GROUPEMENT D'INTERET PUBLIC/
AGENCE DE L'EAU DES CASCADES

COMITE DE BASSIN

CONSEIL D'ADMINISTRATION

DIRECTION GENERALE DE L'AGENCE DE L'EAU DES CASCADES

BANFORA /TEL : 20 91 19 95
Email: aecascades@yahoo.fr

BURKINA FASO

UNITE – PROGRES – JUSTICE

-=-=-=-=-

RAPPORT FINAL
MISE EN PLACE DE LA BANDE DE SERVITUDE DU COURS D'EAU COMOE.

Version	***Auteurs :***	***Validé par :***	***Date de dépôt***
Version finale	***COMPAORE Y. F. Nestor*** *E-mail: fiacre_98@yahoo.com* ***KAM M. Ahmed*** *E-mail: kam_massa@yahoo.fr*	*Direction Générale de l'Agence de l'Eau des Cascades (DGAEC)*	*19/12/2015*

Décembre 2015

Sommaire

I. Introduction 4

II. Présentation de la zone de l'étude 5

II.1. Situation Géographique 8

II.2. Hydrographie et régime Hydrologique 9

II.3. Géologie et géomorphologie 11

II.4. Occupation des sols et végétation 14

II.5. Les Facteurs climatiques 15

II.5. 1. Les Températures 16

II.5. 2. Le Vent 16

II.5.3. Le rayonnement solaire 17

II.5.4. L'humidité relative 17

II.5.5. La pluviométrie. 17

II.5.6. L'Évapotranspiration 17

III. Objectif de la mise en place de la bande de servitude 19

IV. hydromorphologie du cours d'eau 20

V. Dégradation des berges de la Comoé et baisse des débits 21

V.1 Causes et conséquences de la dégradation des berges de la Comoé 21

V.1.1 Fonctions d'une berge en bon état 22

V.1.2 Sources de détérioration des berges de la Comoé : facteurs naturels 23

V.1.3 Sources de détérioration des berges : facteurs anthropiques 24

VI. La baisse des débits du cours d'eau Comoé 28

VI.1. Eaux de surface 28

VI.2. Eaux souterraines 29

VII. Le Profil en long du cours d'eau Comoé 31

VII.1 Analyse du comportement morphodynamique du cours d'eau 31

VII.1.1 Caractérisation physique du cours d'eau 31

VII.1.2 Processus dynamiques 32

VII.2 La pente moyenne du cours d'eau Comoé 34

VII.3 Bornage de la bande de servitude du cours d'eau Comoé 36

VIII. Protection des berges du cours d'eau Comoé. 38

IX. Conclusion 44

Tableau des illustrations

Photo 1 : Travaux de ménage dans le lit de la Comoé (Cliché : KAM2013) _____ *26*
Photo 2 : Dégradation des berges à Siniéna (Cliché : KAM 2013) _____ *26*
Photo 3 : Piétinement des berges par le bétail (Diarabakoko) (Cliché : KAM 2013) _____ *27*
Photo 4 Prélèvement par motopompe (Cliché : KAM 2013) _____ *27*

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude, Source Google Earth (image Landsat 2014) *6*
Figure 2 : Vue de l'emprise de la zone inventoriée, Source Google Earth (image Landsat 2014) *7*
Figure 3: La localisation du Bassin Versant de la Haute Comoé (source : SIG VREO) *9*
Figure 4 : le réseau hydrographique de la Haute Comoé (source : GDEM/SIG VREO) *10*
Figure 5 : la géologie de la Haute Comoé (source : BUMIGEB) *12*
Figure 6: L'Occupations des sols et végétation du bassin de la haute Comoé (source : SIG VREO) *15*
Figure 7: Illustration du processus de recoupement *33*
Figure 8 : Profil en long de la Comoé de Karfiguéla à Kribina-Lèna *35*
Figure 9 : Limites de la bande de servitude *37*
Figure 10 : Croquis du reboisement des berges *40*

I. Introduction

Dans le cadre de l'exécution de ses activités, l'Agence de l'Eau des Cascades (AEC) mène des études de connaissance et de protection des ressources en eau, des actions de renforcement des capacités et des travaux de restauration et de protection des berges du cours d'eau Comoé. En effet devant la pénurie croissante de l'eau exacerbée par la multiplication des exploitations agricoles le long du cours d'eau Comoé et l'urbanisation, la mauvaise affectation des ressources, la dégradation de l'environnement et la mauvaise gestion des ressources en eau, l'Agence de l'Eau des Cascades(AEC) et le Comité Local de l'Eau du sous-bassin de la Haute-Comoé font face à de nouveaux défis qui requièrent une nouvelle approche de la gestion des ressources en eau. L'eau est une ressource unique aux usages concurrents. L'expérience a amplement démontré que la gestion de l'eau est complexe, recouvre plusieurs niveaux et nécessite un cadre global. Ce cadre analytique facilitera l'examen des interactions entre l'écosystème et les activités socio-économiques dans les bassins fluviaux. Une approche intégrée s'est donc substituée aux approches sectorielles ou sous-sectorielles en prenant en compte les objectifs sociaux, économiques et environnementaux, en évaluant les ressources en eau dans chaque bassin, en évaluant et en gérant la demande en eau et en cherchant à obtenir la participation des parties prenantes. Ce point de vue est largement partagé de nos jours même s'il ne s'est pas encore imposé.

Après avoir réalisé un inventaire exhaustif des occupants des berges du cours d'eau traversant l'ensemble des localités allant de Karfiguéla à Kribina-léna, l'agence de l'eau s'est attelée à la délimitation et à la matérialisation de la bande de servitude de la rivière Comoé. La délimitation de cette bande de servitude se décline en trois activités principales :

- Réalisation du profil en long du cours d'eau,
- Délimitation de la bande de servitude,
- Matérialisation de la bande de servitude.

A l'issue de cette délimitation de la bande de servitude, d'autres activités telles que la sensibilisation, la restauration et la protection des berges du cours d'eau devront être engagées.

II. Présentation de la zone de l'étude

La zone de l'étude se situe dans le sous-bassin de la Haute-Comoé. Elle va des falaises de Banfora c'est-à-dire du village de Karfiguéla jusqu'à Kribina-Lèna autre localité dudit sous-bassin. Sa longueur estimée dans les termes de références de l'étude à quinze (15) kilomètres s'avère être en réalité vingt (20.636) kilomètres et sa largeur moyenne est d'environ 1km soit 500 m de part et d'autre du lit du cours d'eau. La zone de l'étude est représentée sur l'image ci-dessous et est comprise entre les longitudes (4° 46' 57" et 4° 49' 30") et les latitudes (10° 35' 44" et 10° 43' 25").

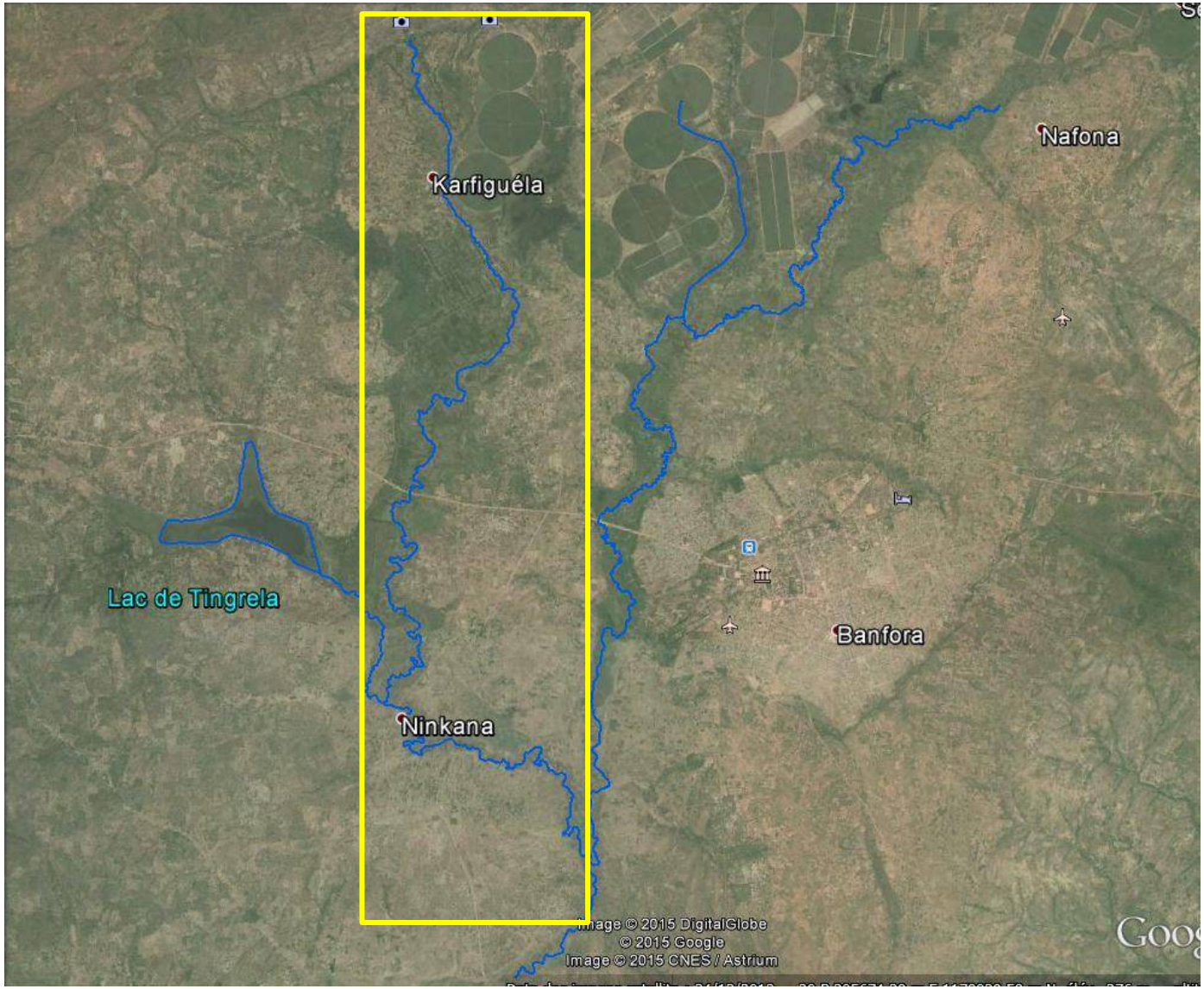

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude, Source Google Earth (image Landsat 2014)

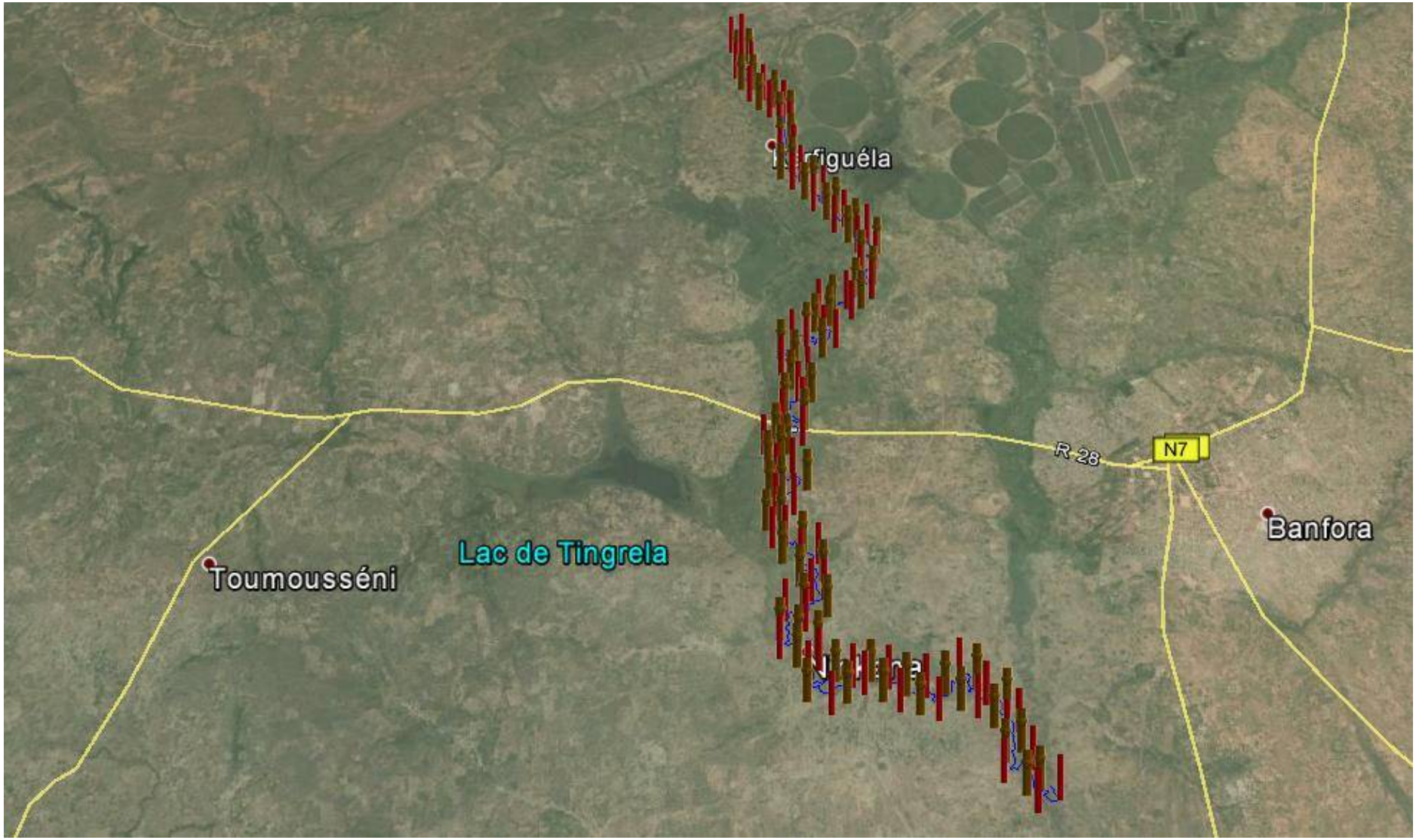

Figure 2 : Vue de l'emprise de la zone inventoriée, Source Google Earth (image Landsat 2014)

II.1. Situation Géographique

Le bassin versant de la haute Comoé est un espace géographique situé dans le sud-ouest du Burkina Faso (figure 3). Il est à cheval entre les régions des Hauts-Bassins et des Cascades et s'étend entre les latitudes (10°30'N et 11°10'N) et les longitudes (4°10'W et 5°20'W). Le bassin de la Haute Comoé est un sous bassin du bassin national de la Comoé. C'est la partie la plus en amont du bassin et couvre une superficie d'environ 1928 Km^2.

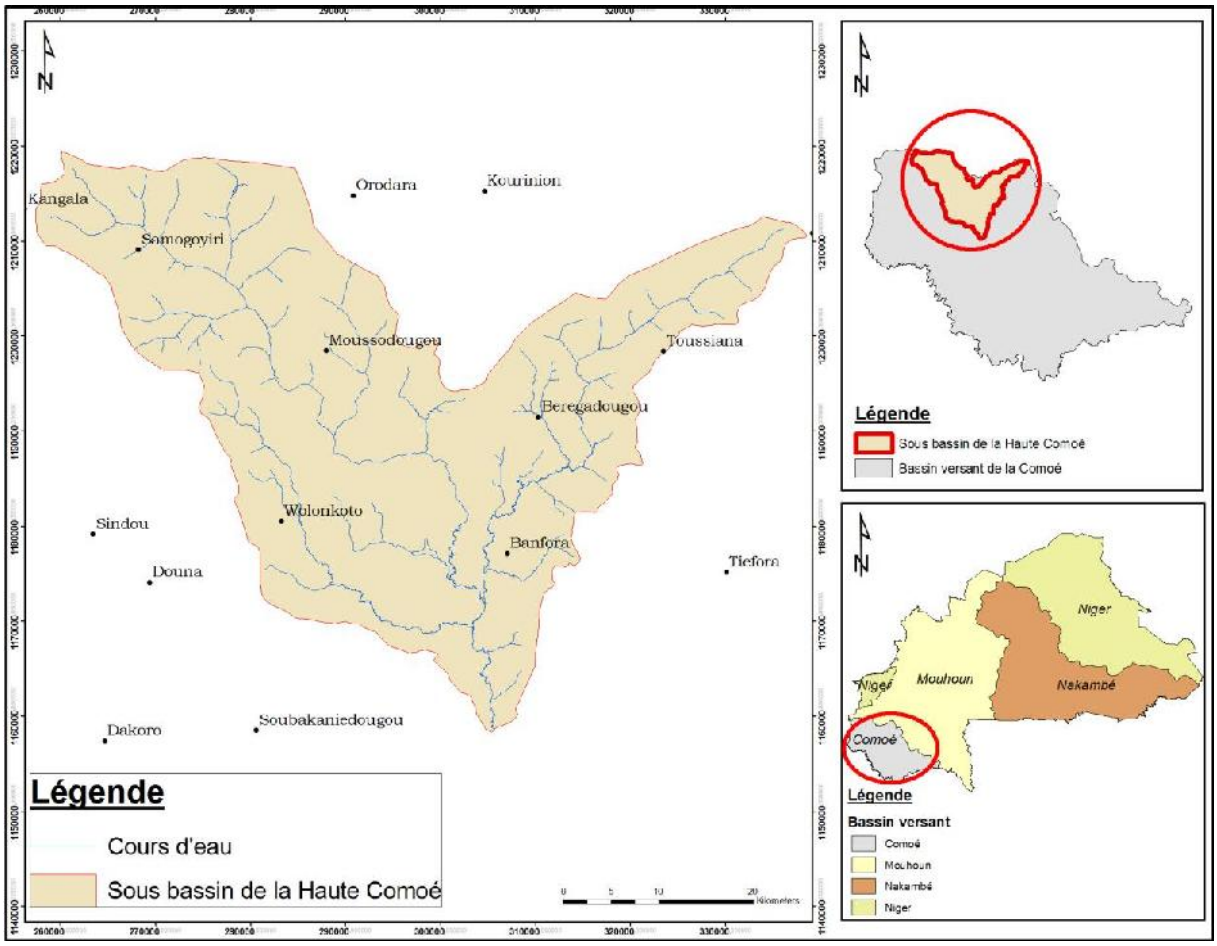

Figure 3: La localisation du Bassin Versant de la Haute Comoé (source : SIG VREO)

II.2. Hydrographie et régime Hydrologique

Le Burkina est un pays intermédiaire entre les pays sahéliens du nord et les pays côtiers humides du sud. Cette position se reflète sur le plan hydrographique, sa partie sud-ouest abondamment arrosée possède un réseau développé et bien structuré, donnant naissance aux cours d'eau pérennes du pays et de nombreux lacs et mares pérennes (Mare aux hippopotames, Tengréla, Lémouroudougou, Karfiguéla), barrages (Toussiana, Moussodougou, Tiéfora, etc.), des chutes d'eau (Comoé, Niofila, Karfiguéla) (RESO(3), 1997).

La Comoé est un cours d'eau pérenne qui prend sa source dans la région de Samogohiri sur le plateau gréseux à 600 m d'altitude. En descendant les falaises de Banfora, la Comoé forme les cascades de Karfiguéla et s'écoule dans une vaste plaine en s'enrichissant de nombreux affluents tertiaires

avant d'être rejointe par la Léraba, son principal affluent, à la frontière Sud du Burkina Faso. Sa longueur totale est de 300 km. Le relief accidenté de ce cours d'eau et son débit d'étiage soutenu permettent une exploitation importante de la ressource en eau. La baisse des débits au cours de ces dernières années fait apparaître cependant des limites. Le bassin de la Haute Comoé a son exutoire défini par la station hydrométrique de Diarabakoko dont les coordonnées géographiques sont:

- **Latitude : 10°28'37.51''Nord;**
- **Longitude : 04°46'34.49''Ouest.**

La station hydrométrique de Diarabakoko fonctionne depuis 1955.

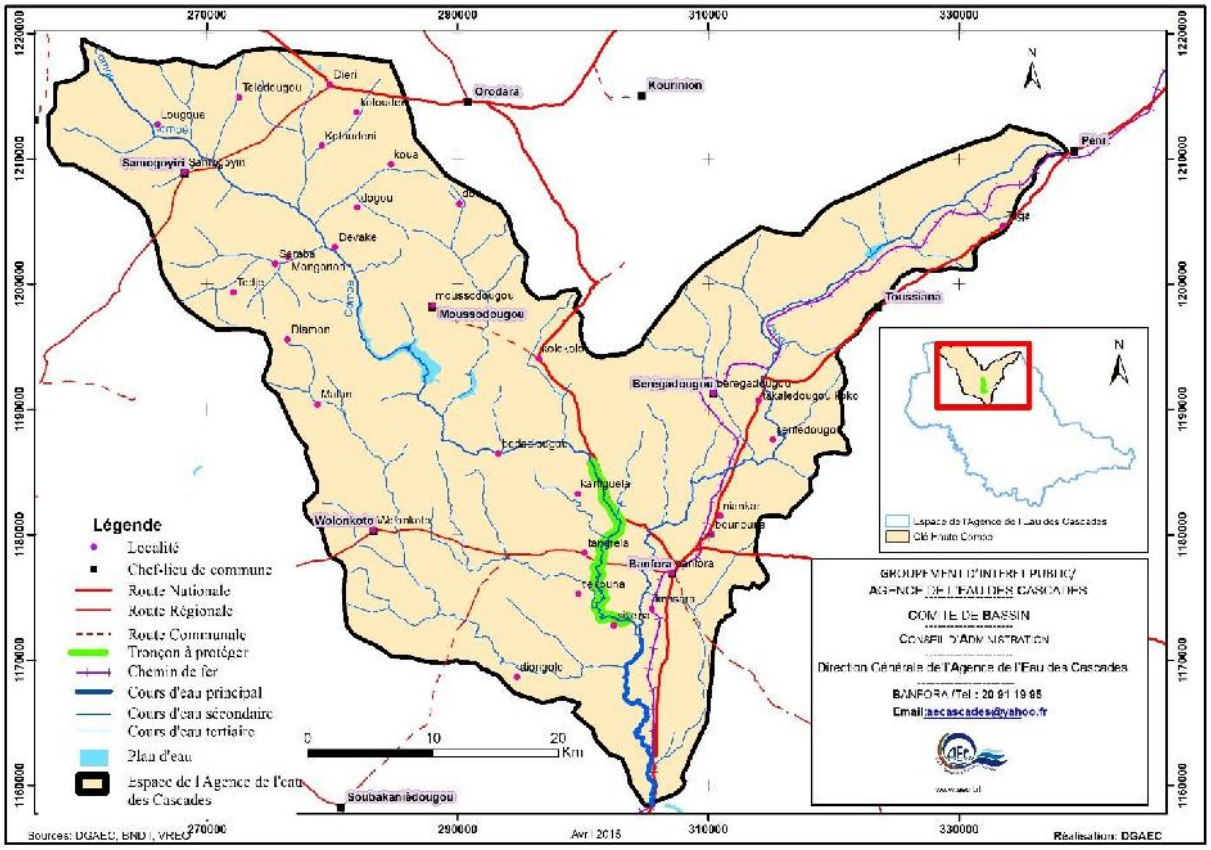

Figure 4 : le réseau hydrographique de la Haute Comoé (source : GDEM/SIG VREO)

II.3. Géologie et géomorphologie

La Haute Comoé est un exemple particulier de regroupement de formations sédimentaires et de socle. Elle possède l'un des plus grands potentiels pour l'exploitation des eaux souterraines au Burkina Faso (PADI, 2011).

Deux grandes formations géologiques structurent le bassin de la haute Comoé au Burkina Faso (figure 5):

- Les formations cristallines largement prédominantes, sont diversement constituées de roches à dominance granito-gneissique ou migmatique, schisto-gréseuse ou volcano-sédimentaire. Elles occupent les parties centrales et sud du bassin.
- Les formations sédimentaires dans lesquelles se sont logés des filons de dolérite, constituent la bordure sud du bassin sédimentaire de l'ouest burkinabé et sont formées des Grès de Kawara-Sindou (GKS), des Grès à Granules de Quartz (GGQ), des Grès Fin Glauconieux (GFG), des Grès Inférieur (GI) et de Filons de dolérite. (PADI, 2011).

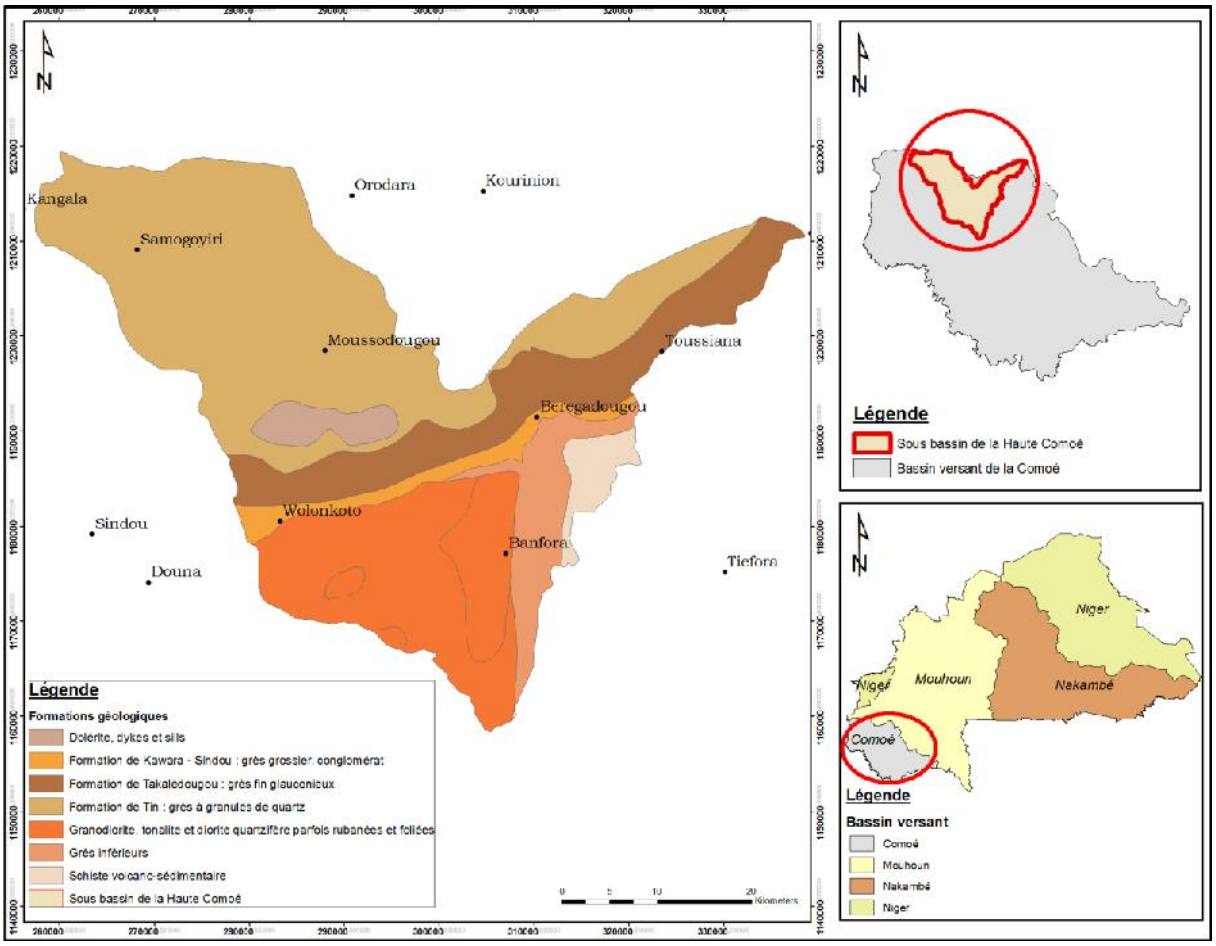

Figure 5 : la géologie de la Haute Comoé (source : BUMIGEB)

La zone d'intervention de l'étude est caractérisée par cinq (5) groupes de formations géologiques: Ce sont les formations de Kawara-Sindou, des grès inférieurs, des schistes volcano-sédiments, des granodiorites et le groupe tonalitique. Les grès de Kawara-Sindou (60 à 350m d'épaisseur) reposent sur le grès inférieur ou directement sur le socle. C'est une formation constituée de grès quartzite très fin à la base et de grès grossier au-dessus. Elle est caractérisée par une stratigraphie oblique et la présence d'abondante ride de vague (Hugot, 2002).

Les grès inferieurs (50 à 300m d'épaisseur) reposent en discordance sur le socle. La formation est constituée successivement de la base au sommet de grès rouge fin, de grès quartzite fin et de grès rouge à débit schisteux (Hugot, 2002) ;

Les schistes et volcano-sédiments: Ces roches présentent une certaine complexité. En effet, à l'altération, elles peuvent être difficiles à différencier avec les roches andésitiques schistosées et altérées. Globalement, il s'agit de pélites, de schistes gréseux, de schistes lustrés gris-noir, des schistes tuffacés ainsi que de rares horizons quartzitiques (Ouédraogo ,2008);

Les granodiorites sont des roches grenues, mésocrates à minéraux relativement riches en ferromagnesiens et feldspaths (Hugot, 2002). Elles constituent la majeure partie du socle au niveau de notre site d'étude; **Le groupe des tonalites:** Il comprend un certain nombre de faciès de composition allant de la granodiorite à la tonalite et la diorite quartzifère. Ces roches sont globalement très voisines. Elles sont de grain moyen à grossier, présentant une fabrique planaire ou une foliation gneissique nette. Localement, un rubanement est associé à la foliation et donne à la roche un aspect de migmatite. Elles sont généralement recoupées par des filons d'aplite ou de pegmatite. Dans ces roches le plagioclase prédomine; le feldspath potassique, le quartz, l'amphibole et la biotite sont moins abondants (Ouédraogo, 2008).

Sur le plan géomorphologique, le bassin présente sur sa partie nord, un relief accidenté avec une altitude comprise entre 257 et 712 m. C'est dans cette zone que se trouvent la falaise de Banfora, les chutes de Karfiguéla, de Tourni et le mont Ténakourou. La partie sud est constituée d'une vaste plaine, avec un relief plus monotone. La pente moyenne y est faible (0,70m/km), et l'altitude est généralement inférieure à 400 m. Le point le plus bas est atteint dans le bassin du Codoun, à la sortie du territoire burkinabè, avec 215 m d'altitude.

II.4. Occupation des sols et végétation

a)Sols

Dans le bassin de la Comoé, les sols généralement rencontrés sont de quatre types :

- les sols kaolinitiques, du type ferrugineux tropical de couleur rouge ocre, qui assurent un bon drainage ;
- les sols montmorillonitiques de couleur brune sur lesquels le drainage est imparfait ;
- les sols argilo-sableux des bassins sédimentaires plus fréquemment rencontrés à l'Est et au Sud-Est de la région ; ils assurent un drainage moyen ;
- les sols hydromorphes inondés en saison humide.

Au niveau de la plaine de Karfiguéla, les sols sont généralement profonds de type ferrugineux tropical (PADI, 2013). La diversité de ces sols est sans doute, un énorme potentiel pour l'activité agricole dans la zone. Les sols sont en majorité légers et sensibles à l'érosion qui est accélérée par l'action anthropique (les systèmes de production extensifs; la coupe abusive du bois de chauffe; l'occupation anarchique des terres).

b) la végétation

L'importance des précipitations dans la haute Comoé favorise le développement d'espèces ligneuses dont la densité de peuplement, le nombre de strates et la hauteur sont importantes. On retrouve des forêts galeries le long des rivières où l'écoulement est pérenne et dans les vallées et ravins à humidité permanente.

Le Nord du bassin est caractérisé par la présence de graminées. C'est le domaine de la forêt claire avec des arbres de taille moyenne. Les espèces les plus rencontrées sont le néré (*Parkiabiglobosa*), le karité (*Butyrospernumparkii*) et le tamarinier (*Tamarindusindica*). Le tapis herbacé est essentiellement composé de thérophites dont le cycle végétatif est étroitement lié au cycle pluviométrique (Figure 6).

Toutefois, cette végétation connaît une forte dégradation sous l'effet d'actions anthropiques. Cela n'est pas sans conséquence sur les écoulements superficiels.

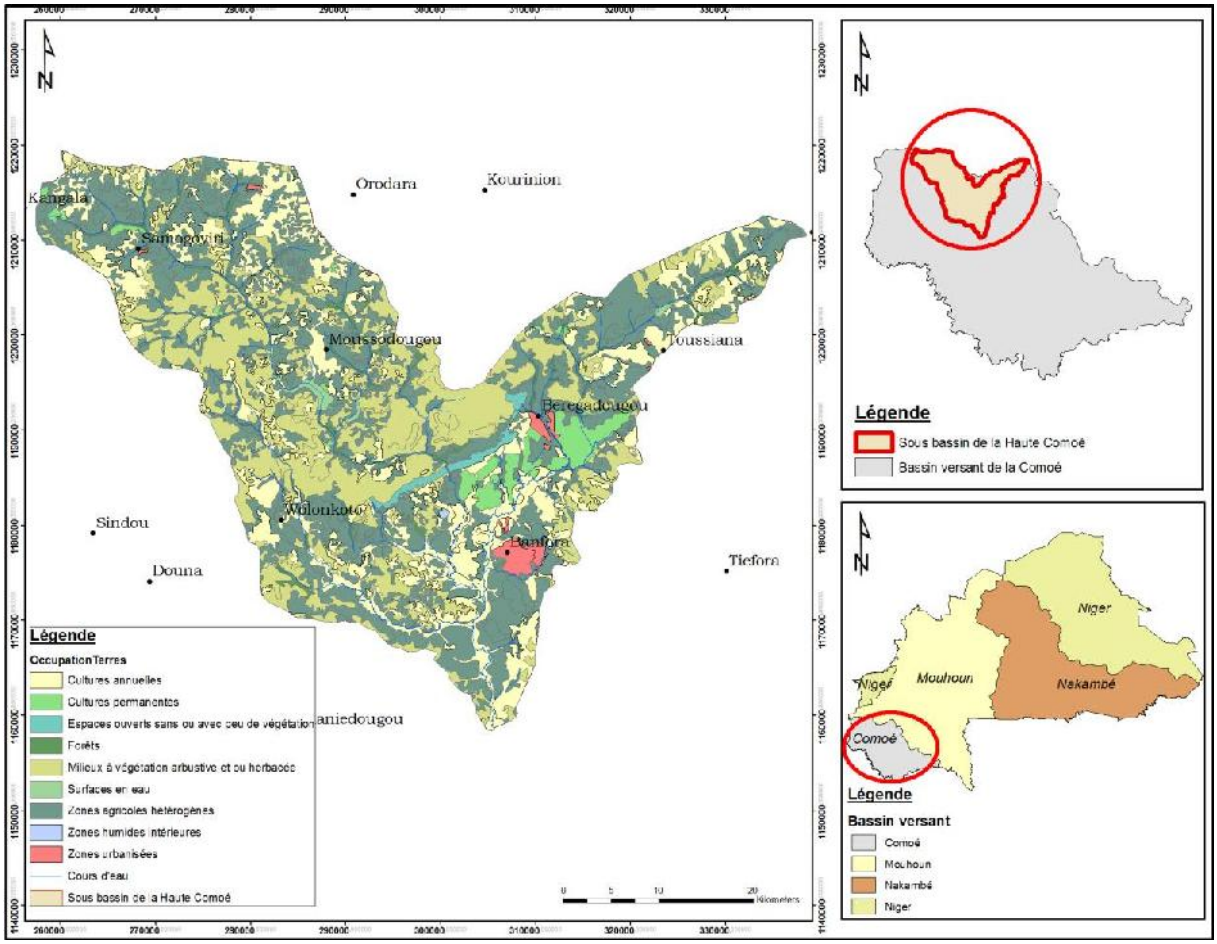

Figure 6: L'Occupations des sols et végétation du bassin de la haute Comoé (source : SIG VREO)

II.5. Les Facteurs climatiques

La position géologique du Burkina confère à son climat un caractère soudano-sahélien marqué par le déplacement du front inter tropical (FIT) qui détermine deux grandes saisons : la saison sèche et la saison des pluies. Leur durée est fonction de la latitude. La saison humide se raccourcissant vers le nord. Dans le sud-ouest, les latitudes sont les plus méridionales du Burkina et les conditions climatiques y sont les plus favorables : la saison des pluies dure 5 à 6 mois (RESO(3), 1997). Deux stations météorologiques

synoptiques existent à Bobo-Dioulasso et à Gaoua. Trois stations agro météorologiques importantes sont suivies à Banfora, Bérégadougou et Niangoloko.

II.5. 1. Les Températures

L'amplitude thermique annuelle est faible : la température moyenne mensuelle minimale varie toute l'année de 17 à 22°C tandis que la température moyenne maximale varie de 33 à 37°C en saison sèche et de 29 à 34°C en saison de pluie (Idrissa, 2006).

II.5. 2. Le Vent

Les vents alternes suivant les saisons et sont liés au FIT. En saison sèche, lorsque le FIT redescend vers la côte de Guinée, le Burkina est soumis au régime d'un d'alizé continental de Nord-est dépassant rarement 5 m/s : l'Harmattan.

C'est un vent chaud, très sec et qui engendre des vents de sable dans le sahel et le sud saharien et donc aussi dans le sud-ouest Burkinabè, il en résulte parfois des journées de « brume sèche », constituée par la fraction la plus fine de ces vents de sable que l'harmattan emporte. L'effet desséchant de ces vents est accentué en mars/avril par la montée de la température.

En saison des pluies, on passe sous le régime de la mousson, avec un alizé austral humide du sud-ouest chargé de cumulus. A la jonction de ces deux saisons, lors du passage du FIT, le vent change de direction. Des cellules orageuses locales se développent et les cumulo-nimbus fusionnent parfois pour former de vastes masses cycloniques. Des vents violents les accompagnent et peuvent atteindre 120km/h. Au début de la saison des pluies, ces vents provoquent des tempêtes de poussières intenses mais brèves et à la fin de la saison des pluies, ils peuvent occasionner des dégâts aux cultures, couchant les céréales qui n'ont pas encore été récoltées (RESO(3), 1997).

II.5.3. Le rayonnement solaire

Le climat du Burkina Faso est caractérisé par : un rayonnement solaire global de forte intensité avec une nette prédominance des énergies comprises entre 2 000 et 2 600 joules/cm^2/jour (soit 5 555KWh/j/m^2 à 7 222 KWh/j/m^2), enregistrées de janvier à août dans la moitié nord du pays et de février à juin dans le Sud ; une longue durée d'insolation variant de 6 à 11 heures par jour.

II.5.4. L'humidité relative

L'humidité relative annuelle moyenne est de 50%. Elle fluctue beaucoup selon la saison et est fonction du régime des vents et des masses d'air associées. Les alizés de la mousson amènent du golfe de Guinée un air humide, avec une hygrométrie moyenne de 80%. En saison sèche, l'harmattan fait descendre des zones sahariennes et sahéliennes un air très sec dont l'hygrométrie tombe à 20% en janvier. (RESO$_{(2)}$, 1997)

II.5.5. La pluviométrie.

Le bassin de la Haute-Comoé appartient au climat tropical de type sud-soudanien. Le régime des pluies lié au climat est tributaire des flux d'air qui circulent des hautes pressions sahariennes à l'anticyclone de sainte Hélène. L'influence alternée des anticyclones est à l'origine des variations climatiques constatées:

- saison sèche: novembre à avril;
- saison des pluies: mai à octobre avec des périodes transitoires froides ou chaudes (RESO$_{(3)}$, 1997).

II.5.6. L'Évapotranspiration

Les valeurs mensuelles minimales d'ETP sont observées en juillet et Août et sont en moyenne de 95 mm soit environ 3mm/j à Bobo-Dioulasso (amont de la Haute-Comoé) et Gaoua (aval de la Haute-Comoé). Entre l'évaporation annuelle au bac classe A et celle sur une nappe d'eau libre, il a été établi un

rapport de l'ordre de 75% à 80%. D'où une estimation de l'évaporation moyenne annuelle sur un plan d'eau de 1800 à 2200 mm ($RESO_{(3)}$, 1997).

III. Objectif de la mise en place de la bande de servitude

La mise en place de la bande de servitude d'une portion du cours d'eau Comoé se fondera sur le décret N°2011-306/PRES promulguant la loi n°003-2011/AN du 05 avril 2011 portant Code forestier au Burkina Faso.

A son titre IV : DE LA PROTECTION DES EAUX, DE L'HYGIENE ET DE LA QUALITE DES PRODUITS HALIEUTIQUES, CHAPITRE I : DES MESURES PARTICULIERES DE PROTECTION DES EAUX, Article 233 il est dit ceci:

Les berges des cours d'eau, des lacs, des étangs doivent faire l'objet d'une protection pour assurer leur périmètre par la délimitation d'une bande de servitude sur chaque rive ou sur tout le pourtour selon le cas.

Préalablement à l'octroi de toute autorisation relative à l'occupation, à l'aménagement des plans d'eau et dans le cas où les intérêts de la pêche ou de l'aquaculture sont susceptibles d'être affectés, l'administration compétente doit consulter les ministères chargés de l'environnement, de la pêche et de l'aquaculture.

Les conditions et les modalités de détermination des bandes de servitudes sont déterminées par voie réglementaire.

Au regard de ce qui précède l'Agence de l'Eau des Cascades dans sa démarche de gestion intégrée des ressources en eau du bassin de la Comoé et mettant en avant la résolution des conflits par l'information et la sensibilisation, a commandité une étude pour la mise en place d'une bande de servitude du cours d'eau Comoé allant des falaises de Karfiguéla jusqu'à la localité de Kribina-Lèna. Ce tronçon de cours d'eau d'une longueur d'environ vingt-six (20.6) kilomètres servira d'approche pilote de protection de berges dans le bassin de la Comoé en plus de celle déjà exécutée par la Direction de l'Environnement et du Développement Durable avec l'appui du Millenium Challenge Account (MCA).

IV. hydromorphologie du cours d'eau

L'hydromorphologie consiste à étudier la morphologie du cours d'eau en fonction des conditions hydrauliques et des conditions locales (géologie, relief, etc.).

L'hydromorphologie est une notion complexe s'intéressant à plusieurs processus qu'il s'agit de préserver ou de restaurer :

- la continuité écologique : libre circulation des sédiments et des poissons ;
- la mobilité des cours d'eau : capacité que le cours d'eau a, de déplacer son lit mineur au sein de son lit majeur ;
- la continuité latérale, maintien des échanges entre le lit mineur et le lit majeur ;
- l'état des berges et de la végétation rivulaire ;
- le régime hydrologique : respect des débits d'étiage, restauration et maintien des crues morphogènes, maintien de la connexion avec les eaux souterraines.

L'étude de l'hydromorphologie fluviale est donc nécessaire pour appréhender l'écologie de la rivière. Une approche des cours d'eau sous l'angle de l'hydromorphologie doit permettre de renseigner sur la structuration des habitats qui composent l'écosystème « rivière », de localiser et mieux comprendre les perturbations de son fonctionnement et connaître la composition faunistique et floristique qui en découle.

Nous pensons que la délimitation de la bande de servitude débouchera ultérieurement sur une étude hydromorphologique du cours d'eau Comoé, ceci, pour en améliorer sa connaissance sur le plan écologique.

V. Dégradation des berges de la Comoé et baisse des débits

Une berge est un milieu naturellement dynamique. La stabilité peut être assurée par des créations anthropiques (peu favorables au bon fonctionnement de l'écosystème du cours d'eau). Dans ce contexte, la dégradation de berges justifie une opération de réhabilitation seulement si on est en présence d'un enjeu suffisamment important.

Suite à un événement exceptionnel (crue, étiage sévère…) ou faute d'entretien régulier par les propriétaires riverains, les berges peuvent s'éroder. La réponse appropriée à ces dommages dépend de la configuration des lieux et des enjeux présents. Des travaux importants sont nécessaires en fonction de la situation considérée. En effet, les dégradations des berges contribuent à l'ensablement des cours d'eau, à la disparition des sources qui s'y trouvent, provoquant du coup la baisse des débits. Avec le réchauffement climatique, la baisse des débits du cours d'eau Comoé se traduit ces dernières années par la non pérennité du cours d'eau.

V.1 Causes et conséquences de la dégradation des berges de la Comoé

D'après le dictionnaire Larousse, la berge et la rive ont la même définition, soit la bande de terre qui borde un cours d'eau ou une étendue d'eau. Dans l'approche de protection des rives, du littoral et des plaines inondables, la rive est toutefois définie plus précisément comme étant une bande de terre qui borde les lacs et cours d'eau et qui s'étend vers l'intérieur des terres à partir de la ligne des hautes eaux. La bande riveraine est la portion de la rive qui doit être protégée selon des techniques de protection des rives et des plaines inondables.

Soulignons que depuis quelques décennies, la dégradation des berges de la Comoé due à l'érosion surtout dans sa partie amont serait la principale cause de disparition de certaines sources du bassin. En effet en 1996

(Programme RESO), au niveau du contact socle/sédimentaire on dénombrait plusieurs sources le long de la falaise qui, aujourd'hui, sont devenues très rares à rencontrer. D'autres raisons telles que les aléas climatiques ont sans doute contribué à leur disparition. Aussi l'accroissement de la population de la ville de Banfora et de ses environs a entraîné une augmentation des besoins de celle-ci en terre cultivable, en pâturage, en bois de chauffe et en charbon de bois entrainant ainsi une dégradation de l'environnement immédiat du cours d'eau.

V.1.1 Fonctions d'une berge en bon état

Les berges des cours d'eau à leur état naturel ont de nombreuses fonctions, principalement biologiques et physiques, et ces fonctions ont une incidence importante sur le milieu qui les entoure. Tout d'abord, une berge est un habitat riverain pour de nombreuses formes de vie. Les zones à proximité de la berge constituent une part importante de l'habitat du poisson. En effet, les frayères se retrouvent principalement à proximité des berges, là où le courant est moins fort et où les poissons trouvent des abris. Les alevins prélèvent aussi principalement leur nourriture dans les eaux peu profondes et plus chaudes à proximité des berges.

Les berges ont aussi un rôle physique dans la gestion des eaux de ruissellement. En effet, lors de pluies, le volume d'eau qui s'écoulera jusqu'aux cours d'eau est fonction de la nature du terrain. Sur un terrain imperméable, comme le béton ou la roche, la totalité de l'eau s'écoule vers les cours d'eau. Sur un terrain végété, une partie de l'eau sera absorbée, l'eau s'écoulera plus lentement et donc un débit d'eau beaucoup plus faible atteindra le cours d'eau à un moment donné (Chow et al, 1988). Une berge à l'état naturel servira donc de tampon pour le ruissellement, en diminuant l'apport d'eau au cours d'eau lors des averses. Un débit ponctuel plus faible du cours d'eau permettra aussi de limiter l'érosion des berges. Une berge en bon état assure donc sa propre protection contre l'érosion, en permettant de limiter les apports d'eau brusques au cours d'eau. Une bande riveraine pourvue de végétation fait aussi office de filtre pour les polluants. L'eau de

ruissellement transporte des sédiments, des polluants tels les pesticides, les engrais, les huiles et graisses. Si l'eau de ruissellement s'écoule directement dans un cours d'eau, tous ces polluants s'y retrouvent aussi. De nombreux écrits scientifiques démontrent l'efficacité des berges et des bandes de servitude à l'état naturel pour assurer la qualité de l'eau. Les végétaux permettent la sédimentation des matières en suspensions et des polluants qui y adhèrent. Les racines des plantes, de même que la faune microbienne qui y vie, assimilent les nutriments dissous dans l'eau, et même les pesticides (Correl, 1996). La végétation est particulièrement efficace pour réduire la concentration des nutriments dus aux engrais agricoles, tels le phosphore et les nitrates (St-Jacques et Richard, 1998). Finalement, la végétation joue aussi un rôle mécanique dans la protection contre l'érosion. Les racines des végétaux aident à stabiliser la pente, et les feuilles des végétaux ralentissent l'écoulement de l'eau, et donc les risques d'érosion. Les végétaux favorisent aussi la sédimentation des matières en suspension dans la pente, avant qu'elles n'atteignent l'eau.

V.1.2 Sources de détérioration des berges de la Comoé : facteurs naturels

Les facteurs naturels qui participent à la détérioration des berges du cours d'eau Comoé peuvent être décrits comme suit :

Depuis quelques années, il est beaucoup question de la détérioration des berges et leur restauration, toutefois il ne faut pas oublier que la détérioration n'est pas uniquement causée par des facteurs anthropiques. Plusieurs facteurs naturels favorisent la détérioration des berges. Il y a l'érosion qui survient lorsque les matériaux de la berge ne peuvent pas résister aux forces gravitationnelles ou aux forces dynamiques du courant. Notons aussi l'augmentation des événements climatiques extrêmes observés au cours des dernières années et qui constitue un facteur qui favorise la détérioration des berges. En effet, les événements climatiques extrêmes tels les orages et les tempêtes engendrent de forts débits dans le cours d'eau, ce qui augmente la vitesse du courant et entraîne les particules de sols, causant l'érosion. Certains sols sont aussi plus susceptibles à l'érosion que

d'autres. Les parties du cours d'eau ou les berges sont naturellement abruptes s'érodent plus.

Par exemple, les sols cohésifs comme l'argile sont moins susceptibles à l'érosion et peuvent être placés naturellement en pentes plus abruptes que le sable. Si un fort courant entraîne des particules de sol à la base d'une pente, celle-ci reprendra son angle naturel de repos par un affaissement ou un décrochement de matériau sur toute sa hauteur. Un niveau de nappe phréatique élevé favorise aussi l'érosion des berges. En effet, l'apport d'une source d'eau en milieu de pente aura tendance à entraîner les particules de sol et favoriser des décrochements. Les obstacles naturels à l'écoulement et les rétrécissements de section de cours d'eau sont aussi des zones où la vitesse d'écoulement augmente naturellement, ce qui favorise l'érosion. Toujours au niveau du fleuve, les courants jouent un rôle sur l'état des berges. Finalement, l'action des vagues dues au vent érode aussi les berges, la position des cours d'eau n'est donc pas statique. Naturellement lors de fortes crues, avec les vagues, il se crée de l'érosion et la position de la limite des berges peut changer. C'est depuis que l'humain a construit des infrastructures et exploité le territoire qu'il a souhaité que la position et l'état de berges reste identique à perpétuité. Toutefois cet état statique n'est pas naturel.

V.1.3 Sources de détérioration des berges : facteurs anthropiques

En plus des facteurs naturels de détérioration énoncés ci-haut, s'ajoutent plusieurs facteurs anthropiques. Dans la Comoé, c'est surtout la détérioration des berges due à l'activité agricole qui est généralement rencontrée.

L'accroissement des exploitations agricoles n'a pas été sans conséquences sur l'état des berges du cours d'eau.

En premier lieu, la superficie des zones cultivées, de plus en plus grande comparée au couvert boisé, amène un taux de ruissellement plus important vers le cours d'eau et donc un débit plus important susceptible de causer de l'érosion. En effet, le taux de ruissellement est plus important sur une

surface cultivée que boisée (Chow et al, 1988), surtout en début de saison pluvieuse lorsque les végétaux n'ont pas encore poussé.

Ces forts débits peuvent entraîner de l'érosion. Souvent, l'eau s'écoule sans protection adéquate sur la berge ce qui crée des cratères d'érosion importants.

La gestion des déplacements des animaux de ferme peut aussi être une source de détérioration des berges. Lorsque les animaux circulent constamment au même endroit en bordure du cours d'eau, ceci peut finir par créer des affaissements ou lorsqu'ils vont s'abreuver dans les cours d'eau, ceci entraîne un piétinement du fond du cours d'eau et l'émission de matières en suspension. Leurs excréments polluent aussi les cours d'eau.

La circulation d'engins lourds (tracteurs agricoles par exemple) en bordure des cours d'eau peut créer des ornières qui s'empliront d'eau et s'écouleront dans le cours d'eau en créant de l'érosion. La vibration engendrée par la circulation de ces engins peut aussi entraîner des décrochements des pentes de la berge.

Plusieurs causes de dégradation des berges peuvent être à l'origine de la baisse des débits de la Comoé. Les causes les plus fréquentes sont surtout les activités anthropiques et le ruissellement.

Photo 1 : Travaux de ménage dans le lit de la Comoé (Cliché : KAM2013)

Photo 2 : Dégradation des berges à Siniéna (Cliché : KAM 2013)

Photo 3 : Piétinement des berges par le bétail (Diarabakoko) (Cliché : KAM 2013)

Photo 4 Prélèvement par motopompe (Cliché : KAM 2013)

VI. La baisse des débits du cours d'eau Comoé

VI.1. Eaux de surface

L'Afrique de l'Ouest est considérée comme l'une des régions les plus vulnérables du monde face au changement climatique et des signes évidents de changement ont déjà été observés au cours de ces dernières décennies. Lors des cinquante dernières années, les pays de l'Afrique de l'Ouest ont connu une réduction substantielle de la moyenne pluviométrique. Cette tendance est très claire dans le Sahel avec des périodes de forts déficits en 1972-73, 1982-84 et en 1997; les régions soudanaise et guinéenne n'ont pas non plus été épargnées. Une analyse historique des séries pluviométriques montre une tendance claire du déplacement des isohyètes vers le sud à 200 km, qui reflète une diminution des précipitations à travers l'Afrique de l'Ouest avec des saisons de pluies plus courtes suivies de longues périodes de sécheresse pendant lesquelles l'évaporation et l'évapotranspiration atteignent des niveaux maximums.

Une réduction de la moyenne des précipitations annuelles allant de 15% à plus de 30% a été enregistrée dans diverses régions depuis 1970. Celle-ci s'accompagne de sécheresses récurrentes et d'une grande variation au début des différentes saisons, ayant entraîné des baisses encore plus marquées des débits des fleuves (ENDA *et al.*, 2007; UICN, 2004). Globalement, le débit moyen des grands fleuves de la région a subi une baisse de 30% à 60% depuis le début des années 1970, notons que la Comoé aussi n'a pas été épargnée par cette crise climatique.

C'est ainsi que ces débits ont connu une variation à la baisse de 1969 à 1999 (PANA., 2006). Cette tendance à la baisse semble se maintenir.

Il apparait également que l'incohérence de nos politiques et les pratiques inadaptées contribuent à aggraver le phénomène de comblement des cours d'eau et la disparition des zones humides.

Cette variation concomitante très prononcée par rapport à la baisse des niveaux de précipitations s'explique par une combinaison de facteurs climatiques et une augmentation de la demande en eau (CSAO-SWAC *et al.*,

2008; UICN, 2004). Les fortes sécheresses récurrentes qui ont eu lieu au début des années 70, dans la première moitié des années 80 et à la fin du XXème siècle, accélèrent la désertification, qui à son tour engendre une diminution de la productivité agricole.

Il ressort de cette analyse que si cette tendance se maintient, les zones humides pourraient davantage s'assécher et la pression agricole qui y découlerait provoquerait une pression sur la faune et la flore. Cette diminution des débits témoigne du faible coefficient de remplissage des barrages en amont du cours d'eau et donc de la diminution de la disponibilité en eau pour l'environnement, la flore et la faune. Elle a déjà causé la disparition de certaines espèces végétales et fauniques et la migration d'autres vers des régions plus humides (BOAD, 2010)

Par ailleurs, l'accroissement de la population principalement rurale, de la demande en terre pour la production céréalière et les cultures de rente (coton et production maraîchère) ainsi que l'accentuation des mouvements migratoires augmenteront les pressions sur les ressources en eau.

VI.2. Eaux souterraines

Le niveau des nappes superficielles est suivi par un réseau de micropiézomètres forés dans la plaine alluviale de la Comoé. Les nappes superficielles sont en effet très liées à la pluviométrie et au cours d'eau avec lesquels elles sont en relation. Leur niveau évolue donc en fonction des variations climatiques.

Les nappes alluviales étant très liées aux activités de surface, leur recharge dépend en grande partie de la présence de zones non imperméabilisées.

Les échanges nappes/rivières et aquifères superficiels/aquifères profonds montrent que les ressources en eaux souterraines et de surface constituent un ensemble unique dont la variation d'un élément de cet ensemble entraine automatiquement une variation sur les autres. Ainsi il découle de cette

analyse que la baisse des débits du cours d'eau a un impact sur les niveaux des aquifères et vice versa.

VII. Le Profil en long du cours d'eau Comoé

L'étude topographique qui a été menée pour la réalisation du profil en long d'une portion du cours d'eau Comoé s'étend sur une longueur de 26 860 mètres. Ce profil en long nous a permis de déterminer la pente du cours d'eau ainsi que le nombre de bornes et de balises à mettre en place pour la délimitation de la bande de servitude.

VII.1 Analyse du comportement morphodynamique du cours d'eau

VII.1.1 Caractérisation physique du cours d'eau

Le fleuve topographié dans notre secteur d'étude est un cours d'eau de gabarit moyen

On y retrouve les traits suivants :

- ✓ une circulation sur les falaises gréseuses et une perte des écoulements au contact des formations cristallines.
- ✓ des pentes faibles, moyennes à fortes, et des vallons plus ou moins encaissés. Trois formes de vallons y sont communément identifiées: la forme en V, la forme en berceau, et des vallons à fond plat.
- ✓ des lits au style fluvial rectiligne, sinueux ou à méandres.

Les berges et le fond du lit, essentiellement taillées dans les argiles, présentent *a priori* une bonne cohésion, malgré l'altération du substratum.

- ✓ Seuls des matériaux fins sont rencontrés dans le cours d'eau. D'un point de vue granulométrique, les alluvions sont ainsi constituées d'éléments grossiers (cailloux et graviers) et très fins.
- ✓ Une activité dynamique généralement faible, et des écoulements parfois temporaires.

VII.1.2 Processus dynamiques

Outre ces caractéristiques générales, quelques phénomènes sont constatés régulièrement dans le secteur :

VII.1.2.1 Incision du lit

➢L'érosion régressive

Quel que soit l'encaissement du vallon, on retrouve sur la totalité du cours d'eau étudié un lit plus ou moins incisé. Ce phénomène est dicté principalement par le niveau de base, représenté par la perte.

Quand ce niveau descend, l'eau a tendance à suivre l'évolution, en érodant le lit verticalement et en direction de l'amont. Il s'agit du phénomène d'érosion régressive. Ainsi, lorsque le cours d'eau s'écoule vers un niveau de base de plus en plus bas, on assiste à une accentuation progressive de l'incision d'aval en amont.

➢Aspects particuliers

Selon l'homogénéité du substrat dans lequel se développe le lit, la nouvelle pente consécutive de l'érosion régressive sera régulière (substrat homogène) ou entrecoupée de ressauts (substrat hétérogène). C'est un aspect dont témoignent certains tronçons topographiés. A bien des reprises, les lits présentent localement des " marches d'escaliers ". Le phénomène peut résulter également d'un encombrement du lit par des végétaux et/ou des bouchons d'alluvions: l'entrave au passage de l'eau s'accompagne d'une petite chute, qui modifie localement la dynamique fluviale (accentuation de la vitesse, érosion régressive et latérale, …).

VII.1.2.2 Recoupement de méandres

Le recoupement est un phénomène naturel qui provoque la diminution de la sinuosité d'un cours d'eau.

Les méandres ne sont pas des morphologies fixes. Ils évoluent longitudinalement par le biais de l'érosion vers l'aval de la rive concave (figure 16, A ci-dessous).

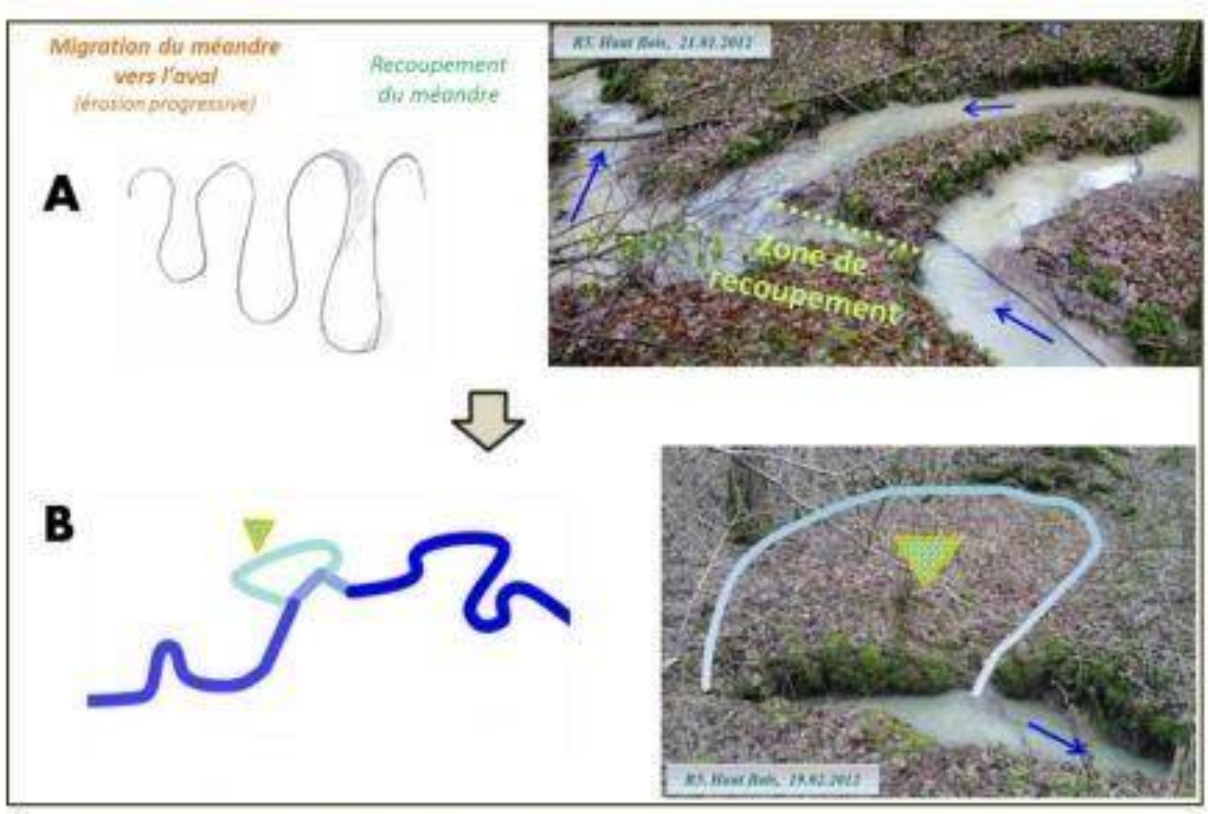

Figure 7: Illustration du processus de recoupement

En effet, la vitesse de l'eau est maximale dans la courbure du méandre, et le sapement de berge s'opère préférentiellement à l'aval. Lorsque le déplacement de la courbe amont du méandre est plus rapide que celui de la courbe aval, un recoupement tangentiel du méandre se produit. L'ancien méandre est alors abandonné (figure 16, B ci-dessus).

Ce recoupement s'accompagne d'un réajustement : en effet, en réduisant le trajet du cours d'eau, il provoque une accentuation brutale de la pente, par conséquent une érosion régressive.

Alors le cours d'eau à la recherche d'un nouvel équilibre dynamique tend à allonger sa trajectoire par un nouveau méandrage, pour réduire sa pente.

En résumé on peut dire que le méandrage et le recoupement sont deux phénomènes interdépendants au cours du temps : toute création de méandre résulte d'un réajustement, de même que leur recoupement provoque un nouveau réajustement.

VII.2 La pente moyenne du cours d'eau Comoé

La pente moyenne du cours d'eau détermine la vitesse avec laquelle l'eau se rend à l'exutoire du bassin donc le temps de concentration est dépendant de cette pente. Cette variable influence donc le débit maximal observé. Une pente abrupte favorise et accélère l'écoulement superficiel, tandis qu'une pente douce ou nulle donne à l'eau le temps de s'infiltrer, entièrement ou en partie, dans le sol.
Le calcul des pentes moyennes et partielles de cours d'eau s'effectue à partir du profil longitudinal du cours d'eau principal et de ses affluents. La méthode la plus fréquemment utilisée pour calculer la pente longitudinale du cours d'eau consiste à diviser la différence d'altitude entre les points extrêmes du profil par la longueur totale du cours d'eau.

$$Pmoy = \frac{\Delta Hmax}{L}$$

Où :

P_{moy} : pente moyenne du cours d'eau [m/km] ;

ΔH_{max} : dénivellation maximale de la rivière [m] (différence d'altitude entre le point le plus éloigné et l'émissaire) ;

L : longueur du cours d'eau principal [km].

Selon le graphique ci-dessus la pente moyenne du cours d'eau Comoé est :

Pmoy = (295 – 273)/20.636

Pmoy ≈ 1 ‰ ou 0.1%

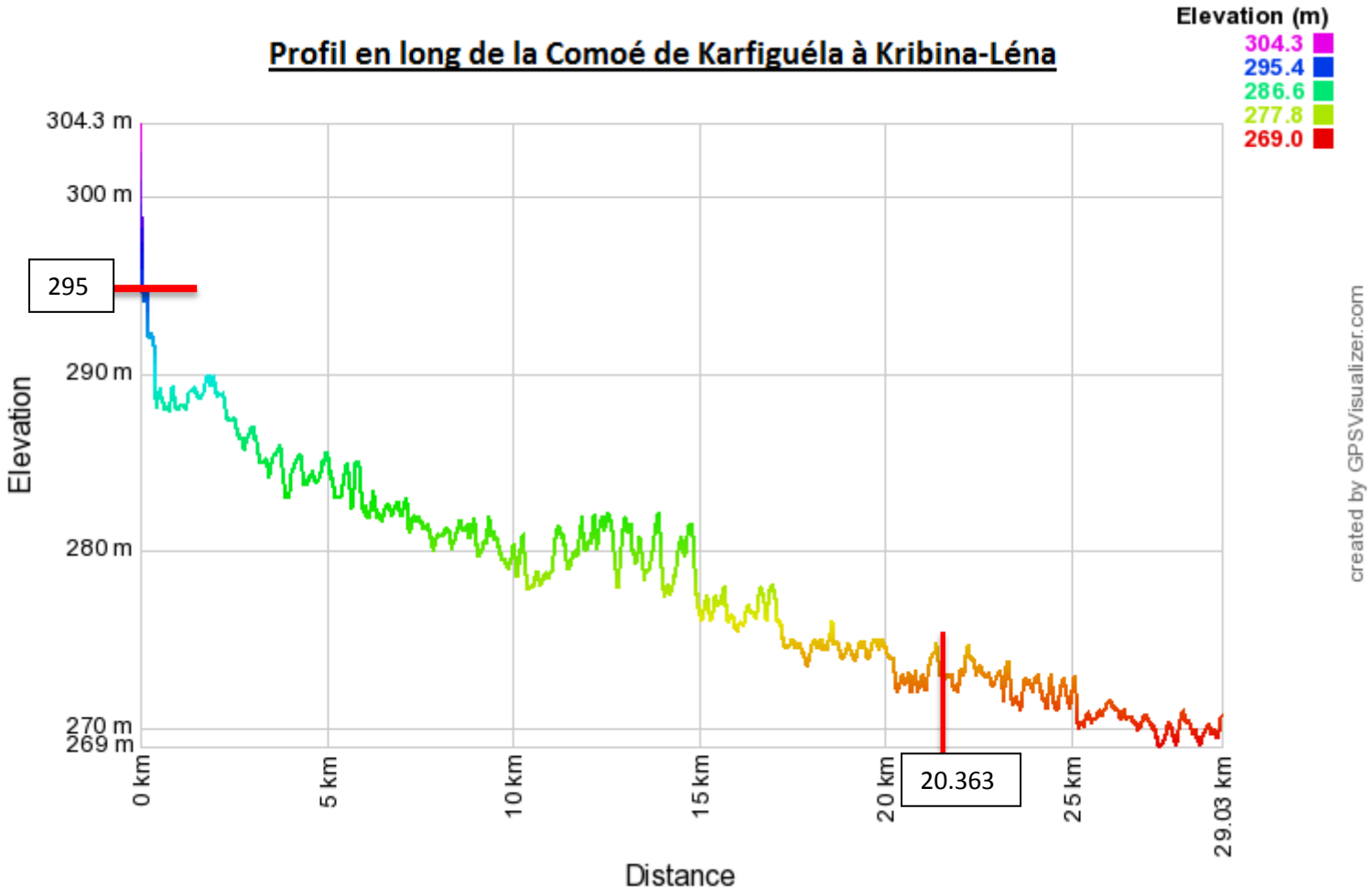

Figure 8 : Profil en long de la Comoé de Karfiguéla à Kribina-Lèna

VII.3 Bornage de la bande de servitude du cours d'eau Comoé

La bande de servitude a été déterminée à l'aide de travaux de bureaux et des investigations terrains. Le profil en long du cours d'eau qui a été reporté sur la carte du bassin versant a permis la délimitation d'une bande servitude de 100 m de part et d'autre du cours d'eau. Le nombre de bornes pour cette délimitation s'élève à 73 et les balises 71.

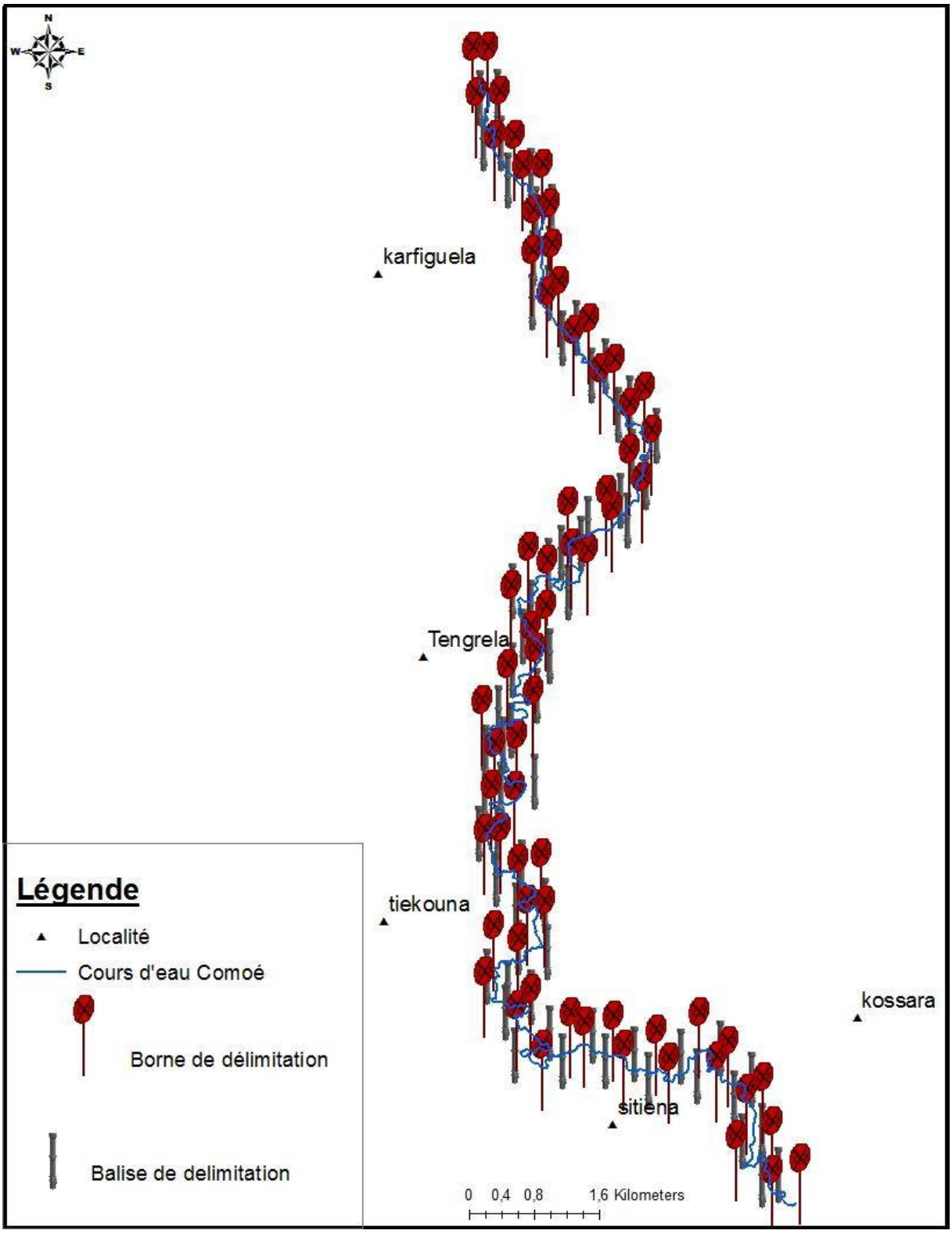

Figure 9 : Limites de la bande de servitude

VIII. Protection des berges du cours d'eau Comoé.

La protection des berges d'un cours d'eau comporte plusieurs étapes :

<u>Etape1</u>: La sensibilisation des populations des villages riverains du cours d'eau :

La tenue de plusieurs rencontres de concertation est nécessaire pour sensibiliser la population. Ces rencontres doivent réunir tous les producteurs riverains du cours d'eau, les autorités coutumières et religieuses, les organisations de la société civile ayant un lien avec la protection de l'environnement. La sensibilisation portera sur la question de dégradation des berges en insistant surtout sur leurs causes et leurs conséquences. Il faut donner les explications claires sur la notion de zone de servitude, le rôle des balises de signalisation de la zone de servitude et de la gestion de cette zone.

Ces rencontres doivent permettre aux usagers de prendre l'engagement de préserver le cours d'eau pour l'avenir. Il faut arriver à la prise de décision consensuelle de la population de protéger les berges.

<u>Etape 2</u>: L'organisation de la population pour entreprendre des actions de protection :

Il est nécessaire que chaque communauté villageoise s'organise en collaboration avec le Comité local de l'Eau (CLE-Haute-Comoé) pour mettre en place un comité de protection des berges. Ces différents comités seront sous la direction du Comité Local de l'Eau. Ils comprendront les différents usagers de l'eau du cours d'eau (agriculteurs, éleveurs, pêcheurs, etc.) ainsi que les représentants des coutumiers. Ils comporteront aussi une commission de surveillance. Ils devront élaborer un règlement pour la protection des berges du cours d'eau. Les règles de protection des berges seront d'abord expliquées et discutées entre tous les utilisateurs du cours d'eau et les propriétaires terriens. Il faudra s'assurer qu'il y ait un accord de tous sur ces règles de protection des berges.

Les comités de protection des berges devront être formés pour son bon fonctionnement. Ces comités de protection des berges devront être connus par les autorités administratives au niveau départemental et provincial. De même, le règlement élaboré par le comité devra être connu de ces autorités.

Etape 3 : L'identification des actions à mener

Il faut identifier et arrêter les différentes actions à mener pour protéger les berges. Il faut élaborer un cahier de charge pour l'exploitation de la zone de servitude. Il est impératif d'aménager des zones pour l'abreuvement du bétail.

Etape 4 : La mise en place de pépinières villageoises

Pour reboiser les berges, il faut produire beaucoup de plants en pépinière. Il est nécessaire de former les membres des comités et d'autres personnes sur les techniques d'installation de pépinières et sur la technique de plantation d'arbres. Après la formation, les comités seront accompagnés pour mettre en place des pépinières villageoises comportant les espèces d'arbres identifiées à planter.

Etape 5 : Le reboisement des berges en trois (3) bandes

Le reboisement se fera en trois (03) bandes en utilisant des espèces d'arbres différentes. Pour cela, il faut faire une délimitation de l'emplacement de ces bandes de plantation en faisant un piquetage.

La première bande sera appelée bande protectrice ou fixatrice car elle sera la plus proche du cours d'eau. Elle couvrira une largeur de 15 m tout au long du cours d'eau. Cette bande sera reboisée avec des espèces d'arbres épineux comme Acacia nilotica ou une autre espèce comme le bambou qui fixent bien les berges pour éviter leur éboulement. On pourra aussi utiliser des espèces d'arbres qui supportent l'eau et résistent aux inondations comme *Nauclea latifolia* ou *Sarcocephalusesculentus*, appelé *Gouinga* en mooré ou le *Dichrostachysglomerata*. Dans cette bande, les arbres seront

plantés en ligne en laissant 3m entre les lignes et 3 m entre les arbres d'une même ligne.

La deuxième bande ou bande fruitière sera espacée de la première de 10 m. Elle est large de 60 m et sera plantée d'arbres fruitiers comme les manguiers, les goyaviers, le palmier à huile etc. Dans cette bande, les arbres seront plantés en lignes espacées entre elles de 10 m. Il y aura aussi 10 m entre les arbres d'une même ligne.

La troisième bande ou bande de bois de chauffe sera séparée de la deuxième de 10 m. Elle sera constituée d'arbres qui grandissent vite et qui donneront du bois pour les besoins des familles en bois de chauffe. C'est par exemple le Cassia siamea qui est planté sur une largeur de 25 m et enlignes séparées de 4 m et 4 m entre les arbres de la même ligne.

Au total, c'est une bande large de 100 m qui est protégée tout au long des berges du cours d'eau (figure).

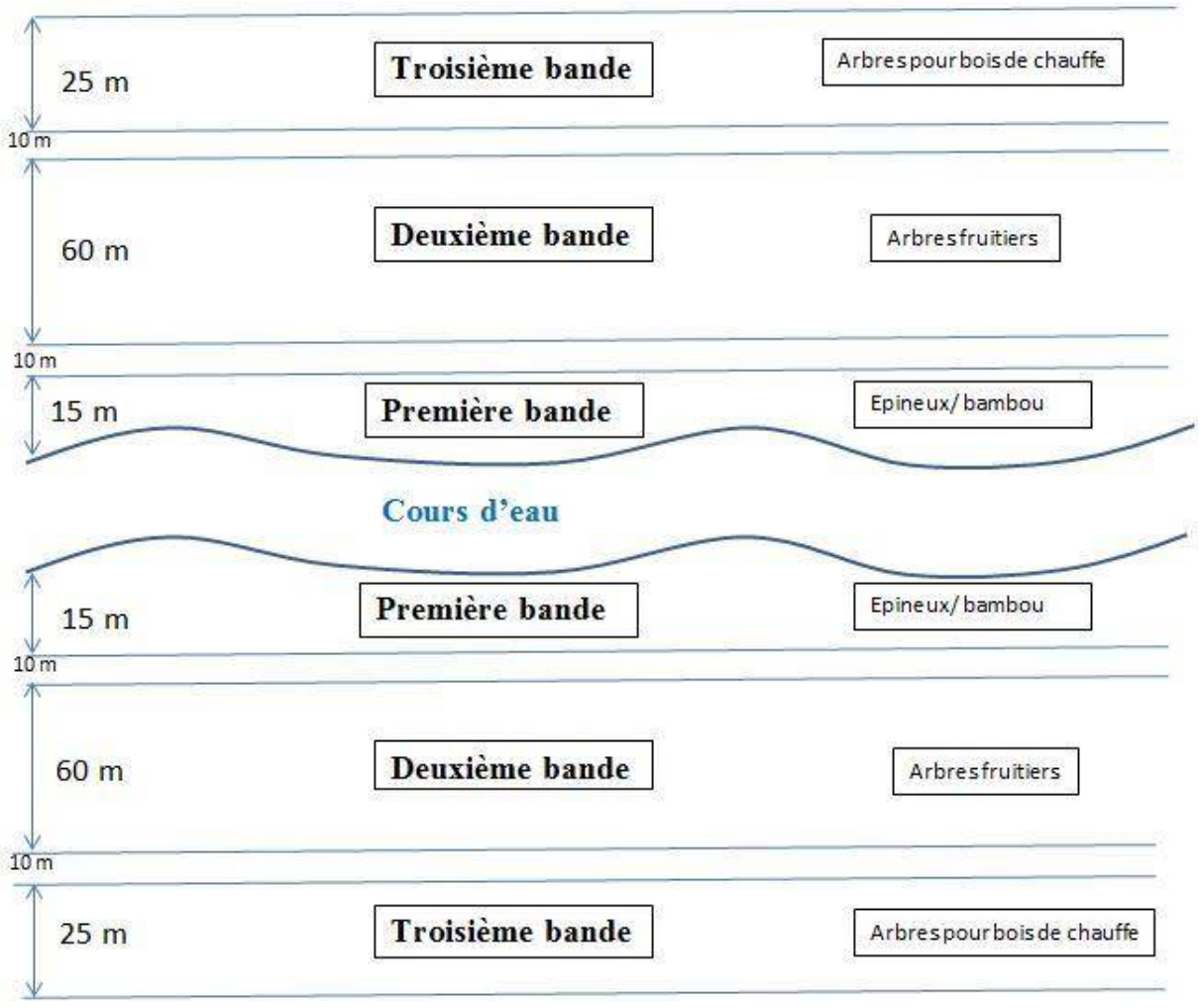

Figure 10 : Croquis du reboisement des berges

Cette opération de reboisement devra être répétée chaque année par les villageois pour couvrir toute la longueur du cours d'eau. Ils pourront reboiser 4 à 5 km de berges par an. Ce qui nécessite la production d'environ 5 000 plants dans les pépinières.

<u>Etape 6</u> : l'entretien et l'utilisation des bandes de reboisement des berges

L'opération de reboisement des berges sera accompagnée de certaines mesures pour son entretien.

Il sera strictement interdit de cultiver dans la première bande de 15 m ou bande protectrice. Les animaux ne devront pas entrer dans cette bande.

Dans les deux (2) autres bandes, fruitière et de bois de chauffe, les propriétaires terriens peuvent y cultiver par exemple des céréales en saison de pluie et des légumes en saison sèche. Dans les bandes, il faut aussi remplacer les arbres qui périssent par d'autres arbres.

<u>Etape 7</u>: La surveillance du respect du règlement par tous les occupants des berges

Une commission de surveillance sera mise en place au sein du comité de protection des berges du cours d'eau. Elle comprendra deux (2) personnes qui seront chargées de contrôler le respect des règles fixées.

Pour cela, les surveillants feront le tour des berges au moins deux (2) fois par semaine. Ils le feront à pied ou à vélo si le comité dispose de moyens pour en acquérir. Si un producteur ne respecte pas l'interdiction de cultiver dans la bande protectrice de 15 m, il sera appelé devant le comité et les responsables coutumiers pour d'éventuelles explications sur sa conduite. Ainsi, il y aura une pression sociale de la communauté sur celui qui refusera de respecter les règles prévues.

En plus, le fautif pourra être amené devant les services chargés de l'Environnement. Il sera alors sanctionné selon les textes officiels prévus.

<u>Etape 8</u>: Rôle des producteurs dans la mise en place de la bande de servitude

Les producteurs sont au cœur de la mise en place de cette bande de servitude car ce sont eux qui occupent les abords immédiats des berges. Alors ils devront de ce fait être impliqués depuis les études (ce qui a déjà été fait) jusqu'à l'implantation des bornes et des balises pour la délimitation sur le terrain de la bande de servitude. Cette activité doit être non seulement une activité de compromis et de consensus entre les différentes parties sous la direction du Ministère en charge de l'eau et de celui en charge de l'environnement.

<u>Etape 9</u>: Impact de la SN-SOSUCO sur la bade de servitude

La société sucrière SN-SOSUCO est la gestionnaire des ouvrages de mobilisation des ressources en eau de surface situés un peu en amont des falaises qui surplombent la portion concernée du cours d'eau par l'étude.
La SN-SOSUCO et le périmètre irrigué de Karfiguéla ont été construits au début des années 1970, tandis que les barrages de la Lobi (6.06 M m^3), de Toussiana (6.1 M m^3) et de Moussodougou (38.5 M m^3) ont été respectivement construits en 1976, 1982 et 1991. L'équilibre qui y régnait a été "perturbé" (WAIPRO, 2010).

La SN-SOSUCO effectue une irrigation totale pendant la saison sèche. Les barrages de Moussodougou, de la Lobi et de Toussiana forment un système complexe qui fournit de l'eau aux plantations de canne à sucre au moyen d'un réseau de conduites à environ 4000 ha de la SN-SOSUCO et à l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA pour l'Approvisionnement en Eau potable (AEP) de la ville de Banfora (70 000 habitants). Les barrages et le réseau de conduites sont contrôlés par la SN-SOSUCO qui, légalement, doit libérer un débit de 150 l/s, pour maintenir les chutes des cascades de Banfora (pôle touristique important) et le périmètre irrigué de Karfiguéla (350 ha). En outre, sur les rives de la Comoé, la mobilisation de près de 200 motopompes permet le maraîchage sur une surface comprise entre 400 ha et 900 ha (WAIPRO, 2010). On voit ainsi que la SN-SOSUCO joue un rôle

capital dans le maintien en vie du cours d'eau et par la même occasion constitue l'usager le plus important du bassin. Il va s'en dire que toute action entreprise dans le domaine de l'eau dans cette zone devra être faite de concert avec la dite société pour une gestion durable de la ressource en eau.

IX. Conclusion

La protection des berges des cours d'eau constitue une activité très importante pour le maintien de la pérennité de ceux-ci, mais aussi pour la protection des écosystèmes qui y sont liés. Le cours d'eau Comoé est en train de mourir pouvons-nous l'affirmer à cause de la très forte pression anthropique qui s'exerce sur celui-ci et du réchauffement climatique qui affecte les ressources hydriques en général. La délimitation de la bande de servitude constituera un préalable à la restauration et à la protection des berges de la Comoé. La Comoé constitue un moteur essentiel pour les activités agricoles des producteurs qui sont installés le long de celui-ci mais aussi du périmètre rizicole de Karfiguéla. Cette mise en place de la bande de servitude constituera une première activité qui sera suivie d'une vraie campagne de conservation des ressources naturelles dans le bassin de la Comoé.

Biliographie

Bravard J.P., Salvador P.G., 2009. *Géomorphologie et sédimentologie des plaines alluviales*. In. Bravard J.P., Nehlig P., Poupet P., Salvador P.G., Wattez J. (eds). *La géologie. Les sciences de la terre appliquées à l'archéologie*. Editions Errance, 91126.

Castelle, A. J., A. W. Johnson, et C. Conolly (1994). « Wetland and Stream Buffer Requirement inForest Operations: A Review », *Journal of Environmental Quality,* vol. 23, n 5, p. 878-882.

Daniels, R. B., et J. W. Gilliam (1996). « Sediment and Chemical Load Reduction by Grass and Riparian Filters », *Soil Science Society of America Journal,* vol. 60, no 1, p. 246-251.

DECRET N°2011-306/PRES promulguant la loi n°003-2011/AN du 05 avril 2011 portant Code de forestier au Burkina Faso p.77-78

Dillaha, T. A., J. H. Sherrard, D. Lee, S. Mostaghimi et V. O. Shanholtz (1988). « Evaluation of Vegetative Filter Strips as a Best Management Practice for Feed Lots », *Journal of the Water Pollution Control Federation,* vol. 60, no 7, p. 1231-1238.

Dillaha, T. A., R. B. Reneau, S. Mostaghimi et D. Lee (1989). « Vegetative Filter Strips for Agri- cultural Nonpoint Source Pollution Control », *Transactions of the ASAE,* vol. 32, n 2, p. 513-519.

Disctrict of Muskoka (2003). *Shoreline Vegetative Buffers*, Planning and Economic Development Department.

MAHAMAT A.D., 2010.*Restauration et protection des berges et écosystèmes des cours d'eau dans la zone pilote du PAGEV : Etat des lieux et perspectives*

Malavoi, J.-R.et Bravard, J.-P. 2010. *Eléments d'hydromorphologie fluviale.* ONEMA,*(Collection: Comprendre pour agir), 228 p.*

ANNEXES

Annexe 1 : Coordonnées géographiques des bornes de délimitation en rive droite

N°	Nom de la borne	x	y
1	Borne_RD_001	300 701	1 185 821
2	Borne_RD_002	300 753	1 185 258
3	Borne_RD_003	300 978	1 184 725
4	Borne_RD_004	301 317	1 184 358
5	Borne_RD_005	301 457	1 183 813
6	Borne_RD_006	301 438	1 183 310
7	Borne_RD_007	301 620	1 182 787
8	Borne_RD_008	301 955	1 182 312
9	Borne_RD_009	302 280	1 181 841
10	Borne_RD_010	302 641	1 181 414
11	Borne_RD_011	302 637	1 180 843
12	Borne_RD_012	302 358	1 180 334
13	Borne_RD_013	301 885	1 180 196
14	Borne_RD_014	301 931	1 179 683
15	Borne_RD_015	301 397	1 179 638
16	Borne_RD_016	301 187	1 179 155
17	Borne_RD_017	301 426	1 178 657
18	Borne_RD_018	301 137	1 178 189
19	Borne_RD_019	300 815	1 177 742
20	Borne_RD_020	300 982	1 177 218
21	Borne_RD_021	300 940	1 176 700
22	Borne_RD_022	300 849	1 176 153
23	Borne_RD_023	301 264	1 175 776
24	Borne_RD_024	301 386	1 175 269
25	Borne_RD_025	301 386	1 175 269
26	Borne_RD_026	300 971	1 174 958
27	Borne_RD_027	300 849	1 174 389
28	Borne_RD_028	301 248	1 173 973
29	Borne_RD_029	301 248	1 173 973
30	Borne_RD_030	301 563	1 173 488
31	Borne_RD_031	302 077	1 173 772
32	Borne_RD_032	302 077	1 173 772
33	Borne_RD_033	302 576	1 173 478
34	Borne_RD_034	303 133	1 173 318
35	Borne_RD_035	303 712	1 173 344
36	Borne_RD_036	304 087	1 172 937
37	Borne_RD_037	303 968	1 172 364
38	Borne_RD_038	304 403	1 171 928

Annexe 2 : Coordonnées géographiques des bornes de délimitation en rive gauche

N°	Nom de la borne	X	Y
1	Borne_RG_001	300 890	1 185 821
2	Borne_RG_002	301 039	1 185 272
3	Borne_RG_003	301 227	1 184 727
4	Borne_RG_004	301 573	1 184 367
5	Borne_RG_005	301 573	1 184 367
6	Borne_RG_006	301 647	1 183 878
7	Borne_RG_007	301 686	1 183 379
8	Borne_RG_008	301 773	1 182 920
9	Borne_RG_009	302 137	1 182 467
10	Borne_RG_010	302 458	1 181 958
11	Borne_RG_011	302 823	1 181 619
12	Borne_RG_012	302 919	1 181 082
13	Borne_RG_013	302 799	1 180 503
14	Borne_RG_014	302 433	1 180 142
15	Borne_RG_015	302 127	1 179 602
16	Borne_RG_016	301 623	1 179 484
17	Borne_RG_017	301 607	1 178 918
18	Borne_RG_018	301 476	1 178 388
19	Borne_RG_019	301 476	1 178 388
20	Borne_RG_020	301 451	1 177 859
21	Borne_RG_021	301 250	1 177 310
22	Borne_RG_022	301 225	1 176 679
23	Borne_RG_023	301 056	1 176 168
24	Borne_RG_024	301 546	1 175 851
25	Borne_RG_025	301 593	1 175 264
26	Borne_RG_026	301 272	1 174 794
27	Borne_RG_027	301 426	1 174 176
28	Borne_RG_028	301 911	1 173 890
29	Borne_RG_029	302 439	1 173 838
30	Borne_RG_030	302 977	1 173 672
31	Borne_RG_031	303 503	1 173 888
32	Borne_RG_032	303 858	1 173 524
33	Borne_RG_033	304 289	1 173 086
34	Borne_RG_034	304 413	1 172 531
35	Borne_RG_035	304 746	1 172 082

Annexe 3 : Coordonnées géographiques des balises de délimitation en rive droite

N°	Nom de la balise	x	y
1	Balise_RD_001	304 276	1 172 181
2	Balise_RD_002	304 030	1 172 651
3	Balise_RD_003	303 936	1 173 181
4	Balise_RD_004	303 474	1 173 451
5	Balise_RD_005	302 866	1 173 413
6	Balise_RD_006	302 338	1 173 644
7	Balise_RD_007	301 807	1 173 645
8	Balise_RD_008	301 216	1 173 704
9	Balise_RD_009	301 107	1 174 248
10	Balise_RD_010	300 875	1 174 680
11	Balise_RD_011	301 259	1 175 041
12	Balise_RD_012	301 233	1 175 510
13	Balise_RD_013	300 989	1 175 894
14	Balise_RD_014	300 773	1 176 448
15	Balise_RD_015	300 856	1 176 936
16	Balise_RD_016	301 049	1 176 989
17	Balise_RD_017	300 861	1 177 453
18	Balise_RD_018	301 016	1 177 942
19	Balise_RD_019	301 193	1 178 471
20	Balise_RD_020	301 328	1 178 895
21	Balise_RD_021	301 201	1 179 450
22	Balise_RD_022	301 641	1 179 758
23	Balise_RD_023	301 793	1 179 928
24	Balise_RD_024	302 122	1 180 280
25	Balise_RD_025	302 535	1 180 567
26	Balise_RD_026	302 678	1 181 119
27	Balise_RD_027	302 494	1 181 625
28	Balise_RD_028	302 166	1 182 118
29	Balise_RD_029	301 817	1 182 570
30	Balise_RD_030	301 432	1 183 026
31	Balise_RD_031	301 454	1 183 569
32	Balise_RD_032	301 476	1 184 108
33	Balise_RD_033	301 138	1 184 532
34	Balise_RD_034	300 838	1 184 989
35	Balise_RD_035	300 799	1 185 551

Annexe 4 : Coordonnées géographiques des balises de délimitation en rive gauche

N°	Nom de la balise	X	Y
1	Balise_RG_001	301 010	1 185 559
2	Balise_RG_002	301 010	1 185 559
3	Balise_RG_003	301 055	1 184 980
4	Balise_RG_004	301 418	1 184 585
5	Balise_RG_005	301 677	1 184 134
6	Balise_RG_006	301 653	1 183 623
7	Balise_RG_007	301 639	1 183 136
8	Balise_RG_008	301 977	1 182 701
9	Balise_RG_009	302 335	1 182 233
10	Balise_RG_010	302 642	1 181 768
11	Balise_RG_011	302 968	1 181 368
12	Balise_RG_012	302 847	1 180 790
13	Balise_RG_013	302 608	1 180 323
14	Balise_RG_014	302 041	1 180 039
15	Balise_RG_015	301 884	1 179 440
16	Balise_RG_016	301 422	1 179 253
17	Balise_RG_017	301 648	1 178 640
18	Balise_RG_018	301 493	1 178 156
19	Balise_RG_019	301 186	1 177 721
20	Balise_RG_020	301 075	1 177 556
21	Balise_RG_021	301 463	1 177 099
22	Balise_RG_022	301 013	1 176 469
23	Balise_RG_023	301 013	1 176 469
24	Balise_RG_024	301 314	1 176 039
25	Balise_RG_025	301 600	1 175 562
26	Balise_RG_026	301 621	1 174 990
27	Balise_RG_027	301 139	1 174 543
28	Balise_RG_028	301 430	1 174 430
29	Balise_RG_029	301 659	1 173 983
30	Balise_RG_030	302 187	1 173 951
31	Balise_RG_031	302 695	1 173 723
32	Balise_RG_032	303 274	1 173 699
33	Balise_RG_033	303 756	1 173 790
34	Balise_RG_034	304 151	1 173 407
35	Balise_RG_035	304 283	1 172 783
36	Balise_RG_036	304 474	1 172 233