



UNIVERSITÉ DU BURUNDI

GRENIER DU SAVOIR DU BURUNDI

Dépôt institutionnel officiel

<https://repository.ub.edu.bi>

Problématique de l'approvisionnement en bois des usines à thé au Burundi et alternatives potentielles : Cas des complexes théicoles de TORA et IJENDA

Ndayisaba, Gilbert; Sous la direction du Pr. Habonimana Bernadette; Co-directeur : Ndorere Vénérand, MSc

2026-03

UB, FS

<https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/2376>

UNIVERSITE DU BURUNDI
FACULTE DES SCIENCES
MASTER EN SCIENCES ET GESTION INTEGREE DE
L'ENVIRONNEMENT
OPTION : GESTION DES RESSOURCES NATURELLES



PROBLEMATIQUE DE L'APPROVISIONNEMENT EN BOIS DES
USINES A THE AU BURUNDI ET ALTERNATIVES
POTENTIELLES : *Cas des complexes théicoles de TORA et IJENDA*



Par :

NDAYISABA Gilbert

Mémoire

présenté et défendu publiquement en vue de l'obtention du diplôme de Master
en Sciences et Gestion Intégrée de l'Environnement

Spécialité: Gestion des Ressources Naturelles

Sous la direction de:

Directeur : Pr. HABONIMANA Bernadette

Co-directeur : NDORERE Vénérand, MSc

Bujumbura, Mars 2026

=====

MEMBRES DU JURY

Président : Pr. NDUWIMANA André

Directeur : Pr. HABONIMANA Bernadette

Co-directeur : NDORERE Vénérand, MSc

Secrétaire : Pr. HABONAYO Richard

=====

DEDICACE

A Dieu Tout Puissant ;

A mon regretté père NDAYISABA Albert et à ma chère mère NDIKUMANA Marie ;

A ma chère épouse NDAYISENGA Alice et mes chers enfants ;

Je dédie ce mémoire.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail, que ce soit de près ou de loin.

Avant tout nous pensons à notre Dieu Tout Puissant qui nous a créé et qui nous a donné le salut, la bonne santé et toutes les aptitudes nécessaires pour réussir nos études.

Nous pensons spécialement à Pr. Bernadette HABONIMANA, directeur de ce mémoire. Ses conseils, sa rigueur scientifique et sa bienveillance nous ont fort marqué et continueront à nous servir d'exemple dans toute notre vie. Pareils remerciements s'adressent à Monsieur Vénérand NDORERE, MSc co-directeur de ce mémoire, pour ses éclaircissements depuis les premiers pas de ce travail. Malgré ses nombreuses occupations, il nous accueillait avec bienveillance chaque fois que nous avions besoin d'aide.

Nos sincères remerciements s'adressent aussi à Pr. NDUWIMANA André, président du jury de ce mémoire pour avoir pris son temps plus cher afin d'apporter des critiques intéressantes à ce travail pour mieux l'assainir. Nous pensons aussi à Pr. HABONAYO Richard, secrétaire du jury de ce mémoire, pour avoir lu profondément et jugé ce travail.

Nous exprimons aussi notre vive gratitude au Directeur Général de l'Office du thé du Burundi pour avoir autorisé les recherches au sein des usines à thé ; ensuite aux gérants des complexes théicoles d'Ijenda et de Tora pour leur accueil favorable et leur aide précieuse dans l'obtention des données nécessaires.

Ensuite à nos parents, feu NDAYISABA Albert et NDIKUMANA Marie qui ont sacrifié leurs moyens modestes pour financer nos études, qu'ils trouvent dans ces lignes l'expression de notre profonde gratitude. Nos remerciements s'adressent aussi spécialement à la famille Dr Carter NDAYISABA, pour son soutien matériel et moral dignes d'un parent, spécialement depuis le début de notre cursus universitaire jusqu'à la réalisation de ce travail.

Nous exprimons notre profonde gratitude à notre épouse, NDAYISENGA Alice, pour sa patience et son soutien indéfectible tout au long de ce travail. Ses conseils et encouragements constants ont été une source d'inspiration pour la réussite de mes études. Nous remercions également nos enfants bien-aimés pour leur amour et leur joie de vivre, qui nous ont donné la force de poursuivre.

A tout le personnel de ces complexes théicoles pour leur collaboration et leur disponibilité, malgré leurs occupations, pour fournir les informations requises, nous leur adressons aussi nos sincères remerciements.

=====

RESUME

Au Burundi, les usines à thé font face à une pénurie de bois de chauffe pour le séchage des feuilles de thé. La déforestation et la concurrence avec d'autres usages du bois (comme la construction et le chauffage domestique) exacerbent ce problème, poussant les usines à chercher des alternatives pour réduire la consommation du bois.

Cette étude menée dans les complexes théicoles de Tora et Ijenda visait à évaluer l'utilisation du bois, les efforts de reboisement et les alternatives énergétiques, afin de trouver des stratégies pour la gestion durable des ressources en bois et pallier aux problèmes de pénurie de bois.

Cette étude utilise une approche mixte combinant collecte de données quantitatives et qualitatives. Les données sur les quantités de bois utilisées et les superficies reboisées sont collectées via des entretiens semi-directifs et des documents d'usines. Les données sur les sources d'énergie alternatives sont collectées à travers des entretiens avec le personnel des usines et la littérature. Les données ont été synthétisées sous forme de tableaux et de graphiques pour faciliter l'analyse et l'interprétation.

L'étude a permis de montrer qu'au total, sur 12 ans, la consommation du bois de ces deux usines s'est élevée à 171175,5 stères, ce qui représente une moyenne annuelle de 14264 stères.

En considérant la moyenne par tonne de thé sec, pour les deux usines, la consommation se situe entre 3 à 5 stères de bois avec une moyenne de 4 stères par tonne de thé sec.

En ce qui concerne la contribution des boisements propres, pour l'usine de Tora, les boisements propres contribuent à 42,24% des besoins en bois, tandis que 57,26% proviennent de l'extérieur. Pour l'usine d'Ijenda, les boisements propres contribuent à 30,4% contre 69,6% de bois acheté à l'extérieur.

Pour répondre à la demande de production de thé sec prévue dans le plan quinquennal de ces deux usines, les projections montrent qu'il faudra procéder à un reboisement supplémentaire de 659,87 hectares pour l'OTB Ijenda. Pour l'OTB Tora, on n'aura pas à installer de nouveaux boisements mais à convertir 57,41 hectares de leurs propres boisements.

Pour réduire l'usage excessif du bois, l'utilisation des coques de noix de palmiste a été expérimentée en complément du bois. Cependant, l'étude a montré que, par rapport à l'usage exclusif des stères en bois, leur usage a entraîné un surcoût économique de 21370 Fbu et 39970 Fbu par tonne de thé sec respectivement pour les usines Ijenda et Tora.

Bien que les coques de noix de palmiste soient une alternative prometteuse, il serait donc judicieux de renégocier les prix et d'explorer d'autres stratégies pour maximiser leur utilisation. L'utilisation des briquettes issues de la biomasse reste un bon moyen à suggérer parmi les différentes alternatives possibles au Burundi, étant donné l'abondance des ressources disponibles et la faisabilité technologique relativement aisée.

Mots clés: Théiculture, consommation du bois, usinage, Tora et Ijenda, Burundi

ABSTRACT

In Burundi, tea factories are facing a shortage of firewood for drying tea leaves. Deforestation and competition with other uses of wood (such as construction and domestic heating) are exacerbating this problem, pushing factories to seek alternatives to reduce wood consumption.

This study conducted in the Tora and Ijenda tea complexes aimed to assess wood use, reforestation efforts, and energy alternatives, in order to identify strategies for the sustainable management of wood resources and to address wood shortage issues.

This study uses a mixed approach combining quantitative and qualitative data collection. Data on the quantities of wood used and the areas reforested were collected through semi-structured interviews and factory documents. Data on alternative energy sources were collected through interviews with factory staff and from the literature. The data were synthesized in the form of tables and graphs to facilitate analysis and interpretation.

The study showed that over a total of 12 years, the wood consumption of these two factories amounted to 171,175.5 steres, representing an annual average of 14,264 steres.

Considering the average per ton of dry tea, for both factories, consumption ranges between 3 to 5 steres of wood with an average of 4 steres per ton of dry tea.

Regarding the contribution of own plantations, for the Tora factory, own plantations contribute 42.24% of wood needs, while 57.26% comes from outside. For the Ijenda factory, own plantations contribute 30.4% compared to 69.6% of wood purchased externally.

To meet the dry tea production demand planned in the five-year plan of these two factories, projections show that additional reforestation of 659.87 hectares will be required for OTB Ijenda. For OTB Tora, there will be no need to establish new plantations but to convert 57.41 hectares of their own plantations.

To reduce excessive wood use, the use of palm kernel shells was tested as a supplement to wood. However, the study showed that, compared to exclusive use of wood steres, their use resulted in an additional economic cost of 21,370 BIF and 39,970 BIF per ton of dry tea for the Ijenda and Tora factories respectively.

Although palm kernel shells are a promising alternative, it would therefore be wise to renegotiate prices and explore other strategies to maximize their use.

The use of briquettes made from biomass remains a good option to suggest among the various possible alternatives in Burundi, given the abundance of available resources and the relatively easy technological feasibility.

Keywords: Tea cultivation, wood consumption, processing, Tora and Ijenda, Burundi

=====	
TABLE DES MATIERES	
MEMBRES DU JURY	i
DEDICACE.....	ii
REMERCIEMENTS.....	iii
RESUME.....	iv
ABSTRACT	v
TABLE DES MATIERES.....	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	ix
LISTE DES FIGURES.....	x
SIGLES ET ABREVIATIONS	xi
AVANT-PROPOS.....	xii
0. INTRODUCTION GENERALE	1
0.1. Contexte et et problématique de l’étude	1
0.2. Objectifs.....	2
0.3. Hypothèses de recherche	2
0.4. Articulation du travail	3
CHAPITRE I. REVUE DE LA LITTERATURE.....	4
I.1. Description botanique du théier	4
I.2. Généralités sur la théiculture	5
I.2.1. Origines du thé.....	5
I.2.2. La culture du thé au Burundi	5
I.2.2.1. Introduction du thé au Burundi	5
I.2.2.2. Exigences écologiques et édaphiques et répartition de la théiculture au Burundi	6
I.2.3. Importance économique de la théiculture au Burundi	8
I.3. Principaux pays producteurs de thé.....	9
I.4. Principales étapes de la transformation du thé	10
I.5. Impact environnemental de la culture du thé et de son usinage	13
I.5.1. Culture et récolte du thé.....	14
I.5.2. Transformation et conditionnement.....	15
I.5.3. Transport et distribution.....	15
I.5.4. Consommation et gestion des déchets	16
I.6. Gestion durable des boisements	16
I.6.1. Mode de traitement.....	17
I.6.1.1. Entretien des boisements.....	17

=====	
I.6.1.2. Types de coupes dans une gestion durable des boisements	18
I.6.2. Durée de rotation	18
I.7. Processus de certification	18
I.7.1. Aspects considérées pour la certification.....	19
I.7.1.1. Gestion	19
I.7.1.2. Traçabilité	20
I.7.1.3. Prime	20
I.7.1.4. Agriculture	20
I.7.1.5. Social.....	21
I.7.1.6. Environnement.....	21
I.8. Quelques alternatives pour réduire la consommation de bois	23
I.8.1. Briquettes de biomasse	23
I.8.2. Sciure de bois.....	24
I.8.3. Energie solaire	25
I.8.4. Energie éolienne	25
I.8.5. Chaudières électriques	26
I.8.6. Biométhanisation	27
CHAPITRE II. MATERIELS ET METHODES.....	28
II.1. Milieu d’étude.....	28
II.1.1. Situation géographique.....	28
II.1.2. Relief	30
II.1.3. Le climat.....	30
II.1.4. Le sol	31
II.1.5. Flore et faune.....	32
II.2. Collecte des données.....	32
II.3. Traitement des données.....	33
CHAPITRE III. PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS	35
III.1. Présentation des résultats.....	35
III.1.1. Ressources en bois pour les usines étudiées	35
III.1.1.1. Boisements propres de l’usine de Tora.....	35
III.1.1.2. Boisements propres de l’usine à thé d’Ijenda.....	37
III.1.2. Gestion des boisements installés.....	39
III.1.2.1. Entretien des boisements installés	39
III.1.2.2. Types de coupes.....	39
III.1.2.3. Planification des coupes	40
III.1.3. Source de bois consommé.....	43

III.1.4. Evolution de la production du thé sec entre 2013 et 2024.....	46
III.1.5. Evolution de la quantité de bois consommé par les deux complexes théicoles....	46
III.1.5.1. Evolution de la quantité de bois consommé par tonne de thé sec	46
III.1.5.2. Evolution globale de la consommation de bois dans les deux usines à thé....	49
III.1.6. Projection des besoins en bois pour 5 ans et les superficies boisées nécessaires..	49
III.1.7. Alternatives pour réduire la consommation du bois.....	51
III.1.8. Apport des coques de noix de palmiste à la réduction du nombre de stères de bois utilisés	52
III.1.9. impact financier comparé de l'utilisation du bois et des noix de palmiste	53
III.2. Discussion des resultats	55
III.2.1. Autosuffisance en bois des deux usines	55
III.2.2. Effet de l'âge et de la qualité du bois sur la consommation	55
III.2.3. Limites de la gestion des boisements propres	56
III.2.4. Evolution de la production du thé sec entre 2013 et 2024.....	57
III.2.5. Apport et limites des coques de noix de palmiste	58
III.2.6. Applicabilité des alternatives énergétiques au contexte burundais	58
CONCLUSION ET SUGGESTIONS.....	62
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	65

=====

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Production mondiale du thé (en MT).....	9
Tableau 2 : Inventaire des boisements propres à l'OTB TORA	36
Tableau 3 : Inventaire des boisements propres à l'OTB IJENDA.....	38
Tableau 4 : Acroissement annuel moyen et cycle d'exploitation des boisements de l'OTB Tora.....	41
Tableau 5 : Acroissement annuel moyen et cycle d'exploitation des boisements de l'OTB Ijenda	43
Tableau 6 : Analyse comparative de la quantité de bois des boisements propres et de la quantité achetée par l'OTB TORA.....	44
Tableau 7 : Analyse comparative de la quantité de bois des boisements propres et de la quantité achetée à l'OTB IJENDA	44
Tableau 8 : Evolution globale de la consommation de bois dans les deux usines à thé	49
Tableau 9 : Estimation des volumes de bois et de la superficie à prévoir pour 5 ans.....	50
Tableau 10 : Boisements prêts pour la conversion pour l'usine à thé de Tora.....	51
Tableau 11 : Utilisation des coques de noix de palmiste à l'usine à thé d'Ijenda.....	52
Tableau 12 : Utilisation des coques de noix de palmiste à l'usine à thé de Tora.....	53
Tableau 13 : Impact des coques de noix de palmiste sur les coûts énergétiques liés au chauffage à l'usine à thé d'Ijenda.....	53
Tableau 14: Impact des coques de noix de palmiste sur les coûts énergétiques liés au chauffage à l'usine à thé de Tora	54

=====

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Description botanique du théier.....	4
Figure 2 : Territoire théicole burundais	7
Figure 3 : Structure du revenu végétal des ménages enquêtés dans le Mugamba sud	9
Figure 4: Pancarte pour l’interdiction de couper un arbre autochtone à l’usine à thé d’Ijenda	22
Figure 5 : Mesures de protection de l’environnement	23
Figure 6 : Brûleur Cyclone	25
Figure 7: Chaudière électrique pouvant être utilisée dans les usines à thé	27
Figure 8 : Carte illustrant la localisation géographique de la zone d’étude	29
Figure 9 : Boisement issu de la conversion du boisement Tora	35
Figure 10 : Exploitation en cours par coupe rase du boisement Gakarakara de l’usine à thé d’Ijenda	40
Figure 11 : Boisement de l’usine à thé d’Ijenda (Gikebuka I) peuplé de <i>Callitris</i>	45
Figure 12: Evolution de la production de thé sec entre 2013 et 2024	46
Figure 13 : Evolution de la consommation du bois par tonne de thé sec entre 2013 et 2024	47
Figure 14 : Stockage du bois pour la réduction de l’humidité à l’usine à thé de Tora	48
Figure 15 : Coques de noix de palmiste	52

SIGLES ET ABREVIATIONS

CRPF	:	Centre Régional de la propriété Forestière
CTA	:	Centre Technique de Coopération Agricole
HVC	:	Hautes Valeurs de Conservation
IGEBU	:	Institut Géographique du Burundi
INDACOM	:	Bureau d'Etude Industrielles, Agricoles et Commerciales
ISABU	:	Institut des Sciences Agronomiques du Burundi
MEAE	:	Ministère de l’Environnement, de l’Agriculture et de l’Elevage
MEEATU	:	Ministère de l’Eau, de l’Environnement, de l’Aménagement du Territoire et de l’Urbanisme
MEM	:	Ministère de l'Energie et Mines
MJ	:	Mégajoules
NITIDAE	:	Nouvelle Initiative pour le Développement et l’Agriculture Durable en Europe
OAG	:	Observatoire de l’Action Gouvernementale
OTB	:	Office du Thé du Burundi
REGIDESO	:	Régie de Production et de Distribution d'eau et d'électricité
Sw	:	Site web
UB	:	Université du Burundi

AVANT-PROPOS

La rédaction de ce mémoire, réalisé dans le cadre de l'obtention du diplôme de Master en Sciences et Gestion Intégrée de l'Environnement à l'Université du Burundi, constitue l'aboutissement d'un parcours académique enrichissant. Il est le fruit d'une immersion profonde dans les enjeux cruciaux de la filière théicole burundaise, un secteur pilier de notre économie nationale mais dont la durabilité est aujourd'hui confrontée au défi majeur de l'approvisionnement énergétique.

Ce travail de recherche, intitulé « *Problématique de l'approvisionnement en bois des usines à thé au Burundi et alternatives potentielles : Cas des complexes théicoles de TORA et IJENDA* », se veut une contribution pragmatique à la gestion durable des ressources forestières. Face à la pression croissante sur les boisements propres et à l'urgence environnementale, cette étude interroge nos modèles de consommation et explore les voies de transition vers des alternatives énergétiques viables.

Au-delà de l'analyse technique et statistique des données recueillies auprès des complexes de Tora et Ijenda, cette recherche est le reflet d'une conviction personnelle : la pérennité de l'industrie théicole au Burundi est intrinsèquement liée à notre capacité à innover dans la gestion de nos écosystèmes. Ce mémoire n'est pas seulement une analyse diagnostique ; il se propose également comme un levier de réflexion pour les décideurs, les gestionnaires et l'ensemble des acteurs de la filière, afin de concilier impératifs de production et protection de notre capital naturel.

En ouvrant ces pages, le lecteur découvrira une analyse rigoureuse des dynamiques forestières, un état des lieux de la consommation énergétique des usines et une évaluation des solutions de substitution. J'espère sincèrement que les résultats et les pistes de réflexion ici exposés contribueront, modestement mais sûrement, à orienter les futures stratégies de gestion durable au sein des complexes théicoles du pays.

0. INTRODUCTION GENERALE

0.1. Contexte et et problématique de l’étude

Le théier est originaire des montagnes du Yunnan et d’Asie du Sud-Est, il est maintenant cultivé sur tous les continents. Les pays asiatiques, berceaux de la plante, ne sont plus les premiers consommateurs de cette boisson, puisqu’on boit en Russie, en Turquie ou encore en Iran près de deux fois plus de thé par habitant qu’en Chine (Hurpeau, 2019).

A la fin de la deuxième guerre mondiale, les pays de l’ancien « East African Community », le Kenya, Tanzanie et Ouganda avaient réussi avec succès l’implantation de la culture du thé et le Burundi s’était lancé dans cette aventure depuis les années 30. Dès lors, le pays s’est engagé résolument en mettant en place des politiques agricoles favorables; la station expérimentale de Gisozi poursuit jusque-là des essais de comportement du théier. Cela a été fait le long des routes Ijenda, Gisozi, Mwaro et Tora. Ainsi, le premier projet théicole au Burundi a été lancé en Avril 1963 à Teza, un an après à Rwegura et en Novembre 1966 fut Tora (Nkunuzimana L& Akintore A., 2010).

Selon cette même source, d’autres régions comme Buhoro et zones d’action rurale (Muramvya, Ndora, Remera, Gisozi, Jenda, Butahana et Mabayi) furent visitées et expérimentées plus tard. L’objectif visé était de faire du thé une deuxième culture d’exportation après le café.

Le théier est à la base d’une filière stratégique pour le pays en termes de recettes d’exportation en devises : elle représentait en moyenne 17,4% de la valeur des exportations après le café (42,1%) en 2019 (OBR, 2019) cité par (Bitama, 2021).

FAOSTAT(2024) indique une production de 52047,44 tonnes de feuilles vertes de thé. La même année, le pays a exporté du thé pour 14 331 000 dollars, faisant du thé le deuxième produit exporté après le café (sw)¹.

Cependant, la production du thé peut avoir des impacts environnementaux significatifs, notamment sur les ressources forestières. En effet, la transformation de la feuille verte de thé au thé vendu sur le marché demande assez d’énergie calorifique fournie selon les cas par l’énergie hydro-électrique, le groupe électrogène et le bois.

¹ <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

=====

L'utilisation du bois comme source d'énergie entraîne le déboisement de plus grands espaces et a ainsi de lourdes conséquences sur les ressources forestières (Iradukunda, 2012).

L'utilisation du bois dans le processus de transformation du thé conduit à la déforestation à long terme dont les conséquences sont l'érosion, la sécheresse, la disparition de la faune et de la flore, l'insécurité alimentaire, etc. (Sabuhungu, 2016 ; FAO, 2017) cité par (Bitama, 2021).

Etant donné que les usines à thé consomment d'importantes quantités de bois et que les plantations de théier s'étendent progressivement au détriment des forêts environnantes (Bullock & Niyonkuru, 2009) , il devient essentiel d'évaluer la durabilité des approvisionnements en bois-énergie et d'explorer les alternatives possibles à l'utilisation du bois. C'est dans ce contexte que s'inscrit cette étude intitulée : **Problématique de l'approvisionnement en bois des usines à thé au Burundi et alternatives potentielles : *Cas des complexes théicoles de TORA et IJENDA***

0.2. Objectifs

Objectif global : Contribuer à la gestion durable des ressources forestières à travers l'analyse de l'utilisation du bois-énergie et des alternatives de réduction des quantités utilisées dans les usines à thé.

Objectifs spécifiques

Objectif spécifique 1 : inventorier les quantités de bois utilisées par les deux usines à thé de Tora et Ijenda sur une durée de 12 ans, de 2013 à 2024 selon la source d'approvisionnement.

Objectif spécifique 2 : Apprécier l'état d'aménagement des boisements propres aux usines étudiées, leurs compléments éventuels et les perspectives de gestion

Objectif spécifique 3 : Analyser les différentes sources d'énergie alternatives à l'utilisation du bois par les usines étudiées et leur applicabilité;

0.3. Hypothèses de recherche

H1 : La consommation du bois de l'usine dépasse la disponibilité des ressources forestières propres

H2 : La gestion des boisements propres des deux usines n'est pas durable

H3 : Il existe des solutions alternatives pour réduire l'utilisation du bois par les usines étudiées.

0.4. Articulation du travail

Ce travail est structuré en trois chapitres principaux :

- Le premier chapitre présente une revue de la littérature sur la culture du thé et son impact environnemental;
- Le deuxième chapitre décrit la méthodologie utilisée pour mener cette étude ;
- Le troisième chapitre présente et discute les résultats de l’étude.
- Une conclusion et quelques suggestions clôturent ce travail.

CHAPITRE I. REVUE DE LA LITTÉRATURE

I.1. Description botanique du théier

Parler de la description botanique du théier est pertinent dans le contexte de la présente étude parce qu'elle peut aider à identifier des alternatives au bois pour la production d'énergie, telles que l'utilisation des déchets de thé ou d'autres plantes ligneuses.

Beaucoup de gens pensent que le théier est un buisson, à cause de sa coupe rase pour faciliter la cueillette dans les plantations. Mais le théier est un arbre à part entière, pouvant atteindre, selon l'espèce, 5 à 15 mètres (Certains théiers sauvages du Yunnan ; province en Chine, ont près de 2000 ans et dépassent les 25m)(Alg & Populaire, 2019). La figure 1 illustre les principales parties de cette plante.

Nom scientifique: *Camellia sinensis*

Famille: Theaceae

Nom commun: thé, théier, cha, chai

Feuilles: couleur verte claire et brillante

Fleurs: parfumée, se présentant isolément ou en groupes de deux à quatre.

Fruits: de couleur brun-vert, contenant une à quatre graines sphériques ou aplaties.

Origine: Originale de l'Est, du Sud et sudest de l'Asie, mais il est aujourd'hui cultivée à travers le monde dans les régions tropicales et subtropicales.

fruit

Figure 1 : Description botanique du théier (Cnuced, 2016)

Alg & Populaire (2019) distinguent trois principales espèces de théiers :

- *Camellia Sinensis* var. *Sinensis* :le plus petit, même à l'état sauvage, sa taille ne dépasse pas les 5 mètres, avec des feuilles de 3 à 10 centimètres. Ce théier « type chinois » supporte des conditions plus rigoureuses et à été exporté au Japon, en Russie, Iran, Turquie, etc .
- *Camellia Sinensis* var. *Assamica* :Il est le plus grand, originaire de la région d'Assam en Inde, pouvant atteindre plus de 15 mètres à l'état sauvage et ses feuilles 20 cm. *Assamica* et ses hybrides sont plus adaptés aux plaines et aux régions de mousson .

- =====
- *Camellia Sinensis* var. *Cambodiensis* de taille intermédiaire entre le *Sinensis* et l'*Assamica*, il sert surtout à l'hybridation.

Son biotope d'origine correspondrait aux forêts de feuillus à feuilles persistantes d'altitude (Chen L. & al, 2012) cité par (Chanfreau, 2020).

I.2. Généralités sur la théiculture

I.2.1. Origines du thé

L'histoire du thé commence en Chine. Selon la légende, en 2737 avant Jésus Christ. La Chine est considérée comme le lieu d'origine de l'arbre à thé et le berceau des premiers jardins de thé. D'après la légende, l'empereur chinois Shen Nung était assis sous un arbre tandis que son serviteur faisait bouillir l'eau, lorsque des feuilles de l'arbre se sont envolées et déposées dans l'eau. Attiré par l'odeur agréable de l'infusion, Shen Nung, herboriste de renom, a décidé d'essayer l'infusion que son serviteur avait accidentellement créée. L'arbre était *Camellia Sinensis*, et la boisson obtenue était ce que nous appelons aujourd'hui le thé (Cnuced, 2016).

Selon cette même source, le premier recensement de la culture du thé en Afrique date de 1850. Cependant, l'industrie du thé s'est développé jusqu'au milieu du 20ème siècle. Maintenant, les plants de thé sont distribués dans le monde entier et sont commercialisés dans les régions climatiques tropicales, subtropicales et tempérées d'Asie, d'Afrique et l'Amérique du Sud, ainsi que dans un nombre de régions limitées en Amérique du Nord, en Australie et en Europe.

Le théier d'Assam, *Camellia sinensis* var. *Assamica* (cultivé au Burundi), est une plante originaire de la zone subtropicale (Inde) influencée par les climats de moussons. La nécessité de récolte des feuilles de cette plante entraîne des exigences climatiques comme l'humidité et la température relatives élevées (Ndayisaba, 2017).

I.2.2. La culture du thé au Burundi

I.2.2.1. Introduction du thé au Burundi

C'est en 1931 que les premiers théiers ont été introduits au Burundi, à la station de recherche agronomique de Gisozi. La culture du théier a été introduite au Burundi à la station de GISOZI en 1931. Il faudra toutefois attendre 1963 pour que la culture du thé se répande en dehors des centres de recherche.

Les conditions climatiques et les sols acides de Mugamba et du Mumirwa , à l'est et à l'ouest du pays, se sont avérés particulièrement propices à la production du thé (Sw)².

I.2.2.2. Exigences écologiques et édaphiques et répartition de la théiculture au Burundi

La culture du thé a ses exigences particulières en termes de climat et d'espace et elles doivent être prises en compte pour avoir un thé prêt à être transformé dans l'usine.

Les principales exigences sont notamment :

✓ **La pluviométrie:** il est généralement admis que 1150 et 1450 mm de pluies par an sont nécessaires pour autoriser la culture du théier. Ces précipitations doivent être réparties sur toute l'année et atteindre au moins 150 mm chaque mois pour produire de façon continue (FLEMAL,1986) cité par (Iradukunda, 2012).

La culture du théier (*Camellia sinensis*, var. *assamica*) exige 1 500 millimètres de pluie par an bien répartis, soit environ 125 millimètres par mois et une température moyenne annuelle comprise entre 20° et 25° (Capecchi, 1976).

La température de l'air: température de base de 10°C, inhibition de la croissance au-delà de 35°C et dommage en dessous de -10°C (Xu, 2014) cité par (Chanfreau, 2020).

L'humidité de l'air: le théier demande un environnement aérien humide. Un déficit élevé de saturation de l'air crée des conditions de stress hydrique même lorsque la capacité au champ est suffisante;

Le vent: la croissance des théiers sur les collines paraît meilleure sur les flancs qui sont à l'abri des vents;

Exigences édaphiques: Le théier exige des sols acides et des terroirs convenablement arrosés (Cnuced, 2016). Quant à la texture du sol, il préfère un sol limono-argileux, aéré et drainé (Xu, 2014) cité par Chanfreau (2020). Au Burundi, ces conditions sont réunies dans les régions naturelles du Mugamba et du Mumirwa, plus précisément sur les flancs Est et Ouest de la crête Zaïre-Nil (Nkunzimana et al., 2002).

Selon (Xu,2014) cité par Chanfreau (2020), le théier est une plante de semi-ombrage, une lumière diffuse est garante d'une teneur plus importante en sucre et composés aromatiques, d'où les cultures d'altitude où la nébulosité est plus grande.

² <https://burunditravel.bi/the-burundi/> consulté le 12/03/2026

La pente du terrain est de 0,5 à 10% idéalement mais possible jusqu'à 30%. La figure 2 montre le territoire théicole burundais.

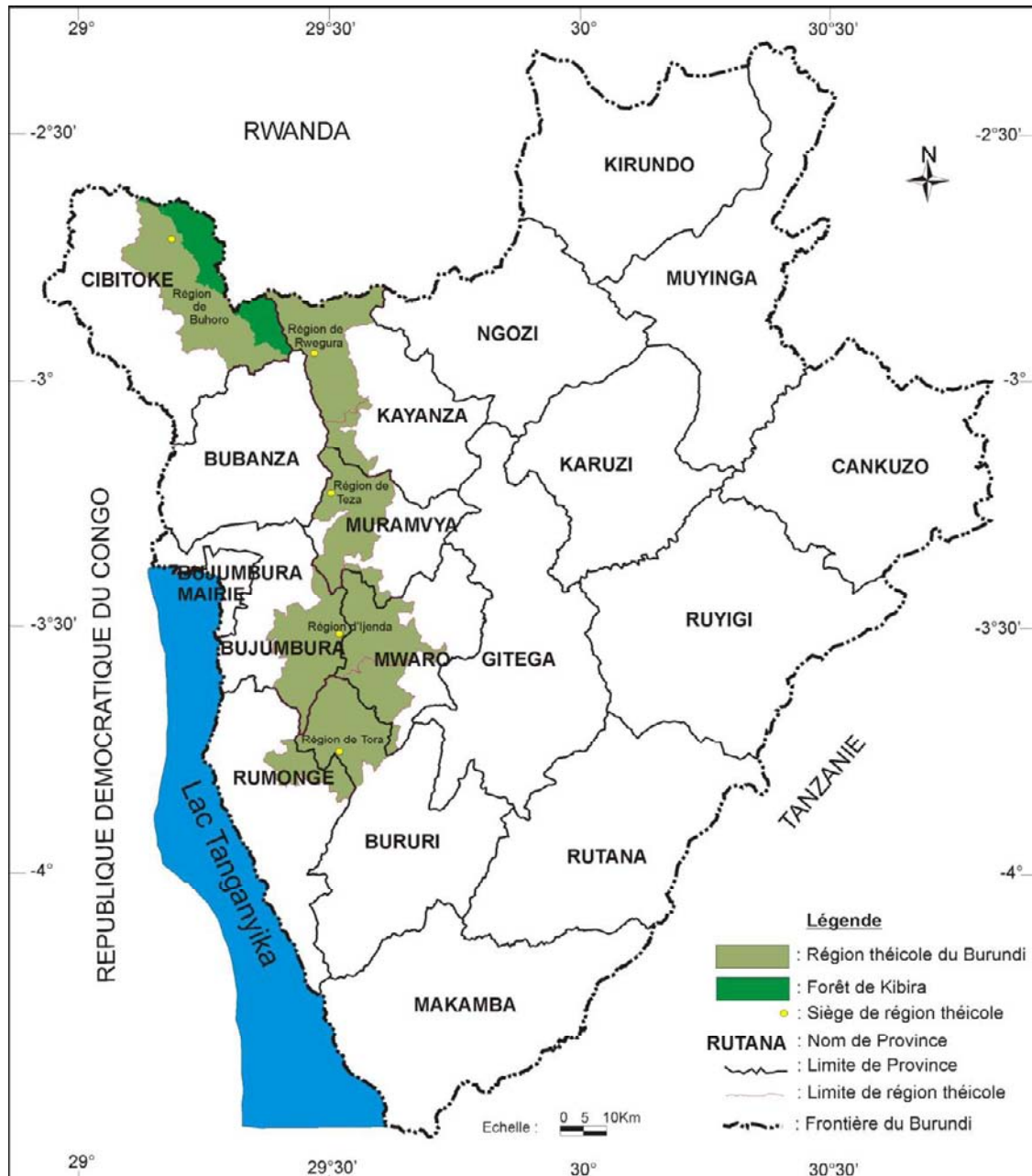


Figure 2 : Territoire théicole burundais (Ndayisaba, 2016)

I.2.3. Importance économique de la théiculture au Burundi

Au Burundi, le thé est la deuxième culture de rente et d'exportation, après le café et représente 13% de la valeur des exportations annuelles en moyenne. La filière thé constitue également une source de revenus pour près de 60 000 ménages ruraux et revêt une importance stratégique (Schuter & Ndimubandi, 2018).

De par son histoire, le thé a toujours servi les économies des Etats et celles des populations. Au Burundi, les recettes tirées de la vente du thé contribuent du point de vue économique, du haut sommet de l'Etat jusqu'aux ménages en passant par les caisses communales (Ndayisaba, 2017).

Selon ce même auteur, la création d'emplois, la monétarisation et le développement des échanges commerciaux contribuent aux mutations longues de l'économie rurale ainsi qu'à l'évolution du niveau et du style de vie des populations de la région d'Ijenda.

La théiculture qui est la principale culture de rente représente une importante source de revenus agricoles des ménages du Mugamba-sud. En effet, elle reste la première source de revenus agricoles avec une part de 54% des revenus agricoles. Les productions vivrières, les fourrages et les taillis de bois et de bambou ne contribuent qu'à hauteur de 46% du total des revenus agricoles (Prudence et al., 2005).

D'après Schuster & Ndimubandi (2018), le secteur théicole est un des secteurs poumons de l'économie burundaise. Outre l'apport de devises pour le pays, il représente le plus gros employeur du monde rural (plus de 1 000 employés permanents et 7 500 à 8 000 travailleurs journaliers dans la cueillette de la feuille verte, à l'usine, dans l'entretien des plantations théicoles, dans les pistes de communication et dans l'exploitation des boisements) et injecte une importante masse monétaire en milieu rural (plus de 13 milliards de FBU annuels pour la rémunération des théiculteurs pour la fourniture de la feuille verte; et 8 milliards pour la rémunération des travailleurs).

La figure 3 illustre la part du thé dans le revenu végétal des ménages dans le Mugamba sud.

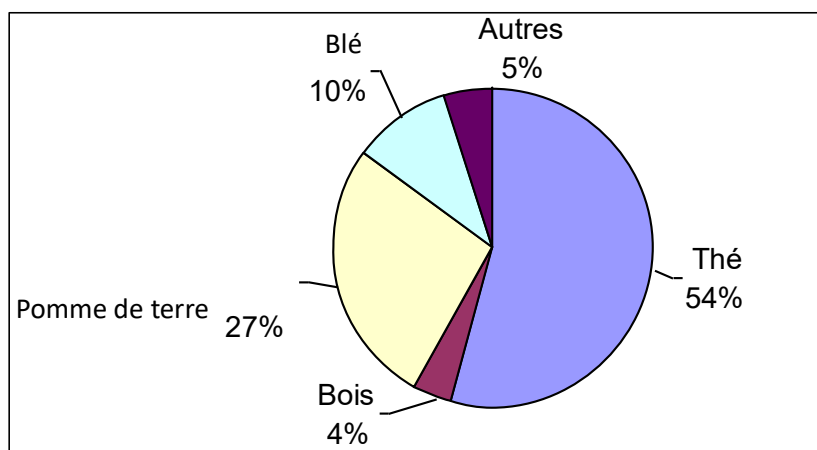


Figure 3 : Structure du revenu végétal des ménages enquêtés dans le Mugamba sud
(Prudence et al., 2005)

I.3. Principaux pays producteurs de thé

L'identification des principaux pays producteurs de thé dans le cadre de la présente étude nous aide à transposer des expériences en cherchant comment les solutions appliquées ailleurs puissent inspirer les usines à thé du Burundi face à leurs défis d'approvisionnement en bois.

Bien que la Chine et l'Inde soient les principaux producteurs de thé mondiaux, le Kenya se situe en troisième position et il est le plus important producteur de thé noir. Le Kenya joue aussi un rôle de premier plan dans les ventes aux enchères de thé d'Afrique de l'Est, même s'il est confronté à une concurrence croissante du Dubai Tea Trading Centre (DTTC) (CTA, 2013). Le tableau 1 suivant présente les principaux producteurs de thé de 2017 à 2021.

Tableau 1: Production mondiale du thé (en MT)

Pays	2017	2018	2019	2020	2021
Chine	2496	2610	2799	2986	3063
Inde	1322	1339	1390	1257	1343
Kenya	440	493	459	569	538
Sri Lanka	308	304	300	278	299
Vietnam	175	185	190	186	180
Indonésie	134	131	129	126	127
Autres	844	904	894	876	905
Total	5719	5966	6161	6278	6455

Source : (Sriram, 2023)

I.4. Principales étapes de la transformation du thé

La consommation du bois-énergie dans les usines à thé varie selon les étapes de production. Il est essentiel de détailler ces étapes et de préciser celle qui en consomme le plus.

La première étape consiste à la réception des feuilles vertes de thé. Les feuilles arrivant dans l'usine sont pesées sur un pont bascule, puis déchargées sur une aire de réception. Elles sont ensuite déposées sur des bâcles triangulaires suspendues à un monorail qui les conduit dans la salle de flétrissage. Lorsque les feuilles sont transportées dans des sacs à larges mailles, ceux-ci sont directement accrochés au monorail. A l'arrivée de la matière première à l'usine, une vérification de la qualité de la feuille est de rigueur. Les feuilles doivent être dans de bonnes conditions de transport, subir moins de manipulations et donc moins brisées, sans corps étrangers comme la terre, le sable, morceaux des habits, papiers, etc.

Selon Nkunuzimana L& Akintore A.(2010), pour arriver à mettre sur le marché le thé comme produit fini, il y a des étapes à franchir; il s'agit en effet du flétrissage, oxydation, séchage et emballage.

Bien que le procédé soit relativement simple, chaque étape doit être contrôlée attentivement pour obtenir un goût et une saveur de qualité.

✓ Le flétrissage

L'objectif du flétrissage est de réduire l'humidité dans la feuille de thé de 70% (varie en fonction des régions). Le thé est disposé sur une maille en fer. L'air passe donc à travers le thé supprimant ainsi l'humidité de manière uniforme. Ce procédé prend entre 12 et 17 heures. A la fin de ce temps, la feuille est molle et pliable et pourra être bien roulée. (Nkunuzimana L& Akintore A.(2010).

Les feuilles fraîchement cueillies sont étalées sur des plateaux, des toiles, ou des treillis métalliques en couches de 15 cm. Un dispositif de ventilation aspire l'air à travers les feuilles, les privant d'un certain taux d'humidité. Ces appareils sont appelés « flétrissoirs », fonctionnant à une température de 26 °C. D'autres enceintes sont constituées de plateaux séparés de 20 cm, sur lesquels on étale les feuilles de thé, en faisant circuler l'air produit par un système de ventilation (Alg & Populaire, 2019).

=====

Selon toujours ces auteurs, la durée du flétrissage dépend des variétés du thé, s'étendant de 6 à 24 heures et conférant à l'infuser un arôme plus ou moins mordant en fonction du taux d'humidité résiduelle. On qualifie de medium withering ou flétrissage moyen un taux idéal d'humidité résiduelle de 50% . Le flétrissage produit des feuilles de thé souples, partiellement sèches et à poids réduit. D'autre part, la libération de composés volatils confère une odeur de pomme aux feuilles de thé.

Le flétrissage est considéré comme terminé lorsque les feuilles de thé atteignent une teneur en eau de 2,5 à 3% grâce à un chauffage à 110-140°C (Asnawi et al., 2025).

✓ **Le roulage**

Une déshydratation adéquate est nécessaire pour effectuer un roulage efficace, en trois à cinq étapes d'une dizaine de minutes. Ainsi le roulage s'effectue pendant 30 à 40 minutes, pouvant être répété plusieurs fois dans le but d'augmenter la quantité d'huiles essentielles pour accentuer la force du thé (Alg & Populaire, 2019).

Le thé est placé dans une machine à rouler, qui tourne horizontalement sur une table roulante. Cette action est créée par le tournage des feuilles de thé sèches. Pendant le roulage, les feuilles sont cassées, ce qui enclenche le troisième procédé. Contrairement au roulage traditionnel et plus doux, 2 autres méthodes sont utilisées pour la production de thé noir afin d'obtenir une meilleure finesse à la fin du processus, par exemple, le fanage et le stade poussière. Ces thés sont habituellement destinés pour la production de thé en sachet (Nkunzimana L& Akintore A.(2010).

✓ **La méthode de production CTC :**

CTC signifie l'écrasement (Crushing), le déchirement (Tearing) et l'enroulement (curling). La feuille blanchie à l'étape de flétrissage est souvent coupée de manière uniforme par une machine. Ainsi, les feuilles sont ingérées par la machine CTC où elles sont écrasées, déchirées et enroulées en une seule opération par un rouleau en métal. La sève extraite est collectée et ajoutée aux feuilles. Les feuilles écrasées sont ainsi oxydées, séchées et triées. La méthode CTC est principalement utilisée dans les régions de l'Inde.

=====

✓ **La méthode LTP :**

La troisième méthode de production du thé noir est la méthode LTP, nommée d'après l'inventeur de la machine, le «Lawrie Tea Processor », Dans cette méthode, les feuilles blanchies sont souvent nivelées avant d'être traitées dans la machine LTP. Ici, il y a une déchirure en morceaux par des pales rotatives à haute vitesse. Cela est suivi d'une oxydation habituelle, d'un séchage et d'un tri.

✓ **L'Oxydation (fermentation)**

Une fois le roulage terminé, le thé est alors mis en rangée ou disposé sur une table où des enzymes des feuilles de thé viennent en contact avec l'air et commence à s'oxyder. Cela crée une saveur, une couleur et une force au thé. C'est pendant ce procédé que la feuille de thé passe du vert, au marron clair, puis au marron foncé, et cela se déroule à 26°C.

Cette étape est critique pour obtenir la saveur finale du thé, s'il reste trop longtemps la saveur sera dénaturée. L'oxydation peut durer de 30 minutes à 2 heures.

Ce procédé est vérifié constamment avec l'utilisation d'un thermomètre tout au long des années d'expérience. Le thé ainsi peut passer au stade final de séchage.

Plus longue sera l'oxydation, plus le thé sera noir. Les thés verts ne sont pas oxydés ou alors pendant une courte période.

Souvent, cette étape est comparée à la fermentation. Toutefois, la fermentation nécessite l'utilisation de micro-organismes (bactéries, moisissures, levures, tel que les levures de panification ou les levures de bières), ce qui n'est en aucun cas le cas pour la fermentation du thé. La fermentation du thé est un procédé d'oxydation chimique.

✓ **Le séchage**

Le séchage du thé est une étape cruciale dans le processus de production du thé, visant à réduire la teneur en eau pour assurer la longévité du thé et maintenir sa qualité pendant le stockage (Ulandari et al., 2019) in (Asnawi et al., 2025).

Pour stopper l'oxydation, le thé est passé dans un sécheur à air chaud. Cela réduit l'humidité totale en dessous de 3% et stoppe les enzymes. L'oxydation sera stoppée par ce procédé, et désormais le thé sec est prêt à être trié en différentes catégories avant d'être emballé.

=====

Selon Jayah (2002), les étapes de transformation du thé qui nécessitent de l'énergie thermique sont principalement le flétrissage et le séchage, tandis que les autres étapes utilisent l'énergie électrique. Le séchage est l'étape qui consomme plus d'énergie, suivi du flétrissage. La consommation moyenne d'énergie dans le processus de séchage est de 13 à 13,7 MJ et le processus de flétrissage consomme 9 MJ par kilogramme de thé produit, soit un total d'énergie thermique de 22 à 22,7 MJ.

✓ **L'emballage**

Le thé est normalement emballé dans de larges boîtes en bois et exportés. Il peut de plus être emballé dans de plus petits emballages, sachets de thé, etc.

I.5. Impact environnemental de la culture du thé et de son usinage

La culture du thé et son usinage ont des impacts environnementaux significatifs qui sont souvent négligés. L'utilisation massive de bois pour le séchage et la transformation du thé contribue à la déforestation et à la dégradation des écosystèmes forestiers. De plus, les pratiques agricoles intensives liées à la culture du thé peuvent entraîner la pollution des sols et des eaux, ainsi que la perte de biodiversité.

Dans le contexte de la présente étude, il est essentiel de prendre en compte ces impacts environnementaux pour identifier des alternatives durables et réduire les pressions sur les ressources forestières. Il est donc crucial d'intégrer une approche environnementale dans la gestion de la chaîne de production du thé pour assurer une production plus durable et responsable.

Selon (sw)³, la culture du thé comprend plusieurs étapes, de la culture des plants de théier à la transformation des feuilles en produits finis. Chaque étape de ce processus a un impact sur l'environnement. Les plantations de thé peuvent contribuer à la déforestation et à la perte des habitats naturels, tandis que les procédés de transformation peuvent générer des déchets et des émissions polluantes.

³ <https://www.teacosy.fr/limpact-environnemental-de-lindustrie-du-the/>

=====

Selon (Sw)⁴, la production de thé peut être divisée en plusieurs étapes, chacune ayant un impact environnemental différent :

1. Culture et récolte du thé
2. Transformation et conditionnement
3. Transport et distribution
4. Consommation et gestion des déchets

I.5.1. Culture et récolte du thé

La première étape, la culture et la récolte du thé, engendre plusieurs problèmes environnementaux tels que :

✓ **Déforestation** : la plantation de thé nécessite énormément d'espace, ce qui entraîne une déforestation massive et la destruction d'écosystèmes naturels. De plus, en raison de la croissance rapide de la demande mondiale de thé, les producteurs sont incités à étendre leurs plantations, amplifiant ainsi ce phénomène.

✓ **Utilisation de pesticides** : pour protéger les cultures contre les parasites et maladies, les producteurs de thé ont recours à une grande quantité de pesticides chimiques. Ces produits sont non seulement nocifs pour l'environnement, mais aussi pour les travailleurs et les consommateurs.

Les producteurs de thé ont souvent recours à des intrants chimiques pour maintenir des rendements élevés, mais cette pratique présente des risques importants pour l'environnement, les cultures et la sécurité publique. Elle peut entraîner des problèmes tels que l'érosion et l'acidification des sols, la présence de résidus de pesticides, la perte de carbone organique du sol et, en définitive, la perte de biodiversité (Chen et al., 2022) cité par (Aditya et al., 2023).

Les pesticides et herbicides détruisent la pollinisation, appauvrissent le sol et présente des effets négatifs sur la santé des consommateurs. En effet, faudrait-il savoir que le thé n'est lavé à aucun moment durant tout le processus de sa production, de telles sortes que l'infusion de ses feuilles peut contenir de dangereux résidus des produits phytosanitaires employés pour le développement du théier (Nkunzimana L& Akintore A.,2010).

⁴ <https://www.septimealamaison.fr/quel-est-limpact-environnemental-du-the/> consulté le 28/7/2025 à 16h50

=====

Pour atténuer ces risques, l'application de pratiques agricoles modernes, notamment le travail de conservation du sol, l'application de biocharbon et la gestion des sols et des nutriments, devient cruciale pour maintenir un puits de carbone zéro et préserver la biodiversité des sols (Aditya et al., 2023).

Consommation d'eau : la culture du thé nécessite une importante quantité d'eau. Selon Capecchi (1976), le théier exige 1 500 millimètres de pluie par an bien répartis, soit environ 125 millimètres par mois.

I.5.2. Transformation et conditionnement

La transformation du thé, qui comprend le séchage, la fermentation, la torréfaction et le broyage des feuilles, ainsi que le conditionnement, engendre également un certain impact environnemental:

✓ **Consommation du bois:** lors du processus de fletrissage et du séchage du thé, il y a consommation d'énormes quantités de bois. Iradukunda (2012) a constaté que la consommation de bois pour le traitement du thé est en moyenne de 5 stères par tonne de thé sec.

✓ **Émissions de gaz à effet de serre:** les processus de séchage et de torréfaction requièrent une grande quantité d'énergie, souvent produite par l'utilisation de combustibles fossiles. Les émissions de CO₂ générées contribuent ainsi au réchauffement climatique.

Cependant, Adem et al., (2022) soulignent que le bilan carbone est nul pour la combustion du bois. Ce principe de neutralité carbone des émissions de combustion du bois est basé sur un équilibre entre les émissions de CO₂ engendrées par la combustion du bois et les quantités de CO₂ absorbées lors de la croissance des arbres.

La présente étude se concentrant sur l'usage du bois comme combustible, l'évaluation des émissions de CO₂ dégagé par la combustion du bois s'avère peu pertinente, le bilan carbone de la combustion du bois étant neutre.

✓ **Gestion des déchets :** la production de thé génère une grande quantité de déchets, notamment des résidus de feuilles et des emballages plastiques. Ces déchets peuvent polluer l'environnement s'ils ne sont pas correctement gérés et recyclés.

I.5.3. Transport et distribution

Selon Nkunuzimana & Akintore.(2010),la consommation du carburant est aussi une fonction caractéristique des complexes théicoles. Durant tous le processus de production du thé sec, il y

=====

a une consommation non négligeable du gasoil et/ou de l'essence et selon la nature et la puissance des machines utilisées dans le transport de la feuille verte et dans le chauffage pour sa transformation.

Le transport du thé, depuis les zones de production jusqu'aux lieux de consommation, a également un impact environnemental non négligeable :

- ✓ **Emissions de CO₂** : le transport maritime, aérien et routier du thé génère des émissions de gaz à effet de serre, contribuant ainsi au réchauffement climatique.
- ✓ **Consommation d'énergie** : le transport et la distribution du thé nécessitent une importante consommation d'énergie, généralement issue de sources non renouvelables.

I.5.4. Consommation et gestion des déchets

La consommation de thé et la gestion des déchets liés à cette boisson ont également un impact sur l'environnement :

- ✓ **Utilisation de sachets de thé jetables** : nombreux sont les consommateurs qui utilisent des sachets de thé jetables, souvent composés de matières plastiques. Ces sachets engendrent une pollution plastique et peuvent mettre plusieurs centaines d'années à se dégrader.

La présente étude se limite à analyser l'impact environnemental uniquement sur les ressources forestières.

I.6. Gestion durable des boisements

Etudier la gestion des boisements d'une usine à thé est crucial pour évaluer la durabilité de l'approvisionnement en bois énergie et comprendre si les boisements actuels peuvent répondre aux besoins à long terme de l'usine.

L'aménagement forestier durable peut se définir comme étant l'aménagement des forêts permanentes en vue d'objectifs clairement définis concernant la production soutenue de biens et services désirés sans porter atteinte à leur valeur intrinsèque ni compromettre leur productivité future et sans susciter d'effets indésirables sur l'environnement physique et social (Sw)⁵.

⁵ <http://sodefor.net/gestion-durable/> consulté le 5/1/2026 à 11h11 minutes

=====

Selon cette même source, une gestion efficace des boisements nécessite de prendre en compte leur âge, notamment pour planifier les coupes et de gérer leur régénération, en anticipant les interventions nécessaires pour assurer la continuité de la production forestière.

I.6.1. Mode de traitement

Au Burundi, ce sont les boisements d'eucalyptus qui sont utilisés par les usines à thé. Ils peuvent être traités en futaie, en taillis sous futaie ou en taillis simple, ce régime étant le plus communément employé dans le monde.

D'après Trouvilliez et *al.* (1987), le traitement en taillis simple semble être le plus intéressant au Burundi. Il fournit une production ligneuse maximale et répond aux besoins immédiats des populations rurales et des petits propriétaires (bois de chauffage et bois de service). Il est plus facile à appliquer et ne nécessite pas l'emploi d'une main d'oeuvre forestière qualifiée. Son principal défaut est cependant d'entraîner une dégradation rapide des sols fragiles lorsqu'aucune précaution n'est prise.

I.6.1.1. Entretien des boisements

L'entretien des boisements est important car il maintient la santé et la productivité des arbres en éliminant les arbres morts ou malades, en favorisant la croissance des jeunes plants et en prévenant les maladies et les insectes nuisibles.

Voici les soins qui doivent être administrés aux boisements :

- **Nettoyage, pare-feu**

Nettoyer aux alentours des plants et si possible, mettre en place un pare-feu.

- **Dépressage (tous les régimes)**

Enlever directement les jeunes arbres présentant des signes de vulnérabilité et mal formation (courbés, fourchus, beaucoup de branches, maladies...) pour garantir une parcelle saine. Ce soin intervient à la deuxième année.

- **Amélioration et réduction des rejets de souche (pour les espèces qui rejettent de souches)**

Cette étape consiste au renouvellement et entretiens des rejets de souches (eucalyptus, grevillea robusta, certaines espèces d'acacia). Le but est d'avoir des rejets de bonne qualité. La

=====
première intervention se fait 1 an et demi après la coupe, éliminer la moitié des rejets de souche et la deuxième intervention une année après la 1ère intervention. On ne laisse que 3 rejets en bonne croissance.

I.6.1.2. Types de coupes dans une gestion durable des boisements

Selon (Sw)⁶, les types de coupes pour une gestion durable sont les coupes partielles. Celles-ci jouent un rôle central dans une sylviculture durable et respectueuse des écosystèmes, à l'inverse des coupes rases qui mettent à nu des parcelles entières. Réalisées de manière maîtrisée, elles permettent d'accompagner la croissance des peuplements, de maintenir la diversité et d'assurer la résilience des forêts face aux aléas climatiques.

Une coupe partielle consiste à prélever seulement une partie des arbres d'une parcelle forestière, contrairement à une coupe rase, qui supprime la totalité du peuplement. Dans une logique de sylviculture durable, aussi appelée sylviculture mélangée à couvert continu, on évite de pratiquer la coupe rase.

I.6.2. Durée de rotation

Dans la plupart des plantations d'Eucalyptus traitées en taillis, le peuplement initial (c'est-à-dire issu des plants de pépinière) est coupé à l'âge de six à dix ans. Le taillis est ensuite exploité à intervalle de cinq à dix ans, ce qui assure au moins deux coupes satisfaisantes en plus de la coupe du peuplement de départ. Pour certaines espèces d'Eucalyptus, la première révolution de taillis donnerait des rendements sensiblement plus élevés que ceux de révolution initiale. La diminution progressive de la production généralement observée lors des révolutions suivantes serait due à la mortalité des souches plutôt qu'à une perte de vigueur des souches vivantes (FAO, 1982) in (Trouvilliez et *al.*, 1987).

D'après NITIDAE (2018), pour la production du bois de chauffe, le cycle d'exploitation est de 5 à 10 ans.

I.7. Processus de certification

Afin de rendre le thé burundais compétitif au marché international, les usines de l'OTB doivent posséder un certificat de Rainforest Alliance. Cette dernière est une ONG utilisant l'influence

⁶ <https://ecotree.green/blog/pourquoi-faire-des-coupes-partielles-dans-les-forets> consulté le 24/01/2026

=====

sociale et du marché pour protéger la nature et améliorer les vies des agriculteurs et des communautés forestières.

A l'OTB Tora, le processus de certification a démarré à partir de l'année 2013 et à l'OTB Ijenda en 2012. D'après les chargés de ce processus de certification, les usines l'ont adopté principalement pour répondre aux exigences des marchés. Et du coup, ça leur a permis de diversifier leurs marchés plus facilement.

Le certificat a une validité de trois ans. Pour être certifiée, l'usine doit respecter les normes imposées par Rain Forest Alliance. Après chaque année, il y a un audit de surveillance.

I.7.1. Aspects considérées pour la certification

Selon le guide de Rainforest Alliance version 1-4, 2025, l'usine doit être évaluée sur 6 aspects : Gestion ; Traçabilité ; Prime ; Agriculture ; Social et Environnement.

I.7.1.1. Gestion

L'objet de cet aspect est de voir si les exploitations agricoles certifiées sont gérées de manière efficace, transparente, ouverte et économiquement viable. À cette fin, il est nécessaire que les exploitations agricoles et les groupes mettent en œuvre un système de gestion et de planification intégré, comportant des processus et des mécanismes d'amélioration continue.

La qualité des systèmes de planification et de gestion contribue à la productivité et à l'efficacité des exploitations agricoles, tout en réduisant l'impact environnemental grâce à une meilleure utilisation des terres, de l'eau, des engrais et des pesticides.

D'après les entretiens avec les chargés de certification, le processus commence par une formation de certains membres du personnel de l'usine qui, ensuite forment les théiculteurs aux normes d'agriculture durable. Ensuite, les auditeurs de Rain Forest Alliance viennent vérifier sur place si les formations ont porté leurs fruits. Ils rencontrent un échantillon d'agriculteurs tirés au sort pour voir s'ils ont bien suivi la formation, et ils inspectent leurs champs pour s'assurer que tout est en ordre.

Ils vérifient surtout si les normes d'agriculture durable sont appliquées, notamment la mise en place et l'entretien des courbes de fossés antiérosifs; le respect des écartements entre les plants de théier ; les bonnes pratiques de cueillette ; la protection contre l'érosion ; l'utilisation d'engrais avec des doses normées, les techniques de taille et de paillage et tous les soins

=====

nécessaires pour une culture durable du thé. Au cas où ils soulèvent des non conformités, ils les présentent à l'usine pour les lever.

I.7.1.2. Traçabilité

Le but de ce programme de certification pour l'agriculture durable est de garantir la crédibilité et convaincre les utilisateurs que les produits certifiés sont produits conformément à la norme. Il faut pour ce faire mettre en place un système à la fois fiable et transparent capable de suivre les produits depuis l'exploitation agricole jusqu'au revendeur en passant par chaque maillon de la chaîne d'approvisionnement.

Selon les chargés de certification au sein des deux usines, tous les intrants utilisés et toutes les productions des agriculteurs certifiés doivent être enregistrées et datées, les poids sont pesés au niveau des usines.

I.7.1.3. Prime

Rainforest Alliance vise à ce que la durabilité soit la norme dans les secteurs dans lesquels elle opère.

Une transformation fondamentale des principes de fonctionnement de la chaîne d'approvisionnement est nécessaire pour passer à un système où la durabilité dans la production agricole est valorisée et tarifée comme un service matériel. Les coûts liés à l'amélioration des pratiques durables au niveau de la production sont partagés par le marché et les agriculteurs.

Les responsables des deux usines affirment que la certification a apporté un gain significatif, avec une augmentation du prix du kilogramme de thé vert, passant de 140F en 2012 à 500 Fen 2025, ce qui représente une augmentation annuelle de 19%.

I.7.1.4. Agriculture

Les exigences encouragent les pratiques spécifiques au contexte et adaptées localement afin de garantir l'utilisation efficace des intrants et des ressources naturelles, l'optimisation des cycles naturels afin d'augmenter la résilience au changement climatique, l'amélioration de la santé et de la fertilité du sol, l'attraction des pollinisateurs, l'amélioration de la gestion et de la récupération des eaux, ainsi que la réduction du recours aux pesticides et des effets négatifs sur l'environnement.

D'après les chargés de certification au niveau de ces deux usines, l'utilisation des pesticides est limitée aux pépinières. Les engrais doivent être appliquées selon les normes précises et des

=====

doses réglementaires. Pour la récupération des eaux de pluie, une formation est dispensée sur l'utilisation des citernes, mais celles-ci ne sont pas fournies, seuls ceux qui ont les moyens les utilisent.

Enfin, la rentabilité des cultures est renforcée par les pratiques post-récoltes, où les exploitations agricoles et les groupes parviennent à améliorer la qualité des récoltes pour répondre à la demande du marché.

Pour répondre aux exigences de la certification, les chargés de certification ont notifié que la récolte du thé vert doit respecter des normes strictes, et les méthodes d'emballage sont bien définies, ce qui contribuera à produire un thé sec de qualité.

La mise en œuvre des exigences énoncées dans le présent chapitre constitue la base d'activités plus larges en matière d'agriculture durable. Associées à d'autres domaines, marchés et interventions de plaidoyer, ces exigences ont la capacité de générer des impacts au niveau des secteurs et des régions.

I.7.1.5. Social

Ce volet social vise à donner aux producteurs et aux travailleurs les moyens d'améliorer leurs conditions de travail et de vie, à promouvoir l'égalité et le respect pour tous, en accordant une attention particulière aux groupes vulnérables tels que les migrants, les enfants, les jeunes et les femmes, et à renforcer la protection des droits de l'homme et des droits du travail dans les exploitations agricoles certifiées.

D'après les chargés de la certification, les travailleurs migrants, notamment les cueilleurs de thé vert, sont logés et nourris par l'usine. Pour les femmes allaitantes, si elles viennent avec les enfants, une salle d'attente et une garde d'enfants sont prévues. Notons aussi que les enfants mineurs ne sont pas autorisés de travailler dans les usines à thé.

I.7.1.6. Environnement

L'agriculture peut avoir un impact positif ou négatif sur l'environnement naturel, en fonction de sa gestion. Cet aspect a beaucoup retenu notre attention car il est intrinsèquement lié à notre sujet de travail. Selon les responsables du service de certification dans les deux complexes théicoles, dans le volet environnement, l'obtention du certificat de Rainforest Alliance nécessite le respect strict des mesures suivantes :

- =====
- *Préservation des écosystèmes naturels* : éviter d'envahir les forêts et autres écosystèmes naturels, et sauvegarder les espèces végétales autochtones. La figure 4 illustre comment sont respectées les essences autochtones .



Figure 4: Pancarte pour l'interdiction de couper un arbre autochtone à l'usine à thé d'Ijenda (photo prise le 24 décembre 2025)

- *Protection de la biodiversité* : éviter la chasse et prendre des mesures pour protéger les espèces locales
- *Gestion durable des ressources en eau* : il est préconisé aux théiculteurs de ces deux usines les mesures suivantes :
 - ✓ Ne pas cultiver jusqu'aux berges des rivières et planter du penissetum pour protéger les écosystèmes aquatiques contre la pollution comme l'illustre la figure 5; qui montre la fosse de retenue des eaux de pluie construite par l'OTB.
 - ✓ Eviter de se laver ou de laver les habits dans la rivière pour prévenir le déversement du savon et protéger la biodiversité aquatique ;
 - ✓ Conserver les eaux usées en les traitant dans des bassins appropriés
- *Gestion des déchets* : disposer de deux fosses distinctes pour le dépôt des déchets, l'une pour les déchets organiques biodégradables et l'autre pour les non biodégradables.

- =====
- *Stockage sécurisé des pesticides* : conserver les pesticides dans un endroit sûr et approprié pour éviter les risques de contamination et d'exposition.
 - *Disposer un équipement de protection individuelle* : acheter et utiliser la tenue appropriée pour les travaux de pulvérisation des pesticides. Cette tenue est utilisée par le personnel chargé de ces activités, engagé par l'usine, notamment dans les pépinières.



Figure 5 : Mesures de protection de l'environnement (A: protection des ruisseaux, B: Fosses de retenue des eaux de pluie)

Source : OTB Tora, 2024

I.8. Quelques alternatives pour réduire la consommation de bois

Il est essentiel de chercher d'autres options que le bois pour alimenter les usines à thé, afin d'assurer leur approvisionnement énergétique sur le long terme tout en trouvant les solutions les plus rentables. Nous allons présenter ci-dessous quelques options déjà testées dans certains pays.

I.8.1. Briquettes de biomasse

Les briquettes énergétiques sont des briquettes constituées de biomasse carbonisée et mélangée à un liant (mixture à base de la farine de manioc), qui sont ensuite compressées puis séchées au soleil. Ces briquettes, dépendamment de la biomasse de base, ont un pouvoir calorifique variable, mais non négligeable. Elles remplacent ainsi le bois énergie comme combustible de cuisson (Racicot, 2011).

Dans ce contexte, l'usine à thé de Makomboki au Kenya est l'une des pionnières dans l'utilisation de combustibles alternatifs, notamment des briquettes de bagasse de canne à sucre,

=====

des feuilles d'ananas et de sciure de bois pour diminuer la consommation de bois de feu (Paper, 2020).

La paille de riz, les cabosses de cacao, des résidus de café, d'arachides, de noix de coco, de papier et de jatropha peuvent aussi être utilisés. Le papier usé est d'abord collecté et déchiqueté. Puis, il subit une période de trempage. Il sera ensuite pressé dans la forme voulue. Enfin, une période de séchage suivra afin d'extraire l'eau qui n'aura pas été éliminée au pressage (Racicot, 2011).

Les résidus de maïs et les tiges de manioc présentent des propriétés intéressantes pour la combustion (Report et al., 2021).

I.8.2. Sciure de bois

Une étude visant à explorer l'utilisation de l'énergie issue des déchets de biomasse de sciure de bois comme combustible pour sécher les feuilles de thé grâce à un brûleur cyclone, a été menée en Inde. Ce type de brûleur est conçu pour transformer la biomasse en énergie thermique (Choe, 2021) cité par Asnawi et al. (2025). Cet outil est essentiel dans l'industrie de transformation du thé car son énergie thermique peut réduire efficacement la teneur en humidité des feuilles de thé après flétrissement.

Le fonctionnement de ce brûleur cyclone est illustré par la figure 6.



Figure 6 : Brûleur Cyclone (Monika & Suprato,2011)**I.8.3. Energie solaire**

Dans certains pays producteurs de thé comme la Malaisie et le Sri Lanka, des études ont été menées sur l'utilisation de systèmes solaires pour le flétrissage et le séchage des feuilles de thé.

Les résultats de ces études ont indiqué que l'utilisation de l'énergie solaire permettrait d'économiser une grande quantité de combustibles conventionnels (Koneswaramoorthy et al., 2004 ; Yahya et al., 2005) cité par Kumari et al.(2021).

Plusieurs études ont été menées pour évaluer la pertinence technique de l'énergie solaire pour la transformation du thé. Une étude réalisée par le Programme énergétique Pays-Bas-Sri Lanka a démontré qu'une production d'énergie thermique de 5 250 MJ/jour, grâce à 700 m² de capteurs solaires générant une température de 70 °C à partir d'un rayonnement de 15 MJ/m²/jour, est possible au Sri Lanka (Meel, 1988)cité par Jayah (2002).

D'après le même auteur, cette étude reposait sur des rendements de 50 % pour les capteurs et de 80 % pour le système de stockage. Le coût du système s'élevait à 185 USD/m² de surface de capteurs.

Millin (1993) cité par Jayah (2002) a parlé d'une autre étude similaire, menée par une grande entreprise internationale de construction, qui a montré que 69 % des besoins en énergie thermique pour la transformation du thé au Sri Lanka pourraient être couverts par l'énergie solaire.

Ils ont démontré qu'une surface de captation de 280 m² serait nécessaire pour un séchoir unique capable d'extraire 185 kg d'eau par heure afin de produire 100 kg de thé par heure, avec une teneur en humidité initiale de 66 % (base humide). Le coût du système s'élevait à 135 \$US/m² de surface de captation et le coût du cycle de vie de la production d'énergie thermique à 5,6 \$US/GJ.

I.8.4. Energie éolienne

L'énergie éolienne est la technologie d'énergie renouvelable la plus aboutie actuellement disponible et est utilisée pour produire de l'énergie mécanique et électrique. Les besoins

=====
quotidiens en énergie électrique d'une usine produisant 2 000 kg de thé sont de 1 520 kWh (Jayah, 2002).

Selon Krohn (1997) cité par Jayah (2002), une éolienne moderne, avec un rotor de 43 m de diamètre et un générateur de 700 kW, est capable de fournir en moyenne 1 600 kWh/jour pour une vitesse de vent moyenne de 4,5 m/s. Le coût d'un tel système serait de 300 000 dollars américains, hors installation. Par conséquent, le coût élevé des éoliennes risque de les rendre peu attractives pour les industries locales du thé, à moins d'accorder des incitations spécifiques. Les éoliennes sont normalement conçues pour produire de l'électricité.

I.8.5. Chaudières électriques

L'utilisation des chaudières électriques dans l'usinage du thé présente plusieurs avantages notamment le rendement énergétique élevé avec conversion de près de 99% de l'énergie électrique en chaleur, ce qui en fait l'un des modèles les plus efficaces sur le plan énergétique. Un autre avantage est qu'elles nécessitent moins d'entretien que les autres solutions. Ces systèmes de chauffage ont très peu de composants. Ils sont conçus sans tubes de transfert de chaleur et ne nécessitent pas d'entretien du brûleur. De plus, comme ils ne produisent aucune émission de carbone, cela contribue également à réduire les frais d'entretien. (Sw)⁷.

D'après les mêmes sources, un autre avantage plus attractif est que les chaudières électriques sont des appareils compacts, ce qui les rend beaucoup plus faciles à installer que les autres solutions. Comme elles ne nécessitent pas de cheminée, de conduit de fumée ou de tuyau de condensation, leur installation est plus rapide et moins coûteuse.

Il s'agit d'un avantage important dans le cadre d'une utilisation industrielle, surtout si vous disposez d'un espace restreint. La figure 7 illustre ce type de chaudière.

⁷ <https://www.wattco.com/fr/2022/08/avantages-des-chaudieres-electriques-pour-les-applications-industrielles-a-grande-echelle/> consulté le 5/2/2026



Figure 7: Chaudière électrique pouvant être utilisée dans les usines à thé (Sw)³

I.8.6. Biométhanisation

La biométhanisation est définie comme la transformation, par la fermentation microbienne, des substances organiques en un gaz combustible appelé biogaz ($\text{CH}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$) et un résidu solide, plus ou moins appauvri en matières organiques.

La biométhanisation consiste en la transformation anaérobie de la matière organique. Lors de cette transformation, la matière organique est transformée en méthane (55 à 80 %) et en gaz carbonique (20 à 45 %). L'absence d'oxygène empêche la décomposition totale de la matière organique en dioxyde de carbone (Abada, 2007).

La biométhanisation produit également de l'eau et du digestat. À titre de comparaison, le contenu énergétique d'un mètre cube de méthane (biologique) se situe entre 20 et 28 millions de joules (MJ) tandis que 35 kilogramme de bois sec contient environ 18,4 MJ (Onesias, 2009) cité par Racicot (2011).

CHAPITRE II. MATERIELS ET METHODES

II.1. Milieu d’étude

L’étude a été menée dans les complexes théicoles d’Ijenda et de Tora, qui disposent chacun de boisements spécifiques destinés à la production du bois-énergie. Ces boisements ont également été inclus dans le cadre de notre recherche.

II.1.1. Situation géographique

Selon la nouvelle subdivision administrative de la République du Burundi (2023), l’ancien territoire de la commune Mugamba est désormais situé dans la commune de Matana, province Burunga. Il est divisé en 3 zones (Mugamba, Nyagitwenzi, Donge) subdivisées en 20 collines parmi lesquelles se trouve la colline Mpota où est implantée le complexe théicole du même nom.

L’usine d’Ijenda est située dans la commune Mugongo-Manga en province de Bujumbura, l’une des 11 communes que compte la province de Bujumbura. Elle est située dans la partie sud de la région naturelle de Mugamba et compte 15 collines de recensement réparties en trois zones administratives à savoir Jenda, Kankima et Mugongo.

Située au sud de la province, elle est frontalière à l’ouest avec la commune Kanyosha, au sud Ouest avec Nyabiraba, au sud avec Mukike, au sud-est avec Gisozi, à l’Est Rusaka, au Nord – Est avec Muramvya et au nord avec Isale. Elle se situe ensuite à 39 km de Bujumbura (capitale) sur la route (RN7) Bujumbura-Source du Nil: (Sirven et Alli, 1991) cité par (Iraddock, 2012).

L’usine de Tora est quant à elle située dans l’ancien territoire de Mugamba, l’une des 9 communes de la province Bururi. La commune Mugamba est limitée au nord par la commune Gisozi; au sud par les communes Buyengero, Burambi et Songa; à l’est par les communes Bisoro et Ryansoro et à l’ouest par la commune Muhuta.

La figure 8 montre la localisation de ces deux complexes théicoles.

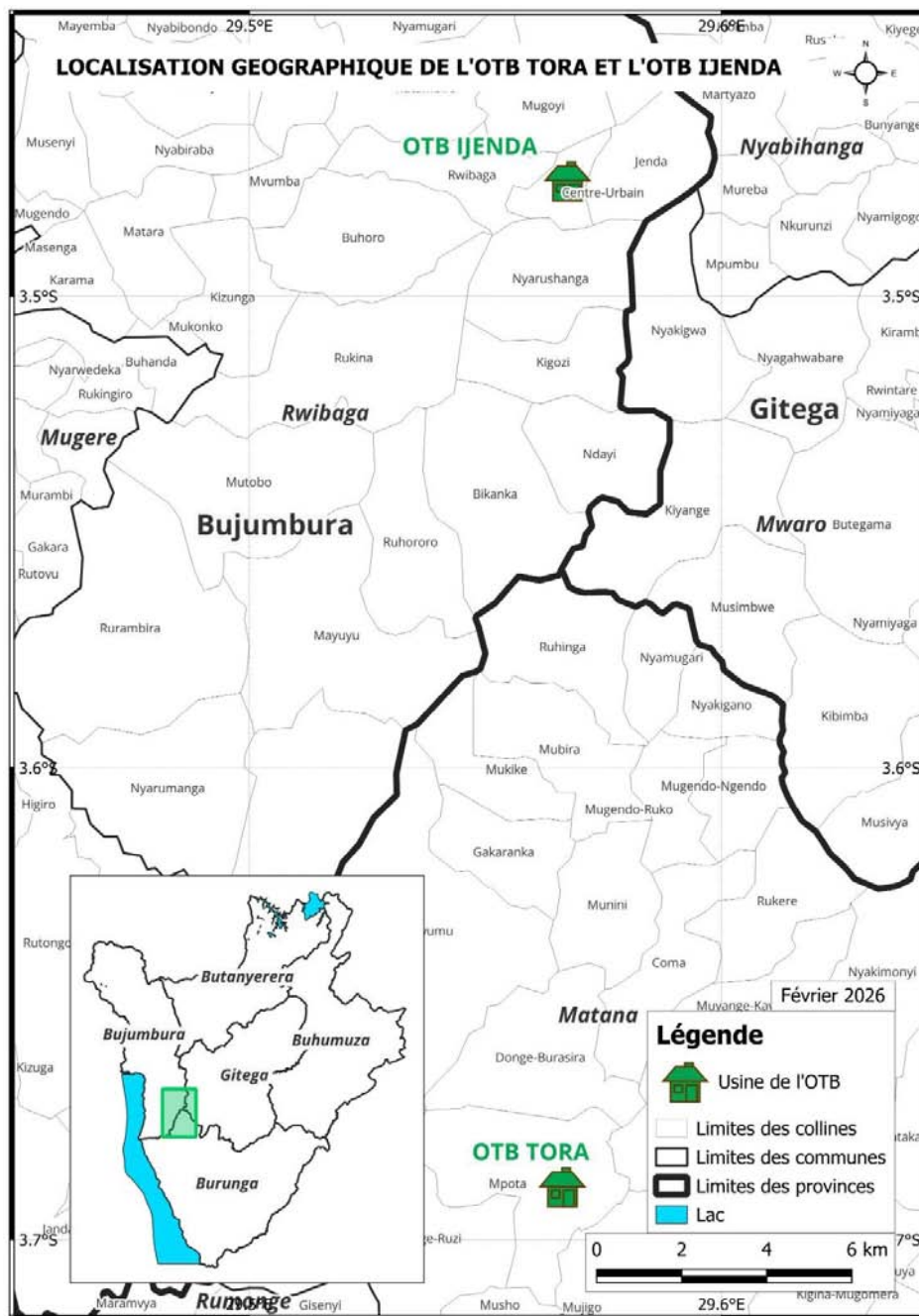


Figure 8 : Carte illustrant la localisation géographique de la zone d'étude

(source : auteur 2026)

=====

II.1.2. Relief

Le relief de la région de Mugamba est fait d'ondulations sur les collines et sur des sommets abrupts. L'altitude est comprise entre 1800 m et 2600 m, culminant sur 2 sommets à savoir Mugongo et Manga respectivement à 2504 m et 2476 m (MEEATU, 2014).

La zone théicole d'Ijenda se situe dans une zone à altitude (2.000 m en moyenne) élevée de la crête Congo-Nil.

La zone théicole d'Ijenda peut être subdivisée en trois zones principales (Ndayisaba, 2016) in (Bitama, 2021) : la première correspond au versant occidental descendant vers les contreforts de Mumirwa au relief très abrupt et disséqué en de nombreuses collines caractérisées par des pentes raides et des vallées étroites et profondes.

Dans cette zone, il s'observe une disparition progressive du couvert végétal et de nombreux cours d'eau entraînant une érosion très active surtout dans les communes de Nyabiraba et Muhuta.

La deuxième correspond aux paysages du versant oriental de la crête Congo-Nil caractérisés par une succession de collines aux sommets relativement arrondis. Ces collines sont aux pentes convexes et vallées à fonds plats étalés sur de larges marais dont l'altitude est en dessous de 2000 m.

La troisième zone correspond à la « ligne de la crête Congo-Nil » partant du sud jusqu'au nord du pays, passant par les communes de Mungongomanga et Mukike. Ces deux communes sont à une altitude (plus de 2,500 m) plus élevée.

Dans ces deux communes se situent les monts les plus élevés du pays : les monts Heha (2,670 m) et Mukike (2,612 m).

II.1.3. Le climat

Le climat caractéristique de la zone d'étude est celui de la région naturelle de Mugamba caractérisée par un climat relativement tempéré avec une pluviosité moyenne annuelle variant entre 1300 et 2300 mm (Iradukunda, 2012).

Quant à la température, la moyenne mensuelle la plus faible est de 13,9°C (normale 1981-2010 du mois de juillet) enregistrée à la station de Mpota-Tora dans la région de Mugamba et la plus élevée est de 15.7°C en fin de saison sèche (Septembre) (MEAE, 2014).

=====

D'après Bitama (2021), la zone d'Ijenda est située dans la région naturelle du Mugamba. Au centre de la zone se trouve un climat tropical à température comprise en moyenne entre 14 et 15°C, la température pouvant descendre jusqu'à 11° C. Les précipitations varient en volume tout au long de l'année. En moyenne les précipitations annuelles sont de plus de 1,300 mm. En s'éloignant du centre d'Ijenda, les précipitations et les températures varient également. Ainsi, dans la commune de Rusaka, les températures moyennes annuelles se situent entre 14 et 20° C et la pluviométrie varie entre 1,300 et 2000 mm.

D'une pluviométrie annuelle supérieure à 1.200 mm, la commune de Gisozi a des températures moyennes annuelles variant entre 15 et 20°C. L'hydrographie dans la zone théicole d'Ijenda est relativement dense. Des rivières et ruisseaux y prennent source. Ces cours d'eau sont subdivisés en deux grandes catégories : une partie des cours d'eau se déversent dans le bassin du Nil tandis qu'une autre partie se jette dans le bassin du Congo.

La zone est dominée par les vents qui soufflent de l'est à l'ouest et sont très marqués pendant la saison sèche. Ces vents trouvent origine dans le renversement de la mousson dans l'océan Indien, le relief permettant la condensation de l'humidité en provenance de l'océan ou du lac Victoria. Les vents qui soufflent de l'ouest à l'est favorisent des pluies en provenance du lac Tanganyika et les mouvements atmosphériques du bassin du Congo.

II.1.4. Le sol

Le nord du Mugamba est surtout constitué d'hygrokaolisols et occasionnellement de sols bruns kaolinitiques alors que dans le sud du Mugamba dominant les kaolisols humifères (Schalbroeck & Baragengana, 1989).

Les sols de la région théicole d'Ijenda sont dans certains endroits sablonneux, caillouteux, acides et sont en général à faible fertilité. Cette pauvreté des sols est due à la présence des affleurements quartziques, des schistes et granites. Les sols sont soumis à de fortes précipitations menaçant d'érosion le terrain. Les sols de la zone de Teza sont des ferrisols anthropiques argileux, améliorés par des labours fréquents avec des apports en engrais chimiques et organiques. La présence des rivières et des ruisseaux marque l'existence de marais assez larges dans la zone (Opdecamp et al., 1987) cité par Bitama(2021).

=====

Les sols de Tora sont acides en surface. La texture des sols est souvent argileuse avec la présence d'un horizon humifère (Irakunda, 2012)

II.1.5. Flore et faune

Ce sont les steppes et pelouses qui forment les pâturages d'une partie de Mugamba et du Bututsi. Elles sont principalement constituées d'*Hyparrhenia* et *pteridium*, *Eragrostis* et *Loudetia simplex* (Sw)⁸.

L'usine d'Ijenda est située dans la commune Mugongo-Manga en province de Bujumbura, l'une des 11 communes que compte la province de Bujumbura (figure 5). Elle est située dans la partie sud de la région naturelle de Mugamba et compte 15 collines de recensement réparties en trois zones administratives à savoir Jenda, Kankima et Mugongo.

Situé au sud de la province, elle est frontalière à l'ouest avec la commune Kanyosha, au sud-ouest avec Nyabiraba, au sud avec Mukike, au sud-est avec Gisozi, à l'Est Rusaka, au Nord – Est avec Muramvya et au nord avec Isale. Elle se situe ensuite à 39 km de Bujumbura (capitale) sur la route (RN7) Bujumbura-Source du Nil: (Sirven et Alli, 1991) cité (Irakunda, 2012). La faune de la zone d'étude n'est pas riche. Elle est essentiellement constituée de reptiles, des insectes et des oiseaux (Irakunda, 2012).

II.2. Collecte des données

La collecte des données s'est déroulée de septembre à décembre 2025 et a combiné trois approches complémentaires : la consultation de données statistiques, des entretiens semi-directifs et une recherche documentaire.

1. Inventaire des quantités de bois utilisées et leur provenance

Pour établir les quantités de bois utilisées par les usines à thé de Tora et d'Ijenda, nous nous sommes basées sur les fiches de stock disponibles dans chaque usine. Le bois acquis a été comptabilisé séparément du bois prélevé dans les plantations propres aux usines.

Durant la même période, des entretiens semi-directifs ont été menés avec les chefs de boisements de ces usines de Tora et d'Ijenda. Ces entretiens portaient sur l'historique des boisements, les pratiques d'approvisionnement en bois, les contraintes rencontrées et les perspectives d'évolution.

⁸ <https://bi.chm-cbd.net> consulté le 21/03/2025 à 17h08'

2. Etat d'aménagement des boisements propres aux usines étudiées, leurs compléments éventuels et les perspectives de gestion

La descente sur le terrain pour observer les boisements a été déterminante pour notre recherche. Lors des entretiens avec les chefs de boisements, nous avons recueilli des informations sur les cycles d'exploitation, l'âge des peuplements, leur localisation, les essences utilisées ainsi que leur superficie. Nous avons aussi obtenu les projections de production de thé pour les cinq prochaines années, conformément au plan quinquennal, afin d'évaluer les superficies de boisements nécessaires.

3. Alternatives à l'utilisation du bois utilisées par les usines étudiées

Au cours de la descente sur terrain, nous avons constaté que les deux usines recourent aux coques de noix de palmiste en complément du bois. Les entretiens avec les chefs chargés d'approvisionnement en énergie de chauffage nous ont permis de visiter les lieux d'utilisation de ces coques. A partir des rapports mensuels, nous avons relevé les quantités de coques de noix de palmiste utilisées et les stères de bois consommés par tonne de thé sec produite.

Cela nous a permis d'évaluer le degré de réduction de la consommation du bois. Nous avons aussi demandé le prix de ces coques pour voir leur impact économique.

4. Recherche documentaire

Une revue documentaire a été réalisée en parallèle afin de contextualiser l'étude. Elle s'est appuyée sur des mémoires, thèses, ouvrages spécialisés et sites internet pour recueillir des informations sur la culture du théier, les procédés de transformation du thé et les données techniques relatives à la consommation énergétique dans les usines à thé. Au cours du présent travail, nous avons consulté 3 thèses, 5 mémoires, 29 ouvrages généraux et 9 sites internet.

II.3. Traitement des données

Les données quantitatives ont été traitées sous Microsoft Excel. Elles ont été synthétisées sous forme de tableaux et de graphiques pour faciliter l'analyse et l'interprétation. Les principaux indicateurs calculés sont : la consommation de bois par tonne de thé sec, la superficie à reboiser dans le cadre du plan quinquennal 2025-2030, et l'apport des coques de noix de palmiste comme alternative au bois.

1. Calcul de la consommation de bois

La consommation spécifique du bois a été déterminée par le rapport : $N = \frac{Nb}{TS}$ où N= Nombre de stères de bois par tonne de thé sec, TS : quantité de thé sec produit (en tonnes), Nb : Nombre de stères de bois consommés (Iradukunda ; 2012).

2. Estimation des besoins en bois et en superficie à reboiser

À partir des objectifs de production fixés pour le plan quinquennal 2025-2030, les volumes de bois requis ont été estimés et la superficie calculée.

La conversion des stères en volume a été effectuée en appliquant un coefficient d'empilage de 0,7, selon Nouvellet (1993).

La superficie nécessaire en *Eucalyptus* a été ensuite calculée selon la formule d'Assmann (1970) :

$s = \frac{V}{i \times n}$ où V = volume de bois nécessaire (en m³) , i : Croissement annuel par hectare (m³/ha/an)

et n : nombre d'années de rotation

3. Collecte des données sur l'utilisation des coques de noix de palmiste

L'efficacité des coques de noix de palmiste a été évaluée en comparant, pour les mêmes mois de mars à novembre, la consommation de bois de l'année précédant leur introduction avec celle de l'année en cours où elles sont utilisées en combinaison avec le bois.

Ce choix méthodologique tient compte de l'influence de l'humidité saisonnière des feuilles sur le temps de flétrissage, comme l'a souligné le chef d'usine de Tora.

Pour chaque période, la consommation de bois en stères par tonne de thé sec a été calculée, et une analyse comparative des coûts entre le bois et les coques de noix de palmiste a été réalisée afin d'estimer l'impact économique de cette substitution.

CHAPITRE III. PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS

III.1. Présentation des résultats

III.1.1. Ressources en bois pour les usines étudiées

III.1.1.1. Boisements propres de l'usine de Tora

L'usine de l'OTB Tora dispose de 54 boisements couvrant une superficie de 450,33 ha. Ils sont répartis dans la commune Mugamba sur les collines: Rukere, Nyatubuye, Donge-Ruzi, Muyange, Mpota, Coma, Nyakimonyi, Burasira, Nyagasasa et Burambi.

Les essences constituant ces boisements sont : *Eucalyptus saligna* et *Eucalyptus grandis*. L'*Eucalyptus saligna* est en cours de remplacement par *Eucalyptus grandis* qui affiche beaucoup de performances de production. L'exemple est le boisement TORA illustré par la figure 9. Cette figure montre un jeune boisement issu de la conversion. Elle présente des jeunes plants d'*Eucalyptus* issus de la conversion, ayant bénéficié de différents soins tels que le sarclage, le toilettage et l'élagage pour assurer leur croissance optimale.



Figure 9 : Boisement issu de la conversion du boisement Tora (Auteur, décembre 2025)

Le tableau 2 reprend ces boisements par année de plantation, superficie, type d'essence et localisation.

Concernant l'évolution des superficies boisées, le tableau 2 montre que depuis l'année 2010, l'usine n'a plus installé de nouveaux boisements. Il y a eu cependant des traitements de conversion des boisements existants à la fin de chaque cycle de révolution. Notons que tous ces boisements sont accessibles et le bois récolté est donc facile à transporter par les véhicules sans problèmes.

Certains boisements ont atteint l'âge d'exploitation, tandis que d'autres sont encore en développement après la conversion et nécessitent plus de temps pour atteindre leur pleine maturité.

Tableau 2 : Inventaire des boisements propres à l'OTB TORA

Boisement	Superficie (en ha)	Année de plantation	Type d'essence	colline
1.BURASIRA I	1	1978	<i>Eucalyptus saligna</i>	Burasira
2. BURASIRA II	2,5	1978	<i>Eucalyptus saligna</i>	Burasira
3. BURASIRA III	1,5	1978	<i>Eucalyptus saligna</i>	Burasira
4.NYAGITWENZI	2,89	1978	<i>Eucalyptus saligna</i>	Burasira
5.NYAGASASA	9,29	1979	<i>Eucalyptus saligna</i>	Mpota
6.KIBATAMA I	6,14	1980	<i>Eucalyptus saligna</i>	Rukere
7.KIBATAMA II	1,18	1980	<i>Eucalyptus saligna</i>	Rukere
8.KIBATAMA III	2,90	1980	<i>Eucalyptus saligna</i>	Rukere
9. UWIMANA I	2,4	1987	<i>Eucalyptus saligna</i>	Rukere
10.RUYUMPU	2,00	1988	<i>Eucalyptus saligna</i>	Rukere
11.NYATUBUYE I	15,12	1989	<i>Eucalyptus saligna</i>	Rukere
12. NYATUBUYE II	15,20	1989	<i>Eucalyptus saligna</i>	Rukere
13.DONGE-RUZI I	45,07	1989	<i>Eucalyptus saligna</i>	Nyatubuye
14.NYATUBUYE III	15,06	1989	<i>Eucalyptus saligna</i>	Nyatubuye
15.NYAKIMONYI I	84,94	1989	<i>Eucalyptus saligna</i>	Donge-Ruzi
16. NYAKIMONYI II	15	1995	<i>Eucalyptus saligna</i>	Rukere
17.GATAKA-ZINGATI	16,26	1995	<i>Eucalyptus saligna</i>	Nyatubuye
18. UWIMANA II	0,8	1995	<i>Eucalyptus saligna</i>	Nyakimonyi
19.NYANZA	3,07	1995	<i>Eucalyptus saligna</i>	Nyakimonyi
20. NYARUBARA	22,28	1996	<i>Eucalyptus saligna</i>	Nyakimonyi
21. NYANZOKA I	1,28	1997	<i>Eucalyptus saligna</i>	Rukere
22. NYANZOKA II	1,8	1999	<i>Eucalyptus saligna</i>	Mpota
23. NYANZOKA III	5,69	2000	<i>Eucalyptus saligna</i>	Nyatubuye
24.MUNGWA-GASENYI	19,6	2000	<i>Eucalyptus saligna</i>	Nyatubuye
25.MUYANGE I	2,09	2000	<i>Eucalyptus saligna</i>	Nyatubuye
26. KAYENZI	1,81	2000	<i>Eucalyptus saligna</i>	Nyatubuye
27. COMA I	1,66	2000	<i>Eucalyptus saligna</i>	Nyatubuye
28. COMA II	3,16	2000	<i>Eucalyptus saligna</i>	Muyange
29. COMA III	4,34	2000	<i>Eucalyptus saligna</i>	Muyange
30. COMA IV	4,3	2000	<i>Eucalyptus saligna</i>	Coma

Boisement	Superficie (en ha)	Année de plantation	Type d'essence	colline
31.NYARUVUMVU I	2	2000	<i>Eucalyptus saligna</i>	Coma
32.NYARUVUMVU II	1,64	2000	<i>Eucalyptus saligna</i>	Coma
33. NYARUVUMVU III	0,82	2000	<i>Eucalyptus saligna</i>	Coma
34.NYARUVUMVU IV	1,24	2000	<i>Eucalyptus saligna</i>	Coma
35.MURAMBA	2,97	2000	<i>Eucalyptus saligna</i>	Coma
36.GISENYI-MARAMVYA	6,12	2000	<i>Eucalyptus saligna</i>	Coma
37. DONGE-RUZI II	5	2000	<i>Eucalyptus saligna</i>	Coma
38.MPOTA II	2,3	2000	<i>Eucalyptus saligna</i>	Coma
39. MPOTA I	22,19	2000	<i>Eucalyptus saligna</i>	Burambi
40. AKAMAZE	2,13	2002	<i>Eucalyptus saligna</i>	Donge-Ruzi
41.RUGETO+UWIMIGO NGO	28	2002	<i>Eucalyptus saligna</i>	Mpota
42.RUSOGO	0,62	2003	<i>Eucalyptus saligna</i>	Mpota
43.UTUMIRA- NZOGERA	11,28	2006	<i>Eucalyptus saligna</i>	Rukere
44.MAHONDA I	9,06	2006	<i>Eucalyptus saligna</i>	Rukere
45.MAHONDA II	1,8	2006	<i>Eucalyptus saligna</i>	Rukere
46.MUYANGE II	2,68	2007	<i>Eucalyptus saligna</i>	Mpota
47. MUYANGE III	1,54	2008	<i>Eucalyptus saligna</i>	Rukere
48.UWAMASHIMWE	6,32	2008	<i>Eucalyptus saligna</i>	Rukere
49. MUYANGE- KAVUMU	7,27	2008	<i>Eucalyptus saligna</i>	Muyange
50.TORA	2,26	2008	<i>Eucalyptus saligna</i>	Muyange
51.UWINGANZO	4,31	2010	<i>Eucalyptus saligna</i>	Rukere
52.UWIMITOBO I	10,40	2010	<i>Eucalyptus saligna</i>	Muyange
53. UWIMITOBO II	4,27	2010	<i>Eucalyptus grandis</i>	Mpota
54. UWINSYO	3,68	2010	<i>Eucalyptus saligna</i>	Mpota
Total	450.33			

Source : Plan de gestion des boisements de l'OTB TORA (2012-2018)

III.1.1.2. Boisements propres de l'usine à thé d'Ijenda

Quant au complexe théicole d' IJENDA, il dispose de 22 boisements couvrant une superficie de 241,12 hectares. Les essences constituant ces boisements sont *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus grandis* et *Callitris*. La mise en place de ces boisements a été faite de 1982 à 2017.

Le tableau 3 reprend ces boisements par année de plantation, superficie , type d'essence et localisation.

Concernant l'évolution des superficies boisées, ce tableau montre que depuis l'année 2017, l'usine n'a plus installé de nouveaux boisements. Il y a eu aussi des traitements de conversion des boisements existants à la fin de chaque cycle de révolution.

Quatre de ces boisements sont inaccessibles par voie routière, ce qui les rend difficilement exploitables.

Tableau 3 : Inventaire des boisements propres à l'OTB IJENDA

N°	Boisements	Commune	Colline	Superficie (ha)	Année de plantation	Type d'essence
1	Rukiga	Rusaka	Namande	37,4347	1982	<i>Eucalyptus saligna</i>
2	Kashiru	Mugongomanga	Nyamugari	0,4701	1998	<i>Eucalyptus saligna</i>
3	Kabaga I	Nyabiraba	Bubaji	4,2083	1998	<i>Eucalyptus saligna</i>
4	Kero I	Nyabiraba	Bubaji	4,9405	1998	<i>Eucalyptus saligna</i>
5	Bubaji-Nyabigozi	Nyabiraba	Bubaji	2,1329	2000	<i>Eucalyptus saligna</i>
6	Uwibuye	Mugongomanga	Kibira	20,2165	2000	<i>Eucalyptus saligna</i>
7	Bubaji-Kanombe	Nyabiraba	Bubaji	4,0081	2000	<i>Eucalyptus saligna</i>
8	Gakarakara	Mugongomanga	Jenda urbain	7,7017	2004	<i>Eucalyptus saligna</i>
9	Yanza I Gatwenzi	Rusaka	Namande	2,2255	2004	<i>Eucalyptus saligna</i>
10	Gicumbi II	Rusaka	Shana	20,8415	2004	<i>Eucalyptus maideni</i>
11	Uwikivumu	Muramvya	Ruhinga	2,5725	2004	<i>Eucalyptus saligna</i> + <i>Callitris</i>
12	Rusaka	Rusaka	Rusaka	1,1570	2005	<i>Eucalyptus saligna</i>
13	Gicumbi I	Rusaka	Shana	1,5638	2005	<i>Eucalyptus maideni</i>
14	Yanza II	Rusaka	Mahonda	0,72991	2008	<i>Eucalyptus saligna</i>
15	Kabaga II	Mugongomanga	Kibira	0,6341	2010	<i>Eucalyptus saligna</i>
16	Gikebuka I	Rusaka	Gikebuka	7,3012	2011	<i>Callitris</i>
17	Mahonda	Rusaka	Mahonda	32,8436	2013	<i>Eucalyptus saligna</i> + <i>Callitris</i>
18	Ruhororo	Mukike	Kinyinya	17,0216	2015	<i>Eucalyptus saligna</i>
19	Kibimba	Rusaka	Kibimba	0,52625	2015	<i>Eucalyptus saligna</i>
20	Gikebuka II	Rusaka	Gikebuka	35,3229	2016	<i>Callitris</i>
21	Kero II	Nyabiraba	Bubaji	0,4586	2016	<i>Eucalyptus saligna</i>
22	Nkarama	Mugongomanga	Nyarushanga	36,9702	2017	<i>Eucalyptus saligna</i>
	Total			244,31285		

Source : Plan de gestion des boisements de l'usine à thé d'Ijenda (2012-2018)

=====

III.1.2. Gestion des boisements installés

III.1.2.1. Entretien des boisements installés

Les boisements issus de la conversion sont entretenus dès le jeune âge. Voici les principaux soins qui sont administrés aux boisements issus de la conversion, selon les entretiens avec les chefs des boisements de l'usine à thé de TORA et Ijenda :

a) le sarclage avec la houe

Pour les boisements devant subir la reconversion, on essaie d'ameublir le sol autour du jeune plant pour permettre sa croissance rapide et on élimine les mauvaises herbes.

b) le fauchage / Toilettage

Le fauchage/toilettage consiste à couper les branches basses et les feuilles mortes pour favoriser la croissance en hauteur, réduire les risques.

c) élagage

L'élagage, qui consiste en la coupe des petites branches latérales pour favoriser la croissance en hauteur est surtout pratiqué pour les jeunes boisements.

III.1.2.2. Types de coupes

Pour tous les boisements de ces deux usines, le type de coupe pratiqué est la coupe à blanc étoc (coupe rase) qui consiste à couper tous les arbres du boisement considéré. Ce type de coupe est illustré par la figure 10. Sur cette figure, au moment de la prise de photo, l'exploitation était en cours, il ne restait que quelques arbres.



Figure 10 : Exploitation en cours par coupe rase du boisement Gakarakara de l'usine à thé d'Ijenda (Auteur, septembre 2025)

III.1.2.3. Planification des coupes

Les deux usines ont un plan de gestion des boisements qui prévoit un cycle d'exploitation spécifique pour chaque boisement, c'est-à-dire le nombre d'années à attendre pour l'exploiter. Cependant, il arrive que, suite à la pénurie du bois, certains boisements soient exploités plus tôt que prévu. Selon le plan d'exploitation des deux usines, le cycle d'exploitation moyen est estimé entre 6 et 15 ans.

Le tableau 4 présente les boisements de l'OTB Tora avec leurs productions respectives ainsi que leur cycle d'exploitation. Ce tableau montre que l'accroissement annuel moyen est de $13\text{m}^3/\text{ha}/\text{an}$ et le cycle d'exploitation moyen est de 10 ans.

Tableau 4 : Accroissement annuel moyen et cycle d'exploitation des boisements de l'OTB**Tora**

Boisement	Superficie (en ha)	Production (en steres)	Producti on (en m ³)	Accroissement annuel moyen (m ³ /ha/an)	Cycle d'exploitation
1.Burasira I	1	150	105	7	15
2. Burasira II	2.5	225	157.5	4	15
3. Burasira III	1.5	175	122.5	5	15
4.Nyagitwenzi	2.89	417	291.9	10	10
5.Nyagasasa	9.29	1300	910	9	10
6.Kibatama I	6.14	1000	700	11	10
7.Kibatama II	1.18	500	350	29	10
8.Kibatama III	2.90	500	350	12	10
9. Uwimana I	2.4	400	280	11	10
10.Ruyumpu	2.00	450	315	15	10
11.Nyatubuye I	15.12	1200	840	3	15
12. Nyatubuye II	15.20	1500	1050	4	15
13.Donge-Ruzi I	45.07	3654	2557.8	3	15
14.Nyatubuye Iii	15.06	1000	700	3	15
15.Nyakimonyi I	84.94	6096	4267.2	3	15
16. Nyakimonyi II	15	500	350	1	15
17.Gataka-Zingati	16.26	2756	1929.2	7	15
18. Uwimana II	0.8	300	210	26	10
19.Nyanza	3.07	460	322	13	8
20. Nyarubara	22.28	3300	2310	10	10
21. Nyanzoka I	1.28	283	198.1	15	10
22. Nyanzoka II	1.8	289	202.3	11	10
23. Nyanzoka III	5.69	884	618.8	10	10
24.Mungwa-Gasenyi	19.6	2469	1728.3	8	10
25.Muyange I	2.09	557	389.9	18	10
26. Kayenzi	1.81	240	168	9	10
27. Coma I	1.66	620	434	26	10
28. Coma II	3.16	728	509.6	16	10
29. Coma III	4.34	812	568.4	13	10
30. Coma IV	4.3	809	566.3	13	10
31.Nyaruvumvu I	2	368	257.6	12	10
32.Nyaruvumvu II	1.64	618	432.6	26	10
33. Nyaruvumvu III	0.82	560	392	47	10
34.Nyaruvumvu IV	1.24	589	412.3	33	10
35.Muramba	2.97	406	284.2	9	10
36.Gisenyi-Maramvya	6.12	1224	856.8	17	8
37. Donge-Ruzi II	5	875	612.5	12	10
38.Mpota II	2.3	376	263.2	11	10
39. Mpota I	22.19	3174	2221.8	12	8

Boisement	Superficie (en ha)	Production (en steres)	Productif (en m ³)	Accroissement annuel moyen (m ³ /ha/an)	Cycle d'exploitation
40. Akamaze	2.13	428	299.6	17	8
41. Rugeto+Uwimigongo	28	4780	3346	14	8
42. Rusogo	0.62	150	105	21	8
43. Utumira-Nzogera	11.28	2530	1771	19	8
44. Mahonda I	9.06	1200	840	9	10
45. Mahonda II	1.8	400	280	15	10
46. Muyange II	2.68	508	355.6	16	8
47. Muyange III	1.54	335	234.5	19	8
48. Uwamashimwe	6.32	1059	741.3	14	8
49. Muyange-Kavumu	7.27	1605	1123.5	19	8
50. Tora	2.26	339	237.3	13	8
51. Uwinganzo	4.31	776	543.2	15	8
52. Uwimitobo I	10.40	1872	1310.4	15	8
53. Uwimitobo II	4.27	769	538.3	15	8
54. Uwinsyo	3.68	762	533.4	18	8
Total	450.33	59277		743	558
Moyenne		1097.7		13	10

Source : Plan de gestion des boisements de l'usine à thé de Tora (2012-2018)

Le tableau 5 illustre le cas de l'OTB Ijenda. Ce tableau montre un accroissement annuel moyen de 16,5 m³/ha/an et le cycle d'exploitation moyen de 8 ans. Les boisements d'Eucalyptus mélangés avec le callitris ou ceux composés uniquement de callitris n'ont pas été pris en compte pour calculer l'accroissement annuel moyen. Seuls les peuplements purs d'eucalyptus ont été pris en compte, car ils sont destinés à la production du bois de chauffage, tandis que *Callitris* est utilisé pour la protection et la stabilisation des sols.

=====

Tableau 5 : Accroissement annuel moyen et cycle d'exploitation des boisements de l'OTB Ijenda

N°	Boisements	Superficie (ha)	Production (en steres)	Production (en m ³)	Accroissement annuel moyen (m3/ha/an)	Cycle d'exploitation
1	Rukiga	37.4347	4000	2800	3	15
2	Kashiru	0.4701	700	490	91	8
3	Kabaga I	4.2083	2500	1750	36	8
4	Kero I	4.9405	300	210	3	8
5	Bubaji-Nyabigozi	2.1329	800	560	26	7
6	Uwibuye	20.2165	3800	2660	10	9
7	Bubaji-Kanombe	4	2000	1400	34	7
8	Gakarakara	7.7017	900	630	7	8
9	Yanza I Gatwenzi	2.2255	200	140	5	8
10	Gicumbi II	20.8415	2000	1400	4	11
11	Rusaka	1.1570	250	175	13	8
12	Gicumbi I	1.5638	200	140	6	10
13	Yanza II	0.72991	70	49	5	8
14	Kabaga II	0.6341	80	56	7	8
15	Ruhororo	17.0216	900	630	3	8
16	Kibimba	0.52625	250	175	29	8
17	Kero II	0.4586	70	49	9	8
18	Nkarama	36.9702	3000	2100	6	6
Total		244.31285			308	186
Moyenne					16,5	8

Source : Plan de gestion des boisements de l'usine à thé d'Ijenda (2012-2018)

III.1.3. Source de bois consommé

Pour déterminer le niveau d'autosuffisance de l'usine en matière de ressources en bois, il est crucial d'évaluer la proportion de bois provenant de ses propres boisements par rapport aux quantités achetées à l'extérieur. Le tableau 6 illustre les quantités de bois utilisées par l'usine à thé de Tora et leur provenance.

D'après ce tableau, les boisements propres représentent 42,24% de la consommation de bois, contre 57,76% provenant de l'extérieur. Cependant, certaines années comme 2019 et 2020 ont été marquées par une autosuffisance, avec aucun achat de bois à l'extérieur, tandis que les années 2013, 2014 et 2021, tout le bois consommé a été acheté.

Tableau 6 : Analyse comparative de la quantité de bois des boisements propres et de la quantité achetée par l'OTB TORA

Année	Boisements propres(en stères)	Bois acheté (en stères)
2013	0	5606
2014	0	6139
2015	2030	5535
2016	643	5092
2017	360	5725
2018	6532	981
2019	6235	0
2020	7029	0
2021	0	6931
2022	5153	559
2023	2280	3578
2024	1867	3786
Total	32129	43932
Pourcentage	42,24	57,76

Source : Rapports de l'OTB Tora (2013-2024)

Le cas de l'OTB IJENDA est illustré par le tableau 7 , il illustre clairement que la contribution des boisements propres est minime avec un pourcentage de 30,4% contre 69,6% de bois acheté.

Ce tableau indique qu'une grande partie du bois utilisé provient des achats. Ils font noter également que les espaces offerts par l'Etat pour reboisement étaient des terrains impropres à l'agriculture, des terrains rocheux.

Tableau 7 : Analyse comparative de la quantité de bois des boisements propres et de la quantité achetée à l'OTB IJENDA

Année	Boisements propres (stères)	Bois acheté(stères)
--------------	-------------------------------------	----------------------------

2013	2534	3984
2014	3389	4040
2015	1186	6418,5
2016	1963	5708
2017	1811	5648
2018	4848	3255
2019	1245	7277
2020	129	8281
2021	2639	7305,5
2022	4203	5931
2023	3556	4853
2024	2215	5366
Total	29718	68067
Pourcentage	30,40	69,60

Source : Rapports annuels de l'usine à thé d'Ijenda (2013-2024)

Certains boisements sont peuplés de *callitris*, lesquels sont généralement moins rentables et ont été établis sur des sols rocheux . La figure 11 montre les boisements de callitris de l'OTB Ijenda sur sols rocheux.



Figure 11 : Boisement de l'usine à thé d'Ijenda (Gikebuka I) peuplé de *Callitris*
(Auteur, mars 2026)

De plus, l'inaccessibilité routière à certains sites est un obstacle majeur qui freine leur exploitation, ce qui amène à considérer l'achat de bois comme une option plus rentable que

l'exploitation directe de ces boisements. Les boisements pris comme exemples sont Gikebuka I et II, Gicumbi I. Ces boisements couvrent ensemble une superficie de 44,16 ha.

III.1.4. Evolution de la production du thé sec entre 2013 et 2024

L'augmentation de la production de thé sec est généralement liée à la consommation de ressources en bois, à l'exception de quelques facteurs, notamment ceux liés à la nature et l'état du bois. Il est donc essentiel d'examiner cette évolution pour comprendre l'impact sur la consommation du bois.

La figure 12 présente l'évolution des productions pour les usines de thé d'Ijenda et de Tora entre 2013 et 2024.

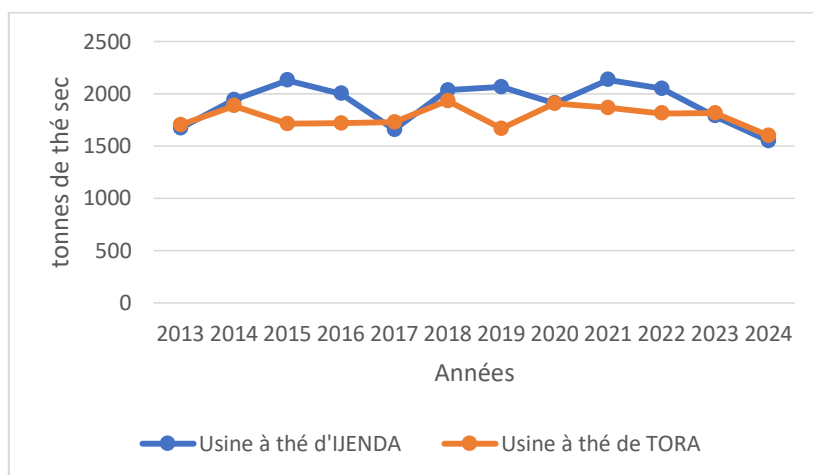


Figure 12: Evolution de la production de thé sec entre 2013 et 2024

L'analyse de cette figure montre que pour l'usine à thé d'Ijenda, la production de thé sec a connu une production presque constante sauf pour les années 2017, 2020, 2023 et 2024 où elle a connu une chute.

III.1.5. Evolution de la quantité de bois consommé par les deux complexes théicoles

Il est essentiel de suivre l'évolution de la quantité de bois consommé au fil du temps par les deux usines pour évaluer leur impact environnemental sur les ressources forestières.

III.1.5.1. Evolution de la quantité de bois consommé par tonne de thé sec

Le calcul du nombre de stères de bois consommé par tonne de thé sec permet d'évaluer l'efficacité énergétique de l'usine et d'identifier les domaines d'amélioration.

La figure 13 montre la variation de la consommation du bois par tonne de thé sec pour les deux usines.

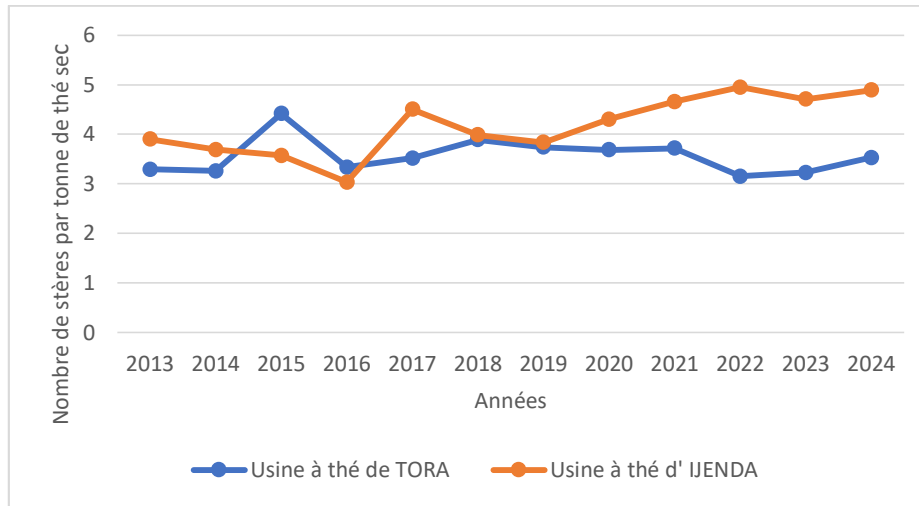


Figure 13 : Evolution de la consommation du bois par tonne de thé sec entre 2013 et 2024

L'analyse de la figure montre que pour l'usine à thé de Tora, la consommation de bois par tonne de bois sec varie en moyenne de 3 à 4,5 stères par tonne de thé sec. Elle montre particulièrement que pour l'année 2015, l'usine a utilisé un grand nombre de stères de bois par tonne de thé sec en atteignant 4,5 stères, tandis que pour les autres années, la consommation a été presque stable variant entre 3 et 4 stères.

Il y a une pratique de conservation du bois dans un hangar pendant six mois avant son utilisation. Cette pratique qui est d'usage à l'OTB Tora s'avère donc être une mesure efficace pour optimiser l'utilisation des ressources en bois. Cette pratique est illustrée par la figure 14. Cette figure montre un hangar où le bois est entreposé de façon à permettre une bonne circulation de l'air entre les piles, favorisant ainsi un séchage optimal.



Figure 14 : Stockage du bois pour la réduction de l'humidité à l'usine à thé de Tora
(Auteur, décembre 2025)

En ce qui concerne l'usine à thé d'Ijenda, c'est la qualité du bois utilisé qui a influencé la quantité de bois consommé. En 2016, où le nombre de stères par tonne de thé sec s'est révélé plus petit avec seulement 3 stères par tonne de thé sec, ce qui s'explique par le fait que l'exploitation des boisements du projet Gakara, qui contenaient du bois très mûr et à gros calibre, a permis de réduire le nombre de stères de bois nécessaires par tonne de thé sec, d'après le chef des boisements. Cependant, depuis, l'usine n'a pas eu accès à des boisements contenant du bois de calibre similaire.

Il a parfois fallu récolter du bois de faible calibre provenant des boisements propres qui n'avaient pas encore atteint l'âge d'exploitation, suite à des pénuries du bois, ce qui a augmenté le nombre de stères de bois nécessaires par tonne de thé sec jusqu'à 5 stères par tonne de thé sec, car le bois de faible calibre se consume facilement.

III.1.5.2. Evolution globale de la consommation de bois dans les deux usines à thé

Le tableau 8 illustre l'évolution globale de la consommation de bois dans les deux usines sur 12 ans. Au total, la consommation s'élève à 171175,5 stères, ce qui représente une moyenne annuelle de 14264 stères.

Tableau 8 : Evolution globale de la consommation de bois dans les deux usines à thé

Année	Usine à thé de Tora	Usine à thé d'Ijenda	Total
2013	5606	6518	12124
2014	6139	7160	13299
2015	7565	7604,5	15169,5
2016	5735	6076	11811
2017	6085	7459	13544
2018	7513	8103	15616
2019	6235	7911	14146
2020	7029	8214,5	15243,5
2021	6931	9944,5	16875,5
2022	5712	10134	15846
2023	5858	8409	14267
2024	5653	7581	13234
Total	76061	95114,5	171175,5
Moyenne	6345,4	7926,2	14271,6

Source : Rapports de l'OTB TORA et IJENDA

III.1.6. Projection des besoins en bois pour 5 ans et les superficies boisées nécessaires

Le tableau 9 présente les volumes de bois requis et les superficies à reboiser correspondantes pour soutenir la production de thé sec prévue sur 5 ans (plan quinquennal 2025-2030).

Les résultats montrent qu'on n'aura pas besoin de superficie additionnelle pour l'usine à thé de Tora, mais qu'on pourra gérer durablement leurs boisements propres. Pour l'usine à thé d'Ijenda, on aura à ajouter 659,87 hectares d'Eucalyptus.

Tableau 9 : Estimation des volumes de bois et de la superficie à prévoir pour 5 ans

Nom de l'usine	Volume de bois(m ³ /tonne de thé sec)	Thé sec (en tonnes)	Volume bois nécessaire(m ³)	Superficie totale nécessaire (en ha)	Superficie boisements disponibles (en ha)	Superficie additionnelle à prévoir (en ha)
Usine à thé de Tora	2,625	12.482,325	32766,103	436,88	450,33	-
Usine à thé d'Ijenda	2,8	16.146,225	45209,43	904,18	244,31	659,87
Total		18892,037	77975,533	1559,5	694,64	864,86

Source : Construit à base des données du plan quinquennal de l'OTB (2025-2030)

En plus de ces nouvelles superficies à reboiser, il existe des vieux boisements prêts pour la conversion. D'après les informations fournies par les chefs des boisements des deux usines, les boisements sont généralement convertis après trois cycles de révolution. Notons qu'un cycle de révolution moyen est de 10 ans pour les boisements de l'usine à thé de Tora et 8 ans pour l'usine à thé d'Ijenda.

En tenant compte des années de plantation mentionnées dans les tableaux 2 et 3, nous pouvons identifier les boisements prêts pour la conversion, ayant atteint les trois cycles de révolution.

Le tableau 10 donne l'inventaire des boisements prêts pour la conversion pour l'usine à thé de Tora. D'après ce tableau, 54,41 hectares sont à convertir, ce qui réduit la superficie des boisements disponibles à 395,92 hectares.

Pour trouver la superficie réelle additionnelle par rapport aux ressources disponibles nous soustrayons la superficie nécessaire trouvée au tableau 9 et cette superficie disponible, ce qui donne enfin une superficie nécessaire à reboiser de 659,87 hectares pour l'usine à thé d'Ijenda.

Pour l'usine à thé de Tora, on n'aura qu'à reconverter ces boisements totalisant une superficie de 57,41 hectares.

=====

Tableau 10 : Boisements prêts pour la conversion pour l'usine à thé de Tora

N°	Nom du boisement	Superficie	Année de plantation	Age	Année de conversion
1	NYAKIMONYI II	15	1995	31	2027
2	GATAKA-ZINGATI	16,26	1995	31	2027
3	UWIMANA II	0,8	1995	31	2027
4	NYANZA	3,07	1995	31	2027
5	NYARUBARA	22,28	1996	30	2026
	Total	57,41			

Source : Plan de gestion des boisements de l'OTB Tora (2012-2018)

En tenant compte des résultats obtenus et des données du tableau 7, la superficie totale à reboiser pour l'usine pour l'usine à thé de Tora, avec une rotation de 5 ans, afin de satisfaire les besoins en bois liés aux prévisions de production de thé sec du plan quinquennal, est de 259,4 hectares.

En ce qui est de l'usine à thé d'Ijenda, compte tenu de leur année de plantation, il n'y a aucun boisement qui est actuellement prêt pour la conversion.

III.1.7. Alternatives pour réduire la consommation du bois

Face à l'ampleur des quantités de bois consommées, principalement issues d'achats extérieurs, les deux usines ont décidé d'explorer des alternatives au bois.

L'OTB Ijenda a commencé à utiliser des coques de palmiste dès mars 2025. L'OTB Tora a démarré cette pratique en septembre de la même année. Ces coques de noix de palmiste fournies aux deux usines proviennent de Makamba, Rumonge et Nyanza-Lac. Les fournisseurs qui ont accès au marché les transportent eux-mêmes jusqu'aux sites d'utilisation en utilisant leurs propres véhicules. La figure 15 illustre ces coques de noix de palmiste.

Pour évaluer l'impact de cette initiative, nous avons pris comme référence les mêmes mois de l'année.



Figure 15 : Coques de noix de palmiste (Auteur, juillet 2025)

III.1.8. Apport des coques de noix de palmiste à la réduction du nombre de stères de bois utilisés

Le tableau 11 compare les quantités de bois utilisées en 2024 à celles utilisées pendant les mêmes mois en 2025, dans le cadre de l'utilisation conjointe avec des coques de noix de palmiste à l'usine à thé d'Ijenda.

Tableau 11 : Utilisation des coques de noix de palmiste à l'usine à thé d'Ijenda

	2024	2025	
Mois	Stères de bois/tonne de thé sec	Stères de bois/tonne de thé sec	Coques de noix de palmiste (en kg)/tonne de thé sec
Mars	5,6	4,3	89,5
Avril	5,5	3,8	237
Mai	4,6	3,8	247,5
Juin	4,3	3,7	186,6
Juillet	4,3	3,7	200,9
Août	4,1	3,6	144,9
Septembre	4,0	3,5	334,9
Octobre	4,8	3,2	363,9
Novembre	5,5	3,4	297,9
Moyenne	4,7	3,6	198,2

Source : Rapports de l'OTB Tora et Ijenda (2024-2025)

=====

Pour produire une tonne de thé sec, les besoins en bois sont en moyenne de 4,7 stères. Cependant, en utilisant des coques de noix de palmiste à raison de 198,2kg en moyenne, les besoins en bois peuvent être réduits à 3,6 stères en moyenne soit une diminution de 1,1 stère par tonne de thé sec.

Le tableau 12 présente les données pour l'usage des coques de noix de palmiste à l'OTB Tora. Pour évaluer l'impact de cette initiative, nous avons comparé la consommation de bois pour les mois de septembre à novembre 2025 aux mêmes de 2024, afin de quantifier la réduction de la consommation de bois résultant de l'utilisation des coques de noix de palmiste. Ce tableau montre qu'en utilisant les coques de noix de palmiste, il y a une diminution de 1,05 stère par tonne de thé sec.

Tableau 12 : Utilisation des coques de noix de palmiste à l'usine à thé de Tora

	2024	2025	
Mois	Stères de bois/tonne de thé sec	Stères de bois/tonne de thé sec	Coques de noix de palmiste (en kg)/tonne de thé sec
Septembre	3,7	2,65	315,59
Octobre	3,5	2,09	131,8
Novembre	3,0	2,31	165,21
Moyenne	3,4	2,35	204,2

Source : Rapports de l'OTB Tora (2024-2025)

III.1.9. impact financier comparé de l'utilisation du bois et des noix de palmiste

Selon les données fournies par les services de magasin de l'usine d'Ijenda, le coût d'un stère de bois est de 30000 Francs burundais en 2025 et celui d'un kilogramme de coques de noix de palmiste est de 350 francs burundais frais de transport inclus. Le tableau 13 illustre une comparaison des coûts quand on utilise uniquement du bois et quand on fait une combinaison du bois et des coques de noix de palmiste.

Tableau 13 : Impact des coques de noix de palmiste sur les coûts énergétiques liés au chauffage à l'usine à thé d'Ijenda

Année	2024	2025
-------	------	------

Libellé	Qté	P.U (en Fbu)	P.T(en Fbu)	Qté	P.U (en Fbu)	P.T(en Fbu)
Stères de bois	4,7	30.000	141000	3,6	30.000	108000
Coques de noix de palmiste	-	-	-	198,2	350	69370
Total	4,7	30000	141000			177370

Source : Rapports de l'OTB IJENDA (2025)

Après avoir calculé les coûts moyens pour 4,7 stères de bois et 198,2kg de coques de noix de palmiste, il apparaît que le coût total est nettement supérieur à celui de l'utilisation exclusive de bois.

La comparaison des coûts révèle un surcoût de **21370** Fbu par tonne de thé sec lorsque l'on utilise des coques de noix de palmiste en combinaison avec du bois, par rapport à l'utilisation exclusive de bois, ce qui représente un coût excessif.

Le cas de l'usine à thé de Tora est présenté par le tableau 14. Les données de ce tableau indiquent que l'utilisation de coques de noix de palmiste entraîne un coût supplémentaire de 39970 Fbu par tonne de thé sec par rapport à l'utilisation de stères de bois seuls, confirmant ainsi les résultats observés pour l'usine à thé d'Ijenda.

Tableau 14: Impact des coques de noix de palmiste sur les coûts énergétiques liés au chauffage à l'usine à thé de Tora

Année	2024			2025		
Libellé	Qté	P.U (en Fbu)	P.T(en Fbu)	Qté	P.U (en Fbu)	P.T(en Fbu)
Stères de bois	3,4	30.000	102000	2,35	30.000	70500
Coques de noix de palmiste	-	-	-	204,2 kg	350	71470
Total		30000	102000			141970

Source : Rapports de l'OTB Tora et Ijenda (2024-2025)

En plus des essais sur les alternatives au bois, ces deux usines montrent leur engagement envers l'environnement et la gestion durable des ressources, en adoptant le processus de certification. En utilisant le bois de chauffage de manière rationnelle et en préservant les espaces naturels,

elles contribuent à réduire la déforestation et la perte de biodiversité ainsi que minimiser l'impact environnemental de leur production.

III.2. Discussion des résultats

III.2.1. Autosuffisance en bois des deux usines

Les résultats montrent que ni l'usine à thé de Tora ni celle d'Ijenda ne sont totalement autosuffisantes en bois-énergie. Les boisements propres couvrent 42,24 % des besoins à Tora et 30,4 % à Ijenda.

Ces résultats confirment ceux d'Iradukunda (2012) qui avait déjà constaté que la production des boisements de l'OTB est insuffisante pour couvrir les besoins en bois, ce qui oblige à recourir à des approvisionnements externes.

La forte dépendance vis-à-vis du bois acheté à l'extérieur, surtout à Ijenda (69,6 %), indique une pression accrue sur les ressources forestières environnantes. Cette situation est préoccupante du point de vue de la durabilité, car elle transfère l'impact environnemental vers des zones parfois non contrôlées par l'usine.

D'après les informations recueillies au sein du personnel en charge des boisements de l'usine d'Ijenda, les boisements propres renferment de petites quantités de bois car les sols sont rocheux et les arbres sont irrégulièrement répartis, ce qui rend leur rendement insignifiant.

Certaines années d'autosuffisance observées à Tora (2019 et 2020) montrent toutefois qu'une bonne planification des coupes et une mise en réserve stratégique des boisements peuvent permettre d'atteindre un équilibre temporaire entre production et consommation.

Selon les informations recueillies auprès du chef des boisements de l'usine, les années où l'usine a acheté du bois à l'extérieur correspondent à une période où le bois était facilement disponible à proximité. L'usine a préféré acheter du bois à l'extérieur pour préserver ses propres ressources forestières.

Cette stratégie a permis à l'usine de disposer de ressources en bois suffisantes en 2019 et 2020, sans dépendre de l'extérieur, car les boisements réservés étaient en cours d'exploitation.

III.2.2. Effet de l'âge et de la qualité du bois sur la consommation

A l'OTB Tora, on a connu une hausse du nombre de stères par tonne de thé sec en 2015. Les explications émanant du chef des boisements montrent que cette année a connu des

=====
perturbations politiques qui ont entraîné l'usine à être contrainte à acheter du bois de proximité sans toutefois considérer sa maturité, ce qui rend la consommation grande puisque le bois jeune se consomme rapidement par rapport au bois mûr.

Le chef des boisements a également souligné une autre stratégie importante pour réduire la consommation du bois, qui consiste à stocker le bois dans le hangar pendant une période d'au moins six mois. Cela permet de réduire l'humidité du bois, ce qui améliore considérablement sa combustion et permet ainsi d'utiliser un nombre limité de stères par tonne de thé sec.

Les résultats montrent que la consommation de bois par tonne de thé sec varie selon la qualité et la maturité du bois utilisé. À Tora, la consommation est généralement comprise entre 3 et 4 stères/tonne, mais atteint 4,5 stères en 2015, année caractérisée par l'utilisation de bois jeune et de faible calibre.

De même, à Ijenda, la plus faible consommation (3 stères/tonne en 2016) correspond à l'exploitation de boisements contenant du bois mûr et de gros diamètre, tandis que l'augmentation jusqu'à 5 stères/tonne est liée à l'utilisation de bois immature.

Ces observations confirment que le bois mûr possède un pouvoir calorifique plus élevé et une meilleure efficacité énergétique que le bois jeune, ce qui souligne l'importance du respect des cycles d'exploitation et du séchage du bois avant utilisation.

La pratique de stockage du bois pendant environ six mois à l'usine de Tora contribue à réduire l'humidité et améliore la combustion. Cette stratégie explique en partie la relative stabilité de la consommation de bois par tonne de thé sec dans cette usine.

Plus le bois est sec, plus sa valeur énergétique est élevée. Une même quantité de bois a une valeur énergétique qui augmente au fur et à mesure du séchage (CRPF, 2013).

Le séchage naturel du bois constitue donc une mesure simple, peu coûteuse et efficace pour réduire la consommation énergétique, et pourrait être systématisé dans les deux complexes théicoles.

III.2.3. Limites de la gestion des boisements propres

D'après de Ligne et Guizol (1987), les accroissements moyens annuels atteignent leur maximum entre 8 et 12 ans en général pour l'eucalyptus, ce qui cadre avec les résultats de la présente étude qui montrent un cycle moyen d'exploitation variant entre 8 et 10 ans. Cependant, malgré l'existence de plans de gestion forestière, les résultats montrent que certains boisements

=====
sont exploités avant l'âge prévu en raison de pénuries de bois. Cette pratique compromet la productivité à long terme des plantations et explique en partie les faibles rendements observés.

À Ijenda, les sols caillouteux, l'irrégularité des espacements et la présence de *Callitris*, essence moins productive, limitent fortement la capacité des boisements à fournir des volumes suffisants de bois. Ces contraintes biophysiques justifient les faibles pourcentages d'autosuffisance enregistrés.

En ce qui concerne la composition des boisements, l'eucalyptus est l'espèce principalement plantée car les plantations d'eucalyptus sont établies pour produire rapidement une grande quantité de produits ligneux, comme le soulignent Melun et *al.* (2002) cité par Nduwimana et *al.*(2023).

En plus, l'Eucalyptus de plantation possède une valeur calorifique élevée et peu variable (4 700 à 4 800 kcal/kg de bois sec). Il produit un charbon de bois de bonne qualité marchande, de pouvoir calorifique double de celui du bois sec et de conservation indéfinie (Trouvilliez,1987).

Quant à la méthode d'exploitation pratiquée, on pratique la coupe rase. Ce type de coupe présente des inconvénients pour la gestion durable des boisements et la protection des sols contre l'érosion.

D'après Ogée et *al.*(2022), cette méthode de coupe diminue la fertilité du sol et entraîne son érosion. En plus, la nécessité d'éducation des nouveaux plants en pépinière demande beaucoup de moyens et ces plants peuvent difficilement s'adapter au milieu surtout par manque d'entretien adéquat.

Au Congo, les coupes à blanc sont à l'origine du drainage en profondeur des éléments nutritifs au moment de l'exploitation des plantations d'eucalyptus (Laclau et *al.*, 2010) in (Tchichell, 2017).

III.2.4. Evolution de la production du thé sec entre 2013 et 2024

Les résultats de la présente étude ont montré qu'il s'est observé une chute des rendements. Les explications émanant de l'usine disent que ces fluctuations proviennent essentiellement des théiculteurs qui abandonnent les champs soit par manque de main d'œuvre ou en attachant plus d'importance à la culture de pomme de terre qui se révèle plus rentable par rapport au thé. Pour l'usine à thé de Tora, les raisons avancées mettent en cause l'absence de fertilisants.

III.2.5. Apport et limites des coques de noix de palmiste

L'utilisation des coques de noix de palmiste permet une réduction moyenne d'environ 1 stère de bois par tonne de thé sec dans les deux usines. Ce résultat montre un potentiel réel de substitution partielle du bois.

Cependant, l'analyse financière révèle que cette substitution entraîne actuellement un surcoût (21 370 francs burundais /tonne à Ijenda et 39 970 francs burundais/tonne à Tora). Ainsi, malgré ses avantages environnementaux, cette option reste économiquement peu attractive dans les conditions actuelles du marché.

Ces résultats suggèrent que la viabilité des coques de palmiste dépendra fortement d'une baisse de leur prix, d'un soutien institutionnel ou de subventions liées aux énergies renouvelables.

Les coques de noix de palmiste ont été mentionnées par Epesse Misse et *al.* (2023) pour alimenter un four de fusion de la ferraille, avec l'avantage supplémentaire d'un bilan carbone neutre lors de la combustion.

Au Burundi, le problème énergétique et par là le problème de déforestation est tellement inquiétant qu'une part de la population se regroupe pour essayer d'en trouver partiellement une solution. Par ailleurs, suite à l'abondance des déchets surtout de balle de riz et de parche de café, la fabrication des briquettes de charbon a été proposée comme l'une des filières de valorisation des déchets (Manirakiza, 2016) cité par (Ndikumana et al., 2020). Cette option pourrait être essayée par les usines à thé.

III.2.6. Applicabilité des alternatives énergétiques au contexte burundais

La forte dépendance des usines à thé burundaises vis-à-vis du bois-énergie pose des défis majeurs pour la durabilité environnementale et la sécurité énergétique. Dans ce contexte, plusieurs alternatives énergétiques déjà exploitées dans d'autres régions peuvent être envisagées, mais leur applicabilité dépend à la fois des ressources locales, de la technologie requise et des coûts d'investissement.

Une option prometteuse est la production de briquettes de biomasse à partir de résidus agricoles ou forestiers. Ces briquettes sont obtenues en densifiant des déchets comme la sciure, la bagasse ou des tiges de cultures pour former un combustible solide à haute densité énergétique. La

=====

littérature montre que la densification de résidus lignocellulosiques augmente significativement le pouvoir calorifique et réduit les déchets solides (Roman & Grzegorzewska, 2024).

L'utilisation de la biomasse pour la production d'énergie montre quelques avantages importants par rapport à d'autres sources d'énergies renouvelables (soleils, vent). Ainsi, l'énergie issue de la biomasse est stockable et contrôlable selon les besoins, et se produit avec un rendement élevé. La combustion de la biomasse dégage précisément la quantité de dioxyde de carbone (CO₂) qui a été à l'origine liée à la croissance des plantes par la photosynthèse. La valorisation énergétique de la biomasse conduit à un cycle fermé de CO₂ et est alors une source d'énergie favorable pour l'environnement qui ne provoque pas de gaz à effet de serre supplémentaires (Birkenfeld, 2010).

Par exemple, la sciure de bois ou des résidus agricoles peuvent être transformés en briquettes présentant des caractéristiques énergétiques robustes, ce qui les rend appropriés pour des applications thermiques industrielles. De plus, l'usage de ces résidus réduit les déchets et les émissions de gaz à effet de serre lorsqu'ils remplacent des combustibles fossiles ou du bois bûche traditionnel (Roman & Grzegorzewska, 2024).

Au Burundi, où des résidus comme la balle de riz, la sciure de bois ou les coques d'arachides sont disponibles en grande quantité, la production de briquettes de biomasse apparaît comme une alternative énergétique réalisable et potentiellement rentable.

La bagasse de canne à sucre est à présent valorisée par une centrale électrique alimentée par de la biomasse à la SOSUMO (Société Sucrière du Moso). Il s'agit d'une unité de cogénération de 2 x 2 MW alimentée à partir de la bagasse (déchet de la canne à sucre) et fonctionnant durant toute la campagne sucrière de 6 mois (MEM, 2012).

Une autre source d'énergie renouvelable est la biométhanisation, qui transforme la matière organique en biogaz riche en méthane via la digestion anaérobie. Cette voie de valorisation des déchets organiques est bien documentée et apparaît comme une stratégie efficace pour traiter les déchets agricoles tout en produisant de l'énergie thermique ou électrique (Kumar Singh et al., 2023).

Dans des contextes ruraux et agricoles similaires, l'utilisation de biogaz a permis d'améliorer l'efficacité énergétique tout en réduisant les impacts environnementaux liés à la gestion des résidus biologiques (Kumar Singh et al., 2023).

=====

Au Burundi, où l'élevage et l'agriculture génèrent des volumes substantiels de déchets, la biométhanisation pourrait contribuer à réduire la dépendance au bois et améliorer l'autonomie énergétique des usines.

Quant à l'énergie solaire thermique, le gisement solaire du Burundi est très intéressant. L'ensoleillement moyen reçu annuellement est proche de 2 000 kWh/m².an soit l'équivalent des meilleures régions européennes (sud méditerranée) dans une optique du développement de programmes nationaux, il serait souhaitable, cependant, de faire procéder à une étude de gisement plus précise prenant en compte les spécificités topographiques et saisonnières.

En dépit de la nébulosité importante due à la situation équatoriale du Burundi et des périodes de pluies, l'exploitation de l'énergie solaire au Burundi est donc une solution intéressante. La production d'électricité par énergie solaire peut être réalisée par la technologie photovoltaïque ou par des solutions thermiques. Dans le cas du Burundi, seule l'option photovoltaïque paraît adaptée (MEM,2012).

L'investissement initial requis pour les installations solaires et pour les systèmes de stockage thermique rend cette solution plus adaptée comme source complémentaire plutôt que comme solution unique dans un premier temps.

L'usage de scieries et de déchets ligneux sous forme de sciure ou de résidus densifiés offre une autre piste viable. La sciure, souvent produite en grande quantité par les scieries locales, peut être récupérée, densifiée ou utilisée directement dans des brûleurs adaptés, tel que démontré par Asnawi et al.(2025) contribuant ainsi à réduire la consommation de bois de chauffe traditionnel. Cette voie s'appuie sur des technologies éprouvées, comme les brûleurs cyclone, qui convertissent efficacement la biomasse en énergie thermique utile.

En revanche, d'autres technologies, telles que les chaudières électriques ou l'énergie éolienne, bien qu'efficaces dans certains contextes, restent limitées dans le cadre burundais du fait des contraintes sur l'accès à l'électricité stable et des coûts d'investissement élevés. Ces options pourraient devenir plus pertinentes à long terme si l'infrastructure énergétique du pays se renforce.

En résumé, les briquettes de biomasse, les résidus ligneux densifiés, par exemple la sciure de bois et la biométhanisation apparaissent comme les alternatives les plus applicables au Burundi

du point de vue des ressources disponibles et de la faisabilité technologique. L’énergie solaire thermique peut compléter ces solutions, tandis que les autres options nécessitent encore des conditions infrastructurelles ou financières plus favorables pour être pleinement viables.

CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Conclusion

L'étude avait comme objectif principal de contribuer à la gestion durable des ressources forestières à travers l'analyse de l'utilisation du bois-énergie et des alternatives de réduction des quantités utilisées dans les usines à thé.

L'étude a permis de montrer qu'au total, sur les 12 ans, la consommation du bois s'élève à 171175,5 stères, ce qui représente une moyenne annuelle de 14264 stères.

L'usine d'Ijenda totalise 95114,5 stères soit 55,56% de la consommation totale, soit 55,56% de la consommation totale sur 12 ans et l'usine à thé de Tora affiche une consommation globale de 77061 stères.

En considérant la moyenne par tonne de thé sec, la consommation se situe entre 3 à 5 stères de bois avec une moyenne de 4 stères par tonne de thé sec.

En ce qui concerne l'analyse de la contribution des boisements propres, il a été remarqué que les deux usines ne sont pas autosuffisantes en matière de bois et doivent acheter du bois à l'extérieur. Pour l'usine à thé de Tora, les boisements propres contribuent à 42,24% des besoins en bois, tandis que 57,26% proviennent de l'extérieur, ce qui représente une différence peu significative.

En revanche, pour l'usine à thé d'Ijenda, les boisements propres ne contribuent qu'à 30,4% contre 69,6% de bois acheté à l'extérieur. Le problème est accentué par le fait que les boisements de l'usine à thé d'Ijenda sont affectés par leur inaccessibilité due à l'absence de routes, ce qui rend certains boisements difficilement exploitables, voire inexploitable, obligeant l'usine à acheter du bois à l'extérieur.

Cette dépendance au bois extérieur valide l'hypothèse qui dit que la consommation du bois de l'usine dépasse la disponibilité des ressources forestières propres.

La coupe rase des boisements de ces usines a pour conséquences la dégradation des sols et la perte de la biodiversité dans les écosystèmes forestiers. En plus, les différents soins non pratiqués aux boisements et leur exploitation quelquefois précoce suite à la pénurie du bois, montrent que les boisements ne sont pas gérés durablement. Ceci confirme l'hypothèse selon laquelle la gestion des boisements propres de ces deux usines n'est pas durable.

Il a été prouvé que, pour couvrir la production du thé sec prévu dans le plan quinquennal, il faudra reboiser respectivement 259,4 hectares ha additionnels et 659,87 ha pour l'usine à thé d'Ijenda.

Pour réduire l'usage excessif du bois, l'utilisation des coques de noix de palmiste a été expérimentée en complément du bois. Cependant, l'étude montre que leur contribution est peu significative et entraîne un surcoût économique.

Bien que les coques de noix de palmiste soient une alternative prometteuse, il serait judicieux de renégocier les prix et d'explorer d'autres stratégies pour maximiser leur utilisation. Ceci confirme l'hypothèse selon laquelle il existe des solutions alternatives à l'utilisation du bois, telles que l'exploitation des énergies renouvelables et la substitution du bois par d'autres matériaux combustibles, qui pourraient réduire considérablement la consommation du bois de l'usine.

Après l'analyse de l'applicabilité des différentes alternatives au Burundi, l'étude a permis de montrer que les briquettes de biomasse sont l'option principale à adopter compte tenu des ressources disponibles et de la faisabilité technologique facile.

Suggestions

Compte tenu des résultats de la présente étude, nous suggérons ce qui suit :

➤ Au gouvernement :

- Doter les usines à thé des terrains suffisants pour la production de bois permettant ainsi de réduire leur dépendance aux fournisseurs externes de bois ; équilibrer leur consommation de bois et promouvoir une gestion durable des ressources forestières ;
- Développer des infrastructures de chauffage alternatives utilisant des déchets de biomasse pour substituer le bois et réduire ainsi la pression sur les forêts
- Former les travailleurs sur les nouvelles techniques visant la réduction de l'utilisation du bois.

➤ **Au personnel des usines à thé :**

- Mettre en place des pratiques de gestion des boisements propres qui respectent les normes de durabilité et de conservation de la biodiversité ;
- Investir dans les sources d’énergie renouvelables, notamment l’énergie solaire, pour réduire la dépendance aux combustibles fossiles en cas de coupure de l’électricité en provenance des centrales hydro-électriques ;
- Créer des partenariats avec les usines qui produisent les briquettes issues de la biomasse pour substituer complètement le bois-énergie et si les moyens le permettent créer leurs propres usines productrices de briquettes ;

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Abada, A. S. B. (2007). La biométhanisation : une solution pour un développement durable. *Revue des Energies Renouvelables*, Division Bioénergies & Environnement, Centre de Développement des Energies Renouvelables B.P. 62, Route de l'Observatoire, Bouzaréah, Alger, Algérie
2. Ademe, X. Logel, J. Lhotellier, B. De Caemel, C. Alexandre, S. Cousin, E. Vial, AL. Dubilly, M. Buitrago, M. Durand, E. Machefaux, J. Mousset.(2022). Analyse du Cycle de Vie du bois énergie collectif et industriel – Synthèse, *ADEME 20, avenue du Grésillé BP 90 406 | 49004 Angers Cedex 01* , 48 p.
3. Aditya, K., Kumar, R., Bharti, & Sanyal, S. (2023). Environmental impact of green house gas emissions from the tea industries of northeastern states of India. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, article de recherche (December), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1220775>
4. Alg, P., & Populaire, M. E. T. (2019). Dosage par HPLC- DAD de l'épigallocatechine gallate dans le thé et évaluation de son activité antioxydante. *Mémoire du Projet de fin d'étude 2ème Année Master , Université du 08 Mai 45, Algérie,100p.*
5. Assmann,E. (1970). The principles of forest yield study. Pergamon Press, Oxford, 505 p.
6. Asnawi, R., Suseno, T., Slameto, S., Prakosa, A., Wylis, R., & Murniati, K. (2025). Efficiency of Sawdust
7. Biomass Utilization as an Alternative Energy Source for Tea Leaf Drying Using Cyclone Burner. *Journal of Renewable Energy and Environment 12(1)*, 48–55.
8. Birkenfeld, U. (2010). Etude sur les potentiels de biomasse pour la région Souss-Massa-Drâa et la province d'Essaouira. *Document du projet, Université des Sciences Appliqué de Trêves - Umwelt-Campus Birkenfeld,216.*
9. Bitama P.C (2021). Le rôle du théier dans les petites exploitations familiales au Burundi : le cas des complexes théicoles de Teza et d'Ijenda (Thèse de doctorat). Gembloux, Belgique, Gembloux Agro-Bio Tech, Université de Liège, 154 pages
10. Bullock, A., & Niyonkuru, C. (2009). Etude sur la politique sectorielle d'utilisation de l'eau et la sante, *rapport de consultance*, 85p.
11. Capecchi, B. (1976). Teza, une grande exploitation théière au Burundi. *Cahiers d'outre-Mer*, 29(115), 271–301. <https://doi.org/10.3406/caoum.1976.2785>
12. CTA (2013). Secteur du thé. Note de synthèse agritrade 1–10.

- =====
13. Chanfreau S. (2020). Développement d'une filière théicole en France Stéphanie Chanfreau. *Rapport d'études Nuffield France*, 47p.
 14. Cnuced. (2016). Ananas - Un profil de produit de base par Infocomm. *Cnuced*, 10, 8–14.
 15. CRPF (2013) Les unités du bois énergie, *Mémento aquitain du bois énergie Synthèse N° 6 Synthèse bibliographique*, 11p.
 16. de Ligne A. & Guizol P. (1987) Synthèse des recherches forestières effectuées au Burundi. *AGCD, publication du Service Agricole n°12*, 219 p.
 17. Epesse Misse, S., Obounou, M., Ayina Ohandja, L. M., & Caillat, S. (2023). Utilisation des coques de noix de palmiste comme combustible dans un four de fusion de la ferraille. *Journal of Renewable Energies*, 16(1), 75–89. <https://doi.org/10.54966/jreen.v16i1.365>
 18. Food and Agriculture Organization [FAO]. (2025). *_Current Market Situation and Medium-Term Outlook for Tea to 2025_*. Rome : FAO.
 19. Hurpeau, G. (2019). *Histoire du thé au Japon : techniques culturelles et de fabrication du thé à l ' époque Edo To cite this version : HAL Id : tel-02271404 de l ' Université de recherche Paris Sciences et Lettres PSL Research University Préparée à l'École Pratique des Haut.*
 20. Iradukunda, J. d'Arc. (2012). *Contribution à l'étude d ' impact environnemental des complexes théicoles : cas des complexes théicoles d 'Ijenda et de Tora, UB Mémoire*, 38 p..
 21. Jayah, T. H. (2002). *Evaluation of a downdraft wood gasifier for tea manufacturing in sri lanka. march. A thesis submitted in total fulfilment of the requirements of the degree of Masters by Research*
 22. Kumari, V., Chandra, H., Aditya, K., Kumar, K. R., Dashora, K., Krishnan, N., Sanyal, S., & Dharmaraja, S. (2021). Feasibility study on renewable energy system in tea (*Camellia sinensis*) estates of North-East India. 91(November), *Indian Journal of Agricultural Sciences* 91 (11): 1631–5, November 2021/Article <https://doi.org/10.56093/ijas.v91i11.118574>, 1631–1635.
 23. Loi organique N°1/05 u 16 mars 2023 portant détermination et délimitation des provinces, des communes, des zones, des collines et/ou quartiers de la République du Burundi, 78p.

- =====
24. Ministère de l'Eau , de l'Environnement , de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme(2014) Programme des Nations Unies Pour le Développement , projet de gestion des impacts de changement climatique et des risques de catastrophes au burundi *Etude d'impacts environnemental et social du projet.*
 25. Ministère de l'Energie et Mines (2012) Opportunités dans le secteur des énergies renouvelables au Burundi,52p.
 26. Ndayisaba, É. (2017). *La région théicole d'Ijenda (Burundi) : économie et société , 1965-2011* Éric Ndayisaba To cite this version : HAL Id : dumas-01426144. 1965–2011.
 27. Ndayisenga, F., & Hakizimana, G. (2023). Impact du changement climatique sur la productivité du thé au Burundi : cas des plantations de Teza et Rwegura. *_Revue Scientifique de l'Université du Burundi_*, 21(2), 45-62.
 28. Ndikumana E., Niyongabo G., Sinzinkayo E. (2020). Les déchets végétaux-énergie , une des solutions au problème énergétique au Burundi. *Bulletin Scientifique sur l'Environnement et la Biodiversité* 4: 1-10 en 2012, 1–10.
 29. Nduwimana A.,Habonayo R., Habonimana B., Ndorere V.,Kaboneka S.Bogaert J. (2023). Regar critique sur les impacts socio-économiques et écologiques des peuplements d'eucalyptus au Burundi.*Bois et forêts des Tropiques*,357:85-96 Doi: <https://doi.org/10.19182/bft2023.357.a37103>
 30. Nkunuzimana, T., Thonon, A., & Ndimira, P. (2002). *La théiculture au Burundi : Diagnostic d'une filière en mutation. Université du Burundi, FSEA-CURDES, RP.1049* 193–197.
 31. Nouvellet, B. (1993). *Evolution d'un taillis de formation naturelle soudano-sahélienne au Burkina Faso*. 45–59. *Bois et forêts des Tropiques* 11° 237. Je trimestre 1993
 32. OAG. (2015). *Commune de Mugamba: Etat des lieux de la gouvernance*,55 p.
 33. Ogée, J., Augusto, L., Inrae, F. F., Efi, B. G., Inrae, A. L., Inrae, D. L., Onf, N. P., & Inrae, J. R. (2022). *Effets des coupes rases sur le milieu physique* 1–23.
 34. Paper, P. B. (2020). *Bioenergy in Tea Processing in Kenya*.
 35. NITIDAE (2018). Guide de gestion des micro-peuplements forestiers, *Projet MAHAVOTRA Phase 2*.

- =====
36. Prudence, N., Michel, R. B., & Mergeai, G. (2005). *Faculte universitaire des sciences agronomiques de GEMBLOUX Relations cultures vivrières - cultures de rente et dynamiques agraires au Burundi : une étude de cas à partir de trois régions agro-écologiques (Buyenzi , Imbo-sud et Mugamba-sud)*.
 37. Racicot, A. (2011). Durabilité de combustibles de substitution au bois énergie en haïti – filières renouvelables pour la cuisson des aliments, *Essai présenté au Centre Universitaire de Formation en Environnement en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M.Env.) 106p*.
 38. Report, D. S., Processing, T., & Country, F. (2021). Bioenergy for Sustainable Local Energy Services and Energy Access in Africa.
 39. Roman,K.,& Grzegorzewska,E. (2024). Biomass Briquetting Technology for Sustainable Energy Solutions: Innovations in Forest Biomass Utilization. *Energies*, 17(24),6392
 40. Schalbroeck J. J. & Baragengana R. (1989). Contribution à l'étude de la fertilisation minérale du blé dans la région du Mugamba (Burundi) *Tropicultura*,1989,7,1, 17-23
 41. Schuster, M. et Ndimubandi, J. 2018. Introduction de mécanismes d'agriculture sous-contrat dans la filière thé au Burundi. *Rapport d'analyse de politique, SAPAA (Programme de Suivi et analyse des politiques agricoles et alimentaires)*. Rome, FAO.
 42. Sriram, S. A. (2023). Tea Industry : Focus on Kenya. *International journal of management and commerce innovation* ISSN 2348-7585 (online) Vol. 10 , Issue 2, pp:208-211
 43. Tchichell, S. V. (2017). *Production de biomasse et quantification des flux d 'azote dans une plantation mixte d 'Eucalyptus urophylla x grandis et d 'Acacia mangium au Congo Sogni Viviane Tchichellé To cite this version : HAL Id : tel-01453408 soutenance et mis à disposition de l 'ensemble de la Contact : ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr*.
 44. Trouvilliez J.,Bouhot L.,Guizol P.(1987) Croissance des eucalyptus au Burundi: synthèse des essais 1977-1986, *ISABU B.P. 795 Bujumbura. Publication n° 102-1987*, 66p.

=====

Sites internet visités

1. Déforestation : causes et conséquences - Planète Urgence (planete-urgence.org) consulté le 8/7/2024
2. <https://bi.chm-cbd.net> consulté le 21/03/2025
3. <https://www.septimealamaison.fr/quel-est-limpact-environnemental-du-the/> consulté le 28/7/2025
4. <http://sodefor.net/gestion-durable/> consulté le 5/1/2026
5. <https://ecotree.green/blog/pourquoi-faire-des-coupes-partielles-dans-les-forets> consulté le 24/01/2026
6. <https://www.wattco.com/fr/2022/08/avantages-des-chaudieres-electriques-pour-les-applications-industrielles-a-grande-echelle/> consulté le 5/2/2026
7. <https://burunditravel.bi/the-burundi/> consulté le 12/03/2026
8. <https://www.teacosy.fr/limpact-environnemental-de-lindustrie-du-the/> consulté le 13/3/2026
9. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> consulté le 18/6/2026