

Rapport d'étude

-

Etude de la Non Renouvelabilité du Bois (NRB) Effets de l'utilisation des foyers améliorés promus par le projet Agrovalor RCI

Version finale – Août 2021

Rédacteurs : Dorgeles GOMEU

Avec l'appui du bureau d'études Jiri Services : Baptiste FLIPO
Safiatou KOUNTA

Sommaire

I-	Contexte de l’étude.....	3
1)	Les filières de transformation agricole en Côte d’Ivoire	3
2)	Le projet Agrovalor en Côte d’Ivoire	3
3)	Etude de la fraction non-renouvelable de la biomasse utilisée dans le cadre des activités de transformation agricole.....	3
II-	Méthodologie	4
1)	Méthode de calcul de f_{NRB}	5
2)	Options retenues dans le cas du projet Agrovalor en RCI	6
III-	Résultats	8
1)	Enquêtes réalisées.....	8
2)	Analyse SIG	13
3)	Paramètres considérées pour le calcul.....	18
4)	Estimation de f_{NRB}	21
5)	Estimation des quantités de GES évitées par le projet.....	22
IV-	Conclusions et recommandations.....	24
1)	Conclusions	24
2)	Recommandations	25
V-	Bibliographie.....	26
VI-	Annexes	26
1)	Outils utilisés lors de l’enquête (questionnaires)	26
2)	Informations collectées lors de l’enquête des structures	26

I- Contexte de l’étude

1) Les filières de transformation agricole en Côte d’Ivoire

Le secteur agricole constitue, depuis toujours, l’un des piliers de l’économie ivoirienne. La Côte d’Ivoire est ainsi le premier producteur mondial de fèves de cacao et de noix de cajou.

Positionné comme un acteur incontournable de la production de produits agricoles, le pays se tourne progressivement vers la transformation de ces produits. Par exemple, la transformation des noix de cajou ivoiriennes était en 2018 à hauteur de 8% de sa production, et l’objectif est d’accroître encore cette capacité de 107 000 tonnes. D’autres produits, comme le manioc et le karité, sont généralement transformés par des unités artisanales villageoises et plus rarement dans des unités semi-industrielles basées dans les périphéries des centres de consommation urbains.

Pour les unités artisanales, la transformation est généralement peu mécanisée et a recours à certaines étapes d’une cuisson plus ou moins importante. En conséquence, des quantités variables de bois (ou de charbon de bois) sont utilisées par ces unités, souvent avec des équipements de cuisson peu efficaces.

2) Le projet Agrovalor en Côte d’Ivoire

Depuis fin 2017, l’association Nitidæ a obtenu un financement de l’Agence Française de Développement (AFD) pour développer le projet de valorisation énergétique de déchets agroindustriels en Côte d’Ivoire, dit « Projet Agrovalor RCI ».

L’objectif global du Projet est de promouvoir la valorisation énergétique des déchets agro-industriels en Côte d’Ivoire et de diffuser des équipements de valorisation énergétique adaptés au contexte local (en particulier dans les villes de Bouaké et Korhogo) et à destination des petites unités de transformation (moins de 5000 tonnes de noix brutes par an ; les grands industriels utilisant généralement des équipements importés, globalement assez performants mais relativement coûteux). En assurant un transfert de compétences pour la réplique de ces technologies dans le pays à moyen-long terme.

En ce qui concerne les filières attiéké et karité, le projet prévoit l’installation de 30 foyers améliorés (FA) auprès de transformatrices d’attiéké, et l’équipement en outils améliorés pour la production du karité auprès de 6 groupements et/ou PME.

3) Etude de la fraction non-renouvelable de la biomasse utilisée dans le cadre des activités de transformation agricole

Les équipements diffusés ont un impact direct sur la consommation du bois de chauffe (BC) des transformateurs agro-industriels, et engendreront par conséquent une réduction de la pression sur le couvert forestier des zones d’intervention et une réduction des émissions de CO2 engendrées par ces

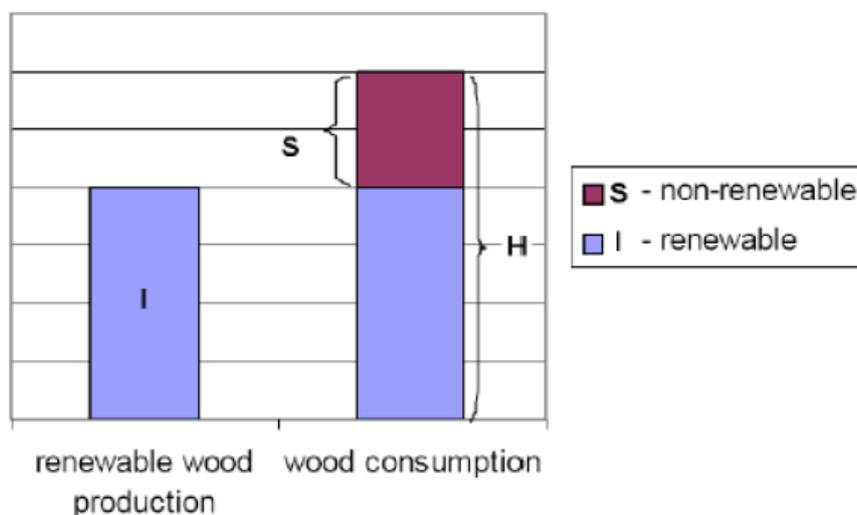
activités économiques. Le projet souhaite ainsi estimer le taux de réduction de consommation du bois de chauffe et finalement les réductions d’émissions de gaz à effet de serre permises par l’utilisation des équipements améliorés.

Via cette étude, Nitidae cherche à répondre aux questions suivantes :

- Comment sont approvisionnés en bois-énergie (bois et charbon de bois) les opérateurs de transformation agro-industriels ? Et plus généralement les zones du projet (Bouaké et Korhogo) ?
- Quels sont les différents acteurs de la filière bois-énergie et comment interviennent-ils dans la chaîne de valeurs ?
- Quels autres usages du bois (bois d’œuvre, utilisation domestique ou institutionnelle, etc.) sont effectués localement ?
- Quels sont les bassins d’approvisionnement en bois des zones du projet ?
- Quels sont la superficie totale et le taux d’accroissement moyen des surfaces boisées dans ces bassins d’approvisionnement ?
- A combien peut-on estimer le facteur de non-renouvelabilité de la biomasse ?
- Quelle quantité de bois-énergie est évitée grâce au projet ?
- Quels sont les réductions d’émissions permises par le projet ?

II- Méthodologie

Pour estimer l’impact positif des fourneaux améliorés sur la ressource en bois, il faut prendre en compte le fait qu’au moins une fraction du bois utilisé est renouvelable. En effet, malgré l’exploitation du bois, la forêt se régénère naturellement. On dit ainsi que la biomasse est non renouvelable **si la consommation de bois dans l’aire de projet excède la production de bois renouvelable**, tel que présenté dans le schéma suivant :



Pour caractériser ce phénomène, on considère le facteur de non-renouvelabilité de la biomasse (f_{NRB}).

1) Méthode de calcul de f_{NRB}

Plusieurs méthodologies existent pour déterminer ce facteur, la principale étant celle proposée par la Convention-Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques dans le cadre du Mécanisme de Développement Propre ([outil 30 : Calculation of the fraction of non-renewable biomass](#)).

Le facteur de non-renouvelabilité de la biomasse est exprimé comme suit :

$$f_{NRB} = \frac{NRB}{NRB + RB}$$

Où :

f_{NRB} = Fraction non-renouvelable

NRB = Quantité de biomasse non-renouvelable (t/an) dans la zone du projet

RB = Quantité de biomasse renouvelable (t/an) dans la zone du projet

A l'échelle du projet, la quantité de biomasse non renouvelable est calculé comme la différence entre la consommation en biomasse et la quantité de biomasse renouvelable.

$$NRB = B_{old,total} - RB$$

Et

$$B_{old,total} = HW_{project} \times N_{project} + TI_{project}$$

Où :

$B_{old, total}$ = Consommation annuelle totale de bois dans la zone du projet en l'absence de l'activité du projet (t/an)

$HW_{project}$ = Consommation moyenne de bois de chauffage des ménages, y compris le bois de chauffage et le charbon de bois dans la zone du projet (t/an/ménage)

$TI_{project}$ = Consommation non domestique de biomasse ligneuse pour des applications énergétiques ou non énergétiques (construction, mobilier) qui sont extraites des forêts ou des terres dans la zone du projet (t/an)

$N_{project}$ = Nombre de ménages consommant du bois de chauffage pour des applications thermiques dans la zone du projet

Pour les consommations de charbon de bois, la quantité correspondante de biomasse ligneuse est déterminée en utilisant un facteur de conversion bois/charbon par défaut de 6 kg de bois de chauffage (base humide) par kg de charbon de bois (base sèche).

La quantité de biomasse renouvelable est calculée en utilisant la formule suivante :

$$RB = \sum (MAI_{forest,i} \times (F_{forest,i} - P_{forest})) + \sum (MAI_{other,i} \times (F_{other,i} - P_{other}))$$

Où :

$MAI_{forest,i}$ = Croissance annuelle moyenne de la biomasse ligneuse par hectare dans la sous-catégorie i des zones forestières (t/ha/an)

$MAI_{other,i}$ = Croissance annuelle moyenne de la biomasse ligneuse par hectare dans la sous-catégorie i des autres surfaces boisées (t/ha/an)

$F_{forest,i}$ = Étendue de la forêt de la sous-catégorie i

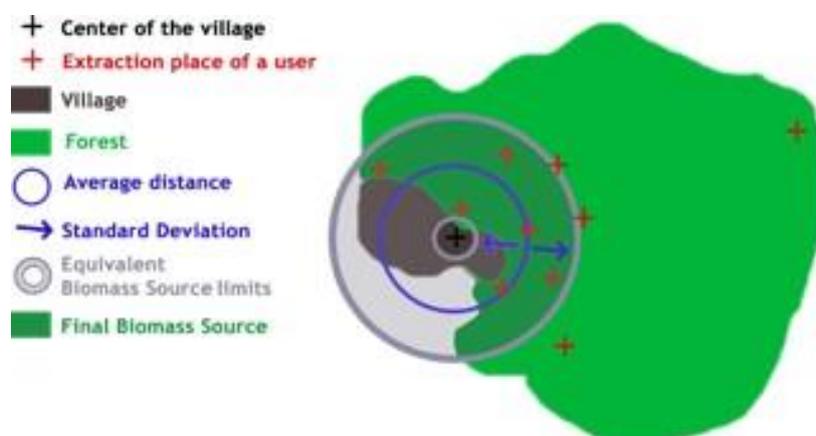
$F_{other,i}$ = Étendue de la surface boisée de la sous-catégorie i

P_{forest} = Étendue de la forêt non-accessible

P_{other} = Étendue de la surface boisée non-accessible

i = Sous-catégorie i des zones forestières et autres zones boisées

Pour ce faire, il faut donc pouvoir estimer la surface de forêt présente à proximité de la zone du projet et le taux moyen de croissance de la biomasse dans ces zones forestières et autres surfaces boisées.



Pour résumer, afin de calculer le taux de non-renouvelabilité de la biomasse, il faut évaluer :

- i. Le bassin d’approvisionnement de la biomasse autour des villes du projet (Bouaké et Korhogo),
- ii. La production naturelle de bois des espaces boisés dans le bassin d’approvisionnement,
- iii. La consommation en bois dans cette zone, que ce soit concernant les combustibles solides (bois de chauffe et charbon de bois) ou le bois d’œuvre.

2) Options retenues dans le cas du projet Agrovalor en RCI

Afin d’estimer la fraction non renouvelable du Bois autour des villes du projet Agrovalor, plusieurs hypothèses et décisions ont été prises afin de s’adapter au contexte local.

1. Afin d’être le plus précis possible, le facteur de non-renouvelabilité est calculé pour chacune des 2 villes du projet (Bouaké et Korhogo).

Ce facteur local sera confronté à la valeur au niveau national pour comparaison, calculée à partir des données nationales sur la production/consommation de bois.

2. Faute de données précises sur le bassin d’approvisionnement en bois autour des villes concernées par le projet, il a été décidé de procéder à des enquêtes auprès des principaux consommateurs de biomasse dans les villes du projet.
3. Afin de prendre en compte tous les usages du bois et obtenir le maximum d’informations possibles sur le bassin d’approvisionnement, 4 cibles ont été déterminées :
 - Ménages urbains et périurbains,
 - Usagers productifs,
 - Bois d’œuvre,
 - Commerçants et transporteurs.
4. Deux enquêteurs ont été recrutés dans chaque ville du projet. Dans chaque ville, l’objectif donné était d’atteindre au moins un échantillon de 120 enquêtes, selon le détail suivant :
 - 50 ménages en ville,
 - 25 ménages en zone péri-urbaine,
 - 25 Unités de transformation et autres commerces utilisant du bois de chauffe,
 - 5 pour chaque catégorie : transformation d’attiéké / boulangeries / restaurants / production tchapalo / rôtisseries-dibiteries
 - 10 unités utilisant du bois d’œuvre (construction, meubles),
 - 10 vendeurs et transporteurs de bois.

Lors de l’enquête, il s’agira pour les équipes de Nitidæ d’identifier :

- Les lieux de production du bois-énergie et distances par rapport au centre urbain ;
- Les flux en termes de quantités de produits transportés ;
- Le niveau d’utilisation des technologies de cuisson et leur degré de satisfaction ;
- Les quantités de bois et de charbon de bois utilisées pour la cuisson et autres (y compris la fréquence).
- Les différents acteurs (producteurs, commerçants, transporteurs, vendeurs, utilisateurs...).

Une analyse bibliographique et des premiers repérages dans chacune des villes ont permis de comprendre grossièrement l’organisation de la filière, facilitant ainsi le travail d’enquête terrain.

5. Un questionnaire pour chacune des cibles précédemment citées a été élaboré sur l’outil Kobo Toolbox, permettant de traiter les données sur un outil informatique. Une formation des enquêteurs a été effectuée au préalable en juillet 2020. L’enquête s’est ensuite déroulée fin juillet et courant août.

III- Résultats

1) Enquêtes réalisées

Un total de 366 enquêtes ont été réalisées sur les 2 zones concernées, parmi lesquelles :

- 196 ménages en zone urbaine et péri-urbaine,
- 81 Unités de transformation et autres commerces utilisant du bois de chauffe,
- 29 unités utilisant du bois d’œuvre (construction, meubles) ;
- 49 Commerçants de bois/charbon de bois ;
- 11 transporteurs de bois/charbon de bois.

a) Les ménages urbains et péri-urbains :

Dans le cadre de l’enquête, 196 ménages ont été interrogés à Bouaké et à Korhogo.

Compte tenu de l’éloignement de certaines communes par rapport au centre des villes, une distinction a été opérée entre les ménages urbains et les ménages péri-urbains/ruraux, ramenant l’échantillon total comme suit :

Étiquettes de lignes	Nombre de Type de localité
Bouaké	94
Rural	34
Urbain	60
Korhogo	102
Rural	41
Urbain	61
Total général	196

Une seconde distinction a été apportée en fonction du niveau de vie des ménages. Ils se répartissent ainsi comme suit, en fonction de la ville concernée :

	Moyenne de Taille de ménage	Nombre d’enquêtes réalisées
Bouaké	10,15	94
Ménage aisé	5,29	7
Ménage démuné	10,16	49
Ménage modeste	11,03	38
Korhogo	8,56	102
Ménage aisé	8,87	15
Ménage démuné	8,20	50
Ménage modeste	8,92	37
Total général	9,32	196

Compte tenu du faible échantillon pour les ménages aisés, il est proposé de renseigner par la suite une catégorie Ménage modeste/aisé (M/A, en comparaison des ménages démunis D), afin d’en extraire des données exploitables.

Une moyenne de 9,3 personnes par ménage est observée, avec une taille de ménage plus importante à Bouaké (10,15) qu’à Korhogo (8,6). Il est à noter que cette valeur diffère des statistiques démographiques nationales (RGPH 2014), où il est estimé que les ménages comportent 5,9 et 5,8 personnes respectivement pour les régions de Gbêkê (Bouaké) et Poro (Korhogo). Cet écart pourrait être liée à des différences de conception dans la définition du ménage. Notamment, dans le cadre de l’enquête, une seule question traite de ce sujet, là où le RGPH est plus pointu dans ses questions sur la taille de ménage. Par ailleurs, dans le cadre d’enquêtes sur la cuisson domestique, l’intérêt est surtout de savoir combien de personnes prennent des repas dans le ménage.

Parmi ces ménages, on retrouve des utilisatrices de charbon de bois, de bois de chauffe, de gaz, tel que précisé dans le graphique ci-dessous. Certains ménages utilisent d’ailleurs plusieurs types de combustibles (moyenne de 1,6 combustibles utilisés par ménage). Le graphique ci-dessous présente le profil moyen d’utilisation de combustibles par les ménages¹.



On note une tendance qui se retrouve dans d’autres contextes ouest-africains : les ménages les plus aisés sont ceux qui utilisent davantage le gaz et le charbon, là où les ménages les plus démunis préfèrent utiliser du bois de chauffe. La consommation de bois est aussi beaucoup plus présente en zone rurale qu’en zone urbaine.

¹ Comme précisé dans ce paragraphe, les ménages utilisent en moyenne 1,6 combustibles différents. Le graphique présenté ici se réfère aux types de combustibles utilisées, et non aux quantités consommées. Il est par ailleurs ramené sur une base 100, chaque ménage pesant le même poids (par exemple, l’utilisation de combustibles par un ménage utilisant du bois et du charbon de bois est considérée égale à 0,5 bois + 0,5 charbon).

D’après les enquêtes menées, la consommation en combustibles biomasse se caractérise comme suit pour les 2 villes étudiées :

Ville	Echantillon de répondants Bois	Moyenne de Poids mensuel BC calculé (kg/mois)	Echantillon de répondants Charbon	Moyenne de Poids mensuel CH calculé (kg/mois)
Bouaké	22	424,00	57	129,50
Rural	3	330,98	5	101,47
Urbain	19	438,69	52	132,19
Korhogo	37	449,46	54	80,39
Rural	6	285,50	7	101,38
Urbain	31	481,20	47	77,27

Un problème de taille d’échantillon pour les données de consommation en milieu rural est clairement visible (seulement 9 répondants sur le bois de chauffe -3 pour Bouaké, 6 pour Korhogo- et 12 pour le charbon de bois – 5 et 7). Ceci s’explique par un faible niveau d’achat des combustibles en zone rurale : les ruraux préférant généralement récolter ou produire leurs propres combustibles.

Ainsi, et au vu de certaines incohérences dans les niveaux de consommation en zone rurale, et compte tenu de l’utilisation plus fréquente du bois par les ruraux, il a été décidé d’adopter les hypothèses suivantes :

- La consommation en bois en zone rurale est estimée à 125% de la consommation de bois en zone urbaine,
- La consommation en charbon de bois est estimée à 33% de la consommation de charbon en zone urbaine.

Les chiffres présentés dans le tableau ci-dessous reflètent les chiffres finalement considérés, sur la base de ces hypothèses :

BOUAKE						
Zone	Bois de chauffe			Charbon		
	Taille de ménage	Poids mensuel calculé BC (kg/mois/ménage)	Poids mensuel/pers (kg/p/mois)	Taille de ménage	Poids mensuel calculé CH (kg/mois/ménage)	Poids mensuel / pers (kg/p/mois)
URBAIN	10,5	438,69	41,91	10,47	132,19	12,63
RURAL	9,6	548,36	57,19	9,6	44,06	4,60

KORHOGO						
Zone	Bois de chauffes			Charbon		
	Taille de ménage	Poids mensuel calculé BC (kg/mois/ménage)	Poids mensuel/pers (kg/p/mois)	Taille de ménage	Poids mensuel calculé CH (kg/mois/ménage)	Poids mensuel / pers (kg/p/mois)
URBAIN	8,54	481,20	56,34	8,54	77,27	9,05
RURAL	8,59	601,49	70,06	8,59	25,76	3,00

Concernant la distance de collecte, seules les distances renseignées par les utilisateurs de bois de chauffe sont exploitables, bien qu’elles soient assez imprécises, puisque n’ayant pas fait l’objet de mesures et reposant sur un échantillon relativement faible.

Ville	Distance moyenne (km)	Nombre de répondants
Bouaké	5,98	19
Korhogo	3,78	18

b) Les usagers de bois énergie à des fins productives

81 usagers productifs ont été interrogés au cours de l’enquête, dont le détail est fourni ci-dessous par ville :

Type d'activités	Bouaké	Korhogo	Total général
Beurre de karité		6	6
Bijouterie artisanal		1	1
Boulangerie	7	5	12
Choukouya		7	7
Fabriquant de marmite		1	1
Fumeuse de poissons	5		5
Production Attieke	11	4	15
Restauration	8	14	22
Tchapalo	6	5	11
Vente de gâteau		1	1
Total général	37	44	81

D’après les résultats d’enquêtes, la majorité des usagers productifs utilisent majoritairement du bois (83 % des usagers productifs interrogés, contre 31 % pour le charbon et 10 % pour le gaz). Dans le détail, on constate certaines disparités en fonction du type d’activités, comme présenté dans le tableau ci-dessous.

	Nombre de Type d'activités	Moyenne de bois de chauffe	Moyenne de charbon de bois	Moyenne de Gaz butane
Bouaké	36	83%	25%	17%
Boulangerie	7	86%	0%	29%
Fumeuse de poissons	5	100%	0%	0%
Production Attieke	10	80%	10%	30%
Restauration	8	63%	100%	13%
Tchapalo	6	100%	0%	0%
Korhogo	44	82%	36%	5%
Beurre de karité	6	100%	0%	0%
Bijouterie artisanal	1	100%	100%	0%
Boulangerie	5	100%	0%	0%

Choukouya	7	71%	29%	0%
Fabriquant de marmite	1	0%	100%	0%
Production Attieke	4	100%	0%	0%
Restauration	14	64%	79%	14%
Tchapalo	5	100%	0%	0%
Vente de gâteau	1	100%	100%	0%
Total général	80	83%	31%	10%

On constate par ailleurs que certaines activités sont très peu représentées dans l’échantillon finalement enquêté (notamment fabriquant de marmite, vente de gâteau). Par conséquent, ces catégories n’ont pas été considérées pour la suite de l’analyse des données d’enquête.

Compte tenu des informations de consommation fournies par les différentes personnes enquêtées, nous obtenons les estimations de consommation suivantes pour chaque activité :

	BOUAKE				
Activité	Conso moyenne BC (kg/mois)	Conso annuelle BC (kg/an)	Conso moyenne CH (kg/mois)	Conso annuelle CH (kg/an)	Conso annuelle bois-eq (kg/an)
Boulangerie	5 937	71 243	-	-	71 243
Fumeuse de poissons	285	3 424	-	-	3 424
Production Attieke	1 563	18 757	7	89	19 384
Restauration	683	8 199	388	4 661	40 826
Tchapalo	1 382	16 580	-	-	16 580
Beurre de karité		0			-
Choukouya		-			-

	KORHOGO				
Activité	Conso moyenne BC (kg/mois)	Conso annuelle BC (kg/an)	Conso moyenne CH (kg/mois)	Conso annuelle CH (kg/an)	Conso annuelle bois-eq (kg/an)
Boulangerie	3 300	39 603	-	-	39 603
Fumeuse de poissons				-	-
Production Attieke	2 027	24 326	-	-	24 326
Restauration	200	2 398	109	1 314	11 594
Tchapalo	2 974	35 684	-	-	35 684
Beurre de karité	1 420	8 519	-	-	8 519
Choukouya	472	5 662	517	6 204	49 090

Ces données sont ensuite confrontées à d’autres résultats d’études ou de travaux réalisées en Côte d’Ivoire sur ces secteurs.

Il s’avère que certains chiffres paraissent incohérents, c’est le cas de la production d’attieke et de la production de beurre de karité.

Les chiffres finalement retenus pour ces 2 activités sont les suivantes :

- 89 750 kg d’équivalent-bois par an pour la production d’attieke (Etude Nitidae sur les unités de transformation d’attieke à Bouaké auprès d’une 20aine de groupements)

- 21 833 kg d’équivalent-bois par an pour la production de beurre de karité (Etude Nitidae sur les unités de transformation de karité, moyenne des chiffres obtenus pour les grosses et petites unités de transformation).

Enfin, lorsque les acteurs productifs collectent eux-mêmes leurs combustibles, les distances de collecte indiquées sont comprises entre 23 et 25 km pour Bouaké (2 valeurs seulement), 7 à 18 km pour Korhogo (4 valeurs).

c) Les vendeurs et transporteurs de combustibles

Selon l’enquête, les distances de collecte sont comprises entre 25 et 115 km pour Bouaké et 5 à 18 km pour Korhogo. A Korhogo, un commerçant de bois de chauffe peut vendre en moyenne 7 stères de bois de chauffe par mois tandis qu’à Bouaké c’est moins de la moitié, soit 3 stères en un mois. S’agissant du charbon de bois, un commerçant de la ville de Bouaké vend en moyenne 7778 kg de charbon de bois par mois, soit 179 sacs de charbon de 120kg (contenant de référence)², tandis qu’à Korhogo, un commerçant vend environ 1303 kg par mois, soit 24 sacs de charbon de 120kg³.

85% des commerçants s’approvisionnent chez des fournisseurs locaux. On dénombre parmi ces commerçants quelques auto-producteurs (produisent ou collectent leur propre combustible). Le reste dit s’approvisionner chez des fournisseurs des autres localités de leurs régions.

d) Les unités utilisant le bois d’œuvre

A Bouaké, une partie des bois d’œuvre (planches, contre-plaqués...) vendus ou transformés est produite localement. Ce qui n’est pas le cas à Korhogo : selon les informations issues des enquêtes, la quasi-totalité des bois vendus proviennent des autres régions du pays. La part de bois issue de sciage clandestin n’est pas révélée.

L’échantillon à l’issue des enquêtes étant trop faible pour être représentatif, le nombre d’usagers de bois d’œuvre considéré pour la ville de Bouaké est issue des données de l’INS de 2014 tandis que celui de la ville de Korhogo a été obtenu par calcul en considérant le ratio de la population de Bouake par celle de Korhogo puisque les données officielles demeurent inexistantes. Ainsi, les valeurs obtenues sont de 305 pour la ville de Bouaké et 148 pour la ville de Korhogo. Ces usagers sont constitués des ébénistes, des sculpteurs et des autres utilisateurs de bois d’œuvre.

2) Analyse SIG

Les résultats obtenus sur les distances de collecte de bois et de charbon de bois donnent des valeurs maximales de 115 kilomètres pour la zone de Bouaké et 20 kilomètres pour celle de Korhogo. Par

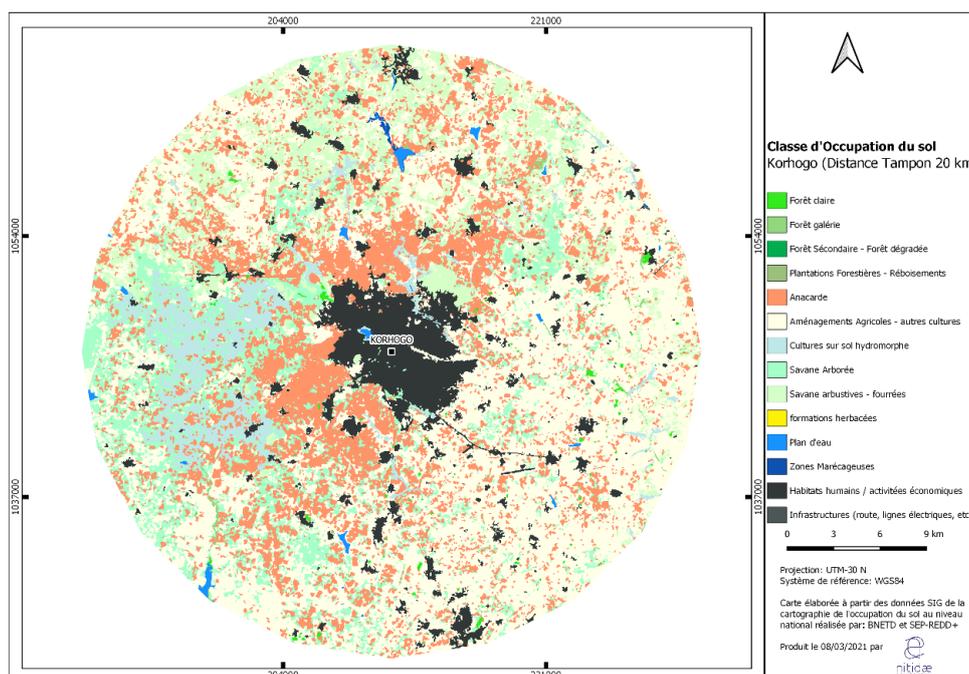
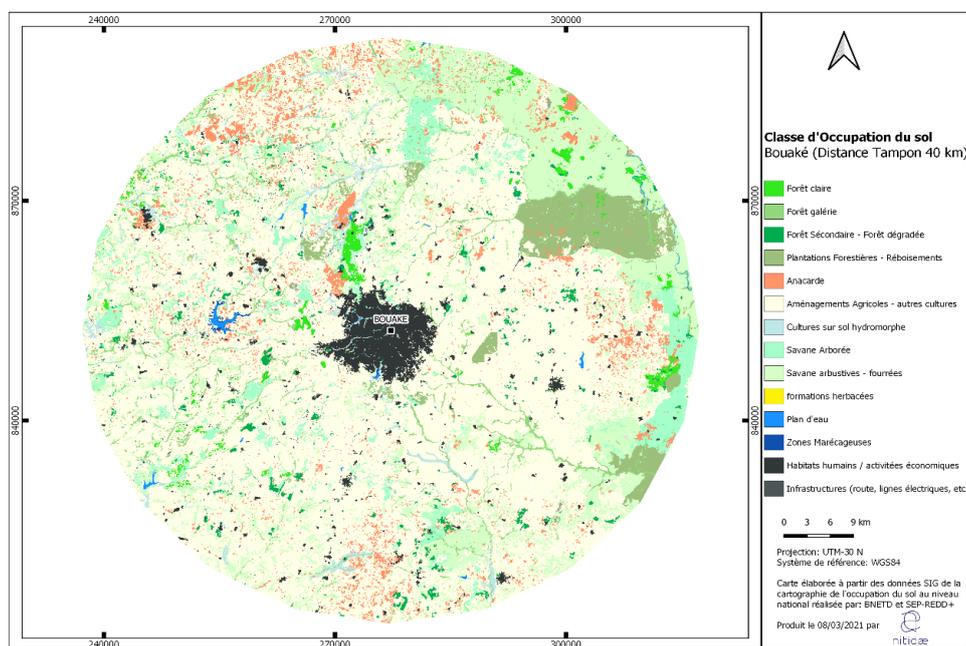
² 1 sac de 120 kg pèse réellement 43.4 kg de charbon de bois à Bouaké (valeurs issues de pesés au cours des enquêtes)

³ 1 sac de 120 kg pèse réellement 55.03 kg de charbon de bois (valeurs issues de pesés au cours des enquêtes)

conséquent, il a été considéré pour cette étude une distance tampon de 40 kilomètres autour de Bouaké et 20 kilomètres autour de Korhogo.

a) Identification des types d’espaces boisés et estimation des surfaces

L’identification des types d’espaces boisés et l’estimation des surfaces s’est faite sur la base de la carte d’occupation du sol de 2016 réalisée par le Bureau National d’Etude Technique et Développement (BNETD, 2019). Cette carte a été réalisée à partir des images Sentinel-2 de 2016. A partir de cette carte, des extractions ont été réalisées sur la base de la définition d’une distance tampon à partir des villes de Bouaké et de Korhogo. Ces distances tampon sont définies à 40 km pour la ville de Bouaké et 20 km pour la ville de Korhogo (Cf. Carte d’occupation de sol). Les types d’espaces boisés sont ainsi identifiés et les superficies associées sont calculées automatiquement.



Les tableaux suivants présentent une synthèse des types d'espaces boisés, l'estimation des superficies associées à ces types d'espaces et leurs taux de croissance annuelle de la biomasse ⁴ par espace dans les zones tampon 40 km à partir du centre de la ville de Bouaké et 20 km à partir du centre de la ville de Korhogo.

Tableau 1: Liste des écosystèmes et superficies associées sur la base de la carte d'occupation du sol du BNEDT et des critères de distance indiqués pour la zone de Bouaké

CODE	Classe Occupation du sol	Bouake-distance tampon 40 km		Biomasse en t/ha		
		Surface (ha)	Surface non-accessible (ha)	AGB	Croissance annuelle (t/ha/an)	Biomasse/Surf en t/an
12	Forêt claire	5 583	636	164	0,9	4 453
13	Forêt Galerie / Marécageuse	15 494	1 316	100	0,4	5 671
14	Forêt secondaire / Dégradée	6 114	176	69	0,9	5 344
16	Plantation forestière / Reboisement	18 727	12 958	195	9,0	51 923
31	Savane arborée	21 769	3 693	36	0,9	16 269
32	Savane arbustive	78 286	6 271	12	0,9	64 813
TOTAL		145 974	25 050			148 474

Tableau 2: liste des écosystèmes et superficies associées sur la base de la carte d'occupation du sol du BNEDT et des critères de distance indiqués pour la zone de Korhogo

CODE	Classe Occupation du sol	Korhogo-distance tampon 20 km		Biomasse en t/ha		
		Surface (ha)	Surface non-accessible (ha)	AGB	Croissance annuelle (t/ha/an)	Biomasse/Surf en t/an
12	Forêt claire	372	-	70	1,60	595
13	Forêt Galerie / Marécageuse	220	-	70	1,60	352
14	Forêt secondaire / Dégradée	-	-	70	1,60	-
16	Plantation forestière / Reboisement	5	-	38	10,00	50
31	Savane arborée	14 987	-	36	0,90	13 489
32	Savane arbustive	12 698	-	12	0,90	11 428
		28 282	0			25 914

⁴ : GIEC 2019, chap4

b) Ménages de localités dans les distances tampons

La détermination des ménages s’est faite en ne considérant que la population dans les sous-préfectures dont plus de 50% du territoire est compris dans le rayon considéré rapporté au nombre d’habitants par ménages⁵ selon les localités.

Les tableaux suivants présentent le nombre de ménages en fonction des localités comprises dans les rayons considérés. A l’exception des villes de Bouaké et de Korhogo, les localités mentionnées dans les différents tableaux ci-dessous ont été considérées comme étant des zones rurales.

Tableau 3: Ménages des territoires de la zone tampon de Bouaké (40km)

Sous-préfecture	Population	Ratio	Nombre de ménages 2014	Actualisation ⁶ 2020
Bouaké	536 189	5,9	90 879	99 254
Botro	20 337	5,9	3 447	3 765
Diabo	26 272	5,9	4 453	4 863
Languibonou	22 867	5,9	3 876	4 233
Mamini	15 200	5,9	2 576	2 814
Brobo	16 447	5,9	2 788	3 045
Dibri-Assirikro	16 153	5,9	2 738	2 990
Djebonoua	30 821	5,9	5 224	5 705
Molonou-Ble	23 348	5,9	3 957	4 322
Tie-N'djekro	17 450	5,9	2 958	3 230

Le total des ménages ruraux et urbains pour le tampon de 40 kilomètres de Bouaké se présente comme suit :

Année	2014	2020
Ménages Urbains	90 879	99 254
Ménages Ruraux	32 016	34 966

Tableau 4: Ménages des territoires de la zone tampon de Korhogo (20km)

Localité	Population	Ratio	Nombre de ménages 2014	Actualisation 2020
Korhogo	286 071	5,8	49 323	60 560
Sediogo	5 757	5,8	993	1 219
Drassoungbono	6 363	5,8	1 097	1 347
Tioniaragoudou	15 485	5,8	2 670	3 278
Karakoro	19 243	5,8	3 318	4 074

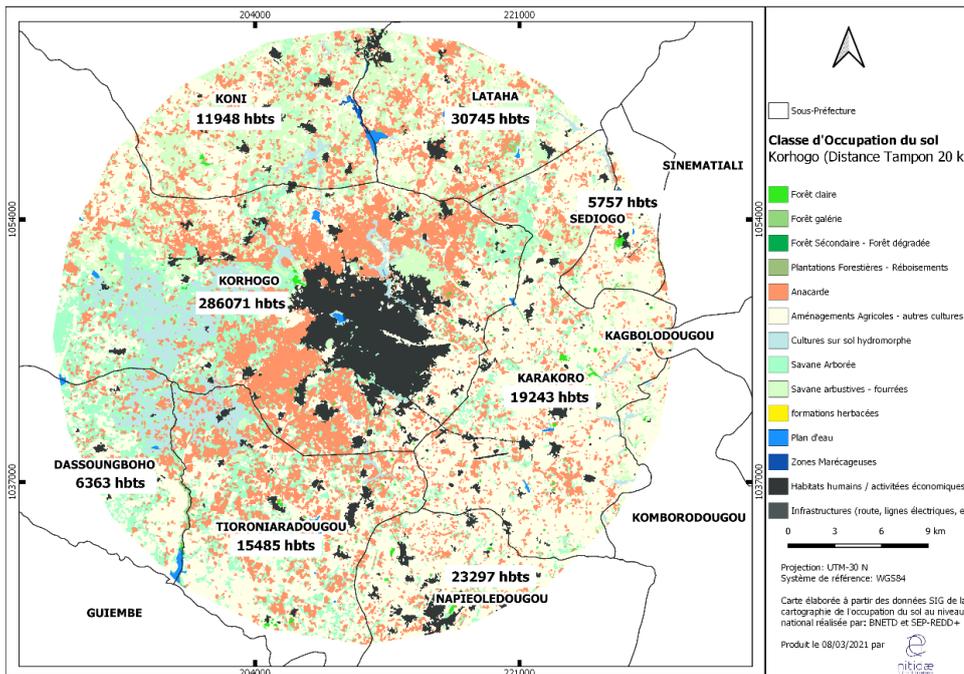
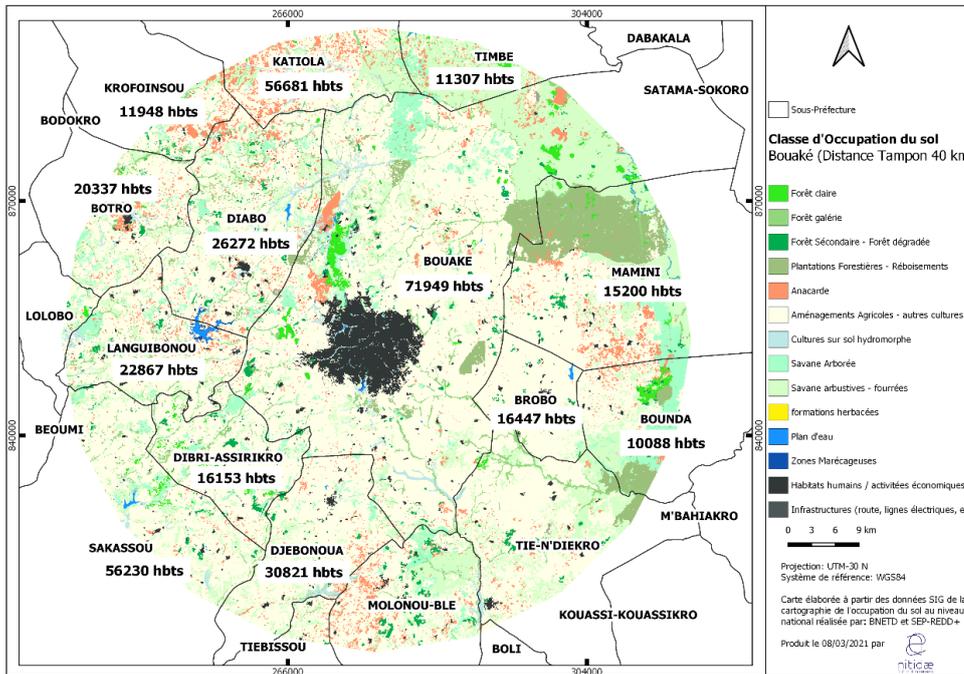
⁵ <https://cotedivoire.opendataforafrica.org/pwffiqd/m%C3%A9nages>

⁶ Nbre ménage 2014*(1+TAN)^(2020-2014)

Avec moins de territoires ruraux compris dans la distance tampon de Korhogo, le nombre total des ménages obtenus est comme suit :

Année	2014	2020
Ménages Urbains	49 323	60 560
Ménages Ruraux	8 077	9 917

Les figures suivantes présentent respectivement les cartes d’occupation du sol et des populations dans les zones tampon de 40 km à partir de la ville de Bouaké et 20 km à partir de la ville de Korhogo.



3) Paramètres considérées pour le calcul

Plusieurs hypothèses ont été considérées lors du traitement des données issues des enquêtes réalisées. Certaines hypothèses ont dû être considérées pour pallier le manque de données officielles et la faiblesse de la taille des échantillons qui pourraient influencer les valeurs des paramètres à considérer pour le calcul des fractions non-renouvelables des villes étudiées.

a) Hypothèses considérées

❖ **Hypothèse 1** : Détermination du nombre de ménages en 2020

Le nombre de ménages ruraux et urbains en 2020 a été obtenu en utilisant la formule suivante :

M20 : $M14 \cdot (1 + A)^n$ avec :

M20 : le nombre de ménages par localité en 2020 ;

M14 : le nombre de ménages par localité en 2014. Ce nombre a été obtenu en faisant le rapport de la population (RGPH 2014) en fonction du ratio par région du nombre de population par ménages de la Côte d’Ivoire⁷ ;

(1+A) : est le taux d’actualisation annuelle des ménages. Il est de 1,015 ;

n : la différence d’année de 2014 à 2020.

❖ **Hypothèse 2** : Détermination de la consommation de bois combustible par ménages (voir 1.a et 1.b)

Compte tenu de la faiblesse de la taille de l’échantillon pour les données de consommation en milieu rural, l’hypothèse retenue pour le calcul de la consommation de bois et de charbon en milieu rural est que :

- 25% de consommation de bois en plus pour le milieu rural par rapport au milieu urbain ;
- 1/3 de consommation de charbon pour le milieu rural par rapport au milieu urbain.

Le taux de conversion pour la détermination de l’équivalent bois du charbon de bois est 7. Ainsi en faisant la somme de l’équivalent bois du charbon consommé et du bois de chauffe consommé par ménage et par mois en milieu rural ou en milieu urbain, on obtient la consommation totale mensuelle en bois par ménage.

❖ **Hypothèse 3** : Détermination de la consommation de bois combustible par les usagers productifs.

⁷ <https://cotedivoire.opendataforafrica.org/pwffiqd/m%C3%A9nages>

La détermination de la consommation en bois des usagers productifs est fonction du nombre d’usagers productifs exerçant dans chacune des villes enquêtées. Malheureusement, il existe très peu de données officielles dans ce secteur. Le tableau suivant donne une liste restreinte des usagers productifs de la ville de Bouaké enregistrée par l’INS en 2014.

Activité	Sexe		Total
	Masculin	Féminin	
Boulangier	470	28	498
Vendeur d'attiéké	34	1547	1581
Vendeur de Garba	72	248	320
Total	1329	1892	3221

Certains usagers très consommateurs du bois tels que les fumeuses de poisson, les productrices de karité, les restauratrices, les productrices de Tchapalo et les vendeurs de choukouya ne figurent pas dans ces statistiques. Aussi, il n’existe pas de données statistiques pour la seule ville de Korhogo, bien que les activités productives soient très fréquentes dans la localité.

Pour cette étude, des estimations personnelles ont été indispensables afin d’aboutir à des résultats convenables.

S’agissant de la ville de Korhogo, nos recherches n’ont pas permis d’obtenir des données statistiques sur le nombre d’acteurs productifs. Les hypothèses suivantes ont donc été retenues :

- Les activités de boulangerie, fumage de poisson et restauration ont été estimées sur la base du ratio des populations des villes de Bouaké et de Korhogo qui est de 0,47.
- Pour les autres activités (production d’attieke, vendeurs de choukouya, producteurs de tchapalo et productrices de beurre de karité), des hypothèses basées sur l’observation et la connaissance de la zone ont été retenues.

Le tableau suivant présente les estimations pour les usagers productifs des 2 villes concernées.

Catégorie d’acteurs productifs	Valeurs estimées	
	Bouake	Korhogo
Boulangerie	498	234
Fumeuses de poissons	100	47
Production d’attieke	1 581	372
Restauration	5 000	2 352
Tchapalo	20	35
Karité ⁸	0	100
Choukouya	100	100

❖ **Hypothèse 4** : Détermination de la consommation de bois d’œuvre

A partir des volumes des grumes transformées à l’échelle nationale⁹ de 2016 (manque de données récentes), il a été estimé à 6,3% et 2,5% les parts de volumes issues respectivement des régions de

⁸ Il n’existe pas d’activité de transformation de karité à Bouaké

⁹ PPT Situation de l’industrie forestière et de la production de charbon de bois et bois de chauffe en Côte d’Ivoire, juin 2017 (source : DG MINEF)

Bouaké et de Korhogo, n'ayant pas de données officielles. Le facteur de conversion¹⁰ des volumes obtenus de mètre cube en tonne est 0,7. Ce dernier dédié à la conversion du volume de bois de chauffe de mètre cube en tonne a été arbitrairement utilisé puis que les recherches bibliographiques n'ont donné aucune valeur pouvant servir de base de calcul. La principale difficulté résidait dans la diversité des espèces transformées ayant des densités très variées.

Ce qui nous permet d'aboutir aux chiffres estimatifs suivants :

Paramètre	Unité	BOUAKE	KORHOGO
Volumes de grumes transformées à l'échelle nationale (2016)	m ³ /an	1 258 436	1 258 436
Part de la région par rapport au total national	%	6,30%	2,50%
Volume transformé localement	m ³ /an	79 281	31 461
Conversion t/m ³ de bois d'œuvre	t/m ³	0,7	0,7
Quantité par an	t/an	55 497	22 023

❖ **Hypothèse 5** : Détermination de la consommation annuelle de la biomasse (Cf. 2.e)

Des recherches bibliographiques ont permis d'obtenir les valeurs de biomasse pour les types d'espaces boisées. Les valeurs de biomasse (t/ha) de la biomasse aérienne (AGB) et de la biomasse souterraine (BGB) sont consignées dans le tableau suivant avec les références bibliographiques.

Classe Occupation du sol	biomasse en t/ha		réf	commentaires/question
	AGB	BGB		
Forêt claire	164	46	FAO 2017	
Forêt Galerie / Marécageuse	100	33	GFW (WHRC, 2000)	
Forêt secondaire / Dégradée	69	23	Giec 2019	
Plantation forestière / Reboisement	38	13	Giec 2019	Teck
Savane arborée	36	5	Ouedraogo, 2009	BF
Savane arbustive				

Seules les valeurs de biomasse aérienne (AGB) ont été utilisées pour les calculs, considérant que les combustibles proviennent quasiment intégralement de la biomasse aérienne.

Faute de source confirmée sur la valeur AGB de la savane arbustive, celle-ci a été estimée à 50% de la valeur AGB de la savane arborée pour une zone humide et à 1/3 de la valeur de AGB de la savane arborée pour une zone sèche. Les climats de Bouaké et de Korhogo étant respectivement dans des zones humide et sèche.

b) Résultats

Les valeurs des paramètres considérés sont inscrites dans le tableau des paramètres de calculs.

Tableau 5: Paramètres de calcul

Paramètres	Détail du paramètre	Bouaké	Korhogo
Nproject, urb	Nombre de ménages urbains	99 254	60 560
Nproject, rur	Nombre de ménages ruraux	34 966	9 917

¹⁰ 1m³ = 2 stères = 700 kg bois de chauffe (source FAO)

Hwproject,urb	Consommation moyenne de bois-combustible par ménage urbain (t/an/ménage)	1,36	1,02
Hwproject,rur	Consommation moyenne de bois-combustible par ménage rural (t/an/ménage)	0,86	0,78
	Consommation domestique de biomasse ligneuse (t/an)	165 347	69 649
Tlproject	Consommation non domestique de biomasse ligneuse (t/an)	442 301	100 335
	<i>Consommation usages productifs (t/an)</i>	386 804	78 313
	<i>Consommation bois d'œuvre (t/an)</i>	55 497	22 023
Bold, total	Consommation annuelle totale de bois (t/an)	607 647	169 984
MAIforest,i	Croissance annuelle moyenne – forêts (t/ha/an)	Cf. tableau présenté en paragraphe 2a	
MAIother,i	Croissance annuelle moyenne - autres surfaces boisées (t/ha/an)		
Fforest,i	Étendue de la forêt (ha)		
Fother,i	Étendue de la surface boisée (ha)		
Pforest	Étendue de la forêt non-accessible (ha)		
Pother	Étendue de la surface boisée non-accessible (ha)		
RB	Quantité de biomasse renouvelable (t/an)	148 474	25 914
NRB	Quantité de biomasse non-renouvelable (t/an)	459 174	144 071
fNRB	Fraction non-renouvelable de la biomasse	76%	85%

4) Estimation de f_{NRB}

En considérant une distance tampon de 40km à partir de la ville de Bouaké, on estime à 76% la fraction de la biomasse dans ce rayon qui n’est pas renouvelée. A Korhogo, pour un rayon de 20 kilomètres, elle est estimée à 85%.

Ces fractions peuvent être discutées en fonction des méthodes choisies. En outre, avec les données officielles, s’il en existe, en lieu et place des estimations, ces taux pourraient varier. Les valeurs des paramètres qu’englobe la consommation annuelle totale de bois sont quasi estimées. La fraction non-renouvelable de la biomasse en dépend.

5) Estimation des quantités de GES évitées par le projet

Les réductions d’émissions de gaz à effet évitées (ER pour Emission Reductions) par le projet proviennent de l’amélioration de l’efficacité énergétique des foyers utilisés par les transformateurs d’attieke et de karité.

Afin d’estimer au plus près les ER du projet, nous utiliserons la méthodologie employée par le label Gold Standard (méthodologie « Technologies and Practices to Displace Decentralized Thermal Energy Consumption »). Celle-ci indique la formule suivante pour calculer les ER d’un projet de foyers améliorés :

$$ER_y = \sum_{b,p} (N_{p,y} * U_{p,y} * P_{p,b,y} * NCV_{b, fuel} * (f_{NRB,b,y} * EF_{fuel, CO2} + EF_{fuel, nonCO2})) - \sum LE_{p,y}$$

$$Et P_{p,b} = B_b \times \left(1 - \frac{\eta_{old}}{\eta_{new}}\right)$$

Les différents paramètres de calcul et leurs valeurs sont renseignés dans le tableau ci-dessous :

Paramètre	Détail	Valeur	Unité
Np	Nb d’unités de transformation concernés par le projet	31 unités d’Attieké dans Bouaké ville (32 foyers améliorés installés) 3 unités de karité à Korhogo ville (25 foyers améliorés installés)	Nb d’unités de transformation
Up	Taux d'utilisation des foyers améliorés installés par le projet	91% (attiéké - Bouaké) 100% (karité - Korhogo)	
Pp,b	Économies spécifiques de combustibles (Calculé à partir des paramètres grisés ci-dessous)	46,99 pour l’attieke 11,44 pour le karité	tonnes/an/unité
Bb	Consommation spécifique d'une unité de transformation dans le scénario de base	89,57 pour l’attieke 21,8 pour le karité ¹¹	tonnes/an/unité
η_{old}	Efficacité thermique des foyers de base	11,60%	
η_{new}	Efficacité thermique des foyers améliorés	24,40%	
f NRB,b	Fraction de la biomasse non-renouvelable	76% pour Bouaké 85% pour Korhogo	

¹¹ Les unités de karité consomment aussi du tourteau de karité comme combustible (à hauteur moyenne de 15,2 tonnes/an/unité). Cependant, compte-tenu du caractère renouvelable de ce combustible, les émissions de GES sont nulles.

NCV _{b,fuel}	Valeur calorifique nette du combustible qui est substitué ou réduit	0,015	TJ/tonne
EF _{b,fuel,CO2}	Facteur d'émission du bois	112	tCO ₂ /TJ
ER	Réductions d'émissions de GES permises par le projet	1 731,6 Dont 1 682,8 pour Bouaké (attieke) Et 48,8 pour Korhogo (karité)	tCO₂/an
ER _u	Réductions d'émissions de GES moyennes par unité	54,3 pour Bouaké (attieke) 16,3 pour Korhogo (karité)	tCO ₂ /unité de production

On note ainsi que le projet permet de réduire environ 1 730 tCO₂ par an.

IV- Conclusions et recommandations

1) Conclusions

En conclusion, la fraction non renouvelable de la biomasse est estimée à 76% pour Bouaké et 85% pour Korhogo. Ces valeurs sont relativement cohérentes avec celle évaluée au niveau national et approuvée en 2016 -jusqu’en 2019- par le MDP : 93%¹².

Par conséquent, il a été estimé que le projet permet d’éviter environ 1 730 tCO₂ par an, grâce à l’apport d’une technologie de cuisson plus efficace.

Pour arriver à ces résultats, l’étude a d’abord visé à obtenir le maximum d’information sur le bassin d’approvisionnement et les pratiques d’utilisation du bois dans les zones concernées. Plusieurs méthodes de collectes de données ont été employées :

- La sollicitation des acteurs du secteur (Direction des Eaux et Forêts en particulier).
- Une revue de la bibliographie existante à ce sujet, y compris les données internes d’études déjà menées par Nitidæ.
- La réalisation d’enquêtes. Quatre différents groupes cibles (Ménages, usagers productifs, usagers de bois d’œuvre, les commerçants et transporteurs) ont été interrogés lors d’une enquête menée sur les 2 villes concernés par le projet Agrovalor en Côte d’Ivoire. L’outil Kobo Toolbox a été utilisé pour la réalisation de ces enquêtes terrain et une équipe d’enquêteurs déployée sur le terrain.

Les résultats de la collecte de données ont permis de préciser le rayon du bassin d’approvisionnement en bois à considérer (40 km autour de Bouaké et 20 km autour de Korhogo). Sur cette base, le service SIG de Nitidæ a pu générer des cartes d’occupation sur ces zones tampon et calculer les surfaces de chaque espace boisé accessible.

En outre, les enquêtes ont permis d’extraire des valeurs de consommation de biomasse à l’échelle des ménages et des principales activités productives.

A partir de ces différentes données et d’hypothèses en cas de manque de données fiables, le calcul de la fraction renouvelable de la biomasse, basé sur l’outil proposé par la convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques dans le cadre du Mécanisme de Développement Propre, a été effectué.

L’estimation ex-ante des réductions d’émission de gaz à effet de serre s’est enfin inspiré de la méthodologie proposée par le Gold Standard.

¹² Cf. [CDM: Standardized baselines \(unfccc.int\)](https://unfccc.int). Cette valeur par défaut n’est plus applicable aujourd’hui pour enregistrer un projet au MDP. L’outil méthodologique du MDP suggère une valeur par défaut ou un calcul de f_{NRB} , selon la formule utilisée dans ce rapport.

On retiendra que le projet permet une économie assez conséquente de combustibles (47 et 11 tonnes de bois-énergie par an et par unité de transformation, respectivement d’attieke et de karité). Par conséquent, on estime que chaque unité équipée de foyers améliorés réduit ainsi ses émissions de GES d’environ 54 et 16 tCO₂ par an (toujours respectivement pour les unités d’attieke et de karité).

Cela met en évidence la viabilité écologique et énergétique du projet Agrovalor.

2) Recommandations

Cette étude, bien que menée dans les règles de l’art, souffre de certaines approximations, liées au manque de données fiables sur les différents aspects étudiés.

Par ailleurs, la collecte de données sur le secteur -majoritairement informel- s’est avérée relativement complexe, liée à la réticence de partage d’information des différents intervenants de la filière.

Ainsi, les résultats et hypothèses utilisés dans ce rapport ne sauraient être pleinement représentatifs de la réalité du secteur.

Il serait en outre recommandé d’affiner les calculs, avec des données statistiques plus fiables, pour une utilisation officielle des résultats (certification carbone d’un projet par exemple).

Les différentes études menées par Nitidæ pourront également permettre de préciser certaines hypothèses considérées.

V- Bibliographie

- Evaluation de l’offre et de la demande en combustibles domestiques et leurs tendances au niveau des zones agroécologiques définies par la REDD+
- <http://www.eauxetforets.gouv.ci/sites/default/files/communiquelcodeforestier1.pdf>;
- https://www.nitidae.org/files/b24e760c/161216081210_161214_analyse_facteurs_def_deg_ci_rapport_final.pdf;
- https://www.nitidae.org/files/007184e1/190129_resume_diagnostic_bioenergie_me.pdf;
- <http://www.environnement.gouv.ci/img/1464782722plandinvestissementforestier.pdf>;
- <http://www.fao.org/3/a-i8019f.pdf>
- Outil méthodologique UNFCCC de calcul de la NRB :
<https://cdm.unfccc.int/methodologies/PAMethodologies/tools/am-tool-30-v2.0.pdf>
- Technologies and Practices to Displace Decentralized Thermal Energy Consumption (page 28)
https://globalgoals.goldstandard.org/standards/407_V3.1_EE_ICS_Technologies-and-Practices-to-Displace-Decentralized-Thermal-Energy-TPDDTECConsumption-.pdf
- Energies propres de cuisson en Côte d’Ivoire – Situation & Perspectives, ECREEE/STOVE+, 2015
- BNETD, 2019. Maitrise d’œuvre pour la mise en place du système de surveillance spatiale des terres de la Côte d’Ivoire. Rapport technique, Abidjan, 100 p.
- RGPH, 2014. Recensement Général de la Population et de l’habitat 2014. Résultats Globaux.

VI- Annexes

1) Outils utilisés lors de l’enquête (questionnaires)

Cf. annexes

2) Informations collectées lors de l’enquête des structures

Cf. tableaux Excel des résultats en annexes