



L'OCCUPATION DU SOL ET LES PERCEPTIVES PAYSANNES SUR LA VARIABILITE CLIMATIQUE DANS LE DISTRICT DE Rusizi au Rwanda

Auteurs: Safari Dieudonné¹, Twahirwa Mathias² and Symphorien Ntibagirirwa³

1. Licencier en psychologie clinique et sociale de l'Université Espoir d'Afrique/Burundi, Maitrise en psychothérapie chrétienne de Grace Bible University/ USA, Maitrise en politique socio-économie de l'environnement de l'Université Evangélique en Afrique/RDC et Doctorat en psychologie de Grace Bible University/ USA. Chercheur indépendant au niveau du Rwanda, Burundi et RDC, Professeur permanent à Rudolph Kwanue University/Liberia et Professeur visiteur à l'université Anglican de Bukvu/RDC. Email: sarifa_dieu@yahoo.com
2. Licencier en économie, Maitrise en management, Maitrise en théologie protestante et Doctorat en Théologie protestante. Chercheur et Professeur Permanent à Kibogora Polytechnic/Rwanda et Professeur visiteur à l'Université Espoir d'Afrique au Burundi. Email: mathias729@gmail.com
3. Professeur à International Leadership University-Burundi, Chercheur et Directeur de l'Institute of Development and Economic Ethics IDEE-Burundi Web: www.res.bi; E-mail: nsymphorien@res.bi et nsymphorien@yahoo.fr.

Abstract

The district of Rusizi is an overcrowded land than other districts of the western province of Rwanda. Consequently, the over-occupation of the soil had a negative effect on the physical environment. Because overpopulation has the main pollution, entropic activities are equal to climatic variability in that area of Rwanda. The Kh^2 test (S: significant and Ns: not significant) was used for the responses of our respondents cause of reliability. For veracity of our questionnaire results, remote sensing was used to validate the results of our respondents. Excel, R software version 2.15.1, Arc software GIS10.3 and XLSTAT software was helped us in the processing and analysis of our data. Our satellite imagery for the period of 2005 to 2015 on land use in the district of Rusizi, we found that the area allocated to the residential land increased by 10%, the decrease of that of the bare soil (13 %) And secondary forests (4%). The individuals surveyed reported a highly significant seasonal variability (p -value = $1.59e-07$) of the Khi^2 test in the Ruzizi district. With regard of this condition, it is necessary to introduce a mechanism and a policy supporting sustainable management of the environment and climate stability.

Résumé

Le district de Rusizi est une terre surpeuplée qu'autre districts de la province de l'ouest du Rwanda. Par conséquent, le sur occupation du sol agissait négativement sur l'environnement physique. La surpopulation ayant la pollution principale, les activités entropiques sont à la hauteur des variabilités climatiques. Le test Kh^2 (S: significative et Ns: non significative) a été utilisé aux réponses de nos enquêtés en raison de la fiabilité. À propos de véracité de nos résultats du questionnaire, la télédétection a été utilisé pour rendre valide les résultats de nos enquêtés. L'Excel, Le logiciel R version 2.15.1, Logiciel Arc GIS10.3 et le Logiciel XLSTAT nous ont aidées dans le traitement et l'analyse de nos données. Nos images satellitaires pour la période allant de 2005 à 2015 sur l'occupation du sol du district de Rusizi, nous avons constaté que la superficie allouée à la terre d'habitation a augmentée de 10%, la diminution de celle des sols nus (13%) et des forêts secondaires (4%). Les individus enquêtés affirment une variabilité saisonnière hautement significative ($p\text{-value}=1.59e-07$) du test Kh^2 dans le district de Ruzizi. A l'égard de cette condition, il s'avère nécessaire d'introduire un mécanisme et une politique soutenant la gestion durable de l'environnement et stabilité climatique.

1. Introduction

Le monde rural a vu sa population doubler en 30 ans, elle n'a pas cessé de décroître en valeur relative en passant de 93,5 % à 77,3% (Cambrézy & Sangli, 2011). En générale la démographie galopante n'est épargne pas l'utilisation du sol qui est une description de développement anthropique du territoire desquels l'agriculture et l'urbanisation fait marquage de l'occupation du sol (Califaux *et al.*, 2006), d'où la description physique de l'espace biophysique sont observée de la surface terrestre (Gregorio & Jansen 1997). Le milieu Rurale du Rwanda est plus densément occupé à 94,5 % (Ngenzi & Metton, 1995). La densité de la population du district de Rusizi varie entre 400 et 700 habitants par km^2 et moins d'un quart du district à une densité qui dépasse les 700 habitants par km^2 (REMA, 2016).

Cette démographie croissante conduit à des activités anthropiques contribuant largement à la dégradation environnementale, un environnement qui subit déjà l'impact des changements climatiques. La déforestation à la recherche de production des bois de construction, consommation de l'énergie biomasse, fabrication des immeubles, l'exploitation des carrières des pierres et l'exploitation de l'argile dans les marais par intérêt de fabrication de briques, le transport agent causal de la pollution, l'exploitation des terres cultivables sans alternance et l'élevage. La croissance de l'urbanisation en milieu rural agit dans l'accélération de la variabilité séculaire du climat du district de Rusizi. Le climat tend au réchauffement associé à une réduction des précipitations sur la majeure partie du district de Rusizi. Notre étude vise à investiguer le degré de l'occupation du sol et de la perception paysannes sur la variabilité climatique en district de Rusizi.

2. Matériel et méthode

2.1. Description du milieu

Le District de Rusizi est l'un des 7 Districts de la Province de l'Ouest du Rwanda. Il est entouré par les districts de Nyamasheke au Nord, de Nyamagabe et Nyaruguru à l'Est et fait frontière avec le Burundi au Sud et la RDC à l'Ouest. La superficie du District de Rusizi est de 940.95 km² (REMA, 2016).

2.2. Méthode

Le questionnaire dont il est question était adressé à un échantillon aléatoire dont la taille est d'ordre de 106 personnes tirées au sein des populations de neuf secteurs du district de Rusizi. Ainsi, les spéculations mathématiques ont été réalisées par la formule de Cochran qui part des postulats ci-après : Si la distribution des enquêtés est normale, le degré de précision est de 95% et la marge d'erreur est de 10%, la proportion des répondants (P) est de 50% tandis que la proportion des non-répondants (Q) est également d'ordre de 50% » (Cochran, 1977).

$$n_c = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \cdot P \cdot Q}{d^2}$$

$Z_{\alpha/2}^2$: La valeur critique

P : Proportion des répondants

- Q : La proportion des non-répondants

- d : Marge d'erreur

- n_c = taille de l'échantillon

-
$$n_c = \frac{(1,96)^2 (0,5)(0,5)}{(0,1)^2} = 96,04 \approx 96$$

Ainsi donc, pour corriger les erreurs nous avons ajouté 10% de la taille de l'échantillon trouvé.

D'où, la taille de l'échantillon corrigé (n_c) sera donnée par l'expression ci-dessous:

$$n_c = 96,04 + 9,6 = 105,6 \approx 106$$

Comme on peut le constater, la taille de l'échantillon est de 106 personnes. Le pourcentage des sujets à enquêter par secteur est donné par l'expression ci-après :

$$P = \frac{f}{N} 100$$

Avec **P** = pourcentage des sujets à enquêter dans chaque secteur du district de Rusizi (exprimé en %); **f** = nombre des sujets vivant dans chaque secteur du district de Rusizi; **N** = nombre total des sujets vivant dans tous les secteurs du district de Rusizi

Quant à la détermination de la taille de l'échantillon par secteur, l'expression ci-après a été utilisée :

$$t = \frac{T}{100\%}P$$

Avec **t** = taille de l'échantillon par secteur du district de Rusizi ; **T** = taille totale de l'échantillon à enquêter dans tous les secteurs du district de Rusizi ; **P**= pourcentage des sujets à enquêter dans chaque secteur du district de Rusizi (exprimé en %). Les informations relatives à la répartition des sujets à enquêter par secteur du district de Rusizi sont consignées dans le tableau 3 ci-après.

Tableau 3: Répartition des sujets enquêtés (de l'échantillon) par secteur du district de Rusizi

N ^o	Sites	Taille de la population par secteur	Pourcentage des sujets à enquêter par secteur	Taille de l'échantillon par secteur
1	Bugarama	20271	11.5	12
2	Gihundwe	20964	11.9	13
3	Nkanka	16638	9.5	10
4	Gashonga	19752	11.2	12
5	Nkombo	13358	7.6	8
6	Mururu	19153	10.9	12
7	Nzahaha	23326	13.3	14
8	Kamembe	29895	17	18
9	Bweyeye	12567	7.1	7
	<i>Total</i>	<i>175924</i>	<i>100</i>	<i>106</i>

Tous travaux scientifiques exigeant la fiabilité et la validité, en moyen de procédés statistique. Le test Kh^2 (*S: significative et Ns: non significative*) a été utilisé aux réponses de nos enquêtés en raison de la fiabilité. Concernant la véracité de nos résultats du questionnaire, nous nous sommes servies de la télédétection pour rendre valide les résultats de l'enquête du terrain.

Pour traite et analyse les données quantitative, les outils informatiques dont : Le logiciel R version 2.15.1, Logiciel Arc GIS10.3 et le Logiciel XLSTAT 2016 nous ont aidées dans le traitement et l'analyse de nos données. L'Excel nous a aidés de faire l'encodage et calculer les données de nos enquêtes du terrain et les données de la télédétection. Pour les images satellitaire, elle est nous a aidé à calculer les fréquences de chaque classe ainsi que l'analyse des données récoltées dans le tableau attributaire enfin de faire les graphiques.

3. Résultats et discussion

3.1. Résultats

3.1.1 . Renseignement ayant trait avec l'occupation des sols en 2005

Les données relatives aux classifications non-supervisées ont été présenté de façon chiffrée dans le tableau 8 et les figure 6 et 7 (voir paragraphe suivant).

Tableau 8. Occupation des sols en 2005

Classification de l'occupation de sol du district de Rusizi 2005				
ID	Classification	Coût	Fréquences	Superficies (m²)
1	Forêts primaires	203095	7%	182785500
2	Forêts secondaires	517627	18%	465864300
3	Champs	535682	19%	482113800
4	Terre d'habitation	602520	21%	542268000
5	Sols nus	843779	30%	759401100
6	Lac	90583	3%	81524700
7	Cours d'eaux	21529	1%	19376100

*Nos analyses des images satellitaire landsat TM 4-5 par les logiciels
 Arc GIS10.3 et Excel 2010*

Il ressort des résultats présentés dans le tableau 8 ainsi que les figures 6 et 7 (voir image ci-dessous) qu'en 2005 dans le district de Rusizi, 30% des sols étaient nus, 21% des sols étaient des terres vouées à l'habitation, 19% des sols étaient réservés aux champs, 18% des sols étaient couverts par des forêts secondaires contre 7% des Forêts primaires, 3% des sols occupés par le lac et en fin 1% des sols occupés par les Cours d'eaux.

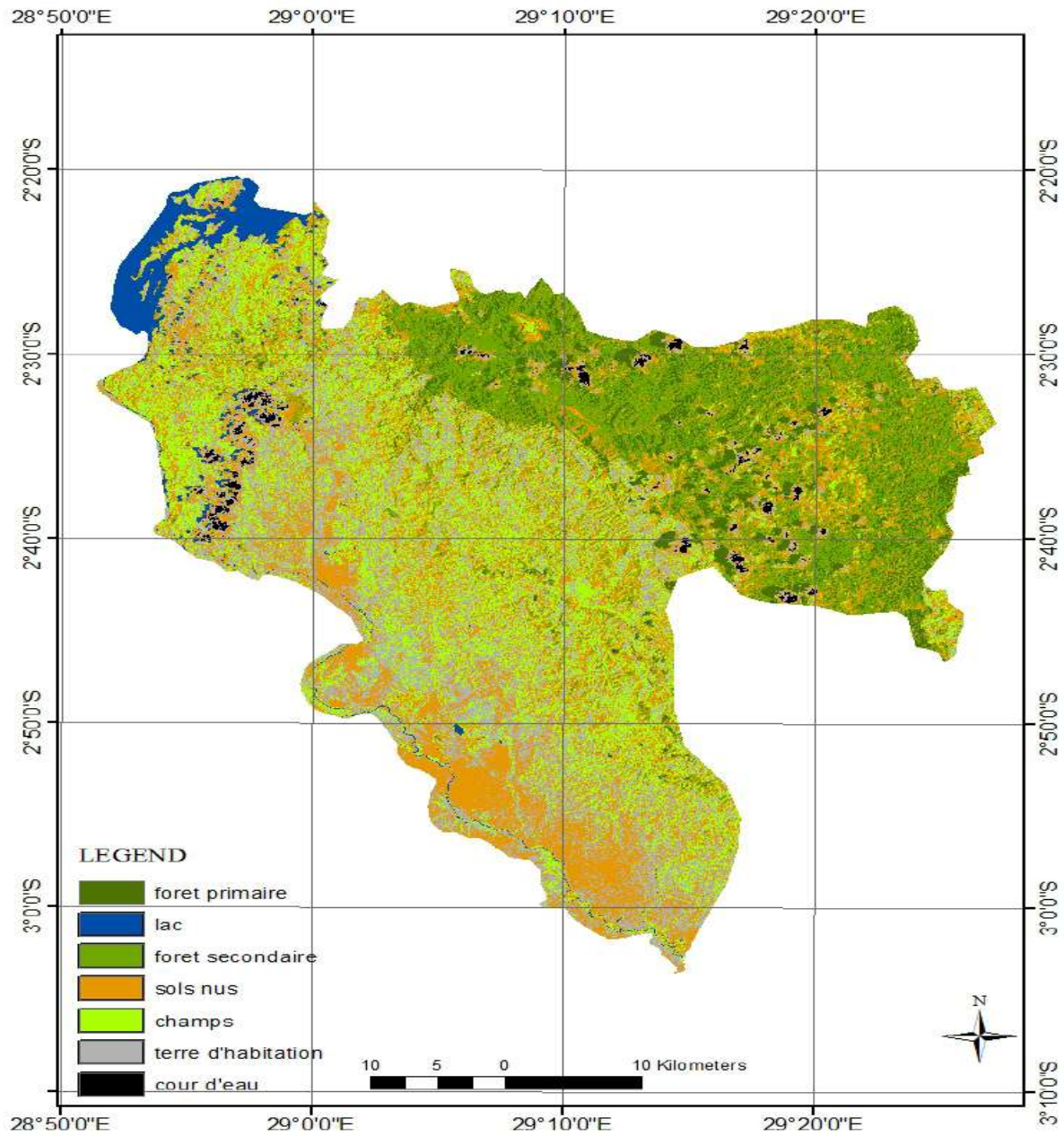


Figure 6. Occupation des sols dans le district de Rusizi en 2005 (Source : Nos analyses de l'image satellitaire landsat TM 4-5 par les logiciels Arc GIS10.3 et Excel 2010)

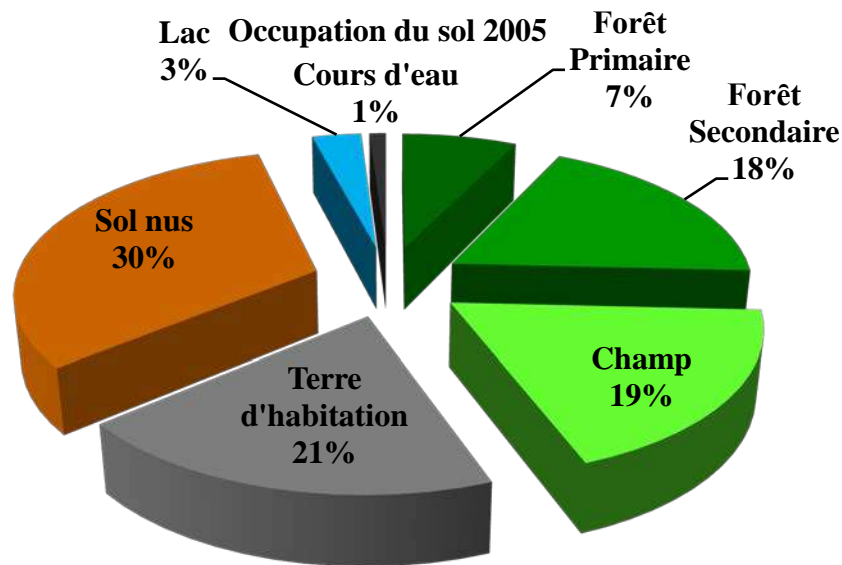


Figure 7. Les pourcentages d'occupation des sols en 2005 dans le district de Rusizi (Source : Nos analyses de l'image satellitaire landsat TM 4-5 par les logiciels Arc GIS10.3 et Excel 2010)

3.2.2. Renseignement ayant trait avec l'occupation des sols en 2015

Le tableau 9 et les figures 8 et 9 ci-après présentent les résultats chiffrés de classification non-supervisée conforme à l'image satellitaire montrant l'occupation des sols dans le district de Rusizi en 2015.

Tableau 9. Occupation des sols dans le district de Rusizi en 2015

Classification de l'occupation de sol du district de Rusizi 2015				
ID	Classes	Coût	Fréquence	Superficies (m ²)
1	Forêts primaires	329245	12%	296320500
2	Forêts secondaires	389535	14%	350581500
3	Champs	556316	20%	500684400
4	Terre d'habitation	909114	32%	818202600
5	Sols nus	488548	17%	439693200
6	Lac	99946	4%	89951400
7	Cours d'eau	42111	1%	37899900

Nos analyses des images satellitaire landsat TM 4-5 par les logiciels Arc GIS10.3 et Excel 2010

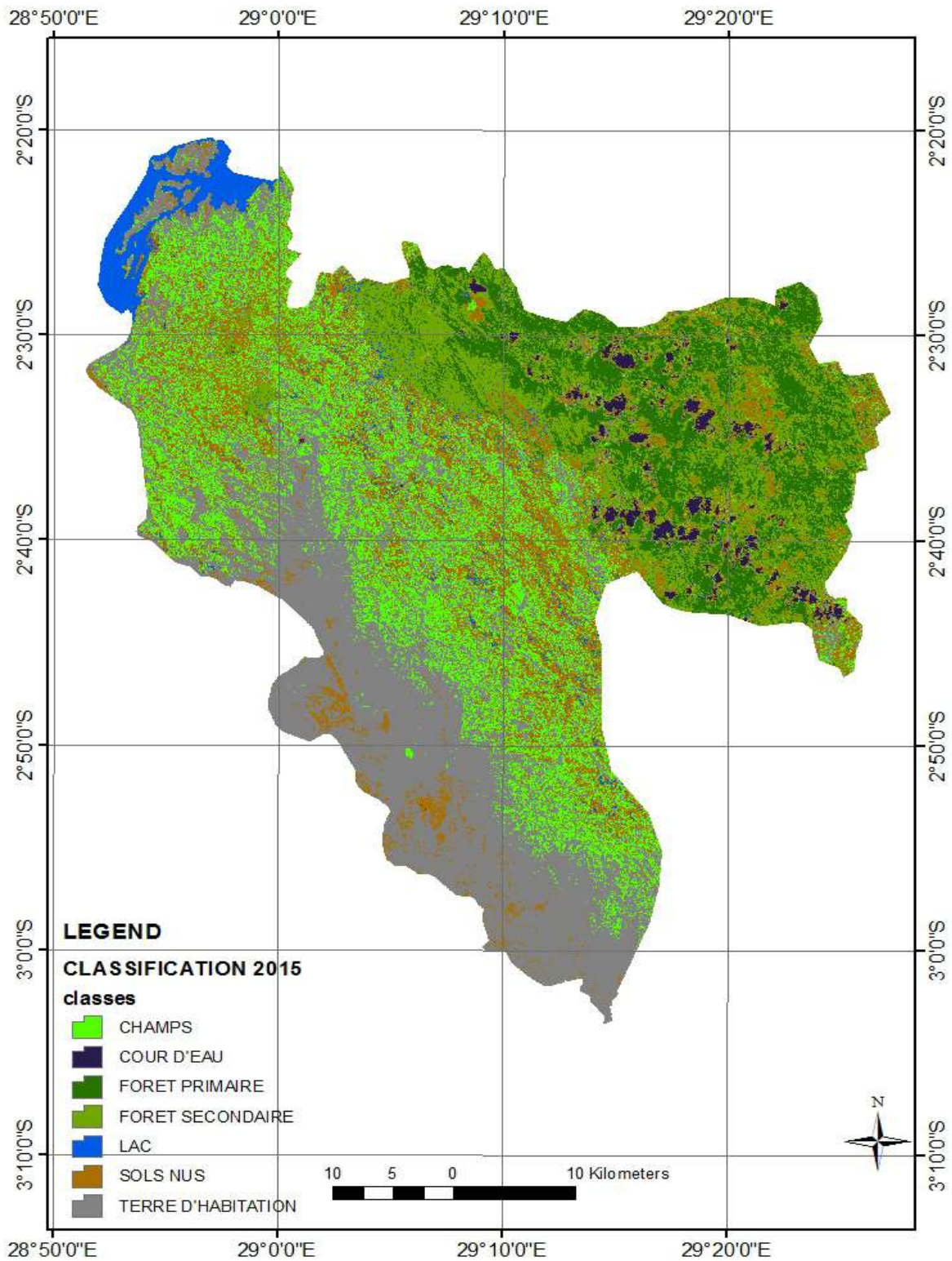


Figure 8. Occupation des sols dans le district de Rusizi en 2015 (Source : Nos analyses de l'image satellitaire landsat TM 4-5 par les logiciels Arc GIS10.3 et Excel 2010)

Occupation du sol 2015

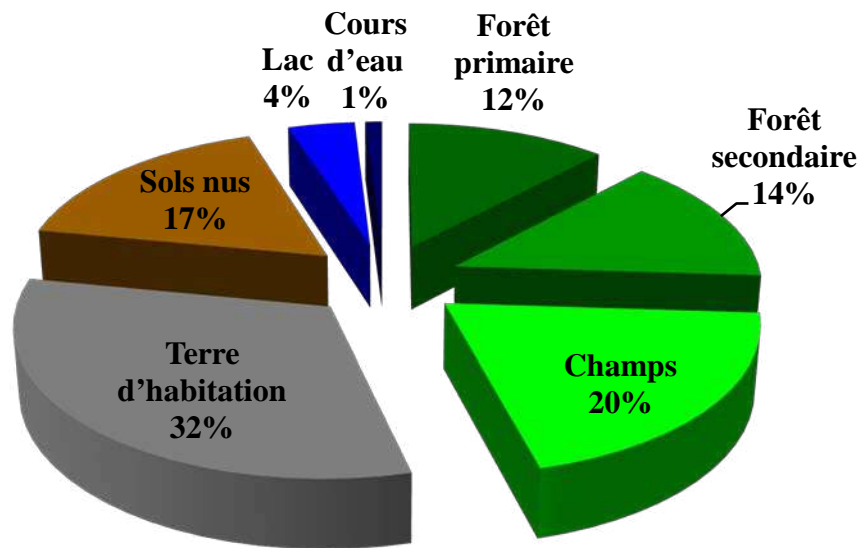


Figure 9. Les pourcentages d'occupation de sol en 2015 dans le district de Rusizi (Source : Nos analyses de l'image satellitaire landsat TM 4-5 par les logiciels Arc GIS10.3 et Excel 2010)

Au vu des informations dont le tableau 9 ainsi que les figures 8 et 9 regorgent, il s'avère qu'en 2015, la superficie des terres allouées à l'habitation est d'ordre de 32%, celle allouée aux champs est d'ordre de 20%, celle réservée aux sols nus est d'ordre de 17%, celle réservée aux forêts secondaires et primaires équivalent respectivement à 14% et 12%, celle consacrée aux lacs et cours d'eau sont respectivement d'ordre de 4% et 1%.

3.2.3. Aperçu sur l'occupation des sols de 2005 à 2015 dans le district de Rusizi comme stratégies d'adaptation aux changements climatiques

En comparant les statiques d'utilisation de sol dans le district de Rusizi durant les dix dernières années, soit de 2005 à 2015 (voir tableaux 8 et 9 ainsi que les figures 6,7, 8 et 9), il sied de signaler que les phénomènes relatifs à la vulnérabilité environnementale ont été observés d'une manière ou d'une autre en ce sens qu'en 2005 la forêt primaire essentiellement composée de la forêt de Nyungwe et Cyamudongo occupait une superficie d'ordre de 7% tandis qu'en 2015, elle était d'ordre de 12%. L'accroissement de cette superficie se justifierait par l'application en 2007 de l'initiative du gouvernement Rwandais relative à la transformation de la forêt Nyungwe en Parc National et de classer la forêt Cyamudongo parmi les forêts communautaires protégées

du Rwanda. Somme toute, y a eu un accroissement de la superficie vouée aux forêts primaires d'ordre de 5%.

De même, dans ce site, la superficie consacrée aux forêts secondaires représentait 18% en 2005 alors qu'en 2015, elle a été réduite à 14%. Cette réduction serait due à la déforestation suite à l'envie d'accéder à des terres arables et d'habitation qui dominent dans la pensée des habitants dudit district. Quant à la surface vouée à la terre d'habitation, sa valeur numérique était évaluée à 21% en 2005 contre 32% enregistrés en 2015. Cet accroissement de la superficie des terres réservées à l'habitation d'ordre de 10% durant les 10 ans passés serait dû à l'accroissement de la démographie. Par ailleurs, la surface occupée par les champs en 2005 équivalait à 19% de l'étendue totale dudit district contre 20% d'étendues occupées en 2015. Pour ce qui cadre avec la superficie réservée aux sols nus, elle a été d'ordre de 30% en 2005 contre 17% en 2015.

Cette diminution de la superficie des sols nus d'ordre de 13% ainsi observée, fait la sonnette d'alarme en ce qui cadre avec l'impact de l'environnement physique et social dans la communauté rurale de Rusizi. A propos de l'étendue occupée par le lac, il s'est observé une augmentation d'ordre de 1% entre les années 2005 et 2015, qui s'expliquerait d'une part, par la conquête de l'espace sur le lac Kivu qui est en vogue à l'ouest du lac Kivu (ville de Bukavu) et l'application de la loi prônée par le gouvernement Rwandais interdisant l'exercice des activités anthropiques (agricultures, élevage, construction, etc.) jusqu'à une distance d'au plus 50 mètres au bord du lac Kivu, d'autre part.

3.3. Synthèse d'analyse d'impacts d'occupation des sols sur l'environnement physique et sociale dans le district de Rusizi

Dans le tableau 10 ci-dessous, nous présentons d'une manière synthétique les impacts d'occupation des sols sur l'environnement physique et sociale qui prévalent au sein de la communauté Rural du district de Rusizi.

Tableau 10. Matrice de l'identification d'impacts des changements climatiques sur l'environnement physique et sociale

Classification	Occupation des sols % 2005-2015	Observation (Forte ou Faible)	Impacts environnementaux		Impacts socioéconomique et politique	
			Ecologies	Climat	Niveau local	Niveau Régional
Occupation des sols (Terres habitées, champs, sols nus)	69%	Forte occupation de sol par la population dans ces 10 ans passé.	<ul style="list-style-type: none"> -Destruction des forêts pour accéder aux terres cultivables et Terres d'habitation, -Exploitation des marais et carrières pour la fabrication des briques et l'exploitation des roches utiles à construction, -Perte des terres arables fertiles, -Erosions et glissements des terrains, -Pollutions des sols par différentes sortes d'activités anthropiques dans le district de Rusizi. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pollutions de l'air au travers les activités sur l'exploitation des sols à des fin agricoles, - Production des fumés des feux de brousse et des ménages, - Pollutions de l'air et de sol produit par les usines locales (Usine de Thé de Gisakura et l'usine de ciment de Burarma (CIMERWA)). 	<ul style="list-style-type: none"> -Forte envie d'urbanisation -Pratiques agricoles et pastorales non conservatoires; -Pression démographique; -Faible productivité et baisse des rendements agricoles; -Conflits fonciers, -Introduction des lois et normes contraignantes en matière de gestion des sols. 	<ul style="list-style-type: none"> -L'immigration vers les pays limitrophes à la recherche des terres arables et cultivables à l'est de la RDC (Kamanyola, Bwegera et Luvungi...) et au Burundi (province de Cibitoke et Bubanza), -Possible transfert de conflits des terres au sein des communautés locales d'accueils. - Adoption des activités non agricoles dans les villes des pays limitrophes du district de Rusizi

						(Bukavu, Cibitoke, Bubanza et Bujumbura).
Occupation forêts primaires + Secondaires	26%	Une forte occupation des forêts dans le district de Rusizi est observable au cours de cette décennie.	-Extinction des espèces végétales locales aux profits des espèces exotiques, -Dégradation des espaces forestiers et agricoles -L'extinction et l'inadaptation biologique des biodiversités animales et aquatiques dépendants des forêts et son influence sur le climat.	-Réduction des précipités - Augmentation continue des températures - Augmentation des fréquences de sécheresses - Augmentation de la fréquence des extrêmes climatiques.	-Destruction des forêts par profit de terre d'habitation, -Hausse de demandes de l'énergie de biomasse, - Adoption des lois et normes contraignantes des gestions des forêts du district ; -Conflits d'intérêts liés aux gestions des forêts entre les individus et les autorités locales.	Forte demande et dépendance de bois de construction de maison et de fabrication des immeubles en provenance des forêts de la RDC causé par les normes draconiennes d'exploitations d'arbres au Rwanda.
Occupation cours d'eau et Lac	5%	Un faible espace occupé par les eaux et milieux arides est observable dans le district de Rusizi.	Extinction des biodiversités aquatiques causée par les activités des pêcheries exercées par la population du district dans le Lac Kivu et les activités agricoles dans les marais du district.	Pollutions des eaux du Lac Kivu, des rivières et Pollutions de l'air.	-Les suractivités et conflits d'intérêts dans le lac Kivu, conflits d'accès aux champs des marais, -Développement de technique d'irrigation et économie basé sur l'agriculture maraichère.	Conflits liés aux ressources naturelles inter-frontalières (gestions des activités effectués dans et aux alentours du Lac Kivu, des Rivières et cours d'eaux).

3.4. Perceptions paysannes des impacts des variabilités climatiques

Le tableau 11 illustre les résultats de la perception paysanne sur les impacts des variabilités climatiques dans la communauté rurale du district de Rusizi.

Tableau 11. Perceptions paysannes des impacts des phénomènes des variabilités climatiques

Paramètres	Modalités	SECTEURS (%)									Moyenne
		BUGARAMA	BWEYEYE	GASHONGA	GIHUNDWE	MURURU	NKANKA	NKOMBO	NZAHAHA	KAMEMBE	
Saisons	Pluvieuse	0,00	57,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,35
	Sèche	100,00	42,86	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	93,65
Pluies variables	Oui	92,31	85,71	66,67	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	93,85
	Non	7,69	14,29	33,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,15
Début Saison Pluies avant	Septembre	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Début Saison pluies actuelle	Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Octobre	76,92	14,29	50,00	100,00	100,00	90,00	100,00	92,86	100,00	80,45
	Septembre	23,08	85,71	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,14	0,00	18,44
Fin Saison pluies avant	Juin	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Fin saison pluies actuelles	Avril	69,23	42,86	50,00	69,23	100,00	30,00	12,50	57,14	94,12	58,34
	Juin	0,00	0,00	16,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,85
	Mai	30,77	57,14	33,33	30,77	0,00	70,00	87,50	42,86	5,88	39,81
Chaleur journalière	Oui	100,00	42,86	75,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	90,87
	Non	0,00	57,14	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,13
Chaleur nocturne	Oui	100,00	28,57	33,33	53,85	33,33	70,00	50,00	92,86	35,29	55,25
	Non	0,00	71,43	66,67	46,15	66,67	30,00	50,00	7,14	64,71	44,75
SE++C	Oui	100,00	71,43	91,67	100,00	83,33	100,00	100,00	100,00	82,35	92,09
	Non	0,00	28,57	8,33	0,00	16,67	0,00	0,00	0,00	17,65	7,91
SF++C	Oui	100,00	0,00	58,33	46,15	50,00	60,00	50,00	85,71	17,65	51,98
	Non	0,00	100,00	41,67	53,85	50,00	40,00	50,00	14,29	82,35	48,02
Intensité pluie	Faible	100,00	42,86	83,33	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	91,80
	Forte	0,00	57,14	16,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,20
Inondation	Oui	76,92	71,43	54,55	84,62	25,00	60,00	0,00	84,62	17,65	52,75
	Non	23,08	28,57	45,46	15,39	75,00	40,00	100,00	15,39	82,35	47,25
Vent violent	Oui	46,15	57,14	54,55	100,00	81,82	100,00	100,00	92,31	58,82	76,75
	Non	53,85	42,86	45,46	0,00	18,18	0,00	0,00	7,69	41,18	23,25
Pluies-grêles	Oui	76,92	71,43	72,73	100,00	58,33	90,00	50,00	92,86	64,71	75,22
	Non	23,08	28,57	27,27	0,00	41,67	10,00	50,00	7,14	35,29	24,78
Destruction des champs perte habitat	Oui	100,000	100,000	50,000	100,000	100,000	80,000	50,000	100,000	70,588	83,40
	Non	0,000	0,000	50,000	0,000	0,000	20,000	50,000	0,000	29,412	16,60
	Oui	30,769	71,429	33,333	38,462	50,000	70,000	25,000	50,000	0,000	41,00
perte membre famille	Oui	69,231	28,571	66,667	61,538	50,000	30,000	75,000	50,000	100,000	59,00
	Non	0,000	0,000	16,667	0,000	25,000	10,000	25,000	7,143	0,000	9,31
	Non	100,000	100,000	83,333	100,000	75,000	90,000	75,000	92,857	100,000	90,69

Les résultats illustrés dans le tableau 11 montrent une variabilité saisonnière hautement significative ($p\text{-value}=1.59e-07$) du test χ^2 dans le district de Rusizi.

De ce fait, le prolongement de la saison sèche est de plus en plus remarquée (93,65%) par rapport à la durée de la saison pluvieuse (6,35%), une variation significative des pluies est observée d'un secteur à un autre ($p\text{-value}=0.003736$), un nombre de 93,850% ont validé que les pluies sont variables dans ce milieu, ceci serait dû au changement climatique observé dans la zone, lié surtout à la destruction des forêts pour bâtir des villes et des routes à la place. Pour ce qui cadre avec le début de la saison des pluies durant les décennies antérieures, il s'observe une différence non significative ($p\text{-value}=0.6012$) en ce qui concerne le début effectif des pluies au mois de septembre chez 100% des sujets enquêtés.

Cependant, actuellement, il s'observe de différences significatives ($p\text{-value}=5.062e-07$) concernant le début effectif de la saison des pluies à partir du mois de septembre en ce sens que 80,45% des sujets enquêtés soutiennent que contrairement aux décennies antérieures, les précipitations débutent effectivement à partir du mois d'octobre. De même, il s'avère que durant les décennies antérieures, il n'y a pas de différences significatives en ce qui concerne la fin effective de la saison des pluies au mois de juin tels que 100% des individus enquêtés les dénotent.

Par contre, actuellement, il s'observe de différences hautement significatives ($p\text{-value}=8.544e-05$) concernant les perturbations relatives à fin de la saison des pluies en ce sens que pour 58,34% des sujets enquêtés, les précipitations tarissent à la fin du mois d'avril contre 39,81% qui évoquent plutôt la fin du mois de mai.

Pour 90, 87% des gens enquêtés, il s'observe généralement une différence hautement significative ($p\text{-value}=1.525e-06$) concernant l'accroissement de la chaleur journalière contre 55,25% des sujets qui dénotent une différence significative ($p\text{-value}=0.0003116$) à propos de l'augmentation de la chaleur nocturne.

En plus de cela, 92,09% des personnes enquêtées affirment à l'unanimité que les saisons sèches sont davantage chaudes que les saisons pluvieuses. L'intensité des pluies varie de manière hautement significative ($p\text{-value}=1.006e-06$) d'un secteur à un autre, tout en étant considéré d'une manière générale comme faible pour 91,80% des sujets enquêtés.

Particulièrement, dans le secteur de BWEYEYE, pour 57,25% des sujets enquêtés, il s'observe une forte intensité des pluies qui serait due à sa localisation à proximité de la forêt de NYUNGWE. Aussi, pour 75,22% des enquêtés, il s'observe ces derniers temps de différences hautement significatives ($p\text{-value}=1.833e-05$) à propos des précipitations sous forme des de grêles qui détruisent massivement des maisons d'habitation et des cultures au niveau des champs, etc. Enfin, il s'observe également de

différences significatives d'un secteur à l'autre concernant les désastres causés par les vents violents en ce sens que 100% des sujets enquêtés dénotent les catastrophes dus aux vents violents respectivement dans les secteurs de Nkanka, de Nkombo et de Gihundwe contrairement aux 92,31% et 81,82% des gens qui évoquent les mêmes dégâts successivement dans le secteur de Nzahaha et celui de Mururu.

3.3. Discussion de résultats

3.3.1. L'évolution de l'occupation des sols de 2005 à 2015

De l'analyse des images satellitaires relatives à l'occupation des sols pour la période allant de 2005 à 2015, il s'est avéré que la superficie allouée à la terre d'habitation a augmenté de 10%, par contre, celle des sols nus a diminuée de 13%, il en est de même pour celle des forêts secondaires qui a subi une diminution de 4%. Ces résultats concordent avec ceux de la DSP (2011) qui souligne que le relief physique accidentel du Rwanda et la démographie galopante exercent des pressions considérables sur les ressources naturelles du pays, comme la dégradation des sols, des terres humides, les déboisements, l'extinction de la biodiversité végétale ou animale, etc.

Ils concordent également avec les constats du CNRS (2010), qui stipulent d'une part que 200 millions d'hectares des forêts, abritant 75% de la biodiversité terrestre ont disparus depuis 1990 et 10 millions d'hectares des forêts tropicales se perdent par an, d'autre part. Aussi, ils se marient avec ceux de l'étude menée par Francis *et al.*, (1996) qui soulignent que la surpopulation est la pollution primaire, cause profonde de toutes les exactions commises à l'encontre de la nature.

Les résultats de l'analyse de la télédétection sur l'occupation du sol du district de Rusizi soulignent que son occupation va à l'inverse de la vision 2020 du MINITERE (2003) qui avait pour mission principale, la construction d'une nation où la pression sur les ressources naturelles essentiellement les terres, les biodiversités, la pollution et toute sorte de la dégradation environnementale seront assujetties.

3.3.2. Variabilités climatiques

Les résultats de l'analyse du test de χ^2 relatifs à la variabilité des phénomènes climatiques ont présentés une différence hautement significative ($p\text{-value}=1.59e-07$) dans tous les secteurs du district de Rusizi. Le prolongement de la saison sèche était confirmée par 93,65% des sujets enquêtés, les perturbations des pluies ont été observées chez 93,850% des enquêtés d'un secteur à l'autre. Une variation significative ($p\text{-value}=0.003736$) a été observée pour les perturbations précitées. Les perturbations des saisons ont également subi une variation significative au cours de ces dernières années

en ce sens que 80,45% des sujets enquêtés ont affirmés qu'auparavant la saison des pluies débutait en septembre et prenait fin au mois de Juin. Pour 100% des paysans, la saison des pluies débute ces derniers temps à mi ou fin octobre et prennent fin soit au mois d'avril, soit au mois de Mai.

Ces constats sont analogues à ceux des travaux réalisés par CTA (2015) qui stipulent que le climat africain change davantage ces derniers temps et les régimes des précipitations devraient évoluer sur l'ensemble du continent dont de nombreuses régions seront frappées d'une manière ou d'une autre par les sécheresses. La chaleur journalière augmentait de manière hautement significative ($p\text{-value}=1.525e-06$) tandis que celle de la nuit et de la saison d'été ont connu une différence significative en termes de variation.

Ils concordent également avec les projections de GIEC (2007) qui stipule que d'ici 2080, la superficie des terres arides et semi-arides en Afrique augmentera probablement de 5 à 8%. De même, ils sont en accord avec les projections de Boko *et al.*, (2007) qui dénotent que vers les années 2020 et 2050, 75 à 250.000.000 et 350 à 600.000.000 africains seront respectivement victimes des risques accrus de stress hydrique.

Les résultats de la présente étude concordent avec les conclusions de l'étude menée par REMA (2016), stipulant que la pluviométrie totale mensuelle et annuelle de la station de l'aéroport international de KIGALI au cours de la période allant de 1961 à 1990 a baissée comparativement aux années antérieures. Toutefois, selon REMA (2016), les températures moyennes annuelles des stations de l'aéroport de KIGALI et KAMEMBE ont connues un accroissement d'ordre de $0,9^{\circ}\text{C}$ au cours de la période allant de 1971 à 2007.

Ces résultats sont également similaires à ceux de l'étude menée au Burundi par MINATTE (2007) qui dénotent qu'au cours de ces dernières décennies, la pluviométrie a connu une diminution d'ordre de 4 à 15% des précipitations respectivement pour les mois de mai (saison pluvieuse) et d'octobre (saison pluvieuse). Quant à la température, elle a subi une augmentation d'ordre de $0,4^{\circ}\text{C}$ avant l'année 2007. Par ailleurs, à l'horizon 2050, cet accroissement de température pourra être d'ordre de $1,9^{\circ}\text{C}$ si aucune mesure d'atténuation des phénomènes des changements climatiques n'est prise au Burundi.

Conclusion

En district de Rusizi le sol constitue une ressource d'une valeur incalculable. Elle occupe une place de premier ordre dans l'économie paysanne, une surexploitation de terre causée par la démographie galopante à des impacts biophysique agissant de manière d'un autre à la variabilité climatique dans le District de Rusizi. Les résultats de la télédétection du période allant de 2005 à 2015 sur l'occupation du sol du district de Rusizi, exhibe qu'une superficie allouée à la terre d'habitation a augmentée de 10%, la réduction de celle des sols nus (13%) et des forêts secondaires (4%). Les individus enquêtés attestent une variabilité saisonnière hautement significative ($p\text{-value}=1.59e-07$) du test Khi^2 dans le district de Ruzizi.

S'agissant de l'occupation du sol et de la vulnérabilité climatique une situation pesant sur les Rusizois et perturbant leurs vies quotidiennes il s'avère urgent et nécessaire de renforcer une prise de conscience nationale que locale du problème, une meilleure compréhension de ses dimensions et une volonté réelle d'y faire face. Cette prise de conscience doit se faire à plusieurs niveaux :

- Il faut que le gouvernement rwandais et le district de Rusizi en particulier prenne formellement acte de l'impact de sa politique de natalité et y introduire des nouvelles mesures et stratégies manant à une bonne politique de limitation de naissance au sein des rusizois en vue d'alléger les fardeaux qu'il pesait sur l'environnement biophysique du district de Rusizi.
- La surpopulation attestée par l'occupation du sol et la variabilité climatique fait que l'environnement physique et sociale du district de Rusizi soit vulnérable, comme moyen d'adaptation aux variabilités climatiques et la réduction de terre d'habitation et sol arable seront l'immigration interne qu'à l'extérieur du Rwanda vers les pays limitrophes. De toute évidence, le Rwanda doit trouver le moyen local d'atténuation et d'adaptation et inciter les paysans à rester dans leur district d'origine dans le cadre d'éviter à des conflits foncière et inter-états.

Références

[1] CNRS, 2010. La biodiversité comprendre pour mieux agir. Exposition Biodiversités. CNRS.

Du 20 au 31 octobre 2010, jardins du Trocadéro-Paris

[2] CTA, 2010. Gestion intégrée de l'eau pour une agriculture durable : réduisons l'écart Des connaissances. Publié par le Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale ACP-UE (CTA) Post bus 380 - 6700 AJ Wageningen Pays-Bas.

[3] DI GREGORIO, A. & JANSEN, LJM. (1997) : A new concept for a Land Cover Classification

- System. Earth observation and évolution classification, 1997, Compte rendu de la conférence des 13-16 Octobre 1997 à Alexandrie, Égypte, p10.
- [4] Luc Cambrézy et Gabriel Sangli, 2011. Les effets géographiques de l'accroissement de la Population en milieu rural africain : l'exemple du sud-ouest du Burkina Faso. CFC, N°207. Paris
- [5] Moussa B. *et al*, 2012. Analyse participative de la vulnérabilité et de l'adaptation aux changements Climatiques: une guide méthodologique. World agroforestry centre: icraf occasional paper no.19. Internet: www.worldagroforestry.org. Consulté, le 24 septembre 2016.
- [6] Ngenzi, E.; Mietton, M. (1995). Occupation du sol et pratiques culturelles en fonction de la pente : Stratégies antiérosives paysannes au Rwanda. Bull. Réseau Erosion 15, pp.33
- [7] REMA 2016. Deuxième communication nationale relative à la convention cadre des nations unies Sur les changements climatiques.
http://rema.gov.rw/climateportal/IMG/pdf/deuxieme_ccommunication_nationale.pdf.
Consulté le 27 Octobre 016.
- [8] REMA, 2007. Profil environnemental du district de Rusizi. www.rema.gov.rw.
Consulté le 20/Nov/2016.
- [9] Stephane califoux *et al.*, 2006. Cartographie de l'occupation et de l'utilisation par imagerie Satellitaire Landsat en hydrologie. Télédétection, 2006, No 1, p.9-27.
Publié sous l'enseigne Edition scientifique GB.