

Etude Des Facteurs De Risques De Dégradation Par L'érosion Hydrique Du Tronçon Routier Dolisie/Pointe-Noire Au Sud Du Congo Brazzaville Et Évaluation Des Aménagements Antiérosifs

Brice Anicet Mayima

Centre de Recherches sur les Tropiques Humides (CRTH), Université
Marien Ngouabi, Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines, Congo

Paul Miki Junior Ngazzi

Université de Bangui, République Centrafricaine

Léonard Sitou

Centre de Recherches sur les Tropiques Humides (CRTH), Université
Marien Ngouabi, Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines, Congo

Doi:10.19044/esj.2019.v15n2p121

[URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n2p121](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n2p121)

Résumé

Située dans l'extrême sud-ouest du Congo, la route nationale Pointe-Noire / Brazzaville traverse, dans son tronçon Dolisie- Pointe Noire, long de 164 km, la chaîne de montagne du Mayombe et les plateaux côtiers, deux unités géomorphologiques aux caractéristiques morpho-structurales très sensibles qui l'exposent aux risques de dégradation par l'érosion hydrique. La présente étude vise l'identification et l'analyse des facteurs de la vulnérabilité de cet ouvrage et l'évaluation des aménagements antiérosifs. Les observations et mesures de terrain ainsi que les analyses de laboratoire montrent que la vulnérabilité de cet axe routier face aux risques d'érosion est liée, d'une part, à la présence généralisée des fortes pentes, à la texture argileuse du Mayombe, favorable aux ruissellements et sableuse des plateaux côtiers, favorable aux affouillements des roches, à l'érosivité très élevée des pluies et l'érodibilité élevée des formations pédologiques et , d'autre part aux actions anthropiques. 6 ans après sa mise en exploitation, le dispositif antiérosif bien qu'efficace dans son ensemble, affiche par endroits, quelques faiblesses qui exigent un renforcement de l'entretien. La route est déjà affectée par un début de dégradation qui se manifeste par des écroulements, des glissements de terrain, des griffures et rigoles le long des parois abruptes qui bordent la route sur les terrasses et des tranchées. La dégradation se manifeste aussi par des ravinements qui engendrent déjà des grosses pertes en terre.

Mots-clés : Congo, érosion hydrique, risques de dégradation, route, méthodes antiérosives.

Study Of Risk Factors For Degradation By Water Erosion Of The Road Section Dolisie / Pointe-Noire In Southern Congo Brazzaville And Evaluation Of Anti-Erosion Facilities

Brice Anicet Mayima

Centre de Recherches sur les Tropiques Humides (CRTH), Université Marien Ngouabi, Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines, Congo

Paul Miki Junior Ngazzi

Université de Bangui, République Centrafricaine

Léonard Sitou

Centre de Recherches sur les Tropiques Humides (CRTH), Université Marien Ngouabi, Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines, Congo

Abstract

Located in the extreme south-west of the Congo, the 164-km-long national road Pointe-Noire / Brazzaville crosses the Mayombe mountain range and the coastal plateaus, two geomorphological units to the south, in its 164-kilometer Dolisie-Pointe Noire stretch. morpho-structural very sensitive to exposing the risk of degradation by water erosion. The present study on the identification and analysis of the vulnerability factors of this book and the evaluation of the erosion control arrangements. Observations and field measurements as well as laboratory analyzes have also revealed a part, with the widespread presence of steep slopes, the clay texture of Mayombe, favorable to runoff and sandy coastal plateaus, conducive to scouring rocks, the very high erosivity of the rains and the high erodibility of the soil formations and, on the other hand, the anthropogenic actions. 6 years after its start-up, the anti-erosion device of its effectiveness as a whole, displays in places, some weaknesses requiring a strengthening of maintenance. The road is already affected by a beginning of degradation that is manifested by collapses, landslides, scratches and gullies of steep walls that line the road on the terraces and trenches. The degradation is also manifested by the ravages that already generate large losses in soil.

Keywords: Congo, Dolisie, water erosion, risk of degradation, anti-erosion methods

1- Introduction

La dégradation des sols par l'érosion hydrique reste l'un des phénomènes naturels qui menace durablement l'environnement socio-économique des pays en voie de développement. Cette dégradation risque de s'intensifier sous les effets du dérèglement climatique. Au Congo, l'érosion hydrique défraie la chronique en raison des conséquences socio-économiques qu'elle engendre non seulement en milieux urbain et rural (Loembé et Tchicaya, 1993 et Mayima, 2016), mais aussi et surtout sur le réseau routier (Nkoulou, 2012; Bassoukissa, 2012 ; Mbouka-Milandou et al, 2017). Or, la route est considérée comme l'un des éléments sur lesquels repose le développement socio-économique d'un pays. De par son importance la route est indissociable du développement économique d'un pays (Unesco, 2009). On comprend pourquoi, au Congo, la route nationale N°1, Brazzaville – Pointe-Noire constitue un enjeu important du développement du pays (ravitaillement des grandes villes comme Brazzaville, N'kayi, Dolisie Pointe-Noire, etc. en produits de tout genre, échanges des marchandises entre les pays limitrophes à savoir le Cameroun, le Tchad et la Centrafrique). Longue de 530 km, cette route appartient à la catégorie des classes de trafic T3. Sa construction a coûté au pays environ 299 441 000 000 de francs CFA. Inaugurée il y a 6 ans, elle est aujourd'hui l'objet d'une exploitation intense qui en fait l'une des épinés dorsales de l'économie du pays. Son entretien constitue de ce fait un grand défi à relever. Malheureusement, située dans une région très humide et traversant des unités géomorphologiques très sensibles, cet axe routier est exposé aux risques d'érosion hydrique. Le présent travail porte essentiellement sur l'étude de quelques variables du milieu physiques et l'analyse du système antiérosif mis en place pour la durabilité de la route afin d'identifier les principaux indicateurs de vulnérabilité de cette route face aux risques d'érosion hydrique. Le But visé est d'attirer l'attention des décideurs politiques et administratifs pour la prise des mesures salvatrices.

2- Cadre général de l'étude

L'étude porte uniquement sur le tronçon Dolisie- Pointe Noire, situé entre 11 degré 50 '38'' et 12 degré 41'24'' de longitude Est puis entre 4 degré 48'0'' et 4 degré 7'41'' latitude sud. (Fig.1). Ce tronçon est sans doute le plus menacé par les risques de dégradation. Elle traverse deux grands ensembles morfo-structuraux très sensibles à savoir la chaine du Mayombe et les plateaux côtiers.

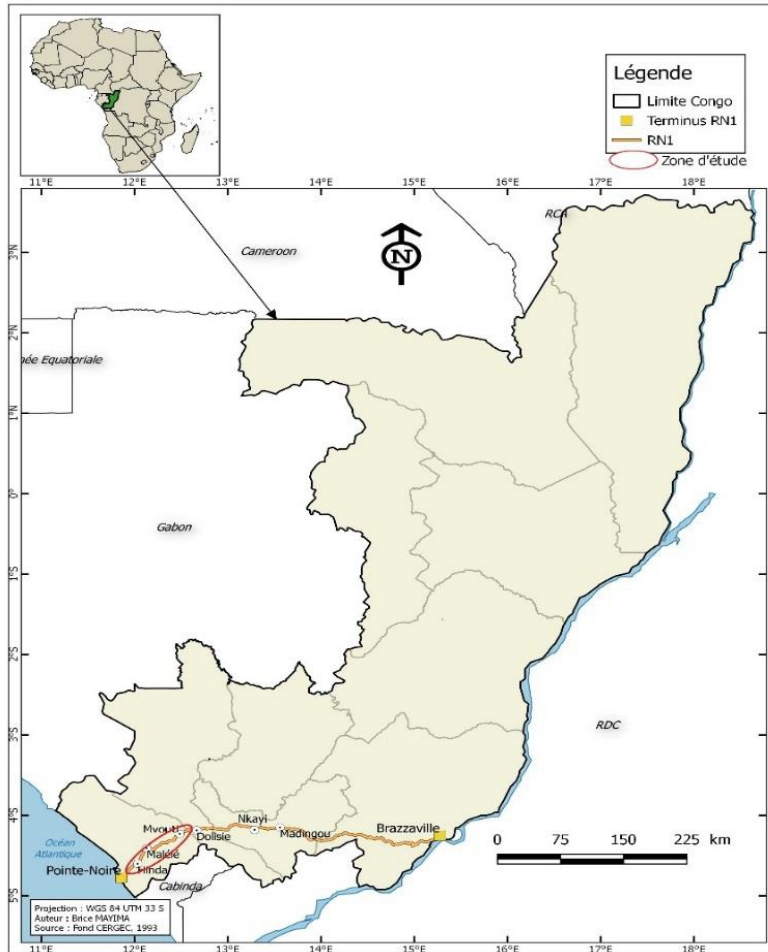


Fig1 : Situation géographique de la zone d'étude

Le Mayombe est marqué par un relief montagneux caractérisé par une succession de versants très inclinés avec des interfluvés allongés en ligne de crête. Les vallées, qui dans leurs traits principaux sont adaptées à la structure, c'est-à-dire orientées comme les chaînons, Sud-Est/Nord-Ouest (Vennetier, 1968), sont très encaissées avec des dénivellations qui atteignent plusieurs centaines de mètres. Le relief est taillé dans des roches métamorphiques (Micaschistes, schistes, Gneiss...) perturbées, à certains endroits, par des inclusions diverses : dolérites, diorites, épidotites, amphibolites, granites (Vicat et Gioan, 1989). Large de 30 à 60 km et allongée parallèlement à la côte, la chaîne du Mayombe est entièrement recouverte par une forêt dense exubérante qui augmente l'humidité et l'altération chimique des roches.

Les plateaux côtiers, par contre, ont un modelé plus calme constitué de surfaces tabulaires légèrement ondulées mais taillées par des vallées

relativement encaissées. Entièrement recouverts par une mosaïque de forêts occupant surtout les fonds de vallées et de savanes arbustives, ces plateaux ont un substratum géologique composé de grés d'âge crétacés, sur lesquels reposent en discordance les formations graveleuses détritiques continentales d'âge plio-pléistocène : la série de cirques composée d'une succession de graviers, d'argiles et de sables très affouillables en surface (Sitou, 1994).

Du point de vue climatique, la zone traversée par le tronçon routier Dolisie-Pointe Noire est soumise à un climat de type tropical humide. Les précipitations moyennes annuelles sont d'ordre de 1215 mm sur les plateaux côtiers (Samba-Kimbata, 1978), les températures de 24,8°, l'humidité relative de 85%. Par sa position en latitude (5°S), cette zone est moins arrosée. En revanche, lorsqu'on s'éloigne des plateaux vers l'intérieur du Mayombe, par son altitude et son exposition favorable aux vents humides et pluvieux, ce climat s'humidifie rapidement. Les précipitations dépassent 1600 mm sur les crêtes et les versants occidentaux. Les caractéristiques géologiques, topographiques et climatiques de ces deux unités géomorphologiques prédisposent la route aux risques de dégradation par l'érosion hydrique.

3- Matériel et méthodes

3.1-Matériel utilisé

Le matériel utilisé au cours de cette étude est composé, entre autres de :

- ✓ un appareil photo numérique de marque Sony, pour la prise d'images ;
- ✓ un clinomètre de marque suundo, pour mesurer les pentes ;
- ✓ un GPS, marque gamine 60S, pour la prise des points GPS des formes observées ;
- ✓ un double décamètre pour mesurer la hauteur des talus.

3.2-Méthodes utilisées

Trois opérations complémentaires ont été menées pour réaliser ce travail. Il s'agit de l'étude documentaire, des opérations de terrain et de quelques analyses de laboratoire. L'analyse documentaire des travaux antérieurs a consisté à collecter les informations relatives au thème de recherche. A cet effet, plusieurs ouvrages, mémoires, thèses et articles ont été consultés et analysés dans l'objectif de faire l'état de la question. Le travail de terrain a consisté à arpenter le tronçon routier de manière à identifier et analyser les facteurs de risques et quantifier les formes de dégradation en cours. La quantification des formes de dégradation a été faite par la méthode de cubage qui consiste à calculer les surfaces des formes, les volumes des vides créés puis les quantités de terre érodées. Les calculs de ces paramètres ont été effectués à l'aide des formules appropriées de la surface et du volume. Les pertes en terre ont été évaluées avec la formule :

$$P = Da \times V \quad (1)$$

P : Perte en terre ; Da : densité apparente en g/cm³ et V : volume à vide de chaque forme observée en m³

La densité apparente a été déterminée par la formule suivante :

$$Da = \frac{Ms}{V} \quad (2)$$

Avec Da : densité apparente (en g/cm³) ; Ms : Masse ou poids de l'échantillon séché et V : volume de l'échantillon humide.

Les échantillons destinés à la mesure de la densité apparente, ont été prélevés le long du tronçon à l'aide d'un cylindre de 25 cm³. Après la pesée de l'échantillon humide, ces échantillons sont mis à l'étuve à 105°C. Après 24 heures, ils sont pesés de nouveau à l'aide d'une balance à précision, afin d'évaluer la masse totale sèche. Ces échantillons ont été traités au laboratoire de BCBTP antenne de Dolisie.

Des échantillons de sols prélevés sur le terrain ont également fait l'objet des analyses granulométriques au laboratoire par la méthode de tamisage. Les observations de terrain ont permis enfin l'évaluation des méthodes antiérosives appliquées le long du tronçon étudié. L'agressivité du climat, un des paramètres étudiés comme facteur de vulnérabilité de la route a été appréciée à travers l'indice d'érosivité des pluies (R) calculé à partir de la formule suivante proposée par Renard et Freimund (1994) cité par Douay et Lardieg (2010) :

$$R = 587,8 - 1,219P + 0,004105P^2$$

Cette formule simplifiée intègre uniquement la hauteur des pluies annuelles moyennes (P en mm). Les valeurs 587,8 ; 1,219 et 0,004105 sont des variables prédéfinies par les auteurs de la formule pour les stations dont la moyenne des hauteurs annuelles des pluies est supérieure à 850 mm, comme c'est le cas pour notre zone d'étude. Elles représentent ainsi les paramètres comme l'intensité de la pluie, l'énergie délivrée durant l'épisode pluvieux et le volume d'eau mobilisable pour le ruissellement qu'on intègre dans le calcul de l'érosivité des pluies, d'après la méthode de RUSLE (Wischmeier et Smith, 1965).

L'analyse des résultats se fait sur la base de la classification des indices d'érosivité des pluies proposées par les auteurs (tableau 1).

Tableau 1 : Classe des indices d'érosivité des pluies (Source : Douay et Lardieg, 2010)

Classe	Erosivité (R)		Vulnérabilité des sols
4	>5000	Forte érosivité	Très élevée
3	4000 à 5000		Elevée
2	3000 à 4000		Modérée
1	2000 à 3000		Faible
0	0 à 2000	Faible érosivité	Très faible

Les données pluviométriques mensuelles et annuelles de Pointe-Noire de 2007 à 2016, collectées à la station météorologique de l'Agence Nationale de l'Aviation Civile (ANAC) ont été utilisées à cet effet.

4 -Résultats

Ainsi qu'il a été annoncé dans l'introduction, les observations et les mesures effectuées sur le terrain montrent que les cadres physique et humain constituent des facteurs favorables à la dégradation de cet axe routier. Certains aménagements antiérosifs mis en place pour la protection de cette infrastructure affichent déjà une certaine inefficacité qui expose la route aux risques de dégradation. Cette dégradation se manifeste déjà à travers quelques formes d'érosion en évolution.

4.1- Les facteurs naturels et humains de la vulnérabilité de la route

4.1.1- Les facteurs naturels

4.1.1.1- Les caractéristiques topographiques

Les caractéristiques topographiques de la zone d'étude constituent un facteur important de la vulnérabilité de ce tronçon routier. En effet, le tronçon routier de Dolisie à Pointe-Noire qui traverse deux ensembles morpho-structuraux montre que le relief est très accidenté avec des formes heurtées (Fig2).

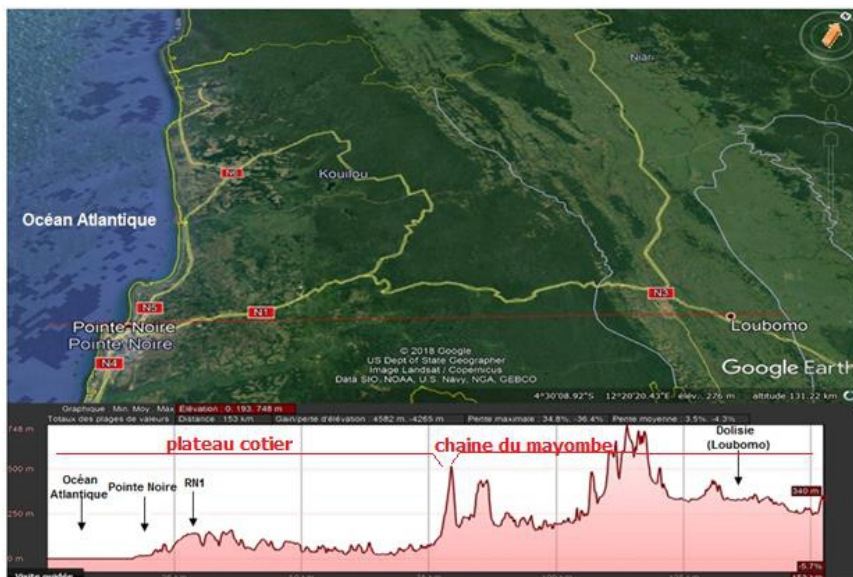


Fig. 2 : Profil topographique de la face Atlantique à Dolisie
(Source : Google Earth, 2018)

Dans le Mayombe, les interfluves peuvent atteindre, à certains endroits, 1000 m d'altitude, alors que les vallées, très encaissées s'enfoncent

sur plusieurs centaines de mètres, avec des versants très inclinés pouvant atteindre et dépasser 18° de pente (fig3). Cette importante inclinaison augmente la vitesse et la force des ruissellements particulièrement abondants ici.

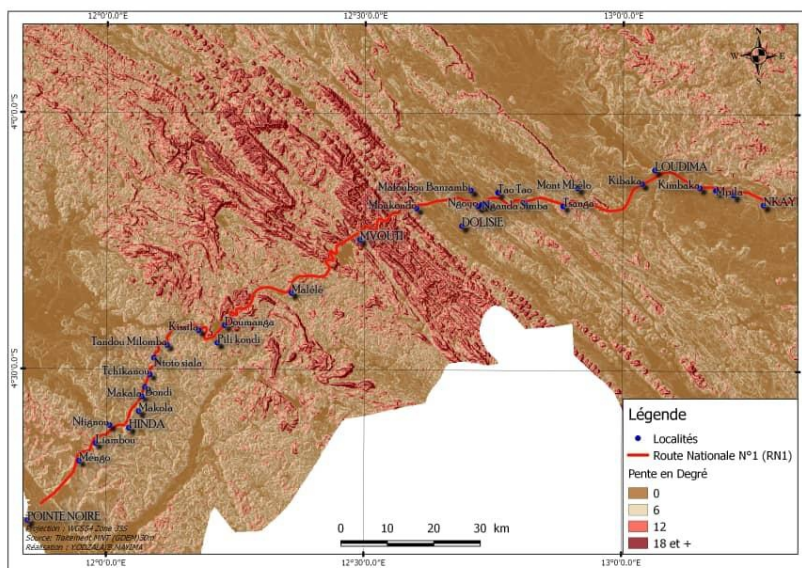


Fig.3 : Carte de pentes de la façade Atlantique à Dolisie

La route, ici, décrit un tracé sinueux avec des lacets très courts qui ralentissent la circulation et la rendent dangereuse. Elle s'accroche, à certains endroits, à mi-hauteur des versants, sur des terrasses aménagées pour la circonstance. A d'autres endroits, la route traverse certains interfluves dans des tranchées bordées de parois abruptes (photos. 2 et 3). Ces parois et les rebords amont des terrasses, taillés dans la roche en place et qui dominent la chaussée de plusieurs mètres de haut, constituent un facteur de vulnérabilité de cet axe routier. Ils sont l'objet de plusieurs manifestations de l'érosion qui affectent ou menacent la route. De même, du côté aval de la terrasse, la suite du versant sur lequel se forment et se déploient des ruissellements abondants est aussi sous la menace des ravinements susceptibles de remonter jusqu'au niveau de la route.

Sur les plateaux côtiers, la route traverse certaines ondulations topographiques très marquées, dans des tranchées aux parois plus croulantes. Sur les versants des vallées elle se localise aussi sur des terrasses taillées également dans des sables plus fragiles que les roches du Mayombe. Autrement dit, la vulnérabilité liée aux caractéristiques topographiques est accentuée par la géologie des deux unités géomorphologiques qu'elle traverse.

4.1.1.2- Les caractéristiques pédogéologiques

Sur le plan géologique, l’infrastructure repose sur des substratums formés de roches fragiles. Dans le Mayombe, la fragilité des roches est liée aux caractéristiques des roches métamorphiques qui y dominent (Fig.4). Ces roches sont très altérées. Ce qui favorise une érosion différentielle que l’on observe le long du tronçon routier.

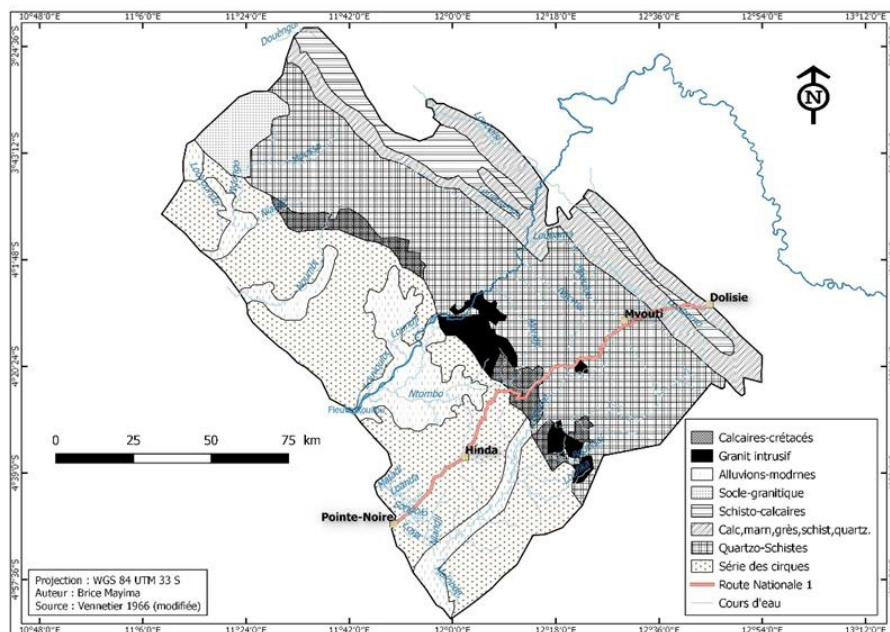


Fig. 4 : Carte géologique de la face Atlantique à Dolisie
(Source : Vennetier 1966, modifiée par nous)

Les analyses granulométriques que nous avons effectuées sur un échantillon de surface (50 cm) prélevé à Masseka dans le Mayombe montrent qu’ici les sols présentent une texture argilo-sableuse avec un taux d’argile de plus de 45%, de sables fins de près de 50 % et de moins de 5 % de limons (tabl.2). Ce qui les prédisposent à une infiltration moindre des eaux pluviales et donc à des ruissellements très abondants. En effet, le Mayombe est très marqué par l’abondance des ruissellements même sous forêt.

Tableau 2 : propriété mécanique de quelques formations de la zone d’étude

N°	Echantillon	Profondeur	SF%	L%	A%
01	Hinda	50cm	90,5	2,6	6,9
02	Malela	50 cm	82,5	4,5	7,3
03	Masseka	50 cm	49,6	5,2	45,2

SM : sable moyen ; L : limon ; A : argile

Cette abondance du drainage superficiel dans le Mayombe a déjà été mise en évidence par Maziézola (1989) qui a montré que celui-ci jouait un rôle

important dans les crues instantanées des cours d'eau. Ces ruissellements abondants et rapides s'expliquent aussi, selon le même auteur, par la présence remarquable de la matière organique dans ces sols forestiers et par la faiblesse du sous-bois. Ces ruissellements constituent de ce fait un facteur de vulnérabilité de cet axe routier qui demeure sous la menace des ravinements même sous forêt.

Sur les plateaux côtiers en revanche, la série des cirques est surmontée par des formations superficielles dominées par des sables fins. En effet, les analyses effectuées sur des échantillons de surface (50cm) prélevés à Hinda et Maléla montrent qu'ici la texture est constituée à plus de 82 % de sable fin avec des taux d'argile qui atteignent et dépassent les 7 %. Cette texture certes à dominance sableuse demeure quand même assez fine pour ralentir le drainage vertical des eaux de pluie au profit des ruissellements notamment dans une région à pluviosité élevée.

4.1.1.3- L'agressivité climatique

L'abondance des pluies et leurs intensités sont un autre facteur de vulnérabilité de la route face aux risques d'érosion hydrique. L'indice d'érosivité des pluies (R) calculé à partir de la formule de Renard et Freimund (1994), indique des valeurs largement supérieurs 5000 MJ.mm/ha.h.an pour toutes les années étudiées ou presque, avec une moyenne décennale qui s'élève à 78730, 04MJ.mm/ha.h.an. Ce qui prouve que la zone est soumise à une grande érosivité des pluies qui se traduit par une vulnérabilité très élevée des sols vis-à-vis de l'érosion hydrique. Sur 10 ans, deux années seulement (2008 et 2012) ont des valeurs inférieures à 5000 dont une supérieure à 4000 qui indique une érosivité des pluies élevée se traduisant par une vulnérabilité des sols élevée. Ces données sont encore plus élevées dans le Mayombe où la pluviosité est supérieure à celle des plateaux côtiers.

Tableau n° 3: Evaluation de l'indice d'érosivité des pluies de 2007 à 2016 à Pointe-Noire

Années	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Tot al	Moy
P (mm)	229 0,5	117 4,6	135 7,7	148 4,1	157 8,6	985 ,1	131 7,1	137 3,9	142 5,9	150 3,5	144 91,4	144 9,14
P ² (mm ²)	524 639 0,25	137 968 5,16	184 334 9,29	220 255 2,81	249 197 7,96	970 422 ,01	173 475 2,41	188 760 1,21	203 319 0,81	226 051 2,25	220 504 34,1 6	220 504 3,41 6
R(MJ. mm/ha .h.an)	193 32,1 1	4 81 9,57	649 9,71	782 0,16	889 3,05	337 0,5 4	610 3,41	666 1,61	719 5,87	803 4,43	787 30,4 6	787 3,04

Ainsi, le milieu naturel présente dans l'ensemble une grande sensibilité qui prédispose cette infrastructure à la dégradation. Cette vulnérabilité liée aux facteurs naturels est aggravée par les activités anthropiques.

4.1.2- Les facteurs anthropiques

Ils sont liés essentiellement aux activités agricoles. En effet, la route Pointe-Noire Dolisie a engendré un véritable accroissement des activités économiques qui s'organisent autour de l'agriculture. Dans le Mayombe elle est pratiquée sur les flancs des montagnes et porte principalement sur le système de l'écobuage dont le défrichage, l'abatage puis le brûlis constituent des opérations dangereuses susceptibles de constituer un facteur aggravant les risques de dégradation de la route par le ravinement (photo1).



Photo1 : Exemple d'un versant déboisé pour des raisons agricoles. La pente est ici forte (12°) laissant ainsi, ce versant nu sans protection contre l'effet splash.

Les feux de brousse sont aussi un autre facteur qui augmente les risques de dégradation de la route. Ils détruisent régulièrement la végétation plantée sur les parois des terrasses, les laissant ainsi à la merci de l'érosion pluviale (photo 13).

4 – Les principaux aménagements antiérosifs mis en place

Pour prévenir tout risque d'érosion sur ce tronçon routier, plusieurs techniques ont été mises en place par la compagnie qui l'a construit. Ces méthodes sont à la fois mécaniques et biologiques. Les méthodes mécaniques sont d'abord constituées par le réseau de caniveaux aménagés le long de la voie et sur certains versants pour la maîtrise des eaux de pluie. Ce sont aussi

les gardes fous construits en béton sur les bords de la route pour empêcher les écoulements des eaux de pluies qui se forment sur la chaussée de se déverser sur les versants non protégés que la route domine à plusieurs endroits (Photos 2 et 3).



Photo 2 : Caniveau aménagé le long de la route.



Photo 3 : caniveau et gardes fous aménagés le long de la route et sur le versant

Les méthodes mécaniques sont enfin constituées par plusieurs techniques de protection des parois qui bordent les terrasses et les tranchées (Photos 4 à 7).



(Cliché, B.Mayima, 2017)

Photo 4 : Méthode en gradin appliquée pour stabiliser les talus de 70 m de hauteur dans le Mayombe ; **Photo 5 :** Parois bordières stabilisées dans le Mayombe, par la méthode du béton projeté ou de crépissage ; **photo 6 :** Méthode d'armement de la roche sur les parois par des poutrelles dans le Mayombe ; **photo7 :** Talus de 7 m de hauteur stabilisé par un assemblage de pierres et dont les joints sont bombardés par un béton armé.

Les méthodes biologiques sont représentées par des végétaux notamment graminéennes comme le vétiver planté sur les parois des terrasses et des tranchées. A plusieurs endroits la base des versants a fait l'objet d'un planting de bambous de chine. Cependant, ces méthodes biologiques se sont montrées d'une grande fragilité dans le Mayombe où, à plusieurs endroits, le vétiver a été détruit soit par les feux de brousse soit par un assèchement lié au déficit d'humidité en saison sèche (photo 8). Sur le plateau côtier, le vétiver s'est plus densément développé sur certains talus qui se sont conservés. Mais ici aussi les feux de brousse détruisent régulièrement cette mesure préventive.

Les méthodes mécaniques, bien que montrant une meilleure efficacité dans l'ensemble, affichent quelques faiblesses par endroit. En effet, 6 ans après la mise en exploitation de la route, si tous les talus ayant fait l'objet de la méthode en gradin (photo 6) restent stables, ils connaissent déjà, ponctuellement, quelques mécanismes de dégradation. C'est le cas pour la méthode de crépissage (photo 5) et du mur de pierres renforcées par du béton (photo 7). La méthode des poutrelles où la roche restée nue entre celles-ci, se désagrège également sous l'effet de l'érosion pluviale.

C'est ainsi que certaines faiblesses de ces aménagements se manifestent de façon ponctuelle par quelques poches d'érosion que nous avons observées et quantifiées.



Photo 8 : Un talus stabilisé par l'association de deux méthodes : méthode mécanique et méthode biologique. A gauche, le talus est stabilisé par la méthode de crépissage ou béton projeté très stable. En revanche, à droite, sur le même talus, on observe la présence des microreliefs et rigoles et quelques plants de vétiver ayant résisté à cette dynamique.

(Cliché B.Mayima, 2017)

5- Les manifestations de l'érosion

Les observations de terrain ont montré que le tronçon routier Dolisie/Pointe-Noire est affecté par deux types de dynamiques érosives différentes.

Entre Pointe-Noire et Malélé sur les plateaux côtiers les versants sont régulièrement affectés par des ravinements très actifs qui constituent une menace pour la route (photo 9 et 10).



Photos 9 et 10 : sur ce versant une tête d'érosion très active dont l'évolution se fait par érosion régressive et constitue une menace sérieuse pour la route qui se situe désormais à 10 m.

Entre Malélé et Dolisie, dans le Mayombe, les observations de terrain montrent que les parois des roches taillées et mises à nu sont affectées par des glissements (photo 11) et par des éboulements ou écroulements dans les roches dures (photo 12). On observe aussi de nombreuses griffures, des rigoles et des ravines dans les altérites (photo 13) et les sables.



Photo 11 : Glissement de terrain dans le Mayombe



Photo 12 : Eboulements et chute des pierres dans le Mayombe

Les quelques formes que nous avons quantifiées indiquent déjà des valeurs spectaculaires avec des ravins atteignant 80 mètres et plus de long et plus de 500 tonnes de pertes en terre (Tableau 4).



Photo 13: Exemple d'un talus abrupt de 5 m de dénivellation affecté par le processus de l'érosion en ravine qui menace la route
On observe la présence des griffures verticales évoluant dans le même sens que la pente du versant (Cliché, B.Mayima, 2017)

Tableau 4 : Dimensions et pertes en terre de quelques ravinements cubés

Sites affectés	Coordonnées géographiques	l(m)	L(m)	Surf (m ²)	H (m)	Volum e (m ³)	Da g/cm ³	Perte en terre (t)
Malélé1	4°24'40.22''S/12°11'46''E	2,5	80,5	201,3	2	402,5	1,5	603,8
Masseka 1	4°21'22.27''S/12°17'28.77''E	1,7	50,5	85,85	1,8	154,5	1,21	186,9
Mvouti	4°22'16.31''S/12°20'46.99''E	1,9	60,7	115,3	2	230,7	1,14	262,9

Discussion

Le tronçon routier Dolisie-Pointe Noire traverse une zone morpho structurale très sensible. Cette sensibilité est la résultante des facteurs essentiellement d'ordre naturel (la route elle-même à travers les travaux réalisés). Les résultats obtenus sur les propriétés mécaniques des sols traversés par la route indiquent que la route traverse des roches très variables à dominance argileuse (70%) et précaire en terme de leur consistance (IC= 0.00). Les pentes sont, ici, raides et constituent la première cause des glissements et des écroulements le long de ce tronçon. Les résultats obtenus concordent avec celles de Moeyersons (1990), qui sur les mêmes substrats (schisteux) et même type de relief (montagneux), a montré que dans le district de Rwaza au Rwanda, les mouvements de masse sont actifs. Par ailleurs, il est

constaté que les talus constitués de roches dures sont relativement stabilisés et ne sont guère désagrégés par les processus gravitaires en dépit de la raideur et du caractère abrupt de leur pente. En revanche, les talus bordiers qui sont taillés dans les roches tendres (schistes) sont en proie à des processus liés à la gravité et à la pesanteur. Ces conclusions sont similaires à celles auxquelles sont parvenues A. Slimi et al,(2010) dont les études ont porté sur l'ouest de Bouira (Grande Kabylie, Algérie). Ce phénomène est accentué dans les roches fossilisées et relativement pourries qui, par la chute des éboulis mobilisables ou par des pans entiers, se détachent de la paroi bordière avant de s'accumuler sur le bas-côté ou en contre bas. Ce mouvement de terrain est évidemment typique aux régions où affleurent les matériaux argileux à l'instar du Mayombe. La composition physique chimique des altérites qui est très homogène, composée de schistes argileux, côtoient les schistes quartzeux, les grès quartziques, les gneiss et les amphibolites, comme l'ont confirmé les analyses granulométriques au laboratoire. Les observations de terrain ont permis de constater que sur les plateaux côtiers, les méthodes biologiques ont été efficaces, contrairement dans le Mayombe entre Dolisie et Malélé. L'utilisation du vétiver n'a pas produit des effets escomptés. En effet, les caractéristiques des versants ne permettent pas à la couverture végétale de couvrir les roches. La fixation des racines, ici, se fait sur les premiers centimètres du sol et en cas de ruissellement ces plants sont emportés. En revanche, les méthodes mécaniques ont montré leur efficacité à protéger les talus et devraient être généralisées le long de ce tronçon.

Conclusion

Le tronçon Dolisie-Pointe Noire est une route lourde de 164 km de long, qui traverse un espace géographique très vulnérable à cause non seulement du relief tourmenté favorable au ruissellement mais aussi à la fragilité des sols et des facteurs anthropiques. Les résultats de nos observations montrent que, ce tronçon, 6 ans après sa mise en service, est déjà affecté par une dynamique érosive qui se manifeste aussi bien par des mouvements de masse que par les ravinements sur certaines parois des terrasses et des tranchées. Pour parer toute éventualité, les aménagements antiérosifs mis en place doivent faire l'objet d'une surveillance et d'un entretien réguliers. En effet, au regard de l'importance économique de cette route, la lutte contre l'érosion doit être permanente. Ainsi, les pouvoirs publics doivent mettre en place des équipes d'interventions routières pour surveiller régulièrement les sections routières sensibles et vulnérables aux risques morpho climatiques.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier très spécialement monsieur **Joseph MOUMBOUILOU**, Expert forestier, Directeur départemental des eaux et

forêts au Niari (Congo-Brazzaville), d'avoir mis gratuitement à leur disposition un véhicule et un chauffeur pour effectuer les missions de terrain le long du tronçon routier Dolisie-Pointe Noire.

References:

1. Ahmed, S et Larue, JP. (2010). *Risques de glissement et aménagements : l'exemple du glissement d'un remblai autoroutier à l'ouest de Bouira (Grande Kabylie, Algérie), Physio-Géo, Volume 4, p. 87-106.*
2. Bassoukissa, L. (2012). *Etude des risques de dégradation par l'érosion hydrique de la route nationale N°1 : cas du tronçon Pointe-Noire/Dolisie au sud du Congo.* Mémoire de maîtrise, Congo, Université Marien Ngouabi, FLSH, Département de Géographie, 116p.
3. Douay D., Lardieg E., 2010. *Méthodologie de cartographie de la vulnérabilité intrinsèque des captages d'eau superficielle.* ANTEA, GINGER et GALLIGGE / Agence de l'eau – Adour-Garonne / Ets public de l'état (France). 28 p. ;
4. Loembé, D et Tchicaya, JA. (1993). *Les problèmes de dégradation des sites urbains par l'érosion hydrique au sud- Congo, Brazzaville, Plan National d'Action pour l'Environnement (PNAE)-Congo,* Rapport de la Banque Mondiale, 114p
5. Jamet, R. (1975). *Évolution des principales caractéristiques des sols des reboisements de Pointe-Noire,* ORSTOM Brazzaville, service Pédol, 36 p.
6. Mazieola, B., 1989, *l'Hydrologie du Mayombe,* In Revue des connaissances sur le Mayombe, PNUD, IUNESCOIMAB, Paris, p.79-83.
7. Moeyersons, J. (1990). *Les glissements de terrain au Rwanda occidental : leurs causes et les possibilités de leur prévention.* Cah. ORSTOM, sér. Pédol. XXV, 1-2, p.131-149.
8. M'bouka Milandou I et SitouL. (2017). *Degradation of Loumou Track through Ruts in Brazzaville Western Periphery: Forms Characterization, Traffic and Rainfall Aggressiveness Analysis (Republic Of Congo)* International Journal of Basic Sciences & Applied Research, Vol., 6 (4), pp.291- 302, Available online at <http://www.isicenter.org>
9. Nkoulou, P. (2012). *Les risques de dégradation par l'érosion hydrique de la route, deuxième sortie nord de Brazzaville : caractérisation et évaluation,* mémoire de maîtrise, Congo, Université Marien Ngouabi, FLSH, Département de Géographie, 94p
10. Nzila, JDD. (2001). *Caractérisation minéralogique des sols ferrallitiques sableux sous plantations d'Eucalyptus et sous savane*

- naturelle de la région de Pointe-Noire*. Document interne UR2PI, Pointe Noire Congo, 51 p
11. Petit, M. (1990). *Les grands traits morphologiques de l'Afrique centrale atlantique Paysage quaternaire de l'Afrique centrale atlantique*, Paris, Édition de l'O.R.S.TO.M, 20-30
 12. Schwartz, D et Lanfrachi, R. (1990). *L'origine des gisements d'or du Mayombe central (Congo) Quelques hypothèses, Paysage quaternaire de l'Afrique centrale atlantique*, Paris, Édition de l'O.R.S.TO.M, p.155-166
 13. Samba-Kimbata, Ma J. (1978). *Le climat du bas Congo*, Thèse de doctorat de 3^e Cycle, Dijon, Université de Dijon, tome 1, 280 p.
 14. Mayima, B.A. (2016). *Erosion hydrique sous plantation d'eucalyptus à Pointe-Noire au sud du Congo*, Thèse de Doctorat Unique, Congo, Université Marien Ngouabi, FLSH, Département de Géographie, 216 p
 15. Sitou, L (1994). *Les cirques d'érosion dans la région de Pointe-Noire (Congo) : étude géomorphologique*. Thèse de Doctorat, Strasbourg, ULP, CEREG, 225 p +annexes
 16. Vennetier, P (1968). *Pointe- Noire et la façade maritime du Congo*. Mémoire n°26, ORSTOM, Paris, 458 p.
 17. Vicat, J P et Gioan, P. (1989). *La chaîne précambrienne du Mayombe en République populaire du Congo: géologie, métallogénie, perspectives de développement*. In Revue des connaissances sur le Mayombe, PNUDIUNESCOIMAB, Paris, p.17-45.