$ , pour un type de sac  $j$ , pour un type de transport  $k$  et pendant la saison  $s$  est fournie par l'équation (8) :

$$q_{ijk_s} = E(PS_j) \times E(NS_{ijk_s})$$

Avec  $E(PS_j)$ , poids moyen du sac  $j$  (kg) ;  $q_{ijk_s}$ , quantité journalière de charbon de bois transportée vers la ville, pour un axe routier  $i$ , pour un type de sac  $j$ , pour un type de transport  $k$  et pendant la saison  $s$ ,  $E(NS_{ijk_s})$ , nombre moyen journalier de sacs  $j$  transporté par le type de transport  $k$  sur l'axe routier  $i$  lors de la saison  $s$

La quantité de charbon de bois passant par un axe routier pendant une saison est donnée par l'équation (9) :

$$Q_{is} = \sum_{j(j=1-2)} \sum_{k(k=1-11)} q_{ijk_s} \times d(s)$$

Avec  $Q_i$ , quantité de charbon passant par l'axe routier  $i$  pendant la saison  $s$  (kg),  $q_{ijk_s}$ , quantité journalière de charbon de bois transportée vers la ville pour un axe routier  $i$ , pour un type de sac  $j$ , pour un type de transport  $k$  pendant la saison  $s$  (kg),  $d(s)$ , durée de la saison  $s$  (jours).

La quantité de charbon de bois entrant dans la ville de Toliara pour une saison est fournie par l'équation (10) :

$$Q_s = \sum_{i(i=1-5)} Q_{is}$$

Avec,  $Q_s$ , quantité de charbon entrant dans la ville de Toliara pendant la saison  $s$  (kg),  $Q_{is}$ , quantité de charbon passant par l'axe routier  $i$  pendant la saison  $s$  (kg)

La quantité totale annuelle de charbon entrant dans la ville de Toliara est fournie par l'équation (11) :

$$QT = Q_{ss} + Q_{sp}$$

Avec,  $QT$ , quantité totale annuelle de charbon entrant dans la ville de Toliara (kg),  $Q_{ss}$ , quantité totale de charbon entrant dans la ville de Toliara pendant la saison sèche (kg),  $Q_{sp}$ , quantité totale de charbon entrant dans la ville de Toliara pendant la saison des pluies (Kg)

La quantité de bois nécessaire à la production de charbon entrant dans la ville de Toliara peut être évaluée par la formule (12) :

$$B = QT/CC$$

Avec,  $B$ , quantité de bois (ou biomasse) impliquée dans la production de charbon (kg),  $QT$ , quantité totale annuelle de charbon entrant dans la ville de Toliara (kg),  $CC$ , coefficient de carbonisation (=0,125 selon Ramarason, 2014)

Les erreurs associées aux quantités de charbon entrant dans la ville de Toliara et aux biomasses correspondantes ont été calculées en appliquant les règles de propagation d'erreur indiquées dans l'équation (7).

## Résultats

### FLUX DE BOIS D'ŒUVRE ET DE CONSTRUCTION

Les bois entrant dans la ville de Toliara sont de dimensions relativement faibles : longueur moyenne  $\leq 3$  m ; largeur moyenne  $\leq 20$  cm pour les bois de forme anguleuse et de diamètre moyen  $< 10$  cm pour ceux de forme cylindrique (tableau 1).

**Tableau 1** : Dimensions des bois d'œuvre et de construction entrant dans la ville de Toliara (moyenne  $\pm$  erreur standard ; N=Taille échantillon)

Type de bois	Epaisseur moyenne (m)	Largeur moyenne (m)	Longueur/hauteur moyenne (m)	Diamètre moyen (m)	Densité moyenne (kg/m <sup>3</sup> )
Bois carré	0,15 $\pm$ 0,01 (N=18)	0,15 $\pm$ 0,01 (N=18)	2,5 $\pm$ 0,00 (N=18)	.	860,60 $\pm$ 70,89 (N=5)
Bois rond et tronc brut	.	.	3 $\pm$ 0,01 (N=68)	0,09 $\pm$ 0,00 (N=68)	885,05 $\pm$ 23,91 (N=9)
Gaulette	.	.	2,67 $\pm$ 0,20 (N=10)	0,04 $\pm$ 0,00 (N=4)	845,39 $\pm$ 52,97 (N=4)
Madrier	0,05 $\pm$ 0,00 (N=1)	0,14 $\pm$ 0,00 (N=1)	2,8 $\pm$ 0,00 (N=1)	.	865,65 $\pm$ 74,91 (N=5)
Planche	0,03 $\pm$ 0,00 (N=13)	0,17 $\pm$ 0,00 (N=13)	2,65 $\pm$ 0,07 (N=13)	.	797,05 $\pm$ 150,44 (N=5)

Le volume annuel de bois entrant dans la ville de Toliara est de 8 715,01 $\pm$ 937,97 m<sup>3</sup> soit l'équivalent de 7 525,97 $\pm$ 839,98 t de bois sec (tableau 2).

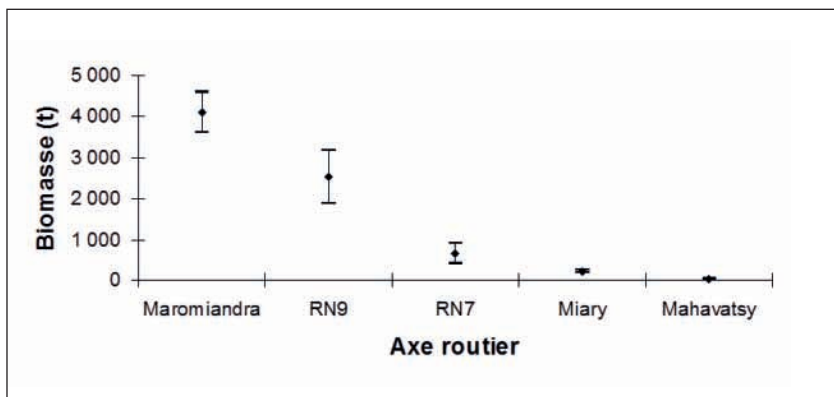


Figure 2 : Provenance des bois entrant dans la ville de Toliara (Poids annuel $\pm$ Erreur calculée selon le principe de la propagation des erreurs)

**Tableau 2** : Volume et poids annuels des bois entrant dans la ville de Toliara  
(Valeur ± Erreur calculée selon le principe de la propagation d'erreur)

Axe de transport	Type de bois	Volume total annuel (m3)	Poids total annuel (t)
Mahavatsy (port)	Bois rond	24,23±15,81	21,44±14,00
	Gaulette	5,17±5,21	4,37±4,41
Maromiandra	Bois carré	2 723,94±490,30	2 344,21±453,12
	Bois rond	1 157,03±118,15	1 024,02±106,70
	Gaulette	836,54±138,31	707,20±121,67
	Madrier	2,56±2,56	2,21±2,22
	Planche	33,30±13,09	26,54±11,09
Miary	Bois rond	165,61±22,87	146,57±20,46
	Gaulette	70,01±28,52	59,19±24,25
RN7	Bois rond	327,90±198,16	290,21±175,50
	Gaulette	432,27±213,16	365,44±180,94
RN9	Bois rond	1 420,68±688,40	1 257,38±610,04
	Gaulette	1 448,69±212,83	1 224,70±191,22
	Planche	67,08±24,92	52,46±21,17
Total		8 715,01±937,97	7 525,97±839,98

Les axes Maromiandra et RN9 sont les principales sources de ces bois (>80 % du volume total ; figure 2). Les bois entrant dans la ville de Toliara se présentent essentiellement sous forme de bois rond (36 % du volume annuel), de gaulettes (32 %) et sous forme de bois carré (31 % du volume annuel ; figure 3). Les bois ronds proviennent essentiellement des axes RN9 et Maromiandra (~29 % en terme de volume ; tableau 2), les bois carrés et les gaulettes proviennent essentiellement aussi de l'axe Maromiandra (tableau 2).

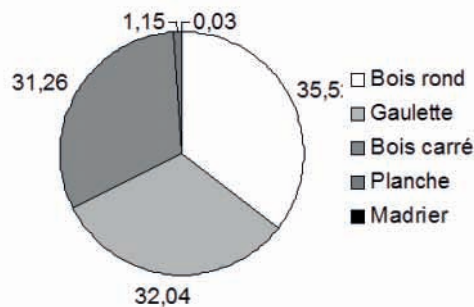


Figure 3 : Répartition des types de bois entrant dans la ville de Toliara, en terme de volume (% de N=8 715,01 m<sup>3</sup> de bois)

## FLUX DE CHARBON ENTRANT DANS LA VILLE DE TOLIARA

Le poids moyen des petits sacs est de  $25,11 \pm 0,51$  kg (N=10) tandis que celui des grands sacs est de  $51,20 \pm 1,76$  kg (N=10).

La quantité annuelle de charbon entrant dans la ville de Toliara est de  $43\,460,46 \pm 1\,019,04$  t (tableau 3). Le camion est le principal moyen de transport des charbons de bois dans la ville de Toliara (>60 % de la quantité totale ; figure 4).

L'approvisionnement en charbon de la ville de Toliara provient essentiellement de la RN9 (>50 % de la quantité totale) et de la RN7 (>20 % de la quantité totale ; figure 5). Les sites de production de charbon de bois se situent donc essentiellement dans la partie nord ouest de la ville (RN9, Maromiandra et Miary, le tout occupe plus de 65 % de l'approvisionnement total ; figure 5).

**Tableau 3 :** Quantité annuelle par axe et type de transport  
(Valeur  $\pm$  Erreur calculée selon le principe de la propagation d'erreur)

Axe de transport	Moyen de transport	Poids de charbon entrant dans la ville de Toliara (t)	
		Saison sèche	Saison des pluies
Mahavatsy	Pirogue	$1\,782,56 \pm 411,05$	$1\,230,23 \pm 232,08$
Maromiandra	Charrette	$3\,002,90 \pm 506,42$	$1\,594,30 \pm 129,45$
Miary	Bicyclette	$4,91 \pm 2,47$	.
	Charrette	$1\,286,41 \pm 212,60$	$658,80 \pm 73,26$
	Cyclopousse	$4,91 \pm 4,91$	.
RN7	Bicyclette	$2\,076,89 \pm 60,67$	$843,85 \pm 160,55$
	Camion	$5\,330,08 \pm 502,11$	$1\,924,75 \pm 332,12$
	Charrette	$11,78 \pm 11,79$	.
	Cyclopousse	.	$0,00 \pm 0,86$
	Minibus	$250,29 \pm 54,31$	$60,88 \pm 7,43$
	Chariot	.	$6,87 \pm 6,88$
	4X4	$48,05 \pm 11,09$	$16,04 \pm 3,18$
RN9	4X4	$76,59 \pm 6,45$	$16,37 \pm 3,16$
	Bicyclette	$5,89 \pm 3,81$	$16,04 \pm 2,85$
	Camion	$14\,657,73 \pm 1\,577,40$	$4\,441,74 \pm 700,41$
	Portage humain	$3,93 \pm 2,54$	$5,56 \pm 0,48$
	Charrette	$183,63 \pm 40,91$	$116,86 \pm 13,99$
	Minibus	$2\,827,12 \pm 364,12$	$1\,232,71 \pm 125,45$
	Cyclopousse	$6,87 \pm 4,98$	$17,02 \pm 7,30$
	Taxi ville	$5,89 \pm 2,78$	.
	Moto	.	$0,33 \pm 0,33$
Total		$31\,278,10 \pm 830,06$	$12\,182,35 \pm 847,80$

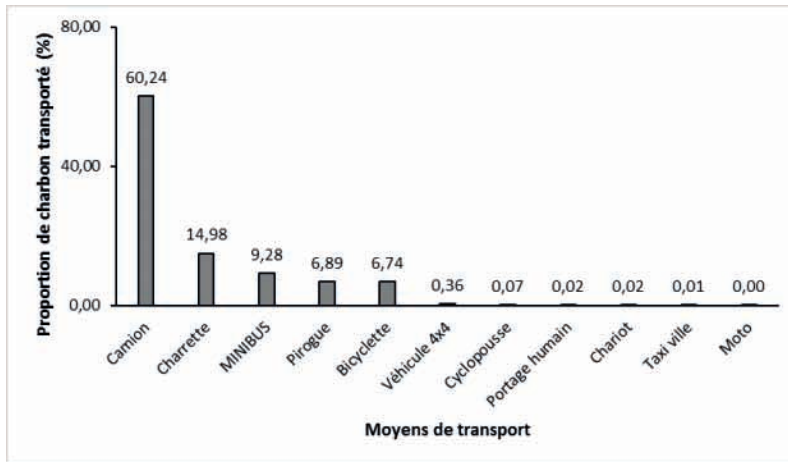


Figure 4 : Moyens de transport du charbon de bois dans la ville de Toliara (% de N=43 748,80 t de charbon)

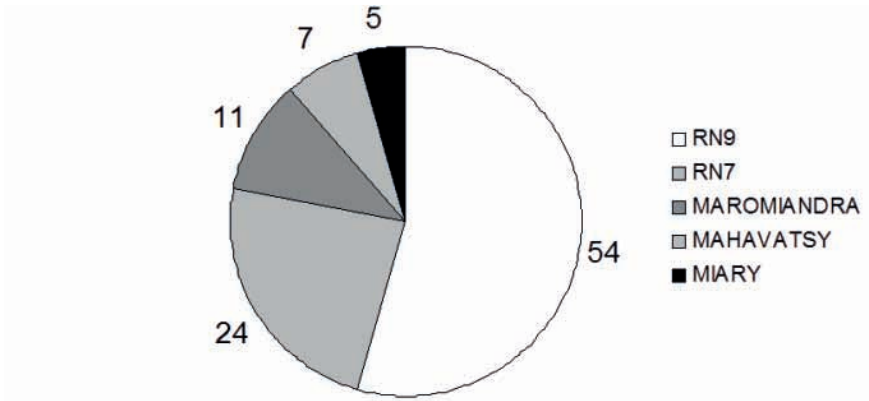


Figure 5 : Provenance du charbon de bois approvisionnant la ville de Toliara (% de N=43 748,80t de charbon)

La biomasse ligneuse détruite pour produire la quantité annuelle de charbon consommée par la ville de Toliara est de 349 990, 37 t.

## Discussion

### CHARBON DE BOIS, PRINCIPALE SOURCE DE PRÉLÈVEMENT DE BOIS DANS LES FORÊTS SÈCHES

D'après les calculs, la quantité annuelle de charbon entrant dans la ville de Toliara est de 41 731, 13-45 766,46 t. L'erreur relative (Erreur/Valeur estimée) de l'estimation est faible car elle ne dépasse pas les 4.61 %. La méthode utilisée est donc plutôt fiable même si les nombres d'observations (07 jours par axe de transport et par saison) sont assez faibles.

La quantité de charbon entrant dans la ville de Toliara (43 748,80t ou 349 990, 37 t de bois sec) est largement supérieure à celle d'il y a 10 ans (278 258 t de bois sec soit environ 34 782,25 t de charbon si on applique le taux de carbonisation de 0,125 ; ABETOL, 2007). Les méthodes utilisées par l'équipe ABETOL est la même que celles utilisées dans cette étude, à savoir la surveillance pendant une durée finie des axes de transport des charbons (RN9, RN7 et Miary pour ABETOL et ces 03 axes avec le port de Mahavatsy et la piste de Maromiandra (pour cette étude). La non prise en compte du port de Mahavatsy et la piste de Maromiandra peut être à l'origine de cette différence. Mais les faiblesses relatives des contributions de ces axes de transport à l'approvisionnement de la ville en charbon (11 % pour Maromiandra et 07 % pour le port de Mahavatsy) laissent penser que c'est surtout la hausse de la consommation liée à l'augmentation de la taille de la population de la ville qui est à l'origine de cette différence.

Les camions sont les moyens de transport les plus utilisés pour l'acheminement des sacs de charbon dans la ville de Toliara. Ces camions appartiennent à quelques riches collecteurs (<04) qui monopolisent le marché de l'approvisionnement en charbon de la ville de Toliara. Les autres moyens de transports, tels que les bicyclettes, bien que plus fréquents, ne correspondent qu'à de faibles proportions des flux annuels de charbon entrant dans la ville (<15 %). La surveillance des camions est donc cruciale pour l'établissement de la traçabilité des charbons alimentant la ville de Toliara.

Les prélèvements de bois associés à l'exploitation des bois d'œuvre et de construction sont relativement faibles (7 525,97 t de bois). Les bois d'œuvre et de construction prélevés dans les forêts sèches sont des bois ronds, les bois carrés et les gaulettes. Les 02 premiers types de bois sont probablement prélevés dans les forêts denses sèches de Ranobe et/ou celle de Mikea tandis que les gaulettes proviennent essentiellement des fourrés xérophiles de Maromiandra et du plateau de Belomotse (Rabeniala *et al.*, 2013). La biomasse détruite par les activités de prélèvement de bois d'œuvre et de construction varie de 25000-38 000 t (<40 000 t de bois sec) si l'on applique les rendements de transformation des bois d'œuvre (rapport volume de bois d'œuvre sortie de la forêt/volume de bois sur pied) évalués par Razafinarivo (2015) dans la forêt humide de Didy, Région Alaotra-Mangoro, entre 21 et 32 %. Aucune donnée sur de tel rendement n'existe encore dans les forêts sèches à Madagascar et surtout pas dans les fourrés xérophiles.

Les prélèvements de bois liés aux productions de charbon sont nettement plus importants que ceux associés à l'exploitation des bois d'œuvre et de service (347 683,65 t vs <40 000 t de bois sec). La production de charbon de bois est donc, de loin la première source de dégradation des forêts sèches du Sud-Ouest malagasy.

## **NORD DE TOLIARA : LOCALISATION DES PRINCIPAUX SITES DE PRÉLÈVEMENT DE BOIS**

La quasi-totalité des bois d'œuvre et de construction approvisionnant la ville de Toliara proviennent des axes Maromiandra (55 % du volume total) et de la RN9 (34 % du volume total), des accès à la ville par le nord. Les sites de prélèvements correspondant peuvent être la forêt de Ranobe et de Behompy, à moins de 40 km et peut être même celle de Mikea à plus de 50 km ou les lambeaux forestiers d'Ankazoabo à plus de 100 km, le tout au nord de la ville de Toliara. Et même, les bois acheminés le long de l'axe Miary (3 %) proviennent probablement des forêts de Behompy et de Ranobe. Ces dernières sont des forêts de transition entre les fourrés xérophiles au sud et à l'est de la ville et les forêts denses sèches au nord. La quantité de bois d'œuvre et de construction qui transitent par la RN7 est faible (9 % du volume total). Les fourrés xérophiles du plateau de Belomotse, traversé par la RN7, sont si dégradés par la production de charbon de bois et l'agriculture sur brûlis que seuls des gaulettes et des bois ronds peuvent en être prélevés (Rabeniala *et al.*, 2013 ; Randriamalala *et al.*, 2017a). Les fourrés xérophiles au sud de la ville (communes de Soalara-Sud et de Beheloka) ne contribuent pratiquement pas à son approvisionnement car les volumes de bois qui débarquent par pirogue au port de Mahavatsy sont négligeables (0,34 % du volume total). Les forêts denses sèches (Mikea et Ankazoabo) et les forêts de transition de Ranobe et de Behompy sont les principaux sites de prélèvement de bois d'œuvre et de construction approvisionnant la ville de Toliara.

Les charbons approvisionnant la ville de Toliara transitent essentiellement par les axes routiers qui la desservent par le nord : RN9 (54 % du poids total), Maromiandra (11 %) et Miary (5 %). Les flux de charbon de bois provenant de la RN7 (24 %) et du port de Mahavatsy (7 %) sont de moindre importance. Les sites actuels de production de charbon de bois sont donc les forêts de transition de Ranobe et celle de Behompy que les 03 premiers axes routiers relient à la ville de Toliara. La forêt dense sèche de Mikea a été épargnée jusqu'à présent à cause de son éloignement relatif (>50 km au nord de Toliara) mais le goudronnage récent de la RN9 sur une distance d'environ 100 km pourrait changer cela. L'importance des fourrés xérophiles du plateau de Belomotse traversé par la RN7, comme site de production de charbon de bois diminue. En effet, ce site était la principale source de biomasse à charbon approvisionnant Toliara dans les années 1990. Les pratiques du charbonnage et de l'agriculture sur brûlis ont épuisé les ressources ligneuses des fourrés xérophiles de cette zone à tel point que dans certains sites les racines des arbustes sont déterrées pour être utilisées comme biomasse à charbon (Rabeniala *et al.*, 2013 ; Randriamalala *et al.*, 2017a). Pour le moment, la part des fourrés xérophiles au sud de Toliara dans l'approvisionnement en charbon de la ville est faible (7 % ; port de Mahavatsy). L'éloignement relatif des sites de production correspondant par la route (passage par le chef lieu de la commune de Soalara-Sud et traversée par pirogue pour atteindre le village de Saint Augustin à 5 km et voyage par route vers Toliara à 36 km) peut expliquer ce phénomène. L'épuisement des ressources ligneuses dans le plateau de Belomotse a déplacé les sites de production de charbon vers les forêts de transition de Ranobe et de Behompy. Quand ces dernières s'épuiseront à leur tour, les pressions sur les fourrés xérophiles au sud de la ville et sur les forêts denses sèches au nord augmenteraient et accéléreraient leur dégradation voire leur disparition.

## Conclusion

Les sites de prélèvement en produit ligneux (charbon et bois d'œuvre et de construction) approvisionnant la ville de Toliara se localisent essentiellement au nord de cette ville, dans les forêts de transition entre fourrés xérophile et forêts denses sèches. Les sites à fourrés xérophiles à l'est et au sud contribuent peu à cet approvisionnement. La production de charbon de bois est à l'origine de prélèvements de bois presque 10 fois plus importants que l'exploitation des bois d'œuvre et de construction. Il serait intéressant de comparer les prélèvements de bois liés à cette pratique à la destruction de biomasse liée à l'agriculture sur brûlis.

## Références bibliographiques

ABETOL, 2007. *La stratégie d'Approvisionnement en Bois-Energie de la ville de Toliara*. PARTAGE/WWF.

Andrianarivony R., Randriambola V., Ratsifandriamanana N., 2012. *Réglementation de la filière Bois Energie dans la Région Atsimo Andrefana. Acquis et leçons apprises, 2008 à 2011*, Programme WWF à Madagascar et dans l'Océan Indien Occidental. WWF.

Gaspard D., Venegas-González A., Beeckman H., Randriamalala J. R., De Ridder M., Tomazello-Filho M., Ramanantoandro T., 2018. Tree ring responses to climate variability from xerophytic thicket of South Soalara, Madagascar. *Dendrochronologia* 49, p. 57-67.

Lasry F., Grouzis M., Milleville P., Razanaka S., 2004. *Dynamique de la déforestation et agriculture pionnière dans le Sud-Ouest de Madagascar: Exploitation diachronique de l'imagerie satellitaire haute résolution*. Photo-Interprétation 1, p. 1-10.

Masezamana H. N., Andrianarisoa J. H., Raoliarivelo L. I. B., Randriamalala J. R., 2013. *Identification et analyse d'activités alternatives à la fabrication de charbon de bois dans le District de Toliara II*. Rapport final projet Q096, DERAD/ESAPP-CDE-Université de Berne.

Rabeniala R., Masezamana H. N., Raoliarivelo L. I. B., Randriamalala J. R., 2013. *Clôture en bois dans la commune urbaine de Toliara, une autre source importante de déforestation dans le district de Toliara II*. Rapport final projet Q925, DERAD/ESAPP-CDE-Université de Berne.

Ramaroson R. T., 2014. *Durabilité écologique de la production de charbon de bois dans le Sud Ouest malagasy, cas des fourrés xérophiles de la commune de Soalara Sud (Toliara II, Atsimo Andrefana)*. Mémoire DEA, ESSA-Forêts, Université d'Antananarivo, Madagascar.

Randriamalala J. R., Hosnah B. H., Ranaivoarimanana S., Ratovomalala R. I., 2015. Dynamiques spatiales des fourrés xérophiles de Betioky-Sud et Soalara-Sud (Madagascar). p. 113-121. In Hervé D., Razanaka S., Rakotondraompiana S., Rafamantanantsoa F., Carrière S. (eds.). *Transitions agraires au sud de Madagascar. Résilience et viabilité, deux facettes de la conservation*. Actes du séminaire de synthèse du projet FPPSM, 10-11 juin 2013, Antananarivo, IRD-SCAC/PARRUR, Ed. MYE.

Randriamalala J. R., Rabeniala R., Masezamana H. N., 2017 a. Effets de la production de charbon de bois sur les fourrés xérophiles, cas du plateau de Belomotse, Madagascar. *Madagascar Conservation and Development* 12 (1) : xx-xx. <http://dx.doi.org.104314/mcd.v12i1.1>.

Randriamalala J. R., Ramananantoandro T., Radosy H. O., Randriambanona H., Hervé D., 2017 b. Annual biomass increment of xerophytic thickets and sustainability of woody charcoal production in southwestern Madagascar. *Forest Ecology and Management* 400, p. 139-149.

Razafinarivo R. N. G., 2015. *Optimisation de la valorisation raisonnée de bois d'oeuvre de Didy par l'amélioration de la transformation actuelle : passage vers le débit en quart de grume*. Master 2, ESSA, Département des Eaux et Forêts.

# Valorisation durable des formations sèches de l'océan indien

Éditeurs scientifiques

**Dominique Hervé, Josoa R. Randriamalala, Herizo Randriambanona,  
Samuel Razanaka, Vonjison Rakotoarimanana, Rado Elysé Ranaivoson,  
Verohanitra Rafidison, Stéphanie M. Carrière**

Actes du séminaire de synthèse du projet VALSE (UE/COI-Biodiversity)  
« Valorisation durable des formations sèches côtières »  
Toliara, 17-19 septembre 2018

Antananarivo, Septembre 2022



## **Mise au point des manuscrits et maquette de l'ouvrage**

Jérémy FINOT

## **Traduction des titres, résumés et mots clés en anglais**

Grace DELOBEL HUSCHLE

## **Conception de la couverture**

Jérémy FINOT

## **Edition**

François Adoré RAZAFILAHY, MYE

## **Auteur des photos de couverture**

Stéphanie M. Carrière

Recto de couverture : Baobab citerne, Ampotaka, Plateau Mahafaly, 2014.

Dos de couverture : Equeutage des haricots, Plateau Mahafaly, 2014.

## **Référence complète du projet VALSE**

« Valorisation durable des formations sèches côtières »

UE/COI-Biodiversité, Financement européen géré par la Commission de l'Océan Indien ;

EUROPAID/137091/ID/ACT/RSO n° 92 : «Gestion de la biodiversité marine et côtière spécifique aux îles et états côtiers la région AOA-OI » ; FED/2016/382-097/GRJ/CN82, signé le 23/03/2017.

## **Référence de l'ouvrage pour citation**

Hervé D., Randriamalala J.R., Randriambanona H., Razanaka S., Rakotoarimanana V., Ranaivoson R.E., Rafidison V., Carrière S. M. (eds.), 2022. Valoriser les forêts sèches. Valorisation durable des forêts sèches de l'Océan indien, Antananarivo, IRD, UE/COI-Biodiversity, Ed. Antso, 396 p.

© IRD, 2022

ISBN : 979-10-95771-40-1