

## Les glissements de terrain dans les gorges de Diosso

Le Congo s'ouvre au sud-ouest par une façade maritime. Ce vaste bassin sédimentaire, au relief de bas plateaux, est le théâtre d'une intense érosion en cirques. Les gorges de Diosso sont constituées de la série des Cirques, cette série doit son nom à des formes d'érosion en cirques, qui l'entaillent sur des profondeurs parfois importantes, laissant apparaître une succession de dépôts stratifiés d'épaisseur variable. Cette formation sédimentaire est d'origine continentale en présence d'une faible profondeur d'eau (delta, berge, côtes). Ces dépôts correspondraient à des crues d'un paléofleuve qui pourrait correspondre à l'actuel fleuve Kouilou.

Avec une vitesse moyenne actuelle de recul de 2,5 m/an, ces formes connaissent depuis une trentaine d'années une réactivation et les causes de cette érosion sont à la fois naturelles et anthropiques.

L'évolution actuelle des cirques est inquiétante pour les décideurs politiques et pour les populations. Elle menace les routes et contrarie les activités agricoles paysannes. La compréhension des mécanismes qui les ont engendrés et qui règlent leur dynamique actuelle permet de réfléchir sur les solutions à apporter à ce problème.



### Question

A l'aide de l'analyse de l'ensemble des documents proposés et des observations faites pendant la sortie, vous identifierez :

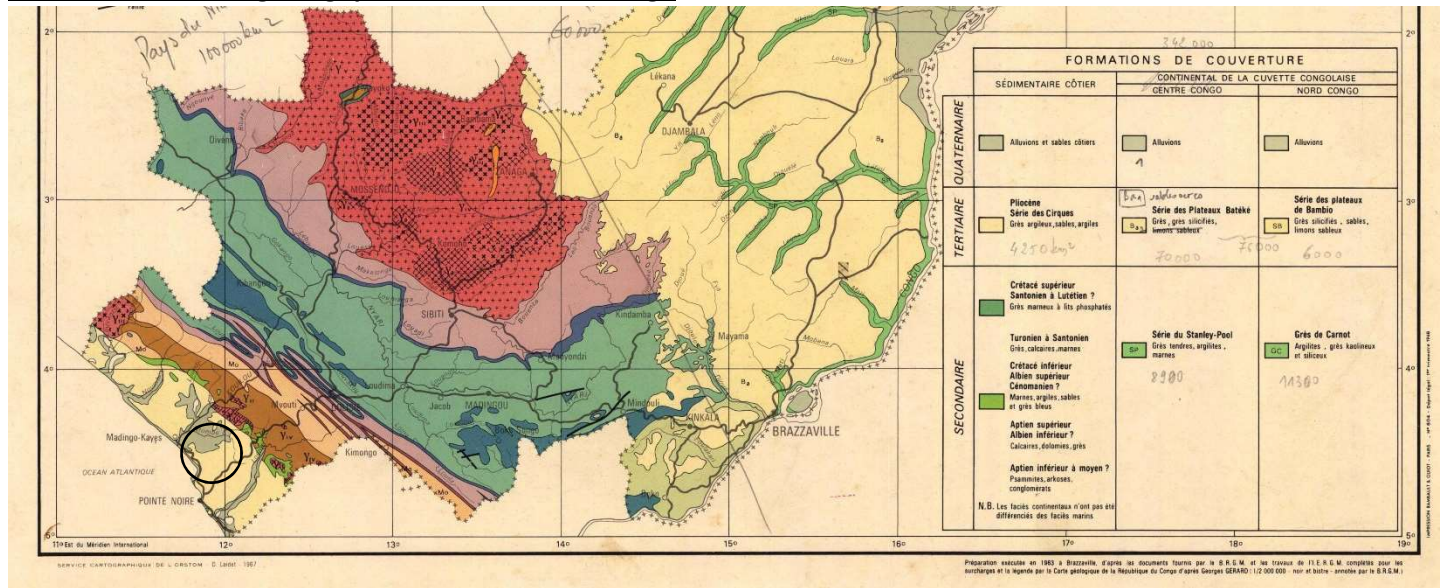
- les caractéristiques météorologiques, géologiques, liées à la végétation et les facteurs anthropiques, à l'origine de la prévision du risque de glissement de terrain à Diosso.
- la vulnérabilité des gorges de Diosso liée à cet aléa
- les moyens de prévention et de protection

Vous présenterez vos résultats dans un tableau synthétique.

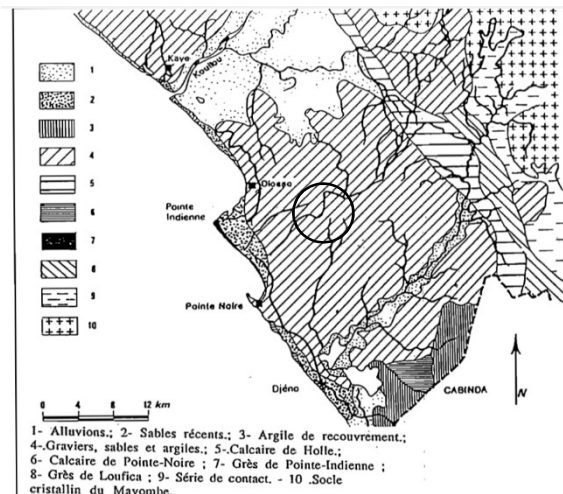
Source principale : Thèse de doctorat mention géographie physique de Monsieur Léonard SITOU « LES CIRQUES D'ÉROSION DANS LA RÉGION DE POINTE-NOIRE (CONGO) : ÉTUDE GÉOMORPHOLOGIQUE. » Université Louis Pasteur de Strasbourg, en 1994

# 1) Géologie de la région de Diosso

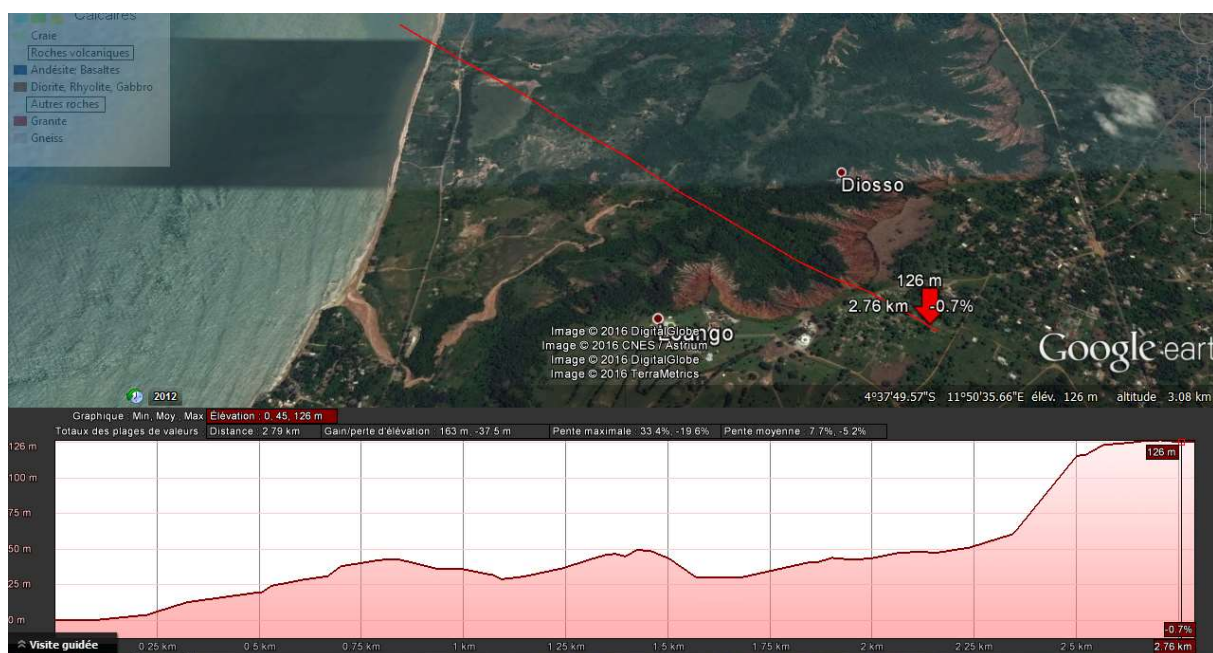
## Document 1 : Carte géologique du sud ouest du Congo



## Document 2 : Esquisse géologique de la région côtière

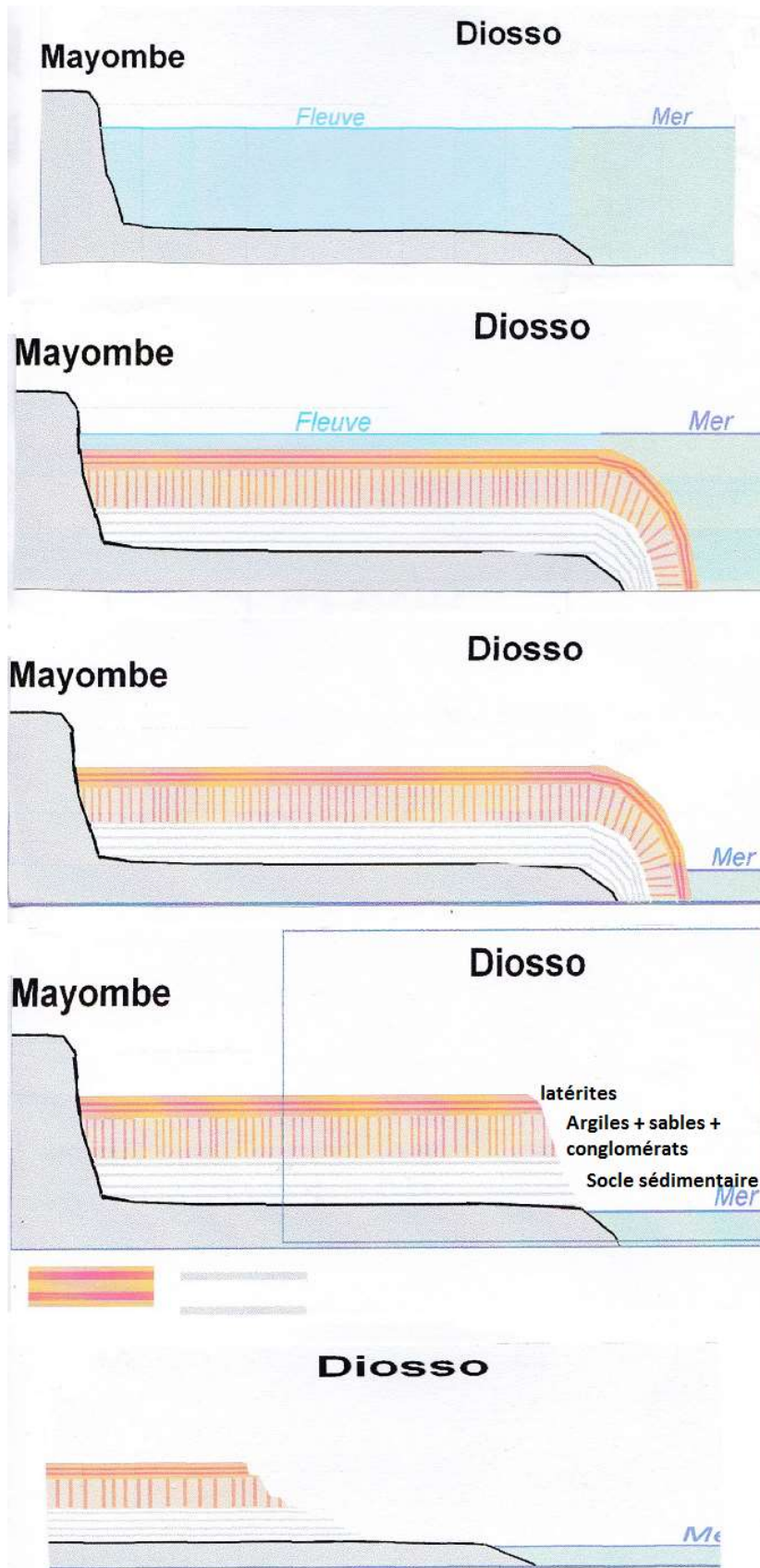


## Document 3 : Coupe des gorges de Diosso (Google earth)





Document 4 : Formation et érosion des gorges de Diosso



## 2) Climat de la région de Diosso et conséquences des pluies

### Document 1 : Climat dans la région de Diosso

Sur cette région règne un climat équatorial de transition, intermédiaire entre le climat équatorial pur et le climat tropical (MOLINIER-1979). Il se caractérise, toutefois, principalement par une alternance de deux saisons bien tranchées : la saison des pluies et la saison sèche. La première, la plus longue, dure d'octobre à mai, la diminution des pluies en décembre et janvier étant trop peu marquée pour que l'on puisse même parler de petites saison sèche. Il tombe en moyenne 1250 mm d'eau par an. La saison pluvieuse est la saison chaude avec des températures souvent supérieures à 25° et des maxima pouvant atteindre 35°.; alors que pendant la saison sèche, la moyenne saisonnière se situe autour de 20°.

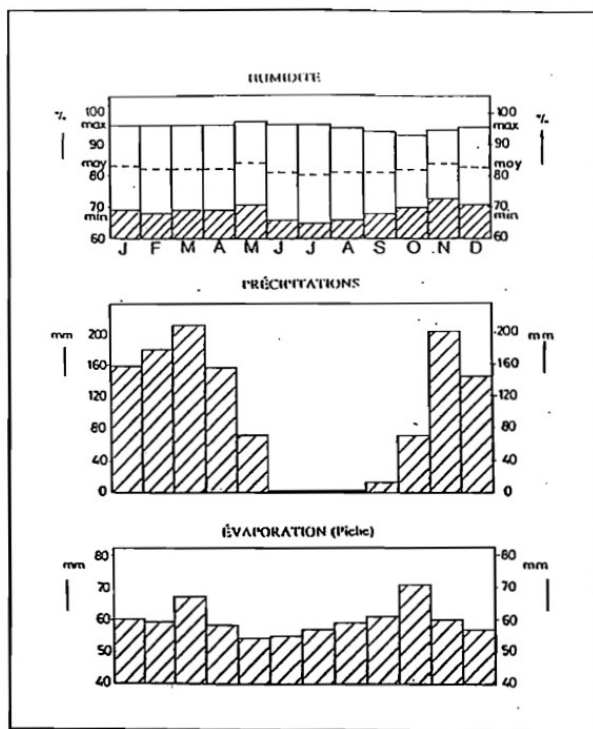


Fig. 2 - Quelques données climatiques de Pointe-Noire (moyennes de 1951 à 1980)

### Document 2 : De fortes pluies causent des inondations et des glissements de terrain au Congo: 10 morts

De très fortes pluies se sont abattues sur les régions de Brazzaville et de Pointe Noire en République Démocratique du Congo. Celles-ci ont causé des inondations et glissements de terrain qui sont à l'origine de la mort de 10 personnes.

Les victimes ont péri piégées dans les décombres de maisons englouties suite aux glissements de terrain, ou noyées par les eaux de ruissellements ou de rivières ayant quitté leurs lits.

Dans le quartier Massengo, situé dans la partie nord de Brazzaville, la capitale du Congo, des sapeurs-pompiers continuaient à fouiller les décombres des maisons écroulées, jusqu'à mercredi en mi-journée, dans l'espoir de retrouver des survivants ou d'extraire des cadavres.

Trois personnes ont trouvé la mort dans ce quartier, parmi eux, deux corps ont été enlevés dans la nuit, avant l'arrivée des services de la sécurité civile, selon des habitants dans la zone. Un autre corps a été extrait au cours de la journée par ces services, selon des sources proches de ce milieu.

Dans la capitale économique, Pointe-Noire, on signale également des morts. Un journaliste joint sur place, citant des témoins dans plusieurs quartiers a évoqué au moins 3 morts.

Source : Africa Global Media

## 3) Végétation à Diosso

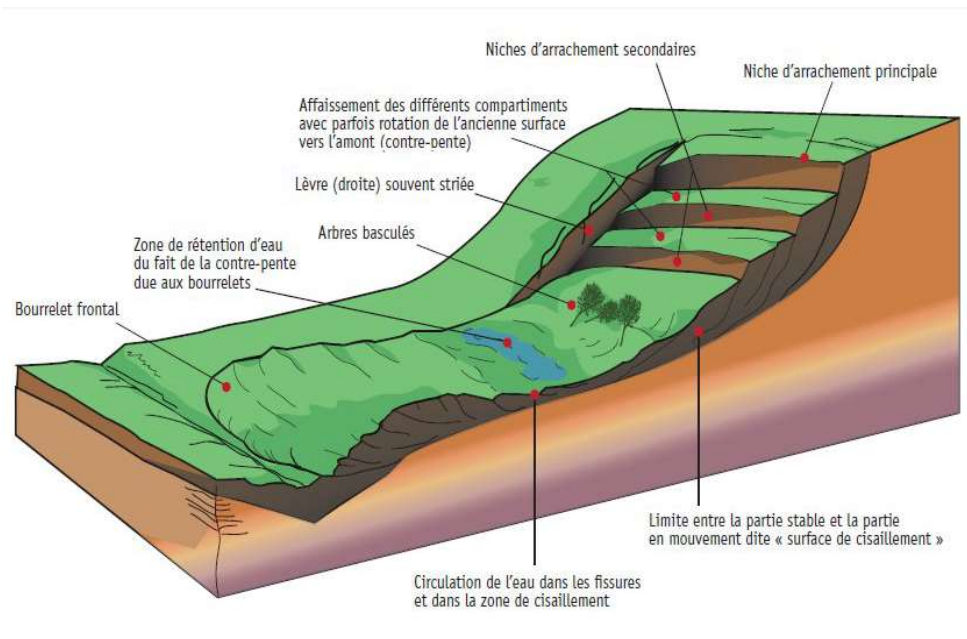
Ces plateaux ondulés proches du littoral sont également recouverts par une mosaïque forêt-savane. Sur le plateau de Diosso, la savane était plus étendue que la forêt jusqu'au début des années 1980. Aujourd'hui la savane est remplacée jusqu'à 80 voire 90%, par les forêts artificielles d'eucalyptus (étude du CRDPI sur la génétique des eucalyptus pour une utilisation dans la papeterie).

## **4) Les glissements de terrain**

### **Document 1 : Définition des glissements de terrain**

Origine des glissements de terrain (FAO : Organisation des Nations Unies)

Les glissements de terrain se produisent lorsque de grandes quantités de terre, roches, sable ou boue s'écoulent rapidement le long des versants des collines ou montagnes. La fréquence de ce phénomène, le plus souvent provoqué par des catastrophes naturelles telles que séismes, éruptions volcaniques, tempêtes de fortes pluies ou cyclones, est en augmentation en raison des pratiques modernes d'utilisation des terres, du changement climatique et de la déforestation.



Le ruissellement est pour la plupart des chercheurs, le point de départ de tous les processus de formation des cirques d'érosion. Il creuse, à la surface du sol des sillons plus ou moins profonds qui, s'approfondissant, se ramifiant ; et se réunissant, deviennent de véritables gorges étroites. Lorsque celle-ci dispose d'un plancher assez large et des rebords bien redressés, le travail direct de l'eau est aidé par la tendance à l'affaissement des masses terreuses qui bordent le haut du précipice ; elles s'éboulent d'où elles sont entraînées à l'état de sables et d'argiles. Le ruissellement joue, par conséquent, un rôle important dans l'édification d'un cirque et dans les glissements de terrain.

### **Document 2 : Origine des glissements de terrain**

#### **1-FACTEURS NATURELS**

Le ruissellement est le facteur naturel déterminant de la dynamique actuelle. "Il n'y a pas d'érosion sans transport, donc sans ruissellement" (ROOSE, 1977). Il ravine les versants, alimente les cours d'eau qui jouent un rôle important dans révolution des cirques. Mais le ruissellement est un produit de la pluie, dépendant largement du comportement des sols et surtout de l'état de recouvrement des versants par la végétation.

##### **1 - 1 LE ROLE DES PLUIES**

Le rôle des pluies est essentiel dans la dynamique actuelle. Outre les ruissellements dont elles sont le facteur primaire, les pluies alimentent également les nappes d'eau souterraines dont les émergences assurent aux rivières une pérennité parfaite en dépit d'une saison sèche de 4 à 5 mois. Les précipitations imbibent enfin les bordures des cirques qui finissent par céder sous le poids de l'eau.

##### **1-2 INFLUENCE DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE.**

Les cours d'eau de la région de Pointe-Noire jouent un rôle considérable dans l'érosion en cirque. Ils assurent en permanence l'évacuation des produits de l'érosion. En effet, si les produits de l'ablation des versants ne sont pas pris en charge par les écoulements, ils s'accumulent au pied de la paroi et sur le plancher des excavations. Il se crée, à long terme, un encombrement des fonds de cirques qui peut être responsable de la stabilisation du cirque.

### 1-3 CARACTERISTIQUES DU COMPLEXE SOL/SOUS-SOL.

La région est formée dans son ensemble de roches sédimentaires. Le niveau supérieur est sableux à 90 - 95 %. Ceci devrait favoriser l'infiltration et réduire les ruissellements. Or ceux-ci sont particulièrement abondants et les caractéristiques des sables le justifie en partie. La première caractéristique qui pondère la perméabilité des sables est l'augmentation en profondeur, de la teneur en argile. Celle-ci passe de 5 à environ 12% entre 15 et 100 cm de profondeur. D'autres paramètres tels l'état de surface (latérites) contribuent à ralentir l'infiltration des eaux de pluie.

### 1 -4 ROLE DU COUVERT VEGETAL

De nombreuses mesures de l'érosion montrent que les sols nus sont plus exposés à l'érosion que les sols sous couvert végétal et que la forêt protège mieux les sols que la savane.

## **2- L'ACTION ANTHROPIQUE ET SON IMPACT DANS LA REGION ETUDIEE.**

L'action de l'homme occupe une place considérable ! dans les phénomènes d'érosion. En Afrique "le facteur anthropique des feux de brousse dessèche le sol, déshydrate les oxydes de fer, peptise et cuit les argiles qui perdent les propriétés plastiques. La résistance du sol au ruissellement est diminuée et sa perméabilité décroît" (TRICART, 1974).

L'activité agricole est, dans l'arrière-pays de Pointe-Noire, un facteur de dégradation des sols. Dans le cadre de la dynamique actuelle, le travail de l'homme provoque, d'une part le déclenchement du ravinement sur les versants, et d'autre part, il maintient sans le vouloir l'érosion dans les cirques actifs. Le travail de l'homme intervient à la fois par la pression démographique et par les techniques agricoles.

### 2-1 LA PRESSION DEMOGRAPHIQUE.

La pression démographique est d'abord liée au gonflement de la population de la ville de Pointe-Noire par l'exode rural. En effet, sur une population régionale estimée à environ 1 millions d'habitants près de 90% des habitants de la région côtière vivent à Pointe-Noire. La population de Pointe-Noire n'était que de 19.200 au recensement de 1949 et de 156.105 au recensement de 1974 et de 800 000 en 2010.

### 2-2 LES TECHNIQUES AGRICOLES.

Les facteurs responsables de l'érosion sont entre autres : les labours qui non seulement arrachent les herbes, système naturel de protection, mais aussi rendent les particules du sol facilement détachables ; les traces des roues des engins laboureurs créent parfois des couloirs préférentiels qui canalisent l'eau de ruissellement; enfin, occupant parfois tout le versant, la longueur des champs, donc des rigoles, est un paramètre qui donne au ruissellement une plus grande agressivité

### CONCLUSION :

Plusieurs facteurs déterminent l'érosion actuelle sur le terrain. En dépit de l'absence des études expérimentales plus précises, on peut retenir que le ruissellement est le facteur principal de l'érosion. Celui-ci est particulièrement abondant sur les versants du bassin côtier, en dépit d'une bonne perméabilité des formations. Le ruissellement s'explique principalement par une grande répétitivité des pluies. Il pleut en moyenne entre 120 et 126 jours par an et un jour sur deux durant la saison des pluies. A ce rythme, le sol n'a pas le temps de se ressuyer entre deux pluies. Ceci favorise le déclenchement presque instantané du ruissellement. A ce paramètre, auquel il faut ajouter les intensités remarquables, s'ajoutent d'autres propres au milieu. Il s'agit principalement de l'état de surface qui présente, à de multiples endroits, des plaques de mousse ou de lichens imperméables et la couverture très discontinue du sol par la végétation. Mais les ruissellements, bien qu'étant abondants, ne durent pas longtemps après l'arrêt de la pluie. L'eau s'infiltré complètement quelques minutes après l'arrêt de la pluie presque aussitôt. Les ruissellements ne sont pas, en outre, érosifs partout. Ils le sont surtout sur les versants pentus des vallées dont la multiplication est également remarquable dans l'arrière-pays de Pointe-Noire. C'est la pente des versants qui donne au ruissellement son caractère agressif. Là encore, il faut tirer plusieurs leçons. D'abord, les grandes ravines produites d'un trait sont le résultat des pluies exceptionnelles, dont les caractéristiques sont à déterminer par des études expérimentales. Ensuite, les traces récentes ou actuelles de ravinement profond s'observent surtout dans les forêts d'Eucalyptus ; rendant ainsi cette activité, économiquement avantageuse, responsable d'un ravinement relativement intense mais qui reste également à étudier.

## **5) Impacts et solutions mises en œuvre**

L'évolution du cirque de Diosso préoccupe à la fois les paysans et les autorités administratives de la région. Pour les paysans, dont le fond du cirque est le principal terroir agricole, son évolution constitue une préoccupation majeure, à cause des ravinements, des glissements de terrain et des épandages de sable qui détruisent souvent les champs. Les cirques d'érosion en général et celui de Diosso en particulier, menacent, par ailleurs, les routes. A Diosso, le lobe de ce cirque, le plus proche de la route nationale qui relie Pointe-Noire à la partie nord de la région, a reculé en moyenne de 2,5m/an. Aucune intervention n'a été faite, la route a été coupée, après avoir été à 100m de la route en 1931 et à 17m en 1983, elle a été coupée au début des années 90. Cela eu un énorme impact car la modification du tracé actuel a été non seulement très onéreuse parce qu'elle nécessitait un détour de plusieurs dizaines de kilomètres pour éviter la zone de concentration des cirques, mais aussi et surtout a entraîné l'enclavement de plusieurs villages. Une réflexion sur les moyens de lutte anti-érosive revêt ainsi un double intérêt : celui de réfléchir aux solutions à apporter à ce problème et celui de fournir aux aménageurs les données géomorphologiques pouvant aider toute intervention. Ainsi, la réflexion sur les opérations à mener pour freiner le recul du cirque nécessite avant tout une interprétation de l'évolution actuelle du cirque et surtout un rappel des mécanismes de cette évolution.

### **QUELQUES PROPOSITIONS D'ORDRE GENERAL POUR LE CONTROLE DE CETTE EROSION**

La stabilisation de ce cirque, à travers les étapes ci-dessus décrites nécessite une intervention massive de l'homme. Il faut mettre en action plusieurs moyens à la fois et les opérations doivent être menées de façon concomitante sur la paroi bordière et le long des arêtes centrales.

#### **Sur la paroi - limite.**

- Réduire ou annuler si possible les ruissellements sur les bords du talus et sur la paroi elle-même par un reboisement du plateau autour du cirque, avec des espèces étudiées pour la circonstance.
- Les arbres doivent être suffisamment éloignés du rebord abrupt, pour éviter que leurs racines ne provoquent des éboulements sur la paroi.
- Interdire le défrichement de la forêt qui remonte la surface du talus et exiger qu'à la base de celui-ci les défrichements laissent toujours une bande forestière d'une dizaine de mètres au moins, au contact de la paroi abrupte et du plancher plus ou moins plat - Boiser les espaces nus de la zone de contact plancher-paroi avec une végétation légère tel *Oxytheutera abissinica* (bambou de Chine), pour réduire les risques de chablis qui sont un facteur accélérant. - Supprimer les gros arbres de la forêt naturelle recouvrant les surfaces inclinées.
- Aménager les chenaux de ruissellement qu'on ne peut dériver.
- Entretenir les pistes qui descendent dans le cirque en les élargissant, en cimentant ou en renforçant le fond par des pierres. Leur profondeur doit être extrêmement faible et les rebords taillés de façon à les rendre moins abrupts. Le tracé de ces pistes doit être étudié à l'avance de façon à éviter les secteurs à risque. Il importe toutefois de réduire au maximum ces sentiers qui peuvent être utilisés comme gouttières par les ruissellements. La paroi continuera à progresser tant qu'elle aura une pente proche de la verticale. Dans les endroits où la pente est encore abrupte, les risques d'effondrement restent intacts et la végétation s'installe difficilement. La stabilisation par la végétation ne peut s'envisager que lorsque la pente du talus est très éloignée de la verticale. C'est pourquoi il faut déclencher les affaissements au bulldozer afin de diminuer la valeur de la pente.

Les interventions à la machine, très coûteuses, ne peuvent être envisagées sur l'ensemble du cirque. Il faut agir sur les secteurs les plus menaçants tel que le lobe représentant un danger imminent pour la route. Il est très improbable que la nature seule réussisse à l'arrêter même si on protégeait la végétation à la base de ce lobe. Sa stabilisation nécessite, ainsi, une intervention directe de l'homme, en diminuant la pente au bulldozer et en boisant le versant obtenu. L'intervention doit s'effectuer pendant la saison sèche tout en accélérant l'enherbement et la croissance des arbres par un arrosage suffisant, un apport d'engrais et surtout par la sélection des espèces à croissance rapide. Entre la route et le rebord du lobe, il importe de construire un fossé de protection pour diminuer les risques de ruissellements intempestifs.

### **Au fond du cirque :**

Pour stabiliser les arêtes centrales, il faut entreprendre les mêmes opérations que sur la paroi, à savoir maintenir les surfaces inclinées sous couverture forestière et boiser ou reboiser les espaces dénudés. Cela nécessite une coopération très large avec les populations rurales qu'il importe d'initier aux méthodes de l'agriculture intensive pour réduire le défrichement des versants inclinés.

Pour les sillons, il faut inventorier les plus actifs et les entrecouper de barrages de pierres, des fascines ou des treilles métalliques. Toute intervention doit être étudiée à l'avance de façon à éviter qu'elle ne déclenche d'autres phénomènes incontrôlables. Il faut par exemple que les barrages érigés n'empêchent pas la circulation de l'eau mais celle des éléments grossiers qui vont permettre le relèvement du niveau de base de chaque sillon. Le long des lignes d'écoulements permanents, il faut dériver les écoulements des bords des arêtes centrales afin d'empêcher leur sapement à la base. En somme, la stabilisation du cirque de Diosso notamment, celle des lobes qui menacent actuellement une partie de la route (une partie est déjà abandonnée), nécessite la mise en place d'un plan d'action destiné à élaborer les méthodes et les moyens de lutte "ami-érosive". L'intervention nécessite, certes, des moyens financiers, mais permettra d'éviter l'isolement d'autres villages, la nouvelle route ayant déjà été construite en contrebas des gorges.



## Correction

Cette étude pourrait débiter par une sortie scolaire, les gorges sont facilement accessibles depuis Pointe-Noire. Elle peut être complétée avec une étude où la vulnérabilité humaine est plus importante et où l'adaptation de l'aménagement du territoire a aussi fait défaut (exemple Xynthia)

### Présentation des aléas, vulnérabilité et risques liés aux glissements de terrain à Diosso

Aléas	Glissements de terrain dans les gorges de Diosso
<b>Prévision</b>	<p><b><u>Météorologie :</u></b> Climat équatorial de transition avec saison des pluies, il tombe 1250 mm par an avec des mois avec des pluies importantes (environ 200 mm). Le climat est chaud avec des températures comprises entre 20 et 30°C. Le ruissellement est important, les nappes souterraines alimentées par les pluies assurent une pérennité des rivières. Les bords de cirques imbibés s'effondrent sous le poids de l'eau.</p> <p><b><u>Géologie :</u></b> Couche sédimentaire avec du teneur en sable de 95% et environ 5% d'argiles. Roche perméable et peu cohérente (facilité d'écroulement) et la latérite de surface et l'argile contribuent au ruissellement.</p> <p><b><u>Végétation :</u></b> Mosaïque de forêt-savanes avec aujourd'hui un remplacement par de la forêt artificielle d'eucalyptus. Peut jouer un rôle dans le ruissellement du fait du peu de couvert végétal.</p> <p><b><u>Activités anthropiques :</u></b> L'agriculture comme les labours entraîne l'érosion des sols Pression démographique très importante dans la région</p> <p><b>Une avancée de l'érosion sur la falaise estimée à 2,5 m/an</b></p>
<b>Vulnérabilité</b>	<p>- Pour les paysans, dont le fond du cirque est le principal terroir agricole, son évolution constitue une préoccupation majeure, à cause des ravinements, des glissements de terrain et des épandages de sable qui détruisent souvent les champs.</p> <p>- Les cirques d'érosion en général et celui de Diosso en particulier, menacent les routes. A Diosso, le lobe de ce cirque, le plus proche de la route nationale qui relie Pointe-Noire à la partie nord de la région, a coupé la route vers 1990. La modification du tracé a été très onéreuse car nécessitait un détour de plusieurs dizaines de kilomètres pour éviter la zone de concentration des cirques, mais aussi et surtout a entraîné l'enclavement de plusieurs villages, la route étant gagnée encore par l'érosion va entraîner encore l'isolement de nouveaux villages.</p>
<b>Protection</b>	<p>Empêcher la construction de maison en bordure des cirques Construire de nouvelles routes non soumises aux glissements de terrains</p>
<b>Risques</b>	Glissements de terrains et destruction des routes et des terrains agricoles
<b>Prévention</b>	<p>- Reboisement sur le plateau autour du cirque avec des espèces limitant le ruissellement. Les arbres doivent être suffisamment éloigné de la falaise pour ne pas accélérer l'érosion avec leurs racines.</p> <p>- Interdire le défrichement de la forêt.</p> <p>- Aménager des canaux de ruissellement</p> <p>- Diminuer la pente avec des bulldozer</p> <p>- Limiter les pistes et les consolider sur les cirques</p>

	- Initier les populations par l'éducation à l'agriculture intensive afin d'éviter le défrichement
--	---