

DYNAMIQUE SEDIMENTAIRE DANS LE BASSIN VERSANT DE LA RIVIERE WESHA, VILLE DE BUKAVU

[DYNAMIC SEDIMENTARY IN WATERSHED OF WESHA RIVER, BUKAVU CITY]

Richard BIRINDWA Cubwe

Département de Géographie, Section des Sciences Exactes, Institut Supérieur Pédagogique de Walungu, RD Congo

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This work is examining the sediments which results by Wesha river localated in Bukavu town. It opens out on two periods of five months each, from decemer 2009 to April 2010 and october 2014 to february 2015. On the first period, Wesha river lively average of 7, 4 tons of sediments suspension per a day and after five years ago result is 13, 9 tons of sediments, it increases of 85% percent. The specific degradation passed at ~0, 9 tons of the soil full out square meter of 1, 7 tons at square meter per a day. The 13, 9 tons of sediments which are observed at outlet, find out the originat 44% at the underwatershed of Cidorhwe river wich joins Wesha river at 1km to one's mouth. The new out break of sediments explain with speed up human activity in the watershed wich has 3000 household in 2009 to 5000 household in2014. The latter is responsible of soil bared on slopes sensitive to water erosion wich appears under aggressive climate (rainy period) of this region full of mountains.

KEYWORDS: measure of flow measurement, dynamic sedimentary, watershed, human activity.

RESUME: Ce travail examine les sédiments transportés par la rivière Wesha, dont le bassin versant est localisé dans la ville de Bukavu. Il se base sur des mesures de matière en suspension effectuées sur deux périodes de cinq mois chacune, soit de décembre 2009 à avril 2010 et d'octobre 2014 à février 2015. La première campagne de mesure montre que la rivière entraînait en moyenne 7,4 tonnes de sédiments en suspension par jour alors que cinq ans plus tard elle entraînait 13,9 tonnes, soit une augmentation de plus de 85 %. La dégradation spécifique est alors passée de ~0,9 tonne de sols arrachés par km² par jour à 1,7 tonne. Les 13,9 tonnes de sédiments observées à l'exutoire, trouvent leur origine à 44% dans le sous bassin versant de la rivière Cidorhwe qui rejoint la Wesha à 1 km de son embouchure. L'augmentation des sédiments s'explique par l'anthropisation accélérée du bassin versant qui comptait 3000 ménages en 2009 et 5000 ménages en 2014. Celle-ci est responsable d'une dénudation des sols sur des pentes sensibles à l'érosion hydrique qui apparait sous le climat agressif (pluvieux) de cette région montagneuse.

MOTS-CLEFS: mesure de débit, dynamique sédimentaire, bassin versant, anthropisation.

1 INTRODUCTION GENERALE

Une prise de conscience internationale face aux érosions des sols comme l'un des écosystèmes et ses conséquences associées est à la une au 21^e siècle (Yao, 2008).

Les causes et les impacts de cette modification des paysages font objet de nombreux débats pour éradiquer ce drame que nous essayerons d'analyser ici. L'eau érode et joue en même temps un rôle primordial et irremplaçable dans le développement de la vie humaine, animale ou végétale et de toute la nation entière. L'érosion du sol par l'eau est une

sérieuse menace à la pérennité de la vie tant humaine, faunique que floristique et l'action de l'homme sur les paysages et à la modification des pratiques agricoles est un facteur aggravant de l'érosion hydrique mais peut être réversible pourvu que l'homme comprenne qu'il menace sa propre vie en détériorant son environnement pédologique support de toute vie sur notre Terre qui est aussi une masse rocheuse à l'absence du sol.

En outre, « les sols tropicaux sont fragiles et la destruction de la végétation les affecte très rapidement. Sur les pentes de 1 à 3°, l'érosion torrentielle est intense sous une pluviosité supérieure ou égale à 1200 mm d'eau l'an » (Tricart, 1974).

Les érosions s'intensifient davantage avec l'action anthropique (lotissements, activités agropastorales,...) sous climat pluvieux doué d'une grande agressivité et surtout dans les régions équatoriales montagneuses.

La ville de Bukavu en général, et le bassin versant de la rivière Wesha en particulier, avec son relief accidenté est actuellement confronté aux problèmes environnementaux de glissement de terrain, de ravinement, d'urbanisation incontrôlée, d'inondation et des eaux boueuses dégradant spécifiquement le sol d'où il semble y avoir une recrudescence de l'érosion fluviale dans ledit bassin versant.

Dans le bassin versant de la rivière Wesha, non seulement que l'adduction en eau potable de la REGIDESO (Régie Nationale de distribution d'eau) est quasi absente, mais aussi la qualité des eaux de cette rivière est précaire ; elles sont turbides avec une couleur argileuse (Fig.1.) et indépendamment de cette turbidité, la population les utilise.



Fig. 1. Lessivage d'habits, puisage et baignade d'eaux laiteuses au confluent Wesha-Cidorhwe au 5 octobre 2014.

Les activités anthropiques dans le bassin versant de la rivière Wesha, entre autre l'agriculture, lotissement et carrières des pierres pour les constructions, dénudent les sols et les rend sensibles à l'érosion en pleine région montagneuse

équatoriale à pluviométrie intense et l'érosion hydrique y devient active rendant la rivière turbide pour sédimenter dans le lac Kivu.

La rivière Wesha à son arrivée dans le lac Kivu, elle a une couleur argileuse qui la différencie de celles du lac.

L'existence des sédiments dans la rivière Wesha n'est pas sans conséquence néfaste aux espèces aquatiques car la pollution des eaux provoque la mort de plusieurs espèces aquatiques avec une réaction en chaîne endommageant la vie tant animale que végétale de toute la région (Chaponnière, 2005).

Le présent travail qui cherche à examiner et présenter la manière dont évoluent les charges en suspension dans les débits de la rivière Wesha, les causes préalables de cette érosion fluviale et expliquer l'origine de la turbidité actuelle à l'exutoire de la Wesha exige le mesurage des débits à des endroits différents sur la rivière et le prélèvement des précipitations dans le bassin versant. Ainsi nous avons choisi trois sites différents de prélèvement des données dont l'exutoire de la Wesha, sur son affluent principal la rivière Cidorhwe et sur la Wesha avant de recevoir son affluent principal précité.

La rivière faisant objet de notre travail est localisée dans un espace bâti (loti) et urbain. Cela veut dire que la population du bassin versant de la rivière Wesha doit avoir une influence directe peu ou grande soit – elle sur la dynamique de l'érosion fluviale de la rivière Wesha.

2 ZONE D'ETUDE

Le bassin versant de la rivière Wesha est l'un des sept qui constituent la ville de Bukavu. Sa superficie est de 8,4km² et son point culminant est à 2197m (le point culminant de toute la ville de Bukavu) sur le sommet du mont Mbogwe. La rivière Wesha dévale les hauteurs vers le littoral lacustre du sud-ouest à 2014 mètres d'altitude (sa source) vers le nord-est à 1460 mètres d'altitude (son embouchure dans le Lac Kivu) soit une dénivellation de 554m. Ce bassin versant est à cheval entre la commune de Bagira et la commune de Kadutu dans la ville de Bukavu.

La rivière Wesha appartient au bassin hydrographique du Lac Kivu qui à son tour évacue ses eaux par la rivière Ruzizi vers le sud de la ville de Bukavu.

La rivière Wesha a trouvé une bonne solution pour les inondations en aval car elle est, ramifiée, mais elle n'en est pas donnée pour sa turbidité. La sédimentation, comme sur le littoral de la rivière Tshula, y construit une plaine littorale (Birembano, 2013).

La plaine alluviale de la rivière Wesha, repousse de plus en plus les eaux du lac Kivu. Cette construction alluvionnaire est un signe tangible d'une forte dégradation des sols urbains amplifiée par la densification de l'habitat et d'autres activités anthropiques (carrières, cultures vivrières, bois de chauffage). Ces alluvions ont beaucoup modifié la végétation côtière en transformant le littoral en marécages. Le bassin versant de la rivière Wesha s'urbanise de l'embouchure vers la source et comptait 3.000 ménages en 2009 pour totaliser 5.000 ménages en 2014 (statistiques des Communes de Kadutu et de Bagira 2010 et 2014). Cette croissance rapide de la population est due du fait que les espaces non habités sont encore importants en amont qu'en aval de ce bassin versant.

Le bassin versant de la rivière Wesha a un sous-sol constitué de coulées de laves anciennes, avec des sols d'altération argilo-limoneuse épais dus au climat tropical chaud et humide (climat agressif) d'altitude. L'étude des profils d'altération des zones D'Ibanda, de Kadutu et de Bagira (Fig. 2) montre que le sous-sol y est constitué de coulées successives des basaltes séparées par des phases d'altération plus ou moins intenses. Ces coulées sont séparées par les lits argileux rouges représentant des paléosols recouverts par une coulée postérieure.

La situation naturelle du bassin versant de la rivière Wesha (pluviosité, topographie et nature des sols) a depuis toujours donné lieu à d'importants mouvements gravitaires (Fig. 3), qui sont bien visibles sur les photos aériennes de 1959 et 1984 ((Migombano 2011).

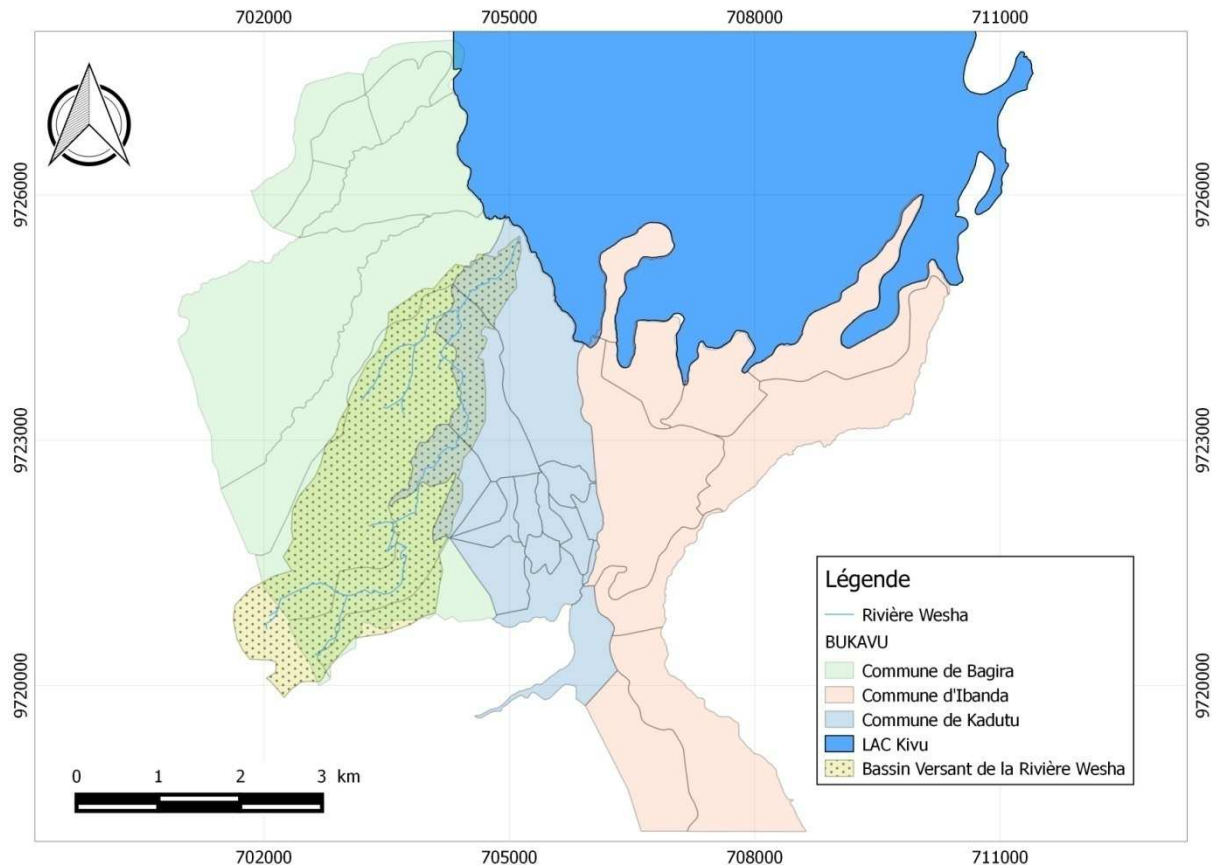


Fig. 2 : localisation du bassin versant de la rivière Wesha dans la ville de Bukavu

Les argiles au sens restreint du terme ont le caractère de pain d'épices, comprenant généralement des phénocristaux blancs. Les Kaolinites sont disséminées dans la pâte argileuse rouge et la composition de cette pâte argileuse varie d'un affleurement à l'autre avec la prédominance des illites et montmorillonites dans le dit bassin versant. La composition granulométrique varie également suivant les affleurements, la fraction supérieure ou égale à 0,05mm est quasi absente et représente 0%, celle comprise entre 0,05 et 0,02mm, 43% et en fin la fraction inférieure à 0,002mm représente 57% (Birembano, 2013).

Le bassin versant de la rivière Wesha étant en pleine urbanisation, la population s'y installe avec moins de plan d'aménagement pourtant en général les zones bâties en 2001 sont plus exposées aux mouvements de masse que celles de 1954 (Migombano, 2011).

Dans la zone intertropicale, les pluies sont généralement intenses, surtout là où il y a des influences orographiques. Si les précipitations constituent un moteur principal en hydrologie, l'activité érosive des rivières sera ainsi liée à ces premières (. L'occupation spatiale et la nature du sol ne sont pas à exclure de cette réalité (érosion fluviale).

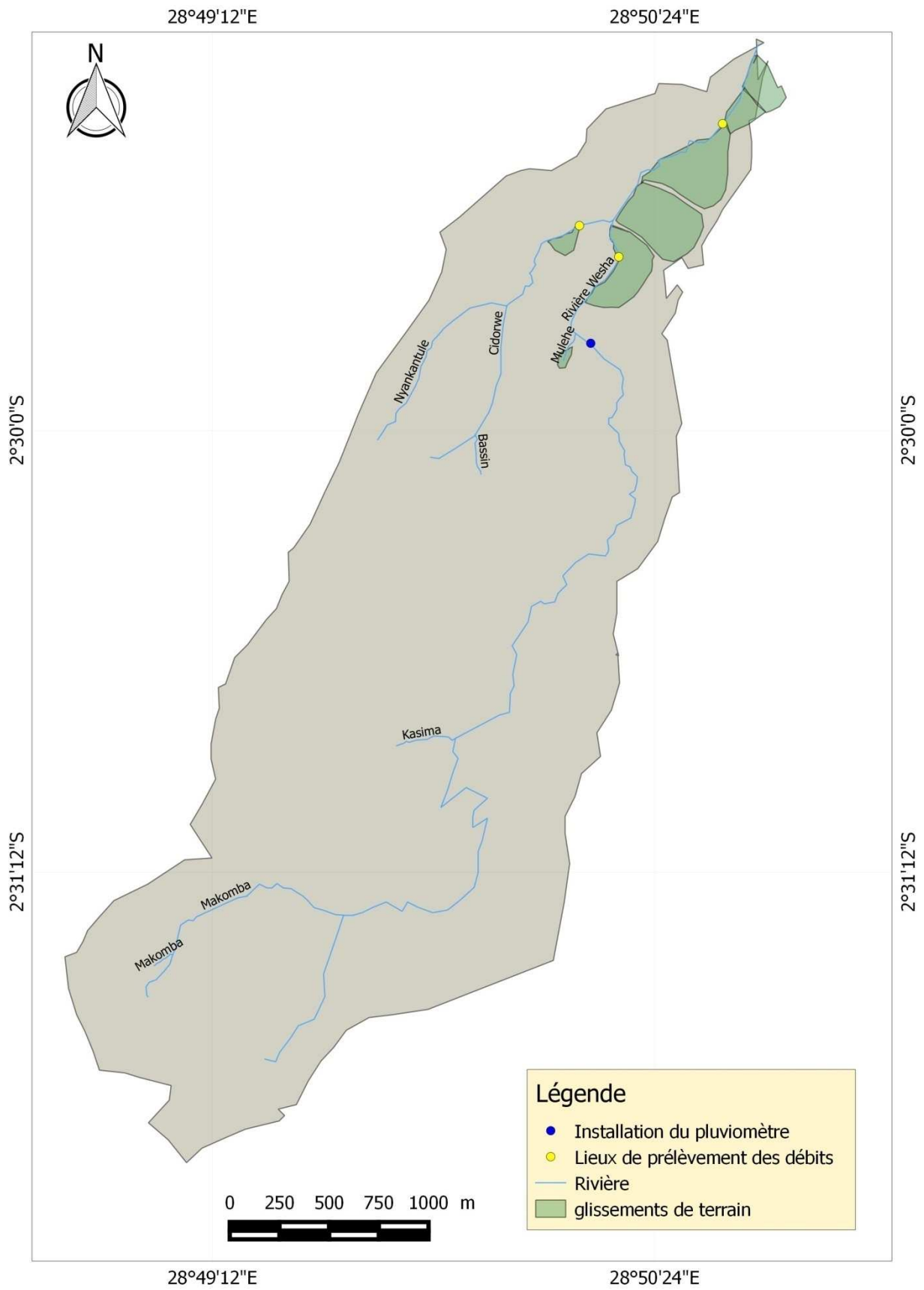


Fig. 3 : Le bassin versant de la rivière Wesh.

3 METHODOLOGIE

Ce travail s'étend sur deux durées différentes de cinq mois chacune, soit de décembre 2009 en Avril 2010 et d'octobre 2014 en Février 2015.

En 2009-2010, les données ont été prélevées sur un seul site mais dans le présent cas où nous examinons l'évolution des sédiments dans un bassin versant montagneux sur différentes périodes ; pourtant l'érosion n'attaque pas uniformément tout un bassin, mais ses parties les plus vulnérables (pentes fortes ou dégarnies de végétation, roches meubles ou tendres sous climat agressif), il est impérieux de varier les sites de prélèvement des données en 2014-2015 tout en appliquant la même méthodologie qu'en 2009-2010. Ainsi, en deuxième période trois sites (sites nommés A, B et C) relativement calmes ont été choisis tel qu'ils sont visibles sur la figure n° 3. En plus, le site A correspond à l'unique site de prélèvement en première période (2009-2010).

La présente thématique se résume sur le schéma (Fig.4) ci-dessous de la manière suivante :

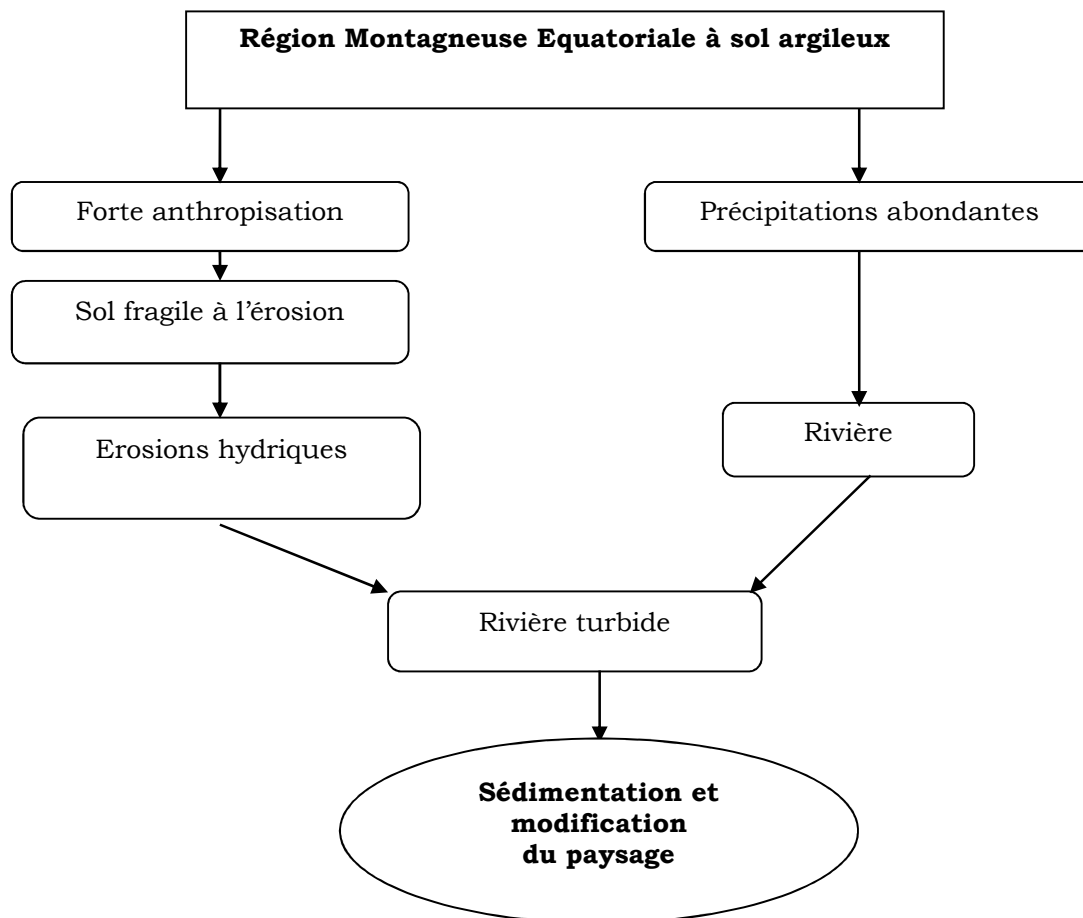


Fig. 4 : Domaine d'étude

Le domaine d'étude de la présente thématique avec ses deux branches est un domaine très vaste. Cette étude va s'articuler sur une seule branche de la thématique, celle des mesures pluviométriques et hydrologiques nous permettant d'aboutir aux résultats de la quantification des matières en suspension.

3.1 TERRAIN ET OUTILS UTILISÉS

Les levés de terrain ont été complétés à l'aide d'un GPS GARMIN Etrex 30. Ces levés ont été combinés avec en support une image satellitaire Pleiades de Bukavu de juillet 2013 à 0.5m de résolution. Celle-ci a été utilisée avec le logiciel de cartographie Quantum SIG pour dresser la carte du bassin versant.

Le terrain a été fait pendant cinq mois à raison de deux jours par semaines pour réunir les quelques données hydrologiques présentées dans ce travail et celles des mesures pluviométriques supervisées en toute période pluvieuse dans le bassin versant de la rivière.

3.2 MESURES PLUVIOMETRIQUES

Nous avons procédé par la mise en station d’un pluviomètre dans le bassin versant de la rivière Wesha à sa rive droite (30 mètres de la rivière) à deux kilomètres de l’embouchure tel que localisé sur la figure n° 3. Pour ce faire, nous avons utilisé le même pluviomètre pendant les deux périodes d’observation (Fig.5).



Fig.5 : Pluviomètre utilisé

Dans le souci de la fiabilité des données, la mise en station du pluviomètre a tenu compte de certains critères, entre autre le choix d’un terrain aéré et dégagé pour éviter que les gouttes de pluies renvoyées par les feuillages et les toitures ne biaisent les résultats et un terrain relativement plan pour éviter l’inclinaison du plan horizontal du dispositif pluviométrique.

Pour annuler l’effet de splash, le pluviomètre a été placé à deux mètres de haut.

Le récipient utilisé était cylindrique avec 19 cm de diamètre, fixé verticalement au-dessus de la tablette et sa surface a été calculée par le rapport :

$$\text{Surface cylindrique (SC)} = r^2 \pi$$

$$SC = 90,25 \text{ cm}^2 \times 3,14$$

$$SC = 283,385 \text{ cm}^2 \text{ et/ou } 2,83385 \text{ dm}^2$$

$$\text{Ainsi, } \frac{1 \text{ dm}^3}{2,83385 \text{ dm}^2} = 0,35287 \text{ dm soit } 35 \text{ mm.}$$

Un récipient cylindrique de 9,5 cm de rayon, un litre d’eau est égale à 35 mm.

Comme les précipitations s’expriment couramment en millimètre (mm), toutes les précipitations recueillies dans ce pluviomètre en litre, ont été multipliées par 35.

3.3 DÉBITS LIQUIDES (Q.L.)

Le débit liquide est le volume d’eau écoulé en une seconde par un cours d’eau en un point donné de son parcours s’exprimant en mètre cube par seconde (m³/s) ou en litre par seconde (l/s).

L’eau de pluie ruisselle d’autant plus au lieu de s’infiltrer que la surface est plus inclinée. Les bassins montagneux sont donc les théâtres des crues rapides...L’hydrologie repose avant tout sur la connaissance *des débits*. On les détermine par les jaugeages. Jauger un cours d’eau consiste en général à mesurer sa vitesse et à multiplier celle-ci par sa section mouillée (Ambroise, 1998).

Pour mesurer les débits liquides, nous avons utilisé les flotteurs en plastiques attachés sur une planche par des cordes légères ne pouvant pas être imbibées d’eau. Ces cordes étaient de deux mètres de longueur chacune (Fig.6) car il n’est pas facile de trouver une section mouillée relativement calme et long dans une région montagneuse. Elles étaient séparées par

30 cm d'équidistance d'une rive à une autre et le nombre de flotteurs variait en fonction de l'élargissement du lit de la rivière en période pluvieuse.

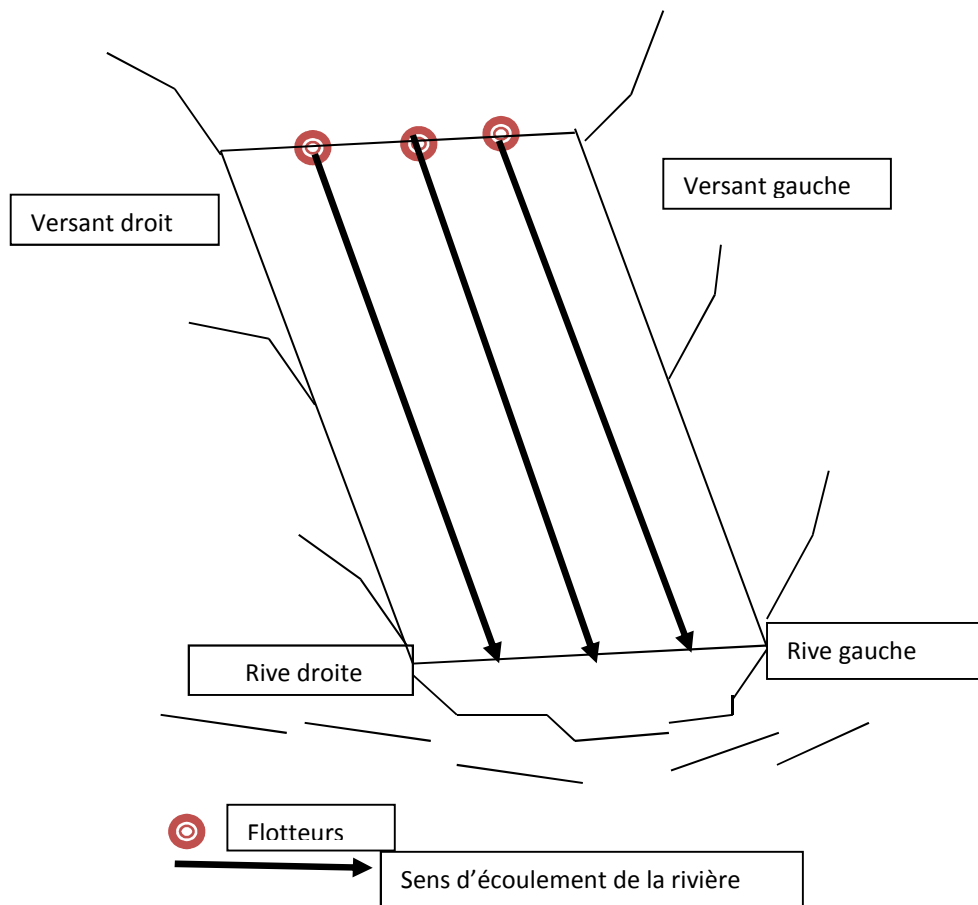


Fig. 6 : schéma de prélèvement des vitesses moyennes superficielles

Il suffisait de lâcher les flotteurs l'un après l'autre et chronométrer leur temps d'arriver après un parcours de deux mètres.

Avec les flotteurs et les chronomètre, nous n'avions trouvé que la vitesse moyenne superficielle (VMS) de la section mouillée (SM) de la rivière exprimée en m/s ; d'où la nécessité de prélever les profondeurs correspondantes (Fig.7) aux lieux de départ de différents flotteurs à l'aide d'une latte graduée.

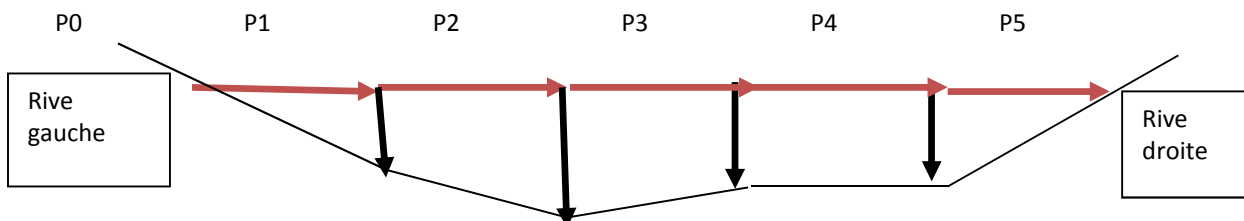


Fig.7 : schéma de mesure de la section mouillée

Pour calculer la surface de la section mouillée (SM), sur papier, nous avons adopté une échelle de 1 cm = 1 dm en reliant les différentes parties et déterminions leurs formes géométriques pour mieux calculer.

En termes de formule :

$$VMS = \frac{\text{distances parcourues par les flotteurs}}{\text{temps moyen d'arrivée des flotteurs}} \times K$$

Avec k = Coefficient de rugosité. Il est de 0,85 pour les cours d'eau à lits argileux et 0,75 pour les cours d'eau à lits caillouteux, la vitesse de l'eau étant réduite sur les lits argileux que caillouteux (Chuzeville, 1990).

La section mouillée (SM) est obtenue en addition toutes les surfaces des figures géométriques obtenus.

Ainsi, $SM = S1 + S2 + S3 + \dots + Sn$

Elle s'exprime en m² (mètre carré).

Enfin, le débit liquide exprimé en m³/s et/ou en l/s sera : $VMS \times SM$.

Les trois sites choisis sont localisés comme suit :

- a) A 450 mètres de l'embouchure derrière la société brassicole appelée BRALIMA où la Wesha a déjà reçu tous ses affluents se localise le site A correspondant à l'unique site de prélèvement en première période 2009-2010 ;
- b) A 1,3 kilomètre de l'embouchure où la Wesha n'a pas encore reçu son affluent principal de sa rive droite, la rivière Cidorhwe (B) ;
- c) A 1,4 kilomètre de l'embouchure sur l'affluent principal de la Wesha, la Cidorhwe (C).

3.4 MESURE DES DÉBITS SOLIDES (QS)

La présente étude concerne le transport en suspension et non les transports de fond ni en solution. Pour déterminer la charge en suspension, nous avons utilisé les boîtes métalliques (boîtes de NIDO vide) de la capacité d'un litre chacune.

En plongeant la boîte au milieu du bief de prélèvement (au milieu de la section mouillée) des données et la récupérer, elle vient remplie non seulement de l'eau, mais aussi avec des charges en suspension.

Cette eau contenue dans un litre d'eau est soumise à l'évaporation pour y soutirer les sédiments en suspension c'est-à-dire la fraction solide contenue dans un litre d'eau turbide.

Pour une évaporation complète, l'eau était chauffée sur le réchaud dans une petite casserole où les charges en suspension précipitaient vers le fond de la casserole. Une lame de rasoir a été utilisée pour gratter les sédiments collés au fond de la casserole.

En fin, les sédiments recueillis étaient pesés sur la balance de précision de marque Kern au laboratoire d'hydrobiologie à l'ISP/Bukavu pour obtenir la charge solide exprimée en gramme par litre (g/l).

Le débit en suspension est le poids de sédiments transportés en suspension par la rivière en une seconde et en une section de son parcours.

Ce débit est obtenu alors en multipliant le débit liquide par la charge solide.

En termes de formule :

$$Q.S.) Q.L. \times C.S$$

Avec : CS = Charge en suspension en gramme par litre (g/l) et par seconde ;

Q.L. = débit liquide en litre par seconde (l/s) ;

Q.S. = débit solide en gramme par seconde et par débit liquide.

Il est aisé d'estimer la charge en suspension par jour, par mois voire par an connaissant celle transportée en une seconde, un jour comptant 86400 secondes. Les débits solides permettent en fin de déterminer la dégradation spécifique (Dg) qui est la quantité de matériaux arrachés sur le bassin versant par unité de surface (Péguy 1970). Elle est déterminée par le rapport :

$$Dg = \frac{\text{Débits solides}}{\text{Supérficie du bassin-versant}}$$

Cette formule, nous permet de déterminer la quantité des sédiments arrachés au km².

4 RESULTATS

L'Indice de Compacité de GRAVELIUS (Lambert, 1990) est déterminé par le rapport

$$IC = \frac{0,28 \times \text{paramètre du bassin} - \text{versant}}{\sqrt{\text{Superficie du bassin} - \text{versant}}}$$

Un bassin versant dont l'IC est inférieur à 1 est un bassin de forme circulaire qui reçoit et évacue rapidement les eaux des pluies et les cas d'inondation y sont plus rapides et fréquents juste après des précipitations. Un IC supérieur à 1 correspond à un bassin plus allongé et des temps de réponse plus longs y sont présents (Lambert, 1990).

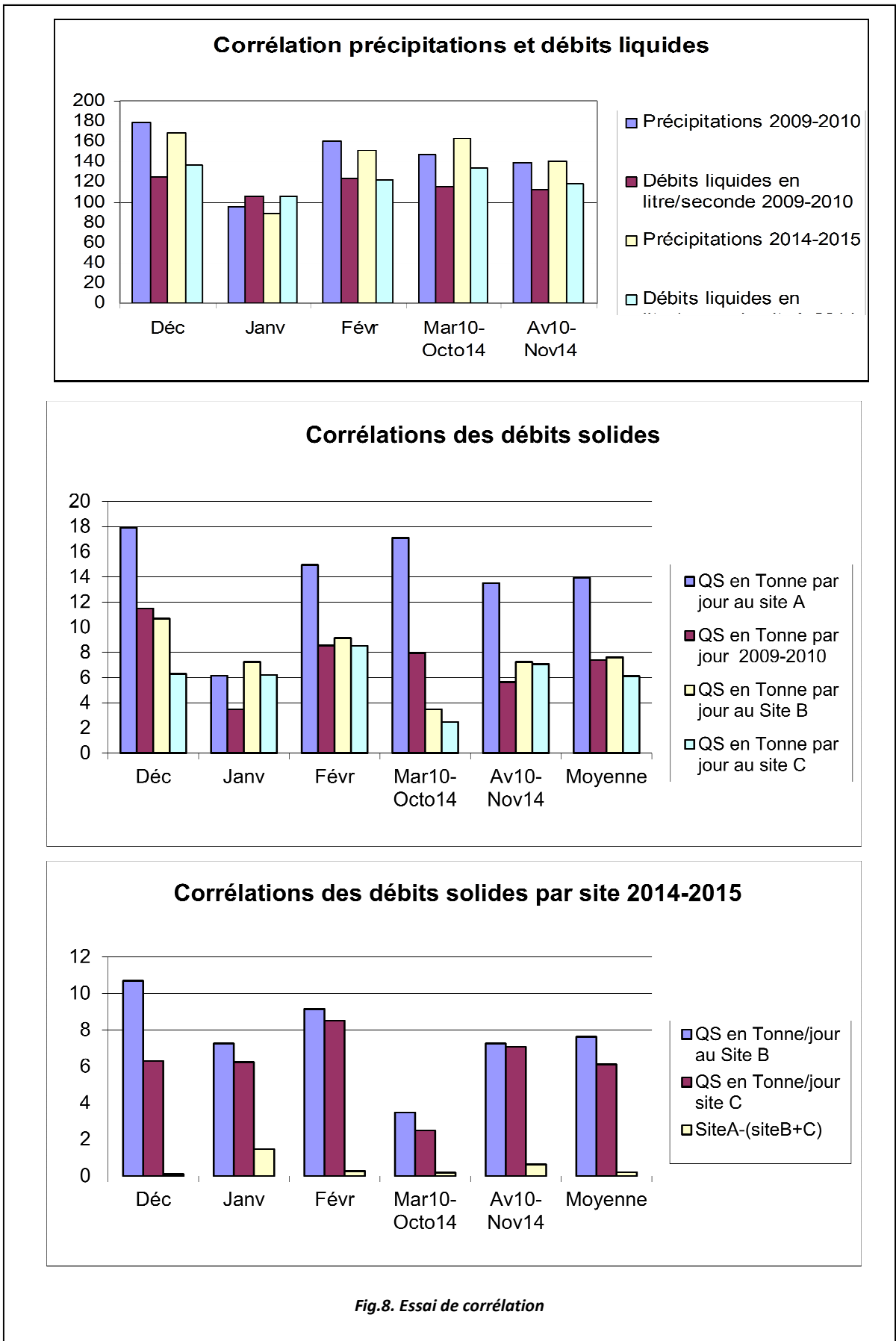
Pour le présent cas, bassin versant de la rivière Wesha est allongé : avec $IC = \frac{0,28 \times 14,6 \text{ km}}{\sqrt{8,4 \text{ km}^2}}$ Soit 1,4 comme celui de la rivière Tshula avec 1,42 (Birembano, 2013). La rivière Wesha peut alors avoir des temps de réponses plus longs.

Dans le présent travail, le temps imparti en géorisques a fait que les mois du travail au cours des années civiles ne soient conformes et/ou les mêmes des années civiles soit de décembre 2009 à avril 2010 et d'octobre 2014 à février 2015. L'importance des débits et des précipitations est inégalement réparties (tableau 1 et Fig.8). Néanmoins, il est pratiquement difficile de présenter dans ce chapitre les résultats détaillés. C'est pourquoi ils dans les tableaux en annexes.

Tableau 1. Synthèse des résultats

	MOIS	DECEMBRE 2009	JANVIER 2010	FEVRIER 2010	MARS 2010	AVRIL 2010	TOTAL /MOYENNE
I	Pmm	178,5	95,2	160,3	146,65	138,6	719,25
	QL en L/J	123,9	105,7	123	115,4	112,2	116
	QS en T/J	11,5	3,5	8,6	8	5,6	7,4
	MOIS	DECEMBRE 2014	JANVIER 2015	FEVRIER 2015	OCTOBRE 2014	NOVEMBRE 2014	
II	Pmm	168	89,25	154	162,75	140	714
	QL en L/S site A	135,9	106,3	121,9	134,2	117,7	123,2
	QS en T/J site A(II)	17,9	6,1	15	17	13,5	13,9
	QS en T/J site B	10,7	3,5	7,5	10,7	7,3	7,6
	QS en T/J site C	6,3	2,5	7,1	6,3	6,2	6,1
	SiteB+siteC	17	6	14,6	17	13,5	13,7
	SiteA-(siteB+C)	0,9	0,1	0,4	0,0	0,0	0,2
III	PmmI-PmmII	10,5	5,95	6,3	-16,1	-1,4	5,25
	QSI-QSII	-6,4	-2,6	-6,4	-9	-7,9	-6,5

Avec Pmm = précipitations en millimètre, QL en L/J = débit liquide moyen mensuel en litre par seconde, QS en T/J = débit solide moyen mensuel en tonne par jour.



4.1 PLUVIOMÉTRIE

Pour les dix mois d'observations répartis sur une période de cinq mois chacune, les pluies ont été intenses avec des durées variables mais les hauteurs pluviométriques sont restées presque le même avec 719,3mm d'eau de décembre 2009 jusqu'en avril 2010 et 714mm d'eau d'octobre 2014 Jusqu'en février 2015.

La quantité d'eau tombée (Et) sur une surface donnée, se calcul par le rapport

$$Et = \frac{\text{supérficie du bassin-versant} \times \text{hauteur pluviométrique}}{\text{supérficie du pluviomètre}} \text{ (Chuzeville 1990).}$$

De décembre 2009 à avril 2010, la quantité d'eau tombée

(Et) = $\frac{84.10^9 \text{ Cm}^2 \times 719,3 \text{ mm d'eau}}{283,385 \text{ Cm}^2}$ Soit $\frac{213212414210 \text{ mm}}{8400000 \text{ m}^2} = 25382,43 \text{ mm}$ d'eau au mètre carré ou 725 litres d'eau au mètre carré durant les cinq mois au total ;

Le mois plus pluvieux de cette première période est celui de décembre avec 178,5mm d'eau durant 37 pluies dans 21 jours de pluies soit une intensité de 26 minutes par pluie et une quantité d'eau tombée au mètre carré de 180 litres.

Le mois de février avait totalisée 160,3mm d'eau pour 26 pluies pendant 16 jours soit une durée moyenne de 26 minutes par pluie et 162 litres d'eau au mètre carré.

Le mois de mars avait reçu 146,7mm d'eau pour 16 pluies pendant 13 jours soit une durée moyenne de 38 minutes par pluie et 148 litres d'eau au mètre carré.

En avril, les 12 jours pluvieux ont totalisé 18 pluies et 138,6mm d'eau soit 41 minutes par pluie et le sol a été imbibé au mètre carré par 140 litres d'eau.

Le mois de janvier le moins pluvieux a totalisé également 12 jours des pluies, 15 pluies d'une durée moyenne de 43 minutes chacune, 95,2mm d'eau soit 96 litres d'eau au mètre carré.

La deuxième période d'observation soit d'octobre 2014 à février 2015, les 714mm sont répartis sur 53 jours totalisant 61 pluies et 717 litres d'eau au mètre carré.

Le mois de décembre reste le plus pluvieux avec une seule pluie par pluie qui durait 43 minutes en moyenne pendant 13 jours et totalise 168mm d'eau soit 169 litres d'eau au mètre carré. Il est suivi du mois d'octobre qui imbibe le sol avec 163 litres au mètre carré pendant 14 jours et durant 17 pluies.

Le mois de février avec ses 152 litres au mètre carré et 154mm d'eau, il a reçu ces totaux pluviométriques pendant 7 jours et a totalisé seulement 11 pluies soit 34 minutes par pluie.

En novembre, la hauteur pluviométrique atteint 140mm d'eau avec une seule pluie par jour pendant 11 jours et d'une durée moyenne de 34 minutes par pluie et 141 litres d'eau au mètre carré. Le mois de janvier reste également le mois pluvieux comme à la première période. Il totalise 89 mm d'eau pendant 9 pluies de durée moyenne de 46 minutes chacune dans 8 jours et 99 litres au mètre carré.

La moyenne pluviométrique mensuelle est de 143, 85mm d'eau pendant les cinq mois d'observations de la première période et 142,8mm d'eau par mois durant la deuxième période. Les mois de janvier et d'avril se situent en dessous de cette moyenne durant la première période et ceux de janvier et novembre durant la deuxième période.

4.2 DÉBITS HYDRIQUES

4.2.1 DÉBITS LIQUIDES

Les débits liquides (Q.L) sont corrélés avec les précipitations et les variations pluviométriques vont de pair avec celles hydrologiques.

La moyenne hydrologique mensuelle est de 116 litres de décembre 2009 à avril 2010 et les mois de janvier, mars et avril se situent en dessous de cette moyenne, tandis que d'octobre 2014 à février 2015, la moyenne hydrologique est de 123 litres par mois et les mois de janvier, novembre et février se situent en dessous de cette moyenne.

La moyenne hydrologique de la première période (116 litres par mois) devient légèrement inférieure à celle de la deuxième période (123,2 litres par mois) pourtant c'est la première période qui était légèrement pluvieuse (719,25mm d'eau pour des cinq mois) que la deuxième période (714mm d'eau pour les cinq mois). L'une des raisons explicatives de ce phénomène est l'urbanisation incontrôlée et accélérée d'année en année dans le bassin versant de la rivière Wesha qui augmente les eaux ruisselantes au dépend de l'infiltration et de l'évaporation, le couvert végétal étant réduit voire absent.

4.2.2 DÉBITS SOLIDES

4.2.2.1 PREMIÈRE PÉRIODE (DÉCEMBRE 2009-AVRIL 2010)

Le mois le plus agressif est celui de décembre étant aussi le plus pluvieux. Il érodait 11,5 tonnes de sédiments en moyenne par jours. Les averses successives du 15 de 17,5 mm pendant seulement 41 minutes, du 26 et du 27 avec chacune 7mm ont drastiquement augmenté les débits solides en date du 16 avec 19,2 tonnes et du 27 avec 28,9 tonnes de sédiments transportés. Dans ce mois, le bassin versant de la rivière Wesha perdait environ 1,4 tonne de sédiments par jour au km². Janvier, le mois le moins pluvieux est également le moins agressif avec 3,5 tonnes de sédiments transportés par jours soit une dégradation spécifique de 0,4 tonnes au km². Cependant en date du premier, les précipitations atteignent 17,5mm causant la dégradation du sol en date du 03 de 10,8 tonnes et la date du 30 est la plus érosive du mois avec 16,2 tonnes.

Le mois de février occupe la deuxième place de la période sur le plan érosif avec 8,6 tonnes des sédiments transportés le jour ; soit une dégradation spécifique d'une tonne de sol arraché au km² par jour. Les crues prélevées en date du 10 (10,4tonnes), du 13 (12,1tonnes) et du 17 (15,3 tonnes) sont attribuables aux averses tombées respectivement en date du 09 (17,5mm pendant 50 minutes) et du 13 (12,25mm pendant 40minutes).

Le mois de mars avec 8 tonnes de sols érodés par jour, réalise une dégradation spécifique d'environ une tonne de sédiments érodés au km². Ce mois possède la crue maximale de toute la période d'observation de 30,8 tonnes soit 3,7 tonnes de sol arrachés au km² en date du 31 Attribuables aux pluies intenses du 28 (43,75mm) et du 31 (26,25mm)

En avril, l'érosion hydrique avait atteint 5,6 tonnes arrachées sur les 8,4 km² du bassin versant de la rivière Wesha, soit une dégradation spécifique de 0,7 tonne de sédiments arrachés au km².

Généralement, durant la première période, la rivière Wesha érodait dans son bassin versant 7,4 tonnes par jour en moyenne soit une dégradation spécifique de 0,9 tonne arrachée au Km².

4.2.2.2 DEUXIÈME PÉRIODE (OCTOBRE 2014-FÉVRIER 2015)

Trois sites (A, B et C) ont constitués les prélèvements des données et le site A situé en aval où la rivière Wesha a déjà reçu tous ses affluents, correspond au site de prélèvement des données en 2009-2010.

4.2.2.2.1 SITE A

A ce site situé à l'exécutoire, les érosions hydriques ont atteint en moyenne 13,9 tonnes de sédiments entraînés par jour soit une moyenne de 1,7 tonne de sols transportés au km² par jour.

Le mois d'octobre a été agressif jusqu'à transporter 17,1 tonnes de sédiments le jour, soit 2 tonnes de sédiments arrachés au km² dans le bassin versant. Les dates les moins érosives du 13 et du 31 ont réalisées respectivement 9,5 tonnes et 9,3 tonnes et les plus érosives du 1^{er} et du 16 ont réalisé respectivement 28,5 et 30 tonnes cette dernière précédée par une pluie intense du 16 (17,5mm pendant 30 minutes).

Au mois de novembre, les sédiments transportés ont été évalués à 13,5 tonnes le jour soit 1,6 tonnes érodée au km². Les crues exceptionnelles du mois ont été enregistrées en date du 26 (23,3 tonnes) et du 30 (22,5 tonnes) après les averses enregistrées respectivement en dates du 26 (26,25 mm d'eau pendant 49 minutes) et du 29 (17,5 mm d'eau pendant 49 minutes) et du 29 (17,5 mm d'eau pendant 50 minutes). La date la moins érosive est celle du 23 avec 6,9 tonnes de sédiments transportés.

En décembre, le total de sédiments transportés a atteint 17,9 tonnes par jour soit 2,1 tonnes de sol arrachées au km² dans tout le bassin versant. Ce mois le plus érosif de la période, a connu les crues exceptionnelles en dates du 10 (29,4 tonnes) et du 27 (28,6 tonnes) à cause des averses respectives du 10 de 7mm d'eau dans 25 minutes et du 27 de 7mm dans 28 minutes. Les jours les moins érosifs du mois sont ceux du 20 avec 6,5 tonnes et du 17 avec 6,9 tonnes de sédiments érodés.

Au mois de janvier, le bassin versant de la rivière Wesha perdait en moyenne 6,1 tonnes de sédiments par jour, soit une moyenne de 0,7 tonne de sédiments arrachés au km². Ce mois reste le moins érosif de la période et la crue maximale y est remarquable en date du 20 (11,2 tonnes de sédiments érodés) à cause d'une pluie intense de 17,5 mm d'eau d'une durée de 100 minutes et la date du 10 est la moins érosive avec 4,14 tonnes de sédiments arrachés.

Le mois de février érodait en moyenne 13,9 tonnes de sédiments par jour soit 1,6 tonne de sols arrachés au km². La date la moins érosive du mois est celle du 03 qui totalise 5,6 tonnes de sédiments transportés.

En somme, les jours moins érosifs de la deuxième période figurent parmi les plus érosifs de la première période.

4.2.2.2 SITE B

Il représente la rivière Wesha moins son affluent principal la rivière Cidorhwe.

A ce site, les sédiments arrachés représentent généralement durant les cinq mois d'observation plus de 54 % des sédiments prélevés au site A avec 7,6 tonnes de sédiments transportés par jour sur les 13,9 observés au site A.

Considérant le bassin versant de la rivière Wesha moins la rivière Cidorhwe et le secteur aval du site B, la Wesha draine un bassin évalué à 5 km² et la dégradation spécifique devient alors de 1,5 tonne des sédiments arrachés au km².

Le rythme hydrologique semble être le même qu'au premier site, sauf au mois d'octobre qui devient le plus érosif avec 10,7 tonnes de sédiments entraînés par jour soit une dégradation spécifique de 2,1 tonnes de sédiments arrachés au km², au lieu du mois de décembre qui totalise alors 9,2 tonnes de sédiments entraînés par jour soit 1,2 tonne de sédiments arrachés au km².

Le mois de février totalise 7,5 tonnes de sédiments arrachés par jour soit une dégradation spécifique de 1,5 tonne au km² et en novembre, les érosions hydriques atteignent également 7,2 tonnes le jour sur une superficie de 5 km², soit 1,4 tonne de sédiments arrachés au km².

Janvier, le mois le moins érosif atteint néanmoins 3,5 tonnes des sols transportés soit 0,7 tonne de sédiments arrachés au km².

4.2.2.3 SITE C

Il est situé sur l'affluent principal de la rivière Wesha (sur la rivière Cidorhwe) drainant un sous bassin versant de la rivière Wesha évalué à 2 km².

Pendant les cinq mois d'étude, la rivière Cidorhwe transportait les sédiments évalués à 6,1 tonnes par jour, soit 3,1 tonnes de sols arrachés au km². Cette perte pédologique représente plus de 43% des sédiments transportés par la rivière Wesha à l'exutoire (site A) tous les cinq mois en moyenne.

Le mois le plus agressif à ce site est celui de décembre qui totalise 8,5 tonnes de sédiments transportés par jour, soit 4,2 tonnes des sédiments arrachés au km². Ce mois est suivi de celui d'octobre avec 6,2 tonnes de sols érodés le jour soit une dégradation spécifique de 3,1 tonnes de sédiments arrachés au km².

Les érosions hydriques sont restés presque les mêmes en octobre, qu'en novembre avec environ 6,2 tonnes des sols transportés par jour soit 3,1 tonnes des sols arrachés par jour et en février avec 6,1 tonnes de sédiments érodés par jour donnant une dégradation spécifique évaluée à 3,1 tonnes au km².

5 DISCUSSION

Le bassin versant (bassin hydrologique ou bassin fluvial), considéré en Hydrologie comme l'unité de référence pour toutes les études de spécialité, correspond à la totalité d'une surface topographique drainée par un cours d'eau et ses affluents. Il collecte les eaux de pluie, les concentre et possède un exutoire commun pour tous ses écoulements de surface. Il permet ainsi la mise en relation des précipitations au sol et des débits liquides observés dans le cours d'eau (Musy et Higy 1998).

La Pluviométrie est plus difficile encore que la prise des températures. Dix pluviomètres identiques installés à quelques mètres les uns des autres recueillent des hauteurs d'eau différentes. On doit donc se contenter d'une précision relative tout en multipliant les précautions en vue de mesures comparables (Chuzeville, 1990). Malgré la présence d'un pluviomètre à l'ISP de Bukavu, soit à plus de 4 km du bassin versant de la rivière Wesha pourtant les pluies intertropicales sont bien localisées et intenses (Tricart, 1978). Les pluies ont été mesurées pour ces deux raisons dans le bassin versant de la rivière Wesha. Les

précipitations étaient recueillies en chronométrant et après une pluie, le pluviomètre était vidé de ses eaux pour tenter une autre avant que l'évaporation n'affecte les précipitations car certains jours il pleuvait plus d'une fois. Les résultats hydrologiques (débits liquides et solides) ci-haut donnés ne sont pas exhaustifs. Leur prélèvement se faisait deux fois par semaine soit un total de 8 à 9 jours par mois et 43 jours pour les cinq mois ; cela fait un échantillon de 28,4% des 151 jours des cinq mois de chacune de deux périodes.

Les érosions hydriques dans le bassin versant de la rivière Wesha prennent une ampleur inquiétante avec une augmentation notable des sédiments en suspension dans une durée de cinq ans. Avec une moyenne de sédiments transportés de décembre 2009 à avril 2010 de 7,4 tonnes par jour, soit 0,9 tonne de sols perdus au km², sous un climat agressif ayant reçu les précipitations évaluées à 719,3mm d'eau pendant les cinq mois soit plus de 725 litres au mètre carré ; à pluviométrie presque égale de 714mm d'eau d'octobre 2014 à février 2015, soit environ 717 litres d'eau au mètre carré, la perte pédagogique devient de 13,9 tonnes par jour soit 1,7 tonne des sols arrachés au km².

Le site B avec 7,6 tonnes des sols arrachés par jours soit 1,5 tonnes au km² devient plus érosif que toute la Wesha en première période (7,4 tonnes par jour en moyenne ce qui représente environ 53% des sédiments prélevés au site A en deuxième période). L'affluent Cidorhwe est plus érosif que la rivière Wesha en termes de dégradation spécifique avec 3,1 tonnes des sédiments arrachés au km² contre 1,5 tonnes par km² au site B et 1,4 tonnes par km² pour toute la rivière Wesha à l'exutoire (site A) d'octobre 2014 à février 2015 ; alors que de décembre 2009 à avril 2010 la dégradation spécifique n'était pas de 0,9 tonnes au km². Considérant les apports sédimentaires des sites B et C qui apportent respectivement plus de 54% et de 43%, les sédiments transportés par la rivière Wesha ne trouvent presque pas leur origine en aval car environ 3% soit 0,2 tonne de sédiments seulement sont issus du site A sur les 13,9 tonnes entraînés. En cinq ans, les sédiments en suspension sont passés de 7,4 tonnes par jour à 13,9 tonnes par jour, soit une augmentation sensible de plus de 87%. La cause explicative est la rapide augmentation de la population dans le bassin versant de la rivière Wesha (voire contexte de la zone d'étude) pratiquant ainsi les activités qui rendent le sol sensible à l'érosion hydrique.

Rappelons que l'érosion n'attaque pas uniformément tout un bassin versant mais ses parties les plus vulnérables, il question ici de vérifier les parties les plus affectées par l'érosion hydrique dans le bassin versant de la Wesha.

La rivière Wesha n'incise presque plus en profondeur car son lit est déjà tapissé de la roche-mère (Fig.1 et 9) dans la majeure partie même en amont où le bassin versant couvert de la végétation (Fig.10)



Fig. 9 : sections mouillées tapissées des roches au 05 octobre 2014

A = amont boisé avec eaux claires, B = lit rocheux au site B, lit rocheux au site C et D = lit rocheux tapissé des sédiments au site A

Au fur et à mesure que les sédiments cheminent vers l'embouchure, ils sédimentent et en aval le lit repose sur les sédiments exogènes se trouvant sur des parois rocheux d'où sur la photo de la Fig. 9. D, la rivière a un lit rocheux qui est surplombé des sédiments caillouteux et argileux. C'est à notre visite de terrain en pleine saison sèche dans le bassin versant (le 28 du mois d'Aout 2014), que nous avons constaté que même en aval la rivière Weshu a des lits rocheux. Les berges de la rivière Weshu ne sont pas aussi faciles à éroder car beaucoup d'endroits sont surplombées des matériaux qui tapissent le lit (Fig.1 et 9.b et c). L'habitat humain et l'agriculture sont tout à fait moins denses en amont et une végétation arbustive s'y étale (Fig. 10) sur un espace de plus de 2 km² où les eaux de la rivière sont plus ou moins claires (Fig. 9. a) en saisons pluvieuses pourtant laiteuses en aval dans la même saison.



Fig. 10 : Habitat dispersé et espaces boisés en amont du bassin de la Wesha au 05 octobre 2014

Deux glissements de terrain localisés en aval du site A (Fig.4) ont échappé à nos mesures pour trois raisons : la première est qu'ils débordent les limites du bassin versant, la deuxième est que les eaux ruisselantes dans ces glissements vont tout droit dans le lac Kivu et en fin depuis le site A jusqu'à l'embouchure, la rivière Wesha est drainée (bien canalisée) son lit étant pavé d'où mesurer sa vitesse par la méthodologie appliquée dans ce travail y devient compliquer. Néanmoins à ce site, la rivière a déjà reçu tous ses affluents et comme il est visible sur la Fig.4 entre les sites A et B, trois autres glissements s'y localisent et qui apportent moins des sédiments dans la rivière Wesha mesurés à l'exutoire (environ 3% des sédiments mesurés dans la rivière). Pour tous les glissements repérés dans le bassin versant de la rivière Wesha, les quatre situés en aval du site B ont des sols limoneux voire caillouteux ainsi que celui situé dans le sous bassin de la rivière Cidorhwe. Les deux autres dont l'un en amont du site B et l'autre dans lequel se situe ce site sont à sols argileux ou à fractions fines (Fig.11) or les sols argileux sont sensibles au transport en suspension de la rivière que ceux à fractions grossières.

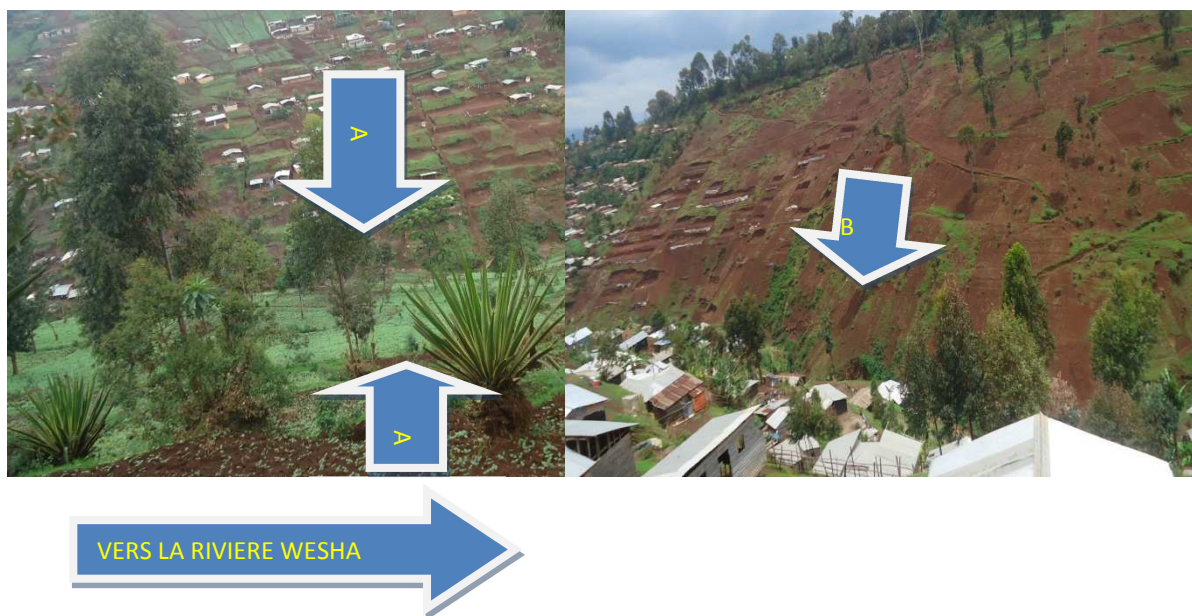


Fig. 11 : cultures et urbanisation progressive au centre à sol argileux du bassin versant de la rivière Wesha au 05 octobre 2014

A= ruissellements concentrés au versant droit et culture des haricots au versant gauche et B= sols dénudés avec ruissellements concentrés et nouvelles parcelles terrassées pour construction et protégées par les sacs.

Dans les paragraphes précédents, nous avons déjà vu que l'amont du bassin de la rivière Wesha est fortement boisé avec des faibles densités humaines et les eaux y apparaissent un peu claires en pleine saison pluvieuse (Fig.9.A) et même après une pluie de plus de 8 mm d'eau (5 octobre 2014) alors qu'elles sont laiteuses le même jour en aval où les anciens glissements sont aussi moins sensibles aux érosions hydriques. Quoique, cet aspect ne fait pas l'objet de notre étude, mais ces glissements ne présentent pas un grand risque aux érosions hydriques et aux ouvrages sauf en cas de réactivation.

De ce fait, les érosions hydriques dans le bassin versant de la rivière Wesha, ne sont pas attribuables aux glissements de terrain qui apparaissent moins actifs. Les glissements de terrain concentrés en aval du bassin versant sont quasi absents au centre et en amont de ce bassin versant. Les glissements sont tous habités dans le bassin versant de la rivière Wesha qui s'urbanise de l'aval vers l'amont moins habité.

Tous les sols ne présentent pas la même sensibilité à l'érosion hydrique. La sensibilité des sols dépend essentiellement de la granulométrie ceux à fractions fines étant les plus vulnérables, de l'humidité (pluviométrie) car plus le sol est imbibé d'eaux plus il est exposé au transport des particules détachées et en fin de la pente du terrain qui conditionne la vitesse d'écoulement de l'eau. Le couvert végétal crée un obstacle entre le sol et les gouttes de pluie, limitant leur l'impact (Lambert, 1990).

Dans les champs, les types de cultures conditionnent la durée et la densité de la couverture des sols. Les cultures à cycle végétatif réduit favorisent l'érosion hydrique, or dans le bassin versant de la rivière Wesha se cultivent les haricots et patates douces totalisant rarement trois mois aux champs. Les eaux ruisselantes y creusent elles mêmes des ravines dans les sols argileux (sols à fractions fines) mis à nus ou cultivés pauvres en humus étant sensibles à l'érosion et en terrassant pour les constructions les argiles deviennent également sensibles aux érosions hydriques. Les activités anthropiques concentrent les écoulements superficiels qui entraînent les sols vers la vallée de la rivière Wesha. Les érosions hydriques dans le bassin de la rivière Wesha résultent donc des activités anthropiques entre autre l'action combinée des cultures qui fragilisent le sol et l'intensification progressive de la population au centre. Celles-ci s'intensifient au fur et à mesure que les habitants s'augmentent dans ce bassin versant dénudant ainsi le sol.

L'amont boisé dudit bassin versant n'est pas épargné du danger si les mesures adéquates ne sont pas prises pour contrôler l'urbanisation et toutes les activités anthropiques. Les eaux ruisselantes et laiteuses le long des pentes descendent dans la rivière tapissée du lit rocheux au centre pour la rendre turbide. C'est ainsi que cette turbidité diminue sensiblement après quelques jours sans pluie.

La partie la plus sensible à l'érosion hydrique dans le bassin versant de la rivière Wesha (le centre) avec ses 5 km², est fortement érodée et c'est bien elle qui perd plus de 97% d'environ 14 tonnes de sédiments mesurés à l'exutoire de la rivière Wesha. En sommes, la qualité des sols du centre (sols argileux) et leur usage (terrassement pour construction et agriculture) explique la présence des sédiments en suspension dans la rivière Wesha. Considérant le sous bassin de la rivière Cidorhwe le plus érodé que celui de la Wesha en terme de dégradation spécifique, il est aussi plus cultivé qu'habité ainsi les sols cultivés sans méthode de conservation des sols sont donc plus exposés aux érosions que ceux habités par l'homme car à surface égale et même caractéristiques des sols et des pentes, un espace bâti (présence d'une maison) et celui cultivé avec des plantes sarclées et à cycle végétatif réduit, les eaux des pluies n'auront pas les mêmes impacts sur le sol. Néanmoins, toute cette partie du centre est sensible aux érosions hydriques même si les champs de culture restent plus exposés que les espaces bâtis.

La ville de Bukavu en général et le bassin versant de la rivière Wesha en particulier, connaît l'exode rural attribué à l'insécurité permanente dans les milieux ruraux et la population s'y installe indépendamment du plan d'aménagement urbain, terrassant les versants souvent à fortes pentes impropres à la construction et les sols sont orientés vers la vallée de la rivière Wesha mais chacun cherche à protéger sa petite parcelle même par des moyens artisanaux (Fig.12.b) et par canalisation des eaux ruisselantes. Toute fois, cette façon de faire n'est pas une solution aux érosions hydriques car une fois le sol imbibé d'eau après des pluies intenses dans la parcelle, il est vite entraîné vers la rivière.

La présente étude est multisectorielle et après avoir examiné la dynamique sédimentaire dans le bassin versant de la rivière Wesha et cerné les causes et l'origine des sédiments en suspension, il n'est pas aussi stupide de penser aux pistes des solutions postérieures comme guide d'une étude approfondie (Fig.13) sur le même terrain car nous ne prétendons pas affirmer que la présente étude est achevée. Tout plan d'aménagement urbain ou agricole dans ce terrain nécessite l'intervention concertée des scientifiques et du pouvoir public.

Les érosions hydriques étant intenses dans le bassin versant de la rivière Wesha en pleine urbanisation et labouré en montagnes équatoriales pluvieuses, il est impérieux qu'une étude dressant la carte de vulnérabilité et coupe pédagogiques soit menée afin de déterminer des espaces sensibles aux mouvements gravitaires et prédire des risques hydrologiques et des mouvements de masse associées. Cela permettrait de déterminer en fin les espaces habitables et à reboiser par classement

des pentes en se basant sur la littérature reconnue et proposer le nombre maximum d’habitants à recevoir dans ce bassin versant pour réduire sensiblement les érosions hydriques ce qui est une pérennité des sols et un plan d’aménagement adéquat dans le milieu. Cette étude doit impérativement précéder l’installation des infrastructures de base Par le pouvoir public.

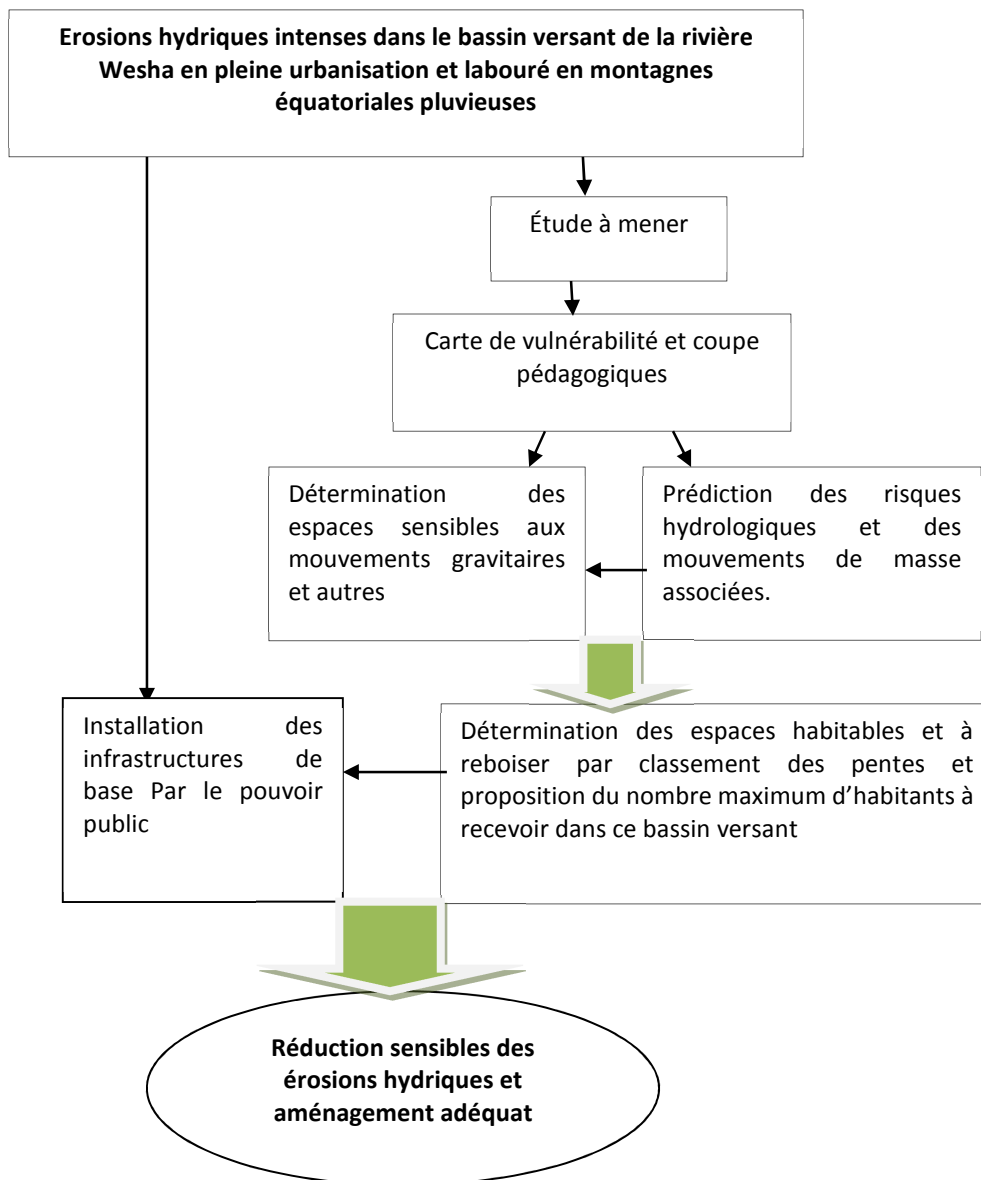


Fig. 13 : Domaine de recherche postérieure

Le bassin versant de la rivière Wesha n’est pas le seul concerné par ce genre de problème dans la ville de Bukavu ; cette étude postérieure peut s’étendre sur tout le bassin urbain du lac Kivu en ville de Bukavu.

6 CONCLUSION

Le thème qui a fait l’objet de la présente étude a examiné la dynamique des sédiments sur deux périodes de cinq mois chacune avec cinq ans d’intervalle dont la première période est de décembre 2009 jusqu’en avril 2010 et la deuxième est d’octobre 2014 jusqu’en février 2015. Pour examiner les sédiments entraînés par la rivière Wesha et cerner leur origine sous climat agressif, le pluviomètre a été installé durant les deux périodes dans le bassin versant et la deuxième période a été caractérisée en plus par le prélèvement des débits à trois endroits différents.

A la première période, les sédiments entraînés dans le bassin versant de la rivière Wesha à l'exutoire étaient évalués à plus de 7,4 tonnes par jour en moyenne, soit une dégradation spécifique de plus de 0,8 tonnes arrachés au km² par jours. A la deuxième période, dans la rivière Wesha à l'exutoire s'observait une charge en suspension évaluée à 13,9 tonnes par jour en moyenne, soit une dégradation spécifique de plus de 1,6 tonne de sols arrachés au km² par jour. Au deuxième site (B) de la même période, les sédiments entraînés par jour sont évalués à plus de 7,6 tonnes soit plus de 54% des sédiments qui traversent la section mouillée à l'exutoire et une dégradation de 1,5 tonnes moins la Cidorhwe. Le troisième site (C) situé sur la Cidorhwe qui draine un bassin versant évalué à 2 km² est le plus agressif jusqu'à arracher plus de 3 tonnes de sols au km² soit plus de 6,1 tonnes mesurées au site de prélèvement. Ce bassin versant entraîne les sédiments évalués à plus de 43% de tous ceux évalués à l'exutoire de la Wesha. En cinq ans, les sédiments en suspension sont passés de 7,4 tonnes par jour à 13,9 tonnes par jour, soit une augmentation sensible de plus de 87%. La cause explicative est la rapide augmentation de la population dans le bassin versant de la rivière Wesha (voire contexte de la zone d'étude) pratiquant ainsi les activités qui rendent le sol sensible aux érosions hydriques.

Pour tous les glissements repérés dans le bassin versant de la rivière Wesha, les quatre situés en aval du site B ont des sols limoneux voire caillouteux ainsi que celui situé dans le sous bassin de la rivière Cidorhwe. Les deux autres dont l'un en amont du site B et l'autre dans lequel se situe ce site sont à sols argileux ou à fractions fines or les sols argileux sont sensibles au transport en suspension de la rivière que ceux à fractions grossières.

Les érosions hydriques dans le bassin versant de la rivière Wesha résultent des activités anthropiques entre autre l'action combinée des cultures qui fragilisent le sol et l'intensification progressive de la population au centre. Celles-ci s'intensifient au fur et à mesure que les habitants s'augmentent dans ce bassin versant dénudant ainsi le sol. De ce fait, l'amont dudit bassin versant est boisé mais n'est pas épargné du danger si les mesures adéquates ne sont pas prises pour contrôler l'urbanisation et toutes les activités anthropiques. Les eaux ruisselantes et laiteuses le long des pentes descendent dans la rivière tapissée du lit rocheux pour la rendre turbide. C'est ainsi que cette turbidité diminue sensiblement après quelques jours sans pluie. Le centre est la partie la plus sensible à l'érosion hydrique dans le bassin versant de la rivière Wesha et totalise une superficie évaluée à 5 km². Il est fortement érodé et perd plus de 97% d'environ 14 tonnes de sédiments mesurés à l'exutoire de la rivière Wesha. La ville de Bukavu en général et le bassin versant de la rivière Wesha en particulier, connaît l'exode rural attribué à l'insécurité permanente dans les milieux ruraux et la population s'y installe indépendamment du plan d'aménagement urbain, terrassant les versants souvent à fortes pentes impropres à la construction et les sols sont orientés vers la vallée de la rivière Wesha.

REFERENCES

- [1] Ambroise B., 1998, LA Dynamique du cycle de l'eau dans un bassin versant, HGA, Bucarest, 206pages.
- [2] Birembano B., 2013, Inondations et sédimentation dans les basses terres du littoral du Lac Kivu à Bukavu : cas du bassin versant de la Tshula, Mémoire de Maitrise, Inédit, Université Pédagogique Nationale, Kinshasa, 100 pages.
- [3] Borges A., 1993, Modélisation de l'érosion sur deux bassins versants Expérimentaux des Alpes du Sud, Thèse de Doctorat, Inédit, Université Joseph fourier, Grenoble, 259pages
- [4] Chaponnière A., 2005, Fonctionnement hydrologique d'un bassin versant montagneux semi-aride *Cas du bassin versant du Rehraya (Haut Atlas marocain)*, Thèse de Doctorat, Inédit, Centre d'études spatiales de la biosphère, Paris, 268pages.
- [5] Chuzeville, B., 1990, Hydrologie tropicale et appliquée en Afrique subsaharienne, Ministère de la Coopération et du Développement, AGRIDOC International, Paris, 310pages.
- [6] Communes de Kadutu et de Bagira, statistiques annuelles de la population en 2009 Et en 2014.
- [7] Lambert R., 1990, Le bassin versant, cours/Université de la Sorbonne, inédit, 89pages.
- [8] Migombano, U., 2011, Evaluation et cartographie par SIG du risque lié aux glissements de terrain (Sud-Kivu, RD CONGO), Mémoire de Master Complémentaire, inédit, Université de Liège, 65 pages.
- [9] Musy, A., Higy, C., 1998, Hydrologie Appliquée, HGA, Bucarest.
- [10] Péguy C., 1970, Précis de Climatologie, Masson et Cie, Paris, 230pages
- [11] Tricart J., 1974, Le modelé des régions chaudes forêts et Savanes, SEDES, Paris, 382 pages.
- [12] Yao M., 2008, Dynamique des éléments traces dans les eaux de surface des bassins versants agricoles de Gascogne, Thèse de doctorat, inédit, Université de Toulouse, 350 pages.
- [13] Vazken A., 2002, Impact de l'évolution du couvert forestier sur le comportement Hydrologique des bassins versants, Thèse de doctorat, inédit, Université de Paris 6, 545 pages.