



## Cartographie et modélisation de l'érosion hydrique dans le bassin versant du N'zi (Côte d'Ivoire) par la méthode RUSLE

*Mapping and Modeling of Water Erosion in the N'Zi Watershed (Ivory Coast) using the RUSLE method*

**Kouakou Charles Konan**

Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire

Email: [charlykouakou26@gmail.com](mailto:charlykouakou26@gmail.com)

**Zamblé Armand Tra Bi**

Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire

Email : [zambtra@yahoo.fr](mailto:zambtra@yahoo.fr)

**Résumé :** Le bassin versant du N'zi est soumis à des pressions climatiques et écologiques en constante évolution. L'évolution actuelle de la dégradation s'accompagne d'une intensification croissante de l'érosion hydrique. L'objectif de cette étude est de déterminer les pertes en sol dans le bassin versant du N'zi. Trois catégories de sols ont été soumises à une analyse granulométrique. Les autres éléments qui ont été quantifiés comprennent la topographie (inclinaison), l'intensité des précipitations, la couverture végétale et les actions anti-érosives. Cette étude fait usage des Systèmes d'Information Géographique (SIG) ainsi que de l'Équation Universelle Révisée des Pertes en Sols (RUSLE) en vue de produire une cartographie quantitative des pertes de sols à l'échelle du bassin versant. Dans l'ensemble du bassin, la perte moyenne de sol est de 20 t/ha/an. Environ 33 % des terres agricoles, correspondant à une superficie totale de 1036 km<sup>2</sup>, subissent des taux d'érosion dépassant 20 t/ha/an. Concernant la forêt dense, la classe dominante présente des taux d'érosion allant de 0 à 10 t/ha/an. Cette classe s'étend sur 73 % de l'étendue totale de cette unité. Les pertes les plus significatives sont observées sur les sols moins couverts, représentant plus de 60 % des pertes de sol dans le bassin versant du N'zi. Les importantes disparités spatiales sur de courtes distances confirment l'hétérogénéité spatiale du N'zi.

**Mots-clé:** Taux d'érosion, bassin versant du N'zi, érosion hydrique, pertes en sol, cartographie.

**Abstract:** the N'zi watershed is subject to constantly changing climatic and ecological pressures. The current trend of degradation is accompanied by an increasing intensification of water erosion. Consequently, the aim of this study is to determine soil losses in the N'zi watershed. Three categories of soil were subjected to granulometric analysis. Other elements that were quantified include topography (slope), rainfall intensity, vegetation cover and anti-erosive actions. This study makes use of Geographic Information Systems (GIS) and the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) to produce a quantitative map of soil losses at watershed scale. The average soil loss for the whole catchment is 20 t/ha/year. Around 33% of agricultural land, corresponding to a total area of 1,036 km<sup>2</sup>, suffers erosion rates in excess of 20 t/ha/year. In dense forest, the dominant class has erosion rates ranging from 0 to 10 t/ha/year. This class covers 73% of the total area of this unit. The most significant losses are observed on less-covered soils, accounting for over 60% of soil losses in the N'zi watershed. The significant spatial disparities over short distances confirm the spatial heterogeneity of the N'zi.

**Keywords:** Erosion rates, N'zi watershed, water erosion, soil losses, mapping.

### Introduction

L'eau est une ressource essentielle dont la gestion est liée à celle des autres ressources telles que les sols et la couverture végétale (Ardoin, 2004, p. 14). Les problématiques de gestion de l'eau impliquent donc de connaître à ces échelles les facteurs déterminants qui sont du ressort de la vulnérabilité. En Côte d'Ivoire, en général, l'exploitation des écosystèmes forestiers à des fins agricoles et d'urbanisation engendre une forte évolution de l'occupation du sol et de l'utilisation des terres. En effet, entre 1986 et 2015, 4 449 718 hectares de forêts ont

été perdus, soit environ 14 % du territoire national (FAO, 2020 p. 16). En 2020, les formations forestières occupaient seulement 2,97 millions d'hectares. Quant à l'agriculture, elle occupait plus de 57 % de la superficie du pays (Cuny *et al.*, 2023, p. 26).

Dans ce contexte la perte des terres érodées représente un défi environnemental qui constitue un obstacle significatif au développement durable (Tidiane Dia, 2023). L'érosion hydrique résulte de l'interaction complexe de divers processus, comprenant l'intensité des précipitations, le ruissellement, la topographie, la texture du sol, la couverture végétale, les pratiques agricoles et les aménagements éventuels.

La présente étude a pour objectif de quantifier les pertes de sol dans le bassin versant du N'zi. Pour mener à bien cette étude, une approche intégrant les systèmes d'information géographique (SIG) en combinaison avec la télédétection spatiale a été adoptée. Le modèle empirique RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation), tel que décrit par Renard *et al.* (1991, p. 30-33), a été appliqué. Cette méthodologie a permis de superposer et d'analyser les facteurs synthétisés. Elle offre la possibilité de déterminer et d'analyser les différents facteurs qui influencent l'érosion tels que le facteur d'érosivité des pluies, le facteur d'érodibilité des sols, les pentes, le couvert végétal et les pratiques culturales.

Le bassin versant du N'zi est situé sur le bassin versant du Bandama (Figure 1). Il est compris entre les longitudes 3°49'00" et 5°22'00" Ouest et les latitudes 6°00'00" et 9°25'59" Nord. Il couvre 35 500 km<sup>2</sup> et parcourt 725 km. Le fleuve N'zi, qui prend sa source dans le département de Ferkessédougou au nord à une altitude de 400 m, se déverse dans le Bandama à Tiassalé (Kouassi, 2007, p. 41). La végétation est composée de forêt dense et de forêt défrichée. Le climat est de type subéquatorial et tropical de transition. La température moyenne est comprise entre 25° et 30°. La pluviométrie moyenne de la région est de 1400mm/an. Les sols sont en général des ferralsols (Kouassi, 2007, p. 28).

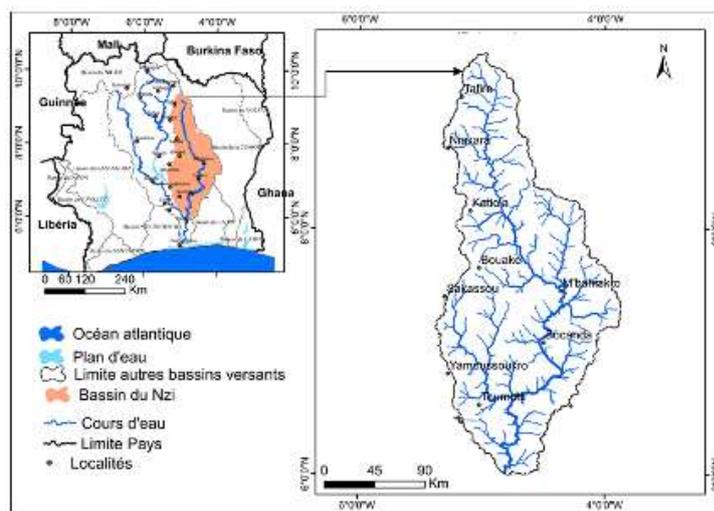


Figure 1. Bassin versant du N'zi (Source : Adapté de BNETD/CCT, 2014)

## 1. Matériels et méthodes

### 1.1. Données de l'étude

#### 1.1.1. Données climatologiques

Le réseau de station sélectionné pour cette étude comprend entre autres des stations pluviométriques et deux postes synoptiques. Ces postes sont choisis par nécessité de disposer de données de bonne qualité sur une longue période.

Les données de précipitations utilisées sont issues de la Société de Développement et Exploitation Aéronautique, Aéroportuaire et Météorologique (SODEXAM). Ce sont les données de pluie annuelle des postes pluviométriques situés sur le bassin du N'zi. Pour assurer une représentation homogène, des stations pluviométriques ont été sélectionnées dans les trois régions climatiques du N'zi. Par conséquent, le Nord du N'zi qui représente le climat tropical de transition, les stations de Mbengué, Korhogo, Ferkessedougou et Ouangolodougou ont été choisies. Des stations telles que Bouaké, Bouaflé et Dimbokro ont été sélectionnées au centre où prédomine un climat tropical humide. Dans le Sud, caractérisé par un climat subéquatorial, des stations telles que Tiassalé et Grand-Lahou ont été choisies. Les données pluviométriques relevées s'étendent sur la période 1960 à 2020.

### 1.1.2. Données pour la cartographie de l'occupation du sol du bassin du Bandama

Les images de haute résolution spatiale (30 m) utilisées pour cette étude sont issues des scènes des images Landsat TM (Thematic Mapper) et Landsat OLI (Operational Land Imager) (Tableau 1).

Données	Landsat 4-TM	Landsat 8 OLI
Date d'acquisition	06 janvier 1990	16 janvier 2020
Nombre de bandes	7 bandes	11 bandes
Capteur	Radiomètre TM	Radiomètre OLI et TIRS
Résolution spatiale (en m)	30 m x 30 m sauf TIR 120 m x 120 m	30 m x 30 m sauf TIR 100 m x 100 m et PAN 15 m x 15 m
Couverture au sol	185 km x 185 km	185 km x 185 km
Cycle orbital	16 jours	16 jours

**Tableau 1.** Caractéristiques des images Landsat utilisées (Source : Images Landsat, 1990 et 2020).

Landsat TM observe dans 7 bandes spectrales en lumière visible et infrarouge (FAO, 2017, p. 7). OLI est un radiomètre multispectral qui acquiert des images dans neuf bandes spectrales allant du visible au moyen infrarouge (Mustapha, 2015, p. 288). Il faut préciser que ces images ont été acquises gratuitement sur le site américain <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Des scènes de Landsat TM et Landsat OLI ont permis de faire une analyse détaillée de la dynamique de l'occupation du sol du Bandama. Ces images sont acquises pendant le mois de janvier des années 1990 et 2020. Le choix de la date d'acquisition en saison sèche permet d'avoir des images de bonne qualité. Ainsi, l'exploitation de ces données multi-sources a permis d'établir une allure générale et plus détaillée de l'occupation et l'utilisation du sol du bassin versant du Bandama.

### 1.1.3. Données morphométriques et géologiques

Les données topographiques et hydrographiques sont issues d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) téléchargées sur le site [www.earthexplore.fr](http://www.earthexplore.fr). Ces images ont une résolution spatiale de 30m et sont présentées sous forme de tuiles de 5 degrés x 5 degrés dans le système de coordonnées longitude/latitude, WGS84. Cette image a permis d'extraire les caractéristiques morphométriques (altitudes, pentes, réseau hydrographique, limites des sous bassins versants, etc.). En ce qui concerne les données pédologiques et géologiques du bassin versant du Bandama, les cartes pédologiques à l'échelle 1/500 000 de la Côte d'Ivoire réalisées par Perraud (1971, p. 271) ont été utilisées.

## 1.2. Méthode de traitement des données

### 1.2.1. Méthode de cartographie et d'analyse du changement de l'occupation du sol

La technique de comparaison diachronique des images satellitaires a permis d'identifier les modifications de l'occupation du sol. Cette technique consiste à classer deux scènes de dates distinctes. La méthode de classification supervisée par maximum de vraisemblance a abouti à l'identification de six catégories d'occupation du sol : forêt dense, cultures, forêt claire/savane arborée, savanes arbustive/herbeuse, sols nus/habitat, et plans d'eau/zones humides. La validation des classifications a été réalisée à l'aide de la matrice de confusion et de l'indice Kappa, ce dernier mesurant la concordance entre les données classées et les données de référence, et variant de 0 à 1. L'analyse statistique des données d'occupation du sol repose sur le calcul de ratios. Le calcul de la surface de différentes classes créées se fait de façon automatique. Pour ce faire, le taux de variations spatiotemporelles des différentes classes a été évalué. La formule appliquée par Bweya *et al.* (2019, p. 3) a été utilisée :

$$TAG = \frac{P_n - P_0}{P_0}$$

où P<sub>n</sub> indique la superficie finale et P<sub>0</sub> la superficie initiale

### 1.2.2. Méthode de quantification de l'érosion des terres

La méthode utilisée pour cartographier la sensibilité des sols à l'érosion hydrique dans le bassin versant du N'zi repose sur l'équation RUSLE (Équation Universelle Révisée de la Perte de Sol) (Mazouzi *et al.*, 2021, p. 6). Plusieurs chercheurs, particulièrement en Côte d'Ivoire, ont adopté cette méthode pour l'évaluation et la cartographie du risque d'érosion hydrique (N'go *et al.*, 2018, p. 3). L'équation Universelle Révisée des Perte en Sol (RUSLE) est exprimée comme suit:

$$A = R * K * LS * C * P$$

Avec A : Taux annuel de perte en sol (t/ha/an); R : Facteur d'érosivité des pluies; K : Facteur d'érodibilité des sols; LS : Facteur de topographie (Longueur et inclinaison de la pente); C : Facteur du couvert végétal; P : Facteur des pratiques culturales antiérosives.

Le manque de données sur l'énergie cinétique (Ec) et l'intensité moyenne des précipitations de 30 mm rend impossible l'application de la formule de Wischmeier. Ainsi, l'érosivité des pluies, désignée par le facteur R, a été évaluée selon la formule de Rango et Arnoldus (1987), cité par Mazouzi *et al.* (2021, p. 6). qui exige l'utilisation des données météorologiques sous forme des moyennes mensuelles et annuelles. Sa formule est la suivante :

$$\log R = 1,74 \cdot \log \Sigma (P_i^2 / P) + 1,29$$

Avec: **R** : Agressivité des pluies; P<sub>i</sub> : Moyenne des précipitations mensuelles (mm); **P** : Moyenne des hauteurs de précipitations annuelles (mm). **K** ; Facteur de l'érodibilité des sols exprimés (t.h/ha/MJ/mm). Il est fonction de la texture, de la teneur en matière organique et de la perméabilité du sol (N'go *et al.*, 2018, p.3). **LS** est le facteur qui représente l'inclinaison (S en %) et la longueur de pente (L en m) (N'go *et al.*, 2018, p. 3). Il représente l'effet de la géomorphologie sur l'érosion hydrique. Le facteur **C** se base sur la densité et la hauteur du couvert végétal (N'go *et al.*, 2018, p. 3). Les valeurs de C oscillent entre 0,001 pour un sol totalement couvert et 1 pour un sol en jachère (Mazouzi *et al.*, 2021, p. 6). Le facteur P représente l'impact des techniques agricoles qui contribuent à diminuer le volume et la rapidité des eaux, ce qui réduit le niveau de ruissellement et, par conséquent, le niveau d'érosion. Étant donné l'absence de données concernant les mesures antiérosives, un facteur P de 1 a été assigné à l'intégralité du bassin versant. comme l'ont fait Mazouzi *et al.*, (2021, p. 6).

## 2. Resultat et discussion

### 2.1. Des facteurs d'érosion dans le bassin versant du N'zi

L'analyse des données pluviométriques issues des différentes stations climatiques a révélé une distribution inégale des précipitations dans le temps et dans l'espace, avec des précipitations moyennes annuelles oscillant entre 1000 mm et 1400 mm de pluie (figure 2).

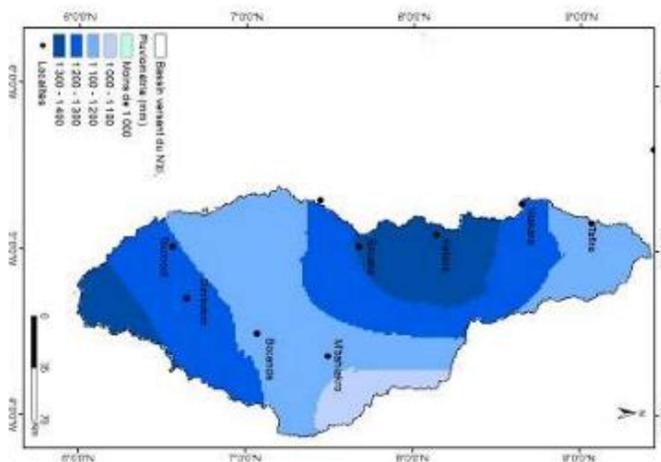


Figure 2. Moyenne pluviométrique de 1960 à 2020 dans le bassin du N'zi (source: SODEXAM, 2020)

La baisse des hauteurs moyennes annuelles de pluie est observée, de l'aval vers l'amont du bassin, suivant le gradient Sud-Ouest/Nord-Est. Entre 1960 et 2020, à la station de Bouaké, les indices d'érosivité les plus élevés sont enregistrés en 1985 et en 2019 avec respectivement les intensités de 711 mm/h et 815 mm/h. Pendant cette période, l'indice d'érosivité moyen enregistré est de 554 mm/h. Cette moyenne de l'intensité de pluie calculé est proche de celle déterminé par Roose (1975, p. 18) estimée à 520 mm/h. Quant à l'indice d'érosivité le plus faible, il est de 363 mm/h avec une quantité pluviométrique d'environ 727 mm de pluie. À l'amont du N'zi, l'indice R(m) moyen obtenu de 1960 à 2020 est de 541 mm/h à Tafiré et 560 mm/h à Niakara. A ces deux station pluviométrique, l'indice d'érosivité maximum enregistré est de 810 à Niakara en 1963 et de 711 à Tafiré, en 1963. Ces pluies sont qualifiées comme étant parfois « des pluies abondantes d'orage » (Eldin, 1971 ; p. 80) ce qui les rend abrasives pour le sol. Dans un cadre tropical, ces intensités semblent significatives.

Le bassin versant du N'zi est constitué à 51 % de sol ferralitique moyennement desaturé, à 25 % de sol ferralitique et à 24 % de sols ferrugineux tropicaux. Les affleurements de cuirasse ferrugineuse dans le bassin du N'zi constituent un facteur influençant la capacité d'infiltration dans la mesure où ils sont caractérisé par une induration formée par des sesquioxydes de fer sous l'effet de forte température et évaporation (Perraud, 1971, p. 271). L'analyse des données révèle différentes valeurs du facteur d'érodibilité (K) en fonction des types de sol (figure 3). La variation de ces valeurs montre des disparités dans la sensibilité à l'érosion des sols. Dans le bassin versant du N'zi, le facteur d'érodibilité du sol K varie de 0,012 à 0,02. Les valeurs les plus élevées de K montrent une plus grande sensibilité à l'érosion.

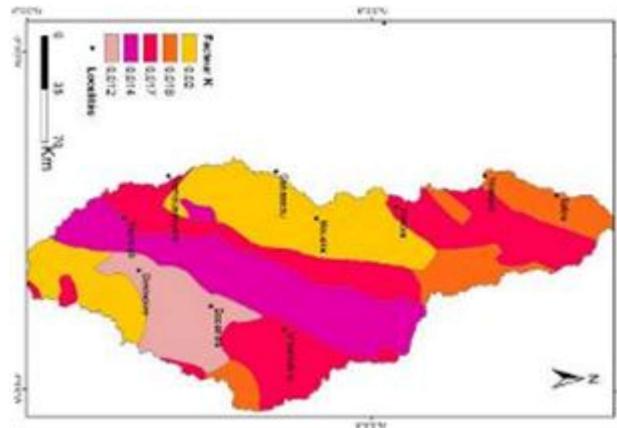


Figure 3. Répartition du facteur d'érodibilité dans le bassin du N'zi (source: Peraud, 1971)

La figure 4 illustre la prédominance des pentes faibles dans le bassin du N'zi. Toutefois, au-delà de 2 %, les pentes restent significatives et peuvent avoir un impact important sur le ruissellement (Yéo *et al.*, 2022, pp. 2-5). En effet, plus de 70 % du bassin versant du N'zi est couvert par des pentes supérieures à ce seuil. Ainsi, en l'absence du couvert végétal, même une averse de faible intensité peut provoquer un ruissellement important sur des pentes considérées comme faibles.

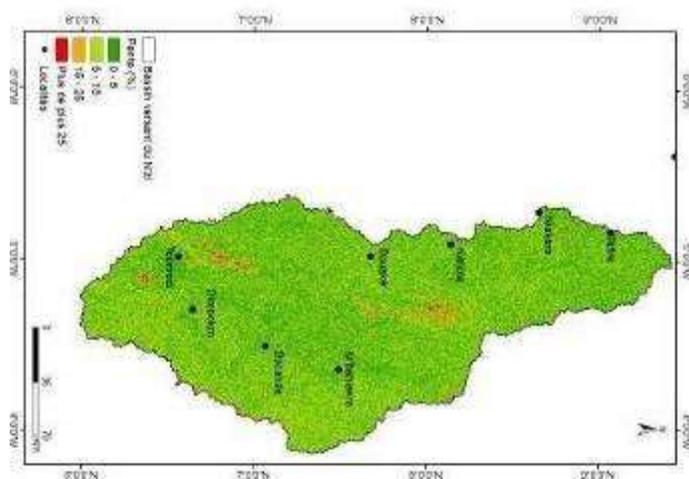


Figure 4. Répartition des pentes dans le bassin du N'zi (source : Images ASTER, 2020)

La végétation du bassin du N'zi est composée de savane, de forêt et des surfaces de cultures agricoles (Tableau2). La végétation savanicole constitue 43 % de la surface totale du bassin du N'zi en 1990 et 55 % en 2020. Les savanes s'étendent du Nord du bassin à Tiassalé. Cependant, le Sud-Est du bassin est moins recouvert par celle-ci.

Type d'occupation du sol	Superficie 1990(km <sup>2</sup> )		Superficie 2020(km <sup>2</sup> )		Ecart (km <sup>2</sup> )	Taux de variation (%)
Culture	2783	8%	4260	12%	1477	53
Eau	114	0,3%	103	0,2%	-11	-10
Savane arbustive et/ou savane herbeuse	15114	43%	19525	55%	4411	29
Sol nu et/ou habitat	388	1%	710	2%	322	83
Forêt claire et/ou savane arborée	4645	13%	2382	7%	-2263	-49
Forêt dense	12456	35%	8520	24%	-3936	-32

Tableau 2. Variation de l'occupation du sol du bassin versant du N'zi en 1990 et 2020 (Source : Image Landsat, janvier 1990 et 2020)

En plus des savanes, la forêt constituait 35 % de la végétation du bassin versant du N'zi. La forêt se cantonne à Yamoussoukro et au Sud de Dabakala jusqu' à Tiassalé. La figure 5 met en évidence la surface des types d'occupation du sol et leur taux de variation entre 1990 et 2020. En 1990 et 2020, la surface des forêts claires et savanes arborées a baissé de 49 %. Les superficies consacrées aux cultures ont augmenté de plus de 53 % entre 1990 et 2020. Les défrichements à des fins agricoles se font jusqu'aux abords des cours d'eau, ce qui entraîne la destruction des galeries forestières et végétation naturelle qui ont régressé de 32 % entre 1990 et 2020. Cette dynamique apparaît sur la figure 5 où la forêt dense a pratiquement disparu en 2020 alors qu'elle était bien préservée dans le Centre et au Sud du bassin versant du N'zi.

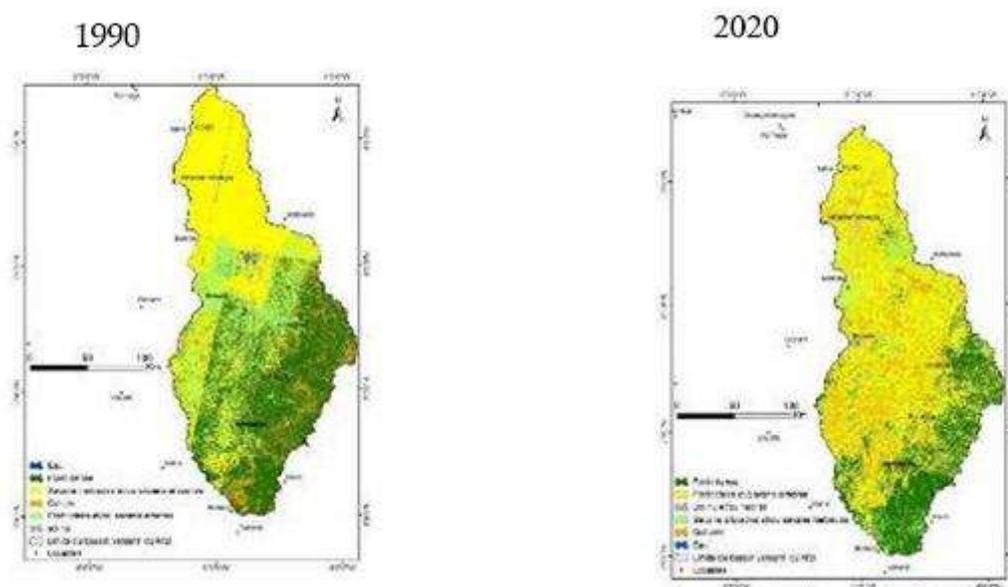
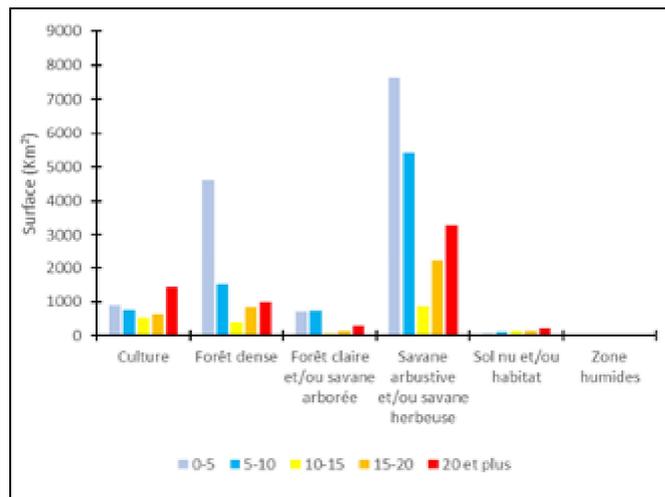


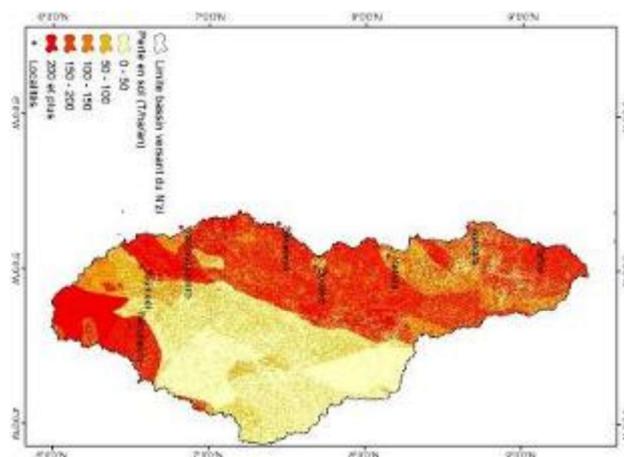
Figure 5. Occupation du sol du bassin versant du N'zi en 1990 et 2020 (Source : Image Landsat, 1990 et 2020)

## 2.2. Pertes en sol selon l'occupation dans le bassin versant du N'zi

L'analyse de la figure 7 montre que l'ensemble de la zone d'étude est soumis à la perte des sols. La réalité montre aussi que les pertes sont plus actives que les différentes catégories d'occupation du sol ont subi des changements profonds (figure 6). La végétation savanicole enregistre les plus fortes pertes de sol. Elle contribue à environ 56 % des pertes de sol du bassin versant du N'zi. La classe d'érosion de plus de 15 t/ha/an contribue à 28 % des pertes de sol sur savanes arbustives et/ou savanes herbeuses. D'autres auteurs ont également obtenu des valeurs similaires de pertes en sol dans le bassin de la Mé au Sud-Est de la Côte d'Ivoire. Ainsi, Kouadio *et al.* (2018, pp. 3-5) ont montré que les effets combinés des conditions pédoclimatiques, la dégradation du couvert végétal sur des sols fragiles, la topographie accidentée et l'absence de pratiques anti-érosives seraient à la base de l'érosion hydrique dans le bassin versant.



**Figure 6.** Variation des pertes de sol en fonction de l'occupation du sol dans le bassin versant du N'zi en 2020 (Source : Image Landsat, Aster et données terrain)



**Figure 7.** Répartition des pertes de sol dans le bassin versant du N'zi en 2020 (Source : Image Landsat, Aster et données terrain)

La carte des pertes de sol du N'zi indique que les pertes de plus de 15 t/ha/an occupent plus de 50 % du bassin. Concernant la forêt dense, la classe la plus fréquente est de 0 à 10 t/ha/an avec une proportion de 73 % de la superficie totale de l'unité. Ce résultat est corroboré par Meledje et al (2014, p. 1292) qui ont montré dans leurs travaux que des pertes de sol moins importantes sont observées sous un couvert végétal dense, comme les forêts, tandis que les pertes les plus élevées sont associées aux sols nus. Les taux d'érosion de plus de 20 t/ha/an occupent environ 33 % des zones de culture avec 1036 km<sup>2</sup>. Au niveau des zones d'habitation et des sols nus, la classe 20 t/ha/an est la plus fréquente. Sa superficie est de 207 Km<sup>2</sup> et contribue à 32 % des pertes de l'unité. Ainsi, proche du N'zi et de ses affluents, de nombreux espaces sont disséqués (figure 8). Bien que les pentes soient de l'ordre de 5 %, le ravinement est très actif car les sols sont moins couverts. Il y a alors érosion par incision puis par creusement. Les horizons superficiels se désagrègent en raison de la disparition sélective des matières organiques et des argiles, révélant une couche de sable et de gravier qui est plus claire que l'horizon humifère sous-jacent. La figure 8 illustre ce mécanisme.



**Figure 8.** Rigole formée sur un sol peu couvert en amont du N'zi à Kissankaha (Cliché : Konan K. Charles, avril 2021)

Les types de couvert végétal déterminent la contribution spécifique du ruissellement. L'augmentation des sols nus et des cultures s'est traduite par une nette aggravation des pertes de sols. Le seuil de tolérance à 7 t/ha/an permet de conclure que la plus grande partie du bassin est exposée à des érosions importantes. Les pertes générées constituent un risque important à moyen et long terme de sédimentation au niveau des cours d'eau du bassin versant du N'zi.

### Conclusions

Les résultats des analyses montrent que les principaux modes de variabilité des pertes de sol dans le N'zi sont le résultat d'une influence de la dynamique de l'occupation du sol, de la pluviométrie, des pentes et des types de sols. L'analyse des valeurs moyennes des quantités pluviométriques révèle une inégale répartition de la pluviométrie dans le bassin versant. Les valeurs du facteur d'érosivité R sont très élevées ; en effet, le bassin présente des valeurs qui varient entre 300 et 800 mm/h, avec un gradient de l'aval vers l'amont. De même, le facteur d'érodibilité K présente des valeurs qui varient entre 0,012 et 0,02. Cette analyse a montré aussi que l'occupation du sol du bassin versant du N'zi a connu des évolutions importantes pendant les 20 dernières années. Elle affiche une augmentation de la surface des cultures (53 %) et des zones dénudées (83 %), au détriment des forêts denses. Celle-ci a subi la plus forte perte en valeur absolue, puisqu'entre 1990 et 2020, plus de 32 % de sa surface ont essentiellement été transformés en surface de culture, de forêt claire et/ou savane arborée et de savane arbustive et/ou savane herbeuse. Le couvert végétal moins dense du N'zi produit de plus en plus des sédiments pour bonder le lit des cours d'eau. Par conséquent, il est recommandé de mettre en œuvre d'importantes pratiques anti-érosives pour la conservation des sols.

### Références bibliographiques

- Ardoin, B. S., (2004). *Variabilité hydroclimatique et impacts sur les ressources en eau de grands bassins hydrographiques en zone soudano-sahélienne*. [Thèse de l'Université de Montpellier II], <https://theses.hal.science/tel-00568025/> (Consulté le 11/05/2023).
- Bweya, M. N., Musavandalo, M. C. & Sahani, M., (2019). Analyse de la dynamique spatio-temporelle du paysage forestier de la région de Beni (Nord-Kivu, RDC). *Geo-Eco-Trop.*, 43 (1), 171-184. [https://www.geocotrop.be/uploads/publications/pub\\_431\\_13.pdf](https://www.geocotrop.be/uploads/publications/pub_431_13.pdf), (Consulté le 11/05/2023).
- Cuny, P., Plancheron, F., Abraham, B., Kouacou, E. et Morneau, F., (2023). La forêt et la faune de Côte d'Ivoire dans une situation alarmante – Synthèse des résultats de

- l'Inventaire forestier et faunique national. *Bois et Forêts des Tropiques*, 355, 47-72. <https://doi.org/10.19182/bft2023.355.a36939>
- Dia, A., T., (2023). Cartographie et Modélisation de l'Érosion Hydrique dans le Bassin-Versant de Ogo (Nord-est du Sénégal) par Approche Statistique Bivariée de la Valeur Informatrice et Ratio de Fréquence). *European Scientific Journal*, ESJ, 19 (6), 222. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n6p222>
- Eldin, M., (1971) Le climat. In J. M. Avenard, M. Eldin et al. (Eds.), *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire*, (p. 77-108). <http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:16372>, (Consulté le 11/05/2023).
- FAO, (2020). *Global Forest Resources Assessment 2020*. FAO, <https://doi.org/10.4060/ca9825en>
- Kouadio, Z. A., N'go, Y. A., Djè, K. B., Adou, K. P. X., Goula, B. T. A. Savané, I. (2018). Spatial Analysis of Erosive Runoff in the Mé Watershed (Côte d'Ivoire), *JOWSET*, 3 (02), 376-382, <https://revues.imist.ma/index.php/JOWSET/article/view/13775>, (Consulté le 05/01/2024).
- Kouassi, A., M., (2007). *Caractérisation d'une modification éventuelle de la relation pluie-débit et ses impacts sur les ressources en eau en Afrique de l'Ouest : cas du bassin versant du N'zi (Bandama) en Côte d'Ivoire*. [Thèse de Doctorat de l'Université de Cocody], [10.4000/physio-geo.1163](https://doi.org/10.4000/physio-geo.1163).
- Mazouzi, K., EL Hmaid, A., Bouabid, R., EL Faleh El M., (2021). Quantification de l'érosion hydrique, par la méthode RUSLE, au niveau du bassin versant de l'Oued Mikkès en amont du barrage Sidi Chahed (région de Meknès, Maroc) , *European Scientific Journal ESJ*, 17, (14), 21. <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p256>
- Mélédje, N., H., Kouassi, K., L., N'goh, Y., A., Kouassi, K., M., Savane, I. et AKA, K., (2014). Caractérisation des apports sédimentaires et morphologie du lac du barrage hydroélectrique d'Ayamé 1 (Sud-Est de la Côte d'Ivoire), *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8(3), 1290-1307. [10.4314/ijbcs.v8i3.42](https://doi.org/10.4314/ijbcs.v8i3.42)
- Mustapha M., (2015). *Etude de l'évapotranspiration dans le bassin versant de Mejerda (en Tunisie) : apport de la télédétection satellitaire et des Systèmes d'Information Géographique*, [Thèse de doctorat de Géographie. Université Rennes 2]. <https://theses.fr/2015REN20050> (Consulté le 11/05/2023).
- N'go, A., Y., Kouadio, A., Z., Deguy, A., J., P., Sié, H., A., Bi Tié, G., A., and Issiaka, S., (2018). Influence de la dynamique de l'occupation du sol sur la quantité de perte de sol au sud du bassin versant du Sassandra (cote d'ivoire), *International Journal of Advanced Research*, 6(4), 830-838 [10.21474/IJAR01/6918](https://doi.org/10.21474/IJAR01/6918)
- Perraud, A. (1971). Les sols. In Avenard, J., M., Eldin, M., (Eds.), *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire* (pp. 269-390). <http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:16372> (Consulté le 15/05/2023).
- Rango, A. & Arnoldus, H.M.J., (1987). *Aménagement des bassins versants*. FAO.
- Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A. and Porter, J.P. (1991). RUSLE: Revised Universal Soil Loss Equation. *Journal of Soil and Water Conservation*, 46, 30-33. [www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00224561.1994.12456855](http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00224561.1994.12456855), (Consulté le 15/05/2023).
- Roose E., (1975, 30 juin - 4 juillet). Application de l'équation de prévision de l'érosion de Wischmeier et Smith en Afrique de l'Ouest [Communication]. Colloque sur la conservation et aménagement du sol dans les tropiques humides, Adiopodoumé, – Ibadan, [https://www.horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/divers11-05/08469.pdf](https://www.horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers11-05/08469.pdf) (Consulté le 15/05/2023).
- Yao, K., L., Kouakou, K., Kouassi, A. M., and Gngangouin, A., (2022). Analyse des risques d'agressivités pluviométriques sur les sols du bassin versant du N'zi (Côte d'Ivoire),

*International Journal of Innovation and Applied Studies*, 38 (2), 454-469.  
<https://larhyss.net/ojs/index.php/larhyss/article/view/527> (Consulté le 05/01/2024).