

REPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix-Travail-Patrie

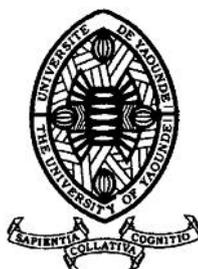
UNIVERSITÉ DE YAOUNDÉ I

CENTRE DE RECHERCHE ET DE
FORMATION DOCTORALE EN SCIENCES
HUMAINES, SOCIALES ET ÉDUCATIVES

UNITÉ DE RECHERCHE ET DE FORMATION
DOCTORALE EN SCIENCES HUMAINES ET
SOCIALES

FACULTE DES ARTS, LETTRES ET
SCIENCES HUMAINES

DÉPARTEMENT DE GÉOGRAPHIE



REPUBLIC OF CAMEROON

Peace-Work-Fatherland

UNIVERSITY OF YAOUNDE I

POST GRADUATE SCHOOL FOR THE
SOCIAL AND EDUCATIONAL SCIENCES

DOCTORAL RESEARCH UNIT FOR
SOCIAL SCIENCES

FACULTY OF ARTS, LETTERS AND
SOCIAL SCIENCES

DEPARTMENT OF GEOGRAPHY

VULNERABILITE DES SOLS A L'EROSION HYDRIQUE ET
TYPES D'ADAPTATION DES POPULATIONS DANS LE
DEPARTEMENT DU KOUNG-KHI

*Mémoire présenté et soutenu le 16 mai 2022 en vue de l'obtention du diplôme de Master en
Géographie.*

Spécialité : **Dynamiques de l'environnement et risques**

Par

Alida TUEDOM TUEDOM

Licenciée en Géographie Physique

Matricule : **15S203**



JURY

QUALITE	NOM, PRENOM(S) ET GRADE	UNIVERSITE
<u>PRESIDENT :</u>	TCHAWA Paul (Professeur)	YAOUNDE 1
<u>RAPPORTEUR :</u>	TCHINDJANG Mesmin (Professeur)	YAOUNDE 1
<u>EXAMINATEUR :</u>	NKWEMOH Clement. A (Maitre de conférences)	YAOUNDE 1

Année Académique 2021-2022



SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	i
DEDICACE.....	iii
REMERCIEMENTS	iv
SIGLES ET ACRONYMES.....	v
LISTE DES FIGURES	vi
LISTE DES TABLEAUX	vii
LISTE DES PHOTOS	ix
RESUME.....	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCTION GENERALE.....	i
CHAPITRE 1:LES DETERMINANTS DE L'EROSION HYDRIQUE DANS LE KOUNG-KHI	34
1.1. INFLUENCE DU MILIEU PHYSIQUE SUR LA DYNAMIQUE DE L'EROSION DES SOLS DANS LE KOUNG-KHI	35
1.2. LES FACTEURS BIOCLIMATIQUES ET LEURS INFLUENCES SUR LA DYNAMIQUE DE L'EROSION DANS LE KOUNG-KHI	52
1.3. L'INFLUENCE SOCIO-ECONOMIQUE SUR LA DYNAMIQUE DE L'EROSION HYDRIQUE DANS LE DEPARTEMENT DU KOUNG-KHI.....	56
CHAPITRE 2:PROCESSUS DE L'EROSION HYDRIQUE ET LEURS IMPACTS SUR LES SOLS DU DEPARTEMENT DU KOUNG-KHI.....	69
2.1. LES MECANISMES ET LES FORMES DE L'EROSION HYDRIQUE DANS LA LOCALITE DU KOUNG-KHI	70
2.2. LES IMPACTS DE L'EROSION SUR LES SOLS DU KOUNG-KHI.....	79
CHAPITRE 3 :BILAN DES STRATEGIES DE LUTTES ANTIEROSIVES DANS LE DEPARTEMENT DU KOUNG-KHI.....	95
3. 1. STRATEGIES LOCALES DE LUTTES CONTRE L'EROSION HYDRIQUE DANS LE DEPARTEMENT DU KOUNG-KHI.....	96
3.2. STRATEGIES MODERNES DE LUTTES CONTRES L'EROSION DANS LE DEPARTEMENT DU KOUNG-KHI	103
3.3. PROPOSITIONS D'AUTRES STRATEGIES D'ADAPTATIONS CONTRE L'EROSION HYDRIQUE	105
CONCLUSION GENERALE	114
BIBLIOGRAPHIE	118

Annexes	126
Table des matières	132



DEDICACE

Je dédie ce travail à mes parents **Georgette** et **Pierre TUEDOM**, pour leur soutien tant affectif, moral que financier, et dont les conseils me guident chaque jour sur les chemins difficiles de la vie. L'occasion m'est ainsi offerte de leur exprimer toute ma gratitude.



REMERCIEMENTS

Le présent travail est le résultat de nombreux échanges scientifiques auxquels s'ajoute la collaboration de plusieurs personnes. Plus qu'un rituel, il est un devoir moral de leur témoigner toute ma reconnaissance et ma gratitude.

Ma profonde gratitude va d'abord à l'endroit de mon encadreur, **le Professeur Mesmin TCHINDJANG** qui, en dépit de ses multiples responsabilités, a accepté de guider mes premiers pas dans le monde de la recherche. Je ne saurais trouver les mots justes pour lui exprimer toute ma gratitude, mais qu'il trouve, dans ces quelques lignes, la marque de mon respect.

Un merci particulier au chef de département, puis à tous les enseignants du département de géographie de l'Université de Yaoundé I pour la qualité de la formation assurée.

Une reconnaissance particulière est dédiée aux autorités administratives, traditionnelles, au responsable de la délégation de l'environnement, des Travaux publics, de l'habitat et du développement urbain du département du Koung-Khi. Un grand merci également aux populations des différents arrondissements pour m'avoir acceptée sur leur territoire.

Ma reconnaissance va à l'endroit de **Joël KAMDOUM** et **Léonel LONTSI** qui m'ont patiemment initiée à l'utilisation des logiciels SPSS, ARCGIS et Excel... L'utilisation de ces logiciels ont été d'une grande importance pour la réalisation de ce mémoire. Merci !

Un spécial remerciement à Monsieur **Fabius GANNO**, pour avoir fait preuve de son expertise dans la langue de Molière pour améliorer le texte de ce mémoire. Merci Papa !

Ma reconnaissance va également à l'endroit de **Junior CHATUE** pour tous les moments d'étude et de nombreux échanges très enrichissants.

Mes sincères remerciements à Monsieur **EMALE Jean**, à **KAMSU Willy**, et **YOUBI Audrey** pour le soutien et l'assistance qu'ils m'ont apporté lors de mes différentes enquêtes et investigations sur le terrain.

Mes remerciements vont également au couple **KENGNE** pour le soutien moral et financier qu'ils ont su m'apporter.

Un merci spécial à mes Sœurs **TUEDOM** (Audrey, Any Christelle, Elvige, Gabine, Eliane, Mireille), pour leur affection, leur soutien moral et les encouragements qu'elles ont su m'apporter dans les moments difficiles. Mille fois merci !

Que tous ceux qui, de près ou de loin, ont participé à cette recherche et qui ne sont pas cités ne se sentent pas lésés, mais trouvent ici un motif de satisfaction.



SIGLES ET ACRONYMES

- AEE** : Agence Européenne pour l'Environnement
- APPEL** : Association pour la Protection de l'Environnement du Lac Saint-Charles et des Marais du Nord
- BUCREP** : Bureau Central de Recensement et d'Etude de la Population
- DINEPA** : Direction Nationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement
- DREAL** : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
- GCES** : Gestion Conservatoire de l'Eau, la Biomasse et des Sols
- GIZ** : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Coopération Technique Allemande)
- GPS** : Global Positioning System
- ICPE** : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
- IOTA** : Procédure des Installations, Ouvrages, Travaux et Aménagements soumis à la Loi sur l'eau
- MESAM** : Mesures contre l'Erosion et Sensibilisation des Agriculteurs en faveur du Milieu
- PEIR** : Pression, Etat, Impacts et Réponses
- PPRN** : Plan de Prévention des Risques Naturels
- RGPH** : Recensement Général de la Population et de L'Habitat
- WRI** : World Ressource Institute

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Localisation géographique et administratif du département du Koung-Khi.....	4
Figure 2: Schéma conceptuel du terme vulnérabilité à l'érosion hydrique	10
Figure 3: Schéma conceptuel du terme érosion hydrique.	14
Figure 4: Modèle PEIR appliqué à l'analyse des impacts de l'érosion hydrique dans le département du Koung-Khi.....	30
Figure 5: Carte topographique du département du Koung-Khi.....	37
Figure 6: Profil topographique Nord-Ouest du Koung-Khi.	37
Figure 7: Profil topographique Sud-Est du Koung-khi	38
Figure 8: Carte altimétrique du département du Koung-Khi.....	40
Figure 9: Carte de la répartition des pentes dans le département du Koung-Khi.....	42
Figure 10: Hydrographie du département du Koung-Khi	44
Figure 11: Carte des sols du Koung-Khi	47
Figure 12: Photographies aériennes illustrant la dégradation du bocage et recombinaison spatiale à Semto (Bandjoun).	50
Figure 13: Moyenne mensuelle des précipitations du Koung- Khi de 1999 en 2020	54
Figure 14: Agressivité climatique du Koung Khi entre 1999 et 2020.....	55
Figure 15: Surface d'occupation des sols du Koung-Khi entre les années 2000 – 2021.	64
Figure 16: Pourcentage de gestion des déchets ménagers dans le département du Koung-Khi.	66
Figure 17: les mécanismes de l'érosion hydrique	71
Figure 18: Rejaillissement du sol à l'impact des gouttes de pluies encore appeler « effet splash »	72
Figure 19: pourcentage de départ des terres dans le Koung-Khi.	74
Figure 20: Fréquence illustrant les causes de départ des terres par les populations du Koung-Khi.....	74
Figure 21: Modes de transport par ruissellement.	76
Figure 22: Diagramme de Hjulström.	76
Figure 23: Carte de la répartition de l'érosion hydrique dans le Koung-Khi.....	80



LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Différence entre stratégie d'adaptation et stratégie d'ajustement.	16
Tableau 2: Récapitulatif de la documentation	26
Tableau 3: Répartition des zones enquêtées.....	27
Tableau 4: Tableau synoptique de la recherche	32
Tableau 5: Estimation potentiel du sol du Koung-Khi par rapport à la pente.....	43
Tableau 6: Evolution de la population du département du Koung-Khi par arrondissement de 2005 à 2021	58
Tableau 7: Evolution de la densité de la population du Koung-Khi entre 2005 et 2021	58
Tableau 8: Statut d'occupation dans le logement du Koung-Khi	62
Tableau 9: Impacts de l'érosion dans différents secteurs dans le département du Koung-khi.	81
Tableau 10: Etat de dégradation des habitats et des infrastructures suivant les différents secteurs.....	88
Tableau 11: Récapitulatif des mesures de la vitesse de sapement en cm/an prises sur le terrain dans les arrondissements du Koung-Khi.....	89



LISTE DES PLANCHES

Planche 1: Etat de dégradation des voies de communications du Koung-khi	84
Planche 2: Rigoles creusées par les eaux de ruissellement à Pete-Bandjoun.....	85
Planche 3: Ravines mises en place par les eaux de ruissellement.....	86
Planche 4: Etat de dégradation au niveau des habitations	87
Planche 5: Etat de dégradation au niveau des édifices publiques.....	89

LISTE DES PHOTOS

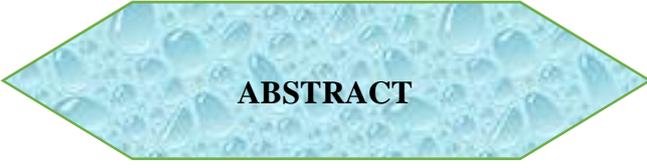
Photo 1: Exploitation du sable a Ndeng dans l'arrondissement de Djebem.	60
Photo 2: Tas d'ordure déposé près d'un caniveau au quartier Sous-préfecture dans l'arrondissement de Poumougne.	67
Photo 3: Glissement de terrain à Djebem.	82
Photo 4: Chute de bloc rocheux à Sedembom dans l'arrondissement de Djebem.	83
Photo 5: Cisaillement d'un talus à Djebem	85
Photo 6: Système racinaire du Persea Americana (avocatier) mis sur pieds par l'érosion au quartier Dja à pete-bandjoun.	90
Photo 7: Cours d'eau ensablée par les alluvions à Ndeng dans l'arrondissement de Djebem	91
Photo 8: Elévation des fondations dans le quartier Ndeng à Djebem.	97
Photo 9: Disposition d'une gouttière à Kamgo dans l'arrondissement de Poumougne.	98
Photo 10: Disposition des pierres autours d'une concession à Tougwé-mpouh dans l'arrondissement de Bayangam.	98
Photo 11: Vetiveria Zizanioides (vétiver) planté par les populations pour limiter l'érosion a Mba'a dans l'arrondissement de Bayangam.	99
Photo 12: Disposition des sacs de terres sur le mur d'une maison dans le quartier sous-préfecture a Pete-Bandjoun.	100
Photo 13: Disposition des pneus au quartier Soung a Pete-Bandjoun.....	102
Photo 14: Comblement d'une ravine avec des pierres à Pete- Bandjoun.	101
Photo 15: Comblement d'une route avec de la terre à Pete-Bandjoun.....	101
Photo 16: Caniveau mal entretenu au quartier sous-préfecture à Pete-Bandjoun.....	103
Photo 17: Panneau de signalisation indiquant aux usagers de ralentir la vitesse de conduite due à la présence d'une forte pente au quartier Mba'a.	105
Photo 18 : Exemple d'un DRS en pente sur un bassin versant.....	106
Photo 19: Pavage d'une voie	107
Photo 20: Disposition d'une diguette en assemblage de tonneaux.....	108
Photo 21: Disposition des barrages en gabions galvanisés.....	109



RESUME

Le département du Koung-Khi est sujet depuis trois (03) décennies à une recrudescence de phénomène morpho dynamique, plus précisément à l'érosion hydrique qui devient récurrente. Cette étude est partie du constat selon lequel pendant les saisons pluvieuses dans le Koung-khi, les eaux de ruissellement issues des pluies engendrent d'énormes dégâts. L'étude a tenté d'analyser les causes de l'érosion hydrique dans ledit département et d'évaluer les mesures d'adaptations des populations et des autorités locales aux influences de ce phénomène. De ce fait, pour atteindre les objectifs fixés, une étude par télédétection a été faite pour mettre en relief les impacts du phénomène dans la localité. Ensuite, les données climatologiques (hauteur mensuelle et annuelle de pluie), topographiques, démographiques, pédologiques y compris celles sur le système d'assainissement ont été étudiées. En outre, un questionnaire de 25 rubriques a été administré auprès d'un échantillon de 1000 ménages ayant vécu environ 20 ans dans la localité. Les résultats obtenus montrent que l'érosion hydrique dans le département du Koung-Khi est favorisée par les causes physiques à travers : les précipitations, la topographie, la végétation, les sols..., et les causes anthropiques (la croissance démographique, l'exploitation abusive des carrières, la gestion des déchets ménagères...). En effet, le ruissellement est beaucoup plus important pendant les mois pluvieux. Il s'agit notamment des mois de juillet, août et septembre où on enregistre une valeur moyenne maximale au mois d'août égale à 466,75 mm. De plus, différentes formes d'érosion ont été observées dans ladite localité telle que : l'érosion en nappe, en rigole, en ravine et en masse. Chacune d'elles présente de nombreux impacts sur le paysage. En outre, le département perd en moyenne 79,987tonnes/ha de terres par an. La vitesse de sapement autours des maisons et des infrastructures prises sur le terrain a été estimée à 42,32cm/an. En conséquence, il a été observé dans la localité environ 44 ravines, 115 rigoles et 182 griffes. 167 maisons sont déchaussées sur 222 maisons recensées. Pour faire face à cette situation, des mesures antiérosives (comblement des ravines, aménagement des gouttières, l'élévation des fondations, etc.) mises sur pied par les populations s'avèrent moins efficace. Il serait donc judicieux de mettre en place une politique d'aménagement durable des différents secteurs selon leur degré d'impacts afin de sortir le département du Koung-Khi de son état de dégradation.

Mots-clés : Koung-Khi, vulnérabilité, sol, érosion hydrique, adaptation.



ABSTRACT

The department of Koung-Khi has been the subject for three decades to an upsurge in morpho-dynamic phenomena, more precisely to water erosion which is becoming recurrent. This study was based on the observation that during the rainy seasons in the Koung-khi, runoff from the rains cause enormous damage. The study attempted to analyze the causes of water erosion in the department and to assess the adaptation measures of populations and local authorities to the influences of this phenomenon. Therefore, to achieve the objectives set, a remote sensing study was carried out to highlight the impacts of the phenomenon in the locality. Then, climatological data (monthly and annual rainfall), topographic, demographic, pedological data including those on the sanitation system were studied. In addition, a 25-item questionnaire was administered to a sample of 1000 households who have already lived for about 20 years in the locality. The results obtained show that water erosion in the Koung-Khi department is favored by physical causes, namely: rainfall, topography, vegetation, soil, etc.), and anthropogenic causes (population growth, abusive exploitation of quarries, management of household waste, etc.). Indeed, the runoff is much more important during the rainy months. These are in particular the months of July, August and September where a maximum average value is recorded in August equal to 466.75 mm. In addition, different forms of erosion have been observed in the locality such as: sheet, channel, gully and mass erosion. Each has many impacts on the landscape. In addition, the department loses on average 79,987tonnes / ha of land per year. The speed of undermining around houses and infrastructure taken in the field was estimated at 42,32cm / year. As a result, approximately 44 gullies, 115 gutters and 182 scratches were observed in the locality. 167 houses were removed from 222 houses listed. To deal with this situation, anti-erosion measures (filling in gullies, installation of gutters, raising foundations, etc.) implemented by the populations are proving less effective. It would therefore be wise to set up a sustainable development policy for the various sectors according to their degree of impact in order to bring the Koung-Khi department out of its state of degradation.

Keywords: Koung-Khi, vulnerability, soil, water erosion, adaptation.



INTRODUCTION GENERALE

I. CONTEXTE DE L'ETUDE

Les préoccupations environnementales contemporaines sont liées aux changements climatiques dues à l'augmentation du taux de gaz à effet de serre, la pollution, la déforestation et accessoirement l'érosion des sols. Pourtant, avec une augmentation quasi exponentielle de la population mondiale, la perte des sols apparait de loin comme étant le problème le plus fondamental pour l'avenir de l'humanité (Pautrot., 2012). Aujourd'hui, chacun peut constater l'aggravation des phénomènes d'érosion des sols. Celui-ci est un problème très ancien qui ne cesse de susciter un intérêt particulier au sein de la communauté scientifique en général et même au sein de la géographie en particulier. Plusieurs études concernant l'érosion au Cameroun ont été effectuées mais très peu concernent les petites échelles comme les départements, arrondissements et communes ; raison pour laquelle le département du « Koung-Khi » a été choisie comme zone d'étude. En effet, en raison de son relief très accidenté, la faible densité de son couvert végétal, les sols du département du Koung-khi se retrouvent potentiellement exposer à l'érosion hydrique. Celle-ci dégrade considérablement le cadre de vie suscitant ainsi assez d'inquiétudes de la part des populations et des autorités locales. L'inexistence d'outils décisionnels limite ainsi les actions de ces autorités à prédire l'ampleur des dégâts dues à ce phénomène. Tchawa., (1993) le souligne en disant : « le problème serait beaucoup moins préoccupant si une réelle prise de conscience de la situation était cristallisée de l'intérieur même de ces sociétés. Ainsi, le constat de leur inefficacité à infléchir le cours actuel de l'évolution de leur milieu de vie traduit bien la gravité du problème »¹.

Le choix de la zone d'étude s'est porté sur les hautes terres de l'Ouest Cameroun car, les observations faites par Fotsing.,(1989), montraient que l'érosion constituait une principale menace pour les populations de la région de l'Ouest Cameroun. Etant donné que ces observations sont nettement perceptibles aujourd'hui mais, impossible à mener sur un vaste ensemble, le département du Koung-Khi a été retenu comme site d'étude. Ceci en raison de sa grande diversité morphologique, climatique, géologique, pédologique et phytogéographique. C'est dans cette optique que s'inscrit cette étude sur le thème : « **vulnérabilité des sols à l'érosion hydrique et types d'adaptation des populations dans le département du Koung-Khi** ».

¹Tchawa., (1993), la dégradation des sols dans le Bamiléké méridional : conditions naturelles et facteurs anthropiques, p.76.

II. DELIMITATION DE L'ETUDE

II.1. DELIMITATION THEMATIQUE

Déceler les différentes causes de l'érosion hydrique ainsi qu'évaluer les stratégies de lutte antiérosives sur les sols du département du Koung-Khi conduit à faire appel à des connaissances dans le domaine de la gestion conservatoire de l'eau, la biomasse et des sols (GCES). L'étude veut aborder la question de l'influence (physique) de l'érosion hydrique sur les sols dudit département particulièrement au niveau de sa zone urbaine. En effet, le département du Koung-Khi est une occupation très ancienne. Au fil des années, les populations et les autorités locales ont développé plusieurs mesures d'adaptation pour limiter l'ampleur de ce phénomène morphodynamique. Mais face aux diverses activités anthropiques (la déforestation, l'exploitation abusive des carrières, l'occupation anarchique du milieu urbain, ...) ; sans exclure la pluviosité qui devient de plus en plus élevée. On constate que ce phénomène ne cesse de s'aggraver dans cette localité sous le regard impuissant des populations et des autorités locales qui essaient tant bien que mal de trouver des solutions afin de remédier à ce problème. Au regard des travaux qui ont posé de manière précise et concise la problématique de la lutte antiérosive dans les hautes terres de l'Ouest Cameroun, nous nous attellerons à la suite de ces travaux de faire une étude sur la vulnérabilité des sols à l'érosion hydrique et les mesures de luttés antiérosives dans le département du Koung-Khi afin de contribuer à la gestion de ce phénomène dans les domaines les plus touchés.

II.2. DELIMITATION SPATIALE

Le Koung-Khi fait partie de l'une des vastes portions de l'Ouest Cameroun. Créé comme département par décret N° 92/207 du 5 Novembre 1992, il a pour chef-lieu Bandjoun et fait partie du bassin versant de la rivière du Noun et de la Mifi sud. Il est intercalé entre 5°13'30'' 5°26'30'' de latitude Nord et 10°27'30'' 10°33'30'' de longitude Est. Il couvre une superficie de 35300 hectares (353 Km²) et abrite une population de 65021 habitants d'après le recensement de 2005 (dont une densité de 184,1 habitants/km²). Il est limité au nord par le département de la Mifi, au sud par le département du Ndé, à l'ouest par le département des Hauts-plateaux et à l'est par le département du Noun. Administrativement, ledit département compte 03(trois) arrondissements parmi lesquels : Bayangam, dont le chef-lieu est Bayangam. Il couple les villages issus de trois groupements à savoir : le groupement de Bayangam, de Batoufam et celui de Bandrefam. Ensuite l'arrondissement de Djebem avec pour chef-lieu Demdeng, composé quant à lui de deux groupements à savoir : celui de Bandjoun composé de

17 villages et de 08 villages dans le groupement de Bangang-Fondji. Enfin l'arrondissement de Poumougne qui est le plus grand arrondissement du département avec pour chef-lieu Pete-Bandjoun ; composé quant à lui de 38 villages.

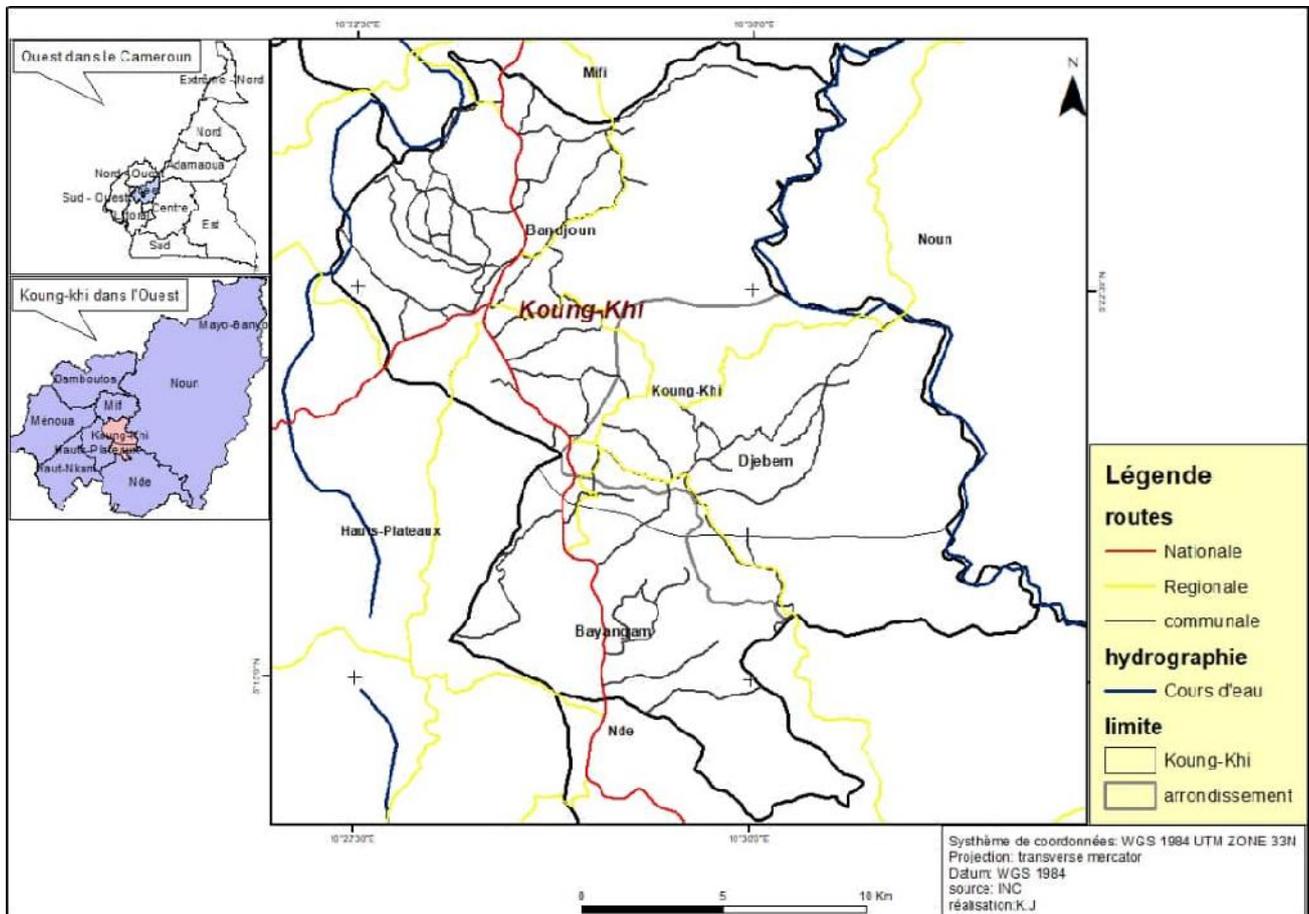


Figure 1: Localisation géographique et administratif du département du Koung-Khi

II.3. DELIMITATION TEMPORELLE

La présente étude couvre la période allant de 2000 en 2021 soit 21ans. Cet intervalle de temps semble représentatif pour mieux cerner le comportement de la pluviométrie, la sensibilité des sols et les risques associés. Cerner leurs impacts dans les domaines les plus affectés dans le Koung-Khi vise à trouver des stratégies d'adaptation adéquate pour un développement durable.

III. PROBLEMATIQUE

L'eau est à la fois une ressource rare et abondante qui oblige l'homme à faire preuve de beaucoup d'imagination pour remédier aux problèmes généraux qui découlent d'elle (Dupriez et al., 1990). La dégradation de l'environnement a évolué au gré des conditions

naturelles et de l'action anthropique Gbèssè et al.,(1996). Mais la pression démographique accroît l'emprise de l'homme sur la nature et la protection de l'environnement devient une préoccupation importante. En effet, le phénomène d'érosion hydrique constitue la principale cause de la dégradation des sols dans le monde actuel. Il représente un risque naturel multidimensionnel et un défi environnemental de l'écosystème. Ce phénomène est très complexe et est lié à des facteurs naturels et anthropiques difficilement maîtrisables dans le temps et dans l'espace (Akdin et al., 2018).

En effet, dans le monde, les terrains fertiles sont partiellement ou totalement dégradés à cause de ce phénomène, cédant la place à des terrains squelettiques complètement appauvris. En Amérique latine, l'érosion hydrique touche 14,3 % du territoire d'Amérique du Sud et 26 % de l'Amérique centrale (United Nations, 2002). En Europe, selon l'Agence européenne pour l'environnement (AEE), le problème affecte approximativement 17 % de la surface du territoire à différents degrés et s'observe localement, soit directement sous l'effet des activités humaines, soit indirectement suite aux changements climatiques (Institut français de l'environnement, 2005). Du côté de l'Asie, en Chine où la population est très nombreuse, l'érosion affecte 40 % du territoire, soit 3 569 200 km² de terres (dont 1,61 millions de km²) spécifiquement liés à l'érosion hydrique. Celui-ci provoque annuellement des pertes en terres de l'ordre de 4,52 milliards de tonnes.

Nombreuses zones du Cameroun et plus précisément les hautes terres de l'ouest font face aux reprises d'érosion qui se font de plus en plus ressentir en période de fortes pluies aux conséquences parfois désastreuses (De Noni et al., 2005). A l'heure actuelle où la démographie s'accroît dans l'étendue du territoire camerounais, l'emprise de l'homme sur la nature devient de plus en plus inquiétante créant ainsi d'énormes difficultés liées à l'assainissement et à l'évacuation des eaux issues de pluies. A travers de nombreuses études sur l'aménagement urbain et la gestion conservatoire des sols, plusieurs auteurs ont mis en relief les dangers et expositions que connaissent de nombreuses zones soumises à une forte érosion hydrique. Le département du Koung-Khi n'échappe donc pas à ce phénomène.

En effet, le département du Koung-Khi est entrain de connaître une croissance spatiale et densitaire accélérée. La plupart de ces quartiers sont situées sur des sites à morphologie contrastée (constituées de collines, de plateaux...) et géologiquement instables. Pour la majorité de ces zones précoloniales et coloniales, elles ont été créées sans tenir compte des conditions morpho climatiques, voire géologiques à long terme. C'est ainsi qu'avec le temps, elles se sont

étendues de façon spontanées sur des zones impropres à l'habitat comme les fortes pentes, les bas-fonds marécageux et les terrains à sous bassement instables (Tchotsoua., 2000). Toujours du même auteur, Cette situation conduit actuellement à une morpho dynamique accélérée qui, bien que moins obsédantes que d'autres risques dis sociaux ou urbains que sont le chômage, l'insécurité, la drogue... méritent d'être pris au sérieux parce qu'ils ont tendance à avoir des conséquences matérielles et humaines de plus en plus lourdes. Depuis près de trois décennies, le phénomène d'érosion prend de plus en plus de l'ampleur dans le Koung-Khi. En raison de son relief très accidenté plus précisément dans les arrondissements de Djebem et de Bayangam, la faible densité de son couvert végétal, une croissance rapide de sa population, l'ambiguïté de son système foncier, divers aménagements inconséquents, l'insuffisance, le dysfonctionnement et parfois l'inexistence des ouvrages de drainages des eaux issues des pluies entraînent les problèmes de dégradation de ce département. En particulier des sols. Ces zones sont de plus en plus fragilisées et sont aggravées par la pluviosité qui y est particulièrement élevée. Faisant partir des zones sur terrains ondulés, le Koung-Khi est régulièrement menacé par le ruissellement pluvial provoquant ainsi une érosion importante du sol, sources d'énormes dégâts tels que les ravinements, les stagnations des eaux pluviales sur les chaussées et en particulier dans les dépressions, la destruction des infrastructures routières, les inondations...etc., entraînant du coup le ralentissement des activités économiques des populations (transport, agriculture, commerce, santé, etc.) ; la liste des sites actifs d'érosion hydrique ne saurait être exhaustive. Ce phénomène est préoccupant pour les populations qui parfois sont à l'origine du phénomène et essayent tant bien que mal de trouver des solutions. Ceci nous conduit à nous interroger sur les causes de l'érosion hydrique, leurs impacts sur les sols dudit département sans toutefois ignorer sa gestion par les populations.

IV. QUESTIONS DE RECHERCHE

IV.1. Question principale

Cette étude s'inscrit autour de la question principale qui est celle de savoir :

Quelles sont les causes de l'érosion hydrique sur les sols dans le département du Koung-Khi et comment s'y adaptent les populations ?

IV.2. Questions spécifiques

Question spécifique 1 : Quels sont les déterminants de l'érosion hydrique dans le Koung-Khi ?

Question spécifique 2 : Quels sont les processus et les effets de la vulnérabilité à l'érosion hydrique dans le Koung-Khi ?

Question spécifique 3 : Comment les populations s'adaptent-elles à ce phénomène ?

V. OBJECTIFS DE RECHERCHE

L'objectif général de cette étude est d'analyser les causes de l'érosion hydrique dans le Koung-Khi et d'évaluer les mesures d'adaptation des populations à ces influences physiques.

Spécifiquement il s'agit ici de :

Objectif spécifique 1 : Identifier les facteurs qui favorisent l'érosion hydrique dans ledit département.

Objectif spécifique 2 : Décrire les processus et identifier les effets de la vulnérabilité à l'érosion hydrique sur la vie socio- économique des populations du Koung-Khi.

Objectif spécifique 3 : Evaluer des stratégies de lutte antiérosive mis sur pieds par les populations et les autorités locales.

VI. HYPOTHESES DE RECHERCHE

VI.1. Hypothèse générale

Les populations du département du Koung-Khi sont vulnérables à l'érosion hydrique et ont développé plusieurs mesures d'adaptation. De façon détaillée :

Hypothèse spécifique 1 : Les facteurs morfo-climatiques amplifiés par les activités anthropiques constituent les principaux déterminants de l'érosion hydrique dans ce département.

Hypothèse spécifique 2 : Les processus de l'érosion hydrique dans le département du Koung-khi sont divers et ils ont des conséquences variées sur le paysage.

Hypothèse spécifique 3 : Les autorités locales et les populations mettent en place plusieurs stratégies plus ou moins efficaces de lutte et d'adaptation à l'érosion.

VII. INTERETS DE L'ETUDE

Cette étude se fonde sur trois (03) intérêts à savoir : un intérêt scientifique, un intérêt social et un intérêt pratique.

VII.1. Intérêt scientifique

Cette étude constitue un intérêt scientifique dans la mesure où elle fait partie de l'une des premières études sur l'érosion hydrique effectuée dans ladite localité. Aussi, elle contribuera à apporter un plus dans les méthodes et les connaissances sur la quantification de l'érosion hydrique dans le monde tropical en général mais plus particulièrement dans des zones à petites échelles comme les arrondissements et communes.

VII.2. Intérêt social

Ce travail traite d'un phénomène crucial qui a toujours existé et qui reste d'actualité dans les zones à fortes pluviosités ainsi qu'à forte densité de la population comme les hautes terres de l'ouest. Elle a pour but d'aider les populations et les autorités locales dans l'élaboration des stratégies de lutte antiérosives et moins onéreuses en vue de l'amélioration des techniques d'adaptations dans les domaines les plus touchés.

VII.3. Intérêt pratique

Sur ce plan, l'étude permettra d'intégrer les connaissances et le savoir-faire des populations et des autorités locales aux informations scientifiques modernes dans la lutte contre l'érosion hydrique. Les populations et autorités locales pourraient de ce fait mettre en application les suggestions issues des résultats de nos travaux pour améliorer les techniques de lutte antiérosive dans le but du développement durable de leur milieu de vie.

VIII. CADRE CONCEPTUEL ET THEORIQUE

VIII.1. Cadre conceptuel

Cerner les différentes causes de l'érosion hydrique ainsi que les stratégies de lutte antiérosives dans le département du Koung-Khi nécessite une définition au préalable des concepts clés. Il nous faut donc préciser le sens des mots et celui que leur prêtent les divers spécialistes qui interviennent à différentes échelles de temps et d'espace à la poursuite de nos

objectifs. C'est la une condition préalable à la compréhension des concepts relatifs à la fragilité des sols et leurs stratégies de lutttes antiérosives.

Le concept de « vulnérabilité à l'érosion »

Etymologiquement, la vulnérabilité vient du latin « *vulnerare* » qui signifie endommagé, entamer... La vulnérabilité exprime le niveau d'effet prévisible d'un phénomène naturel (aléa) sur des enjeux (l'homme et ses activités). Elle est traduite en anglais par les termes *vulnerability* ou *sensitivity*. Elle évalue dans quelle mesure un système socio-spatial risque d'être affecté par les effets néfastes des aléas. Les approches en termes de vulnérabilité sont assez récentes, elles datent des années 1960 - 1970 dans le monde anglo-saxon, des années 1980 en France. De manière globalisante, la vulnérabilité se rapporte au degré auquel un pays, une communauté ou un secteur d'activité est exposé aux dommages par des forces externes telles que les désastres naturels. Ces risques peuvent être une combinaison de processus sociaux et physiques (Toussaint et al., 1998). De ce fait, On distingue divers types de vulnérabilité tels que : La vulnérabilité sociale qui évalue d'abord les préjudices potentiels aux personnes dans leur intégrité physique (décès, blessés, etc.). La vulnérabilité économique qui se traduit généralement comme étant le degré de perte ou d'endommagement des biens et des activités exposées à un phénomène. L'analyse de la vulnérabilité s'appuie sur une description de l'impact du dommage selon différents critères : sensibilité au dommage ; degré de dépendance ; la transférabilité, qui mesure la capacité d'adaptation ; la résilience, qui mesure la capacité de cicatrisation après l'événement.

En somme, la vulnérabilité des sols renvoie à la fragilité des sols face aux agressions extérieures comme le climat et les actions anthropiques. Elle dépend donc des facteurs intrinsèques et extrinsèques et peut être hiérarchisée en fonction du degré d'exposition aux risques (Kabre., 2009).

Nous retiendrons dans le cadre de ce travail que la vulnérabilité est un terme polysémique et notre étude se focalisera sur la vulnérabilité des sols liés à l'érosion hydrique car c'est ce type qui se rapproche plus de notre étude et elle nous permettra d'évaluer le degré des pertes causées par l'érosion hydrique dans la localité du Koung-Khi.

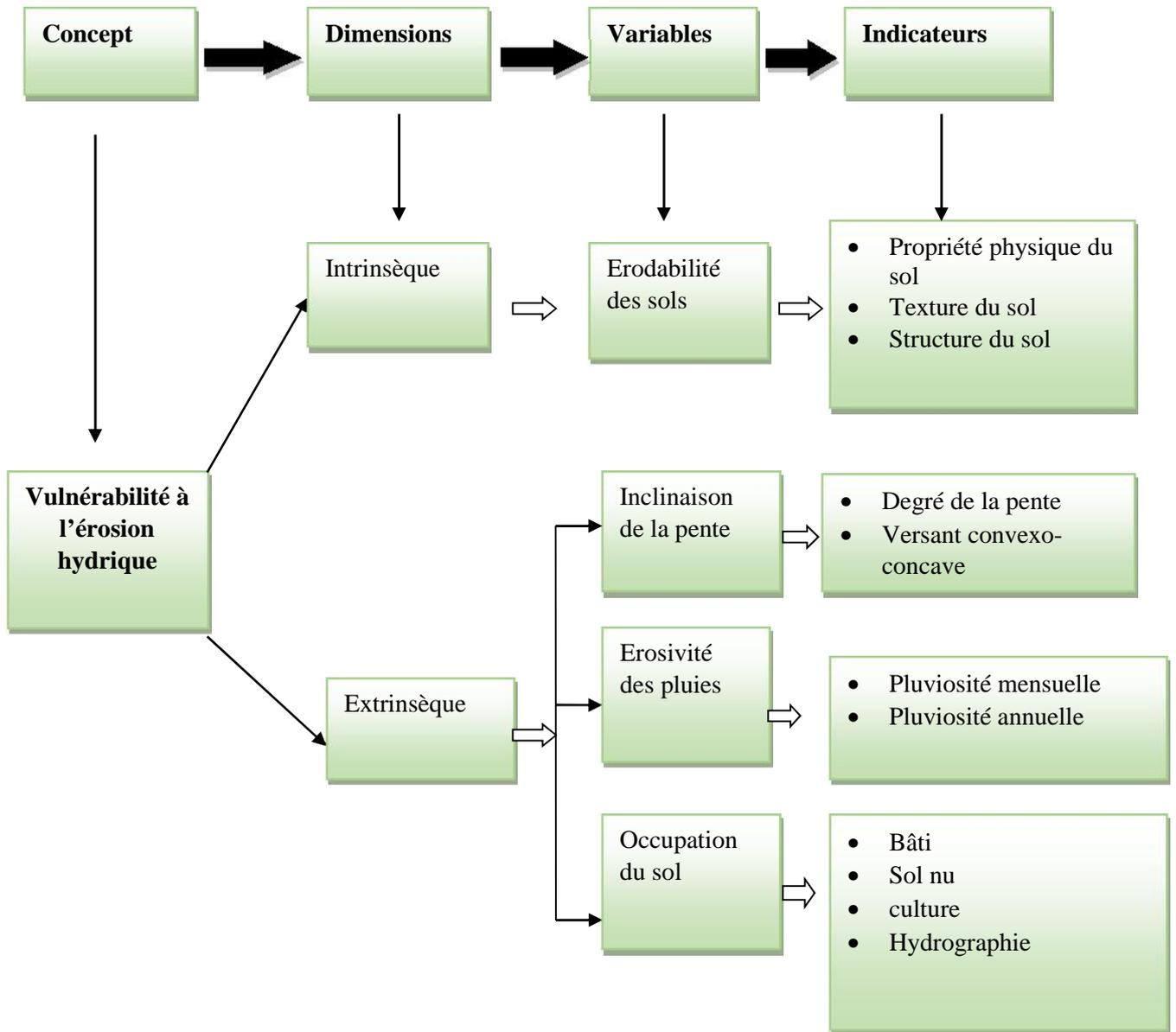


Figure 2: Schéma conceptuel du terme vulnérabilité à l'érosion hydrique

Source : Enquête de terrain et recherche documentaire.

Le concept de « Sol »

Le sol est la partie superficielle de la terre susceptible d'être cultivé en raison de ses propriétés physiques et chimiques. Il résulte de l'interaction de la biocénose et du sous-sol sous certaines conditions climatiques. La plupart des plantes cultivées puisent l'essentiel de leur nourriture dans l'horizon supérieur du sol riche en matière organique qui lui donne une structure idoine ; le fait que cet horizon soit meuble le rend très vulnérable à l'action des agents d'agressions et de transport que sont l'eau et le vent (Pautrot, 2012).

Roose et al.,(2011) quant à eux définissent le sol comme étant le produit de la transformation physique (désagrégation) et chimique (altération²) des roches sous l'effet des agents climatiques (humidité et température) et biologiques (microflore, mésosflore). Il est composé de gaz (dans les pores), d'eau et de matières solides (30 à 80 %), en particulier des matières organiques (humus, racines) et des matières minérales (essentiellement). Il s'organise verticalement en profil composé de plusieurs horizons de qualités définies, et latéralement tout au long d'une toposéquence. Toujours du même auteur, C'est également un milieu très riche en micro-organismes et relativement dense, capable de fixer les racines des arbres. Un sol est dégradé lorsqu'il perd l'une ou plusieurs de ces qualités.

Pour Antoni et al., (2006), le sol est une interface entre la lithosphère et l'atmosphère. C'est un produit de la désagrégation physique d'un substrat en minéraux hérités et de l'altération chimique de ces derniers sous l'effet de l'eau et de la matière organique plus ou moins transformé, stabilisé dans les couches supérieures du solum. Elle se décompose en trois phases à savoir :

- Minérale (fragment de roches, débris coquillers, ...) ;
- Aqueuse ou gazeuse (atmosphère du sol) ;
- Organique (débris végétaux plus ou moins décomposés)

Le sol est en effet une ressource non renouvelable à l'échelle humaine qu'il faut absolument protéger.

Le concept « érosion »

Le mot érosion dérive du verbe « erodere » qui signifie « ronger », comme une maladie ronge un corps. L'érosion peut dénaturer la terre en décupant l'horizon humifère (le plus fertile et le plus vivant) et en arrachant sélectivement les éléments nutritifs, les particules fines et les matières organiques capables à la fois de stocker l'eau utile et les nutriments, et de nourrir les éléments vivants dans le sol (micro-organismes, mésofaune, racines...), (Roose., 1985). Certains auteurs décrivent l'érosion comme une maladie qui ronge la terre jusqu'à ne laisser qu'un squelette blanchi et stérile. En réalité, l'érosion est un processus naturel qui abaisse toutes les montagnes (« *dénudation rate* » des géomorphologues anglophones). Mais en même temps,

²Altération : C'est une incorporation de molécules d'eau à certains minéraux peu hydratés contenus dans la roche comme les oxydes de fer; elle produit un gonflement du minéral et donc favorise la destruction de la roche. Source : <http://www.u-picardie.fr/beauchamp/mst/alter.htm>

l'érosion engraisse les vallées, et forme les deltas et les riches plaines qui nourrissent la majorité de l'humanité. Il n'est donc pas forcément souhaitable d'arrêter toute érosion, mais de la réduire à un niveau acceptable par tous (Roose., 1986).

Les problèmes d'érosion sont étudiés par les agronomes et forestiers, les géographes et les hydrologues, les sédimentologues et les socio-économistes. Mais chacun dans sa discipline a développé un langage propre, si bien que les mots n'ont pas la même portée selon les professions (Roose et al., 2011).

Selon Paul-Hus., (2011), l'érosion est un phénomène de déplacement des matériaux à la surface du sol sous l'action de l'eau, du vent, de l'homme ou simplement de la gravité.

Pour Bergsma et al., (1996), l'érosion est la somme de trois processus : l'arrachement de matières, le transport et la sédimentation d'une partie de celle-ci en cours de route. Le transport des particules de la surface du sol s'effectue par le vent, l'eau, l'attraction universelle et divers agents.

Pour les agro-pédologues travaillant à l'échelle d'un champ, l'érosion est la résultante de l'arrachement des particules par l'énergie des gouttes de pluie et du ruissellement, du transport par les eaux de ruissellement et du dépôt des sédiments (Roose., 1994). Sur chaque (m²) on peut observer les trois processus (arrachements, transport et dépôts de particules).

Les pédologues quant à eux définissent l'érosion comme un processus physico-chimique complexe par lequel le sol est continuellement soumis à un décapage, au transport des sédiments et leurs dépôts par des agents érosifs. Ici, se sont les eaux de ruissellement qui agissent sur le sol (Boli., 1996). Il n'est donc pas possible d'arrêter toute érosion, mais de la réduire à un seuil raisonnable, et pour cela faudra donc mesurer la perte des sols pour s'assurer que le seuil d'érosion soit atteint.

De tous ces agents de l'érosion suscités, il nous revient dans notre étude de nous évertuer sur l'érosion par l'eau à l'état liquide (pluviale) et d'étudier son influence dans les domaines humains affectés.

Le concept « érosion hydrique »

A l'échelle globale, l'érosion hydrique est un processus majeur de la dégradation des sols. Ce dernier au même titre que l'air ou l'eau constitue une ressource environnementale à protéger car ils remplissent de nombreuses fonctions essentielles au bon fonctionnement de nos

écosystèmes (Maugnard et al., 2013). L'érosion hydrique résulte de nombreux processus qui jouent au niveau de trois phases : le détachement des particules qui exige beaucoup d'énergie, le transport solide qui dépend du volume du ruissellement et la sédimentation en fonction de la capacité de transport de l'eau et de la taille des sédiments (Roose et al., 2011).

Derruau., (1974), quant à lui fait appel à une trilogie pour définir l'érosion hydrique à savoir :

- Processus d'arrachement (désagrégation³ et altération des roches, creusement de la surface du sol) ;
- Transport des matériaux issus du processus d'arrachement
- Dépôt de ces matériaux transportés (dans les cônes de déjections, lits des cours d'eaux, vallées d'inondation, lacs et réservoirs).

En géomorphologie, l'érosion hydrique se définit comme étant un ensemble de processus complexes et interdépendants qui provoquent le détachement, le transport et le dépôt des particules du sol, (Tchindjang, 1996).

Selon le Bissonais et al., (2002), l'érosion des sols se développent lorsque les eaux de pluies ne pouvant plus s'infiltrer dans le sol, ruissellent sur la parcelle en emportant les particules de terre. Ce refus du sol d'absorber les eaux en excédent apparaît soit lorsque l'intensité des pluies est supérieure à l'infiltrabilité de la surface du sol (ruissellement Hortonien), soit lorsque la pluie arrive sur la surface partiellement ou totalement saturée par une nappe (ruissellement par saturation). Ces deux types de ruissellement apparaissent généralement dans les milieux très différents bien que l'on observe parfois une combinaison des deux (Cros-cayot., 1996). Une fois le ruissellement déclenché sur la parcelle, l'érosion peut prendre différentes formes.

La définition la plus appropriée à notre étude est celle appliqué dans le domaine de la géomorphologie car elle met en exergue toutes les composantes qui entrent dans le processus du phénomène.

³Désagrégation : Séparation des grains d'une roche cohérente par l'action de phénomènes physiques (alternance gel/dégel) ou par altération chimique de certains constituants (feldspaths transformés en argiles). <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais>.

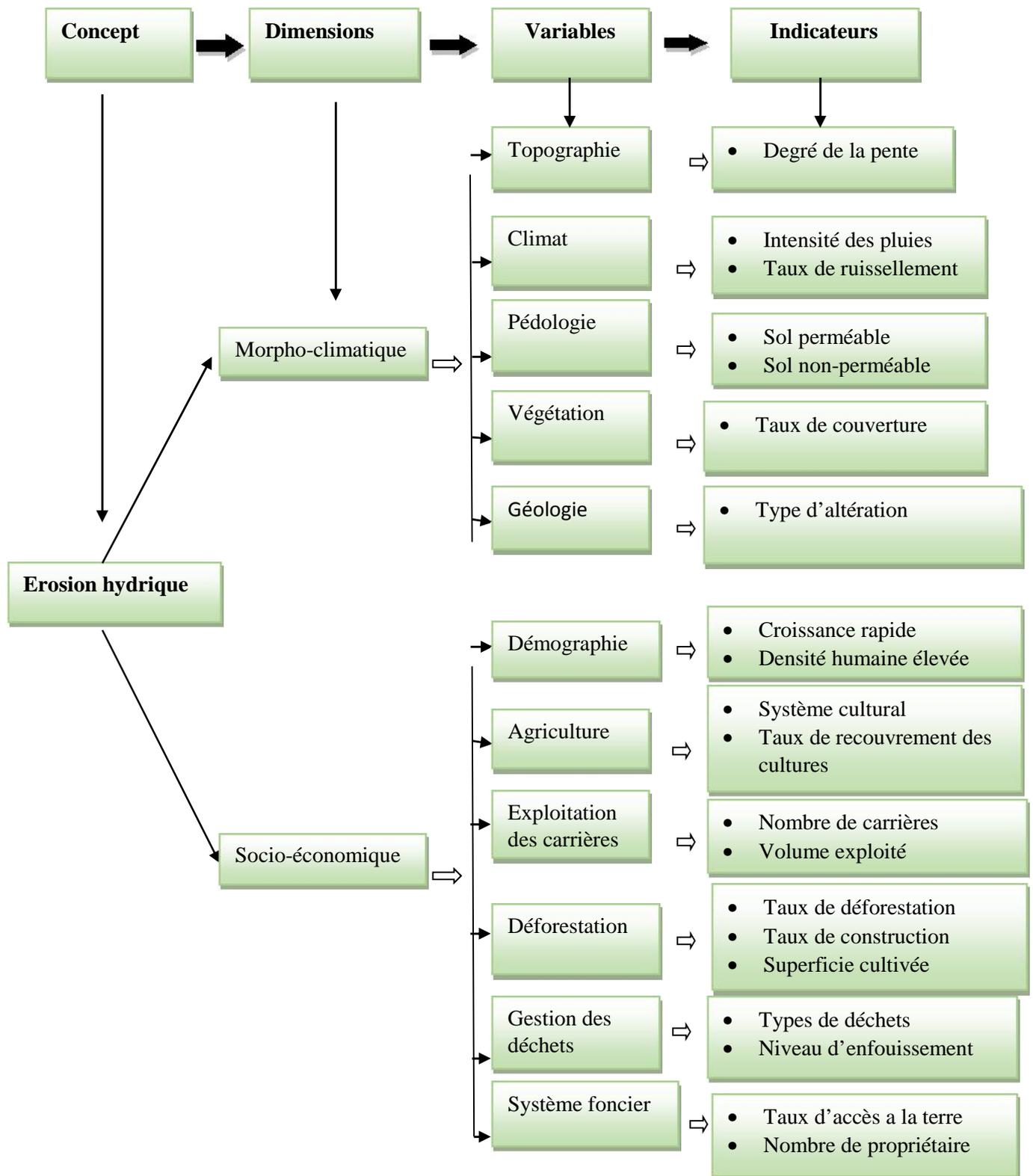


Figure 3: Schéma conceptuel du terme érosion hydrique.

Source : Enquête de terrain et recherche documentaire.

Le concept « adaptation »

Adaptation dérive du latin médiéval « adaptatio » attesté au XIII^{ème} siècle mais généralisé en français puis en anglais au XVI^{ème} siècle pour désigner l'action d'adapter au sens d'ajuster. Ainsi, le terme d'adaptation utilisé en géographie se rapproche de la notion de milieu naturel, qui implique l'intégration du physique au social et du naturel au culturel. L'école de la géographie de Chicago emprunta à l'écologie le concept d'adaptation pour le définir comme le fruit de choix délibérés afin d'échapper aux contraintes du milieu, se démarquant ainsi du déterminisme biologique issu de la sélection naturelle en s'appuyant davantage sur la notion d'ajustement (Reghezza.,2007).

Une adaptation représente également la capacité d'un système à ajuster ses mécanismes et sa structure pour tenir compte des changements environnementaux réels, potentiels ou supposés. Cet ajustement peut être spontané ou planifié et peut se produire en réponse ou en prévision. Cette capacité d'adaptation dépend des ressources écologiques disponibles, des enjeux économiques, des catégories sociales et humaines impliquées.

Elle est également définie par le ministère fédéral de la coopération économique et du développement de l'Allemagne comme un processus d'ajustement des systèmes naturels ou humains en réponse à des stimulations climatiques actuelles et anticipées ou à leurs effets afin d'atténuer les effets néfastes ou d'exploiter les opportunités bénéfiques. En effet, c'est un « processus » et non un « résultat » (Giz /Wri., 2011).

Dans le cadre de notre étude, l'adaptions à l'érosion hydrique est l'ajustement ou encore la transformation apportée dans les techniques et les pratiques développées par les populations et les autorités locales permettant de limiter l'érosion hydrique et leurs effets dans leur cadre de vie.

Le concept « Stratégies d'adaptation »

Une stratégie d'adaptation est un ensemble de mesure ou de technique visant à réguler les conséquences des impacts des changements soit en vue de les réduire (Tsalefac., 2012). Selon l'encyclopédie, elle représente l'ensemble des actions qu'un groupe ou un individu met en œuvre afin de résoudre les problèmes auxquels il fait face. Cependant, il faut signaler qu'il existe une différence entre stratégie d'adaptation encore appeler « adaptation » en anglais, et stratégie d'ajustement ou encore « *coping* ». Ces deux termes sont parfois utilisés de manière interchangeable ce qui conduit souvent à leur confusion. De ce fait, seul le terme « adaptation »

en français est principalement utilisé et il englobe l'ensemble des notions comprises dans les termes anglais suscités. Les spécialistes du Ghana, du Niger et du Népal ont établi une différence entre ces concepts et celle-ci a été reprise par (Tsalefac., 2012). (cf. Tableau 1).

Tableau 1: Différence entre stratégie d'adaptation et stratégie d'ajustement.

Stratégie d'adaptation	Stratégie d'ajustement (coping)
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Orienté vers une sécurité des moyens de subsistance à long terme ➤ Processus continu ➤ Les résultats sont pérennes ➤ Implique une planification ➤ Combine des stratégies et savoir-faire internes et modernes ➤ Se focalise sur la recherche d'alternative 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ A court terme et immédiat ➤ Orienté vers la suivie ➤ Motivé par la crise, réactif ➤ Provoque fréquemment une dégradation des ressources ➤ Provoquer par un manque d'alternative

Source : Tsalefac., (2012)

Le concept de « ruissellement »

Selon Ramade., (1998), c'est un phénomène hydrologique par lequel les pluies s'écoulent à la surface du sol. Il naît lorsque l'intensité des pluies dépasse la capacité d'infiltration de la surface du sol et se développe sur plusieurs formes : en nappe ou diffus, concentré ou linéaire.

Roose et al., (2011), nous font également part de deux formes de ruissellement à savoir :

- Le ruissellement superficiel (runoff) : c'est l'excès de pluie par rapport à la capacité d'infiltration du sol. Il coule à la surface du sol et s'organise en nappe, puis en filets et rejoint rapidement la rivière où il provoque des crues après un temps de réponse très court, de l'ordre d'une demi-heure dans un bassin d'un km².

- Le ruissellement hypodermique (interflow) : il chemine plus lentement à l'intérieur des horizons superficiels du sol, souvent plus poreux que les horizons minéraux profonds. Le temps de réponse est de l'ordre de quelques heures sur un bassin d'un kilomètre carré. Dans le Maghreb, il est fréquemment à l'origine de la formation de ravines sur les flancs de colline.

Tchotsoua., (2004), quant à lui désigne le ruissellement comme un phénomène hydrique par lequel les pluies s'écoulent à la surface du sol.

Pour Azontonde., (1988), le ruissellement est un phénomène mécanique qui induit l'érosion hydrique. Le même auteur signale que l'eau de ruissellement après une pluie est plus ou moins teintée. Elle charrie des éléments terreux. Ces manifestations si facilement observables sont la matérialisation naturelle visible qu'est l'érosion ; de manière plus simple, c'est l'usure de la partie superficielle de l'écorce terrestre.

VIII .2. Cadre théorique

Plusieurs théories ont tenté d'expliquer les mécanismes de l'érosion hydrique. Il s'agit de :

➤ **La Théorie davisienne** : Dans son article intitulé « The Rivers and valleys of pennsylvania » publié en (1889), Davis se penche sur l'étude des reliefs terrestres. Cette théorie établit que les traits physiques de la surface terrestre sont le résultat d'une évolution longue, continue et ordonnée due à l'érosion. William Morris Davis dans sa théorie du cycle de l'érosion explique la création de l'évolution des formes de reliefs en trois (03) stades successifs : stade de jeunesse (relief soulevé), stade de maturité (action de l'érosion) et stade de vieillesse. Ainsi donc, en ramenant cette théorie à notre zone d'étude (Koung-Khi), nous comprenons que sous l'effet de l'érosion, les différentes formes de relief ont évolué avec le temps et cette théorie nous a permis d'observer l'évolution de ces reliefs et d'analyser leur relation avec l'érosion/espace.

➤ **La Théorie Hortonienne (1945)** : elle a été élaborée par Horton en (1945) et stipule que le ruissellement qui est le résultat de l'érosion hydrique naît lorsque l'intensité des pluies est supérieure à la capacité d'infiltration du sol. Si on compare l'infiltration à l'intensité de la pluie, on constate que l'intensité d'infiltration décroît au cours du temps, d'une part parce que le potentiel capillaire diminue à mesure que le front d'infiltration pénètre à l'intérieur du sol et d'autre part par dégradation de l'état de la structure du sol. L'intensité de la pluie passe généralement par (un ou plusieurs) maximum et le volume de la pluie situé au-dessus de la courbe d'infiltration peut être considéré comme le ruissellement. Cette théorie nous a permis d'observer la naissance du ruissellement qui est la cause principale de l'érosion linéaire. Elle dépend à la fois du volume d'eau ruisselé et de la vitesse de celui-ci.

➤ **La Théorie de la saturation du milieu** : ici, le ruissellement naît lorsque l'espace poreux du sol est saturé. Si au cours d'une pluie simulée, on constate d'abord le démarrage du ruissellement après une pluie d'imbibition, le ruissellement va augmenter jusqu'à atteindre un niveau stabilisé correspondant à la capacité d'infiltration stabilisée du sol. Mais si la pluie est

importante et continue (plus de 100mm), il peut arriver que l'on observe une nouvelle croissance du ruissellement et un nouveau plateau d'infiltration stabilisée. Cette théorie nous a permis de comprendre que lorsqu'un milieu est totalement saturé, toute goutte d'eau tombant dans ce milieu ruisselle, quelle que soit l'intensité de la pluie.

IX. CONTEXTE SCIENTIFIQUE

Depuis de nombreuses années plusieurs études scientifiques ont été faites sur l'érosion hydrique et sur le ruissellement dans le monde en général et dans les hautes terres de l'ouest en particulier. Toutes ces recherches ont porté sur différents aspects comme les inondations, la dégradation des sols et bien d'autres ; parmi ces recherches, nous avons :

❖ Les sols et leurs sensibilités à l'érosion hydrique

Segalen., (1967), dans son ouvrage sur les sols et la géomorphologie du Cameroun, il fait tout d'abord un rappel sur la connaissance de la pédologie et de la géomorphologie du Cameroun. Il s'appesantit ensuite sur les caractéristiques essentielles de la géomorphologie du Cameroun et les relie dans l'espace et le temps avec l'Afrique Centrale et Occidentale déjà connu et établit un lien avec la genèse des sols et en fait une interprétation des surfaces d'aplanissement. Il fait également comprendre que nombreux auteurs se sont préoccupés autour des travaux géologiques, pédologiques, des problèmes géomorphologiques qui pouvaient se poser dans les régions qu'ils étudiaient à l'exception de Geze, (1943) et Roch, (1950).

Nalovic et al., (1972), font part des différentes caractéristiques de quelques sols tropicaux du Cameroun. Ils mettent en relief le rôle très important que joue la pédogenèse dans les différentes compositions géochimiques des classes des sols étudiés et évalue enfin les rôles et les domaines d'influences respectifs des sols du Cameroun.

Pontanier et al., (1984), analysent le comportement hydrique et la sensibilité à l'érosion de quelques sols du Nord-Cameroun. Ils montrent que la sensibilité globale d'une terre à l'érosion dépend du type et des caractéristiques du sol, du type d'occupation des terres et végétation (état de dégradation), de l'attractivité de cette terre exercée sur l'homme ou ses animaux. Ainsi, ces différents auteurs constatent qu'en matière de conservation des eaux et des sols, en vue de leur gestion optimale pour le développement, il existe une grande convergence des problèmes. Aussi, les études doivent être conduites simultanément afin de profiter au maximum de leur complémentarité.

D'après ces auteurs nous comprenons que la sensibilité d'un sol dépend de ces différentes caractéristiques, mais également du type de pression exercé sur celle-ci que se soit dans le domaine agricole ou pour les constructions.

Leumbe et al., (2012), après avoir présenté le massif volcanique des Bamboutos dans l'ouest Cameroun comme étant un écosystème de montagne tropicale humide, et particulièrement exposé à la dégradation des sols, ils estiment que les sols du mont Bamboutos de par leur fertilité attirent les populations et cette pression anthropique sur le milieu accroît la vulnérabilité de cet environnement des montagnes tropicales avec pour conséquence une érosion intense des sols. Ils utilisent ainsi l'équation universelle des pertes en terre de Wischmeier & Smith., (1978) pour évaluer l'ampleur du phénomène d'érosion hydrique. Cette équation révèle que, la dégradation du couvert végétal est le facteur déterminant dans le processus d'érosion hydrique et si les mesures conservatoires ne sont pas prises en compte dans la gestion de ces écosystèmes naturellement fragile, le taux d'érosion devrait croître au fil des années.

Ces publications permettront de mieux cerner les différents types de sol rencontré dans la localité du Koung-Khi et de mieux déceler ses caractéristiques afin de pouvoir distinguer la plus sensible à la moins vulnérable et de trouver des stratégies de lutte antiérosive plus adéquate à ces différents types de sol.

❖ **Les causes de l'érosion hydrique dans le monde en général et au Cameroun en particulier**

Tchawa., (1993), montre que malgré un milieu naturel fragile, aucune menace significative n'avait jusque-là pesé sur la stabilité des versants du Bamiléké mais qu'au jour d'aujourd'hui, cet équilibre est devenu précaire et par endroits on peut observer des signes évidents de dégradation de l'environnement. Dans son article, l'auteur montre d'après des observations sur le terrain, que les précipitations dans le Bamiléké méridional sont excessivement dégradantes et que les agents du climat peuvent être également très actif dans la mesure où certaines conditions sont réalisées (l'exposition du sol par une agriculture qui ne parvient pas à révolutionner ses techniques et outils [...]). De même, il évoque le poids de l'histoire qui pour lui à son rôle a joué dans l'accentuation de la dégradation dans cette partie du Cameroun.

Tchotsoua., (1994), décrit Yaoundé comme connaissant actuellement une forte croissance démographique dont l'une des conséquences est l'accélération de la morphogénèse.

Il démontre que la cause de cette accélération est anthropique et en fonction des différentes causes et conséquences il propose quelques solutions pour freiner la morpho dynamique actuel. De plus, il fait part de la dynamique du milieu naturel et particulièrement de la dégradation et de l'érosion des sols qui reste une préoccupation majeure des acteurs du développement rural dans les pays de la zone intertropicale depuis plusieurs décennies et à attirer l'attention de nombreux agronomes, pédologues et géomorphologues qui sont d'une grande utilité dans la compréhension de ces phénomènes.

Tchindjang., (1996), dans sa thèse, focalise son attention sur les éléments catalyseurs et la dynamique des paysages des versants du Bamiléké central à savoir les climats et les topo climats, la végétation et les cours d'eau, les héritages anciens et plioquaternaires et leur influence sur l'évolution des versants. Il met également l'accent sur la charge anthropique dans cette région à forte densité démographique. Il parle également des risques de l'agriculture et note que l'érosion des sols est liée à plusieurs facteurs à savoir : les averses exceptionnelles, les précipitations annuelles régulières et abondantes, les contrastes pluviométriques saisonnières, les contrastes thermiques dont l'humidité, l'isolation et leur répercussion sur la morphogénèse.

Afanou., (1996), nous montre que la dégradation est un mal dont souffre la plupart des pays du tiers-monde. Cette dégradation est liée aux facteurs physiques et anthropiques. Il a montré comment la forte pluviométrie associée à la nature du milieu physique favorise une forte agressivité climatique. Ceci est la source de multiples problèmes environnementaux tels que : l'érosion pluviale, l'inondation et l'influence des déchets sur l'environnement.

Morel., (1996), a montré que les politiques d'assainissement et de la maîtrise du ruissellement pluvial dans les villes africaines devraient s'appuyer sur l'approche alternative, c'est-à-dire cette technique d'assainissement qui consiste à déconcentrer les flux pluviaux en redonnant aux surfaces sur lesquelles se produisent le ruissellement un rôle régulateur fondé sur la rétention et l'infiltration. Il estime également que cette approche alternative est bénéfique et elle est bien adaptée aux conditions naturelles de l'Afrique. Cette technique devrait être prise en compte et intégrée aux systèmes d'aménagement et d'assainissement des petites et moyennes agglomérations en Afrique.

Bonvallot et al., (1997), lors de leur étude sur l'érosion urbaine au Cameroun, ils ont mis en exergue les différents sites urbains du Cameroun soumis à une évolution morphologique de plus en plus rapide caractérisé par des ravinements, des glissements de terrain, des éboulements et inondation. En effet, leur objectif est d'attirer l'attention des populations sur le

sens que prend le phénomène d'érosion dans les villes camerounaises et tente de résumer les principales causes. Il en ressort que l'érosion en ville est liée aux conditions du milieu physique, certes, mais aussi et surtout aux actions anthropiques. La croissance rapide de la population urbaine, l'ambiguïté du système foncier camerounais, divers aménagements inconséquents et l'absence d'une gestion partagée de l'espace bâti ou à bâtir aggravent les risques morphodynamiques et cela entraîne des conséquences qui sont généralement ressenties qu'après coup.

Brabant., (2008), dans son étude sur les activités humaines et la dégradation des terres, il décrit l'érosion dans les villes comme étant un processus habituel. Cependant, il constitue un sous-type particulier pour plusieurs raisons. D'abord il se produit dans des zones urbaines ou périurbaines. Les causes et les moyens d'y remédier présentent aussi des particularités, car l'érosion urbaine n'est pas en relation avec l'agriculture à l'inverse de la plupart des autres modes d'érosion. Il montre que l'érosion dans ces milieux est généralement causée par le ruissellement des eaux pluviales très abondant sur les toits et sur la terre compactée, sans végétation, qui entoure les habitations. Le ruissellement n'y étant pas canalisé par des ouvrages bétonnés ou par des conduites creuse des ravines et des ravins, puis affouille les parois des ravins, ce qui entraîne des éboulements de terrains. À cela s'ajoutent des glissements de terrain. Il montre également que certaines conditions favorisent l'érosion ; il s'agit de : la présence d'un terrain en pente et des sols épais qui possèdent en profondeur une couche peu perméable et que ces sols sont en général des sols ferrallitiques (ferralsols) épais de plusieurs mètres, dont la couche arable meuble a déjà été déblayée par l'érosion en nappe.

Cledjo.,(2015), dans sa revue sur les impacts environnementaux des eaux pluviales dans la commune de Cove au Bénin, il montre que le phénomène d'érosion s'accroît avec la combinaison des conditions physiques et des actions anthropiques. En effet, la pluviométrie et la nature du sol sont les premières caractéristiques physiques déterminantes du processus d'érosion pluviale. A ceux-ci s'ajoutent la poussée démographique et la croissance de son noyau aggloméré qui ont pour corollaire l'intervention humaine négative sur le milieu. Ainsi, sous cette forte pression humaine, la végétation, principal facteur limitant du ruissellement, est graduellement détruite au profit de l'installation des habitations. Pour lui, tous ces éléments sont à l'origine du ruissellement, qui est un facteur déterminant du processus de dégradation environnementale des eaux pluviales.

Lopanza et al., (2020), dans leur étude sur l'érosion urbaine à Kinshasa, ils sont partis du constat selon lequel à chaque précipitation, les érosions enregistrent d'énormes dégâts. Leur étude tente d'analyser les causes et impacts de l'érosion. D'après leurs différentes enquêtes

mener, leurs résultats montrent que les causes de l'érosion sont regroupées en deux catégories notamment les causes écologiques ainsi que les causes socioéconomiques et politiques. Ils montrent également que l'érosion n'est pas seulement un problème technique et signalent que même si la lutte antiérosive a connu jusqu'ici des succès mitigés, ce n'est parce qu'on a bien résolu tous les aspects techniques du problème, mais aussi, parce qu'on n'a pas suffisamment étudié les autres racines des crises d'érosion et ses conséquences.

A travers ces auteurs, nous retenons que le phénomène d'érosion doit également être examiné sous l'angle technique et aussi sous l'angle social et ces causes seront expliquées par les paramètres climatiques et d'urbanisation.

❖ **Approche des techniques de lutttes antiérosives**

Yongué et al., (2000), dans leurs études sur l'érosion dans le site d'Oyomabang ,ils proposent comme meilleur moyen de lutte contre l'érosion la prévention, à savoir la prise en compte des risques d'érosion lors des projets d'urbanisation. Dans la situation actuelle, il est suggéré que les pouvoirs publics (communautés urbaines, Ministère de la Ville ...) s'impliquent davantage dans le processus d'urbanisation. On ne saurait concevoir une fonction urbaine viable sans plan d'assainissement et des structures de prises de décision et de contrôle fonctionnel. La sensibilisation des populations au problème de l'érosion, afin qu'elles participent ou se prennent en charge, doit être une priorité nationale. Lors des lotissements, les plans d'urbanisation devraient être assortis de plans d'assainissement. Dans les zones déjà occupées, des services de contrôle et de conseil pour l'assainissement, assurés par l'autorité, permettraient la réalisation des aménagements adéquats et aussi leur maintenance ; ils aideraient à sensibiliser et faire participer les populations à une meilleure gestion de leur environnement. Cette démarche devrait être adaptée à un système efficace de gestion des ordures ménagère.

Gauvin., (2000), fait part des moyens de lutte contre l'érosion des sols et signale que pour qu'ils soient efficaces, ces moyens de lutte doivent se situer sur deux zones distinctes à savoir : une zone émettrice de ruissellement et une zone sensible accumulant les précipitations. Ces deux zones correspondent donc à deux limites différentes auxquelles doivent s'adapter des mesures différentes.

Brabant., (2008), dans son étude sur les activités humaines et la dégradation des sols signale que lors des premiers stades de l'érosion, le coût est faible, car les travaux peuvent être effectués par les habitants. Quand le stade des ravins est atteint c'est-à-dire le degré 4 et surtout 5, le coût est beaucoup plus élevé ; l'intervention des services de l'État est alors nécessaire. La

question se pose ainsi de savoir qui va financer. Les services étatiques n'ont souvent pas les moyens financiers d'intervenir ou ils délaissent ces quartiers dont le régime foncier n'est pas défini et où les habitants se sont installés sans autorisation. De ce fait, il prône pour la création de comités de quartiers qui délibèrent et qui décident en commun des travaux à effectuer avant que la dégradation n'atteigne un niveau élevé ce qui semble être une bonne solution. C'est donc un cas typique où il vaut mieux prévenir que guérir.

EauFrance., (2019), dans leur rapport sur comment limiter l'érosion et ses conséquences, il propose de nombreuses solutions au phénomène d'érosion à savoir :la prévention des mouvements de masse et limiter les travaux et les aménagements dans les milieux vulnérables qui est une démarche gagnante. En outre, il signale par la suite que ces solutions sont toutefois limiter et ne permettent pas de protéger des évènements de grande intensité et opte pour la délocalisation des biens qui reste une solution très importante dans les zones à risque.

Lopanza et al., (2020),proposent comme remède une politique d'urbanisme mise sur pieds par les autorités administratives comme une mesure préventive des érosions et aussi que les populations soient associées dans les actions et les travaux antiérosifs ; Que les aides pour la lutte contre les érosions soient plus avant le sinistre qu'après et les aides techniques et stratégiques doivent être plus envisagées.

A travers ces différentes études suscitées, il ressort que la pluie est la principale cause et le moteur du phénomène d'érosion hydrique. Toutefois, le rôle de l'homme dans l'aggravation du processus d'érosion n'est pas négligeable à travers ces différentes activités et surtout la pression qu'il exerce sur les sols. Aussi ces auteurs ont proposé plusieurs stratégies à l'endroit des populations afin de pouvoir réduire le seuil du phénomène d'érosion dans différentes localités mais il s'avère cependant que ces stratégies ont été peu efficace du fait que les différents acteurs victimes (populations et autorités locales) ne se sont pas appropriés des différentes mesures d'adaptations proposées.

Ces études nous aiderons dans l'identification des impacts de l'érosion hydrique et d'avoir des idées claires et nettes du phénomène dans la localité afin de trouvé des stratégies d'adaptations adéquate.

X. METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

Pour mener à bien cette étude qui se veut à la fois descriptive et analytique, une démarche hypothético-déductive basée sur la collecte des données quantitatives et qualitatives a été adoptée. Nous avons procédé à des recherches documentaires, des observations sur le terrain, des mesures faites sur le terrain, les enquêtes socioéconomiques et enfin les traitements des données. Ces différentes démarches nous ont permis de comprendre et de déterminer les facteurs de l'érosion hydrique et ses impacts dans le département du Koung-Khi. Cette approche méthodologique nous a également permis de vérifier nos hypothèses de recherche et d'atteindre nos objectifs fixés.

X.1. Nature et typologie des données

Elle s'est faite sur la collecte des données qualitatives et quantitatives dans le département du Koung-khi et s'est articulée sur deux axes principaux.

X.1.1. Les données de sources secondaires

Cette étape a consisté à visiter les centres de documentation afin d'acquérir le maximum d'informations et données liées à notre sujet de recherche. Pour cela, nous avons eu besoin :

- **Des données climatologiques mensuelles et annuelles (précipitations et températures) de la station de Bandjoun** : elles ont été collectées à l'aéroport de Bafoussam-Bamoungoum sur la période de (1999-2020). Elle nous a permis d'évaluer les taux de précipitations mensuelles et annuelles, et d'établir son rapport avec l'érosion hydrique dans le Koung-Khi.
- **Des données topographiques relatives aux reliefs et aux systèmes de pentes** : elles ont été obtenues à l'aide des images satellitaires dudit département. Ces données nous ont servis à établir le lien entre les pentes et l'érosion, de distinguer les zones à fortes pentes, à moyenne pente et à faible pente et d'évaluer leur degré de vulnérabilité.
- **Des données pédologiques** : elles ont été prises dans de multiples documentations sur les sols du Cameroun en général et des hautes terres de l'ouest en particulier. Ces données nous ont permis d'une part d'avoir les types de sol et leurs caractéristiques du Koung-Khi, et d'autres part d'apprécier les facteurs responsables de la dégradation des sols.

- **Des données foncières liées à l'occupation des terres dans les quartiers fortement, moyennement et faiblement peuplés** : elles ont été collectées à la délégation départementale de l'habitat et du développement urbain de ladite localité. Elles nous ont permis de distinguer les zones fortement, moyennement et faiblement peuplées.

- **Des données démographiques** quant à elles ont été prises au BUCREP (Bureau central de recensement et d'étude de la population) relatives aux recensements de la population de (2005) dans les quartiers du Koung-Khi et sa distribution dans le temps. Ces données nous ont permis d'estimer la population actuelle du département du Koung-Khi.

X.1.1.1. La recherche documentaire

Le choix de ce sujet de recherche a été orienté par des lectures réalisées dans les bibliothèques comme celles du département de géographie, la bibliothèque centrale de l'université de Yaoundé I, la bibliothèque de l'école normale de Yaoundé... (cf. tableau 2). De plus, on s'est également évertué dans la recherche documentaire électronique. Il s'agit ainsi des documents disponibles et téléchargeables sur internet. Ces documents souvent placés dans des sites spécialisés sont parfois payant pour certains et non payant pour d'autres. Pour y avoir accès, nous avons dû faire recours aux moteurs de recherche tels que : Google search, Google scholar, Memoireonline, Internet explorer.

Tableau 2: Récapitulatif de la documentation

Structures de documentation	Nature des documents	Types d'informations à recueillir
Bibliothèque centrale de l'université de Yaoundé 1	Mémoires, thèses, rapports, articles	Des informations à caractère méthodologique
Bibliothèque du département de géographie de l'université de Yaoundé 1	Mémoires, thèses, articles	Des informations générales sur notre thème d'étude
BUCREP (Bureau central de recensement et d'étude de la population) de Yaoundé	Données sur la population de notre zone d'étude	Informations statistiques et démographiques de notre zone d'étude
Ministère de l'habitat et du développement urbain du Koung-Khi	Rapports d'études, articles, plan des différentes communes de la localité, données foncières.	Information de base sur notre secteur d'étude : voie, village...
Ministère de la protection de la nature, de l'environnement et du développement durable du Koung-Khi	Livres, rapports d'études, articles, ...etc	Informations générales sur les problèmes environnementaux liés à l'assainissement, aux pluies... données pédologiques (nature et caractéristiques des sols du Koung-khi),
En ligne : Google search, Google scholar, Memoireonline...	Mémoires, thèses, rapports, articles, Livres, rapports d'études...	Informations générales sur le phénomène hydriques et les problèmes environnementaux

X.1.2. Les données de sources primaires

Elles ont consistées tout d'abord aux observations directes sur le terrain. Elle s'est faite en compagnie des guides locaux afin d'avoir une vision plus clair du phénomène. Ensuite, nous avons effectué les enquêtes sur le terrain auprès des ménages sur la base d'un questionnaire, et des autorités locales sur la base des guides d'entretiens.

X.2.1. Les observations directes sur le terrain

La période de juillet(2020) a été consacrée aux premières observations directes sur le terrain. Nous avons estimé que pour une bonne observation du phénomène de l'érosion hydrique, la période des saisons pluvieuses serait la plus adéquate. Pendant cette période, le ruissellement, le ravinement, l'inondation et d'autres phénomènes néfastes de l'érosion hydrique s'observent le plus ce qui nous a donc permis d'effectuer certaines prises de vue afin d'illustrer les différentes mutations de terrain méritant ainsi une attention primordiale.

X.1.2.2. Les enquêtes sur le terrain

Les enquêtes sur le terrain ont permis de recueillir des informations auprès des ménages dans la localité.

- De ce fait, les enquêtes sur le terrain ont duré (03mois) et se sont déroulées pendant le mois de août, septembre, (2020) et avril (2021). Quant à l'échantillonnage, nous avons opté pour l'échantillonnage **probabiliste stratifié**. Cette méthode consiste à subdiviser une population hétérogène en strate, et de retrouver dans l'échantillon les mêmes proportions pour chacune des strates selon les caractéristiques choisies pour l'étude dans la population ciblée. Nous avons ciblé les quartiers selon l'ampleur du phénomène, quant aux ménages, nous avons privilégiés les personnes ayant vécu au moins 20 ans dans la localité car ceux-ci ont eu la chance d'observer le phénomène au moins sur vingt années.

- Ensuite, une fiche d'enquête (questionnaire) a été élaborée permettant aux ménages de s'exprimer librement. Notre échantillon à interroger était composé: d'agriculteurs, de commerçants, de fonctionnaires, d'artisans, bref toute personne issue des différentes catégories professionnelles. Cet échantillon nous a permis d'obtenir les informations sur les perceptions que les populations ont du phénomène de l'érosion hydrique et d'apprécier les différentes stratégies de résistances qu'elles ont développées.

- les focus-group ont également été organisés dans certains ménages entre le chef de ménage et les membres de la famille. Ils ont permis de croiser les informations recueillies par les questionnaires individuels. Ces discussions de groupes ont permis de compléter les informations collectées à l'aide des questionnaires.

Pour mener à bien cette enquête, 1000 ménages ont été interrogés, soit 6,46% du nombre total de ménage de la localité répartis dans le tableau 3.

Tableau 3: Répartition des zones enquêtées.

Arrondissement	Nombre de ménages	Proportion	Echantillon
Bayangam	3261	500	346
Poumougne	9335	650	494
Djebem	2883	200	160
Total	15479	1350	1000

X.1.2.3. Les entretiens semi-directif

Elles ont été organisée lors des descentes sur le terrain avec les autorités locales, les chefs traditionnelles des différents quartiers enquêtés, les chefs services des systèmes domaniales, le délégué de l'environnement, les agents du service des travaux publics afin d'avoir leur perception sur le phénomène d'érosion dans l'optique de mieux évaluer le phénomène dans la localité.

X.1.2.4. Le matériel de terrain

Le premier outil utilisé une fois sur le terrain a été :

- **La carte topographique et la carte administratif** de notre zone d'étude. Elles ont permis d'avoir une vue d'ensemble de la localité. Ensuite :
- **Un GPS** (Global Positionning System) qui a permis de prendre les coordonnées géographiques des différentes zones à étudier sur le terrain ;
- **D'un marteau** qui a servi d'échelle sur le terrain ;
- **D'un décamètre de 4m de longueur** qui a permis de prendre les mesures de déchaussement des fondations des maisons et des infrastructures socio-économiques ;
- **D'un appareil photo numérique** pour les prises de vue instantanée ;
- **Un bloc note** pour relever les différentes mesures et informations prises sur le terrain.

X.1.3. Les travaux sur le terrain

X.1.3.1. Détermination de la vitesse de sapement et le volume des terres perdues

X.1.3.1.1. Détermination de la vitesse de sapement autours des fondations des maisons et des infrastructures socioéconomiques

Pour atteindre nos résultats, la méthode du béninois Biaou., (2007) utilisée par Cledjo.,(2015) lors de son étude sur les impacts environnementaux des eaux pluviales dans la commune de Cove au Benin a été optée. Cette méthode a permis de quantifier les pertes en terre autour des fondations des maisons et des infrastructures socioéconomiques montrant des indices d'érosion hydrique. Elle a consistée tout d'abord à cibler les différentes fondations et infrastructures où l'érosion y est remarquable dans les différents arrondissements de la localité. Ensuite à déterminer la vitesse de sapement au cours d'une année en utilisant la formule ci-après :

Equation :

$$V_s = h / a$$

Avec :

V_s : vitesse de sapement en cm/an ; **h** : profondeur du déchaussement en cm; **a** : âge de l'infrastructure.

X.1.3.2. Détermination du volume de terres perdues dans la localité

Ici, la méthode par télédétection associée au SIG (système d'information géographique) a été privilégiée. Elle a consisté tout d'abord à répertorier les différentes zones vulnérables à l'érosion hydrique dans la localité et ensuite, d'estimer le volume des pertes en terre. De plus, nous avons fait recours au modèle RUSLE de Wischmeier & Smith., (1978) pour estimer le volume de pertes en terre dans la localité en utilisant la formule ci-dessus :

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

Où :

A : représente le taux annuel de perte en sol en t/ha.an ;

R : le facteur d'érosivité des pluies exprimé en Mégajoule.
mm / ha. H;

K : le facteur d'érodibilité des sols exprimé en t. ha / ha. MJ.mm ;

LS : le facteur topographique sans dimension représentant l'inclinaison (S en %) et la longueur de pente (L en m) ;

C : le facteur sans dimension représentant l'effet de la couverture végétale ; et

P : le facteur de soutien à la pratique.

X.1.4. METHODES DE TRAITEMENT DES DONNEES

X.1.4.1. Traitement des données issues du terrain

Au cours de cette phase, nous avons procédé aux dépouillements des données collectées, ensuite nous avons analysé et interprété les résultats. Nous avons utilisé à cet effet les logiciels tels que **SPSS** pour le dépouillement des informations, **EXCEL** pour générer les graphes, tableaux et diagrammes facilitant ainsi les analyses, et **WORD** pour la saisie.

X.1.4.2. Traitements cartographiques

Les performances du logiciel **ARCGIS**, **ADOBE ILLUSTRATOR** et **ERDAS IMAGINE** nous ont permis de mener à bien les investigations de réalisation de nos différentes cartes à partir du calquage numérique de notre zone d'étude. Il a tout d'abord été question de délimiter le département sur la carte sous la base des coordonnées des points de références

levées au GPS, la projection de ces points a servi de guide pour l'opération de vectorisation des limites du département ; ainsi, nous avons pu réaliser les différentes cartes de notre zone d'étude ainsi que les traitements d'images satellitaires.

X.1.3.3. Présentation et analyse des résultats du terrain

Pour l'analyse et la présentation des résultats de terrain, le modèle **PEIR** (Pression, Etat, Impact, Réponses) du Béninois Biaou, (2007) a été utilisé. Il est mieux adapté à cette étude puisqu'il s'agit de déterminer les facteurs naturels et humains, évaluer les impacts socio-économiques et environnementaux de l'érosion hydrique. De plus il consiste également d'identifier les stratégies d'adaptation développées par les populations et les autorités locales. La figure 4 représente le modèle **PEIR** appliqué à la présente étude.

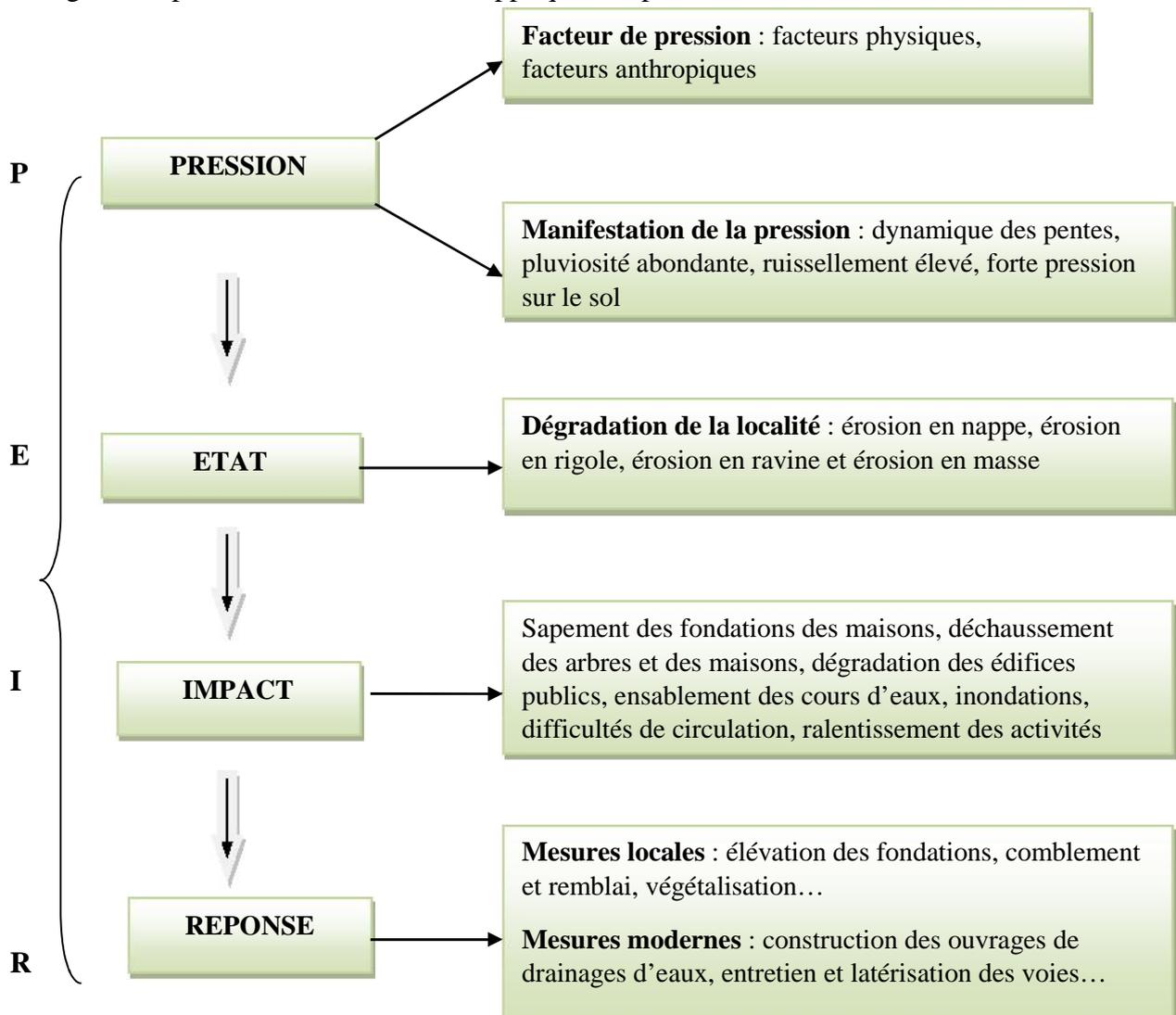


Figure 4: Modèle **PEIR** appliqué à l'analyse des impacts de l'érosion hydrique dans le département du Koung-Khi.

Source : résultat des enquêtes de terrain avril, (2021) et inspiré de Biaou., (2007).

Le modèle **PEIR** met en évidence toutes les composantes impliquées dans le processus de l'érosion hydrique depuis les facteurs de pression jusqu'aux stratégies d'adaptation développées par les populations. Il apparaît donc clairement à partir de la (figure 4) que la dégradation du Koung-Khi est la résultante des facteurs physiques et des actions anthropiques.

Tableau 4: Tableau synoptique de la recherche

Questions de recherche	Objectifs	Hypothèses	Méthodes et matériels	Plan sommaire
Questions principale : Quelles sont les causes de l'érosion hydrique sur les sols dans le département du Koung-Khi et comment s'y adaptent les populations ?	Objectif général : Analyser les causes de l'érosion hydrique dans le Koung-Khi et évaluer les mesures d'adaptations des populations à ces influences physiques	Hypothèse générale: Les populations du département du Koung-Khi sont vulnérables à l'érosion hydrique et ont développé plusieurs mesures d'adaptations	Recherche documentaire Observation de Terrain.	Formulation du sujet de recherche et INTRODUCTION GENERALE.
Questions spécifique 1: Quels sont les déterminants de l'érosion hydrique dans le Koung-khi ?	Objectif spécifique1: Identifier les facteurs qui favorisent l'érosion hydrique dans ledit département.	Hypothèse spécifique 1 : Les facteurs morpho-climatiques amplifiés par les activités anthropiques constituent les principaux déterminants de l'érosion hydrique dans ce département.	Recherche documentaire Observation directe Sur le terrain.	CHAPITRE 1 : LES DETERMINANTS DE L'EROSION HYDRIQUE DANS LE KOUNG-KHI.
Questions spécifique 2 : Quels sont les processus et les effets de la vulnérabilité à l'érosion hydrique dans le Koung-Khi ?	Objectif spécifique 2 : Décrire les processus et identifier les effets de la vulnérabilité à l'érosion hydrique sur la vie socio-économique des populations du Koung-Khi.	Hypothèse spécifique 2: les processus de l'érosion hydrique sont divers et ils ont des conséquences variées sur le paysage	<ul style="list-style-type: none"> • Observations directe sur les zones affectées • Questionnaires adressés aux ménages et traités à l'aide du logiciel SPSS, EXCEL... • Photographie des structures touchées par l'érosion • Utilisation des images satellitaires. 	CHAPITRE 2 : PROCESSUS DE L'EROSION HYDRIQUE ET LEURS IMPACTS DANS LE DEPARTEMENT DU KOUNG-KHI.
Questions spécifique 3 : Comment les populations s'adaptent elles à ce phénomène ?	Objectif spécifique 3 : Evaluer les stratégies de lutttes antiérosives mis sur pieds par les populations et autorités locales	Hypothèse spécifique 3 : les autorités locales et les populations mettent en place plusieurs stratégies plus ou moins efficaces de lutte et d'adaptation à l'érosion.	<ul style="list-style-type: none"> • Observations des différentes mesures de lutttes antiérosives dans le département • Questionnaire adressé aux ménages et traité à l'aide du logiciel SPSS, EXCEL et WORD • Prise de vue 	CHAPITRE 3 : BILAN DES STRATEGIES DE LUTTES ANTIEROSIVES DANS LE KOUNG-KHI.

Difficultés Rencontrées

L'obstacle rencontré dans la réalisation de ce travail repose sur les conditions répulsives au cours de la soumission du questionnaire aux ménages. Certains enquêtés considéraient notre questionnaire comme une perte de temps. Pendant les enquêtes de terrain, certaines informations fournies par certaines personnes interrogées étaient volontairement faussées. Il faut également relever les difficultés de se faire comprendre par certains interlocuteurs. Ces difficultés sont dues au faible niveau scolaire et aux langues parlées (Ghomala, le fulfuldés...).



CHAPITRE 1

**LES DETERMINANTS DE L'EROSION
HYDRIQUE DANS LE KOUNG-KHI**

INTRODUCTION

L'érosion hydrique est un phénomène complexe et largement répandue dans le monde. Elle constitue la cause principale de la dégradation des sols. Ce phénomène façonne la terre depuis qu'elle est émergée. Depuis plus de 7000 ans, l'homme s'acharne à lutter pour protéger ses sols contre l'agressivité des pluies et du ruissellement (Lowdemilk., 1953). Marqué par des pentes abruptes, une pluviosité remarquable ainsi qu'une population abondante, le département du Koung-Khi à l'Ouest Cameroun est depuis près de trois (03) décennies influencé par le phénomène d'érosion hydrique qui ne cesse d'être visible et dégrade considérablement ses sols. Ceci nous amène à nous interroger sur les facteurs de l'environnement qui influencent le départ des terres dans ce département ; d'où la décision pour nous de s'évertuer dans cette localité afin de mieux apprécier le phénomène érosif. Il sera donc question dans ce chapitre de décrypter les facteurs qui accentuent le phénomène d'érosion hydrique. En d'autres termes d'identifier et de caractériser les différents paramètres contribuant à la mise en place du phénomène érosif dans la localité du Koung-Khi.

1.1. INFLUENCE DU MILIEU PHYSIQUE SUR LA DYNAMIQUE DE L'EROSION HYDRIQUE DES SOLS DANS LE KOUNG-KHI

1.1.1. La dynamique des versants

Le Koung-Khi fait partie intégrante du plateau Bamiléké et constitue l'unité intermédiaire du système des plateaux étagés de l'Ouest Cameroun (Tchindjang., 1996). Compris entre 1100 et 1924m, les paysages de la partie centrale du Bamiléké se différencient selon le substratum et associent une diversité de milieu naturel.

En effet, le paysage du Koung-Khi est composé des affleurements de socle en boutonnière⁴ et à travers la couverture volcanique, ces reliefs sont essentiellement caractérisés parfois par des basaltes aux granites et des migmatites-anatexies. Cette situation prévaut davantage en bordure ou en proximité des escarpements près desquels les vulcanites sont décapées et se font plus ressentir à « Tsego » à l'Est de Bandjoun (Tchindjang., 1996). De plus, à l'Est de Bandjoun, on retrouve un paysage volcanique qui se résout en un ensemble de buttes élevées (1669m à Famnwé) aux formes géométriques très tendues et aux corniches bien affirmées ; se sont des résidus d'anciens niveaux bauxitisés. Ces buttes résiduelles dominent

⁴Une boutonnière est une dépression creusée, par l'érosion dans la partie haute de l'anticlinal provoquant une inversion de relief, découvrant des couches géologiques différentes de celle de la surface de l'anticlinal. (http://www.geol-alp.com/0_geol_gene/glossaire_geomorpho.html)

l'ensemble du plateau basaltique du Koung-Khi (Tchindjang., 1996). Toujours du même auteur, le paysage du Koung-Khi se résout en une série de croupes résiduelles dissymétriques et déclives représentant de vieilles cheminées ou d'anciens cônes : cas des cônes de Bayangam (1854 m). Ces collines portent une vieille cuirasse démantelée, colonisée de *Ctenium newtonii*, *d'Imperata cylindrica* et *Hypparrhenia*. Au niveau de Bandjoun (1560m) on observe deux niveaux initiaux entaillés par le centre et dont les bordures semblent soulevées. Les cuirasses y sont mieux conservées. Il se forme dans le paysage une grande gouttière encadrée de surfaces hautes dans lesquelles on relève une évolution régressive. Les drains descendent des hautes collines vers les gouttières. Les coupes longitudinales à elles seules, permettent d'isoler : une surface réduite à une butte résiduelle, une surface intermédiaire flanquant à butte supérieure sous forme de replat ou de glacis cuirassé, une surface basale amarrant quelques glacis bien incisés à pente convexo-concaves de 3°. Elle domine les lits des cours d'eau de 10 à 20m tandis que la surface intermédiaire les surplombe de 20 à 40m. Le versant occidental de cette surface (Djomhou, 1660m) et le versant oriental (Famnwé, 1669m) sont presque à la même altitude et semblent caractérisés par les mêmes processus. Leur niveau de base est situé entre 1500 et 1560m. Ces différents enfoncements (20 à 60m) permettent d'envisager une mise en place précoce et rapide du relief qui a entraîné la formation des cuirasses de pentes à faciès mixtes polygéniques. Les reliefs initiaux ont fondu jusqu'à ne laisser que les buttes ; les débris de cuirasse bauxitique sont fixés et recimentés par le fer migrant du massif bauxitique. Il s'est formé alors des cuirasses de pentes dont la conservation dépend du degré d'enfoncement du réseau hydrographique. Grandin., (1976) cité par Tchindjang., (1996) soulignait qu'une première étape de la mise en relief des cuirasses bauxitiques s'est manifestée par la formation des blocs sur pente régulière dont la terminaison avale suggère un accord avec un piémont peu incliné et qu'il y ait concordance remarquable.

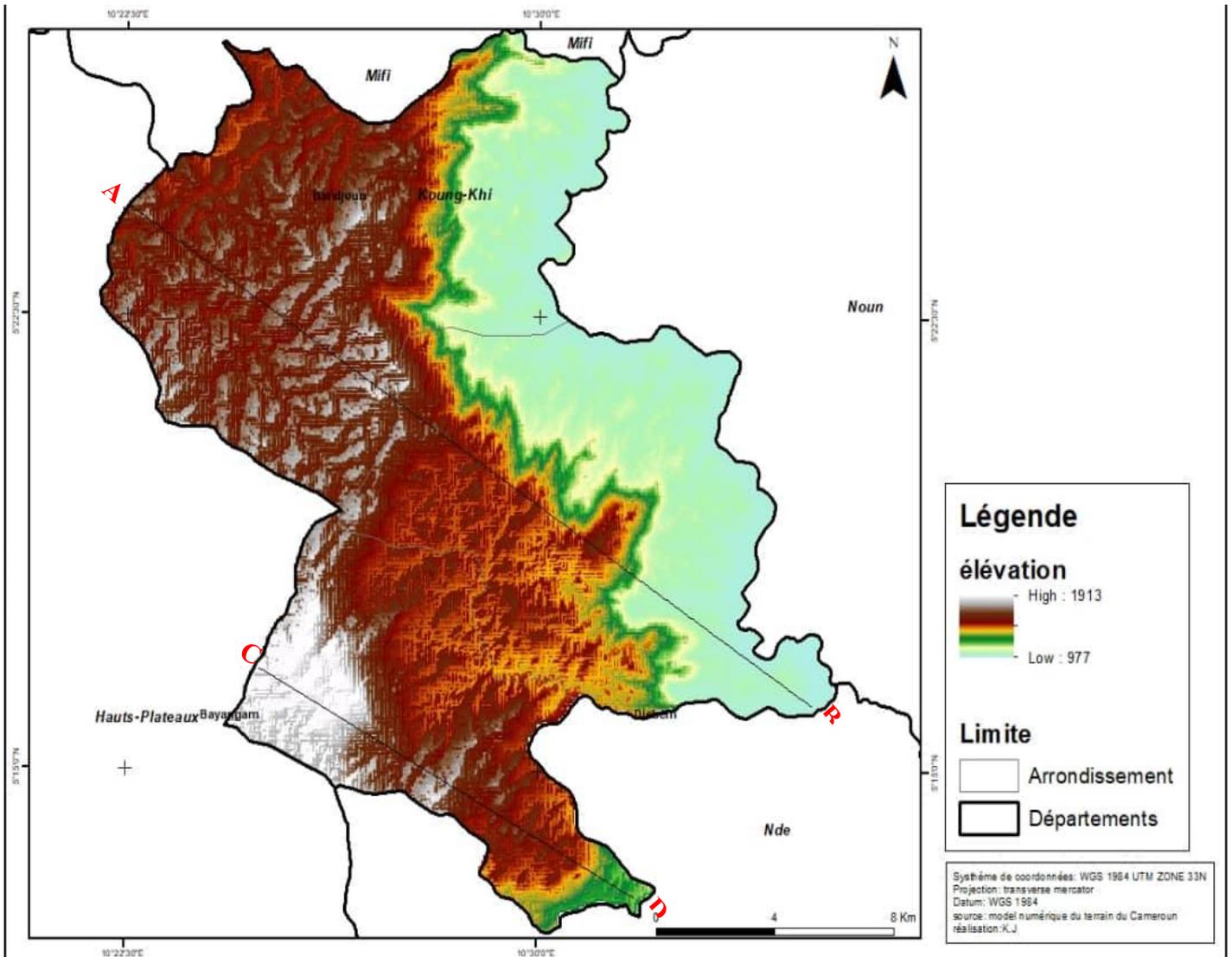


Figure 5: Carte topographique du département du Koung-Khi

Cônes volcaniques

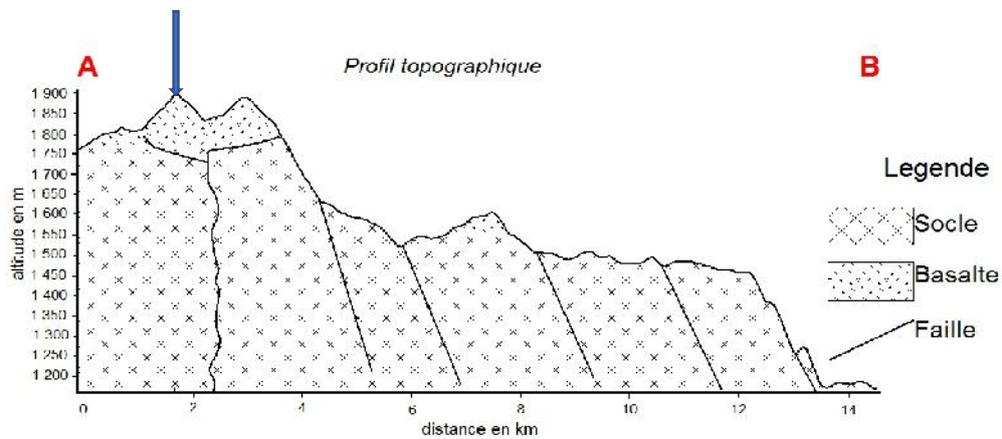


Figure 6: Profil topographique Nord-Ouest du Koung-Khi.

Source: Inspiré du profil topographique de Bafoussam.

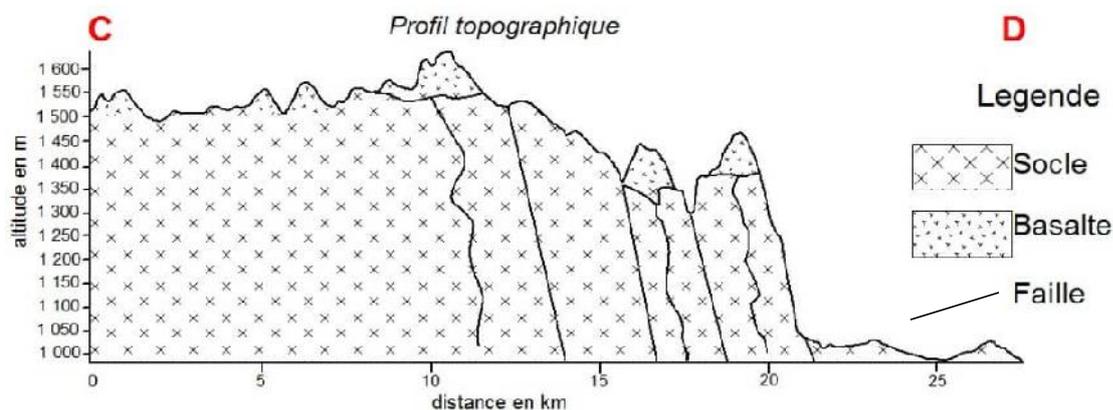


Figure 7: Profil topographique Sud-Est du Koung-khi

Source : Inspiré du profil topographique de Bafoussam.

1.1. 2. Un relief encaissé

Le relief et l'altitude provoquent une augmentation des pluies autant par leur puissance que par l'exposition aux vents dominants. Aussi les précipitations maximales se rencontrent sur des pentes fortes à la base des grands reliefs ; l'érosion en est facilitée (Tchindjang, ,1996). La topographie du Koung-Khi est très heurtée ; des massifs aux toits polyconvexes dominent quelques dépressions par des escarpements longs et des pentes très fortes. Ainsi, on note une répartition inégale des pentes sur l'ensemble de la localité. Les études de Morin., (1988), montrent qu'à l'Ouest du Cameroun, on distingue trois (03) ensembles morphologiques aux conditions environnementales distinctes à savoir : la zone de haute altitude comprise entre 1600 et 1900 m, la zone moyenne d'altitude comprise entre 1600 et 1900 m et la zone de basse altitude comprise entre 1500 et 1600m. De ce fait, trois (03) unités de reliefs peuvent être individualisées dans le département du Koung-Khi à savoir :

➤ Les zones de plateaux aux altitudes comprises entre 1600 et 1900 m

C'est l'ensemble morphologique le plus important dans ladite localité. Il présente une région intermédiaire, dispersée en escaliers et coupée de forêts de galeries. Il est constitué des piémonts et de collines à altitudes variables et sont situés à la fois au centre, à l'ouest et au sud-ouest du département et culmine à (1911 m). Les sommets rencontrés sont : Kouong Kaala, Dyemto, Bom Kouong, Kouong Katchouo, Kouong Senkouo. A l'Ouest de Bayangam, le relief est très accidenté et on y relève des pentes abruptes de plus de 90% qui affleurent parfois des

roches basaltiques présentant également certains piémonts des versants avec quelques replats ou l'on a la présence de quelques parcelles cultivées.

➤ **Les zones aux altitudes comprises entre 1000 et 1600m**

Elles sont situées à la base des plateaux et présentent des pentes douces et un relief moins accidenté sur certaines zones. C'est le cas du col Sedembom et Famla qui font partir des zones accidentées du milieu qui favorise ainsi les érosions des sols en saison de pluies et des glissements de terrain dans les zones d'extraction du sable. Ce sont des zones aux multiples escarpements conduisant directement aux bas-fonds qui sont les zones les plus fertiles et la plus favorable à plusieurs variétés de cultures. Elles reçoivent des autres zones des alluvions entraînées par les eaux des rivières et les pluies. Il faut la situer dans la zone constituée des plateaux de Hiala et de Kassap, située à une altitude de (1460 m), rive du Noun, Kamdeng, Piegne, Panche, Kafam avec chacun d'eux une altitude moyenne de (1500m). De plus, ces zones sont constituées également d'un sous-sol de granites et de gneiss précambriens, qui sont des roches métamorphiques et plutoniques recouverts en surface par des roches basaltiques. L'altitude moyenne se situe à (1440 m) avec des pics tels que : le mont Mefo Ngotio et le mont Demné où on y relève une extension de la plaine du Noun.

➤ **Les zones aux basses altitudes inférieures à 1000m**

Elles sont le plus souvent rencontrées au niveau de la base locale. Ces zones présentent des pentes douces inférieures à 10% et un relief faiblement accidenté. Ce sont des zones conduisant directement dans les bas-fonds et sont également les zones de cultures les plus occupées par les populations de la partie rurale de la localité.

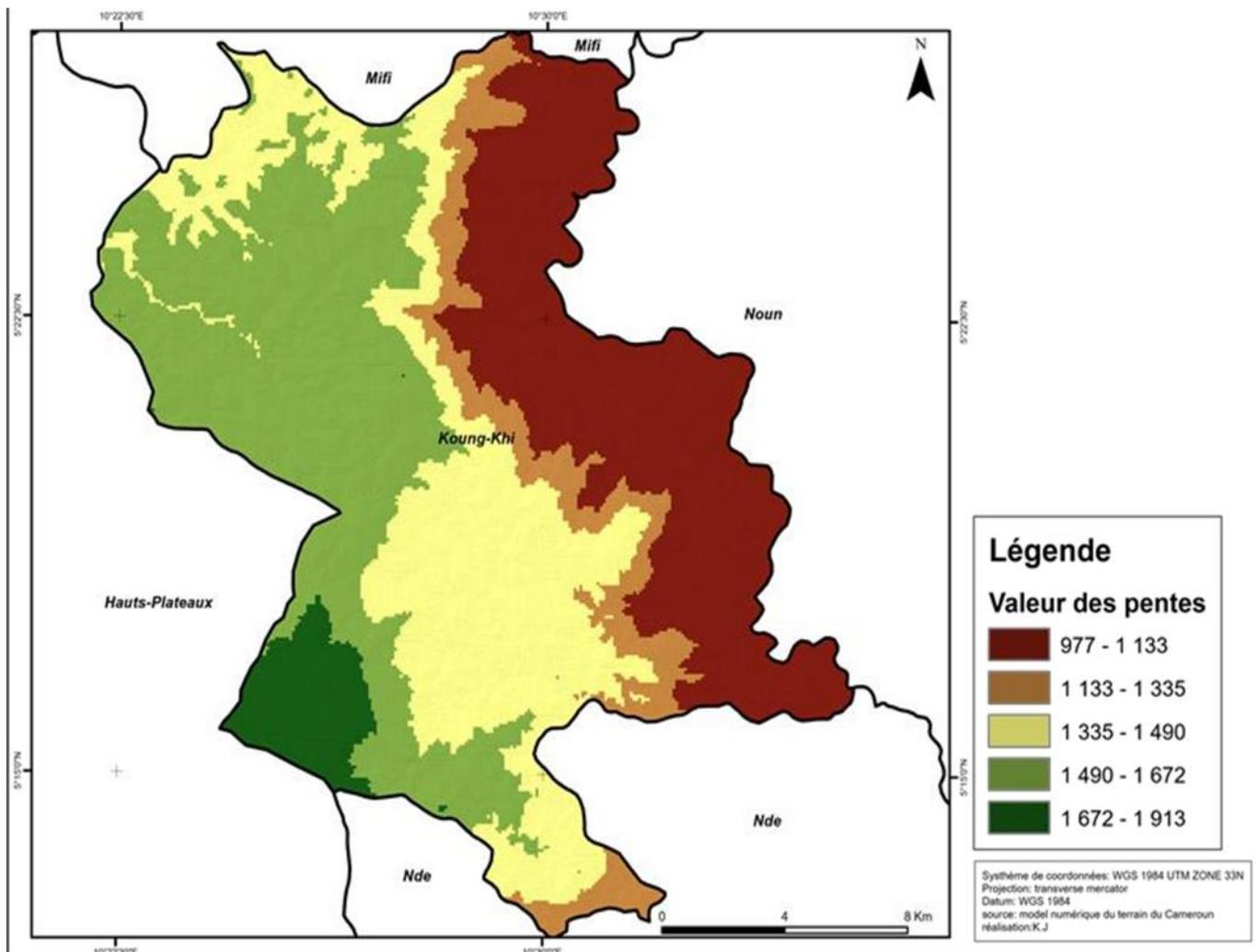


Figure 8: Carte altimétrique du département du Koung-Khi

D'une manière globale, le Koung-Khi faisant partie du pays Bamiléké comporte un relief qui porte les traces d'une morphogénèse plus ou moins accentuée. Sur le plateau on observe les boutonnières ou les fenêtres de socle ; sur les coupoles des massifs et les parois des escarpements, les dénudations, les échancrures, les indentations, les affleurements, les exhumations, les glissements de terrains, les ravinements ... sont fréquents et traduisent l'ampleur des phénomènes de rhexistase⁵. Ces formes sont en relation étroite avec le climat.

1.1.1.2. Un relief très abruptes facilitant l'action de l'érosion

Le département du Koung-khi présente un relief très ancien à l'aspect accidenté. La vigueur de ces pentes est assez remarquable à certains endroits. On note une répartition inégale des pentes sur l'ensemble de ladite localité et permet de faire trois (03) grandes observations.

⁵ Rhexistase : grille de lecture développée par le pédologue Henri Erhart (1898-1982) permettant de comprendre la genèse des sols et leur rôle d'interface avec les dynamiques érosives et le développement végétal. (Source : Étienne Cossart, janvier 2018.)

- Les secteurs à pentes fortes et très forte sont mieux représentés au Nord-Est et au sud-est du département, plus respectivement dans les arrondissements de Bayangam et de Djebem et varient entre 36-75% ; on les retrouve plus dans les quartiers tels que le col Sedembom, Famla II...

- Au centre du département, on observe les pentes moyennes comprises entre 26-35% et 6-25% (figure 8). Lorsque la vigueur de la pente d'un versant augmente, l'énergie cinétique des pluies reste constante ; quant au transport, il s'accélère vers l'aval de la pente car l'énergie cinétique du ruissellement croit et emporte les particules lorsque celle-ci dépassent la valeur de 12% (Pitt et al., 2007).

- Les secteurs à pentes très faibles sont les plus représentés à l'Est du département au-delà de l'escarpement du Noun mais couvre également presque toute la localité. Roose., (1994) a démontré dans ses travaux que l'érosion des versants oscille de façon exponentielle en fonction de la pente, phénomène accentué sur les sols ferrallitiques. De plus, le même auteur démontre que l'érosion moyenne sur un versant de 4% de pente passe à 18,8 tonnes par hectares par an, ensuite ces pertes en terre quadruplent lorsque la pente passe à 8% ce qui permet donc de comprendre que l'augmentation de la valeur d'une pente exacerbe considérablement les pertes en terre, par conséquent accentue l'érosion sur les versants.

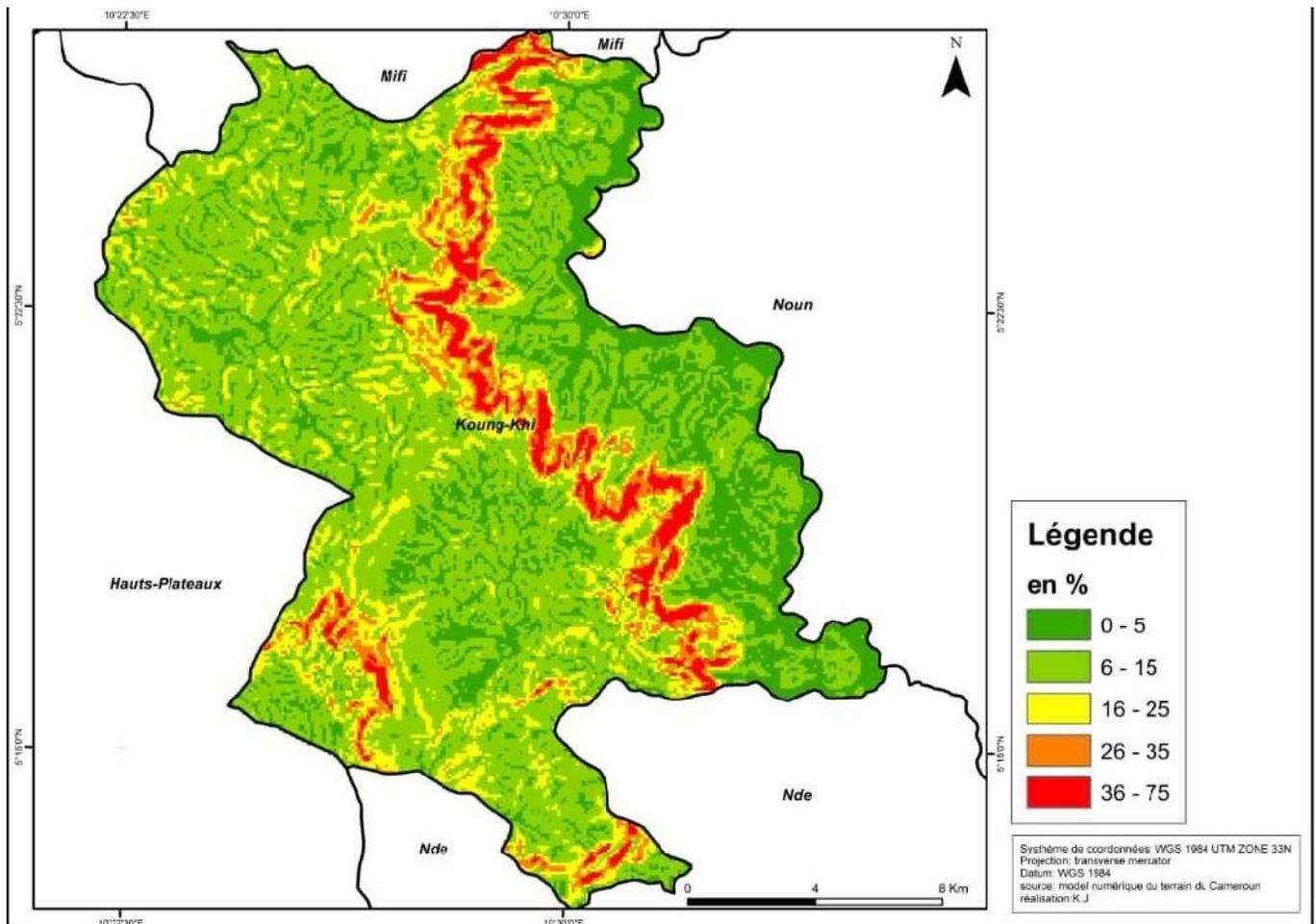


Figure 9: Carte de la répartition des pentes dans le département du Koug-Khi

1.1.1.2.1. L'influence de la pente sur la dynamique de l'érosion

Une pente topographique désigne la tangente de l'inclinaison entre deux points d'un terrain de son angle vis à vis de l'horizontale. C'est donc le rapport entre la différence d'altitude de deux points et la distance horizontale et cartographique entre ces deux points (Briot et al., 1869). L'influence de la pente sur l'évolution des versants est bien connue par des géomorphologues, au point que certains d'entre eux caractérisent l'âge du paysage par l'inclinaison et la forme des pentes.

La pente influence puissamment l'importance de l'érosion et du ruissellement sur des versants et plus précisément sur des sols non couverts et qui sont potentiellement exposés. Elle intervient dans le phénomène d'érosion du fait de sa forme, de son inclinaison et de sa longueur. De ce fait, la pente fait partie des facteurs primordiaux dans la compréhension de la formation et de l'ampleur du ruissellement et contrôle en partie les capacités érosives et de dépôt des eaux. Par ailleurs, plus la pente est longue, plus le ruissellement peut devenir important et, donc,

aggraver l'érosion. Le tableau 4 présente une estimation du potentiel érosif d'un sol (Ferrallitique) du Koung-khi par rapport à sa pente.

Tableau 5: Estimation potentiel du sol du Koung-Khi par rapport à la pente

Pente	Potentiel érosif	Longueur critique approximatives (m) et (Km)
0 - 5%	Faible	100 – 300 m
6 -15%	Moyen	300 -700 m
16 – 25%	Elevée	200 -500 m
26 -35%	Très élevée	1 – 15 Km
36 -75%	Hyper élevée	Supérieur à 25 Km

Source : Tuedom, adapté à la carte des pentes du Koung-Khi, inspiré de Pitt et al., (2007)

La longueur critique approximative représente la longueur au-delà de laquelle le potentiel érosif d'une pente, selon son inclinaison, devient critique. D'après ce tableau, il en ressort que plus la pente est longue, plus le ruissellement ne peut devenir important et donc, aggraver l'érosion. Ceci montre dans le cas particulier du Koung-Khi que la pente est l'une des données essentielles à la compréhension de la dynamique de l'érosion en zone montagnard avec ses pentes très abruptes ; sur un sol nu il est compréhensible que ce milieu soit sensible à l'érosion.

1.1.1.3. Comportement hydrologique du Koung-Khi

On rencontre plusieurs cours d'eaux dans la localité du Koung-khi plus particulièrement les ruisseaux et les petites rivières. Dans l'arrondissement de Pete-Bandjoun on retrouve le Nghuen qui se jette dans le Noun à l'Est. Le Nlemb qui sert par endroit de frontière entre la Commune de Pête-Bandjoun et celle de Bafoussam 1^{er} et qui se jette dans le fleuve Mifi. En outre, dans l'arrondissement de Bayangam, on rencontre des cours d'eaux à l'instar de (Kouoploué (7 km), Tchala (9 km) et Makom (3 km) qui pour la plupart prennent leurs sources dans la zone montagneuse de Bayangam. De ces rivières et cours d'eaux, sont ajoutés des petites sources qui occupent certaines têtes de vallées. Enfin dans l'arrondissement de Djebem, le réseau hydrographique tout comme celui de la plupart des arrondissements de l'Ouest n'est pas dense. On retrouve quelques petits cours d'eaux tels que le Sankouo, le Wewe, le Panche, le Djouo ... qui arrosent la commune. Dans sa rive Est, le fleuve Noun traverse l'arrondissement.

Ces différents cours d'eaux qui traversent la localité reflètent à peu près de la répartition et de la variabilité des saisons. En saison sèche par exemple, ces cours d'eaux ont tendance à

réduire à de mines filet d'eau donnant ainsi lieu à des lits quasiment inexistant. Par contre, en saison pluvieuse, on observe la montée de ces eaux par les pluies et la saturation des sols qui entraînent par la suite le ruissellement partiel avec l'avènement de véritables crues.

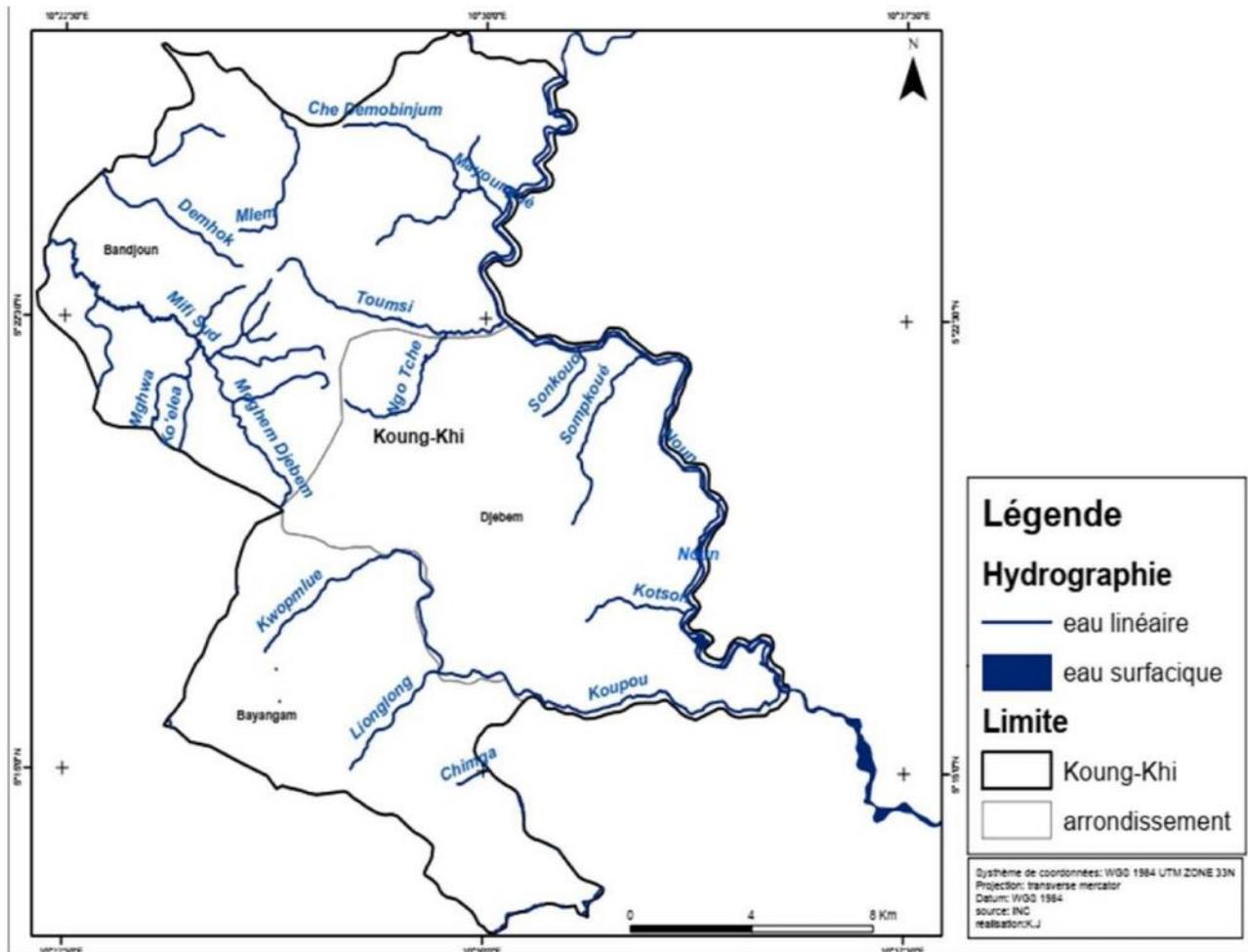


Figure 10: Hydrographie du département du Koung-Khi

1.1.2. Un environnement géologique et pédologique favorable à l'érosion

1.1.2.1. Environnement géologique

La géologie du pays bamiléké est connue grâce à Dumort., (1968) dans ses travaux de cartographie géologique et de description. La géologie des Hautes Terres de l'Ouest Cameroun présente généralement un ensemble lithologique de granite monzonitique à biotite : C'est un granite syntectonique non circonscrit. On le retrouve à Bandjoun avec deux micas au boutonnière dans la couverture volcanique (Olivry., 1973). De nombreux accidents tectoniques

ont été vu sur ces affleurements et un miroir de faille visible de deux filons, de quartz et de dolérite ont été reconnus et retrouvés dans la zone de Bayangam.

Des cristaux d'augite et d'olivine sont visibles à l'œil nu. Au microscope on observe un plagioclase zoné (labrador et andésine) Contenant jusqu'à (7 %) de quartz, ces roches font le passage des basaltes aux andésites. Ainsi, L'érosion de ce granite donne un chevelu de thalwegs caractéristiques de la roche.

Selon Dumort., (1968), il est fort de constater que le département du Koung-Khi est la résultante des formations volcaniques et que ces formations sont constituées de basaltes et andésites porphyriques dont la densité de phénocristaux est très variable.

1.1.2.2. Environnement pédologique

Divers endroits de la région de l'Ouest Cameroun en général et du Koung –Khi en particulier ont été recouvert à différentes époques par des produits émis par un volcanisme actif depuis le créacé mais totalement éteint de nos jours. De ce fait, une grande variété de sol couvre la région de l'ouest Cameroun. Le département du Koung-Khi faisant partie de cette zone du Cameroun compte en général plusieurs types de sols à savoir les sols ferrallitiques typiques qui sont des sols rouges et jaunes sur roches cristallines et cristalloyphylles. Leur couleur varie du rouge clair (10R 6/6) rouge jaune (3YR 6/6) ou brun rouge (5YR 4/3). Ces sols sont perméables, poreux, meubles et très dénaturés et nappent un modelé de pénéplaine vallonné (Tchindjang., 1996). En outre, ces sols rares portent aussi des traces d'induration et leur fertilité chimique dépend de l'épaisseur de l'horizon humifère. Leur PH varie de 5 à 5,5°. Classiquement, les profils de ces sols ont 3 horizons et peuvent se décomposer en 4 ou 5 ou 6 horizons.

- L'horizon A contient de la matière organique bien évoluée avec racines et peut se subdiviser en 3 sous horizons dont A0 de couleur gris foncé (7.5R 4/0) a gris (7.5R 6/0) ; A1 de couleur brun pale (10YR 6/3) avec pénétration racinaire et A2 brun gris (10YR 5/2).

- L'horizon B, quant à lui est plus épais et varie de la couleur rouge (7.5R 5/6) à rouge jaune (5YR 5/6). Les couleurs sont très vives parfois et ces sols sont généralement argileux et très riches en minéraux primaires. Il contient de la kaolinite, gibbsite et hématite et sont poreux sur socle.

- Un horizon tacheté, de quelques décimètres à un mètre, peut exister ;
- Un horizon d'altération de la roche.

On rencontre également dans le Koung-Khi des sols remaniés plus précisément les lithosols et regosols. Ces sols selon Segalen., (1967) se caractérisent par :

- La présence de fragments de quartz peu altérables à court ou moyen terme et de débris de roches ferrugineuses et de débris de cuirasse. La taille de ces matériaux est variable et leur émoussé est généralement non usé à coins arrondis pour le quartz (selon les observations de Tchindjang., 1996).

- Toujours de Segalen., (1967), on peut reconnaître trois niveaux sur ces sols à savoir : un niveau moyen caillouteux ou graveleux, et un niveau inférieur qui peuvent être la base. Dans certains cas, les deux premiers niveaux sont remaniés et reposent sur le niveau inférieur qui peut représenter soit l'horizon B, soit la zone d'altération ou horizon en place et en concordance avec le matériau original.

- Une stone line régulière ou festonnée plus ou moins discontinue épousant la topographie actuelle.

Ces différentes caractéristiques ont été observées à Djione et à Mbem dans l'arrondissement de Poumogne. En outre, les caractéristiques physiques de ces sols ne sont pas différentes de celles des autres types de sols. Son PH est compris entre 5 et 6.6, sa granulométrie est argilo-limoneuse, argilo-sableuse à sablo-argileuse ; le degré de saturation est bas soit 37% avec 10% de matière organique.

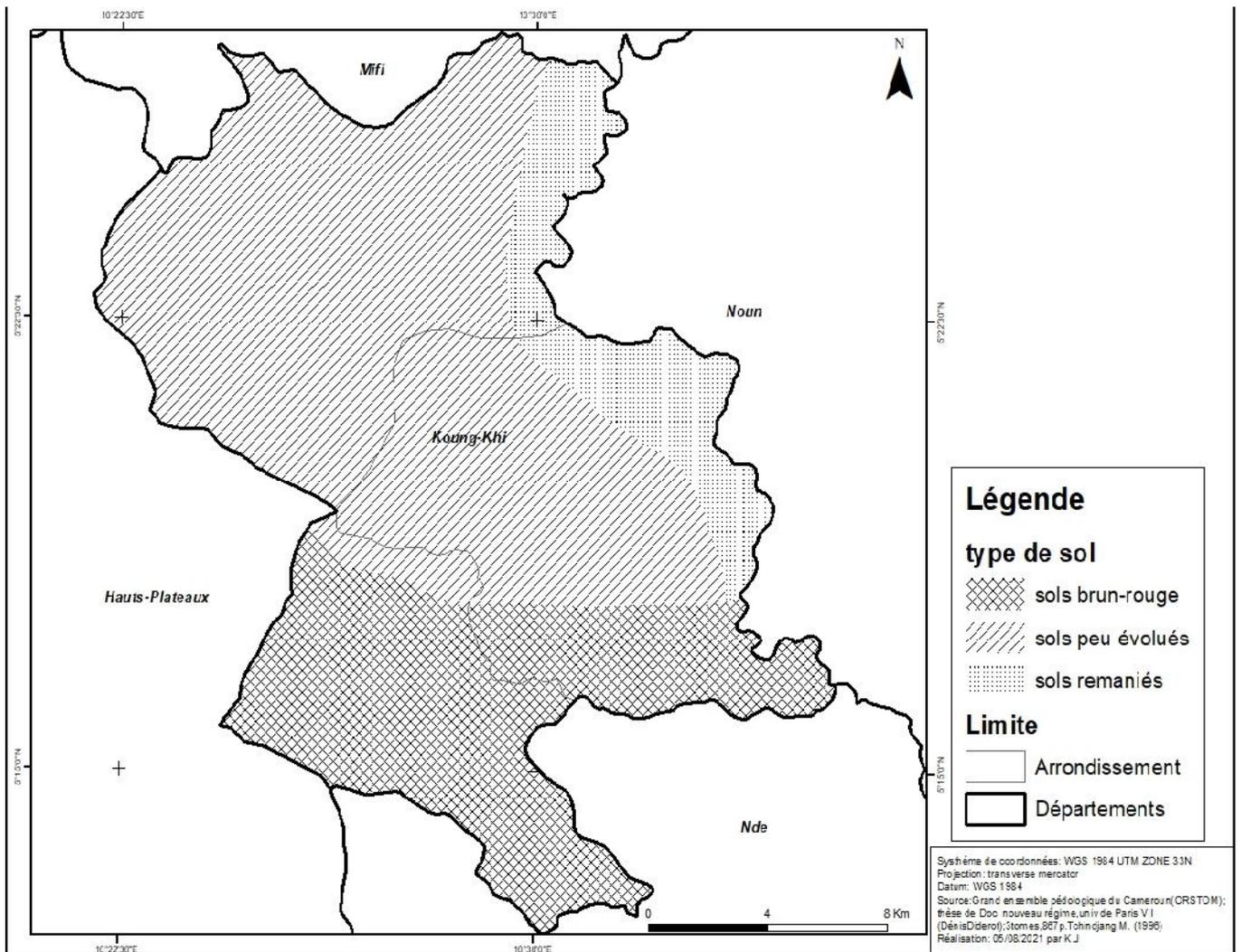


Figure 11: Carte des sols du Koung-Khi

Dans l'ensemble, la texture des sols du Koung-Khi sont favorable à la fabrication des briques de terre, principal matériel utilisé dans la construction des maisons d'habitation mais très pauvre pour la pratique des activités agricoles. Ces sols sont cependant menacés par la forte pression démographique notamment dans la zone urbaine ; ce qui est à l'origine de l'extension de l'occupation de l'espace vers les périphéries.

1.1.2.2.1. Caractéristique de la végétation du Koung-Khi

1.1.2.2.1.1. Un couvert végétal naturel essentiellement étagé

Au courant des années, les populations du département du Koung-Khi ont complètement opprimé le paysage. De ce fait, on assiste de nos jours à un paysage de néo bocages caractérisé par une végétation constituée de lambeaux de forêts et des pâturages très dégradés (Fotsing.,

1996). Ce paysage renvoie à une savane d'altitude dont les différentes espèces végétales évoluent en fonction des capacités à s'adapter aux conditions climatiques y afférents.

➤ **Les arbres et les arbustes des basses altitudes**

Dans les bas-fonds où dominent généralement les sols hydromorphes et ferrallitiques humides, la végétation est essentiellement constituée de raphias (*Raphia farinifera*) qui sont des plantes généralement insérées dans le milieu par les Bamilékés depuis les millénaires (Dongmo, 1981). Ces plantes embrassent la plupart des vallées en aval des piémonts et sont très prisées par les populations pour diverses raisons : Prélèvement des matériaux de construction, production des vins et bien d'autres. Il est tout à fait logique de ne retrouver que ces espèces dans les bas-fonds du fait de ses considérables exigences en eau. En aval des piémonts c'est à dire de 1500 à 1600m. Ce sont des arbustes et des arbres qui dominent les versants. À ce titre on les retrouve qu'aux abords des vallées et très rarement sur les versants. Ce sont généralement des plantes anthropisées tels que : les kolatiers (*Cola acuminata*), les avocitiers (*Persea americana*), les pruniers (*Prunus domestica*).

➤ **Les plantes herbacées montagnardes et submontagnardes**

Ces espèces de plantes herbacées se développent plus sur des versants n'ayant pas été mis en culture ainsi que des parcelles culturales mis en jachère. Dans ces prairies on retrouve des espèces telles que le *Sporobolus capensis* (Tchindjang., 1996). Ce type de plantes colonise les versants situés à plus de 1600 m et constitue une grande couverture herbeuse. Ce type de couvert végétal se trouve encore à l'état naturel dans les zones protégées comme la forêt sacrée (cas de la forêt sacrée de la chefferie Mutchu) et les lieux de sacrifices où toute exploitation ligneuse est formellement interdite.

1.1.2.2. Un couvert végétal exploitable par les populations

L'exploitation des terres dans le département du Koung-Khi concerne les éleveurs et les agriculteurs. Les établissements ruraux varient en fonction de l'importance des établissements humains et plus précisément la pression démographique (Fotsing., 1995). On distingue au total les systèmes à dominances culturelle, des zones de résidence permanente et les systèmes à dominance pastorale des massifs montagneux quelque peu marginalisés.

Ici, le relief vallonné offre aux populations la possibilité de disposer de trois unités topographiques indispensables à l'autonomie de leur famille à savoir : Bas fond pour les raphiales, versant pour les cultures, Sommet pour l'élevage. Les unités d'exploitations

familiales (en dessous de 3ha en moyenne) allongées sur les flancs de collines, associent une gamme variée de plantes de la vallée jusqu'au sommet de l'interfluve.

Au niveau des bas-fonds, on rencontre des peuplements de raphia qui s'étendent sur des petites parcelles de tubercules (igname, manioc,) associés à quelques bananiers Plantains, légumes et arbres fruitiers. L'omniprésence des arbres et des arbustes renforce l'occupation des terres et donne aux populations un aspect forestier. Sur les parcelles cultivées (maïs, macabo, arachide, haricot, patate douce,) on associe parfois en proportion variables les caféiers et les arbres forestiers et fruitiers et on retrouve toujours un endroit aménagé consacré à l'élevage à proximité des cases.

Enfin, au niveau des parties supérieures des versants, on rencontre soit des pâturages pour des chèvres, moutons, bœufs, soit des champs temporaires où on associe les arachides, maïs, et ignames. Au sommet des collines qui sont des zones moins denses on signale l'usage du feu pour les défrichements qui deviennent de plus en plus récurrent.

1.1.2.2.3. La mixité du couvert végétal

Le taux du couvert végétal est inégalement réparti ; cette dernière est occupée par des champs de cultures bien définies. Les différentes formations du couvert végétal rencontré sont dans la plupart des temps fortement transformées par l'homme au moyen du développement de ses diverses activités. Il s'agit entre autres des espaces plantés à des fins alimentaires comme aux niveaux des plateaux avec des cultures vivrières et dans les bas-fonds avec des cultures maraichères. Ce couvert végétal naturel résiduel est constitué d'une forêt secondaire jeune et parsemé de quelques arbres fruitiers et de raphia. Ainsi il est à noter que les maisons d'habitations situées au niveau des bas-fonds sont desservies par des sentiers qui ont nécessité une destruction du couvert végétal naturel pour leur mise en place.

1.1.2.2.4. Influence du couvert végétal sur la dynamique de l'érosion dans le Koung-Khi

La couverture végétale des hautes terres de l'ouest Cameroun est marquée sporadiquement par les traces de l'altitude et de l'anthropisation. Selon les travaux de Letouzey., (1985), la végétation originelle de l'ouest Cameroun était toutefois constituée de la forêt biafréenne et des formations montagnardes et sub-montagnardes. Dès lors, à l'exception des bois et des forêts sacrées que l'on retrouve proche des chefferies ainsi que des peuplements arborés refugiés dans certaines vallées, rien ne rappelle cette végétation forestière que l'on retrouvait sur les versants ; celle-ci s'explique par les photographies aériennes suivantes présentant l'évolution du bocage

du villages « Semto » dans la commune de Pete-Bandjoun qui a été anarchiquement exploité par l'homme et qui est devenu favorable à l'érosion. :

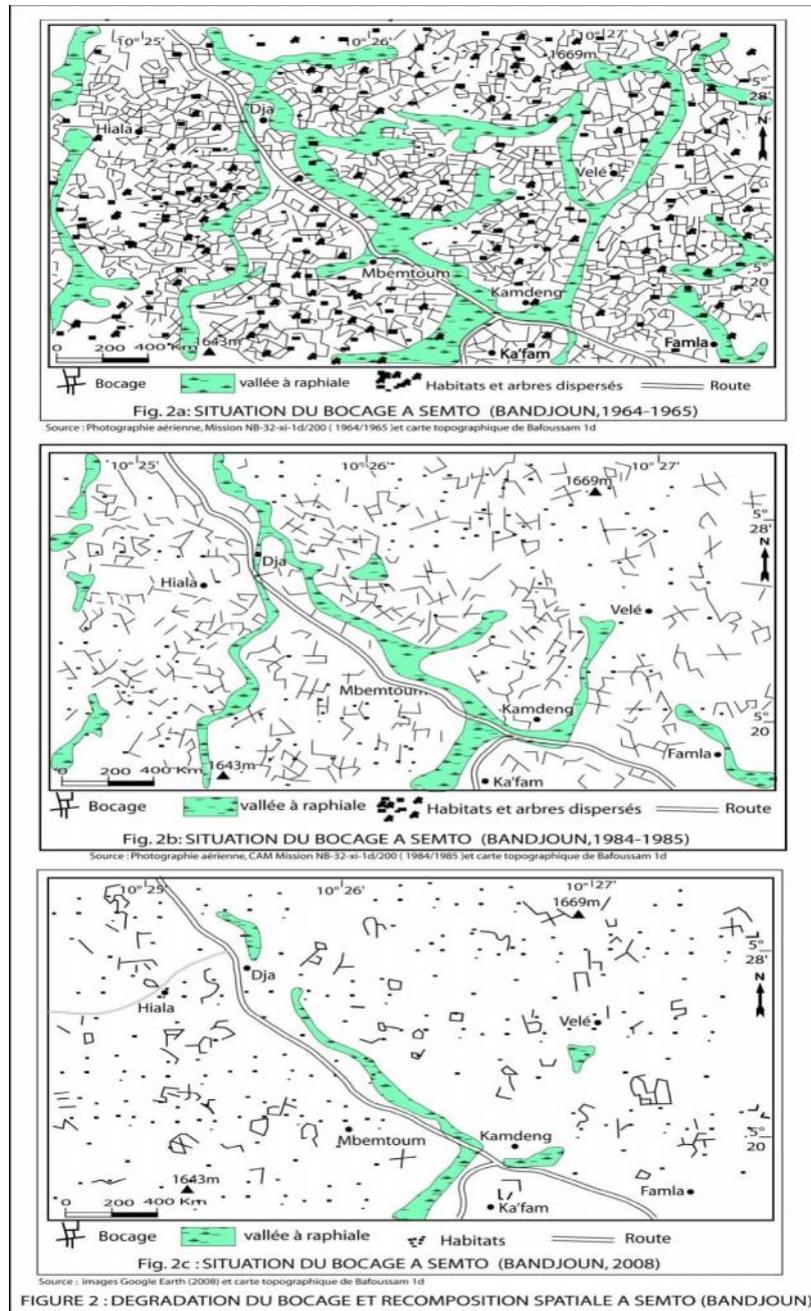


Figure 12: Photographies aériennes illustrant la dégradation du bocage et recomposition spatiale à Semto (Bandjoun).

Source : Tchindjang et al., (2010).

L'analyse des photographies aériennes de Semto, l'une des localités du Koung-Khi, montre que les deux dernières décennies du 20ème siècle fût bouleversantes dans la région. Il apparaît qu'entre (1980) et (1990), l'accentuation de la déforestation sur les escarpements, les incendies massifs des forêts, la recherche de nouvelles terres, la multiplication des murs en

béton, ont progressivement contribué à la destruction des haies d'arbres (Tchindjang et al, 2010), favorisant ainsi le ruissèlement rapide sur les sols de ladite localité. En effet, la déforestation à des fins agricoles augmente de façon importante le ravinement des berges d'un cours d'eau. Selon Li et al., (1991), le système racinaire des végétaux offre une bonne résistance au ruissèlement concentré. Valentin et al., (2005), opinent que les grands arbres démunis de sous-bois peuvent induire une accélération du ruissèlement au lieu de l'intercepter et peuvent favoriser l'initiation de ravinement. C'est pourquoi de petits arbustes offrent une meilleure protection contre le ravinement.

En outre, Le couvert végétal de bocage peut intervenir contre l'érosion hydrique de surface de deux manières principales : d'une part, elle peut empêcher l'ablation du substrat, d'autre Part, elle peut favoriser la sédimentation, en retenant les sédiments érodés plus à l'amont (Rey et al., 2004). Au niveau de l'ablation, la végétation joue un rôle primordial à savoir : La végétation protège les sols de l'ablation par réduction de l'énergie des agents érosifs et maintient les sols, elle permet également de réduire l'énergie de l'érosion pluviale en jouant un rôle d'interception des gouttes de pluie, la végétation permet de lutter contre le ruissèlement en augmentant l'infiltration de l'eau et constitue pour cela un écran à la surface du sol. En outre, au niveau de la sédimentation, La végétation peut exercer un effet favorable sur la sédimentation des particules grâce à des processus de piégeage et de rétention d'une partie des sédiments érodés à l'intérieur d'un bassin versant.

En outre, il en résulte qu'une couverture végétale protège le sol et a une influence bénéfique sur la structure et la capacité d'infiltration du sol. Selon Arnold et al., (1989), le risque d'érosion augmente avec la diminution de la couverture végétale. Autrement dit, le risque d'érosion augmente lorsque le sol n'a qu'une faible couverture végétale. Le couvert végétal s'avère le meilleur allié en matière de prévention de l'érosion. Garder la végétation existante sur le site a énormément d'avantages, car c'est le meilleur agent contre l'érosion. Elle absorbe le choc des gouttes de pluie, réduit la vitesse de ruissèlement et stabilise les pentes par ses racines. Il est important de savoir qu'une surface revégétalisée reste moins efficace qu'une surface végétalisée naturellement (Goldman et al., 1986).

1.2. LES FACTEURS BIOCLIMATIQUES ET LEURS INFLUENCES SUR LA DYNAMIQUE DE L'ÉROSION DANS LE KOUNG-KHI

1.2.1. Les oscillations climatiques et leurs effets érosifs sur les sols du Koung-Khi

La pluie est le premier facteur de l'érosion hydrique. De par sa structure et son intensité, elle génère le ruissellement par dépassement de la capacité d'infiltration des sols (Abba bachir et al., 2019). Ainsi, Stone., (2000), signale que plus les précipitations sont intenses et de longue durée, plus le ruissellement et les risques d'érosion sont élevés. En effet, l'impact des gouttes de pluie peut briser les agrégats et disperser les particules du sol, les rendant ainsi plus enclines à l'érosion. Le taux de ruissellement est souvent accru si durant les événements de pluie, l'infiltration est diminuée par la compaction, la formation d'une croûte ou le gel. Donc, la battance des gouttes des pluies et le ruissellement de surface sont à l'origine de l'arrachement et du transport des particules du sol avec comme conséquence l'érosion (Arnold et al., 1989).

➤ Le Koung-Khi, un climat complexe et irrégulier

Tout comme son relief, le climat du département du Koung-Khi subit des nuances locales plus ou moins prononcées. Ce climat présente deux saisons : une saison pluvieuse qui va de mars à novembre, et une saison sèche qui va de décembre à février. Cette situation est particulière aux Hautes Terres de l'Ouest Cameroun situées en zone subéquatoriale. En fait, on devrait avoir ici une année climatique à 4 saisons : 2 pluvieuses et 2 sèches ; mais le schéma zonal est modifié par des perturbations régionales et locales ; d'où, Dongmo., (1981) qualifie ce climat de "pseudo-tropical d'altitude" avec deux saisons seulement et des températures fraîches.

En effet dans le Koung-Khi, Les pluies sont abondantes et on y enregistre près de 1500 à 2500 mm de pluie par an. Les effets du changement climatique se font de plus en plus ressentir à travers les perturbations des saisons qui deviennent soit plus courtes soit plus longues avec toutes les conséquences que cela entraîne sur les activités humaines. Les températures varient entre 18 et 26,19°C et l'écart thermique est de 10,1°. Aussi, on retrouve par endroits un micro climat équatorial de type guinéen et de type Caméronien de montagne. Les pluies diminuent généralement de la côte vers le Nord et l'intérieur de la localité. Les régions hautes reçoivent plus de précipitations que celles de basses altitudes... Le vent dominant pendant cette période est l'harmattan.

I.2.2. Caractéristique du climat et ses effets sur les sols du Koung-Khi

Le climat peut se définir comme étant un ensemble de phénomènes météorologiques qui se produisent au-dessus d'un lieu donné dans leur succession habituelle. En effet, le climat est l'un des principaux facteurs en ce qui concerne la dynamique des paysages sur les hautes terres de l'ouest Cameroun en général et dans le département du Koung-Khi en particulier. C'est la raison pour laquelle l'étude de l'aspect climatique de ce milieu s'avère très importante afin de comprendre son évolution dans le temps. Il sera donc question à ce stade de faire ressortir les traits caractéristiques du climat que ce soit son irrégularité ou son agressivité afin d'expliquer à travers ces données les différentes formes d'érosions et les facteurs de leur mise en place survenus dans ladite localité.

Le département du Koung-Khi comme la plupart des zones de l'ouest Cameroun connaît un climat fortement influencé par l'altitude et l'exposition. D'une manière générale, le Koung-Khi enregistre entre 1999 et 2020 une moyenne pluviométrique de 1643,95mm/an marqué par deux saisons à savoir :

- Une saison sèche allant généralement de fin novembre en mars ;
- Une saison pluvieuse allant du mois d'avril au mois d'octobre ;

Les données prises à la station météorologique de l'aéroport de Bafoussam-Bamoungoum relevées entre les années 1999 et 2020 montrent que les mois les plus pluvieux dans cette localité sont respectivement les mois de mai, août en octobre qui reçoivent en moyenne 314 à 453mm/an contrairement au mois sec (janvier, février, décembre) où l'on enregistre moins de 100 mm de précipitations.

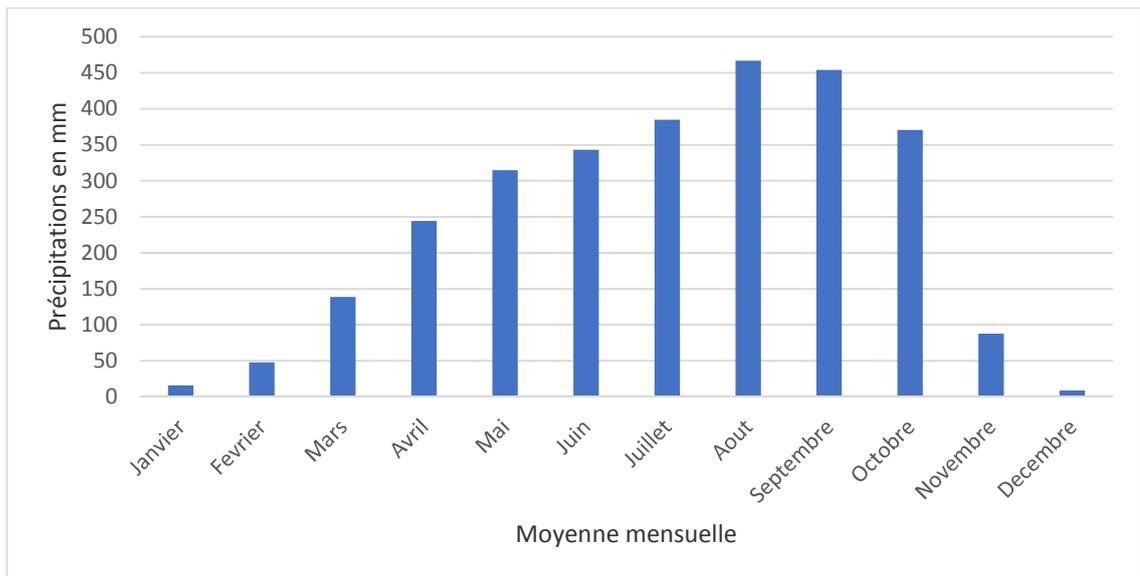


Figure 13: Moyenne mensuelle des précipitations du Koung- Khi de 1999 en 2020

Source : Station météorologique de Bafoussam-Bamoungoum

Selon le diagramme des précipitations mensuelles (cf. figure 13), on constate une forte variabilité mensuelle des pluies ; le mois d’août avec 466,75mm de pluies enregistrés est la période pendant laquelle les précipitations atteignent le maximale. Cette période est fortement en relation avec le phénomène d’érosion hydrique dans le département du Koung-Khi. Il paraît donc évident que les précipitations jouent un rôle majeur dans l’occurrence de la dynamique de l’érosion hydrique. Le mois de décembre est le mois le plus sec ; on enregistre seulement 8,57mm de précipitations. En outre, on constate également qu’à partir du mois de mars, les précipitations ont tendance à croître jusqu’au mois de novembre où l’on a une baisse des précipitations.

1.2.2.1. L’agressivité du climat

L’indice de fournier permet d’apprécier l’agressivité du climat. Dans les travaux de Tchawa, (1991), en posant p^2/p , ou p^2 représente le carré de la pluviométrie du mois le plus arrosé et p la pluviométrie annuelle on obtient la courbe suivante :

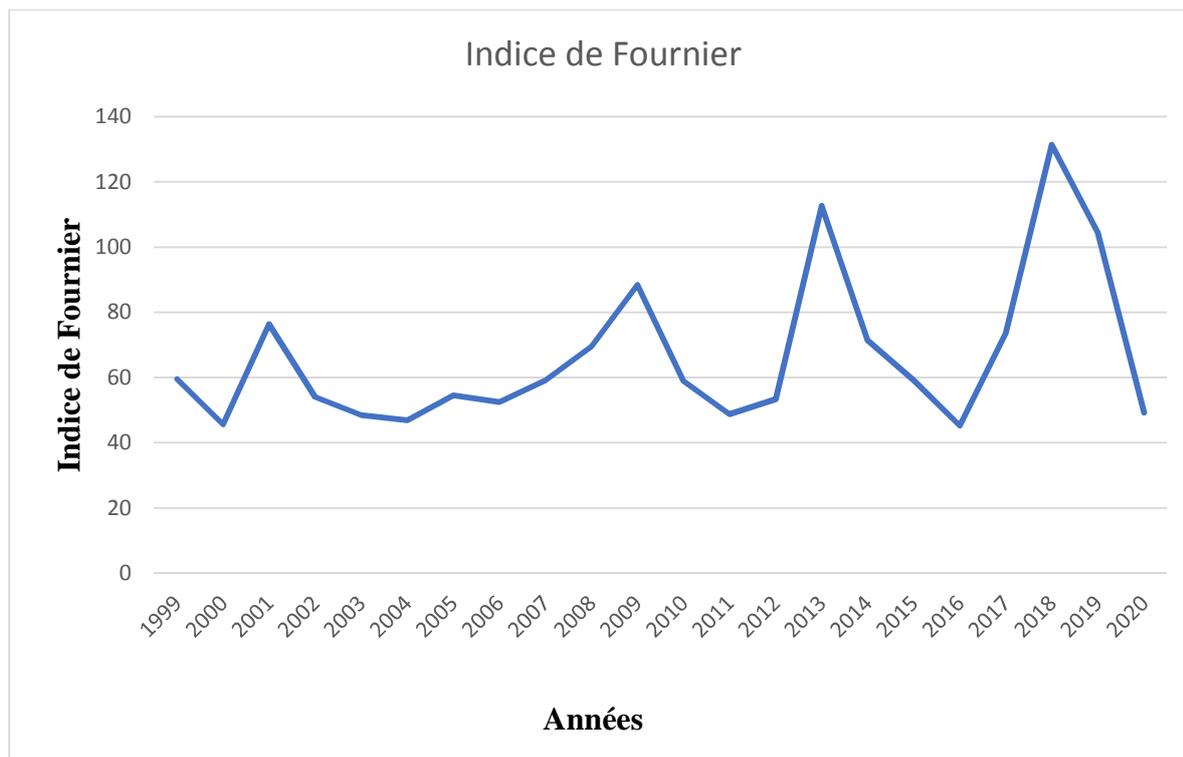


Figure 14: Agressivité climatique du Koung Khi entre 1999 et 2020

Source : Station météorologique de Bafoussam-Bamougoum

On constate à partir du diagramme (figure 14) que le climat représente une agressivité très élevée. Ainsi, l'indice de Fournier augmente entre 45 et 131 ce qui indique l'agressivité des pluies. En outre, on constate également qu'entre 1999 et 2000 cette agressivité décroît considérablement mais atteint son pic en 2018 ; ceci s'explique par les fortes quantités d'eau déversées au cours du mois de juillet et d'août en quelques jours. Ces pics d'agressivité illustrent la brutalité des pluies sur les versants expliquant ainsi leur fragilité.

De plus, l'intensité des pluies est une caractéristique cruciale à ne pas négliger puisqu'elle joue un rôle sur le débit du ruissellement et sur le détachement et la capacité de transport de l'écoulement. Elle influence directement le détachement du sol par l'effet splash. Etant donné que les gouttes de pluies à fortes intensité ont tendance à être plus grosses que les gouttes de pluies à faible intensité. La relation de détachement de sédiments et d'intensité de pluie n'est plus linéaire, ce qui veut dire que le détachement augmente approximativement avec le degré de l'intensité de la pluie.

I.2.3. Typologie des pluies dans le Koung-Khi

Divers types de pluies sont observées dans les Hautes Terres de l'Ouest en général et leur efficacité érosive est variable. Tchindjang., (1996) dans ses études sur le Bamiléké central (dont le département du Koung-Khi fait partie intégrante) classe trois types de précipitations et montre que ces précipitations agissent sur la dégradation des sols à travers les types de pluies. De ce fait nous pouvons noter avec lui plusieurs types de pluies responsables de la dégradation des sols dans le Koung-khi à savoir :

- Les pluies extensives de faible intensité de 0 à 15mm /h qui sont des pluies de mi et fin de saison de pluie. Celles-ci peuvent s'étaler sur plusieurs heures et se transformer en averses d'intensité variables entre 30 et 40mm/h ;

- Les pluies de fortes intensités de courtes durées. Elles sont de véritables tornades de début et de fin de saison des pluies. Elles ont une durée assez courte mais une fois survenue celle-ci déversent les quantités importantes d'eau et sont très dangereuses dans la mesure où elles accélèrent le ruissellement sur les versants ;

- Les pluies orageuses d'instabilité à l'instar des « lignes de grains ». Ce sont des pluies remarquables par leur puissance et leurs fortes rafales de vent qui les accompagnent. Ces pluies très agressives sont de considérables agents érosifs du fait de leur intensité et des vents qui les accompagnent. La force de ces vents variant entre 100 et 120 km/h et favorise l'arrachement et le transport des matériaux sur les versants.

Ces différents types de pluies suscitées ont chacune d'elle une action érosive très importante. D'autant plus que les sols sont très peu couverts et donc très vulnérables ; celle-ci ne se produit plus sur des sols non couverts et sous des précipitations dont l'intensité dépasse la vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol.

1.2. L'INFLUENCE SOCIO-ECONOMIQUE SUR LA DYNAMIQUE DE L'EROSION HYDRIQUE DANS LE DEPARTEMENT DU KOUNG-KHI

Les actions anthropiques sont l'ensemble des activités humaines orientées vers l'exploitation des ressources du sol qui modifient les conditions du milieu naturel notamment l'agriculture, la déforestation, les constructions et les conditions hygiéniques. Ces actions, une fois, exercées sans respect aux normes environnementales perturbent les écosystèmes locaux et déclenchent l'érosion.

1.3.1. Origine du peuplement

Le peuplement du pays bamilékéés tout comme celui des hautes terres de l'ouest est très anciens. Dongmo., (1981) signale que ce peuplement remonte au moins à 10.000 BP et serait continu depuis l'âge de pierre récent (1100 avant J-C). De ce fait, l'emprise de l'homme sur le milieu physique à travers l'introduction de l'agriculture qui était très probablement fondée à l'origine sur l'association ignames-éléés daterait d'environ 6000 BP et de l'âge du fer (2500 BP) (Fotsing., 1990). Cependant, c'est avec l'arrivée des Bamilékéés qui sont à l'origine un peuple d'agriculteurs, d'éleveurs (petit bétails) de chasseurs et de commerçants que l'emprise humaine sur le milieu physique va réellement se faire ressentir dans la mesure où ce milieu était auparavant très peu occupé (Dongmo., 1981). Ainsi, le département du Koung-Khi faisant partie intégrante du pays Bamilékéés est un vieux peuplement d'agriculteurs, d'éleveurs, d'artisans...A l'image de l'ensemble des zones Bamilékéés qui a connu un temps fort de déforestation et de défrichement relatifs à la création des espaces agraires pastoraux et de constructions.

1.3.2. Organisation de l'espace urbain du Koung-Khi

La population urbaine du Koung-Khi est inégalement répartie et la densité de la population varie d'une zone à une autre. L'arrondissement de Poumougne (le plus grand arrondissement du département), suivi de l'arrondissement de Bayangam, sont les zones beaucoup plus urbanisées. On observe dans ces arrondissements des zones résidentielles à l'instar de Mba'a, Pete-Bandjoun, Mbouo... pour ne citer que ceux-là. Ici, les habitats sont à peu près modernes et sont repartis sur des espaces anarchiquement occupés ; elles sont construites en matériaux définitifs (avec des toitures en tôle ou en tuile). Dans les zones restantes, l'habitat rencontré est en général de type traditionnel ; les maisons sont en ruine mais la plupart d'entre elles sont en reconstruction. Lorsque la population est inégalement répartie, celle-ci développe des activités qui ne sont pas sans conséquences sur le milieu.

1.3.3. Evolution démographique du département du Koung-Khi

En effet, le département du Koung-Khi connaît de nos jours une forte croissance de la population. Selon le troisième recensement de la population et de l'habitat (3^e RGPH) de 2005 et en faisant une estimation de la population sur les années 2005, 2010, 2015, 2020 et 2021 à l'aide de la formule suivante : $P_0 = P_n (1+t)^n$ avec $t=r/100$, n =nombre d'années et r =taux de croissance de la population ; on constate que la population du département du Koung-Khi augmente de manière très forte et ceci se justifie par des mouvements d'immigrations venus

d'un peu de partout du pays qui exercent soit dans l'administration, soit dans le commerce, l'agriculture et bien d'autres activités.

Tableau 6: Evolution de la population du département du Koung-Khi par arrondissement de 2005 à 2021

Années/Arrondissements	2005	2010	2015	2020	2021
POUMOUGNE	40637	43842	47300	51031	51811
BAYANGAM	13397	14453	15593	16822	17079
DJEBEM	10987	11853	12787	13795	14006
TOTAUX	65021	70148	75680	81648	82896

Source : Estimation de la population à partir des données du BUCREP,(2005).

D'après le tableau 6 en 2005, on a enregistré près de 65021 personnes contre 82896 en 2021 ; soit un taux d'accroissement élevée de 4,52%. De ce fait nous pouvons conclure que la population du département du Koung-Khi croit très rapidement.

1.3.4. Koung-Khi, une zone densément peuplée

Le département du Koung-Khi connaît de nos jours une forte croissance de la population. Ce département s'étale sur une superficie de 35300 hectares donc environ 353km² avec une population de 65021 habitants (BUCREP, 2005) et s'accompagne d'une forte augmentation du nombre d'habitants par Km².

Tableau 7: Evolution de la densité de la population du Koung-Khi entre 2005 et 2021

Années	Superficie	Population	Densité/km ²
2005	353km ²	65021	184
2010	353km ²	70148	199
2015	353km ²	75680	214
2020	353km ²	81648	231
2021	353km ²	82896	234

Source : Estimation à partir des données du BUCREP.,(2005).

D'après le (tableau 7), on remarque que la population du Koung-Khi augmente très rapidement ; la densité est notamment très élevée avec une moyenne de 234 habitants/km² en 2021 pourtant elle était de 184 habitants au km² en 2005. Ainsi, lorsque la population s'accroît, on a tendance à défricher les zones situées soit sur des versants ou des pentes abruptes à la quête de nouveaux espaces soit pour des cultures ou pour des constructions, ce qui rend les sols plus

fragiles soumises à des contraintes de mise en valeur qui augmente la dégradation rapide des sols (Roose.,1985). De ce fait on comprend donc que la croissance démographique reste un facteur non négligeable mais également un accélérateur de l'érosion des sols.

1.3.5. Autres formes d'occupation du sol ayant une influence sur la dynamique érosive

1.3.5.1. Les activités économiques

Les principales activités des populations du Koung-Khi sont entre autre : l'agriculture, l'élevage, l'artisanat, le commerce et l'exploitation des ressources naturelles (activité minière).

1.3.5.1.1. L'agriculture

La demande des consommateurs des produits agricoles entraine l'extension des cultures, pêches et élevages sur les terres fragiles et les rivières. Dans le territoire du bassin versant occupé par l'agriculture, certaines pratiques culturales peuvent prédisposer les sols à une dégradation. Dans la littérature, le travail conventionnel est généralement perçu comme étant assez néfaste pour la conservation des sols (Lopanza et al., 2020).

Les activités agricoles sont particulièrement menées en zone rurale et occupent près de 70 % de la population et les superficies ensemencées s'accroissent aujourd'hui au détriment des formations végétales. Les cultures vivrières (maïs, haricot, patate, manioc, banane plantain /douce...) constituent les principales cultures pratiquées dans tous les villages, les rendements restent encore faibles du fait de l'absence, de l'insuffisance ou de la mauvaise combinaison des facteurs de production. Ce rendement agricole déjà faible connaît des problèmes de pertes après récolte du fait des mauvais états des voies d'accès.

Outre l'agriculture, les populations du département du Koung-Khi pratiquent d'autres activités telles que l'exploitation forestière, la chasse, l'élevage et l'artisanat. La soif de la population en ressource alimentaire, en bois d'œuvre et de service, en bois d'énergie est la cause principale de la dégradation de sa végétation ; cette dégradation favorise le ruissellement et est accentuée par l'inégale répartition du site des populations.

1.3.5.1.2. L'exploitation des ressources minières et sablières

L'essentiel de l'exploitation des ressources naturelles du département du Koung-Khi se résume à l'exploitation des ressources minières. Le département compte de nombreux sites miniers (environ 06) dont le potentiel est encore inconnu globalement. Les produits miniers en question sont : le sable et les pierres. Ces différentes carrières sont contrôlées par le service des mines du département mais l'exploitation se fait anarchiquement par les populations entraînant

ainsi la fragilisation des sols. En effet, La population du Koung-khi s'attèle énergiquement à exploiter anarchiquement le sable présent dans les carrières à des fins d'usage de construction ou de lutte antiérosive dans les concessions. Ces populations ignorent totalement que l'exploitation anarchique du sable alimente des glissements, décollements par pans, flots boueux et les affaissements généralisés (Tchindjang., 1996).



Photo 1: Exploitation du sable a Ndeng dans l'arrondissement de Djebem.

Source : Tuedom, juillet, (2020).

Il a été observé pendant la pluie dans la localité plus précisément à Ndeng après ramassage du sable par les populations, l'eau arrivant au sol n'est plus absorbée. Elle forme un film continu à la surface de la portion mouillée et s'écoule en utilisant la moindre pente. Pendant le ruissellement, l'eau se charge de matières limoneuses, puis arrache les particules solides provoquant ainsi une déformation mécanique du sol. La terre devient rugueuse car les éléments fins ont été emportés ravinant tout dans le périmètre de chute des pluies.

1.3.5.2. Le bâti

L'habitat dans le département est groupé dans les quartiers. Cependant, on note dans les quartiers linéaires tels que (Bangang Fondji) dans l'arrondissement de Djebem, une propension à la construction des maisons d'habitation le long des axes routiers. Les maisons de façon générale sont construites, soit en matériaux locaux provisoires (briques de terre), soit en matériaux définitifs (ciment, carreaux) en fonction du pouvoir d'achat de chacun. Lors de la construction des fondations de maisons, les déblaiements sont généralement effectués sans aucune précaution : pas de murs de soutènement pour retenir la terre déblayée. Dans le

département, les habitations ont été construites sans le moindre respect des normes d'urbanisme, c'est-à-dire de manière anarchique et ceci est remarquable presque sur toute l'étendue de la localité.

En effet, La croissance démographique dans le milieu urbain engendre le besoin en espace à bâtir. La construction se fait toujours en défaveur de la couverture végétale. Il y a toujours l'opération de déboisement dans le processus de construction. Lorsque la construction ne suit pas les normes classiques d'urbanisme, les zones inappropriées et précaires peuvent être occupées et ces occupations ne tiendront jamais compte de voies de drainage d'eaux et les catastrophes telles que les inondations et des érosions peuvent se déclencher.

1.3.5.3. Un système foncier ambigu

Au lendemain des indépendances, les villes du Cameroun ont bénéficié d'un schéma directeur et d'aménagement urbain /ou de réaménagement urbain assez respecté (Tchotsoua., 2000). Cependant, en plus de l'exode rural qui a fait venir un nombre sans cesse croissant de populations en ville, il y a également les moyens financiers des départements ministériels chargés d'orienter la croissance urbaine au Cameroun qui sont réduits considérablement ce qui a engendré une crise économique obligée et a de ce fait développé une spéculation foncière (Bonvalot et al., 1997). Toujours des mêmes auteurs, Les pratiques clientélistes et la recherche de la proximité des centres actifs de la ville autrement dire les fondements de la croissance spontanée dans les quartiers spontanés, l'imbroglio du découpage de l'espace bâti et la superposition des droits fonciers développent un certain cafouillage (Tchotsoua., 1998). Il en résulte 3 situations individuelles précaires qui concourent au développement anarchique de la ville et donc à l'érosion accélérée.

- Les acheteurs de terrains illégaux n'ont qu'un droit d'occupation qui ne leur permet pas d'obtenir des titres fonciers ni d'introduire de demande de permis de bâtir, ni a fortiori de demander un crédit foncier
- La plupart de propriétaires craignent ou prétextent le risque de démolition générale du quartier du moment où la législation le prévoit ;
- D'autres n'ont ni fonds, ni expériences nécessaires pour réaliser un lotissement qui respecte les règlements.

Au total, au Cameroun en général et dans les hautes terres de l'Ouest en particulier (dont le Koung-Khi en fait partie intégrante), on rencontre une phase d'urbanisation qui va généralement de la vallée vers le sommet de l'interfluve. Il s'agit d'un habitat tellement précaire

qu'on pourrait parler d'une sorte de ruralisation du milieu. Les plus pauvres vivent systématiquement dans les lieux où les problèmes écologiques en général et les phénomènes d'érosion en particulier sont concentrés (Tchotsoua., 1998). Actuellement dans la localité du Koung-Khi, il existe deux types de droits : le droit moderne sur la base duquel les autorités attribuent les titres fonciers et le droit coutumier dont les textes officiels ne nient pas la légitimité, qui permet aux autochtones ou aux premiers occupants de vendre les terrains. Cette situation rend impossible la gestion efficace des terrains. De plus, les domaines appartenant à l'Etat ou à la municipalité ne sont pas clairement délimités sur le terrain si bien que des populations s'y installent sous prétexte de ne pas les connaître. On aboutit ainsi à la présence des quartiers hors normes.

Tableau 8: Statut d'occupation dans le logement du Koung-Khi

Différent types de logement	Effectif	Pourcentage valide
Propriétaire sans titre	175	43.42
Propriétaire avec titre	150	37.22
Locataire simple	47	11.66
Loger par l'employeur	9	2.23
Logé par un parent/ami	20	4.97
Autres	2	0.50
Total	403	100
Missing	30	7,44
Total	433	

Source : Enquête de terrain par le grpt, polygone sarl-fru nsutebu and associates de Bandjoun, juillet (2020).

Il apparait donc clairement d'après le (tableau08) que les propriétaires sont très nombreux dans le Koung-Khi, mais que ces derniers manquent pour la plupart de titres fonciers. Ainsi, 37,22% sont des propriétaires avec titre contre 43,42% propriétaires sans titre foncier faute de l'organisation du secteur du logement a priori. Cela justifie les constructions anarchiques faites par les populations locales de ladite localité.

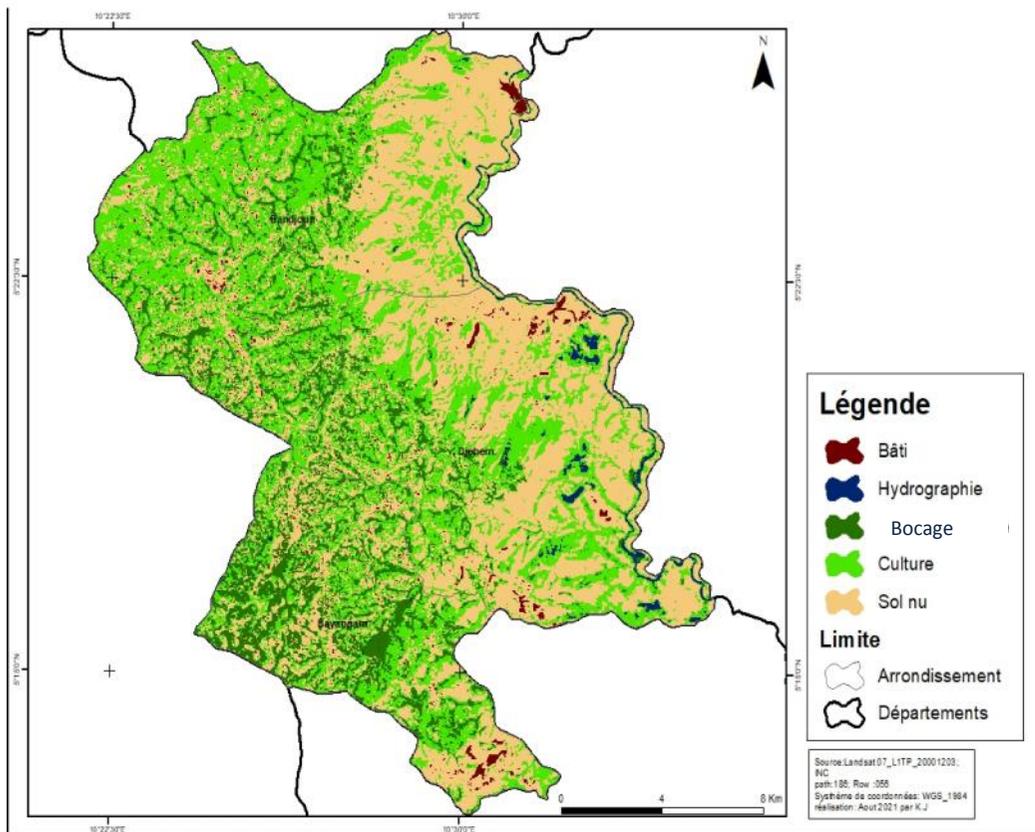


Figure 15: Carte d'occupation du sol du département du Koung-Khi en 2000.

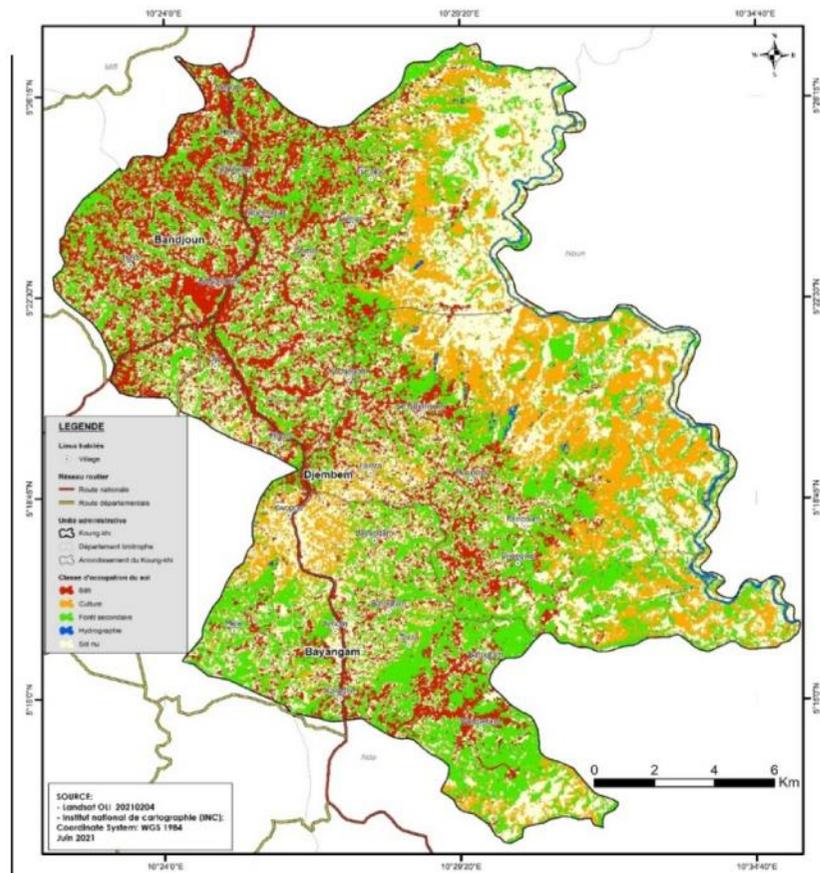


Figure 16: Carte d'occupation des sols du département du Koung-Khi en 2021.

Le département du Koung-Khi alterne sur plusieurs espaces et ces espaces sont mal gérés par les populations, ce qui entraîne de nombreuses mutations dans son milieu de vie. Cela s'explique plus clairement par la (figure17).

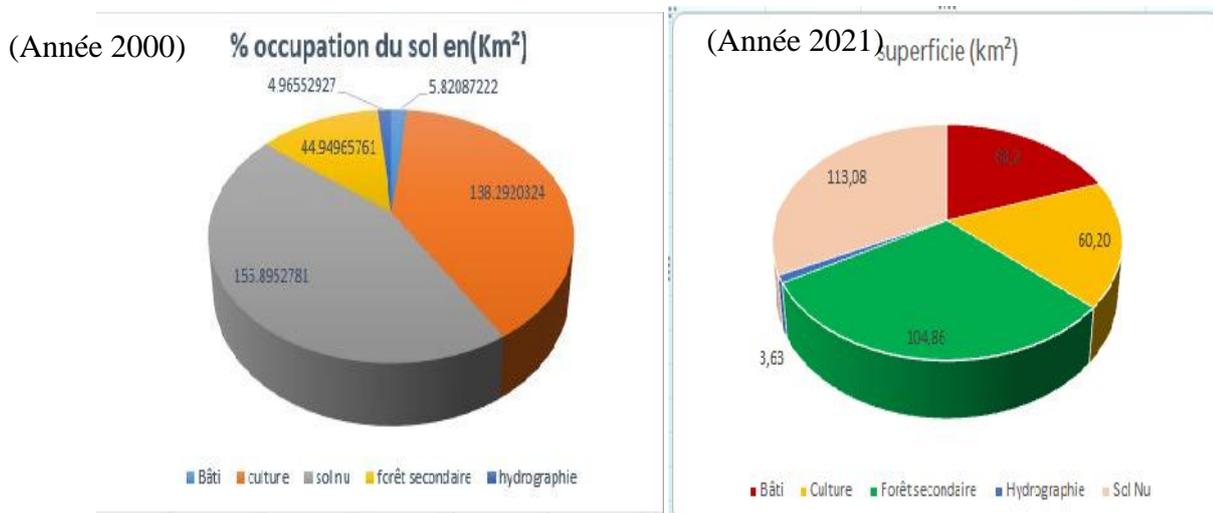


Figure 15: Surface d'occupation des sols du Koung-Khi entre les années 2000 – 2021.

Source : Carte d'occupation des sols du Koung-Khi de (2000 en 2021)

Ces différentes figures (17) illustrent les différentes surfaces d'occupation du sol du département du Koung-Khi entre 2000 et 2021. Nous constatons qu'en 2000, le bâti occupait 5,82 km² contre 68,2 km² en 2021. Elle représente l'espace urbain de la localité et montre à quel point la population croît de plus en plus, ce qui conduit l'homme à la quête de nouveaux espaces ; celle-ci se fait donc de manière anarchique sans tenir compte d'un plan d'aménagement ce qui fragilise les sols et les rend vulnérables à l'érosion ; de plus, nous avons les cultures qui occupaient quant à elles 138,29 km² en 2000 contre 60,20 km² en 2021. Ensuite la forêt secondaire qui occupait 44,94 km² en 2000 contre 104,86 km² en 2021, quant à l'hydrographie qui occupait 4,96 km² en 2000 contre 3,63 km² en 2021 et enfin les sols nus qui occupaient 155,89 km² en 2000 contre 113,08 km² en 2021 de la surface de ladite localité. Il en ressort de ce qui précède que l'espace est tellement exploité par l'homme dans le département du Koung-Khi. La très forte croissance de la population est la cause principale de ces différentes mutations dans ladite localité entraînant ainsi la fragilité des sols et leur exposition au phénomène d'érosion hydrique.

1.3.5.4. Voirie et infrastructures

L'espace urbain est traversé sur de nombreux kilomètres par la nationale N°4 bitumée qui relie Bafoussam à Yaoundé. La portion de cette route qui traverse le département de vue global est en bon état en dépit de quelques dégradations des trottoirs dues aux eaux de ruissellement. Ainsi, dans la majorité des quartiers de la localité, les routes en terre sont en mauvais état (cas du Col Sedembom dans l'arrondissement de Djebem) ce qui est difficilement praticable en saison pluvieuse entraînant ainsi également d'énormes dépôts des terres sur des zones à pentes fortes lorsque le ruissellement est concentré.

En outre, le réseau urbain du département était dans la plupart des zones de voie en terre. Mais, aujourd'hui on note la présence de voies goudronnées dans le département. Le reste de la voirie en terre est organisé en ordre hiérarchisé et on observe trois types de voies à savoir :

Les voies primaires (elles constituent le réseau structurant du département ; les voies secondaires et les voies tertiaires (ce sont les voies de desserte des îlots et des parcelles. L'insuffisance de rues aménagées dans le département est due au fait que le département n'est pas encore totalement loti. Dans l'ensemble, les voies de la localité sont dans un état de dégradation avancée, dégradation dont l'érosion hydrique est la principale cause.

Le département est très pauvre en système de drainage des eaux pluviales. En effet, pour l'évacuation de ces eaux, nous avons observé des caniveaux à ciel ouvert (en béton) devant les bureaux de la mairie (Bayangam) et devant certains services domaniaux. Il existe également des caniveaux en béton (en bon état) dans le département, Malheureusement, ces rares ouvrages de drainage des eaux sont bouchés à certains endroits à cause de leur mauvaise utilisation et de la présence quasi permanente des déchets dans les rues du département.

1.3.5.5. Gestion des ordures ménagères dans le Koung-Khi

Dans les pays du sud, la croissance de la population urbaine et l'extension continue de l'espace occupé entraînent d'énormes difficultés dans la gestion de l'environnement. Ainsi, de nombreuses villes produisent des déchets ménagers dont elles ont du mal à se débarrasser. Au Cameroun, plus précisément dans le département du Koung-Khi, les populations de certains quartiers ont développée des pratiques diverses et variées surtout dans les zones enclavées des quartiers populaires et précaires. Ces pratiques cadrent très mal avec les réalités urbaines entraînant ainsi un désordre urbain généralisé qui persiste et qui a des répercussions environnementales assez préoccupantes (Tchuikoua et al., 2010).

En effet, d'après les résultats des enquêtes, nous constatons que les déchets ménagers sont mal gérés par les populations du Koung-khi .et cela s'explique mieux par la figure 18.

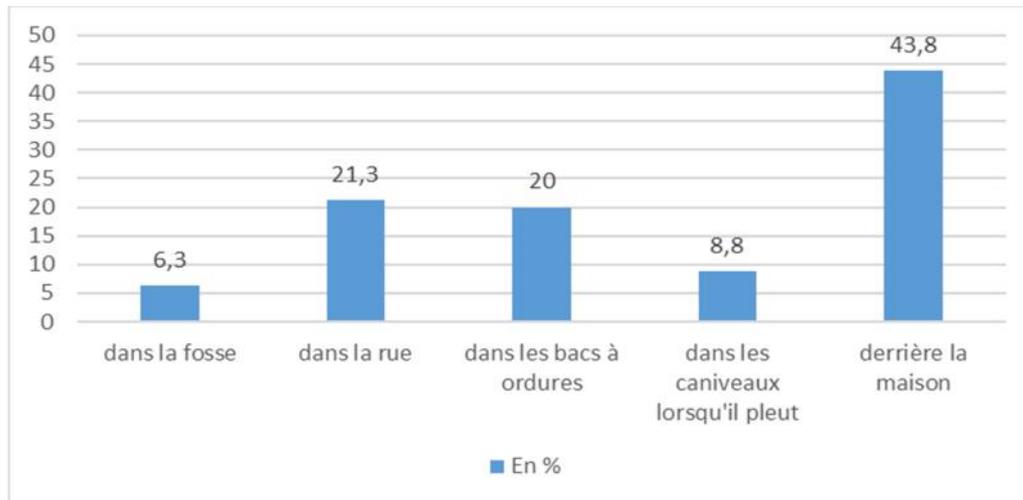


Figure 16: Pourcentage de gestion des déchets ménagers dans le département du Koung-Khi.

Source : Enquête de terrain, avril (2021).

Ce diagramme laisse percevoir la gestion des déchets ménagers par les populations du Koung-Khi ; en effet, 6,3% de la population déversent leurs déchets dans des fosses, 21,3% dans les rues, 20% dans les bacs à ordures, 8,8% dans les caniveaux lorsqu'il pleut et 43,8% derrière leurs maisons. Ceci illustre la mauvaise gestion des déchets ménagers dans la localité ce qui engendre l'ampleur du phénomène d'érosion.

De plus, d'après les observations faites sur le terrain, ces déchets ménagers parfois déposés sur des bordures de rues donnent lieu à la formation de petites immondices qui servent de lieu d'aisance pour certaines personnes, et sont déposées dans des caniveaux et près des cours d'eau.



Photo 2: Tas d'ordure déposé près d'un caniveau au quartier Sous-préfecture dans l'arrondissement de Poumougne.

Source : Tuedom, juillet,(2020).

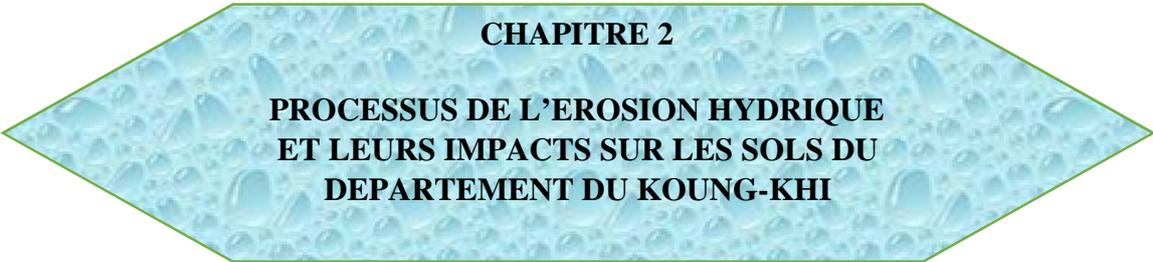
Coordonnées GPS : 5.372005124096211° N, 10412596517489344° E.

Cette photo montre clairement comment les populations déposent dans les rues les déchets ménagers. Ceux-ci obstruent les caniveaux et empêche les eaux de pluies de ruisseler. On peut observer la voie créée par l'eau de ruissellement qui a sapé la route.

En effet, si ces ordures sont par moments brûlées pendant la saison sèche, elles ne peuvent pas être pareil pendant la saison de pluie et sont dans la plupart entrainer par les eaux de ruissellement. La présence des ordures ménagers tels que les lisiers de porcs, les sachets plastiques non-dégradable, les déchets hospitaliers et pharmaceutique jonchant les rues dans ladite localité... En plus, la plupart de ces matériaux bouchent les chenaux d'écoulement provoquant ainsi des inondations momentanées après une pluie. Cependant il convient de noter que la gestion des ordures ménagers et des eaux usées de cuisines qui sont rejeté dans les rues vers des espaces non occupés par le biais des canalisations artisanales et transportées par les eaux de ruissellement qui sont par la suite déposées sur des voies publiques favorisant ainsi l'apparition des ravines sur des voies non bitumes demeurent des facteurs non négligeables.

CONCLUSION

Ce chapitre avait pour but d'identifier et de caractériser les différents facteurs pouvant contribuer à l'accélération du phénomène d'érosion hydrique dans le département du Koung-Khi. Il en ressort que ces facteurs sont de deux ordres à savoir naturel (relief, climat, végétation, géologie et pédologie du milieu) et d'ordre anthropique (agriculture, système foncier, construction, gestions des déchets ménagers). Concernant les facteurs d'ordre naturel, on retiendra que les pentes dans ladite localité sont réparties en deux grandes zones à savoir : les zones à replats et les versants abrupts le phénomène érosif est accentué. Quant au climat, on constate qu'il est marqué par les précipitations très abondantes surtout pendant le mois d'août-septembre où on enregistre une pluviosité très élevée. Pendant ces deux mois, les sols sont plus exposés et les départs de terres s'ensuivent. De ce fait, on comprend que le climat participe lui aussi à l'augmentation du phénomène érosif dans ladite localité. À cause de leurs besoins, les populations exploitent de plus en plus les sols sans tenir compte des dangers auxquels ils s'exposent, ce qui participe également au processus d'érosion dans ce milieu.



CHAPITRE 2

**PROCESSUS DE L'EROSION HYDRIQUE
ET LEURS IMPACTS SUR LES SOLS DU
DEPARTEMENT DU KOUNG-KHI**

INTRODUCTION

L'érosion hydrique est un phénomène complexe, qui menace particulièrement les potentialités en eau et en sol du département du Koung-Khi. Elle se manifeste de façon différente en fonction du milieu où elle se trouve et présente de nombreux impacts sur le quotidien des populations ainsi que la transformation de leur environnement naturel. La croissance spatiale et densitaire accélérée et la morphologie contrastée y associées influencent la nature et la gravité du phénomène. En analysant l'ampleur du problème d'érosion dans la localité du Koung-Khi, on constate plusieurs formes d'érosion ; celles-ci ont des retombées funestes sur le vécu des populations. Dans ce chapitre, il sera question de décrire les mécanismes qui organisent le déroulement de ce phénomène ainsi que leur impact sur les sols dans la localité du Koung-Khi.

2.1. LES MECANISMES ET LES FORMES DE L'EROSION HYDRIQUE DANS LA LOCALITE DU KOUNG-KHI

2.1.1. Les mécanismes de l'érosion hydrique dans le Koung-Khi

L'érosion est un processus de dégradation et de transformation du relief, et donc des sols, sous l'action d'un agent dynamique. Elle correspond également au détachement et au transport de particules de sol de son emplacement d'origine par différents agents vers un lieu de dépôt.

L'érosion hydrique est un processus qui se produit en deux phases : le détachement des particules du sol puis leur transport par les agents érosifs tels que l'eau et le vent (Morgan, 1986). Lorsque l'énergie nécessaire au transport des particules par l'eau n'est plus suffisante, une troisième phase intervient. Il s'agit du dépôt des particules, encore appelé sédimentation. Ainsi, l'érosion se déroule sur trois étapes essentielles à savoir ; l'ablation encore appelée détachement, le transport et le dépôt ou encore sédimentation.

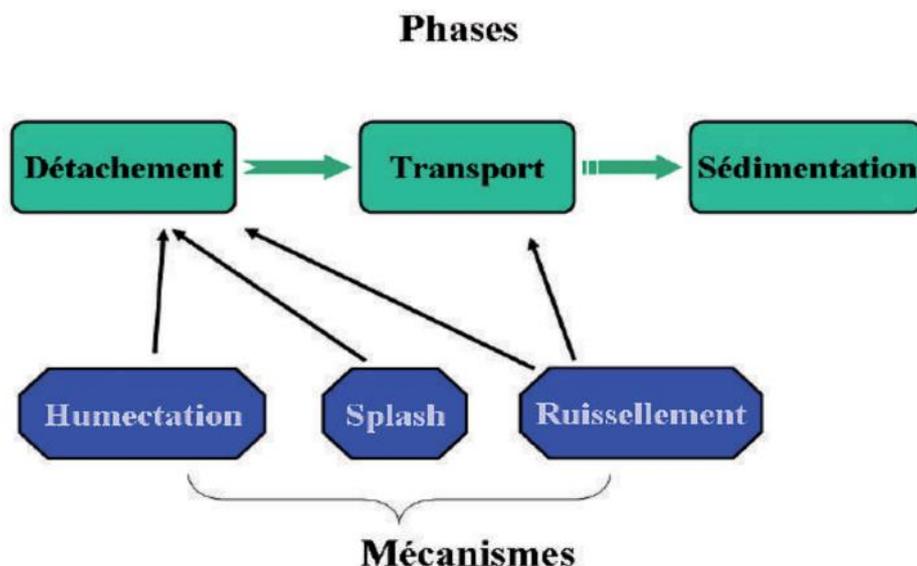


Figure 17: les mécanismes de l'érosion hydrique

Source : projet Mesam (Mesures contre l'érosion et sensibilisation des agriculteurs en faveur du milieu, (2003).

Cette image présente les différentes phases de l'érosion hydrique sous l'influence de la pluie et du ruissellement. Les gouttes de pluies chargées d'énergie cinétique par l'effet splash enlèvent les particules du sol par humectation (soit par dispersion, soit par désagrégation) et les transferts d'un lieu à un autre ; tandis que les eaux de ruissellement s'écoulent sur des versants, décapent et transfèrent les horizons superficiels de l'amont vers l'aval de la toposéquence à des distances plus ou moins éloignées.

2.1.1.1. Les indicateurs du détachement des particules

Considéré comme l'évènement élémentaire de la dégradation structurale du sol, il consiste en une séparation des particules suivie d'un transfert selon les modalités et les distances variables aboutissant à une nouvelle position (Boiffin., 1984). Les principaux mécanismes conduisant au détachement des particules de terre peuvent résulter soit des manipulations humaines (constructions, déforestation, agriculture), soit des mécanismes naturels comme les éboulements et les glissements de terrain.

En effet, lors d'une pluie dans la localité du Koung-khi, on fait face à un détachement des terres par une force cohésive qui est due à l'énergie cinétique des gouttes de pluie et aux splash. Ce mécanisme d'ablation peut se faire soit directement par l'impact des gouttes de pluies, soit indirectement par une combinaison de l'impact des gouttes de pluies et du ruissellement ou juste par le ruissellement. L'énergie requise pour détacher les particules est plus importante que pour les transporter. Vu qu'on fait parfois face à un sol cohésif, il faut surmonter l'attraction entre les particules (argiles, limons et matière organique) afin de les

mettre en mouvement. En ce qui concerne les sols non cohésifs, il faut lever les particules contre la gravité avant qu'elles soient mises en mouvement dans l'eau.

2.1.1.2. Le détachement lié à « l'effet splash »

Le splash constitue le point de départ du mécanisme de l'érosion ainsi que le stade initial de la dégradation des sols (figure 20). Basé sur le transfert d'énergie cinétique accumulé par les gouttes de pluie lors de leur chute, il débute toujours par l'impact de ces dernières sur une surface dénudée. La vitesse et donc l'énergie avec laquelle le choc se produit dépendent principalement de la taille des gouttes, elles-mêmes liées à l'intensité des précipitations (Laws et al., 1995). Le splash dans le département du Koung-khi est subtile et ne se distingue bien que dans certaines circonstances un peu particulières ; le déplacement des particules se fait de façon oblique dessinant une courbe jusqu'au point de chute. Lorsque le diamètre des gouttes est important, soit au maximum 9 mm Birot., (1981), l'énergie accumulée lors de la chute est suffisante pour former un petit cratère et projeter de petites gouttelettes, mélange d'eau et de particules fines, à des distances pouvant atteindre quelques centimètres (Fournier., 1960). L'impact étant plus important lorsqu'un fin film d'eau, d'une épaisseur égale au diamètre de la goutte recouvre le sol. Il peut être observé des pertes par érosion lorsque les gouttes, projetées ainsi que les particules fines présentes en surface, sont prises en charge par un écoulement dit de surface (Morgan., 2005). Ce dernier apparaît lorsque l'eau ne peut s'infiltrer dans le substrat (faible perméabilité, forte intensité des précipitations, grande fréquence des précipitations). L'apparition d'une croûte de battance limite très fortement la capacité d'infiltration d'un sol très perméable (Birot., 1981).

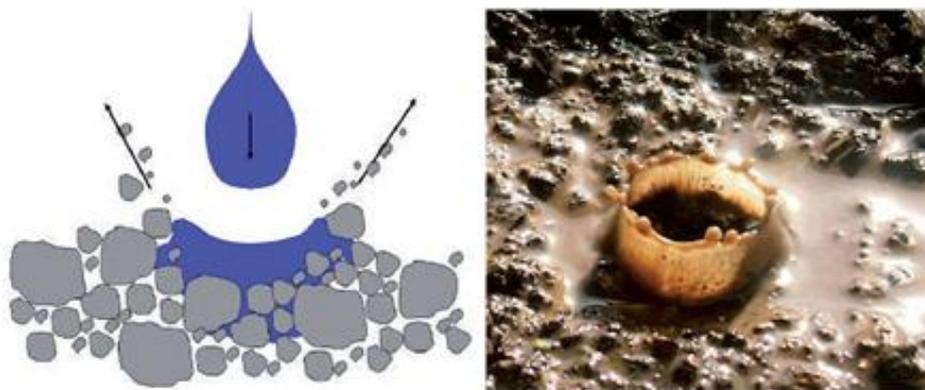


Figure 18: Rejaillissement du sol à l'impact des gouttes de pluies encore appelé « effet splash ».

Source : Projet Mesam (Mesures contre l'érosion et sensibilisation des agriculteurs en faveur du milieu, (2003).

Cette image met en exergue l'impact des gouttes de pluie sur un sol nu. Lorsque la goutte d'eau frappe la motte de terre, une grosse quantité d'énergie est libérée et des particules volent dans l'air avant de retomber sur le sol. Une fois au sol, ces particules sont facilement transportables par l'eau qui ruisselle.

Dans la localité, il a été remarqué qu'au début des pluies, les gouttes qui tombent du toit ont des minces filets d'eau qui détachent les particules des agrégats et les font rejaillir dans tous les sens suivant des trajectoires en arc de cercle, les cavités circulaires de 2 et 8 mm de profondeur et de 4,5 à plus de 10 mm de diamètre (estimation à l'œil nue) proches les unes par rapport aux autres se creusent. Durant la pluie, les grandes quantités d'eaux se déversent en filet plus ou moins oblique suivant la trajectoire du jet sur une bande variant de 10 à 25 cm de large englobant les cavités suscitées et au fur et à mesure que la pluie augmente, elle frappe le sol et chaque lieu de contact provoque une dégradation mécanique du sol. Lorsque les pluies tendent à leur fin, la chute des eaux provenant des toitures devient verticale et le creusement des cavités recommence alternant ainsi au gré des intensités de la pluie. Les sols riches en argile ont une faible sensibilité à l'impact des gouttes de pluies de hauteur approximativement estimé à 30mm. À partir de ces observations de terrain, nous pouvons affirmer que les sols du Koung-Khi sont invariablement et régulièrement soumis à l'impact de la pluie et le détachement de terre varie en fonction de la hauteur de la pluie, du taux de couverture végétale, du type de construction et de la texture du sol.

2.1.1.3. Le détachement dû aux activités humaines

L'ablation des éléments du sol se produit lors des constructions. L'implantation de chaque maison se fait après creusement d'une tranchée et déblaiement et les matériaux utilisés pendant ces constructions modifient considérablement la structure du sol en arrachant les particules de terre plus ou moins importantes. Par conséquent, les particules qui sont détachées sont exposées au ruissellement et seront ensuite lessivées en fonction de l'intensité du ruissellement en cas de précipitation.

D'après les observations faites sur le terrain, Lorsque les pluies sont déjà concentrées sur les tôles des maisons, les eaux issues de pluie tombent sur le sol avec une forte énergie cinétique et par la suite, celle-ci provoque le surcreusement des alentours non cimentés des maisons. De plus, de par la nature argileuse des sols et compte tenu de L'hétérogénéité de consistance, les populations du Koung-Khi transportent sous leurs pieds des quantités importantes de terres humectées, créant ainsi sur les artères de communications qui sont dans la plupart non bitumées, un microrelief mamelonné très caractéristique. La circulation de l'eau

se fait alors suivant ce microrelief entre les mamelons tassés (de 10 à 25 cm de hauteur et large de 15 à 40 cm), se creusent de petites ravines dans le sens de la pente. Ces figures de détachement peuvent être généralement attribuées à la battance et à l'érosion en nappe accélérée par le piétinement ou la circulation des engins roulants (Yongué et al., 1985). D'après les résultats des enquêtes faites sur le terrain, nous constatons à suffisance que majeure partie de la population (84%) ont déjà observé le départ des terres (figure 21), mais, il n'en demeure pas moins qu'une fine partie de la population ne l'a pas encore observé (16%)

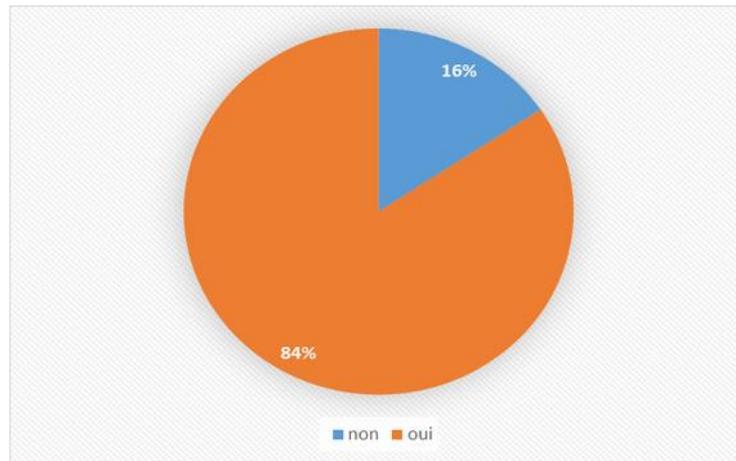


Figure 19: pourcentage de départ des terres dans le Koung-Khi.

Source : Résultat des enquêtes de terrain, avril (2021).

. Ceci nous permet de comprendre qu'il y' a effectivement un départ des terres de l'amont vers l'aval dans la localité et celui-ci est causé selon les populations par les facteurs suivants : (cf. figure 22)

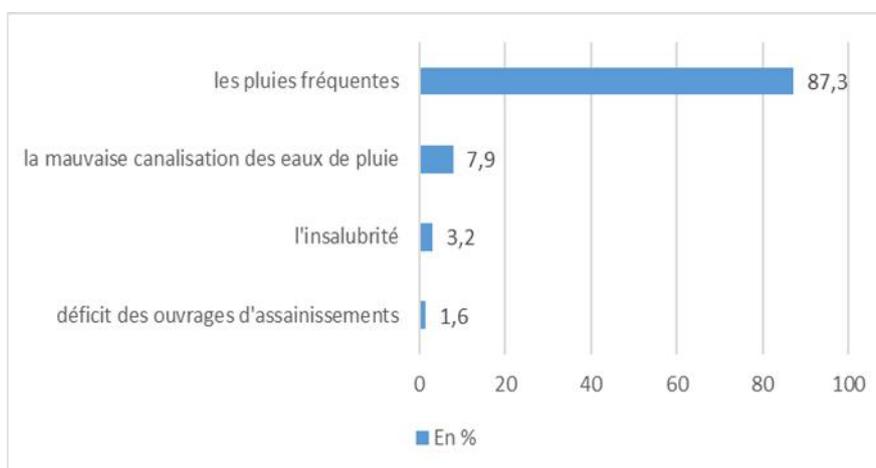


Figure 20: Fréquence illustrant les causes de départ des terres par les populations du Koung-Khi.

Source: Résultat des enquêtes de terrain, avril (2021).

D'après celui-ci, nous comprenons que le départ des terres selon 87,3% de la population est dû aux pluies fréquentes, 7,9% due à la mauvaise canalisation des eaux de pluie, 3,2% due à l'insalubrité et 1,6% due au déficit des ouvrages d'assainissements.

2 .1.1.4. Le déplacement des éléments terreux par les eaux de ruissellement

Le ruissellement est le principal agent du transport des particules de sol mis en mouvement sur une zone. Ce mécanisme s'effectue lorsque la totalité de la pluie ne s'infiltré pas dans le sol ;il se forme d'abord des flaques ; Ensuite ces flaques communiquent par des filets d'eau et lorsque ces filets d'eau ont atteint une certaine vitesse, ils acquièrent une énergie propre qui va créer une érosion au niveau des lignes d'écoulement. Cette énergie n'est plus dispersée sur l'ensemble de la surface du sol, mais elle se concentre sur des lignes de plus forte pente. L'érosion linéaire est donc un indice que le ruissellement s'est organisé, qu'il a pris de la vitesse et acquis une énergie cinétique capable d'entaillée le sol et d'emporter des particules de plus en plus grosses non seulement des argiles et des limons comme l'érosion en nappe sélective, mais des graviers ou des cailloux et des blocs lorsqu'il est organisé en ravines. Ces éléments sont transportés par divers moyens tels que : suspension, saltation et reptation.

- **Le transport par suspension** : elle est constituée des matériaux fins (argiles et limons fins) dont la taille et la densité permettent dans les conditions d'écoulements déterminer de se déplacer sans toucher le fond du lit d'un cours d'eau. (Cf. figure 23).
- **Le transport par saltation** : ce sont généralement les particules comprises entre 50 et 2000µm. Il s'agit des limons grossiers et des sables fins et grossiers. Ceux-ci s'effectuent par des sauts et ne touchent pas de façon continue la partie superficielle du sol. (Cf. figure 23).
- **Le transport par reptation** : il s'effectue par roulement des matériaux tout au long du versant et concerne les grains les plus gros. (Cf. figure 23).

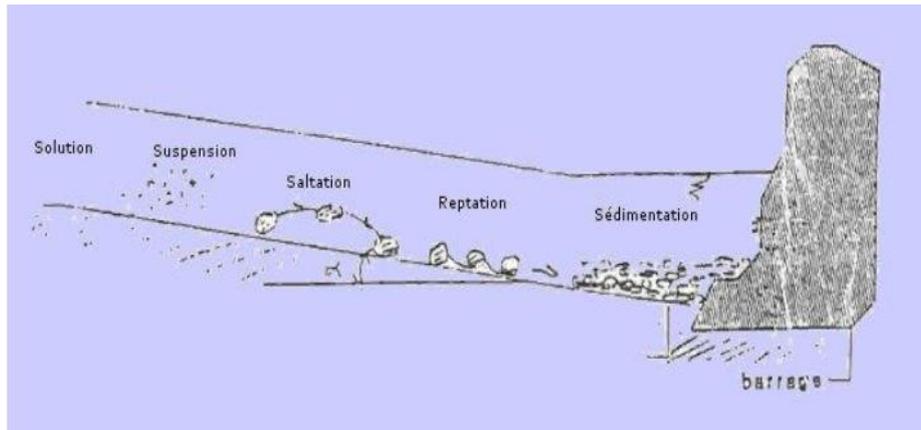


Figure 21: Modes de transport par ruissellement.

Source : <http://www.ma.auf.org/érosion/chapitre1>.

2.1.1.5. Les indicateurs de sédimentation ou de dépôt des particules

Ce mécanisme concerne l'accumulation des éléments arrachés et transportés par les eaux de ruissellement. En effet, le dépôt s'effectue en fonction de la vitesse d'écoulement. Les sédiments sont déposés en fonction de la granulométrie et de la vitesse de la lame d'eau comme le présente le diagramme de Hjulström (figure 24). La sédimentation s'effectue tout d'abord par des particules très fines, les argiles sont transportées les plus loin.

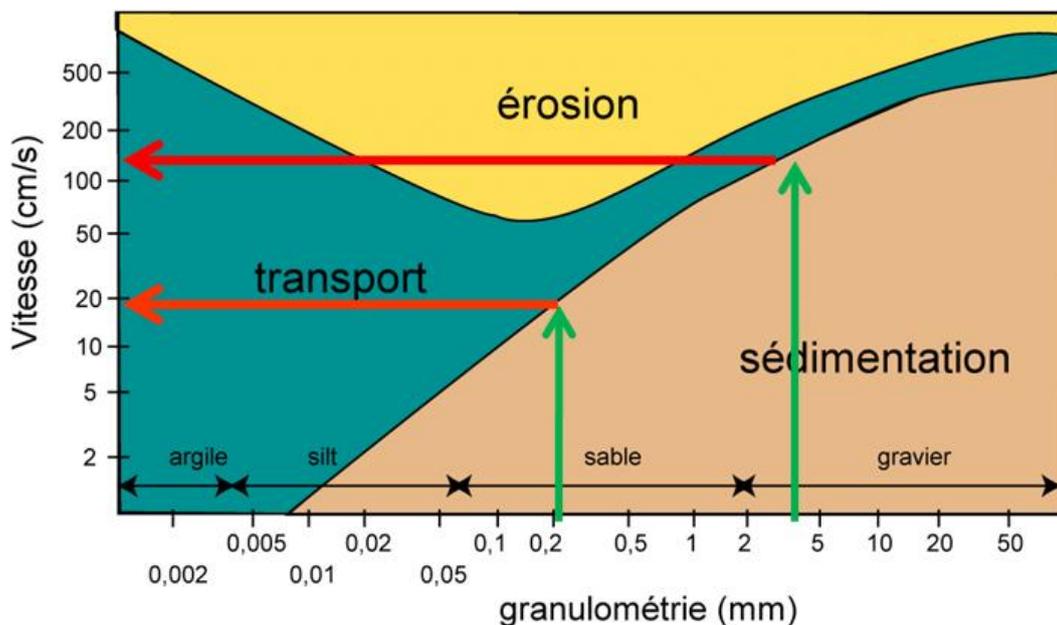


Figure 22: Diagramme de Hjulström.

Source : Descote., (2010).

Le diagramme de Hjulström montre qu'il existe trois secteurs en fonction de la vitesse des eaux et du diamètre des particules des matériaux terreux. En fait, il renseigne sur des informations très importantes à savoir :

➤ *Les matériaux les plus sensibles à l'arrachement par le ruissellement ont une texture voisine des sables fins de 100 microns. Les matériaux plus argileux sont plus cohérents. Les matériaux plus grossiers ont des particules lourdes qui exigent une vitesse supérieure du fluide. Il est intéressant de noter que pour Wischmeier et al (1971), les sols les plus érodables sont ceux qui sont riches en limons et sables fins.*

➤ *Tant que les écoulements s'effectuent à une vitesse faible (25 cm/seconde), ils ne peuvent éroder les matériaux. Pour éviter l'érosion linéaire, il faut donc s'appliquer à étaler et ralentir les écoulements. D'où l'origine de la théorie de la dissipation de l'énergie du ruissellement.*

➤ *Le transport des particules fines argileuses et limoneuses s'effectue facilement, même pour de faibles vitesses. Mais, pour les matériaux plus grossiers que les sables fins, on passe très vite de la zone d'érosion à la zone de sédimentation. On comprend donc pourquoi les fossés d'évacuation des eaux de ruissellement sont soit érodés s'ils sont trop étroits ou trop pentus, soit ensablés par les matériaux grossiers qui n'arrivent pas à circuler. C'est une des raisons pour lesquelles les fossés de diversion ne donnent pas satisfaction dans les pays en développement, car il faut dessabler et entretenir régulièrement les fossés et terrasses de diversion.*

➤ *Au-delà d'une vitesse de 25 cm/seconde, le ruissellement, peut non seulement transporter des sédiments fins, mais aussi attaquer le sol et déposer les éléments plus ou moins loin en fonction de leur diamètre.*

En outre, il est à noter que l'ensemble des mécanismes suscités sont soutenus par l'emprise de l'homme sur le sol. En effet, Dans le département du Koung-Khi, sous l'impulsion de la forte poussée démographique et en l'absence d'un plan de lotissement et d'aménagement, l'espace est mal occupé et mal géré. Les populations occupent les exutoires naturels des eaux de ruissellement, remplissent les caniveaux de tas d'ordures empêchant automatiquement l'écoulement normal des eaux. Aussi elles modifient les circuits principaux de l'écoulement des eaux de ruissellement. Celles-ci s'orientent Vers les zones habitées et provoquent l'intensification des processus érosifs en décapant progressivement les fondations et en sapant les voies.

2.1.2. Les différentes formes d'érosion rencontrées dans le Koung-khi

Les formes d'érosion hydrique prévalant sur le site sont : l'érosion en nappe due à la battance des pluies sur les surfaces dégagées (cours des maisons, parties terrasses encore inexploitées, sur les chaussées ...) ; l'érosion en rigole et en ravine due à l'énergie du ruissellement le long du versant et l'érosion en masse due à la gravité sur la pente. Ces quatre formes d'érosions entraînent d'importantes pertes de terre et correspondent aux traces visibles observées dans ladite localité.

2.1.2.1. L'érosion en nappe ou « Sheet erosion »

Cette forme d'érosion due à l'impact des gouttes de pluie sur le sol découle du ruissellement diffus des filets d'eaux. Le signe le plus connu de cette forme d'érosion est la présence des plages de couleur clair aux endroits les plus décapés qui représentent la proportion de sables non mises en mouvement par les eaux de ruissellements. De plus, il laisse également percevoir la remontée des cailloux en surface due à un détachement par effet splash de la fine couche de terre qui la recouvrait. Cette forme d'érosion entraîne la dégradation du sol sur l'ensemble de la surface et les marques qu'elle laisse sont peu visibles d'une année à une autre raison pour laquelle Roose., (1994) la considère comme la phase initiale de la dégradation des sols par érosion.

2.1.2.2. L'érosion en rigole ou « Channel erosion »

L'érosion en rigole résulte de la concentration du ruissellement en petits chenaux assez bien définies. C'est une forme d'érosion beaucoup plus visible sur les mi-versants ainsi que les voies de communications (routes, pistes) qui sont généralement les plus affectées dans la localité. Les zones les plus touchées par cette forme d'érosion à l'instar de (Kamgo, Dja) sont généralement celles qui sont exposées à la formation accélérée des croutes qui amoindrissent le taux d'infiltration des eaux. Elle succède l'érosion en nappe et s'observe dans un premier temps par des griffes, celle-ci vont évoluer en rigole en creusant des formes de plus en plus profondes pendant les saisons de pluies. Le processus étant inachevé, une autre forme encore plus creuse doit se créer en bas des versants ; il s'agit des ravines.

2.1.2.3. L'érosion en ravine ou « Gully erosion »

C'est la forme culminante de l'érosion du sol. Ce type d'érosion est une aggravation de l'érosion en rigoles. En général, les ravines sont moins nombreuses que les rigoles, mais beaucoup plus spectaculaires. Leur profondeur est liée à la profondeur de travail du sol et à la compacité de ce dernier. La plupart d'entre elle constitue un réseau hydrographique ; lorsque les eaux de ruissellement arrivent au bas des pentes, elles ont acquis au cours de leur trajet une énergie cinétique importante. Cette force de cisaillement est capable de tailler les sols et d'arracher toutes particules de tailles variables qu'elle rencontrera sur les sols. Les ravins et les ravines sont responsables de la mobilisation et du transport des sédiments vers l'aval des bassins-versants. En plus de leur contribution substantielle à l'envasement des barrages, ils occasionnent une perte directe du patrimoine foncier.

2.1.2.4. L'érosion en masse ou « Mass erosion »

Alors que l'érosion en nappe s'attaque à la surface du sol, le ravinement aux lignes de drainage du versant, les mouvements de masse concernent un volume à l'intérieur de la couverture pédologique (Volker Prasuhn et al., 2016). On attribue à l'érosion en masse tout déplacement de terre selon des formes non définies, comme les mouvements de masse (coulées de boue et glissements de terrain). Cette forme d'érosion est fréquente sur les versants et se produit soit lentement soit rapidement et qui affectent l'ensemble ou seulement quelques portions particulières. Si le comportement de l'eau dans les formations superficielles est incontestablement l'élément moteur, en fonction des conditions climatiques et du site géomorphologique, de nombreux autres facteurs, et leurs interrelations entrent en jeu et font que le phénomène peut prendre des formes complexes et variées, on distingue de ce fait deux grands types de mouvements de masse: les mouvements lents et continus qui entraînent une déformation progressive des terrains, pas toujours perceptible par l'homme. Ils regroupent les affaissements, les tassements, les glissements, la solifluxion, le fluage, le retrait gonflement des argiles. Les mouvements rapides et discontinus qui se propagent de manière brutale et soudaine (Hantz., 2012). Les formes d'érosion en masse les plus fréquents dans le Koung-Khi sont les glissements de terrain et les chutes de bloc rocheux. Elles ont été observées dans l'arrondissement de Djebem au lieu-dit Sedembom.

2.2. LES IMPACTS DE L'EROSION SUR LES SOLS DU KOUNG-KHI

2.2.1. Les impacts sur le milieu physique

Le phénomène d'érosion hydrique comme élucidé plus haut est un processus qui est à l'origine de la perte continue des horizons superficiels du sol ainsi que leur décapage. Il présente de nombreux impacts dans le département du Koung-khi et varient d'un secteur à un autre. Ainsi nous pouvons distinguer les secteurs fortement érodés, les secteurs moyennement érodés et les secteurs faiblement érodés.

2.2.1.1. Répartition du phénomène d'érosion dans le Koung-Khi.

L'érosion hydrique est un phénomène qui sévit de façon assez critique dont les impacts dans le département du Koung-khi sont nombreux et varient d'un secteur à un autre. Ainsi nous pouvons distinguer les zones fortement érodées, les zones moyennement érodées et les zones faiblement érodées. La figure 25 présente le degré du risque d'érosion dans les arrondissements

du dit département. Elle a été faite à l'aide de la télédétection associée au système d'information géographique (SIG). Le traitement de l'image s'est fait à une résolution de 30m et de 8 pixels.

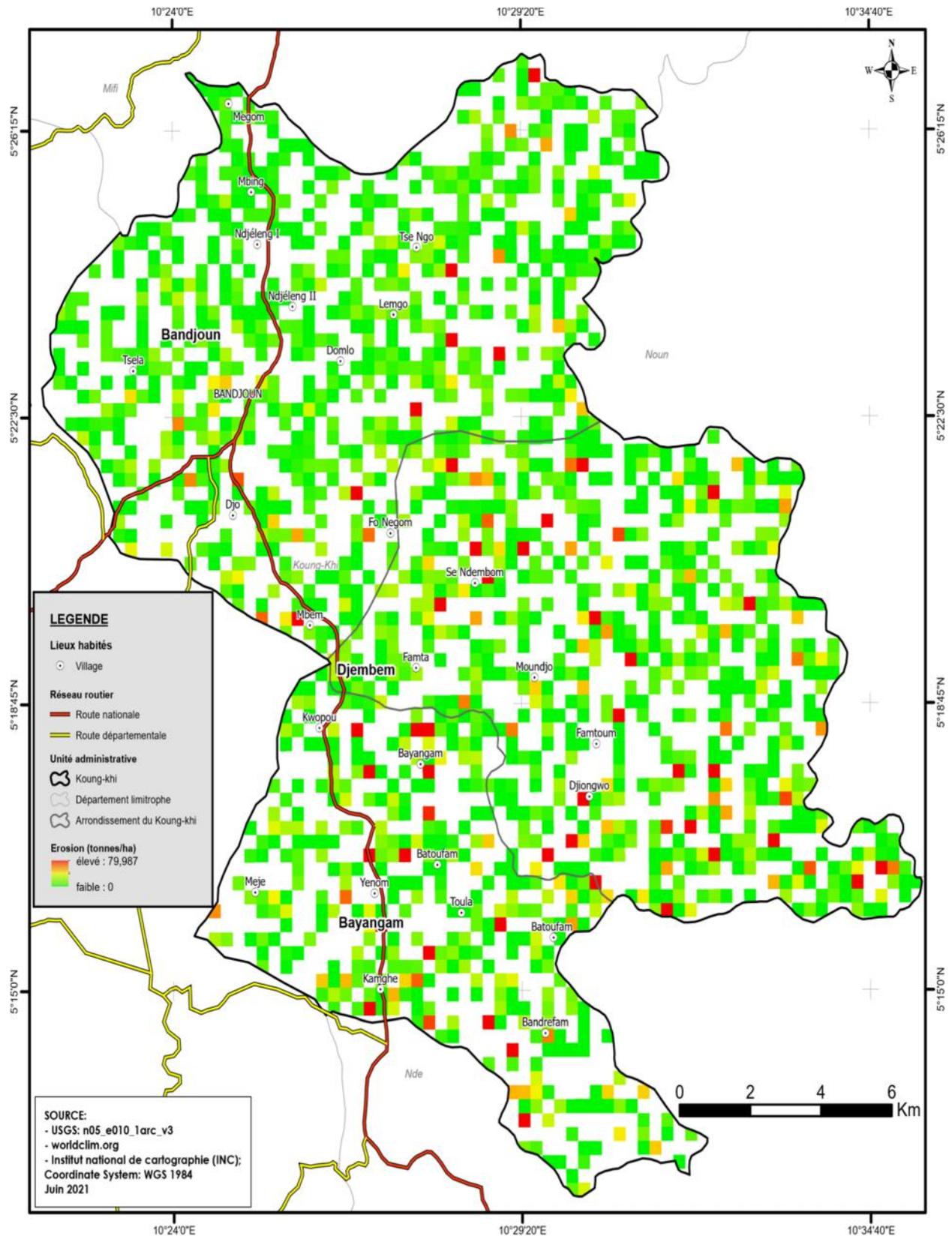


Figure 23: Carte de la répartition de l'érosion hydrique dans le Koung-Khi

2.2.1.1.1. Les secteurs fortement érodés

Le potentiel de l'érosion dans ces zones (cas de la plaine du Noun dans l'arrondissement de Djebem, et du quartier Mba'a et Tougwé-mbem, Djiongwo, Kassap à Bayangam) est dû à l'action combinée des facteurs naturels et anthropiques. En effet, situés en aval des versants et ayant des pentes très prononcées, ces zones sont la cible d'un ruissellement concentré et résulte également de la forte densité de l'occupation de l'espace ainsi que l'accumulation des eaux provenant des zones situées en amont. Dans ces zones, les rues sont complètement dégradées, les maisons et les arbres sont déchaussés et se détachent par endroit.

2.2.1.1.2. Les secteurs moyennement érodés

Ces zones tels que (Houa, Famleng, Tsela) pour ne citer que celles-ci sont marquées par une moyenne pression humaine. Ainsi, on rencontre dans ces zones de petites rigoles par endroit et des déchaussements atténués des maisons et infrastructures. Aussi, nous pouvons également noter l'existence de pentes divergentes plus ou moins douces.

2.2.1.1.3. Les secteurs faiblement érodés

Ici, l'érosion se trouve ralentie par la présence du couvert végétal et par la douceur des pentes. Cependant, l'accroissement de la population et l'expansion de nouvelles constructions vers ces secteurs sont de potentiels facteurs susceptibles de les dégrader. Nos observations sur le terrain nous ont permis d'identifier certains ravins, de rigoles et d'incisions dans différents secteurs dans le département. Nous pouvons les classer dans le (tableau 9).

Tableau 9: Impacts de l'érosion dans différents secteurs dans le département du Koung-khi.

Secteur érodé	Ravine : profondeur moyenne (30 cm-1m)	Rigole : profondeur moyenne (10-60cm)	Griffes : profondeur (3-6cm)
Faiblement érodé	8	15	23
Moyennement érodé	12	36	67
Fortement érodé	24	64	92
Total	44	115	182

Source : Résultat des enquêtes de terrain, avril (2021).

Ce tableau nous permet de comprendre que le site du Koung-Khi est fortement dégradé par le phénomène d'érosion car nous avons pu observer 44 ravines, 115 rigoles et 182 griffes ; ce qui fait de ce milieu une zone vulnérable à l'érosion hydrique.

2.2.2. Les impacts liés au mouvement de masse

Les phénomènes de mouvement de masse sont très nombreux et s'observent sur un angle dans la localité du Koung-Khi à savoir : les mouvements lents et continus. Les plus récurrents dans ladite localité sont :

- **Les glissements** : ils se produisent lorsque la contrainte de cisaillement dépasse la résistance du sol ou lorsque la limite de plasticité ou de liquidité est atteinte.



Photo 3: Glissement de terrain à Djebem.

Source : Tuedom, avril (2021).

Géolocalisation : 5.340529808975483N, 10.4905736705945E.

Cette image met en exergue un sol rouge ferrallitique révélé par une tranchée d'érosion donc l'origine est anthropique : En effet c'est une carrière d'exploitation de pierre et de sable. L'exploitation abusive des blocs rocheux par les populations de la localité à entrainer le tassement superficiel des sols ; l'horizon supérieur organo-minéral est peu développé ; l'horizon principal de ce sol est l'horizon rouge Sk, argilo-sableux présent sur quelque mètre d'épaisseur et elle représente les conditions de drainages qui sont moins bonnes (bas de la pente, centre du plateau).

- **Les chutes de blocs rocheux** : Ils affectent les fronts des carrières ou des falaises et vont de la simple chute de pierre à un éboulement catastrophique. Dans ce cas, les volumes mis

en jeu sont énormes et se comptent en millions de mètre cube. Leur vitesse de déplacement peut être supérieure à cent kilomètres à l'heure et les matériaux peuvent s'étaler sur d'importantes surfaces. Les chutes de blocs dans le Koung-Khi se caractérisent par une descente lente et simultanée de blocs sur un versant rendu boueux. Les plus gros d'entre eux finissent par se rassembler sur le front de la traînée. En même temps, leurs grands axes tendent à s'orienter parallèlement à la ligne de plus grande pente, tandis qu'ils se redressent par basculement.



Photo 4: Chute de bloc rocheux à Sedembom dans l'arrondissement de Djebem.

Source : Tuedom, juillet(2020).

Géolocalisation : 5.341973349702958N 10.491315324015773E.

Cette image met en relief une chute de blocs rocheux qui s'est détaché à Sedembom dans l'arrondissement de Djebem. Cette roche bloque un caniveau servant de drainage des eaux de ruissellement ce qui entraîne par la suite des débordements et dégradation des voies de circulation.

2.2.3. Les impacts sur la voirie

La dégradation de la voirie est l'un des facteurs qui rend compte de l'impact de l'érosion hydrique sur le sol du Koung-Khi. En effet, elle s'identifie dans la localité par des incisions de formes variées, par des petites rigoles et des ravines plus ou moins profondes. La valeur de la pente et la nature du sol joue un rôle déterminant dans la dégradation avancée de ces voiries. Dans certains quartiers de la localité, la plupart des rues et des pistes sont dégradées et sont généralement des zones où on n'a pas prévu les caniveaux pour l'écoulement des eaux de

ruissellement ; cette indication montre à quel point la voirie du département est sensible à l'érosion. Sur ces différentes voies et pistes, on observe de la boue très glissante après une ou plusieurs averses, ce qui bloque la circulation normale des biens et des personnes (planche 1)

Planche 1: Etat de dégradation des voies de communications du Koung-khi



Source : Tuedom, août(2020).

La planche1 illustre les différentes formes de dégradations des voies de communications du département du Koung-Khi. La planche 1A montre les crevasses communément appelées « nids de poule » au quartier administratif au lieu dis Pete ; la planche 1B quant à elle laisse percevoir une rue complètement dégradée dans l'arrondissement de Djebem pareil que la planche 1C. Ces différentes images permettent d'apprécier l'impact des eaux de ruissellements sur la voirie. Ces voies sont actuellement dans un état de dégradation très avancée au point où le trafic que ce soit à pied ou à moto en saison pluvieuse est très difficile.

2.2.3.1. Les griffes

Elles naissent de la chute des eaux de pluie provenant des toitures des maisons et sur des surfaces nues. En effet, les eaux précipitées après récupération par les toits de tôle tombent à quelques centimètres de la fondation des maisons ; à cause de la largeur réduite des auvents, ces eaux descendant des toits dessinent des tracés rectilignes correspondant aux lignes d'impact des gouttes d'eau au sol. Ce phénomène cisaille aussi bien le soubassement des habitations que celui des clôtures exposées dans ladite localité (photo 5).



Photo 5: Cisaillement d'un talus à Djebem

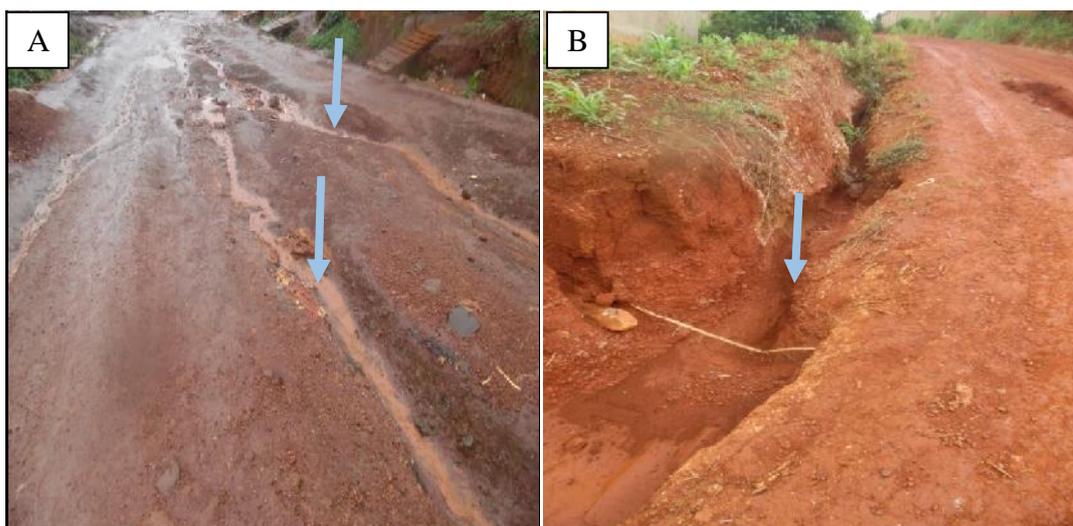
. **Source :** Tuedom, septembre(2020).

Géolocalisation : 5.340428799219089N, 10.490485023486563E.

2.2.3.2. Les rigoles

Elles proviennent de l'extension progressive des incisions laissées par les traces du ruissellement sur le sol nu. Elles dessinent des tracés plus ou moins sinueux avec des profils transversaux très irréguliers. Ces profils transversaux ont une profondeur qui varie entre 10 et 30 cm et sont plus rencontrés dans les zones non bitumées du département (planche 2).

Planche 2: Rigoles creusées par les eaux de ruissellement à Pete-Bandjoun



Source : Tuedom, Septembre (2020).

La planche 2 montre deux voies dans le quartier Pete qui a été creusé par les eaux de ruissellements. Ces voies sont actuellement dans un état très dégradé au point où le trafic sur ces voies à moto est impossible et même à pied pendant la saison des pluies.

2.3.2.3. Les ravines

En fonction de la pente, de l'accumulation d'eau ruisselée et des pertes de sol, les petites rigoles s'agrandissent et deviennent de profondes rigoles : ce sont les ravines. Elles ont une profondeur qui varie de 30 cm à plus d'un mètre et occupent pratiquement certaines rues. Plusieurs zones dudit département sont atteintes et le 1 /4 de ces zones sont jonchés par des ravines, ce qui rend difficile la circulation surtout lorsqu'il fait nuit sans éclairage public. (Planche 3)

Planche 3: Ravines mises en place par les eaux de ruissellement



Source : Tuedom, août(2020).

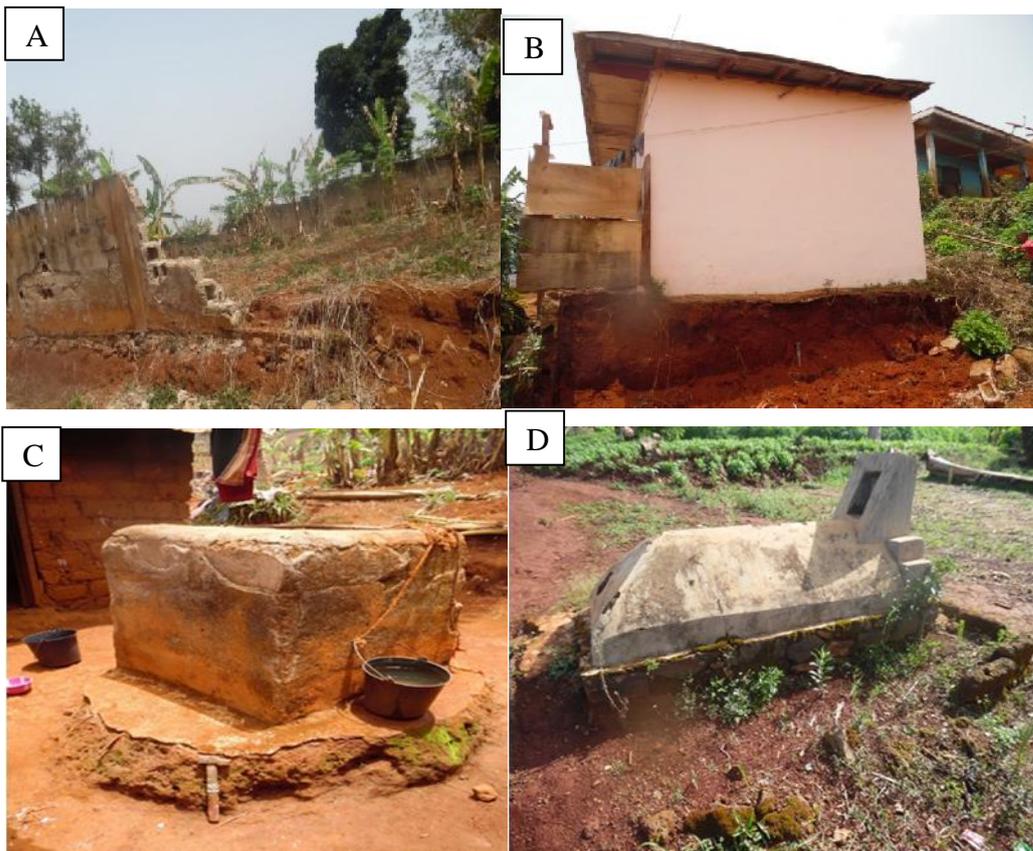
Ces différentes planches laissent percevoir deux ravines dont la planche 3A à Kassap et la planche 3B au quartier sous-préfecture mises en place progressivement par les eaux de ruissellement. Certaines de ces ravines (B) divisent la rue en deux et on note une stagnation des eaux de pluies qui rend les maisons qui sont aux alentours difficilement accessible Pendant la saison pluvieuse, ces voies jouent le rôle de caniveau et pendant la nuit, elle est évitée par les populations qui ne sortent pas, craignant d'y tomber et de se faire emporter par le ruissellement.

2.3.4. Impacts au niveau des habitations

Ici, le mode de construction lui-même favorise le phénomène d'érosion. En effet, les habitations sont très sensibles au ruissellement pluvial du fait de leur installation dans des

secteurs de forte pente et également sur des versants de voies d'écoulement des eaux, de la nature du sol et du matériel utilisé lors de leur construction. Le principal effet de l'érosion dans ledit département est le déchaussement ou l'effondrement total des maisons (photo 11) ; l'ampleur de cette dégradation est également liée à la densité des concessions, leur couverture en toit de tôles galvanisées et à l'âge des maisons. Les dégâts dans le département se manifestent par le déchaussement et le sapement des fondations des maisons, le détachement des murs des maisons. En effet, pendant les saisons pluvieuses, il a été remarqué que les eaux précipitées après récupération par les toits des tôles, tombent aux alentours des maisons du fait de la largeur réduite des auvents ; en descendant des toits, ces eaux cisailent de façon latérale et continue, ce qui entraîne le soubassement des maisons. Le déchaussement quant à lui (planche photo 3) se produit après que la couche de terre qui protège les fondations des maisons soit arrachée entièrement soit par sapement soit par ravinement.

Planche 4: Etat de dégradation au niveau des habitations



Source : Tuedom, septembre (2020).

Ces images (planche 4A et 4B) montrent clairement l'impact de l'érosion au niveau des habitations. Nous observons les déchaussements et les effondrements à divers endroits dans la localité ; celle-ci témoigne l'ampleur du phénomène dans ledit département. De plus, la planche 4C illustre le sapement d'un

puits situés dans le quartier sous préfecture dans l'arrondissement de Poumougne qui a été sapé. Depuis sa construction en 2006, ce puits perd environ 2,5 cm/an de terre. En outre, la planche 4D met en exergue un tombeau construit en 2004 ; situé en aval d'un versant, cette tombe a subi une forte érosion capable de la détruire.

Dans la localité du Koung-Khi, La plupart des fondations des murs sont mis à nu. Les habitats subissent des déchaussements, ce qui les déstabilise. Les mesures directes effectuées sur le terrain ont permis d'estimer la vitesse de sapement dans le département. De ce fait, Les différentes mesures de déchaussement des fondations des maisons et des infrastructures faites sur le terrain ont permis de réaliser le (tableau 10).

Tableau 10: Etat de dégradation des habitats et des infrastructures suivant les différents secteurs.

Secteurs	Nombre de maisons recensé et mesuré	Nombre de fondation non-erodée et %		Nombre de fondation peu-erodée et %		Nombre de fondation très érodée et %	
		0-5 cm	5-20cm	20cm et plus			
Faible pente	50	30	60%	12	24%	8	16%
Moyenne pente	75	16	21,33%	27	36%	33	44%
Forte pente	97	10	10,30%	30	30,94%	57	58,76%
TOTAL	222	56	25,22%	69	31,08%	98	44,14%

source : Résultat des enquêtes de terrain avril (2021).

L'analyse du tableau suscitée montre que seulement 25,22% des maisons sont encore en bon état dans le département, tandis que 31,08% sont peu érodées et 44,14% sont très érodées ; Cela traduit l'ampleur de l'érosion dans ce département et la ruine des habitations.

Les seuils de 0-5cm ; 5-20cm et plus de 20 cm ont été estimés pour traiter les données. On ne saurait donner avec précision sur combien de centimètres un bâtiment peut se déchausser et s'effondrer. Cela dépend des pentages, de la solidité de la maison et des matériaux utilisés lors des constructions.

En outre, les mesures directes prises sur le terrain nous ont permis d'estimer la vitesse de sapement dans quelques quartiers de différents arrondissements de la localité et celle-ci se présente dans le (tableau 11).

Tableau 11: Récapitulatif des mesures de la vitesse de sapement en cm/an prises sur le terrain dans les arrondissements du Koung-Khi.

Arrondissement	Zone faiblement érodée	Zone moyennement érodée	Zone fortement érodé	TOTAL PAR ARRondissement
Poumougne	1,59	8,31	30,13	13,34cm/an
Bayangam	1,3	11,7	38,49	17,16cm/an
Djebem	2,52	11,37	21,57	11,82cm/an
TOTAL	5,41cm/an	31,38cm/an	90,19cm/an	42,32cm/an

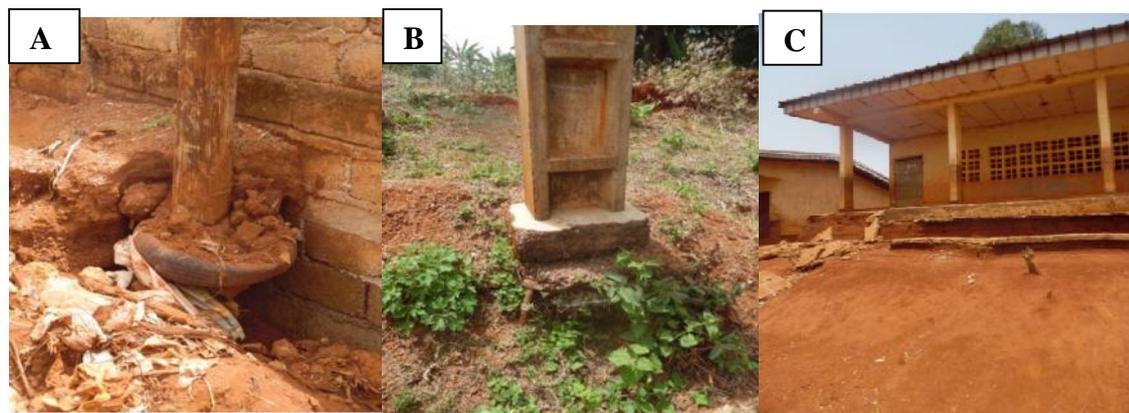
Source : Résultat des enquêtes de terrain, avril (2021).

L'analyse des résultats du tableau montre que la vitesse de sapement des fondations des maisons et des infrastructures socio-économiques est de l'ordre de 13,34 cm/an dans l'arrondissement de Poumougne, 17,16 cm/an dans l'arrondissement de Bayangam et 11,82 cm/an dans l'arrondissement de Djebem. Ainsi, la vitesse moyenne de sapement des fondations dans le département du Koung-Khi est de l'ordre de 42,32 cm/an.

2.3.5. Impacts sur les édifices publics

En plus des habitations, le phénomène hydrique affecte également les infrastructures socio-économiques. Les observations directes sur le terrain nous ont permis d'apprécier la vulnérabilité des édifices du service public à l'érosion hydrique dans ladite localité. Les infrastructures affectées par ce phénomène sont les poteaux électriques (planche photo 4), les écoles publiques...

Planche 5: Etat de dégradation au niveau des édifices publics



Source : Tuedom, août(2020).

Cette planche(5) met en exergue deux poteaux électriques installés en 2017 et une école publique du département construite quant à elle en 2004. Nous constatons que le premier poteau planche 5A est complètement

déchaussé tout d'abord dû à l'action humaine et le second poteau planche 5B présente quant à elle un sapement qui est tout d'abord naturel vu que ce poteau est situé sur un versant à pente très forte et qui dis pente forte dis ruissellement élevé et donc transport important des matériaux. La vitesse de sapement de ces poteaux électriques est de 18,75 cm/an, elles font l'objet d'une forte érosion dans ladite localité.

2.3.6. Déchaussement des espèces végétales

Le couvert végétal semble le moyen le plus efficace pour lutter contre le phénomène d'ablation. En effet, pour la nudité des sols et les préserver contre l'action offensive des pluies, les populations plantent dans les cours des maisons quelques espèces végétales ; mais malheureusement sur certains versants, ces espèces végétales sont sérieusement menacées de déchaussement. (Cf. Photo 6)



Photo 6: Système racinaire du *Persea Americana* (avocatier) mis sur pieds par l'érosion au quartier Dja à Pete-Bandjoun.

Source : Tuedom, juillet(2020).

Géolocalisation : 5.3551595 N, 10.4210593 E.

*Cette image montre le système racinaire du *Persea americana* (avocatier) qui est mis à nu par le ruissellement des eaux de pluies ; situé sur une forte pente, celle-ci pose d'énormes problèmes relatifs à la conservation de terre sur les versants ainsi que l'entretien de ces espèces végétales.*

2.3.7. Dégradation et ensablement des rivières

L'érosion hydrique entraîne un afflux de particules dans les milieux lors des épisodes pluvieux. Ces particules de sols, qualifié de matières en suspension ont un impact sur la biodiversité des milieux et surtout la qualité de l'eau lorsqu'elles sont présentes en grande

quantité. Ces matières en suspension dans l'eau diminuent la transparence. Cette opacité limite la pénétration de la lumière, ce qui affecte la photosynthèse des plantes immergées.

Dans le département du Koung-Khi, Les sédiments quittant de l'amont soit des versants, soit des collines se déposent dans les cours d'eau et les ensablent de manière excessive, ces sédiments(terre ,déchets ménagers et les matériaux en caoutchouc d'après les populations de la localité) remplissent les cours d'eau et prennent la place de l'eau, ce qui conduit parfois au débordement des cours d'eau et entraîne par la suite des inondations (cas du pont de Dja allant jusqu'au carrefour Soung dans l'arrondissement de Poumougne). En outre, ces sédiments déposés dans les cours d'eaux et rivières perturbent la vie aquatique et réduisent la qualité de l'eau (ces eaux qui sont parfois utilisées par les populations soit pour le ménage et d'autres tâches). De plus, Les pesticides, le phosphore, le nitrate et les engrais utilisés par les agriculteurs sont dans la plupart des cas transportés avec les particules de sol qui polluent également les cours d'eau conduisant ainsi à leur eutrophisation (cf. photo 7).



Photo 7: Cours d'eau ensablée par les alluvions à Ndeng dans l'arrondissement de Djebem

Source : Tuedom, juillet(2020).

Cette image illustre un cours d'eau ensablé de manière excessive par des sédiments arrachés par des eaux de ruissellement. Ces sédiments déposés dans les cours d'eaux et rivières perturbent la vie aquatique, réduisent la qualité de l'eau souvent utilisé par les populations pour le ménage.

2.3.7. Impacts au niveau des plantations

Outre la dégradation de la qualité de l'eau, l'érosion hydrique entraîne également les pertes de sols dans le Koung-khi. Celle-ci est dommageable aux cultures agricoles effectuées dans les zones rurales du département. Le renouvellement naturel du sol étant très lent, la perte annuelle de plusieurs tonnes de sols dans une parcelle menace sa productivité. Aussi, elle peut également entraîner une seconde conséquence indirecte dans la mesure où le carbone contenu dans les particules de sol emportées par les eaux de ruissellement peut être transformé en dioxyde de carbone (CO²) et rejeté dans l'atmosphère ce qui conduira à l'émission de gaz à effet de serre.

2.3.3. Impacts socioéconomiques de l'érosion pluviale dans le département du Koung-khi.

En plus de la destruction du milieu physique, l'érosion affecte également la vie socioéconomique des habitants du Koung-Khi. Parmi les difficultés recensées, nous pouvons noter les difficultés de circulation, les contraintes matérielles et financière et les maladies hydriques.

2.3.3.2. Difficultés de circulation due au mauvais état des routes

Dans le département du Koung-Khi, l'ampleur de la dégradation des rues et des pistes rendent très difficile le déplacement des biens et des personnes. La circulation des taxis, des motos et d'autres engins routiers semble difficile et parfois impossible pendant les saisons pluvieuses dans des zones fortement érodées. Même pour le piéton c'est très difficile car il doit savoir où poser ses pieds aux risques de tomber dans un ravin ou une rigole et même parfois dans la boue. En outre, nous notons également qu'il existe certaines rues dudit département qu'il faut éviter d'emprunter pendant les pluies de peur de se faire emporter par la violence des eaux de ruissellement. Toutes ces difficultés suscitées ralentissent les activités des populations et engendrent pour certains la baisse de leur rendement agricole.

2.3.3.3. Les maladies hydriques

En effet, lorsqu'il pleut dans ladite localité, les eaux de pluies se chargent de polluant au contact des eaux usées, des déchets solides lors du lessivage des routes sont par la suite rejetés dans la plupart des temps sans traitement dans le milieu naturel. Le contact direct de ces eaux polluées avec l'eau utilisée pour les travaux ménagers dans des maisons crée des risques sanitaires très cruciaux pour la population à l'instar des maladies telles que le paludisme, la

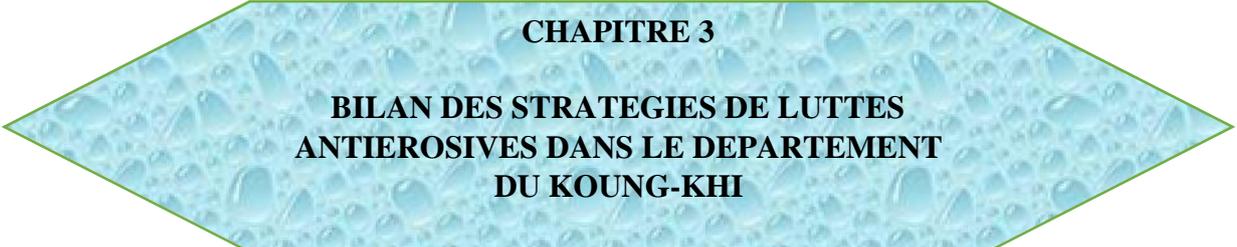
typhoïde...etc., due aux stagnations des eaux de pluies sur les routes mais également la contamination de l'eau potable et des rivières (pollution des eaux, développement des bactéries et des parasites) qui sont parfois utilisées par les habitants de certains quartiers. En outre, d'après nos investigations sur le terrain il en ressort que les populations ne maîtrisent pas les processus de l'érosion. D'après elles, le facteur humain ou encore l'action de l'homme sur les sols n'accroît pas le phénomène. Faisant face aux multiples impacts occasionnés par ce phénomène morpho dynamique, et aux méthodes précaires et inadaptées dont elles disposent, les populations se sentent désarmées ; à cela s'ajoute le silence des autorités donc les différentes tentatives à l'égard de ce phénomène se révèlent moins efficaces ; ce qui pousse la population à vivre dans la crainte de se lever un jour et voir s'effondrer leurs murs ou leurs maisons. Le souhait de la population est que les autorités locales construisent et aménagent les réseaux de drainage des eaux de pluies ainsi que les rues dégradées.

2.3.3.4. Les contraintes matérielles et financières

La lutte contre l'érosion hydrique demande des moyens financiers. De ce fait, les dispositions que prennent les populations dans le but de résoudre le problème de dégradation de leur environnement ont des incidences financières considérables. À cela s'ajoutent l'achat, le transport des matériaux de construction comme par exemple le sable, le ciment, les caillasses...et surtout la main d'œuvre des ouvriers. Toutes ces dépenses démontrent la précarité des différents aménagements.

CONCLUSION

Parvenu au terme de ce chapitre, les différentes analyses nous révèlent que la plupart des sols du Koung-Khi ont une texture argileuse, ce qui les rend susceptible à l'érosion hydrique. Le décapage des sols s'installe dès lors que les sols sont mis à nu et prennent de l'ampleur avec l'intensité des pluies à travers le phénomène du splash. Plusieurs formes d'érosion sont observées dans le Koung-Khi à savoir : l'érosion en nappe, l'érosion en rigole, l'érosion en ravine ainsi que l'érosion en masse qui se manifestent à divers degrés. Elles se traduisent par le ravinement, la dégradation considérable de la voirie et le sapement des bâtiments qui sont estimés à 42,32 cm/an. De plus, 167 maisons sont déchaussées sur 222 maisons recensées et le département perd en moyen 79,987tonnes/ha de terre par an. En outre, on a observé environ 44 ravines, 115 rigoles et 182 griffes ; ceci montre l'évolution progressive que connaît ce phénomène. Celui-ci freine le développement dudit département et suscite des inquiétudes pour son avenir. Face à cette situation, il importe de rechercher des solutions efficaces pour renforcer les stratégies internes de lutte contre ce phénomène.



CHAPITRE 3

**BILAN DES STRATEGIES DE LUTTES
ANTIEROSIVES DANS LE DEPARTEMENT
DU KOUNG-KHI**

INTRODUCTION

Les populations du département du Koung-Khi sont confrontées aux problèmes de gestion des eaux et de sol dans leur milieu. Ceci a des répercussions sur leur mode de vie et ralentit leurs activités ; l'ampleur de ce phénomène se fait de plus en plus ressentir dans la localité ; d'où l'intervention des populations en mettant sur pieds de nombreux dispositifs permettant de diminuer le seuil de ce phénomène mais hélas ceux-ci s'avèrent moins efficaces et suscitent de ce fait la mise sur pied d'un plan d'aménagement dans la localité. De ce fait, ce chapitre aura pour but de répertorier les différentes stratégies de lutttes antiérosives développées par les populations et d'apporter des perspectives pour l'amélioration de ces stratégies aux fins de développement durable.

3.1. STRATEGIES LOCALES DE LUTTES CONTRE L'EROSION HYDRIQUE DANS LE DEPARTEMENT DU KOUNG-KHI

Les stratégies locales ou endogènes sont des diverses techniques utilisées par les populations du Koung-Khi pour freiner ou orienter la vitesse du ruissellement. Ces techniques ont pour rôle de gérer les nappes ruisselantes en veillant à les disperser tout au long de la surface du versant plutôt que de les concentrer dans les canaux et les exutoires qui causent problème. Parmi ces techniques de lutttes antiérosives développées par les populations du Koung-Khi on peut citer : les techniques de protection des maisons, les techniques de protection des rues... ; cependant, ces différentes mesures n'ont pas freiné le phénomène qui prend de plus en plus de l'ampleur.

10.1.1. Les techniques de protection aux niveaux des habitations

Pour protéger les fondations des maisons, les populations ont mis sur pieds des techniques à savoir : l'élévation des fondations des maisons ; le comblement ou terrassement ; les ouvrages de franchissement et bien d'autres techniques pour diminuer le seuil de l'érosion hydrique dans leur milieu.

3.1.1.1. Techniques de renforcement du soubassement des habitations

Ce sont les différentes techniques utilisées pour le renforcement et plus précisément pour sauvegarder l'intégrité des fondations autour des maisons.

3. 1.1.1.1. *Elévation des fondations*

L'élévation des fondations permet de renforcer la base des clôtures, des murs des bâtiments pour lutter contre le déchaussement des fondations des maisons et leur chute (photo

8). Elle varie parfois de 30 cm à 40 cm de largeur et généralement à une hauteur qui dépasse 50 cm. Elles sont réalisées le long des murs de la concession qu'ils protègent.



Photo 8: Elévation des fondations dans le quartier Ndeng à Djebem.

Source : Tuedom, avril (2021).

Ce croquis laisse percevoir une maison dont le soubassement est ceinturé par une élévation de la fondation de 60 cm de largeur, 60 cm de hauteur et 3m de longueur. L'élévation de la fondation joue un rôle très efficace en matière de protection des maisons contre les déchaussements.

3.1.1.1.2. Aménagement des gouttières

En effet, une gouttière est un ouvrage de collecte des eaux issues des pluies à l'égout d'un pan de toit. Ainsi, pour maîtriser les eaux pluviales au niveau de chaque espace bâti dans le Koung-Khi, certaines personnes ont confectionné des gouttières soit en matériaux précaire (vieilles tôles) et également à l'aide des tuyaux (photo 9) autour des toitures afin de recueillir les eaux qui tombent soit à l'aide des jarres ou des bassines et parfois d'une citerne.



Photo 9: Aménagement d'une gouttière à Kamgo dans l'arrondissement de Poumougne.

Source : Tuedom, septembre (2020).

Cette image met en évidence une gouttière moderne qui joue un grand rôle dans la lutte antiérosive. Cette gouttière permet de recueillir l'eau des pluies et protège a l'aide des sceaux, citerne ... Aussi elle joue également le rôle de protection au niveau des fondations des maisons contré les déchaussements et cisaillements.

3.1.1.1.3. Empierrement et végétalisation.

Cette technique développée par les populations du Koung-Khi consiste à lutter contre la battance des pluies. Elle diminue la chute de la goutte de pluie. (Photo 10) C'est une technique utilisé par 5% de la population du département



Photo 10: Disposition des pierres autours d'une concession à Tougwé-Mpouh dans l'arrondissement de Bayangam.

Source : Tuedom, avril(2021).

Géolocalisation : 5.2670748 N, 10.3998018 E.

Toujours pour contrer l'offensive des gouttes de pluies, les populations du Koung-Khi plantent dans la cour de leurs maisons des espèces végétales, celle-ci joue un grand rôle concernant la protection des sols et fait partir des techniques d'adaptation les plus recommandées. (Photo 11)



Photo 11: Vetiveria Zizanioides (vétiver) planté par les populations pour limiter l'érosion à Mba'a dans l'arrondissement de Bayangam.

Source : Tuedom, avril(2021).

Géolocalisation : 5.286917264061285 N, 10.44893424033656 E.

Cette image met en exergue le vetiveria zizanioides plus connu sur le nom du vétiver planté dans la cour d'une maison à Bayangam ; il a pour rôle de réduire la vitesse de l'eau sur la surface du sol et favorise son infiltration.

3.1.2. Aménagements spontanés des allées inter-maisons et des voies de communications

Les ouvrages locaux de protection des allées inter-maisons sont soit des diguettes en terre, en bois ou en pierre. Ils sont en matériaux végétales précaires (troncs de palmiers, piquets, etc.) disposées dans les secteurs de ravinement. Les populations utilisent aussi des morceaux de pierre ou de briques disposés en tas, des pneus. Ces différentes stratégies consistent à limiter l'action érosive tout en stabilisant les particules arrachées en amont.

3.1.2.1. Disposition des sacs de terre

Les populations du Koung-Khi (50%) disposent des sacs remplis de terre dans les couloirs d'écoulement des eaux pluviales pour stabiliser les particules solides arrachées en amont. Selon les populations de ladite localité, cette technique a des limites en ce sens que sous l'effet de l'ensoleillement et de la pluie ses sacs se détériorent assez facilement au plus en 1 an. C'est une technique qui est très utilisée dans le département. (Photo 12)



Photo 12: Disposition des sacs de terres sur le mur d'une maison dans le quartier sous-préfecture a Pete-Bandjoun.

Source : Tuedom, juillet(2020).

Géolocalisation : 5.3727505 N, 10.4152498 E

Cette photo montre des sacs remplis de terre alignés derrière le mur d'une maison dans le but d'arrêter le processus de l'érosion qui a commencé par cisailer les murs de la maison. La limite de cette stratégie est qu'il faut renouveler à chaque saison de pluie car les sacs se détériorent très rapidement.

3.1.2.2. Comblement et remblai

C'est une méthode qui consiste à déverser soit de la terre, soit des pierres (ou les deux), et des déchets ménagers dans les rigoles, ravins et différents trous creusés par les eaux de ruissellement. C'est une technique utilisée par 30% de la population (enquête de terrain 2021) car elle est moins coûteuse. Cependant, elle engendre de très graves dégâts sur la santé. Elle favorise la multiplication des immondices dans les zones humides, la prolifération des agents pathogènes et pire, la pollution de l'environnement et des cours d'eaux (photo 13 et 14).



Photo 13: Comblement d'une ravine avec des pierres à Pete- Bandjoun.

Source : Tuedom, septembre (2020).



Photo 14: Comblement d'une route avec de la terre à Pete-Bandjoun.

Source : Tuedom, septembre (2020).

Ces différentes images mettent en exergue deux techniques d'adaptations utilisées par les populations du département pour diminuer l'ampleur du phénomène d'érosion. La limite du remblai c'est qu'il faut renouveler chaque fois car c'est une technique peu résistante car pendant les saisons pluvieuses la terre déversée (cf. Photo 14) est balayé par les vagues de torrent.

3.1.2.2.3. Barrage de pneus

Cette technique consiste à disposer des pneus dans les ravins (photo 15) pour certains, et près des ravins pour d'autres. Ces pneus sont renforcés par des touffes d'herbes antiérosives et des pierres pour piéger les sédiments transportés par l'eau de ruissellement. Elle est utilisée par près de 20% de la population enquêtée.



Photo 65: Disposition des pneus au quartier Soung a Pete-Bandjoun

Source : Tuedom, septembre (2020).

Cette image présente la disposition des pneus au quartier Soung avec quelques herbes antiérosives, elle consiste à limiter l'action érosive tout en stabilisant les particules arrachées en amont.

10.1.2. Limites des stratégies locales

Les différentes stratégies internes utilisées par la population du Koung-Khi sont généralement éphémères et ne relèvent d'aucune réflexion ni d'une étude au préalable. Elles sont qualifiées de stratégies spontanées et nécessitent peu de moyens. Les matériaux utilisés sont prélevés sur place (sable, pneus, terre de barre, végétaux, caillasse, etc.), soit en ciment et sont employés sans toujours tenir compte des besoins réels du milieu. On remarque souvent une inadéquation entre les stratégies employées et les aspects du milieu concerné.

Globalement, se sont des stratégies à efficacité limitée et de durées éphémères et médiocres. À titre d'exemple, le remblaiement des ravines et des rigoles avec des ordures ménagères est préjudiciable pour la population elle-même. Car, après une forte pluie, ces ordures sont arrachées par le courant des eaux de ruissellement et sont déversées dans les rues et dans les eaux, source de maladies hydriques. Il en résulte une insalubrité qui peut être source de maladies pour les populations. Les endroits remblayés par du sable sont rapidement excavés et se font creuser davantage si rien n'est fait, etc. Face aux insuffisances des stratégies endogènes développées par les populations, le pouvoir local consentit aussi quelques maigres efforts pour pallier un peu à ce problème.

3.2. STRATEGIES MODERNES DE LUTTES CONTRES L'EROSION DANS LE DEPARTEMENT DU KOUNG-KHI

Les stratégies modernes sont des techniques développées par les autorités locales pour limiter les actions érosives. Elles se limitent, à l'amélioration des systèmes d'évacuation des eaux pluviales et au revêtement périodique des voies.

3.2.1. Réseau de canalisation des eaux de ruissellement

Le réseau de drainage des eaux pluviales dans le département du Koung-Khi se limite à quelques caniveaux et canaux de traversée des voies. Les caniveaux sont construits le long des tronçons calvaires c'est-à-dire des églises, la préfecture, les services domaniaux, mairie...et certains quartiers du département tels que Mba'a, Tsela, Pete, Dja...Ces canaux servent à drainer les eaux de ruissellement qui coupaient les voies en deux. Mais les infrastructures de protection du site du Koung-Khi sont mal entretenues par les populations (photo 16).



Photo 76: Caniveau mal entretenu au quartier sous-préfecture à Pete-Bandjoun.

Source : Tuedom, avril (2021).

Cette image montre un caniveau mis sur pieds par les autorités locales au quartier sous-préfecture. Nous constatons que ces caniveaux pour la plupart ne sont pas entretenus, car elles sont soit remplies d'ordures de tout genre, soit par de la terre qui a été transporté lors des pluies ce qui ne facilite pas le ruissellement. Donc il serait donc nécessaire pour qu'elle soit plus efficace, de pratiquer régulièrement un curage des caniveaux dans ladite localité.

3.2.2. Entretien et latérisation des voies

La protection des voies est une préoccupation majeure des populations en général et des services techniques du département du Koung-Khi en particulier. Ainsi, selon l'ampleur de la dégradation des rues, les populations s'organisent spontanément pour contribuer à leur entretien. Elles procèdent au remblayage des ravines et au nivellement des sections dégradées

Par contre les grands travaux sont assurés par la mairie de ladite localité. Ils se font avec des engins lourds (niveleuse, dameur, etc.). Ces gros engins sont mis à contribution pour refaire les voies dégradées. La périodicité de ces travaux d'aménagement varie en fonction du niveau de dégradation. Mais ils sont fréquents avant, pendant et juste après la saison pluvieuse compte tenu de l'impact de l'érosion sur la voirie dans la localité.

Le problème de l'érosion hydrique dans le département du Koung-Khi interpelle aussi bien les autorités locales que les populations. Mais, on constate que les différentes stratégies de mitigation se sont révélées inefficaces pour protéger le département. Pour cela, la conception d'un plan global d'aménagement de la localité s'avère urgente.

3.2.3. Disposition des panneaux d'alerte

Dans le département du Koung-Khi, les autorités locales ont mis sur pieds dans certains sites à forte pente (Bayangam) des panneaux de signalisation indiquant les fortes pentes ainsi que des panneaux signalant les zones à risques. Ces panneaux jouent un rôle très important de lutte contre l'érosion dans la localité car elle limite les taux d'accidents pendant les saisons de pluies (photo 17).



Photo 87: Panneau d’alerte due à la présence d’une forte pente au quartier Mba’a.

Source: Tuedom, septembre(2020).

Cette image illustre un panneau d’alerte permettant de ralentir la vitesse de conduite due à la présence d’une forte pente. Ce panneau joue un grand rôle antiérosif dans la mesure où elle limite le taux d’accident dans la zone.

3.3. PROPOSITIONS D’AUTRES STRATEGIES D’ADAPTATIONS CONTRE L’EROSION HYDRIQUE

L’état de dégradation de la localité du Koung-Khi devient de plus en plus inquiétant au fil des années. Face à cette situation, seul un schéma directeur s’impose. Pour cela, il faut une action conjuguée des autorités locales, des techniciens des travaux publics. Mais, il est à noter que pour réussir l’aménagement de ladite localité, il faut avant tout régler les problèmes de lotissement. Le schéma directeur d’aménagement antiérosif dans le Koung-Khi doit tenir compte des différentes facettes topographiques.

3.3.1. Au sommet des pentes

Il faut encourager la création des espaces verts dans les quartiers qui se situent au sommet des pentes.

3.3.1.1. Création des espaces verts

Les villes africaines en général et les villes camerounaises en particulier sont réputées pour leur pauvreté en espaces verts. La lutte efficace contre l’érosion hydrique dans le département du Koung-Khi passe également par le reboisement des espaces non bâtis. Il consiste à planter des arbres et à recouvrir le sol par du gazon ou par d’autres plantes herbacées

comme *Panicum lycopodioides* qui forme des touffes plaquées au sol. Cela permet de réduire considérablement les processus érosifs du ruissellement. Pour cela, les secteurs à forte pente devraient être aménagés en espaces verts. Les espaces verts sont également utiles dans le cadre de l'assainissement de la ville car ils procurent de l'oxygène.

3.3.1.2. Défendre et restaurer les sols (DRS)

C'est une stratégie d'adaptation qui consiste à revégétaliser l'amont des bassins-versants, stabiliser les ravines, restaurer la productivité des terres et de protéger les barrages de l'envasement. Elle a été développée par les forestiers dans les années 1940-1980 autour du bassin méditerranéen pour faire face à de graves pénuries d'eau, à l'envasement rapide des barrages (en 30 à 50 ans) et à la dégradation des équipements et des terres. Cette stratégie est née d'un mariage de raison entre la RTM des forestiers (reboisement des hautes vallées, correction torrentielle) et la CES des agronomes (banquettes plantées d'arbres fruitiers). Pour les forestiers, il s'agissait avant tout de la mise en défense des terres dégradées par la culture et le surpâturage, de reboiser les hautes vallées pour restaurer par les arbres la capacité d'infiltration des sols dégradés. (cf. photo 18)



Photo 18 : Exemple d'un DRS en pente sur un bassin versant

Source : <http://www.ma.auf.org/érosion/chapitre1>.

3.3.2. Sur les versants

Au niveau des versants les techniques de pavage des voies et de drainage des eaux pluviales doivent être privilégiées.

3.3.2.1. Pavage des voies

L'urbanisation dans la localité du Koung-Khi est encore à ses débuts. A cet effet, à part la Route nationale N°4 et quelques routes de ces différents arrondissements, le réseau viaire demeure moins goudronné et moins pavé. Le pavage des voies (photo 19) est une stratégie de protection des voies de communications contre les effets néfastes de l'érosion hydrique. Au regard de la topographie et du fait que ce département est installé sur un plateau, cette stratégie de limitation des risques d'érosion hydrique par ruissellement est à privilégier. A défaut d'élargir cette stratégie sur toute la localité, il est nécessaire de couvrir les quartiers qui se situent sur le versant. Mais, cette stratégie doit être complétée ou renforcée par le système de canalisation et d'évacuation des eaux de ruissellement.



Photo 19: Pavage d'une voie

Source : <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:John.john.59>

3.3.2.2. *Diguettes en assemblage de tonneaux*

C'est une nouvelle technique encore en phase d'expérimentation dans les localités béninoises. A cet effet, ces dispositifs sont mis en place pour faciliter l'accès aux habitations.

Notons qu'il est parfois prévu sous ces ouvrages des canalisations pour rendre aisé le ruissellement (photo 20).



Photo 20: Disposition d'une diguette en assemblage de tonneaux.

Source : Dossou., (2012).

Cette image illustre un ponceau en tonneau réalisé au Bénin. Elle joue une double fonction savoir : l'accumulation des sédiments transporté par les eaux de ruissellement pour combler les ravins et sert en même temps de canal pour l'eau de ruissellement. La limite de cette stratégie est qu'il faut régulièrement curé sinon les tonneaux se remplissent rapidement et ils n'arrivent plus à canaliser l'eau.

3.3.2. 3. Barrages en gabions galvanisés

Se sont des seuils de pierres sèches empilées dans des caisses de grillage métallique galvanisé. Conçu en Haïti, ils ont une largeur de 1m, 1m de hauteur et 1 à 4m de longueur. Ces gabions ont pour rôle de réduire la vitesse du ruissellement, de retenir les sédiments et de protéger les infrastructures socio-économiques qui sont situés en aval des versants. Ils sont utiles pour les ravins à largeur importante et sont recommandés pour les sols argileux ou argilo-limoneuse (DINEPA, 2013). Le coût de réalisation des gabions se situe au niveau des travaux de creusement, du transport des pierres et de la construction du mur (Cf. photo 21).



Photo 21: Disposition des barrages en gabions galvanisés

Source : DINEPA., (2013).

3.3.2.4. Maîtrise des eaux pluviales

Pour mieux maîtriser les eaux de ruissellement, la réalisation des puits de drainage, des fossés d'infiltration et l'équipement des toits des maisons de gouttières s'avèrent nécessaire.

Les gouttières serviront à collecter directement les eaux pluviales des toits des maisons afin de réduire le sapement des fondations des maisons. Les eaux collectées seront soit stockées dans des citernes pour usages domestiques ou agricoles soit canalisées vers les puits de drainage et les fossés d'infiltration. Ces ouvrages sont des excavations remplies de pierres (de la grosseur d'une balle de golf), où les eaux pluviales se ramassent avant de s'infiltrer dans le sol (Eténé., 2005). Les fossés d'infiltrations des eaux de ruissellement provenant de plusieurs terrains situés en haut de pente, diffèrent des puits de drainage, qui reçoivent les eaux d'un seul terrain. Dans l'optique d'une utilisation pour la recharge des nappes d'eau souterraine, un dispositif filtrant serait aménagé à la base du fossé afin d'épurer les eaux drainées (Biaou., 2007).

De plus, en raison de l'étroitesse des rues, il serait plus pratique de concevoir des caniveaux en béton armé avec une largeur moyenne de 35 cm qui seront compensés d'une profondeur de 50 à 60 cm. Réparer les sections dégradées des caniveaux existants et y prendre soin (Dansou., 2011). A part ces dispositions spécifiques, d'autres doivent être de façon générale pour toute la localité.

3.3.2.5. Gestion des ordures ménagères

Pour une bonne gestion des ordures ménagères dans le département du Koung-Khi, il faut aménager les différents points de dépôt et mettre en service le site de décharge finale acquirit par la mairie. A cet effet, il faut que les mairies du département s'unissent pour créer un site de dépotoir final où les ordures ménagères seront recyclées et traitées.

3.3.2.6. Le curage des caniveaux

Le curage est une opération de maintenance incontournable à mettre en œuvre en matière de lutte contre l'érosion. Etant donné que le département est pauvre en matière d'organisme de gestion de déchets ménagers, les populations déversent les ordures anarchiquement et ces mêmes ordures sont emportées par les eaux de ruissellement qui finissent par obstruer les caniveaux. C'est donc la raison pour laquelle il serait indispensable de procéder régulièrement au nettoyage complet des canalisations pour faciliter le drainage des eaux de pluies et limiter les effets néfastes que celles-ci peuvent entraîner dans la localité.

3.3.2.7. Sensibilisation des acteurs

La sensibilisation des populations sur les causes et les impacts de l'érosion hydrique fait partie des moyens de lutte contre ce phénomène. La radio communautaire du Koung-Khi peut être mise à contribution à travers des émissions inter active en langues locales. Ainsi, les stratégies de protection des infrastructures contre les effets érosifs seront définies de concert avec les populations, les techniciens des travaux publics, les décideurs...etc. Dans la recherche de solutions à la dégradation du département du Koung-Khi et des infrastructures, chaque acteur a un rôle à jouer ; les autorités locales doivent s'appuyer sur les techniques en aménagement urbain et en gestion de l'environnement pour renforcer les changements de comportements des populations en matière d'implantation des habitations. Ses autorités doivent aussi doter chaque quartier d'un code d'aménagement et d'un comité d'aménagement. Le curage du réseau de canalisation existant, la mise en place du service de la voirie et sa dotation en moyens matériels et financiers pour le suivi et l'aménagement des pistes dégradées au niveau de la mairie sont autant d'actions susceptibles de réduire considérablement les effets de l'érosion pluviale dans la localité du Koung-Khi. Quant à la population, leur respect du bien public doit être le gage de leur contribution efficace à la bonne gestion de l'espace urbain du Koung-Khi. Ainsi les pratiques de détournement des fonctions du réseau de canalisation en dépôt de déchets ménagers ,de défécation et de déversement des eaux usées sur les voies sont à décourager.

Si toutes ces propositions sont prises en compte, elles pourraient contribuer à une maîtrise de l'eau de ruissellement et à réduire ses effets sur l'environnement du Koung-Khi.

3.3.2.8. Limiter les travaux et les aménagements dans le milieu

En effet, il est important de limiter au maximum les travaux et les aménagements qui provoquent une artificialisation des rives, des berges et également du lit des milieux, ou encore une modification importante de leur hydrologie. La réglementation vise à éviter ces situations. Les travaux d'aménagements sont réglementés par la procédure des installations, ouvrages, travaux et aménagements soumis à la Loi sur l'eau, dite « procédure IOTA ». Les projets concernés par cette réglementation, comme par exemple l'artificialisation de la rive d'un cours d'eau, doivent faire l'objet d'une autorisation des services de police de l'eau (en savoir plus sur l'artificialisation des milieux). Les projets réalisés illégalement doivent faire l'objet d'une remise en état. Certaines activités susceptibles d'altérer la morphologie ou l'hydrologie des milieux relèvent de la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), (EauFrance., 2019).

De plus, toujours selon le service d'information sur l'eau, la manière la plus efficace de lutter contre l'érosion hydrique des sols est de favoriser le phénomène d'infiltration pour limiter le ruissellement. Dans les secteurs fortement impactés, Il serait judicieux de mettre en œuvre des solutions curatives telles que l'hydraulique douce. Ce sont des éléments du paysage tels que le bois, les haies, les talus ou les bandes enherbées, qui sont positionnées de manière à intercepter les écoulements d'eau en surface et de ralentir la vitesse de l'eau.

3.3.2.9. Prévenir les impacts des mouvements de masse

Les mouvements de masse font l'objet d'une prévention pour réduire l'impact sur les personnes et les biens. Les personnes concernées ou touchées par ce risque doivent être informées par deux documents : l'un à l'échelle départementale et l'autre à l'échelle communale. Pour les territoires les plus exposés, un plan de prévention des risques naturels prévisibles doit être élaboré. Le PPRN définit les règles d'urbanisme pour réduire l'exposition des populations au risque. Il précise par exemple les zones où les constructions sont interdites, les règles imposées aux nouvelles constructions ou les mesures d'adaptation des constructions existantes.

En plus, certains travaux de consolidation (piliers, ancrages, grillages, injection de béton, murs de soutènement, végétalisation, collecte des eaux de surface, drainage, etc.) peuvent

retarder, voire stopper certains mouvements ou au moins d'en éviter certains risques: Chaque citoyen doit prendre conscience de sa propre vulnérabilité face aux risques et pouvoir l'évaluer pour la minimiser (Cellule télé-enseignement UC1., 2016).

3.2.2.10. La gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES)

C'est une stratégie participative qui vise à mieux gérer les ressources en eau, en nutriments et en biomasse. Elle a été nommée « Land husbandry » par les anglophones et « Gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols » (GCES) en français. Elle stipule que les aménagements antiérosifs ne peuvent être durables sans la participation paysanne. Cette stratégie d'adaptation tient compte de la façon dont les populations perçoivent les problèmes de dégradation des sols et propose l'intensification de la productivité des terres pour faire face à la croissance démographique.

En outre, vu que le département est une zone périurbaine (à cheval de l'urbain et du rural) particulièrement dans les zones rurales, vu que la poussée démographique est faible, les sites de retenue d'eau pour la pisciculture, l'arrosage des produits maraîchers, et l'abreuvement des animaux sont à privilégier.

CONCLUSION

Ici, il était question de répertorier les différentes techniques d'adaptations contre l'érosion hydrique mis sur pied par les populations du département du Koung-Khi. Pour atteindre nos objectifs, il a tout d'abord été question de dresser les bilans des stratégies utilisées par les populations. Pour freiner le ruissellement lorsque les pluies dépassent la capacité d'infiltration du sol et ensuite d'apporter des stratégies nouvelles et des techniques d'améliorations des stratégies existantes. Il en ressort que plusieurs techniques d'adaptations sont mise sur pied par les populations à l'instar de la disposition des sacs remplis de terre, l'installation des gouttières autour des maisons, le comblement et le remblai soit par des pierres, la terre ou encore par les déchets ménagers, l'élévation des fondations...Ces différentes stratégies utilisées par les populations du Koung-Khi sont généralement éphémères. Pour remédier à ce phénomène nous proposons d'autres mesures d'adaptations telles que : la création des espaces verts sur des zones à forte pente, le pavage des voies et le drainage des eaux

pluviales au niveau des versants, la disposition des diguettes en assemblages de tonneaux, la disposition des barrages en gabions, la sensibilisation des acteurs, limiter les travaux et les aménagements dans les milieux, et enfin prévenir les mouvements de masses. Si toutes ces propositions sont prises en compte, elles pourraient contribuer à une maîtrise de l'eau de ruissellement et à réduire ses effets sur l'environnement du Koung-Khi.



CONCLUSION GENERALE

Cette étude avait pour objectif général d'analyser les causes de l'érosion hydrique dans le département du Koung-Khi et d'évaluer les mesures d'adaptations des populations à ces influences physiques. Spécifiquement, il s'agissait tout d'abord d'identifier les facteurs qui favorisent ce phénomène morpho dynamique dans ledit département, ensuite de décrire les processus et identifier les effets de la vulnérabilité à l'érosion hydrique sur la vie socio-économique des populations et enfin d'évaluer les stratégies de lutte mis sur pieds par les populations et autorités locales. Pour atteindre nos objectifs, nous avons formulé une hypothèse générale qui stipulait que « les populations du Koung-khi sont vulnérables à l'érosion et ont développé plusieurs mesures d'adaptations ». De façon détaillée, nous avons considéré que les facteurs morpho climatiques amplifiés par les activités anthropiques constituent les principaux facteurs déterminant de l'érosion dans ce département, ensuite les processus de l'érosion hydrique sont variés et ont des conséquences diverses sur le paysage ; enfin les populations et les autorités mettent en place plusieurs stratégies de lutte et d'adaptation à l'érosion qui sont plus ou moins efficaces. Pour vérifier ces hypothèses, nous avons adopté une démarche déductive et nous avons opté pour une méthodologie basée sur la collecte des données quantitatives et qualitatives. Nous avons procédé par des travaux de terrain (observations directe et indirect du phénomène, les entrevues, les enquêtes menées auprès de la population, diverses documentation...). Aussi, les études par télédétection et SIG (système d'information géographique) grâce aux figures obtenues (confère figure 15, 16, 25) ont permis une meilleure interprétation des facteurs qui commandent l'érosion hydrique et qui conditionnent ses impacts dans la localité.

Les résultats de ce travail ont montré que les facteurs physiques (pluviométrie, nature du sol, topographie...) associés aux facteurs anthropiques (agriculture, déforestation, creusage du sable, gestions des déchets ménagères, construction anarchique...) sont ceux qui commandent l'érosion hydrique et qui conditionnent ses impacts dans ladite localité. Ces résultats corroborent ceux de Tchotsoua et al., (1997) qui ont montré que la dégradation des sols s'accroît avec la combinaison des conditions physiques et des actions anthropiques. De plus, la pluviométrie et la nature du sol sont les premières caractéristiques physiques déterminantes du processus d'érosion hydrique. Cet état de chose est confirmé par Suchel., (1987) qui a montré comment la forte pluviométrie associée à la nature du milieu physique favorise une forte agressivité climatique, d'où la source de nombreux problèmes environnementaux à l'instar des inondations. A ceux-ci s'ajoutent la poussée démographique

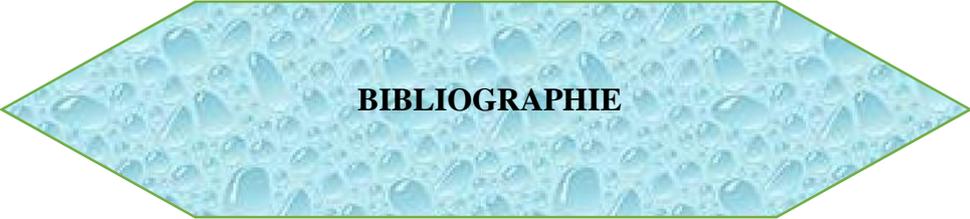
et la croissance de son noyau aggloméré qui ont pour corolaire l'intervention humaine négative sur le milieu.

Ainsi, les causes de l'érosion hydrique suscitée dans le Koung-Khi dégagent des conséquences néfastes sur le milieu telles que la dégradation des infrastructures routières, le sapement des fondations des maisons et des infrastructures, le déchaussement des habitations et des arbres...

En outre, il a été observé dans le département environ 44 ravines, 115 rigoles et 182 griffes. Les études par télédétection associées au SIG nous ont permis de recenser les différentes zones vulnérables à l'érosion hydrique dans le milieu et nous a montré que le département perd en moyenne 79,987 tonnes de terres par an. De plus, la méthode du béninois Biaou., (2007), utilisé par Cledjo.,(2015) (cf. équation pages 40) a été adoptée. Elle nous a permis de quantifier et d'estimer les pertes en terre autour des fondations des maisons et des infrastructures socioéconomiques ce qui a donné un résultat de 42,32 cm/an. Face à cette situation, les différents acteurs (populations et autorités locales) ont développé des stratégies de luttes antiérosives (environ 10 recensées). Ces actions consistent à l'élévation des fondations des maisons, l'aménagement des gouttières, le comblement des ravines avec des sacs de terres, la disposition des pierres autour des maisons...Mais hélas ces techniques s'avèrent temporaires. Par ailleurs, l'élaboration d'un plan d'aménagement et la mise en œuvre des projets inscrits dans le projet communal de développement de 2014 de Bayangam et de Bandjoun a l'instar de : construction de l'ouvrage d'assainissement sur la rivière Koupdock, la réhabilitation de la route N°4 Demtse-Eglise évangélique, construction des buses de 6 km à Nke, construction des ponts l'entretien des voies en terre latéritiques et leurs améliorations, la réalisation des ouvrages de canalisation moins denses des eaux de ruissellement... sont les mesures prises par les autorités locales.

Cependant, pour améliorer ce phénomène dans le Koung-Khi, nous avons proposé d'autres stratégies d'adaptations à l'instar de : la création des espaces verts au sommet des pentes, le curage des caniveaux, le pavage des voies et de drainages des eaux pluviales sur les versants, la disposition des barrages en gabions pour protéger les infrastructures socioéconomiques situés en aval. La disposition des diguettes en assemblage de tonneaux pour combler les ravins et pour faciliter le ruissellement, la sensibilisation des populations, limiter les travaux et les aménagements dans le milieu et enfin prévenir les impacts de mouvement de masse.

Néanmoins, l'étude n'a pas ciblé tous les aspects d'explications de l'érosion hydrique car l'érosion est un processus lent et rapide, acteur principal de la morphogénèse et de la pédogénèse. En guise de perspective, Il serait donc captivant à l'avenir de faire une analyse chimique des sols de la localité afin de mieux appréhender le phénomène. Et aussi nous associerons ces différents aspects d'explications de l'érosion dans d'autres localités afin de contribuer à une meilleure gestion conservatoire de l'eau, des sols et de la biomasse.



BIBLIOGRAPHIE

➤ **OUVRAGES GENERAUX**

1. **Birot, P. (1981).**Les processus d'érosion à la surface des continents, Masson. Paris. 605 p.
2. **Brabant, P. (2008).**Activités humaines et dégradation des terres. Paris : IRD. (*Atlas cédérom. Indicateurs et méthode*). 357P.
3. **Derruau, M. (1974).**Précis de géomorphologie, Masson et Cie. 453p.
4. **Dongmo, J. L. (1981).**Le dynamisme bamiléké. Vol 1, *la maîtrise de l'espace agraire*. Ed. CEPER, Yaoundé, 424p.
5. **Dumort, J.C et Péronne. Y. (1968).**Carte géologique de reconnaissance à l'échelle de la Direction des Mines et de la Géologie du Cameroun, 69p.
6. **Fournier, F. (1960).**Climat et érosion ; *la relation entre l'érosion du sol par l'eau et les Précipitations atmosphériques*. Paris : PUF.
7. **Letouzey, R. (1985).**Notice de la carte phytogéographique du Cameroun au 1/500000. Fasc. N°2. *Région Afro montagnarde et étage submontagnard groupement 104 à 135*. Paris. 27-62p.
8. **Leumbe, L.O. Bitom, D. Assako, A.R. (2012).**Évaluation des pertes en terre en région de montagne tropicale humide (cas du massif volcanique des Bamboutos-ouest Cameroun) IRD 44p.
9. **Morgan, R. P. C. (2005),** Soil Erosion and Conservation, 3e edition, Oxford, 298p.
10. **Morgan. R.P.C. Rickson, R.J. (1995).** Lutte contre l'érosion hydrique : stabilisation des pentes et contrôle de l'érosion, Londres, 64p.
11. **Olivry, J. C. (1973).**Le milieu physique de la région de l'ouest. Le bassin de la mifi-sud ; généralités et données de bases. In : régimes hydrologique en pays Bamiléqués : étude du bassin versant de la mifi-sud. Yaoundé, Tome1 : ORSTOM, (VIII)-275p.
12. **Pautrot, C. (2012).** Erosion et dégradation des sols. *Mémoire de l'Académie nationale de Metz*, 221p.
13. **Pitt, R. Clark, E.S. Lake, D. (2007).**Construction Site Erosion and Sediment Controls. *DEStech Publications Inc*. 377 p.
14. **Roose, E. (1994b).** Introduction à la gestion conservatoire de l'eau et des sols. *Cah.pedologie* FAO, n° 70, Rome, 420p.

15. **Roose, E. Sabir, M. Louina, A. (2010).** Gestion durable des eaux et des sols au Maroc
Valorisation des techniques traditionnelles méditerranéennes © IRD, Marseille ISBN.

➤ **ARTICLES SCIENTIFIQUES**

1. **Akdim, Brahim. (2018).** « Quantification de l'érosion hydrique en utilisant le modèle Rusle et déposition intégré dans un SIG. Cas du bassin versant de L'oued Isly (Maroc Oriental) ». *European scientific journal* 14(5), 1857-7881.
2. **Antoni, V. Bissonais, Y. Thorette, J. Zaidi, N. Laroche, B. Barthès, S. Daroussin, J. et Arrouays, D. (2006).** « Modélisation de l'aléa érosif des sols en contexte méditerranéen à l'aide d'un référentiel régional pédologique au 1/2500000 et confrontation des enjeux locaux ». Volume 13, 201-222p.
3. **Auzet, A.V. (1987).** « L'érosion des sols par l'eau dans les régions de grande culture : aspects agronomiques ». *Centre d'études et recherches éco-géographiques, ministère de l'Environnement / ministère de l'Agriculture*, 60 p.
4. **Bergsma, E. (1996).** « Terminology for soil erosion and conservation, international society of soil science », issue 6 /577-578p.
5. **Blavet, D, De Noni, G. Le Bissonais, Y, Leonard. M, Maillo. L., Jean-Yves. (2005).** « Effect of land use and management on the early stages of soil water erosion in French Mediterranean vineyards ». *soil and tillage research* 106(1), 124-136p.
6. **Boli, Z, Roose, E, Bep Aziem. B, Sanon. K., et Waechter, F. (1996).** « Effet des techniques culturales sur le ruissellement, l'érosion et la production du coton et maïs sur un sol ferrugineux tropical sableux. *Recherche de systèmes de culture intensifs et durables en région soudanienne du nord-Cameroun* ». 106 :29-54p.
7. **Bonn, F. (1998).** « La spatialisation des modèles d'érosion des sols à l'aide de la télédétection et des SIG : possibilités, erreurs et limites ». *Sciences et changement planétaire/sècheresse* 9(3), p 185.
8. **Briot, Vacquant. C. (1869).** « Élément de géométrie descriptive ». *Paris, Hachette*, 140 p.
9. **Dupriez. H et Leener. K. (1990).** « Métiers de l'eau du Sahel : eau et Terre en fuite ». *Nivelles A. Belgique*, 126 p.

- 10. Fotsing, J. M. (1990).** « Transformation des pratiques pastorales en milieu d'altitude densément peuplé : les monts Bamboutos en pays bamiléké (Ouest-Cameroun) ». *Les Cahiers de la recherche Développement*, no 27, Montpellier, pp.32-46.
- 11. Fotsing. J. M. (1996).** « Érosion des terres cultivées et propositions de gestion conservatoire des sols en Pays bamiléké (Ouest-Cameroun) ». *Cahiers ORSTOM, série Pédol.*, vol. XXVIII, no 2, 351-366p.
- 12. Fotsing. J.M. (1989).** « La colonisation agraire et évolution de l'élevage sur les pentes sud des monts Bamboutos (Ouest-Cameroun) ». *Revue de géographie du Cameroun* 8(2), 118-138p.
- 13. Fotsing. J.M. (1995a).** « Compétition foncière et stratégies d'occupation des terres dans le Cameroun de l'ouest. In : Terre, terroir, territoire. Les tensions foncières ». Ch. Blanc-Pamard et L. Cambrezy (éds.), *Colloques et séminaires. Dynamique des systèmes agraires, ORSTOM*, pp. 131-148 472 p.
- 14. Gleyze.J.F, Magali reghezza (2007).** « La vulnérabilité structurelle comme outil de compréhension des mécanismes d'endommagement». *Journals.Openedition.Org Géocarrefour* 82 (1-2).
- 15. Goldman S. J, Jackson K.E. (1986).** «Erosion and sediment control handbook». *National academic science Order URL; media info*, 480p.
- 16. Horton, R.E. (1945).** «Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology». *Geol. Soc. America Bull.*, 56, P275-370.
- 17. Li. Y, Zhu. X.M, et Tian, et J.Y. (1991).** «Effectiveness of plant roots to increase the antiscoulibility of soil on the Loess Plateau». *Chinese Science Bulletin*, 36p.
- 18. Lopanza. M.J, Habaieb. H, et Luboya. T.(2020).**«Erosion urbaine à Kinshasa : causes, conséquences et perspective». *DOI: 10.46827/ejsss.: 250p*.
- 19. Lowdemilk. W. (1953).**« conquête de la terre à travers 7000 ans. Agriculture ». *information Bull.* 99p.
- 20. Maignard. A, Biolders. C.L, Bock. L, Coline. G, Cordonnier. H, Degré. A, Demarcin. P., Dewez. A, Feltz. N, Legrain. X, Pineux. N, et Mokadem. A.I. (2013).**« Cartographie du risque d'érosion hydrique à l'échelle ».20(2), 127-141p.

21. **Nalovic L. et Pinta M. (1972).** « Recherche sur les éléments traces dans les sols tropicaux : étude de quelques sols du Cameroun ». *Geoderma*, 7(3-4), p.249-267.
22. **Ozer, P. (2014).**« Catastrophes naturelles et aménagement du territoire : de l'intérêt des Images Google Earth dans les pays en développement ». *Geo-Eco-Trop*, 38 (1), 209-220p.
23. **Pontanier H, Moukouri. K, Sayol. R, Boukar. S.L, et Thebe. B.(1984).**« Comportement hydrique et sensibilité à l'érosion de quelques sols du nord Cameroun soumis à des averses contrôlées ». (*PREMIERS RESULTATS 1982 -1984*).
24. **Rey. F, Ballais. J.L, Marre. A, et Rovéra. G. (2004).**« Rôle de la végétation dans la protection contre l'érosion hydrique de surface ». *Compte rendu géoscience* 336(11), 991-998
25. **Roose. E. (1985).**« Dégradation des terres et développement en Afrique de l'ouest ». *ORSTOM*, 505-535p.
26. **Segalen. P. (1957).**« Les sols et la géomorphologie du Cameroun office de la recherche scientifique et technique ». *oultre-mer, Cah. Orstom, sér. Pédol.*, 5 (2) : 137-147p.
27. **Tchawa. P, (1993).**« La dégradation des sols dans le Bamiléké méridional : conditions naturelles et facteurs anthropiques ». *in Les cahiers d'oultre-mer*, 46 (181), Bordeaux, 75-104p.
28. **Tchindjang.M., Njombissie. P., Casimir. K. (2010),** « Dégradation du bocage bamiléké et risque d'amenuisement des biens écologiques et sociaux : cas de la chefferie bandjoun (ouest-cameroun) ». *at Abidjan,Ensea*.
29. **Tchotsoua. M et Bonvallot. J. (1997).** « Phénomènes d'érosion et gestion urbaine à Yaoundé (Cameroun) ». *in Singaravélou (sd) : Pratiques de gestion de L'environnement dans les pays tropicaux. Talence, Espaces Tropicaux*, 15, 517-528.
30. **Tchotsoua. M, Dasse. P. (1998).** « Phénomènes d'érosion et gestion de l'environnement du littoral camerounais ». *Société et espaces littoraux et insulaires dans les pays tropicaux. Ouest Editions, Presses académiques*, 653-659p.
31. **Tchotsoua. M., Bouvallot. J., Roose. E., Lamachère, Fotsing. J.M, Boli. Z, Ambassa R, Njomgang. R, Tchienkoua. M, et Yemefack. M. (2000).** « l'érosion urbaine au Cameroun : processus, causes et stratégie de lutte ». *Bulletin-réseau érosion*, 324-331p.
32. **Tematio. Pand Olson.K. (1997).** «Impact of industrialized agriculture on land in Bafou, cameroon». *Journal of soil and water conservation*, 404-405p.

- 33. Toussaint. R. (1998).** « La situation de la biodiversité d’Haiti à l’aube de 1998 : Quel bilan ?
In La gestion de l’environnement en Haiti. Réalités et perspectives ». Haiti Econet. Edition spéciale, 1998.
- 34. Tsalefac .M. (2012).**, « variabilité climatique, insécurité alimentaire et adaptations des populations sur les hautes terres de l’Ouest Cameroun ». *in publications de l’association internationale de climatologie, rennes, France.*
- 35. Valentin.C. Poesen. J., Li. Y. (2005).** «Gully erosion: impacts, factors and control». *Catena, 63(2-3 Spécial Iss.)*, p. 132-153.
- 36. Volker. P.,Bircher. P., Liniger. H. (2016).** «Comparison of different multiple flow algorithms for topographic RUSLE factor (LS) calculate in Switzerland». *EGU General Assembly conference abstracts, EPSC2016-7803.*
- 37. Walter.H. Wischmeier, Dwight David Smith. (1978).** Predicting rainfall erosion losses a guide to conservation planning, department of agriculture, science and education administration.
- 38. Wouters. T. et Wolff. E. (2010).** «Contribution à l’analyse de l’érosion intra-urbaine à Kinshasa (R.D.C.) ». *Belgeo [En ligne]*

➤ **MEMOIRES ET THESES**

- 1. Affanou. K. C. (1996).**Dégradation de l’environnement et aménagement urbain à Lokossa. *Mémoire de maîtrise de géographie*, 105 p.
- 2. Bachir. A.I, Mamadou., et Malam. M. A. (2019).**Les dommages liés à l’érosion hydrique dans deux arrondissements de la ville de Zinder (Niger), *université d’Ouagadougou N° 8. Vol 3.*
- 3. Biaou. W.B.C. (2007).**Effets des eaux de ruissellement sur les infrastructures dans la ville de Bopa, *Mémoire de maîtrise de géographie, FLASH/UAC*, 75p.
- 4. Boiffin. J. (1984).**La dégradation structurale des couches superficielles d’un sol sous l’action des pluies. *Thèse paris*, 320p.
- 5. Dansou. B. (2011),** Érosion pluviale. Et adaptations des populations dans la ville de Pobe. *uac.*

6. **Gauvin. D. (2000).**Inventaire des zones sensibles à l'érosion des sols en vallée d'Authie dans une perspective d'application des mesures agro-environnementales. *Mém. D.U.E.S.S. "Eau et Environnement", D.E.P*, 105 p.
7. **Gbese.E.C,et Bonnaud. S.I. (1996).**contraintes géomorphologique dans l'installation et l'évaluation des infrastructures dans la sous-préfecture d'Abomey-Calavi. *Mémoire de maîtrise, FLASH/UNB*, 146p.
8. **Grandin. G. (1976).**Aplanissements cuirassés et enrichissement des gisements de manganèse dans quelques régions d'Afrique de l'ouest. *Mem. ORSTOM*, 82-275p.
9. **Kabre. M. (2009).**Vulnérabilité des sols à l'érosion dans la région du centre Nord du Burkina Faso : approche par télédétection et SIG (système d'information Géographique) Régional center for training Aerospace surveys (RECTAS), *diplôme d'études supérieures spécialisées en production et gestion de l'information géographique*.
10. **Kèkè. E. (2002).**L'érosion pluviale en milieu urbain : cas de la commune urbaine d'Abomey Calavi. Aspect, impacts et moyens. *Mémoire de maîtrise en géographie, FLASH/UNB*, 83 p.
11. **paul-hus. C. (2011).**Méthodes d'études de l'érosion et gestions des sites dégradés en Nouvelle-Calédonie Essai présenté au Centre de Formation en Environnement en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (*M. Env.*) *Nouméa, Nouvelle-Calédonie*,
12. **Tchawa.P. (1991).**La dynamique des paysages sur la retombée méridionale des hauts plateaux de l'ouest. *Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux III*, 398 p.
13. **Tchindjang,M. (1996),** Le bamiléké central et ses bordures : Morphologie régionale et dynamique des versants. Etude géomorphologique. *Thèse de Doc. Nouveau régime, Univ de Paris VII (Denis-Diderot) ; 3tomes*, 867p.
14. **Tchotsoua. M. (1994).**Erosion accélérée et contrainte d'aménagement dans le département du Mfoundi au Cameroun ; une contribution à la gestion de l'environnement urbain *en milieu tropical humide. Thèse de Doct. De 3èmec ycle, Univ. De Yaoundé*, 296 p.
15. **Tchuikoua. L.B. (2010).**Gestion des déchets solides ménagers à Douala au Cameroun : opportunité ou menace pour l'environnement et la population ? Université de Bordeaux 3. *Thèse de doctorat de Géographie*, 479 p.

➤ **DICIONNAIRES**

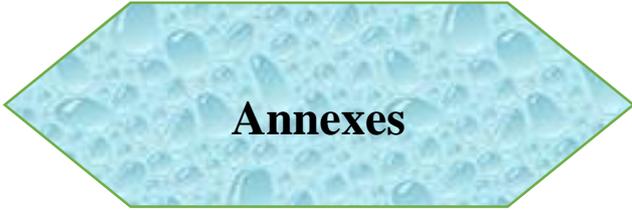
- 1- **Dictionnaire universel. (1998).** collection n°28, édition n°06
- 2- **Pierre Georges. (1996).** Dictionnaire de géographie, *PUF, 5^e édition*, Paris, 452p
- 3- **Ramade. F. (1998).** Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau. *Ediscience International*, Paris, 800 p.

➤ **RAPPORT**

- 1 **EAUFRANCE. (2019).** Limiter l'érosion et ses conséquences. Érosion, pression sur les risques. *OFB (office français de la biodiversité)*.

➤ **WEBOGRAPHIE**

1. **<http://www.cbrst-benin.org>** : consulté en ligne le 8 juin 2021 à 21h36 minutes et consulté régulièrement pendant la rédaction.
2. **<https://dinepa.gouv.ht>** : consulté en ligne le mardi 10 aout 2021 à 10h40 minutes et consulté régulièrement pendant la rédaction.
3. **www.prosensols.eu**: consulté en ligne le jeudi 18 mars 2021 à 16h12 minutes
4. **<http://www.ma.auf.org/erosion/chapitre1>**:consulté en ligne le 17 juillet 2021 à 18h50min
5. **<https://commons.wikimedia.org/wiki/User:John.john.59>**:consulté en ligne en 13 octobre 2021 à 10h15min.



Annexes

I – La perception du phénomène d'érosion hydrique

1 - Avez-vous déjà entendu parler des problèmes d'érosion ?

a) Oui b) Non

Si oui, qu'est-ce que cela signifie d'après Vous ?.....
.....

INAL

2 - savez-vous que l'érosion existe sur plusieurs formes ?

IAL

a) Oui b) Non

3 – Laquelle des formes affectent votre milieu de vie ?

a) Erosion hydrique b) Erosion éolienne

4-situation de la maison

a) sommet de la colline b) flanc de la colline

c) dans la vallée d) plateau

5- Pour quelle raison avez-vous choisi d'acheter ce terrain ?

a) Proximité de la route b) prix moins coûteux

c) Autres, précisez

6- Depuis combien de temps occupez-vous cette maison ?

a) De 1 à 5 ans b) De 6 à 10 ans

b) de 11 à 15 ans d) plus de 15 ans

7 – quand l'aviez-vous construites ?.....

8 –Avez-vous prévue les canalisations des eaux de ruissellement lors de votre construction ?

a) si oui, comment ?.....

b) si non, pourquoi ?.....

9- Avez-vous déjà observé le départ des matériaux dans votre quartier après une ou plusieurs pluies ?

a) oui b) Non

10- si oui quelle serait la (les) cause(s) ?.....
.....
.....

11- A-t-elle des conséquences sur votre milieu de vie ?

a) oui b) Non

12- Si oui de quelle(s) nature(s) ?

II- les causes de l'érosion hydrique

13- Parmi les facteurs suivants, le(s)quel(s) favorise(nt) l'érosion hydrique dans votre milieu ?

- a) Le ruissellement des eaux issues des pluies
- b) Les activités et aménagement humains
- c) Les pluies fréquentes
- d) L'occupation anarchique du terroir
- e) L'encombrement des infrastructures d'assainissement par les ordures défaut de canalisation Des eaux
- f) Autres, précisez.....

14- Les activités suivantes ont-elles une influence sur l'érosion hydrique ?

- a) Déforestation b) L'agriculture
- c) L'exploitations des carrières

Autres, précisez.....

III – Les problèmes causés par l'érosion hydrique

15 – L'érosion hydrique cause t'elle des problèmes dans votre milieu ?

- a) Oui b) Non

16- Quels sont les problèmes créés par l'érosion hydrique dans votre milieu ?

- a) Ralentissement des activités socio-économiques
- b) Inondation
- c) Déchaussement des habitats
- d) Effondrement des habitats e) Dégradation des voies
- f) glissements de terrain ? g) chute des blocs rocheux ?
- h) éboulements ? i) affaissements ?

Autres, précisez ?.....

IV- La gestion des déchets ménagers

17- ou jetez-vous vos déchets ménagers ?

- a) Dans la rue ? b) Derrière la maison ?
- c) dans les caniveaux lorsqu'il pleut ?

d) Autres, précisez

18- Savez-vous que ces déchets ménagers sont-elles néfastes pour votre milieu de vie en période de saison pluvieuse ?

a) oui b) non

c) si oui comment l'expliquez-vous ?.....

V – Moyens de luttés contre l'érosion hydrique

19- Avez-vous posé des actions à l'encontre de l'érosion hydrique dans votre milieu ?

a) Oui b) Non

Si oui lesquelles et comment ?

Si non pourquoi ?.....

20- Ces actions sont-elles collectives ou individuelles ?

a) Collective b) individuelle

21- Ces actions sont elles efficaces ?

a) Oui b) Non

22- Les autorités ont- elle réagit ?

a) Oui b) Non

23- Existe-t-il des structures (ONG, institutions...) qui s'occupent de la canalisation des eaux Issues des pluies dans votre milieu ?

a) Oui b) Non

c) Si oui lesquelles ?.....

24- Quels sont les limites de ces structures ?.....

25- Quels mesures préconisez-vous pour lutter contre l'érosion hydrique dans votre milieu de vie ?

a) Plan d'aménagement b) colporteur

b) Exutoire

Autres, précisez :.....

.....

MERCI POUR VOTRE AIMABLE CONTRIBUTION

Annexe 2 :

REPUBLIQUE DU CAMEROUN Paix-Travail- Patrie REGION DE L'OUEST DEPARTEMENT DU KOUNG-KHI ARRONDISSEMENT DE POUMOUGNE SOUS-PREFECTURE DE BANDJOUN BUREAU DES AFFAIRES GENERALES	REPUBLIC OF CAMEROON Peace-Work-Fatherland WEST REGION KOUNG-KHI DIVISION POUMOUGNE SUB-DIVISION BANDJOUN SUB-DIVISIONNAL OFFICE GENERALS AFFAIRS BUREAU
---	---

AUTORISATION DE RECHERCHE

Le **Sous-préfet de l'Arrondissement de Poumougne** soussigné, autorise **L'étudiante TUEDOM TUEDOM Alida**, Matricule 15S203, inscrite au cycle de Master II, à la Faculté des Arts, Lettres et Sciences de l'Université de Yaoundé I, Spécialité Dynamique de l'Environnement et Risques, à effectuer à Bandjoun dans l'Arrondissement de Poumougne des travaux de recherches dans le cadre de préparation de sa thèses sur le thème « **Vulnérabilité des sols à l'érosion hydrique et types d'adaptation des populations dans le Département du Koung-khi** » durant l'année académique 2019-2020.

Les Responsables des Services Techniques déconcentrés du MINEE, MINMIDT et les Autorités traditionnelles, sont invités à lui accorder leurs appuis nécessaires pour le succès desdites recherches.

En foi de quoi la présente autorisation de recherche est délivrée à l'intéressée pour servir partout où besoin sera. /-

Bandjoun, le 6 SEPT 2020

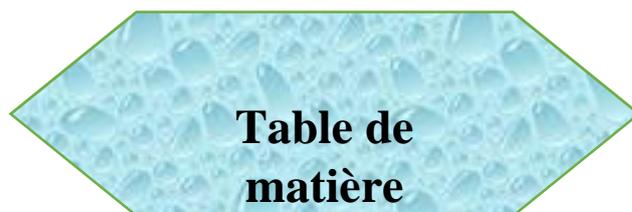
Ampliations :

- Préfet KK(ATRC)
- DD/MINMIDT/BDJN
- DD/MINEE/BDJN
- Intéressée
- Chronos
- Archives.



Annexe 3 :

REPUBLICQUE DU CAMEROUN Paix - Travail - Patrie		REPUBLIC OF CAMEROON Peace - Work - Fatherland											
AUTORITE AERONAUTIQUE		CAMEROON CIVIL AVIATION AUTHORITY											
PARAMETRE : QUANTITE DE PLUIE MENSUELLE SUR LA PERIODE ALLANT DE 1999 A 2020 En Millimètre (mm)													
ANNE/MOIS	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	TOTAUX
1999	49,8	81,6	139,4	188,6	218,9	156,6	129,6	254,8	331,5	240,6	54,7	0	1846,10
2000	0,3	0	87,1	151,4	220,8	233,2	180,4	213,9	255	82,6	1,3	0	1426,00
2001	5	0	25,4	110,5	139,4	326,1	349,4	211,5	276	134,6	18,1	3,7	1599,70
2002	4	16,4	123,1	147,5	128,5	280,6	315,1	253,7	254,6	247,9	47	18,1	1836,50
2003	1,1	7	39,2	128,6	123,2	232,3	222,6	276,9	234,6	267,9	47,5	0	1580,90
2004	1,2	0	40,3	266,5	92,7	256,6	287,8	244,5	195,9	223,7	141	17	1767,20
2005	52,9	83,6	76,7	86,4	238,6	177,2	175,2	309,8	299,5	230	30,1	0	1760,00
2006	8,1	75,2	149,5	79,3	298,1	209,9	246,3	310,6	254,3	153,3	49,7	2,6	1836,90
2007	0	0	29,6	262,2	176	221,1	273,7	336,6	194,3	280,7	143,3	0	1917,50
2008	05,6	0	106,5	207,7	171,7	201	179,1	339,4	290,4	152,2	0,3	8	1656,30
2009	2,7	14,8	42,2	41,3	201,9	170,3	269,7	383,7	223,2	260,4	56,2	0	1665,40
2010	0	48,2	87,2	86,9	215,3	249,6	161,3	93,3	302,9	228,2	82	0	1555,40
2011	09,8	32,6	80,9	105,4	197,7	/	253,8	251,2	195,4	197,6	6,7	0	1321,30
2012	13,7	54,1	23,6	233	252,4	215,3	196,4	308	247,8	207,1	39,6	0,3	1777,60
2013	27,9	15,3	119,7	181,8	187,9	176,3	477,9	210,6	279,6	236,6	96,8	15,8	2026,20
2014	17,8	23,8	67,2	195,2	193,6	176,3	186	353,5	244,4	197	90,6	6,6	1752,00
2015	5	56,3	151,8	77	131,7	213	272	340,1	333,7	325,2	43	5,8	1954,60
2016	6,4	2,2	130,1	144,3	252,2	241,8	173,4	223,2	270,4	138,6	30,2	2,8	1615,60
2017	4,2	14	69,6	134	98	245,6	271,4	354,3	256,4	207,7	34,2	15	1704,40
2018	/	/	/	/	76,6	134,2	/	331,4	169,6	124	/	/	835,80
2019	5,6	47,4	74	103	161,4	/	/	/	337	311,8	40,2	7,2	1087,60
2020	3,4	2,2	66,8	131,5	257,3	200	218	100,4	273,7	248,4	16,2	8,4	1522,90
TOTAUX	192,00	572,50	1663,10	2930,60	3777,10	4117,00	4620,10	5601,00	5446,50	4447,70	1052,50	102,90	34523,00



**Table de
matière**

Table des matières

SOMMAIRE.....	i
DEDICACE.....	iii
REMERCIEMENTS	iv
SIGLES ET ACRONYMES.....	v
LISTE DES FIGURES	vi
LISTE DES TABLEAUX	vii
LISTE DES PHOTOS	ix
RESUME.....	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCTION GENERALE.....	i
I. CONTEXTE DE L'ETUDE.....	2
II. DELIMITATION DE L'ETUDE.....	3
II.1. DELIMITATION THEMATIQUE	3
II.2. DELIMITATION SPATIALE.....	3
II.3. DELIMITATION TEMPORELLE.....	4
III. PROBLEMATIQUE	4
IV. QUESTIONS DE RECHERCHE.....	6
IV-1- Question principale.....	6
IV-2- Questions spécifiques	6
V. OBJECTIFS DE RECHERCHE.....	7
VI. HYPOTHESES DE RECHERCHE	7
VI.1. Hypothèse générale	7
VII. INTERET DE L'ETUDE	8
VII.1. Intérêt scientifique	8
VII.2. Intérêt social.....	8
VII.3. Intérêt pratique	8
VIII. CADRE CONCEPTUEL ET THEORIQUE.....	8
VIII.1. Cadre conceptuel	8
VIII.2. Cadre théorique.....	17
IX. CONTEXTE SCIENTIFIQUE.....	18
X. METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE.....	24
X.1. Nature et typologie des données	24
X.1.1. Les données de sources secondaires.....	24

X.1.2. Les données de sources primaires	26
X.1.3. Les travaux sur le terrain	28
X.1.4. METHODES DE TRAITEMENT DES DONNEES	29
CHAPITRE 1:LES DETERMINANTS DE L'EROSION HYDRIQUE DANS LE KOUNG-KHI	34
1.1 INFLUENCE DU MILIEU PHYSIQUE SUR LA DYNAMIQUE DE L'EROSION DES SOLS DANS LE KOUNG-KHI	35
1.1.1. La dynamique des versants.....	35
1.1. 2. Un relief encaissé	38
1.1.3. Un environnement géologique et pédologique favorable à l'érosion.....	44
1.2 LES FACTEURS BIOCLIMATIQUES ET LEURS INFLUENCES SUR LA DYNAMIQUE DE L'EROSION DANS LE KOUNG-KHI	52
1.2.1. Les oscillations climatiques et leurs effets érosifs sur les sols du Koung-Khi.....	52
I.2.2. Caractéristique du climat et ses effets sur les sols du Koung-Khi	53
I.2.3. Typologie des pluies dans le Koung-Khi	56
1.3. L'INFLUENCE SOCIO-ECONOMIQUE SUR LA DYNAMIQUE DE L'EROSION HYDRIQUE DANS LE DEPARTEMENT DU KOUNG-KHI.....	56
1.3.1. Origine du peuplement	57
1.3.2. Organisation de l'espace urbain du Koung-Khi	57
1.3.3. Evolution démographique du département du Koung-Khi	57
1.3.4. Autres formes d'occupation du sol ayant une influence sur la dynamique érosive	59
CHAPITRE 2:PROCESSUS DE L'EROSION HYDRIQUE ET LEURS IMPACTS SUR LES SOLS DU DEPARTEMENT DU KOUNG-KHI.....	69
2.1. LES MECANISMES ET LES FORMES DE L'EROSION HYDRIQUE DANS LA LOCALITE DU KOUNG-KHI	70
2.1.1. Les mécanismes de l'érosion hydrique dans le Koung-Khi	70
2.1.2. Les différentes formes d'érosion rencontrés dans le Koung-khi.....	77
2.2. LES IMPACTS DE L'EROSION SUR LES SOLS DU KOUNG-KHI	79
2.2.1. Les impacts sur le milieu physique	79
2.2.2. Les impacts liés au mouvement de masse	82
2.2.3. Les impacts sur la voirie.....	83

2.3.4. Impacts socioéconomiques de l'érosion pluviale dans le département du Koung-khi...	91
CHAPITRE 3 :BILAN DES STRATEGIES DE LUTTES ANTIEROSIVES DANS LE DEPARTEMENT DU KOUNG-KHI.....	95
3. 1. STRATEGIES LOCALES DE LUTTES CONTRE L'EROSION HYDRIQUE DANS LE DEPARTEMENT DU KOUNG-KHI.....	96
3.1.1. les techniques de protection aux niveaux des habitations	96
3.1.2. Aménagements spontanés des allées inter-maisons et des voies de communications ...	99
3.1.3. Limites des stratégies locales	102
3.2. STRATEGIES MODERNES DE LUTTES CONTRES L'EROSION DANS LE DEPARTEMENT DU KOUNG-KHI.....	103
3.2.1. Réseau de canalisation des eaux de ruissellement.....	103
3.2.2. Entretien des voies latéritiques.....	104
3.2.3. Disposition des panneaux d'alerte due à la présence de forte pente	104
3.3. PROPOSITIONS D'AUTRES STRATEGIES D'ADAPTATIONS CONTRE L'EROSION HYDRIQUE	105
3.3.1. Au sommet des pentes	105
3.3.2. Sur les versants	106
CONCLUSION GENERALE	114
BIBLIOGRAPHIE	118
Annexes	126
Table des matières	132