

Tableau 3.4: Répartition des classes d'occupation du sol

Classes d'occupation du sol	Occupation du sol 2002	
	Superficie (ha)	%
Forêt primaire	93959,2	30,3
Forêt secondaire	91687,1	29,5
Savanes	117960,7	38,0
Zones anthropisées	3583,2	1,2
Eau	3465,0	1,1
Total	310655,1	100

(Source : Nos analyses)

Il ressort du tableau 3.4 qu'en 2002, la zone d'étude montre une dominance de 2 classes dont celle des savanes qui couvre 38% correspondant à la superficie totale 117960,7 ha et celle des de forêt primaire qui couvre 30,3% de la superficie équivalent à 93959,2 ha. La classe de forêt secondaire représentant la forêt dégradée représente quant à elle 29,5% correspondant à 91687,1 ha de terres. La classe eau et celle des Zones anthropisées sont les classes les moins représentées sur la zone d'étude. Elles représentent respectivement 1,1% et 1, 2% de la superficie totale soit 3465 ha et 3583,1 ha. La répartition des classes d'occupation est présentée à la figure 3.7 ci-dessous.

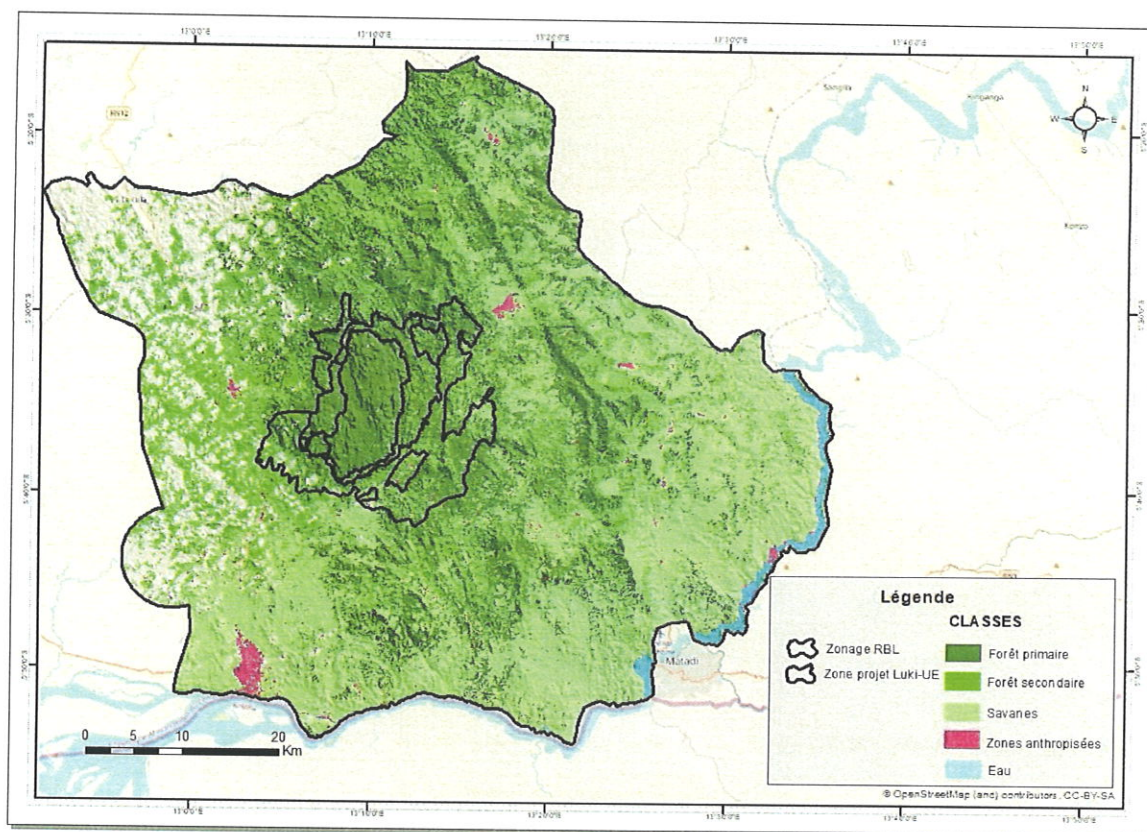


Figure 3.7: Carte d'occupation du sol 2002
(Source : Nos analyses)

- **Cartographie de l'occupation du sol en 2019**

Le tableau 3.5 nous présente la répartition des classes d'occupation du sol pour l'image de 2019.

Tableau 3.5: Répartition des classes d'occupation du sol en 2019

Classes d'occupation du sol	Occupation du sol 2019	
	Superficie (ha)	%
Forêt primaire	51504,1	16,6
Forêt secondaire	161148,7	51,9
Savanes	79299,3	25,5
Zones anthropisées	14901,6	4,8
Eau	3794,4	1,2
Total	310655,1	100

(Source : Nos analyses)

Du tableau 3.5 il ressort que pour l'année 2019 la zone d'étude est couverte à 51,9% par la forêt secondaire représentant la forêt dégradée ce qui correspond à 161148,7 ha de terre. Elle

est suivie par celle des savanes 24,53% soit 76191,8 ha et celle de forêt primaire qui a vu sa superficie se réduire considérablement (51504,1 ha correspondant à 16,6 %). La superficie des zones anthropisées (4,8% soit 14901,6 ha) est plus importante par rapport à la situation de 2002. Une nouvelle classe des zones brûlée apparait et couvre une superficie de 3107,4 ha correspondant à environ 1% de la superficie totale. La classe 'Eau' représente 1, 2% de la zone d'étude correspondant à 3794,4 ha. La carte d'occupation du sol est présentée sur figure 3.8 ci-dessous.

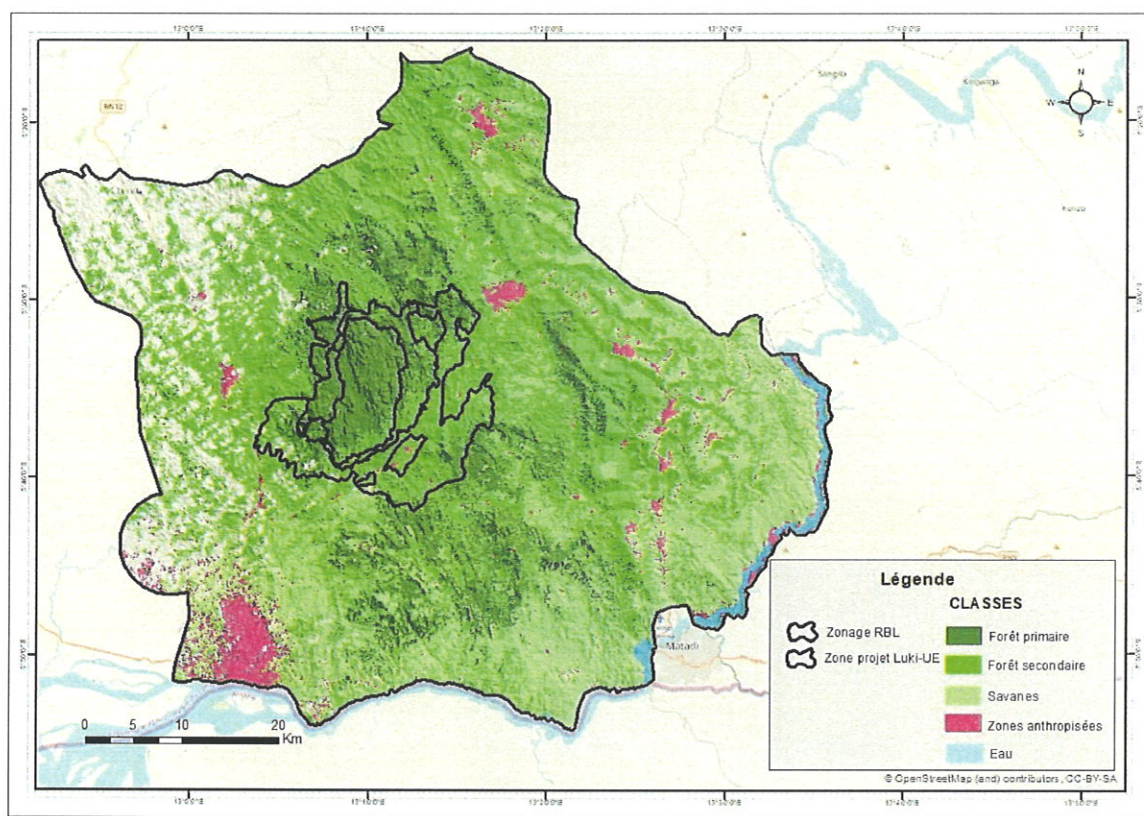


Figure 3.8: Carte d'occupation du sol 2019
(Source : Nos analyses)

3.1.2.2 Evaluation de la précision de la classification

Les matrices de confusion des images de 2002 et 2019 présentées dans les tableaux 3.6 et 3.7 ci-dessous ont été élaborées pour évaluer la précision de la classification. Il ressort de cette analyse que les 2 images présentent une bonne précision globale pour l'ensemble de la zone d'étude. Ainsi, l'image ETM+ (2002) a une précision globale de 81% avec un indice de Kappa évalué à 71,9% alors que l'image OLI/TIRS (2019) a une précision globale de 85% avec un indice de Kappa évalué à 77,4%. Au niveau des différentes classes la précision n'est

pas identique. Certaines classes d'occupation du sol sont classifiées avec plus de précision que d'autres.

Tableau 3.6: Matrice de confusion de la classification de l'image 2002

Classes d'occupation du sol	Forêt primaire	Forêt secondaire	Savanes	Zones anthropisées	Eau	P_u (%)
Forêt primaire	77,6	13,0	4,8	0	0	84,3
Forêt secondaire	17,1	72,2	3,2	25	0	68,4
Savanes	5,3	14,8	91,9	0	0	79,2
Zones anthropisées	0	0	0	75	0	42,9
Eau	0	0	0	0	100	44,4
P_p (%)	77,6	72,2	91,9	75	100	

MPCC : 81% Kappa : 71,9%

(Source : Nos analyses)

Les résultats du tableau 3.6 indiquent que la classe des savanes et celle de la Forêt primaire ont été les mieux classées avec respectivement des P_u de 91,9 % et 77,6%. Seulement 75% des pixels de la classe des zones anthropisées et celle de l'eau ainsi que 72,2% des pixels de la classe Forêt secondaire ont été bien classées. La précision d'utilisateur est plus élevée pour la classe forêt primaire (84,3%) et faible pour les classes Zones anthropisées et eau (respectivement 42,9% et 44,4%).

Tableau 3.7: Matrice de confusion de la classification de l'image 2019

Classes d'occupation du sol	Forêt primaire	Forêt secondaire	Savanes	Zones anthropisées	Eau	<i>Pu (%)</i>
Forêt primaire	75	7,5	0,0	0	0	81,1
Forêt secondaire	25	87,1	9,3	0	0	84,4
Savanes	0	5,4	87,0	12,5	0	88,7
Zones anthropisées	0	0,0	3,7	87,5	0	77,8
Eau	0	0	0	0	100	100
<i>Pp(%)</i>	75	87,1	87,0	87,5	100	

MPCC : 85% Kappa : 77,4%

(Source : Nos analyses)

Du tableau 3.7 il ressort que pour la classification de l'image de 2019 les classes Eau, Zones anthropisées, Forêt secondaire, savanes ont été classifiées avec des *Pu* respectifs de 100%, 87,6%, 87,1% et 87,0%. La classe Forêt primaire n'a été correctement classifiée qu'à 75%. La classification effectuée est correcte à 85%. La précision du producteur est plus élevée pour la classe Eau (100%). Cela signifie que les pixels de la classe eau ont été peu affectés par les échantillons des autres classes. La précision d'utilisateur est plus la classe des zones anthropisées.

3.1.2.3 Analyse de changement d'occupation du sol

- Mise en évidence des changements

Le tableau 3.8 nous montre le changement d'occupation entre les différentes classes d'occupation du sol entre 2002 et 2019. Pour rappel, la superficie de la zone est d'environ 310655,16 ha (Obtenue après soustraction de la zone couverte par les nuages et couvrant 21164,54 ha soit 6%).

Tableau 3.8: Evolution spatiale des différentes unités d'occupation du sol de 2002 à 2019

Classes d'occupation du sol	Occupation du sol 2002		Occupation du sol 2019		Changement	
	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%
Forêt primaire	93959,2	30,3	51504,1	16,6	-42455,1	-13,7
Forêt secondaire	91687,1	29,5	161148,7	51,9	69461,6	22,4
Savanes	117960,7	38,0	79299,3	25,5	-38661,4	-12,4
Zones anthropisées	3583,2	1,2	14901,6	4,8	11318,4	3,6
Eau	3465,0	1,1	3794,4	1,2	329,4	0,1
Total	310655,1	100	310655,1	100	0	0

(Source : Nos analyses)

L'examen du tableau 3.8 montre une modification de l'occupation du sol en général et du couvert végétal entre 2002 et 2019. Le changement majeur d'occupation du sol au cours de la période 2002-2019 dans la zone d'étude a été une augmentation de 22,4% de la forêt secondaire. Elle est passée 29,5% en 2002 à 51,9% en 2019 au détriment de la classe forêt primaire et celle des savanes. Les classes « Forêt primaire » et « Savanes » ont quant à elles connues respectivement une réduction d'ordre de 13,8% et 12,4% de la durant la période d'étude. La classe de FP est passée de 30,3% en 2002 à 16,6% en 2019 et celle des savanes de 38% en 2002 à 24,5% en 2019 au profit de la classe Forêt secondaire. La classe « Eau » a été la plus stable car n'a subi qu'une légère augmentation de 0,1%.

- **Changement d'occupation du sol**

Le tableau 3.9 ci-dessous nous présente la matrice de transition des différentes classes d'occupation du sol.

Tableau 3.9: Matrice de transition des classes entre 2002 et 2019

Classes d'occupation		2019					
		Forêt primaire	Forêt secondaire	Savanes	Zones Anthropisées	Eau	Total(%)
2002	Forêt primaire	13,6	16,4	0,2	0,1	0,0	30,3
	Forêt secondaire	2,7	25,9	0,5	0,5	0,0	29,5
	Savanes	0,3	9,6	24,9	3,1	0,0	38,0
	Zones anthropisées	0,0	0,1	0,2	0,9	0,0	1,2
	Eau	0,0	0,0	0,0	0,1	1,0	1,1
	Total (%)	16,6	51,9	25,7	4,8	1,0	100,0

(Source : Nos analyses)

Dans la matrice de transition présentée dans le tableau 3.9 il apparaît que sur les 30,25 % du paysage qui étaient occupés par la classe FP en 2002, 13,6% sont restés tels quels et 16,4% ont été convertis dans la classe de FS en 2019. Il en est de même pour la classe des savanes qui a subi une régression due à la conversion de 9,6% de sa superficie en FS, 3,1 en ZA. Son taux de couverture est passé de 38% à 25,7%. La classe FS quant à elle subi des gains dus à la conversion de 16,4% de FP et 9,6% de savanes en 2019. Elle est passée de 29,5% en 2002 à 51,9% en 2019. La classe des Zones anthropisées a également subi des gains dus à la conversion de 3,1% des savanes, 0,48% des FS, 0,1% de FP et 0,1% des eaux en ZA. La classe la plus stable a été la classe de l'eau. Elle n'a subi qu'une réduction de 0,02% au profit de la classe des ZA. La dynamique de la savanisation est ainsi le phénomène le plus important. Les gros des changements sont situés en haut de la diagonale.

Les différents transferts d'occupation de sol qu'ont subi les différentes classes ont été regroupés en 3 classes dont celle des changements positifs correspondant à la dynamique de densification ; des changements négatifs correspondant à la dynamique de Savanisation et d'anthropisation ainsi que celle des zones stables n'ayant subi aucun changement durant toute la période d'étude considérée (Figure 3.9).

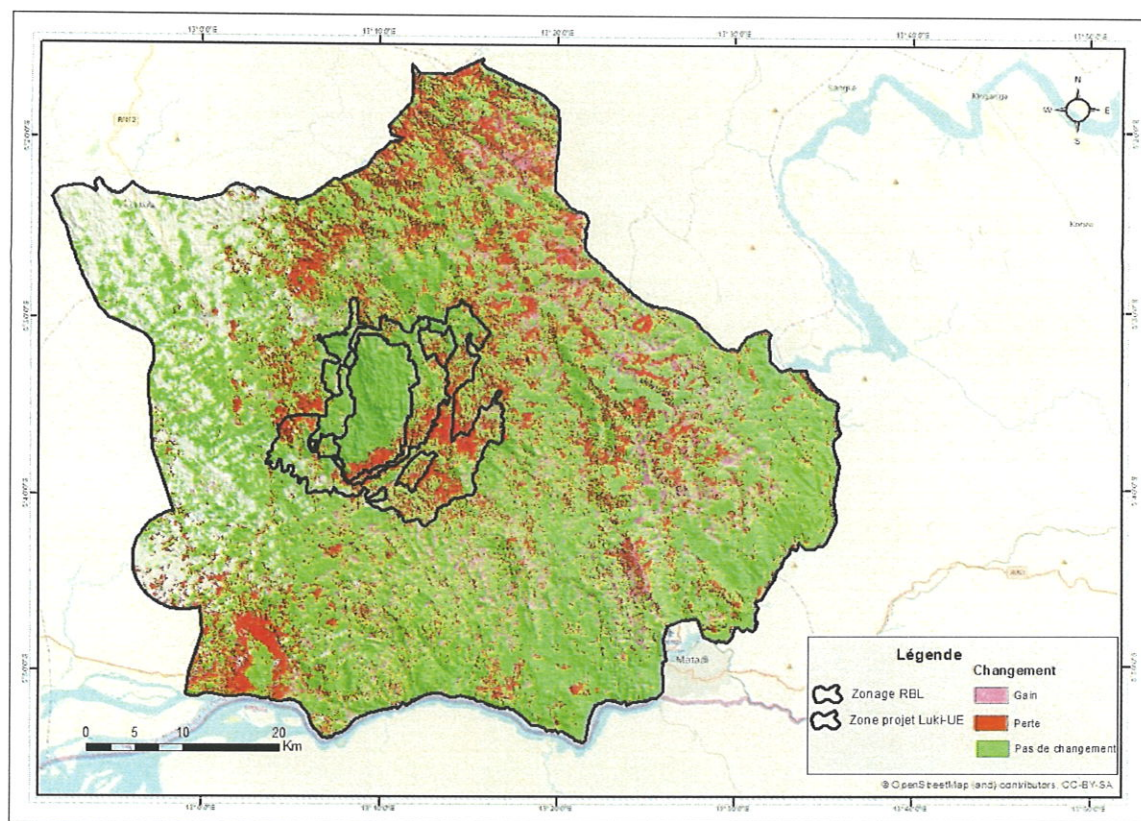


Figure 3.9: Changements d'occupation du sol (2002-2019)
(Source : Nos analyses)

3.1.3 Les impacts du feu sur le couvert végétal et les changements observés

3.1.3.1 Répartition des zones brûlées

La figure 3.10 ci-dessous nous présente la répartition des zones brûlées pendant la période de 2002 à 2019.

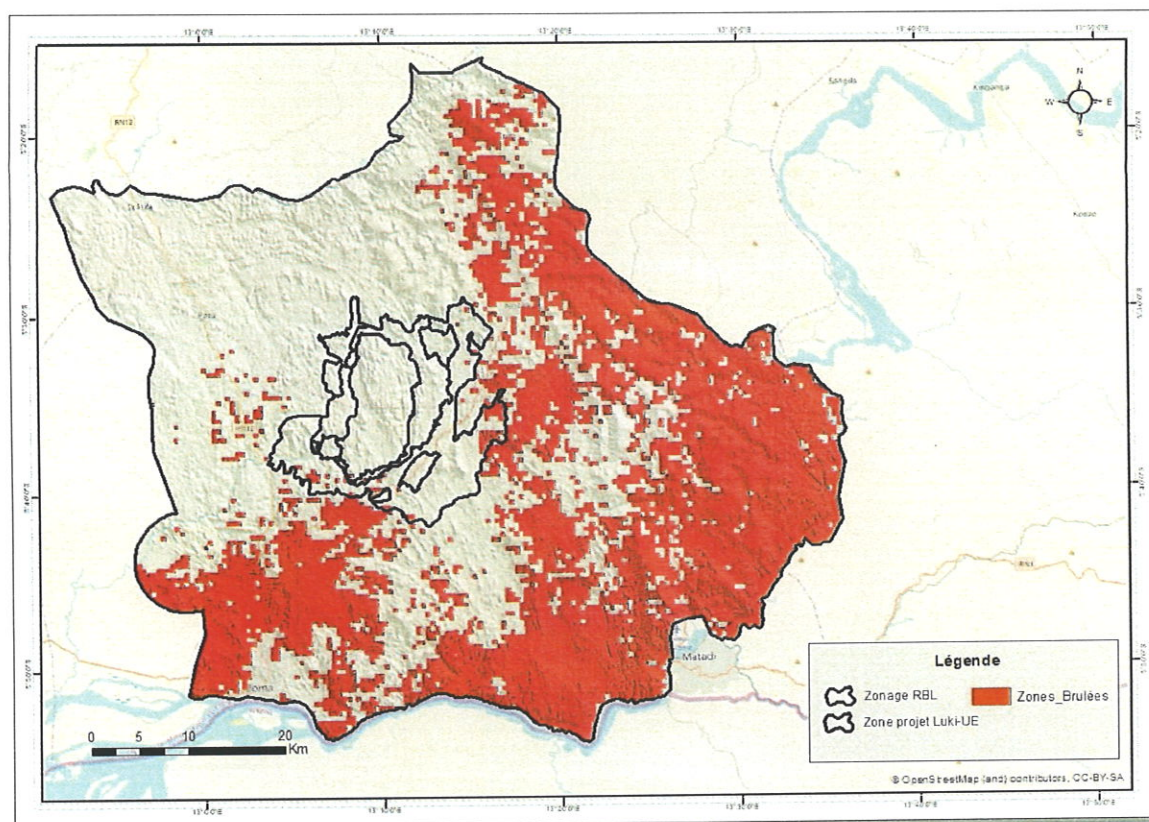


Figure 3.10: Répartition des zones brûlées (2002-2019)
(Source : Nos analyses)

La répartition des zones brûlées présentée sur la figure 3.10 indique que la zone Sud-Est est la plus affectée par les feux. Cette même réalité est également observée dans la zone Nord-Est et Sud-Ouest. Seule la Zone Nord-Ouest est la moins affectée par les feux sur toute la zone d'étude ainsi qu'une majeure partie de la RB de Luki. Sur les 351414 ha que couvre la zone d'étude, 150132 ha correspondant à 42,6% ont été touchées par les feux entre 2002 et 2019.

3.1.3.2 Sensibilité des types d'occupation aux feux

Les résultats sur les taux de couvert affecté par les feux par type d'occupation du sol sont présentés dans le tableau 3.10 ci-dessous. Considérant que l'occupation du sol d'Avril 2002 est en partie résultat des feux ayant eu lieu en 2001 et que celle de Juin 2019 est également en partie résultat des feux ayant eu lieu en 2018 ; pour déterminer les superficies brûlées par type d'occupation du sol pour les années 2002 et 2019, nous nous sommes servis des zones brûlées enregistrées pour les années 2001 et 2018. Les superficies brûlées pour toute la période de 2001-2019, correspondent aux superficies qui sont restées stables bien qu'affectées par les feux la période étudiée. Elles ont été obtenues par croisement des superficies restées stables par type d'occupation et les zones brûlées.

Tableau 3.10: Superficies brûlées par type d'occupation du sol

Classes d'occupation du sol	Zones brûlées 2002		Zones brûlées 2019		Zones brûlées (2002-2019)	
	Superficie (ha)	Taux (%)	Superficie (ha)	Taux (%)	Superficie (ha)	Taux (%)
Forêt primaire	82,6	6,0	645,3	2,5	8093,61	10,7
Forêt secondaire	52,0	3,8	9235,1	36,1	17173,8	22,7
Savanes	1176,9	86,0	13717,2	53,6	46490,7	61,3
Zones anthropisées	18,4	1,3	988,5	3,9	1251,8	1,7
Eau	39,0	2,8	988,5	3,9	2795,1	3,7
Total Zones brûlées	1368,9	100,0	25574,5	100,0	75805,0	100,0

(Source : Nos analyses)

Les résultats du tableau 3.10 indiquent une importante variation de la superficie affectée par les feux de 2002 à 2019. En effet, la superficie brûlée est passée de 1368,9 ha en 2002 à 25574,5 ha en 2019. L'année 2002 a été caractérisée par beaucoup plus de feux de savanes (86%) couvrant une superficie de 1176,5 ha comparativement à l'année 2019 où la superficie affectée par les feux en forêt secondaire a sensiblement augmenté. Elle est passée de 52 ha à 9235,1 ha de 2001 à 2019. La classe de la forêt primaire a également connu une augmentation non négligeable de la superficie brûlée. Celle-ci est passée de 82,6 ha en 2002 à 645,3 ha en 2019. La classe des zones anthropisées, de la forêt primaire ainsi que celle de l'eau ne connaissent pas des fortes incidences de feux. Elles connaissent des épisodes des feux mais à des fréquences faibles (généralement <10%). Dans les superficies restées stables pendant la période étudiée (zones n'ayant pas subi de transition), la classe des savanes a connu d'importants épisodes des feux (61,7%) mais ceux-ci n'ont pas été à l'origine des changements du couvert. Elle est suivie de la classe forêt secondaire qui a enregistré (22,7%) des feux sur sa superficie restée stables. Seulement 10,7% de forêt primaire soumis au feu est resté stable pendant la période étudiée.

3.1.3.3 Corrélation entre le feu et les changements d'occupation du sol

➤ Gains

Le tableau 3.11 ci-dessous nous présente les gains dus aux feux dans les différentes classes de transition entre 2002 et 2019.

Tableau 3.11: Corrélation entre les zones brûlées et les gains dans l'occupation du sol

Classes de transition	Couverture		Transitions dues aux feux		Taux feux dans l'ensemble des gains	Transitions dues aux autres causes
	ha	%	ha	%	%	%
Savane-FP	965,8	3,1	271,6	2,0	0,9	99,1
Savane-FS	29548,9	94,5	13139,7	95,7	42,0	58,0
ZA -FP	20,2	0,1	5,0	0,0	0,0	100,0
ZA-FS	143,4	0,5	30,4	0,2	0,1	99,9
ZA-Savane	504,1	1,6	212,9	1,6	0,7	99,3
ZA-Eau	56,5	0,2	48,5	0,4	0,2	99,8
Eau-FP	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Eau-FS	8,1	0,0	6,7	0,0	0,0	100,0
Eau-Savane	24,2	0,1	8,7	0,1	0,0	100,0
Total	31271,4	100,0	13723,5	100,0	43,9	56,1

Légende : FP : Forêt Primaire ; FS : Forêt Secondaire ; ZA : Zones Anthropisées

(Source : Nos analyses)

Il ressort du tableau 3.11 que les gains les plus importants sont celles dues à la conversion des savanes en Forêts secondaires (94,5% soit 29548,9 ha). Sur le total de la superficie ayant gagné en termes de couvert végétal 95,7% des savanes ont régénéré en Forêt secondaire malgré les épisodes des feux connus. Quarante-deux pour cent (42%) des gains enregistrés malgré le passage du feu dans l'ensemble des classes de transition ont eu lieu dans cette classe et 58% des gains dues aux autres causes hormis le feu ont également eu lieu dans cette classe de transition. Sur 31271,4 hectares qui ont connu les gains 13723,5 ha correspondant à 43,9% ont régénérés malgré les épisodes de feu connus. Environ 56,1% de ces gains sont expliqués par d'autres causes. Les gains observés dans les classes de transitions telles que les transitions Eau en d'autres classes, des Zones anthropisées en d'autres classes sont en quasi-totalité expliqués par d'autres causes.

➤ Pertes

Les résultats présentés dans le tableau 3.12 ci-dessous nous donnent les taux de pertes dus aux feux dans les différentes classes de transition entre 2002 et 2019.

Tableau 3.12: Corrélation entre les zones brûlées et les pertes dans l'occupation du sol

Classes de transition	Couverture		Transitions dues aux feux		Taux feux dans l'ensemble des gains	Transitions dues aux autres causes
	ha	%	ha	%	%	%
FP-FS	50730,1	78,3	15084,8	74,8	23,3	76,7
FP- Savane	524,3	0,8	348,5	1,7	0,5	99,5
FP-ZA	406,7	0,6	108,7	0,5	0,2	99,8
FP-Eau	2,3	0,0	2,3	0,0	0,0	100,0
FS-Savane	1506,2	2,3	425,2	2,1	0,7	99,3
FS- ZA	1455,8	2,2	219,6	1,1	0,3	99,7
FS-Eau	0,5	0,0	0,1	0,0	0,0	100,0
Savane-ZA	9731,3	15,0	3592,0	17,8	5,5	94,5
Savane-Eau	14,4	0,0	7,5	0,0	0,0	100,0
Eau-ZA	394,4	0,6	377,5	1,9	0,6	99,4
Total	64765,8	100,0	20166,2	100,0	31,1	68,9

Légende : FP : Forêt primaire ; FS : Forêt Secondaire ; ZA : Zones anthropisées

(Source : Nos analyses)

Du tableau 3.12 il ressort que les pertes les plus importantes sont celles dues à la conversion de la forêt primaire en forêt secondaire (78,3% correspondant à 50730,1 ha). Ces pertes représentent 15084,8 ha soit 74,8% de l'ensemble des pertes dues aux feux. Vingt-trois virgule trois pour cent (23,3%) des pertes dues aux feux dans l'ensemble des classes de transition ont eu lieu dans cette classe et 76,7% des pertes dues aux autres causes hormis le feu ont également eu lieu dans cette classe de transition. Sur 64765,8 hectares qui ont connu

les pertes 20166,2 ha correspondant à 31,1% de l'ensemble des pertes dues aux feux. Environ 68,9% des pertes sont expliqués par d'autres causes. Les pertes observées dans les autres classes de transition telles sont expliquées par d'autres causes non étudiées.

3.1.4 Gestion des feux par les communautés

3.1.4.1 Caractérisation des systèmes d'exploitation

Les résultats du tableau 3.13 ci-dessous, nous présentent les principaux éléments caractérisant les systèmes d'exploitation des populations vivant dans et autour de la RB de Luki.

Tableau 3.13: Caractérisation du système d'exploitation

Modalités	Autour de la réserve	Dans la réserve	Total(%)
Superficie exploitée par an(%)			
0,25ha-0,5ha	25	18,3	20
0,5-1ha	62,5	47,9	51,6
1-3ha	12,5	23,9	21,1
3-5ha	0	2,8	2,1
>5 ha	0	7	5,3
Total	100	100	100
Système de culture (%)			
Association	95,8	80,3	84,2
Culture pure	0	9,9	7,4
Rotation culturale	0	5,6	4,2
Assolement	4,2	4,2	4,2
Total	100	100	100
Type de couvert exploité pour l'agriculture (%)			
Forêt	95,8	95,8	95,8
Savane	0	1,4	1,1
Mélange des 2	4,2	1,4	3,2
Total	100	100	100
Mode agriculture (%)			
Agriculture itinérante sur brulis	95,8	84,5	87,4
Agriculture sédentaire	0	11,3	8,4
Agriculture sans brulis	4,2	4,2	4,2
Total	100	100	100
Durée jachère (%)			
1-3 ans	0	12,7	9,5
3-5 ans	45,8	42,3	43,2
5-10ans	41,7	36,6	37,9
> 10 ans	12,5	8,5	9,5
Total	100	100	100

(Source : Nos enquêtes)

Il ressort du tableau 3.13 que plus de la moitié de la population (51,6%) exploite par an une superficie de 0,5-1ha contre 21,1% et 20% qui exploitent respectivement 1-3ha et 0,25 à 0,5ha. Seulement une faible proportion (2,1%) exploite une superficie d'environ 3-5ha. Il est important de noter que autour de la réserve la proportion de la population qui exploite 0,5-1ha est plus importante (62,5%) qu'au sein de la réserve (47,8%). L'association des cultures est le système de culture le plus pratiquée (84,2%) suivi du système de culture pure (7,4%). Seulement une faible proportion pratique l'assolement et la rotation culturale (4,2%) pour les deux systèmes. Environ 95,78 % de la population exploite les terres forestières pour des travaux agricoles. Les savanes sont moins sollicitées pour ce faire (1,1%). L'agriculture itinérante basée sur brulis est le principal mode d'agriculture utilisé (87,4%) contre seulement 8,4% d'agriculture sédentaire et 4,2% d'agriculture itinérante sans usage du brulis. Le plus grand nombre de champs soit 43,2% et 37,9% sont laissés en jachère pour une période respectivement de 3-5ans et 5-10 ans. Seule une faible proportion de la population (9,5%) laisse leurs terres en jachère pendant plus de 10ans avant leur ré exploitation.

3.1.4.2. Caractérisation des feux d'usage agricole

Les résultats de caractérisation des feux utilisés pour les travaux agricoles sont donnés dans le tableau 3.14 ci-dessous :

Tableau 3.14: Caractérisation des feux d'usage agricole

Modalités	Autour de la réserve	Dans la réserve	Total
Usage feu (%)			
Oui	100,0	87,3	90,5
Non	0,0	12,7	9,5
Total	100	100	100
Ouverture des champs (%)			
Recours au feu	96	92	92, 63
Non recours au feu	4	8	7
Total	100	100	100
Préparation des champs (%)			
Recours au feu	95,8	84,5	87,3
Non recours au	4,2	15,5	12,6
Total	100	100	100
Raisons usage feu (%)			
Amélioration de la fertilité du sol	55	51,43	52,41
Facilité d'ouverture des champs	27,5	24,76	25,52
Lutte contre les mauvaises	7,5	2,86	4,14

herbes			
Lutte contre les insectes et ravageurs	10	13,33	12,41
Réduction des coûts	0	0,95	0,69
N/A	0	6,67	4,83
Total	100	100	100
Mois brulis (%)			
Octobre	54,2	49,3	50,5
Septembre	45,8	39,4	41,1
N/A	0	11,3	8,4
Total	100	100	100

(Source : Nos enquêtes)

Il ressort du tableau 3.14 qu'à Luki et dans ses environs sur les 100% des personnes enquêtées 90,53% recourent à l'usage du feu pour les travaux agricoles. Ces feux concernent les travaux d'ouverture des nouveaux champs et des travaux préparation saisonnière des champs utilisés respectivement par 92,6% et 87,3% de la population enquêtées. Les travaux de préparation saisonnière des champs concernent les plus souvent les cultures vivrières à cycle plus ou moins court telles que le maïs, le manioc, l'arachide, etc. (Figure 3.11). La principale raison qui pousse les paysans à recourir à l'usage du feu est l'amélioration de la fertilité du sol (52,41%). Plusieurs autres raisons sont énumérées dont la facilité d'ouverture des champs (25,52%), la lutte contre les insectes et ravageurs (12,41%), la lutte contre les mauvaises herbes (4,14%), et la réduction des coûts (0,69%). Les 9,47% qui ne recourent pas à l'usage du feu pour les travaux agricoles ne se sont pas prononcés quant aux raisons du recours au feu. Les feux d'usage agricole ont principalement lieu aux mois de Septembre (41,1%) et Octobre (50,4%) période correspondant à la fin de la SS et le début de la saison culturale. Au moment du brulis des champs, certains recourent à l'installation des pare feu pour sécuriser les feux.



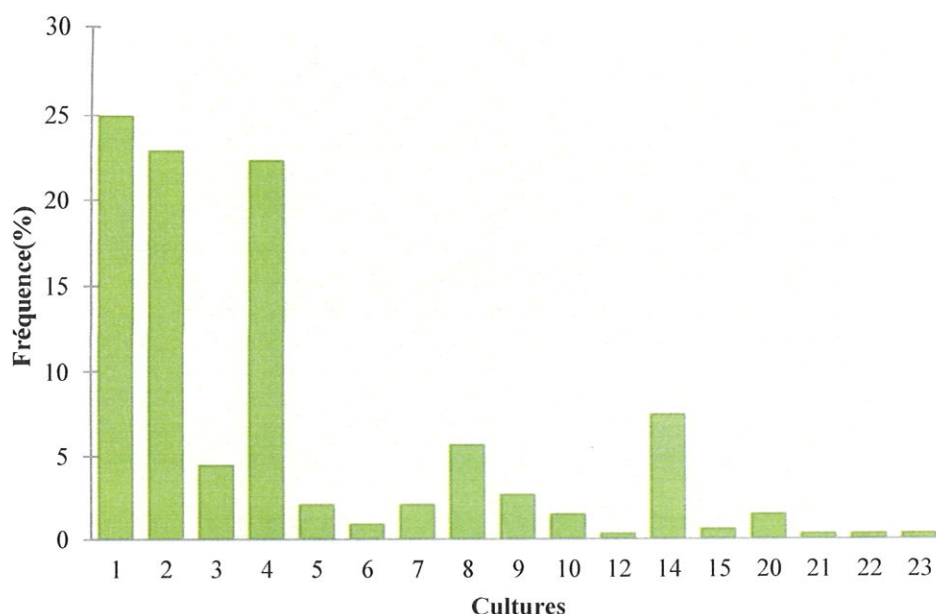


Figure 3.11: Cultures faisant objet du brulis saisonnier

Légende : 1:Maïs, 2: Manioc, 3: Taro, 4: Arachide, 5:Bananier 6 : Plantain 7 : Piment 8 : Igname
9 : Haricot 10 : Patate douce 12 : Courge 14 : Niébé 15 :Tomates 20 : Riz 21 : Tabac
22 :Carbonisation 23 : Vigne

(Source : Nos analyses)

3.1.4.2 Mode de gestion des feux à usage agricole

Le tableau 3.15 présente les résultats des principaux modes de gestion des feux utilisé pour le but agricole dans la RB de Luki et ses environs.

Tableau 3.15: Mode gestion des feux d'usage agricole

Modalités	Autour de la réserve	Dans la réserve	Total
Moment Propice (%)			
Matin (6h-12h)	16,7	4,2	7,3
Les après-midi (12-18h)	83,3	83,3	83,3
N/A	0	12,5	9,4
Total	100	100	100
Mode de gestion (%)			
Installation des coupes feu	42,9	16,7	26,3
Choix du moment propice	34,3	53,3	46,3
Prise en compte de la direction du vent	11,4	20	16,8
Aucun	5,7	1,7	3,2
Organisation au sein du village	5,7	0	2,1
N/A	0	8,3	5,3

Total	100	100	100
Largeur des pare feux			
0,5-1m	0,0	9,9	7,4
1-2m	50,0	49,3	49,5
3-5m	50,0	30,9	35,8
> 5m	0,0	1,40	1,1
N/A	0,0	8,5	6,3
Total	100	100	100
Dégâts connus (%)			
Oui	12,5	15,49	14,74
Non	83,3	84,5	84,2
N/A	4,17	0	1,05
Total	100	100	100

(Source : Nos enquêtes)

Du tableau 3.15 il ressort que pour leurs travaux agricoles les champs sont préférentiellement brûlés dans les heures d'après-midi de la journée entre 12h-18h pour (83,3%) de la population enquêtée. Le choix de ces heures précises présente raisons qui sont entre autres la présence du vent pour faciliter la propagation du feu, la présence soleil pour sécher les feuilles à brûler, ... Pour mieux maîtriser ces feux afin de limiter les dégâts, plusieurs techniques sont mis en place dont le choix du bon moment pour faire le brûlis (46,32%), l'installation des pare-feu (26,32%), la prise en compte de la direction du vent (16,84%) et l'organisation entre agriculteurs (2,11%) pour faire un brûlis en série. Ce pare feu a généralement une largeur moyenne de 1-2m pour certains (49,5%) et 3-5m pour d'autres (35,8%). Rares sont les paysans (1%) qui aménagent des pare feu d'une largeur de plus de 5m. Trois virgule seize pourcent de la population ne prennent aucune précaution pour gérer le feu au moment du brûlis cause de certains de débordement de feux enregistrés (14,54%) des cas.

3.1.4.3 Caractérisation et mode de gestion des feux de savanes

Les résultats présentés dans le tableau 3.16 renseignent sur les principales caractéristiques des feux de savanes, les raisons de leur utilisation ainsi que leur mode de gestion.

Tableau 3.16: Caractérisation et mode de gestion des feux de savanes

Modalités	Autour de la réserve	Dans la réserve	Total(%)
Existence des feux (%)			
Oui	87,5	63,4	69,5
Non	12,5	36,6	30,5
Total	100	100	100
Origine feu (%)			
Anthropique	100	77,1	83,0
N/A	0	22,9	17,0
Période feu fréquents			
Saison sèche	100	78,9	84,2
Saison des pluies	0	21,1	15,8
Total	100	100	100
Auteurs de feu et raisons de mis à feu des savanes (%)			
Chasseurs/ braconniers à la recherche des gibiers	21	32	53
Agriculteurs (préparation des champs)	2	12	14
Passants (accidentellement)	10	28	38
Personnes mal intentionnées	2	13	15
Petits enfants à la recherche des souris	7	3	10
Population résidente pour le but d'aménagement	0	2	2
N/A	1	17	18
Total	100	100	100
Limitation (%)			
Installation des pare-feu	16,7	29,6	26,3
Aucune (fuite)	54,2	43,7	46,3
Destruction par branches fraîches	29,2	12,7	16,8
Destruction par le sable	0,0	4,2	3,2
Sarclage	0,0	2,8	2,1
N/A	0,0	7,0	5,3
Total	100	100	100

(Source : Nos enquêtes)

Du tableau 3.16 ci-dessus découle que selon le type d'écosystème dans lequel on se retrouve il y' a 69,5% des cas des feux de savane connus. Ces feux sont jugés par ceux qui en ont la connaissance d'origine anthropique (83%) et ont lieu fréquemment pendant la saison sèche (84,2%). Les auteurs et les raisons poussant à la mise à feu des savanes incluent : Chasseurs/

braconniers à la recherche des gibiers (53,0%), les passants (accidentellement) : 38,00%, les personnes mal intentionnées (15,0%), les agriculteurs pour la préparation des champs et pour faciliter, selon eux, la repousse des champignons (14,0%), les petits enfants à la recherche des rats (10%) et la population résidente pour le but d'aménagement (2,0%). Pour limiter les deux déjà déclenchées, 46,3% de la population soutiennent que rien ne peut être fait pour limiter les dégâts. Seulement 26,3% recourent à la mise en place rapide des pare feu si le feu est encore loin, à la destruction du feu soit par les branches fraîches (16,8%) ou par le sable (3,2%) si le feu a une faible puissance.

3.1.5 Perceptions paysannes sur les impacts des feux

Les tableaux 3.17 et 3.18 nous présentent les perceptions paysannes sur les impacts positifs et négatifs d'utilisation des feux à la fois en forêt pour l'agriculture et en savane. Ces perceptions ont été issues des focus group et des entretiens semi-structurés que nous avons eu avec les communautés. Ces impacts sont relevés par les effets sur le sol, la faune, la végétation et pour la population elle-même.

Tableau 3.17: Impacts positifs des feux

	Sur le sol	Sur la faune	Sur la végétation	Sur la population
Feu de forêt	Amélioration de la production ; Disponibilité d'éléments minéraux sur le Court terme.	Facilite l'entrée en forêt ; Destruction des parasites ; Régénération de la végétation.	-	Facilitation de récolte du bois de feu ; Facilitation des travaux agricoles ; Augmentation de la production ; Accès à des nouvelles terres ; Destruction d'animaux nuisibles tels que les serpents.
Feu de savane			Régénération de la végétation.	Stimulation de la reprise des champignons ; Facilitation de la chasse ; Facilitation des travaux agricoles ; Aménagement.

(Source : Nos enquêtes)

Tableau 3.18: Impacts négatifs des feux

	Sur le sol	Sur la faune	Sur la végétation	Sur la population
Feux de forêt	Destruction de la couche superficielle du sol ; Destruction de la microfaune du sol ; Appauvrissement du sol sur le LT	Destruction et perturbation de l'habitat ; Mort d'animaux	Destruction des souches des essences locales Perte d'essences de valeur Perte progressive du couvert forestier	Destruction des cultures en cas des débordements lors des brulis ; Rareté des ressources fauniques et fongiques ; Destruction de la pharmacopée traditionnelle ; Prolifération des ravageurs
Feux de savane	Exposition du sol à la sécheresse et aux érosions	Destruction et perturbation de l'habitat ; Mort d'animaux	Empêche la régénération naturelle des savanes	Accidents de débordement ; Difficulté de contrôle

Les impacts ci-haut cités ont guidé l'élaboration de la stratégie de gestion intégrée des feux dans et autour de la RB de Luki présenté dans la discussion en sa section 3.2.4.

3.2 DISCUSSION

3.2.1 Résultats de suivi du feu

L'analyse de l'évolution du nombre de Feux en fonction des années a montré que l'année 2013 a été la plus touchée par les feux de toutes les années étudiées. Cette fréquence élevée peut être expliquée par les conditions climatiques particulières de cette année (Figures A6 en annexes). En effet, de toutes les années étudiées, l'année 2013 a connu le plus grand épisode de sécheresse (7 mois secs). La situation inverse est observée en revanche pour l'année 2002 qui a enregistré le moins des feux sur toute la période. Cette faible fréquence serait liée au fait que le satellite Aqua qui prend le plus grand nombre des Feux dans notre zone effectue son cycle les après-midi (passe à l'équateur vers 14h20'), heures où ont lieu les plus grands nombres de feux dans le milieu, n'était fonctionnel qu'à partir de Mai 2002 (Giglio *et al.*, 2003 ; Giglio *et al.*, 2006). Certains feux qui ont eu lieu cette année-là n'ont pas été enregistrés par conséquent par le satellite.

Les variations annuelles des fréquences des feux au cours des mois dépendent du climat local et des activités anthropiques. En effet, dans la zone d'étude, les mois avec les fréquences des feux élevées correspondent aux mois secs (Juin à Octobre soit 5 mois secs). Durant la saison sèche, les précipitations deviennent rares, la dessiccation de la végétation et des sols ainsi que les sautes de vent sont favorables à la naissance et à la propagation des feux (Collin *et al.*, 2001). Nos résultats corroborent ceux trouvés par Giglio et ses collaborateurs en 2006 et selon lesquels le nombre de mois des feux de végétation est de 2 à 6 par an dans la zone tropicale. La lutte contre les feux de brousse devrait ainsi se focaliser sur ces mois. Ces mêmes résultats ont été confirmés par les enquêtes menées auprès des communautés qui ont également affirmées que la quasi-totalité des feux avait lieu pendant la saison sèche. La faible fréquence des feux pendant la saison des pluies est expliquée par le fait suite notamment à la fraîcheur de la végétation et aux conditions météorologiques (précipitations fréquentes, humidité atmosphérique élevée, basse température, ...) défavorables à la naissance et à la propagation des feux. Les feux qui ont lieu en saison sèche sont de 2 origines : ils sont soit dus à la mise à feu des savanes (activités plus fréquentes de Juin à Août) soit aux travaux pré-culturels qui ont lieu à partir du mois de Septembre jusqu'au début de la saison culturale en Octobre. Les feux détectés durant ces deux derniers mois sont donc liés à la conquête des nouvelles terres en défrichement au moyen du feu (Niyongabo et Mbarushimana, 2019). Au cours de ces activités, des terres mis en jachère sont cultivées et de nouvelles terres sont défrichées et dans tous les 2 cas, il y a recours au feu pour faciliter les activités agricoles. En effet 90,53% de la

population recours au feu dans leurs travaux de préparation des champs. Ces résultats confirment les résultats trouvés par d'autres chercheurs quant au recours aux feux pour les travaux agricoles. En effet, 87,33% de la population vivant dans et autour de la RB de Luki pratique l'agriculture itinérante sur brulis. Dans son étude, Alongo (2007) affirme que les moyens dont disposent les paysans ne leur permettent pas d'appliquer les méthodes des cultures intensives et ils se contentent de pratiquer une agriculture itinérante sur brûlis avec comme conséquences modification des certains paramètres pédologiques des écosystèmes forestiers, modifications dues à la coexistence de plusieurs séries d'occupation du sol, affectant ainsi l'environnement entier. Semeki et *al.* (2018) dans leur étude menée dans le Domaine de Chasse de Mondo Missa au nord de la RD Congo continuent en affirmant que l'agriculture itinérante sur brulis est la principale activité pour la survie des populations locales. Ce système se caractérise par les défrichements partiels (certains arbres sont conservés) de la forêt primaire en saison sèche et les espaces déboisés sont ensuite brûlés avant de procéder à la préparation des champs et au semis. Dans la RB de Luki et ses environs, les feuilles défrichées sont regroupées en tas et brûlées à la fin des travaux, vers la fin de la journée (Après-midi). D'où la forte fréquence des feux à ces heures de la journée. En effet, nos résultats ont démontré que la quasi-totalité des feux soit 92,8% ont lieu entre 12h et 18h et sont plus enregistrés par le satellite Aqua (92,2%). Cette situation s'explique, comme décrit précédemment, par le fait que ces heures correspondent aux heures de passage du satellite Aqua (Müller et Suess, 2011) qui par conséquent enregistre le plus grand nombre de feux. Niyongabo et Mbarushimana (2019) dans leur étude sur le feu au Burundi ont fait une observation contraire à la nôtre. Etant donné que la plupart des feux ont lieu les avant midi au Burundi, le Satellite Terra qui traverse l'équateur à 10h30 en montant et à 22h 30 en descendant enregistre le plus grand nombre de feux. La répartition inégale des feux le long du jour est dictée à la fois par les travaux agricoles et le rythme climatique local (température et précipitations) du jour. En effet, résultats obtenus lors des enquêtes ont démontrés que le choix de ces heures de brulis est dicté par les conditions climatiques à ces heures précises favorables à un brulis réussi. Ces heures sont caractérisées par un ensoleillement fort facilitant le séchage de la rosée du matin ainsi que la présence du vent facilitant la propagation du feu.

Des résultats obtenus des enquêtes réalisées, plusieurs réalités socioéconomiques expliquent les origines des feux et ces raisons sont regroupées selon qu'il s'agit des feux des savanes ou des feux à but agricole. Dans le premier cas il s'agit : de la recherche des gibiers, la préparation des champs pour les agriculteurs exploitant les savanes, certains cas des feux sont

accidentels, d'autres liés aux personnes mal intentionnées qui brûlent simplement par mauvaise foi. Certains feux sont aussi mis par des enfants à la recherche des rats mais d'autres encore sont mis pour le but des aménagements agricoles. Dans le second cas les feux sont mis dans le but d'améliorer la fertilité du sol, faciliter l'ouverture des champs, lutter contre les mauvaises herbes, lutter contre les insectes et ravageurs ainsi que réduire les coûts liés aux travaux de préparation des champs. Selon une étude publiée par l'ESA,

L'appréciation de la puissance d'un feu est faite sur base de leur Puissance radiative (Collin *et al*, 2001 ; Giglio *et al*, 2006 ; Giglio, 2015). Dans la zone d'étude, 4 classes parmi les 5 classes des PR sont enregistrées. Il s'agit des PR très faible (<15NW) à des PR fortes (80NW-400NW) (Giglio *et al*, 2006). La moyenne des PR des Feux enregistrée est de $23,48 \pm 23,32$ MW. Considérant cette moyenne associée à son écart type, la valeur moyenne de PR se trouve dans la fourchette des PR des feux aux environs de l'équateur qui est de 35 MW (Giglio *et al*, 2006). Les pixels de feux les plus représentés sont ceux des PR très faible (49%) à faible (39,7%). Des Feux à très faibles PR (< 15 MW) correspondent aux feux des forêts denses ou aux feux des usages agricoles, où les feux contrôlés sont en revanche petits (Giglio *et al*, 2006). Dans les tropiques, les feux dont la PR est faible (15 MW - 40 MW) sont associés aux formations herbeuses (Giglio *et al*, 2006), ce qui est fréquent dans les jachères et les terres non encore défrichées. Les feux modérés, forts et très forts sont peu représentés, mais très destructeurs. La maîtrise des feux est généralement difficile face à leurs longs fronts et à leur grande vitesse (Collin *et al*, 2001). Cela pousse la plupart des paysans à prendre la fuite (46,32%) quand surgissent des feux sur des étendues non contrôlées par la mise en place des coupe feux. Ces corroborent ceux trouvés par Niyongabo et Mbarushimana en 2019 au Burundi. La densité moyenne des Feux trouvée qui est d'environ 0,007 Feux/km²/an est inférieure par rapport aux résultats trouvés par Giglio *et al* (2006), qui situent la densité moyenne de Feux entre 0,015 et 0,06 Feux/km²/an dans la zone intertropicale.

L'observation de la situation au sein de la RB Luki montre une moyenne des PR de 27,09 MW pendant la période d'étude. Moyenne supérieure à la moyenne typique des forêts denses humides qui est de 15NW en zone tropicale (Giglio *et al*, 2006). En effet la RB de Luki est constituée principalement d'une forêt dense concentrée dans la zone centrale ainsi des poches des savanes et des forêts dégradées dans les autres zones de la réserve. Alors qu'il est interdit de pratiquer les cultures nécessitant l'incinération dans la RB de Luki (à l'exception des enclaves), 85,2% des feux sont enregistrés en Septembre et Octobre période correspondant à la préparation des travaux agricoles dans les zones où sont permises les activités agricoles.

Ces zones sont principalement localisées dans la zone tampon ainsi que la zone des transitions. Les études menées par Cochrane en 2003 et Langner et Siegert en 2009 prouvent à suffisance que la probabilité d'apparition et de propagation ainsi que la détection d'un feu dans une forêt dense non perturbée ainsi que la détection d'un éventuel feu dans de telles forêts est faible à cause de la dense canopée. Il est en conséquence probable que les feux détectés par les capteurs de MODIS dans la RB de Luki mettent en évidence des milieux où cette AP est en dégradation : ouverture de canopée et réduction du nombre de strates à la seule strate herbacée. En considérant la PR et la superficie couverte par ces points de feux, et étant donné l'algorithme de détection des feux par les satellites MODIS (Giglio et *al.*, 2003), de tels feux ont une probabilité quasi-nulle d'être détectés par les satellites. Les Points de feux identifiés au sein de la RB de Luki sont localisés jusque dans la zone centrale de la réserve. Un total de 5 Feux sont enregistrés dans la Zone centrale de la RB Luki ce qui attire l'attention quant à la pression grandissante que la réserve est en train de subir. En effet, l'accroissement de la pression démographique dans et autour de la réserve pousse les populations à la recherche des nouvelles terres pour l'exploitation agricole et celles-ci sont prélevées sur des formations naturelles comme la forêt (Alongo, 2007).

L'analyse de la perception des communautés locales vivant dans et autour de la Réserve de Biosphère de Luki a permis de mettre en évidence les impacts positifs et négatifs des feux, qu'ils soient mis en forêts ou en savanes. Les résultats obtenus ont permis de confirmer les résultats obtenus des autres recherches (Frost, ND ; Lutete, 2016) quant aux impacts des feux à la fois sur la biodiversité ainsi que sur les conditions socio-économiques dans lesquelles vivent les populations locales.

3.2.2 Résultats de la dynamique d'occupation du sol

Pour déterminer le changement d'occupation des sols ayant eu lieu dans notre zone d'étude, l'analyse de 2 images satellitaires (2002 et 2019) a été réalisée et la classification supervisée basée sur l'Algorithme de Maximum de vraisemblance a été faite. Celle-ci exige le calcul du Coefficient Kappa pour chacune des classifications pour valider la qualité de celles-ci. La classification a donné des valeurs de précision acceptables selon l'échelle donnée antérieurement par Skupinski et *al.* (2009). En effet, dans une étude de l'occupation des sols, lorsque l'indice de Kappa évalué dans les opérations de classification est supérieur à 61 %, la classification adoptée est considérée recevable et les résultats peuvent être judicieusement utilisés (Jessen et *al.*, 1994). En considérant ce principe nous concluons que notre

classification est statistiquement satisfaisante pour les 2 images (la précision globale est respectivement de 80,5% pour l'image de 2002 et 85% pour l'image de 2019). La qualité de la classification peut s'expliquer par un nombre réduit de classes utilisées mais également de la définition de parcelles homogènes lors du choix des sites d'entraînement (Caloz et Collet, 2001). Toutes fois, certains pixels appartenant à la classe de Forêt secondaire en 2002 ont été attribués à la classe Forêt primaire ainsi que celle des savanes lors de l'évaluation de la classification. En 2019 par contre, certains pixels de la classe Forêt primaire et la classe des savanes ont été classés dans la classe de Forêt secondaire. Cela n'a pas affecté significativement la fiabilité de la classification réalisée. Ces précisions corroborent celles obtenues par les autres auteurs tels que Kadilamio *et al.* (2017) au Congo Brazzaville, Barima (2009) en côte d'ivoire. Les classifications faites par Kadilamio *et al.*, en 2017 dans l'étude sur le changement de la couverture forestière dans le département de la LIKOUALA à partir des images Landsat au Congo Brazzaville ont montré qu'une confusion importante se dégage entre la classe des Forêts dégradée et celle des cultures-Jachères. Dans notre étude, ces 2 classes ont été regroupées en une seule étant donné la difficulté de leur discrimination mais également le fait que la plupart des activités agricoles (plantations des cacaoyers, caféiers, palmiers et les champs des cultures) sont installées dans la forêt secondaire et se confondent à celle-ci. Cette même remarque a été soulignée par le même auteur à Brazzaville.

L'un des impacts humains les plus importants sur la biosphère est la suppression de la couverture végétale originale et son remplacement par un autre type d'occupation du sol (Bogaert *et al.*, 2008). Cet impact se matérialise par la fragmentation et la diminution de la surface forestière modifiant ainsi la structure spatiale du paysage initiale. Les résultats que nous avons obtenus montrent la rapidité de la déforestation dans la zone d'étude. En effet, le changement d'utilisation de sols est considéré de nos jours comme un des changements globaux majeurs de nature anthropique que subit notre planète (Alongo, 2007). Cette réalité est observée dans notre zone d'étude où en 2002, la forêt primaire qui couvrait une proportion de 30, 25% de la superficie de la zone d'étude est passée à 16,58% en 2019. La forêt primaire reste plus concentrée dans la zone centrale de la RB Luki, zone soumise à une protection intégrale d'où la conservation de la forêt dans cette zone. Cette régression de la superficie de la classe « Forêt primaire » serait due principalement à sa conversion en forêt dégradée à causes des activités anthropiques telles que les pratiques agricoles principalement l'agriculture itinérante sur brulis, la production du bois de chauffe et à l'exploitation artisanale du bois d'œuvre. Ces différentes activités ont par ailleurs un impact sérieux sur la biodiversité

végétale des forêts (Lutete et *al.*, 2016). En effet, tel que l'ont démontré nos résultats d'enquête auprès des communautés, après une ou deux années de séjour sur un champ des cultures vivrières, les paysans l'abandonnent et s'installent sur des nouvelles terres forestières plus fertiles, laissant les premières en jachère (pendant en moyenne 3-5 ans pour 43,15% des cas) afin de restaurer leur fertilité. Il y a plusieurs années Ramade (1984) a trouvé que la pratique de la culture itinérante sur brûlis, est une des causes importantes de la déforestation dans les régions où une pression démographique excessive a fait accélérer le rythme des rotations agricoles. Alors qu'il faut une vingtaine d'années pour la restauration de la forêt secondaire, bien souvent la mise en jachère aujourd'hui est inférieure à sept ans. Iyongo (2013) a également trouvé qu'une augmentation de la population rurale conduit à une réduction de la durée de jachère, et à moyen terme, à une dégradation des sols. Et, lorsque la pression devient trop élevée, les massifs de forêt primaire peuvent être menacés. La réduction de la durée de mise en jachère est donc un bon indicateur de la pression démographique. De même, une croissance de population urbaine augmente la demande en produits vivriers (Bamba, 2010) mais également en bois d'œuvre. Bogaert et *al.* (2008) souligne également que l'agriculture non durable, entraîne une expansion de la savane, des terres en jachère et des champs qui remplacent la végétation et limitent la succession forestière vers la forêt primaire. Les mêmes auteurs soulignent que la réduction de la surface forestière est l'un des indicateurs clé de la fragmentation des forêts, elle est principalement due à la conversion des forêts en terres agricoles.

L'extension des zones anthropisés et la création des nouvelles zones ont entraîné un accroissement de 3,64% de la superficie de la classe des zones anthropisés. Cet accroissement est le résultat de la croissance démographique qui s'observe d'une manière générale sur toute l'étendue du pays avec un taux moyen d'accroissement de la population de la population rurale 2,18% (BM, 2019) et plus particulièrement dans et aux environs de la RBL à la recherche des nouvelles terres pour l'agriculture et la survie. Selon la FAO (2016), il existe une relation entre la croissance démographique, qui entraîne une demande accrue des terres agricoles occasionnant ainsi des pertes de superficie forestières au profit de l'expansion de l'agriculture et des zones habitées. L'accroissement de la population en milieu rural a engendré une forte extension des grandes agglomérations ainsi que la création de plusieurs nouveaux villages. Ce qui a pour conséquence la pression accrue sur les ressources forestières. La population vivant autour de la RB de Luki est passée de 83459 habitants en 2003 à approximativement 117849 habitants en 2019. Le rapport publié par la FIDA (2008)

souligne que l'accroissement des populations rurales entraîne l'expansion des surfaces cultivées, l'empiétement sur les forêts, les zones humides et les quelques habitats naturels qui subsistent, mais aussi l'augmentation du nombre de paysans sans terre et la réduction de la taille des exploitations. Comme le soulignait déjà Poutier (1989) cité par Vermeulen *et al.* (2008) : si la densité de population d'un village venait à augmenter au point que l'étendue des terres à potentiel agricole proches du village devienne un facteur limitant, on verrait alors ressurgir des principes liés à l'appropriation de l'espace qu'on avait cru oubliés. En effet, il est important de souligner que le niveau de pauvreté qui touche déjà plus de 80% de la population (MECNT, 2009) pousse celle-ci à dépendre essentiellement des ressources naturelles pour leur survie avec comme conséquence l'augmentation de la pression sur les ressources. La classe de forêt secondaire étant principalement celle qui abrite les différentes activités agricoles a subi une importante expansion pendant la période d'étude (accroissement de 22,26%). L'augmentation de la demande en terres pour l'agriculture conduit la population à se tourner vers l'exploitation de la forêt disposant des terres plus arables. Seulement une faible proportion de la population pratique l'agriculture dans les zones savanicoles, zones jugées moins productives. Une recherche menée par la FAO en 2010 démontré que le processus de déforestation des forêts congolaises ne consiste pas, comme dans le bassin amazonien, en un front homogène qui avance sur la forêt dense, mais en un morcellement progressif du couvert forestier. Ce mode de déforestation à vocation agricole conduit progressivement à la mosaïque forêts-cultures-jachères très caractéristique des paysages tropicaux. La fragmentation forestière liée à l'agriculture itinérante sur « abattis-brûlis » est devenue l'un des processus dominant la dynamique paysagère (Alongo, 2007). Rageade (2014) a également trouvé que la proximité des forêts aux surfaces agricoles augmente le risque de déforestation et ce résultat trivial confirme bien le risque que représente l'expansion des surfaces agricoles sur les forêts alentour des zones agricoles. Bamba (2010) continue en affirmant que dans la province du Kongo central, suite à l'action de l'homme, les forêts sont généralement remaniées et forment une mosaïque de forêts secondaires qui constitue la formation forestière la plus commune au Kongo central. Les forêts secondaires sont généralement des forêts anthropiques. Dans la province du Kongo central, le paysage est fortement influencé par les pratiques culturelles et ancestrales de la population. Et selon les témoignages recueillis par Bamba (2010), les Bakongo préfèrent pratiquer l'agriculture dans les forêts. Ceci se traduit par des très fortes pressions de la population sur les ressources naturelles en quête de la satisfaction de leurs besoins de survie (bois de feu, terres agricoles, urbanisation). Ce qui crée une pression supplémentaire sur les dernières parcelles forestières

existantes. De plus, la proximité des grandes villes telles que Kinshasa avec ses 7 millions d'habitants en 2005 et le grand axe routier (la nationale 1) reliant l'intérieur du pays au principal port de Matadi, constitue un noyau clé de pressions anthropiques sur les végétations environnantes. La nationale 1 est une route d'intérêt stratégique qui relie la capitale Kinshasa au port de Matadi sur 365 km puis au port de Boma permettant la grande partie des importations et exportations du pays (PNUD, 2009). Il est également important de souligner qu'étant la principale entité pourvoyeuse en produits vivriers de la capitale Kinshasa (Tshibangu, 2001), la pression sur les ressources naturelles de la province du Kongo central ne cesse de s'accroître.

La plus grande partie de la zone d'étude était couverte des savanes en 2002, une partie de cette savane a subi une évolution grâce à sa transformation en forêt secondaire (9,60%). Cette évolution s'expliquerait par les différents efforts réalisés par le WWF à travers son projet REDD+ autour de la réserve de biosphère de Luki en place depuis 2013 et financé par le Fonds forestier pour les pays du bassin du Congo (FFBC). Ce projet avait comme objectif de réduire les émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts à travers la mise en place de 1000 ha des plantations d'acacias et 5000ha de mis en défens des savanes (Nourtier et Torres, 2014). Les résultats obtenus montrent que le changement du couvert forestier dans la zone d'étude est énorme. En effet, le taux de dégradation du couvert végétal dans notre milieu d'étude pendant 18 ans soit 2002 à 2019 pourrait être estimée 13,67% sur 18 ans équivalent à une perte moyenne annuelle de 0,75% ce qui est nettement supérieur au taux de perte nationale estimé 0,26 % (Mayaux *et al.*, 2003) sans rester constant ces dernières années. Des études ont montré que les taux élevés de déforestation tropicale sont liés à la croissance démographique et à la pauvreté ainsi qu'à la culture itinérante sur de grandes étendues de forêts (Iyongo, 2013).

L'évaluation de la situation de la déforestation par rapport à la situation de la RB de Luki montre déjà un certain niveau de menace surtout quant à la zone tampon ou et à la zone centrale, zones qui sont censées bénéficier d'un niveau de protection élevée. Ces zones ont subi d'importants changements surtout par la conversion des forêts primaires en forêts secondaires. L'étude menée par Regeade en 2014 avait simplement pris en compte une classification grossière forêt et non forêt ce qui n'a pas permis de le déceler les déceler dans les différentes zones constitutives de la réserve entre 2002 et 2012.

3.2.3 Les impacts du feu sur le couvert végétal et les changements observés

Les résultats obtenus de l'analyse de l'impact des feux sur les différents types de couvert végétal ont prouvé que ce sont les savanes et les forêts secondaires qui sont atteints par les feux. En effet, en 2002 la plus grande superficie brûlée a été retrouvée dans la classe des savanes avec environ 86% de la surface brûlée. La situation en 2019 s'est caractérisée par une augmentation des surfaces brûlées dans la classe forêt secondaire, elle est passée de 3,8% en 2002 à 36,1% en 2019. La classe de savane quant à elle a connu une diminution par rapport à la situation de 2019. Cette situation se justifie par le fait que d'une part les efforts mis en place pour la mise en défens des savanes aboutissent à la réduction du nombre des feux des savanes et d'autres parts par l'augmentation de la population qui entraîne une augmentation de la demande en terre agricoles, ce qui pousse les populations à conquérir de plus en plus de terres pour y installer les champs et les villages. Leur mode d'agriculture étant principalement basé sur le brûlis, cela entraîne un usage beaucoup plus intense des feux, conséquence de la présence importante du nombre des feux. Lambin et Gheist en 2003 ont démontrés que l'agriculture traditionnelle en mutation ainsi que les pressions démographiques constituent la principale cause de la fragmentation des forêts. Bamba et *al.* (2008) ont trouvés également que dans la province du Kongo Central, l'agriculture soutenue par l'augmentation de la pression démographique a été le moteur du changement de paysage. Elle entraîne une conversion de la forêt primaire en une mosaïque des forêts secondaires et des savanes. L'augmentation de la population entraîne une augmentation des pressions exercées sur les ressources naturelles. Cela entraîne une mise en culture rapide des espaces de végétation naturelle pour pouvoir subvenir aux besoins alimentaires d'une population grandissante. De Wasseige et *al.* (2009) continue également en affirmant que pratiques agricoles restant largement basées sur des techniques traditionnelles peu productives et sur une culture sur brûlis fortement consommatrice d'espaces forestiers, l'agriculture restera la principale menace sur une partie du massif forestier

L'analyse de la situation des superficies restées stables pendant toute la période d'étude considérée démontre que même si 61,3% des feux ont lieu dans la savane stable, celle-ci est restée savane pendant toute la période considérée. Ceci justifie le rôle que joue le feu dans le maintien des savanes à l'état de savane. Cette observation a été faite par Jacquin en 2010 au Madagascar qui a trouvée dans sa recherche sur les impacts des feux en savanes que le feu est un facteur de maintien des savanes. L'observation contraire est faite en zones forestières où les feux constituent une cause de destruction des ceux-ci (Mayaux et *al.*, 2003) ceci explique

les pertes importantes liées aux feux qui sont enregistrées dans les classes de transition. En effet, les résultats obtenus ont démontré que sur les 31,1% des pertes dues aux feux, 23,3% des pertes sont à l'origine de la transition de la Forêt primaire en Forêt secondaire notamment à cause du recours au feu pour les travaux d'ouverture et de préparations des champs. Ces résultats corroborent avec ceux trouvés par De Wassiege et *al.* (2009) qui ont affirmés que pratiques agricoles restant largement basées sur des techniques traditionnelles peu productives et sur une culture sur brûlis fortement consommatrice d'espaces forestiers sont à l'origine de la dégradation du couvert forestier. Cette agriculture évolue proportionnellement à la croissance démographique accélérant ainsi la dégradation (Duveiller et *al.*, 2008 ; MECNT, 2012, Ickowitz et *al.*, 2015) et son évolution proportionnelle à l'évolution de la démographie accélérant ainsi la dégradation. Etant donné que les populations exploitent principalement les forêts pour leurs travaux agricoles et qu'ils recourent au feu pour ce faire cela conduit à une conversion de l'utilisation des terres dans ces écosystèmes particuliers. Les gains enregistrés grâce à l'usage du feu (43,9%) sont dus principalement à la conversion des savanes en forêt secondaire. L'importante évolution des savanes en Forêt secondaire enregistrée s'explique par le fait que, les savanes anciennement mises à feu ont été soumis à une mise en défens qui a permis leur évolution vers les forêts secondaires. La mise en jachère des savanes anciennement exploitées pour l'agriculture serait également un facteur favorisant de cette évolution. Nos résultats sont approuvés dans le rapport publié par la Banque Mondiale en 2012 ainsi que le rapport de la Situation des forêts publié par la FAO en 2016. Ces derniers affirment que la perte de la superficie forestière est due à la conversion l'agriculture et que les gains de superficie forestière ont lieu sur des terres précédemment utilisées pour l'agriculture.

3.2.4 Proposition d'une stratégie de gestion intégrée des feux dans et autour de la RB de Luki

Au vu de tout ce qui précède et dans la mesure d'assurer la bonne gestion des feux pour la préservation de l'environnement et la satisfaction des besoins des populations, il apparaît pertinent d'élaborer une stratégie de gestion intégrée des feux dans et autour de la Réserve de biosphère de Luki. Cette stratégie doit s'inscrire dans une approche holistique intégrée et multidisciplinaire (FAO, 2006), afin de prendre en compte tous les facteurs agissant dans le système pour aboutir à des résultats positifs. Avec l'augmentation des populations il est important d'adopter des programmes appropriés de gestion des feux.

La compréhension de la réalité autour de l'utilisation du feu demande une bonne maîtrise des conditions écologiques, sociales et culturelles entourant son apparition et son utilisation par les communautés (Frost, ND). Cette compréhension demande une considération globale de la problématique à travers l'analyse de tous les éléments constitutifs du système ainsi que les différents acteurs interagissant. En effet, depuis les temps anciens, les populations font usage du feu et cela dans des nombreux contextes différents de gestion des terres et leurs ressources. Ces pratiques sont souvent profondément ancrées dans la culture et les traditions de nombreuses sociétés. Tous ces éléments sont en interaction avec les caractéristiques biophysiques du milieu qui à leur tour influencent le régime des feux, leur dynamiques et leurs impacts que ça soit sur la végétation, le sol, la faune ou le bien-être des populations.

Etant donné que les réserves de biosphère constituent le principal outil pour intégrer plus efficacement la conservation de la nature et le développement humain et pour promouvoir la durabilité, la coopération et la paix (UNESCO, 2015) ; la gestion des feux dans et autour de la Réserve de Biosphère de Luki ne passera pas sûrement par l'interdiction d'usage du feu. Il sera plutôt question de promouvoir une politique de brûlage planifié et contrôlé afin d'aboutir à un écosystème en reconstitution et à la gestion rationnelle des ressources. Pour être efficaces, ces stratégies doivent être essentiellement basées sur une approche participative et décentralisée au niveau des communautés. Le Burkina Faso a tenté d'exploiter cette approche et les résultats obtenus ont permis d'aboutir à des résultats satisfaisants. Leur modèle de gestion des feux a été une réussite à cause du soutien obtenu et de la part du gouvernement et du côté des communautés qui ont porté à cœur la lutte.

En 2006 la FAO a élaboré des recommandations volontaires pour la gestion des feux dont les fondements étaient appuyés par les conventions internationales telles que l'CCNUC, UNCCD

et CDB ainsi que les législations en vigueur dans les différentes régions les plus atteintes par les feux. Celles-ci ont reconnu le rôle critique du feu, d'une part parce qu'il maintient les écosystèmes dépendants du feu, mais d'autres part, parce qu'il est responsable de déforestation, de la dégradation de la forêt et de la destruction de moyens d'existence des populations, de la biodiversité et d'infrastructures. L'objectif de gestion de ces feux s'aligne parfaitement dans le cadre des ODD en particulier l'Objectif 1 : Réduire l'extrême pauvreté et la faim et l'Objectif 13 : Lutter contre le changement climatique. Il est également appuyé par la stratégie nationale de conservation de la biodiversité et de gestion de l'environnement qui soutient que la conservation de la biodiversité dans les Aires Protégées in et ex situ de la RDC doit consister en un processus de planification stratégique, participatif et récurrent destiné à atteindre, de manière équilibrée et intégrée à tous les niveaux, des objectifs de conservation de la biodiversité, dans une perspective d'équité intra et intergénérationnelle (MECNT, 2012)

Les recommandations présentées par la FAO en 2006 et inspirées de ces différents textes soutiennent que la gestion des feux doit inclure l'alerte précoce, la prévention, la préparation, l'attaque initiale efficace et sûre des éclosions d'incendie et la restauration des paysages après feu. Ceci permettra d'assurer la prévention des feux incontrôlés, l'utilisation contrôlée des feux, la protection des terres contre le feu et le recours aux moyens efficaces pour éteindre les feux.

En effet, la gestion des feux de brousse doit s'appuyer essentiellement, aussi bien, sur des programmes réels de prévention des feux que sur la gestion des écosystèmes plus susceptibles aux feux tels que les savanes. D'où la nécessité de mettre en place un système bien intégré et coordonné pour maîtriser les feux prenant en compte tous les acteurs impliqués tels que la population locale, l'administration publique, les ONG et organisations œuvrant dans la région, etc. La stratégie de gestion proposée ici est inspirée des techniques de gestion des feux mis en place au Madagascar et documentées dans l'ouvrage publié par Otsuka en 2003. Ces techniques s'intègrent parfaitement au contexte lié à la gestion du feu à Luki et ses environs.

Pour être efficace le système doit intégrer les composantes suivantes :

- (1) La prévention des feux incontrôlés ;
- (2) L'utilisation contrôlée des feux ;
- (3) La détection efficace des incendies ;
- (4) La lutte contre les feux et la restauration des paysages.

Chacune de ces composantes joue un rôle majeur dans la réussite de l'ensemble du système. Pour chaque zone à protéger on doit établir : les objectifs et les cibles, les zones vulnérables aux feux, les ressources disponibles et les activités existantes de maîtrise de l'incendie.

(1) Prévention des feux incontrôlés

La prévention permet de réduire les risques d'incendies. Etant donné que la plupart des feux sont d'origine anthropique provoquée de façon inattentive ou intentionnelle par les hommes, la prévention contre les feux nécessite la collaboration des communautés dans la mise en place et l'application des mesures prises. Elle passera par :

- La sensibilisation et l'éducation sur l'intérêt des forêts et les conséquences de leur destruction. Les personnes visées ici sont les hommes qui ne sont pas conscients des risques d'incendie, de leurs comportements sur les risques d'incendies (fumeurs, les campeurs) ainsi que les vandales antisociaux qui désirent provoquer les incendies. Ces cas sont souvent rencontrés dans des zones dominées par les savanes où les auteurs même des feux sont difficilement identifiables. La sensibilisation portera sur la participation de représentants communautaires pour des travaux de prévention contre l'incendie, l'intervention des médias sur place, la production audiovisuelle la publication et la distribution d'ouvrages simples tels que les panneaux de sensibilisation, des brochures, des prospectus, des autocollants, des Bandes dessinées, etc. Une sensibilisation réussie devra passer par la collaboration étroite avec les communautés à travers des structures représentatives qui sont les CLD (Comités locaux de développement) pour notre milieu.
- Mise en place des équipes d'accompagnement des communautés pour la réalisation des travaux pré-cultureux nécessitant le recours au feu. L'objectif visé ici est de veiller à l'application des techniques adéquates permettant le contrôle des feux pour limiter des dégâts de débordement. Ces équipes seront constituées au sein des Comités locaux de développement.
- Réalisation des formations basées sur le développement des pratiques agrosylvopastorales adéquates permettant de maximiser le séjour sur des parcelles de terre afin de réduire l'ampleur du brûlis sur le couvert forestier.
- La mise en application des lois contre l'utilisation des feux sauvages et illicites. Les communautés doivent s'informer et se renseigner par voie de la presse (journal, radio ou TV) sur la législation en vigueur et les sanctions prévues en cas de non-respect. Elles

Images SENTINEL 1 afin de quantifier avec exactitude le taux de perte du couvert végétal lié aux feux ;

- Une étude plus détaillée sur l'impact des feux sur la biodiversité permettra de mettre en évidence les dangers réels liés aux feux quant à la gestion de la biodiversité de la RB de Luki et ses environs ;
- Un suivi des opérations de mis à feu des champs pour les travaux agricoles permettra de réduire les impacts de l'agriculture itinérante basée sur le brulis sur les ressources forestières de la RB de Luki.
- Une étude prospective pouvant permettre de mieux mettre en exergue les dangers qui pourront subvenir si aucune précaution n'est prise

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Achard, F., Eva H.D., Stibig, H.-J., Mayaux, P., Gallego, J., Richards, T., and Malingreau, J.-P., (2002), Determination of deforestation rates of the World's humid tropical forests. *Science* 297 :999-1002.
- Afelu, B., Fontodji, K.J. et Kokou, K., (2016), « Impact des feux sur la biomasse dans les savanes guinéo-soudaniennes du Togo », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 16 Numéro 1 | mai 2016, mis en ligne le 09 mai 2016, consulté le 19 octobre 2019. URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/17106> ; DOI : 10.4000/vertigo.17106
- Andreae, M.O. (1991), Biomass burning: Its history, use and distribution and its impact on environmental quality and global climate. In: J.S. Levine (ed.) *Global Biomass Burning: Atmospheric, Climatic and Biospheric Implications*, pp. 3-21. MIT Press, Cambridge, Mass.
- Bamba, I., 2010. Anthropisation et dynamique spatio-temporelle des paysages forestiers en RD Congo. Thèse de doctorat, Faculté Sciences Université libre de Bruxelles, Belgique.
- Bamba, I., Mama, A., Neuba, D.F.R., Koffi, K.J., Traoré, D., Visser, M., Sinsin, B., Lejoly, J. et Bogaert, J., (2008), Influence des actions anthropiques sur la dynamique spatiotemporelle de l'occupation du sol dans la province du Bas-Congo (R.D. Congo). *Sciences & Nature*, 5 (1): 49 – 60
- Banque Mondiale, (2012), La résilience d'un géant Agricain: Accélérer la croissance et promouvoir l'emploi en République Démocratique du Congo, Mediaspaul. ed. Johannes Herderschee, Daniel Mukoko Samba, Moïse Tshimenga Tshibangu, Kinshasa/RDC.
- Barducci, A., Guzzu D., Marcoinni, P., Pippi I., (2009), Aerospace wetland monitoring by hyperspectral imaging sensors: A case study in the coastal zone of San Rossore Natural Park. *Journal of environmental management*. Vol 90. pp.2278-2286.
- Barima, Y. S. S., (2009), Dynamique, fragmentation et diversité végétale des paysages forestiers en milieux de transition forêt-savane dans le Département de Tanda (Côte d'Ivoire). Thèse de doctorat, Faculté Sciences Université libre de Bruxelles, Belgique.
- Barry, M.B., Badiane, D., Sall, S.M., Balde, M.L., Milimono, T.N., Diaby, Pr.I., Diallo, D., ND. Apport d'une méthode de détection et d'estimation des surfaces brûlées par imagerie

MODIS : Application aux savanes Guinéennes 9 pages

<https://www.researchgate.net/publication/315839472>

- Bauwens, S., (2008)**, Caractérisation de l'agroforêt LIMBA-bananier de la Réserve de Biosphère de Luki (Mayumbe, Bas-Congo), Travail de fin d'études, Faculté Universitaire Des Sciences Agronomiques De Gembloux, Belgique, 109p
- Begue, A., Leroux, L., Tonneau, J.P., Morant, P., (2016)**, Observation spatiale pour l'Agriculture en Afrique : potentiels et défis, CIRAD. ed. Paris.
- Bernard, A. and Gélinas, N., (2014)**, A Step Prior to REDD+ Implementation: A Socioeconomic Study, *International Journal of Forestry Research*, Article ID 563021, 10 pages.
<http://dx.doi.org/10.1155/2014/563021>
- Bernstein, L.S., Jin X., Gregor, B. and Adler-Golden, S.M., (2012)**, The Quick Atmospheric Correction (QUAC) Code : Algorithm Description and Recent Upgrades, *SPIE Optical Engineering*, Vol. 51(11), 111719 (2012).
- Bogaert, J., Bamba I., Koffi, K.J., Sibomana, S., Kabulu, J.-P., Champluvier, D., Robbrecht, E., De Cannière, C. et Visser, M.N, (2008)**, Fragmentation of forest landscapes in central Africa: causes, consequences and management. In : *Patterns and processes in forest landscapes: multiple use and sustainable management* (eds. Laforzezza R., Chen J., Sanesi G. & Crow T.R.), pp. 67-87. Springer Verlag, ISBN : 978-1-14020-8503-1.
- Bogaert, J., Colinet, G. et Mahy, G., (2018)**, Anthropisation des paysages katangais. Gembloux, Belgique : Presses Universitaires de Liège – Agronomie-Gembloux.
- Bonn, F. et Rochon, G., (1992)**, Précis de télédétection, Volume 1 - Principes et méthodes, Presses de l'Université du Québec/AUPELF, Sainte-Foy.
- Boschetti, L., Flasse, S., Jacques de Dixmude, A., and Trigg, S., (2002)**; "A multitemporal change-detection algorithm for the monitoring of burnt areas with SPOT Vegetation data", in Bruzzone, L. and Smith, P. (eds.), *Analysis of Multi-temporal Remote Sensing Images*, Singapore : *World Scientific Publishing*, 75-82.