



Facteurs Géographiques Explicatifs des Inondations en Milieu Urbain: Cas du Bassin Versant du Cours d'eau Goley a Sinfra (Centre-Ouest Côte d'Ivoire)

Kouassi Albert Adaye

Assistant au département de géographie,
Université Jean Lorougnon Guede de Daloa, Côte d'Ivoire

N'Guessan Simon Andon

Département de géographie, Maître-Assistant,
Université Peleforo Gon Coulibaly, Côte d'Ivoire

Quonan Christian Yao-Kouassi

Maître-Assistant,
Chercheur permanent-Coordonnateur du groupe de recherche PoSTer,
Université Jean Lorougnon Guede de Daloa, Côte d'Ivoire

[Doi: 10.19044/esipreprint.7.2022.p269](https://doi.org/10.19044/esipreprint.7.2022.p269)

Approved: 12 July 2022

Posted: 14 July 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND
4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Adaye K.A., Andon N.S., Yao-Kouassi Q.C. (2022). *Facteurs Géographiques Explicatifs des Inondations en Milieu Urbain: Cas du Bassin Versant du Cours d'eau Goley a Sinfra (Centre-Ouest Côte d'Ivoire)*. ESI Preprints.

<https://doi.org/10.19044/esipreprint.7.2022.p269>

Résumé

Cette étude géographique qui a allié le système d'Information géographique (SIG) et les enquêtes socio-culturelles de terrain révèle que les inondations urbaines du cours d'eau Goley de Sinfra ne sont liées à la forme de son bassin versant mais au mode d'occupation de cet espace. Le mode d'occupation de la surface du bassin versant est à l'origine des facteurs comme l'imperméabilisation de l'espace par l'urbanisation induisant une grande quantité d'eau ruisselée, le désordre urbanistique matérialisé par les installations des habitats hors lotissement dans les servitudes et lits du réseau hydrographique dédiés au fonctionnement hydrologique du cours d'eau.

L'anthropisation anarchique des servitudes et lits urbains du Goley, l'absence d'aménagements de ces derniers contre les inondations, la présence de divers aménagements dont des voiries aux ponts obstrués par la matière plastique formant des digues de barrage et les acteurs gestionnaires de cet espace sont les facteurs explicatifs des inondations urbaines du Goley à Sinfra. La sacralisation d'une partie du tronçon du réseau hydrographique urbain du Goley montre la mainmise des populations sur cet espace et heurte d'avance tout projet d'aménagement du cours d'eau Goley contre les inondations dans le bassin versant urbain.

Mots clés: Bassin versant urbain du Goley, inondation, habitats, lits et la servitude, Sinfra

Geographical Factors Explaining Urban Flooding: Case of the Goley River Watershed in Sinfra (Midwest Côte d'Ivoire)

Kouassi Albert Adaye

Assistant au département de géographie,
Université Jean Lorougnon Guede de Daloa, Côte d'Ivoire

N'Guessan Simon Andon

Département de géographie, Maître-Assistant,
Université Peleforo Gon Coulibaly, Côte d'Ivoire

Quonan Christian Yao-Kouassi

Maître-Assistant,
Chercheur permanent-Coordonnateur du groupe de recherche PoSTer,
Université Jean Lorougnon Guede de Daloa, Côte d'Ivoire

Abstract

This geographical study, which combined the GIS (Geographic Information System) and field surveys, reveals that the urban flooding of the Goley de Sinfra stream is not linked to the shape of its watershed but to the mode of occupation of this space. The mode of occupation of the surface of the watershed is at the origin of factors such as the sealing of space by urbanization inducing a large quantity of runoff water, the urban disorder materialized by the installations of habitats outside subdivisions in the easements and beds of the hydrographic network dedicated to the hydrological functioning of the watercourse. The anarchic anthropization of easements and urban beds in the Goley, the lack of development of the latter against floods, the presence of various developments including roads with bridges obstructed by plastic material forming dams and the actors managing

this space are the explanatory factors of urban flooding in the Goley to Sinfra. The sacralization of part of the section of the Goley urban hydrographic network shows the control of the populations on this space and clashes in advance with any project to develop the Goley watercourse against flooding in the urban catchment area.

Keywords: Goley urban catchment, flooding, habitats, beds and easement, Sinfra

Introduction

Parlant du rôle des conditions naturelles dans la géographie du sous-développement (Y. LACOSTE, 1976, P.127) constate que « les réflexions sur le sous-développement n'y font pas références dès qu'il s'agit de mettre en œuvre un programme de développement dans une région... c'est dans une grande mesure aux difficultés "naturelles" qu'il faut s'attaquer : ...problème de lutte contre la submersion... ». L'homme s'installe toujours à proximité d'un point ou d'un cours d'eau qui lui sert comme source d'approvisionnement en eau, car l'homme ne peut vivre sans eau. Partant de ces constats et avec le temps, l'extension spatiale des sites humains finissent par rattraper et intégrer les points ou cours d'eau dans le tissu urbain. Ainsi, les espaces des cours d'eau sont incorporés, parfois sans des dispositions ou aménagements adéquats au sein de nombreux tissus urbains ivoiriens posant des problèmes d'insécurité diverses dominées par les inondations récurrentes et meurtrières en période de saisons pluvieuses, malgré les avertissements et les sensibilisations de l'Etat ivoirien. La ville de Sinfra n'échappe pas à ces inondations récurrentes et spontanées qui exposent les populations locales à ces risques naturels. C'est donc pour comprendre les raisons géographiques des inondations des villes, à l'image de Sinfra, que cette étude a été initiée. Au plan de la recherche scientifique, elle s'inscrit dans le programme 10 de recherche sur la Gestion Intégrée des Ressources en Eau de la Côte d'Ivoire qui vise la prévention des inondations (République de Côte d'Ivoire, Ministère des Eaux et Forêts, 2003, P.56). En effet, Sinfra est l'une des villes du Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire qui subit de nombreuses inondations fréquentes dans des différentes parties de son site urbain riverain au cours d'eau Goley. L'espace urbain de Sinfra est drainé par des bassins versants ayant des cours d'eau constitués des « bas-fonds et des marigots aux débits importants pendant la saison des pluies » (BNETD, 1997, P.9) qui font le beau et le mauvais temps des inondations de la ville pendant les saisons pluvieuses. Cette étude veut savoir quels sont les fondements géographiques des inondations urbaines du Goley ? Elle veut connaître les raisons des inondations du Goley dans le milieu urbain. En s'appuyant sur les études de J. GOGUUEL (1980, p.99), cette recherche veut savoir si les facteurs des

inondations dans les quartiers riverains du Goley de Sinfra sont liés à la forme du bassin versant ou à l'urbanisation matérialisée par l'anthropisation des espaces des lits et des servitudes dédiés au fonctionnement hydrologique du cours d'eau urbain par le plan du schéma directeur. Ainsi, elle se pose la question de savoir quelles sont les caractéristiques du bassin versant urbain du cours d'eau Goley de Sinfra ? Quels sont les éléments qui concourent aux inondations dans le bassin versant urbain de Goley ?

Méthodologie

Présentation de la Zone d'Etude

Notre site d'étude est situé au Centre Ouest de la Côte d'Ivoire dans la zone de la ligne de partage des eaux des bassins versants du Bandama à l'Est et du Sassandra à l'Ouest (figure 1). Cette zone est située dans l'espace du cours moyen des deux fleuves.

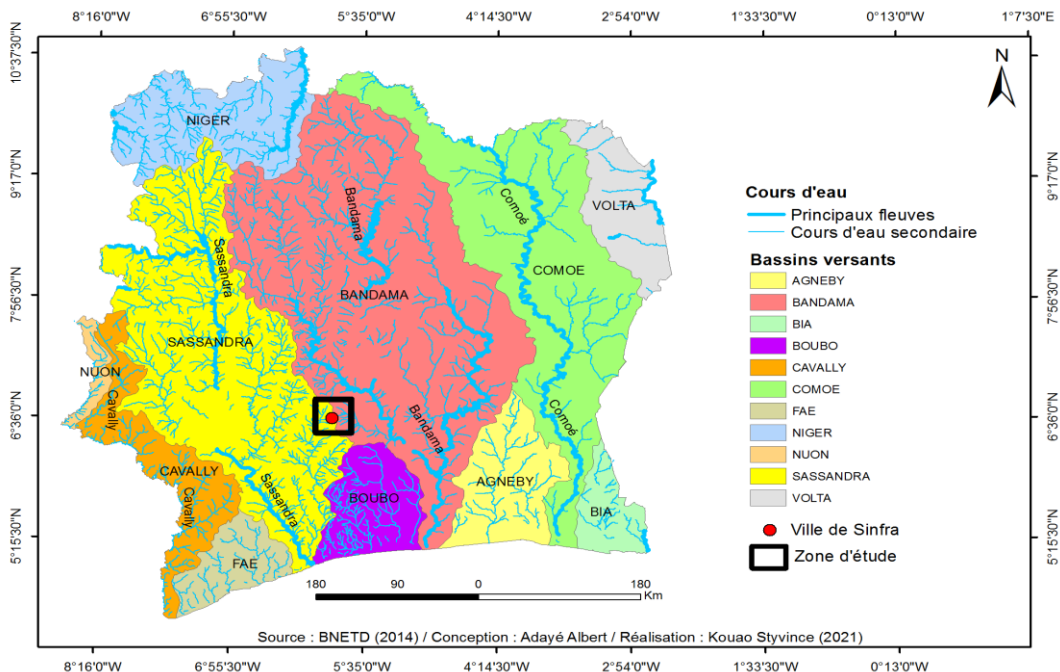


Figure 1: Localisation du bassin versant urbain du Goley de Sinfra

Sinfra est l'une des rares villes en Côte d'Ivoire qui a à la fois les caractéristiques hydrologiques de deux bassins grands fluviaux à cause de sa situation topographique. Selon le BNETD (1997, P.10), le climat de « type tropical (...) se caractérise par deux saisons de pluies et deux saisons sèches. Les saisons de pluies s'étalent d'avril à novembre avec un minimum de précipitation en Juin et en Octobre. La hauteur annuelle de pluies est d'environ 1200 mm ». Selon la même structure, « la végétation est constituée

essentiellement de couvert forestier mais la ville de Sinfra se trouve au cœur de la forêt secondaire. Deux forêts sacrées existent dans l'espace urbain, l'une au quartier Douafla et l'autre au quartier Blontifla ». Selon le BNETD (1997, P.9), au plan de la géologie « Sinfra est une région où affleurent (...) le granite, grès et des schistes. (...) Les sols sont à prédominance argileux et s'avèrent peu perméables. Ils sont également hydromorphes dans les nombreuses plaines alluviales».

Présentation du bassin versant urbain du cours d'eau Goley de Sinfra

Le bassin versant est situé au nord-ouest de la ville de Sinfra autour d'un complexe de micro-bassins. Il est délimité par la ligne de crête comprise entre 270 et 280 m des bassins versants du Bandama et du Sassandra des côtés Nord, Est et Sud. De l'autre côté Ouest, la limite de l'espace urbain approuvé par le Ministère de la Construction, du Logement, de l'Assainissement et de l'Urbanisme (figure 2) constitue son exutoire avec un niveau qui se situe entre 225 et 240 m.

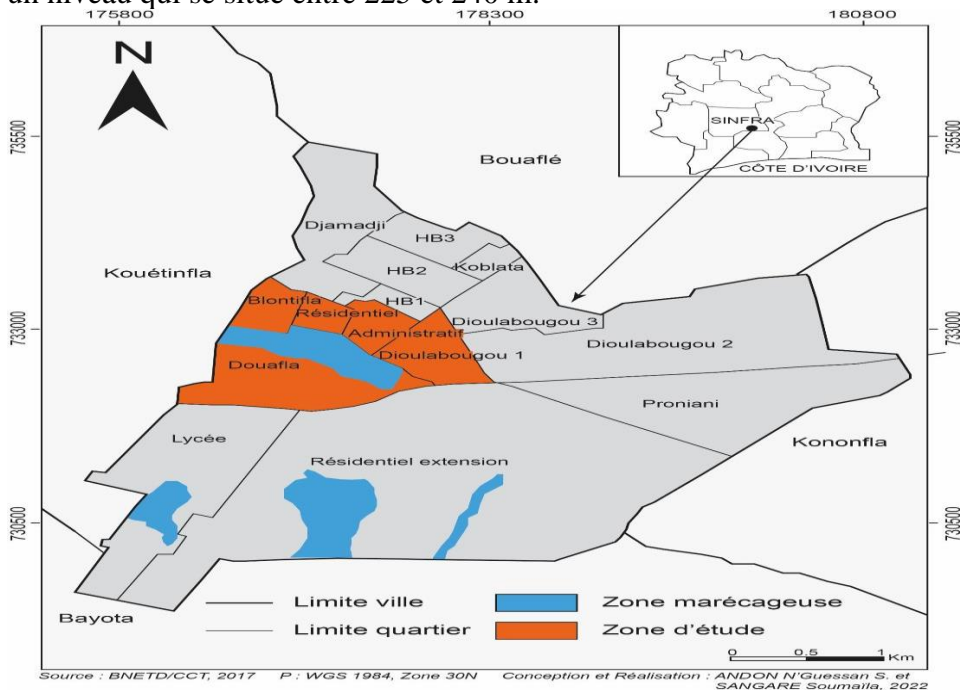


Figure 2: Localisation de la zone d'étude du bassin versant urbain du Goley à Sinfra

Le bassin versant urbain du cours d'eau Goley de Sinfra est situé selon les coordonnées géographiques suivantes : 6°36'00W-6°38'00N/5°54'00W-5°56'00W. Il couvre partiellement au Sud les quartiers Douafla, au Nord les quartiers Blontifla, Résidentiel HB1 (Houphouët Boigny 1) et Administratif en aval. En amont Nord, on trouve les quartiers Dioulabougou 1, en amont Sud le quartier résidentiel. Il est drainé par un

cours d'eau principal nommé Goley par les peuples autochtones qui se positionne dans la direction Sud-Est et Nord-Ouest. Il s'écoule dans la direction Sud-Est-Nord-Ouest en jettant dans un affluent du Sassandra (figure 3). Ce cours d'eau d'ordre 2 dans la classification de Stralher a des affluents constitués de rus de part et d'autre sur ses deux rives. Ce bassin versant urbain est traversé entre le cours supérieur et le cours moyen par la voie bitumée de l'axe Gagnoa-Yamoussoukro et en aval par une autre voie comme la montre la figure 3.

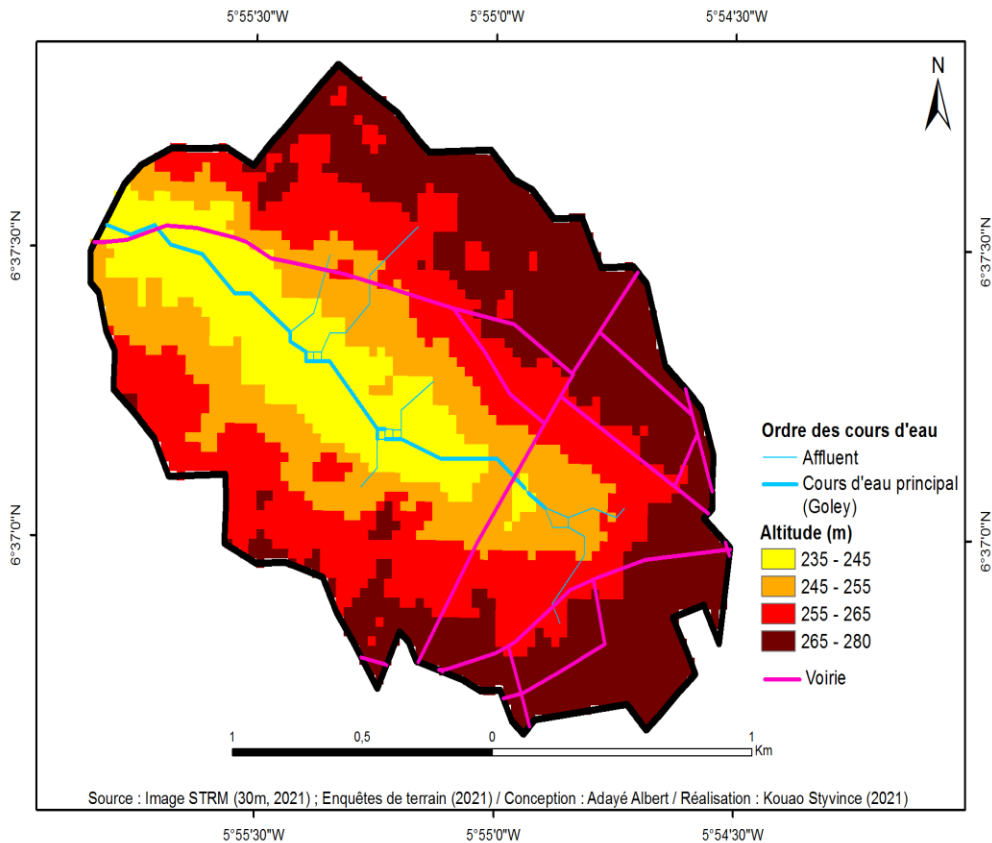


Figure 3 : le bassin versant urbain du Goley de Sinfra

Matériels et Méthode

Matériels et Outils

La mise en œuvre de la recherche a mobilisé les outils et matériels répertoriés dans le tableau 1.

Tableau I : Outils et matériels utilisés

Matériel / Outils	Rôle
Guide d'entretien	Recueillir les informations nécessaires à l'analyse et à l'interprétation de l'occupation du sol par des bâtis et des activités agricoles ainsi que des risques naturels et anthropiques.
Questionnaires	Comprendre le mode d'occupation du sol et sa dynamique auprès des exploitants de la servitude urbaine du Goley (arboristes, riziculteurs, maraîchers, pisciculteurs et aviculteurs) et des chefs des ménages riverains de part et d'autre du cours d'eau principal.
Appareil photographique Androïde	Prendre des photos pour l'illustration des résultats
Logiciel Excel	Présenter les illustrations graphiques et réaliser les tableaux
Logiciels Sphinx Millennium 14.5	Élaborer le questionnaire, saisir les données du résultat et présenter les illustrations.
Un décamètre	Pour mesurer la hauteur des eaux des inondations à travers les traces laissées sur les arbres, bâtiments, les aménagements riverains et la largeur d'étalement des inondations dans la zone riveraine lotie bâtie et non bâtie le long du réseau hydrographique urbain.
Le Plan de lotissement approuvé par le Ministère de la Construction et de l'Urbanisme (MCU) de Sinfra	Guider la recherche dans la zone d'étude et lever les coordonnées GPS
Logiciels ARGIS 10.5 et Adobe Illustrator CS3	Cartographier la zone d'étude et des résultats spatiaux

Méthode de collecte et de traitement des données et information

La méthodologie de cette étude a associé les Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) notamment les Modèles Numériques de Terrain (MNT) et les enquêtes de terrain dans la ville de Sinfra.

Les SIG ont utilisé une image satellitaire de type STRM avec une résolution de 30 m couplé au MNT et le levé de terrain avec un GPS des coordonnées de l'exutoire du bassin versant urbain du cours d'eau situé à l'extrémité de la zone de construction urbaine approuvée par le Ministère de la Construction du Logement de l'Assainissement à l'aide d'un agent du dit ministère, pour réaliser la cartographie et la délimitation du bassin versant urbain. L'image satellitaire et les MNT ont permis de ressortir quelques données morphologiques, du relief et morphométriques nécessaires à notre étude.

Les enquêtes de terrain se sont articulées autour des observations, des entretiens et une enquête par questionnaire des ménages riverains vivant le long du cours d'eau et des exploitants des lits mineur et majeur du réseau

hydrographique urbain jusqu'au espace approuvé par le Ministère de la Construction.

Les entretiens se sont déroulés auprès des gestionnaires de l'espace urbain constitués du service technique de la Mairie et du Ministère de la Construction, du Logement, de l'Assainissement et de l'Urbanisme (MCLAU) de Sinfra d'une part et d'autre part la chefferie traditionnelle des villages autochtones (Gouro) Douafla et Blontifla situés au sein du bassin versant urbain.

Les observations ont permis de saisir les risques naturels et contraintes anthropiques auxquels sont exposés les écoulements du réseau hydrographique urbain du Goley. Un décimètre a servi à mesurer la hauteur des eaux des inondations à travers les traces laissées sur les arbres, bâtiments, les aménagements riverains (digues des étangs et des voiries traversant le cours d'eau). Il a servi également à mesurer la largeur d'étalement des inondations dans la zone riveraine lotie bâtie et non bâtie le long du réseau hydrographique urbain.

Les questionnaires des enquêtes ont été administrés à 63 personnes dont 23 exploitants de l'espace des lits et servitudes urbains et 40 chefs de ménages des habitats proches des deux rives du cours principal. La méthode de l'échantillon accidentel a été appliquée pour obtenir les exploitants enquêtés des lits et la méthode des itinéraires pour les chefs de ménages enquêtés des habitats situés le long des servitudes et en bordure immédiate du cours d'eau Goley.

Resultats

Pour la caractérisation du milieu physique du bassin versant, les paramètres de l'espace physique du bassin, indices morphométriques et leur influence sur l'écoulement des eaux superficielles du réseau hydrographique urbain du Goley ont été exploités.

Les Caractéristiques Physiques du Bassin Versant à l'Etude

Les caractéristiques physiques du bassin versant hydrographique permettent d'apprécier les écoulements de ses eaux de surface. Ainsi, certains paramètres géométriques, du relief et du réseau hydrographique du bassin versant urbain du Goley de Sinfra ont été considérés.

Les paramètres géométriques du bassin versant du Goley

La superficie et le périmètre du bassin versant

La superficie du bassin versant du Goley est de 323 ha soit 3,23 Km² avec un périmètre de 8,2 Km déterminés à l'aide du logiciel QGIS. Ces deux paramètres sont utilisés pour calculer d'autres paramètres dont la forme spatiale et le rectangle équivalent du bassin versant.

La forme spatiale du bassin versant : coefficient de compacité de Gravelus K_G

Ce coefficient permet d'apprécier la forme géométrique du bassin versant et par conséquent de juger par rapport au temps de concentration des eaux à son exutoire. C'est le rapport du périmètre au périmètre du cercle ayant la même surface. Il est calculé par la formule suivante :

$K_G = P/2 \sqrt{\pi A} = 0,28P/ \sqrt{A}$. Avec K_G : Coefficient de compacité de Gravelus, P: périmètre du bassin versant 8,2 km, A : superficie du bassin versant = 3,23 km² et $\pi = 3,14$. $K_G = 1,27$.

Le rectangle équivalent du bassin versant du Goley

Le rectangle équivalent permet d'apprécier l'influence des caractéristiques géométriques du bassin versant sur les écoulements longitudinaux et transversaux. On a L et l qui sont respectivement la longueur et la largeur du rectangle équivalent du bassin, A et P étant respectivement la surface et le périmètre du bassin versant du Goley. En considérant le rectangle, on a $A = L \times l \rightarrow L = A/l$. $P = 2(L+l) \rightarrow L + l = P/2$. Ainsi, on a

$L = P/4(1 + (1 - 16A/P^2)^{1/2})$ et $l = P/4(1 - (1 - 16A/P^2)^{1/2})$

La longueur $L = 3,036$ km et la largeur $l = 1,063$ km. A partir de la longueur L obtenue, le bassin versant urbain est reparti en cours supérieur, moyen et inférieur; de 1km chacun utilisé pour séquencer le micro-bassin lors des enquêtes de terrain.

Les paramètres du relief

Les données du relief affectent l'hydrométéorologie locale et influencent l'écoulement des eaux de surface sur le bassin versant. Ces paramètres concernent les altitudes maximales et minimales, la dénivellation et la pente longitudinale du bassin versant. Les altitudes maximale et minimale du bassin versant urbain fournies par le logiciel QGIS sont respectivement de 280 m et de 235 m. La dénivellation qui est la différence entre les deux altitudes est de 35 m. La pente longitudinale fournie le MNT est de 2,15%. Elle joue sur la vitesse d'écoulement des eaux de surface de notre espace d'étude. Ce paramètre topographique permet d'apprécier le phénomène de l'érosion et du transport des sédiments sur le bassin versant et dans les lits de son cours d'eau urbain.

Les Caractéristiques du réseau hydrographique urbain du Goley

L'exutoire du bassin versant est situé selon les coordonnées géographiques suivantes : 6°37'30N – 5°56'00W. Le cours principal du réseau hydrographique urbain du Goley possède un lit mineur et majeur avec des rus comme affluents. Les caractéristiques du réseau exploitées pour cette

étude sont la densité de drainage du bassin versant, la fréquence du cours d'eau et le coefficient de torrentialité. La densité de drainage du cours d'eau est égale rapport de la longueur total du réseau hydrographique sur la surface du bassin versant. Ainsi, celle du Goley de Sinfra est égale à la longueur du réseau hydrographique dudit cours d'eau sur la surface de son bassin versant. $D_d = L_t/S_b = 3,072 \text{ Km} / 3,23\text{Km}^2 = 0,95 \text{ km/km}^2$ avec D_d : Densité de drainage. L_t : longueur total du réseau hydrographique du Goley= 3,072 Km. S_b : la surface du bassin versant du Goley= 3,23 Km². La fréquence des cours d'eau (F) représente le rapport du nombre des cours d'eau d'ordre 1 à la surface du bassin versant d'étude. Elle s'exprime comme suit : $F = N_1 / S_b = 6/3,23\text{Km}^2 = 1,857$. $N_1 = 6$ cours d'eau d'ordre 1 qui sont des rus. Le coefficient de torrentialité d'un bassin versant est le produit de la densité de drainage par la fréquence de cours d'eau élémentaires d'ordre 1. Il s'exprime par la formule suivante : C_t du Goley = $D_d \times F = 0,095 \times 1,857 = 0,176$ avec C_t : coefficient de torrentialité du Goley.

Les Résultats des Enquêtes de Terrain sur le Bassin Versant du Goley de Sinfra

Les travaux de terrain ont concerné la partie dédiée à l'urbanisation, les servitudes et les différents lits du Goley dans le bassin versant. Le constat général de l'observation du réseau hydrographique urbain du Goley et de ses servitudes est qu'il ne dispose pas d'aménagement en vue d'empêcher les inondations mais possède des contraintes qui s'opposent au libre écoulement des eaux. Les espaces devant contenir les inondations sont occupés par les habitats et autres activité anthropiques. Le libre écoulement des eaux est contraint par certains aménagements dans les lits notamment les digues et l'étroitesse des canaux des ponts des voies traversant ces espaces. Les résultats des travaux sur le bassin sont structurés en trois parties dont le cours supérieur, moyen et inférieur sur le bassin versant urbain.

Le cours supérieur du Goley de Sinfra

L'espace du cours supérieur du Goley est situé dans le centre-ville de Sinfra. Il draine des parties des quartiers Douafla et Résidentiel au Sud et du quartier Dioulabougou 1 au Nord. Ce sont des anciens quartiers densément construits et exposés à l'érosion. Les différentes parties de ces quartiers sont situés sur les versants et la ligne de partage Sud, Est et nord du tiers supérieur du bassin. L'espace autour de cette partie du bassin versant est fortement imperméabilisé par l'urbanisation et des affleurements de roches dû à l'érosion. Le matériel minéral érodé dans cette partie du bassin, les ordures ménagères et des artisans transportés par les eaux de ruissellement sont transportés dans le réseau hydrographique et contribuent à combler les lits et à obstruer le canal du pont de la voie séparant le cours supérieur et

moyen. Ainsi, on observe un étalement du sable érodé des versants, des ordures ménagères et des artisans avec en tête la matière plastique constitué des sachets, des pneus usés dans les lits du cours supérieur. Ces apports d'ordures ménagères des eaux de ruissellement sont amplifiés par 27 sites de dépotoirs d'ordures divers dont des pneus et vitres d'engins roulants, sons de riz provenant des décortiqueuses et autres qui jonchent et comblent les lits du réseau hydrographique de cette partie. La servitude mesurée autour du réseau hydrographique est moins de 5 m alors que les normes urbanistiques imposent 25 m face au cours d'eau selon le MCLAU. Les populations après avoir fini de greffer des habitats dans la servitude du cours supérieur du Goley sont entrées à l'intérieur de l'espace du lit majeur du cours d'eau comme le montre la photo 1 de cette maison en construction dans le réseau hydrographique.



Source : ADAYE K. Albert, (2021)

Photo 1 : Des bâtiments construits dans le lit majeur urbain du Goley dans sa partie supérieur modifiant ainsi le plan urbanistique de Sinfra

En première vue, la fondation d'un bâtiment abandonné et un peu éloigné des bâtiments en construction sur lequel on observe des insignes d'arrêt des travaux du ministère de la construction et du service technique de la mairie de Sinfra. Ces ouvrages sont des contraintes au libre écoulement des eaux et des facteurs explicatifs des inondations urbaines.

Le lit mineur du réseau hydrographique qui permet d'encaisser les écoulements dans le réseau hydrographique du cours supérieur est par endroits bouché par les usagers notamment les maraichers, les riziculteurs pour orienter ou étaler les écoulements dans leur espace. L'espace du lit de cette zone est fortement marqué par l'agriculture des espèces saisonnières et pérennes. Les cultures saisonnières sont les maraichères et la riziculture

irriguée. Les maraichères sont cultivées sur des aménagements qui modifient le sol en élevant le niveau par des billons, des planches et par contre la riziculture qui utilise des aménagements comme les quartiers et casiers hydrauliques dans les lits qui stagnent l'eau. Les cultures pérennes de cet espace sont constituées des cocoteraies, des bananeraies, palmeraies, des arboricultures dont des manguiers et des citronniers. La voie bitumée de l'axe Gagnoa-Yamoussoukro dont la digue dans le basfond du Goley est élevée à 1,5 m autour du pont sépare le cours supérieur du cours moyen. Ici, les traces laissées par les eaux des inondations sont plus d'un mètre de hauteur. Le canal de ce pont, seul passage des eaux des lits mineur et majeur, est obstrué par le sable érodé, la matière plastique (pneus usés et sachets). Tous ces usages, occupations et aménagements du cours supérieur sont des contraintes favorisant les inondations urbaines.

Le cours moyen du Goley de Sinfra

Cette partie du bassin versant structurée autour des lits mineur, majeur, des servitudes, des versants et de la ligne de crête est occupés par le quartier Douafla et une forêt sacrée au Sud tandis que ceux de Blontifla, Houphouët Boigny et une forêt sacrée sont au Nord. Douafla et Blontifla sont des villages des autochtones Gouro dans le tissu urbain de cette partie du bassin. Ces quartiers sont densément bâtis en dehors des forêts sacrées. La partie amont du tronçon du lit du cours moyen qui borde la voie bitumée, sur environ 50 mètres en aval, là se trouve une source hélocrène sacrée et adorée des populations autochtones. Cette source fournissait jadis de l'eau aux populations villageoises pendant les grandes sécheresses. Cette zone est interdite d'activité humaine selon les entretiens réalisés avec la chefferie traditionnelle des villages de Blontifla et Douafla. Les servitudes mesurées sont entre 5 et 10 m sur les rives du cours moyen sauf le long de la zone sacrée où la servitude de 25 m est respectée dans le bassin versant urbain. Les lits et les servitudes sont occupés par des habitats, la riziculture, les maraichères, les bananeraies, les cocoteraies, et de fermes piscicoles comme le montre la photo 2.



Source : ADAYE K. Albert, (2021)

Photo 2 : Une ferme piscicole avec une cocoteraie dans le lit majeur du Goley

L'aménagement des fermes piscicoles avec ses grandes digues dans le lit majeur du cours moyen contribuent à étaler les eaux des inondations sur les servitudes et l'espace loti riverain du cours moyen du Goley.

La hauteur des traces des inondations laissée sur les troncs d'arbres, les digues et les murs des lits de cette zone est comprise entre 50 cm et 75cm.

Le cours inférieur du Goley

Dans cette partie du cours inférieur de ce bassin versant urbain, du lit mineur aux crêtes du bassin, l'espace loti n'est pas densément bâti. C'est la partie du bassin versant où l'espace végétal noie l'espace bâti. Dans le lit majeur ordinaire de cette partie, sont installés deux forages de la SODECI (Société de Distribution d'Eau de Côte d'Ivoire), des quartiers hydrauliques et casiers de la riziculture pluviale, des espaces maraîchers, des étangs piscicoles. Dans l'emprise des eaux d'inondation de cette partie du cours inférieur du bassin versant, on trouve des bornes implantées qui indiquent que cette zone est lotie. Les inondations exceptionnelles submergent de part et d'autre des bornes du lotissement selon les usagers (riziculteurs et maraîchers) du lit de cette partie du bassin. Ces inondations majeures ont eu lieu généralement dans les mois de juin et ou d'octobre selon que l'année ou le mois est pluvieux. Elles peuvent durer quatre jours voire une semaine et plus avant la décrue selon les explications des usagers des lits du Goley de cette partie interrogée. Une autre voie aménagée traversant le réseau hydrographique dans la zone proche de l'exutoire avec une hauteur de digue de 2m. Le canal de ce pont est obstrué en partie par le sable et les déchets urbains dont la sacherie et les pneus usés. Les caractéristiques des inondations des habitats des ménages des rives Nord et du Sud ainsi que des cours supérieur, moyen et inférieur sont consignées dans le tableau II.

Tableau II : Caractéristiques des inondations des habitats des ménages riverains du Goley

Rive	Nord			Sud		
	Supérieur	Moyen	Inférieur	Supérieur	Moyen	Inférieur
Effectif des ménages riverains enquêtés	7	7	6	7	7	6
Ménages subissant les inondations/ceux enquêtés	7/7	7/7	0/6	7/7	1/7	0/6
Durée de l'inondation dans l'habitat du ménage	10 à 8 jours	8 à 6 jours	8 à 6 jours	10 à 7 jours	7 à 5 jours	7 à 5 jours
Hauteurs de l'inondation dans l'habitat	30 à 45 cm	20 à 25 cm	20 à 35 cm	30 à 45 cm	Lame d'eau	Lame d'eau
Emprise de l'inondation dans la servitude et l'espace loti bâtis	35 à 30m	25 à 20 m	25 à 15 m	20 à 15 m	15 à 10 m	15 à 10 m

Source : les enquêtes de terrain, 2021

L'état des espaces inondables : lits et servitudes du Goley

L'enquête par questionnaire le long des ménages riverains de part et d'autre du Goley révèle que les eaux des inondations envahissent latéralement les bâtiments riverains avec une largeur moyenne comprise entre 22,5 m et 16,66 m selon le niveau du relief. Les habitats des ménages bordant le Goley se sont retrouvés au moins 5 fois dans les eaux des inondations pour les ménages totalisant plus de 10 ans de présence selon 27,27% de chefs de ménage riverains enquêtés soit 6/22 ménages. 68,19 % de chefs de ménages soit 15/ 22 ménages totalisant entre 10-5 ans de présence dans la zone riveraine ont été inondés au moins 4 fois et 4,54% de chefs de ménage soit 1/22 totalisant entre 0-5 ans de présence sur le site a subit 2 fois l'inondation du Goley. Ces types d'inondations ont obligé les ménages à quitter leurs habitats. Les enquêtes auprès des exploitants (agricoles, fermiers et autres usagers) des lits et servitudes ont révélé les inondations fréquentes de leurs structures pendant les saisons pluvieuses. La période d'écoulement des eaux du Goley se situe entre début avril et fin décembre voire mi-janvier selon 96% des usagers des lits et servitudes. Comment ces espaces inondables sont gérés dans la ville ?

Gestion des espaces urbains inondables : lits et servitudes

A Sinfra, ces espaces bien qu'étant domaniaux sont gérés par les expropriétaires terriens qui sont les populations autochtones des villages urbains à travers la chefferie traditionnelle d'une part, et d'autre part par le Ministère de la Construction, du Logement, de l'Assainissement et de l'Urbanisme (MCLAU) et le service technique de la mairie. Ces acteurs sont

interrogés pour comprendre l'occupation de ces espaces urbains dédiés au fonctionnement hydrologique du Goley.

La gestion selon la chefferie traditionnelle des villages urbains

Les entretiens avec la chefferie traditionnelle des quartiers Douafla et Blontifla ont révélé que la partie amont du cours moyen du Goley en bordure de la voie bitumée est un site sacré et adoré dans le milieu urbain. La sacralité de cette partie du lit du cours d'eau explique l'état plus ou moins intact de cette zone et son non attribution aux exploitants du réseau hydrographique urbain. Le foncier des lits et des servitudes est géré par les familles des ex-proprétaires fonciers. Comme preuve, 78, 26 % des exploitants enquêtés dans les lits et servitudes urbains sont installés par les autochtones des lieux (les gouros). Les autorités coutumières de Douafla et de Blontifla ont informés que les ex-proprétaires fonciers du bas-fond du Goley l'exploitent encore de nos jours à travers les activités agricoles ou agropastorales ou y installent des exploitants agricoles. Toutefois, ces autorités disent qu'elles ne sont pas responsables des installations des bâtiments en dur dans la servitude du Goley.

La gestion selon le Ministère de la Construction, du Logement, de l'Assainissement et de l'Urbanisme (MCLAU) de Sinfra

Selon le MCLAU de Sinfra, la servitude urbaine a été délimitée par les urbanistes à partir de la limite atteinte par les eaux d'inondation du cours d'eau. Elle est de deux fois 25 mètres (de part et d'autre du lit majeur) à partir des limites atteintes par les eaux des grandes inondations du Goley. Sur le terrain, les dimensions de la servitude du Goley ne sont pas respectées, celles mesurées dans les différentes parties du réseau hydrographique urbain varient de 5 à 10 mètres. Seul dans la partie sacrée du tronçon hydrographique urbain qui borde la voie bitumée où la servitude mesurée est de l'ordre de 26 mètres donc respecte la distance de 25 mètres. Sur la rive nord de cette zone sacrée, 4 tas de briques en ruines destinées à la construction vieille de plus de 15 ans. Selon des exploitants proches, elles sont déposées sur la seule partie où la servitude est respectée. Selon le responsable du ministère de la construction, l'équipe de l'administration précédente ne faisait pas les contrôles de ces domaines. Certaines personnes ont profité pour tronquer cet espace en greffant des lots dans la servitude urbaine du Goley. Cette pratique justifie la présence l'alignement des habitats bifurqués, des briques abandonnées dans la servitude et les distances réglementaires des servitudes non respectés sur le terrain. En plus, les anciens propriétaires du site de la servitude urbaine du Goley continuent encore à exercer leur droit foncier sur ces espaces domaniaux en installant des cultures pérennes, des riziculteurs, des maraichers, des aviculteurs et

pisciculteurs qui sont tolérés. Le pire, ils installent des habitats en briques (en dur) dans la zone inondable. Ce que le MCU empêche en mettant des croix rouges sur les bâtiments illégaux et en convoquant les propriétaires des dits bâtiments. Malgré ces empêchements, des bâtiments en dur sont construits. Comme preuve, il cite un bâtiment de lavage d'engins roulants en construction dans la servitude du Goley aux abords de la voie bitumée, au vu et au su de toute la ville, malgré l'opposition de leur service, la construction est arrivée à terme.

La gestion selon le service technique de la mairie de Sinfra

La mairie de Sinfra confirme une fois de plus, la présence des constructions en briques dans le lit et la servitude du cours d'eau Goley. Des familles autorisent certaines personnes ou des membres de leur famille à construire au sein de ses zones à risque dédiées à l'écoulement du Goley selon le service technique de la mairie de Sinfra. Les propos des propriétaires des bâtiments situés dans les lits et la servitude du Goley après leur interpellation par les agents de la police municipale révèle qu'ils sont installés soit par des riverains de la servitude ou des anciens propriétaires fonciers du site des lits et de la servitude. Les constructions dans cette zone se font nuitamment ou les jours non-ouvrables (samedi, dimanche et les jours fériés). Malgré leur intervention, des habitats abritant des ménages, des églises et des moulins de riz construits en briques (en dur) squattent cette zone exposée aux inondations selon le service technique de la mairie.

Discussion

Inondations Non Liées a la Forme de l'Espace Drainé du Bassin Versant Urbain du Goley

Les inondations dans le bassin versant urbain du Goley sont-elles liées à la forme de son espace drainé ? La valeur caractéristique de la forme du bassin versant permettant d'exprimer l'inondation est le coefficient de compacité de Gravelus. Celui du bassin versant urbain du Goley soumis à notre étude est de 1,27. Cette valeur étant supérieur à 1, selon les hydrologistes cela signifie que le bassin versant à une forme allongée donc le temps de concentration des eaux à l'exutoire est lent. Autrement dit, $K_G > 1$ alors la forme de l'espace du bassin drainé n'est pas responsable des inondations du site de la ville (ADAYE K.A., 2016, P.205) car le temps de concentration des eaux dans le lit du Goley et particulièrement à l'exutoire est lent. Selon A. LAABIDI et *al* (2016, p. 263), lorsque cet indice est supérieur à 1,12, le bassin est de forme allongée. Ce type de bassin versant devrait connaître très peu de cas d'inondation des localités riveraines même pendant les hautes pluies. Dans le cas du bassin du Goley, le $K_G = 1,27$ donc il ne devrait pas avoir des inondations dans ce bassin au regard de sa forme

liée à l'interprétation du coefficient de Gravelus. L'interprétation de la faible valeur du coefficient de torrentialité du Goley qui est de 0,176, symbolise un relief modéré, une faiblesse de sa densité de drainage et une forte perméabilité des formations lithologiques du réseau hydrographique du bassin (K. BABA HAMED et A. BOUANANI, 2016, p. 28). Ces deux coefficients attestent que ce bassin ne doit pas être l'objet d'inondations.

Causes d'inondation : Anthropisation Anarchique des Servitudes et du Lit Urbains du Goley et Absence d'aménagements Anti-Inondations

Les servitudes larges dans les normes de 25m de part et d'autre à partir de la limite atteinte par les eaux des grandes inondations selon le MCU de Sinfra (Enquête, 2021) sont réduites entre 5 et 10m par les habitats illégaux sur les rives du Goley d'une part et d'autre part les lits sont aussi occupés par des habitats hors lotissement alors que les grandes inondations vont au-delà de 30 m dans certains endroits de l'espace bâti. Les murs de ces habitats modifient la trajectoire des ruissellements par leur présence d'après les travaux de B. CHOCAT (1997, p. 120). Les populations riveraines rapprochées du cours d'eau et celles des habitations hors lotissement sont régulièrement envahies des eaux d'inondation du Goley à Sinfra telle que confirmées par les résultats d'ADAYE K.A. (2016, P.210) dans le bassin versant urbain du wamo de Bondoukou. L'installation des habitats dans les servitudes et les lits du Goley relève de l'incivisme urbanisme (G. GABO, 2022, P. 5) et contribuent aux inondations urbaines. Ces résultats sont aussi confirmés par ceux d'Henri PROST cité par (J. P. LACAZE, 2012, P.11) qui stipule que «faire l'urbanisme, c'est savoir où il ne faut pas construire». Cette installation des habitats dans les servitudes et lits urbains du Goley est due à l'urbanisation anarchique de la ville. En conséquence, l'urbanisation et ses acteurs à Sinfra sont en grande partie responsables des inondations urbaines du Goley. Ces pratiques des acteurs de l'urbanisation à Sinfra relèvent de l'ignorance ou de l'inexpérience. C'est pourquoi, J. GOGUEL (1980, p.100) veut que les urbanistes ou édiles empêchent des constructions dans les zones inondables qui appartiennent au domaine de la rivière. Mais, le constat est que l'ignorance ou le mépris de l'expérience conduit certains citoyens à prendre dans l'inconscience des risques graves et onéreux. Les lits mineur, majeur et majeur exceptionnel urbains sont des espaces domaniaux à risque et leur occupation comme des espaces de cultures, de construction d'habitats et autres aménagements qui génèrent des catastrophes n'est pas spécifique au cours d'eau Goley. Les travaux de (J. TRICART, 1960, p. 211) sur les types de lits fluviaux les confirment par ces lignes « l'homme agit un peu de même, par imprévoyance : il a tendance à pousser ses cultures dans le lit majeur exceptionnel, souvent riche en eau et doté de bons sols. Il y installe même ses habitations, voire des villes, des usines. Chaque grande crue

produit une catastrophe d'autant plus ces constructions, formant obstacle, gênent l'évacuation des eaux et font augmenter les cotes de submersion. Dans les vallées du Gard, de l'Hérault, du Vidourle, c'est trois à quatre fois par siècle que de telles inondations se produisent et coûtent, chaque fois des dizaines de milliards de francs. Dans le cas du Goley de Sinfra, il s'est produit au moins 5 inondations qui affectent les riverains qui ont au moins dix ans de présence dans la zone riveraine. Dans le bassin du Goley, trois facteurs sont réunis. Il s'agit de l'imperméabilisation du bassin par l'urbanisation, la présence des zones d'expansion des crues due à la morphologie des versants, les aménagements utilisant les digues des voies et des étangs piscicoles présentes dans les lits qui endiguent le libre écoulement des eaux du réseau hydrographique urbain (F. LEONE, N. MESCHINET DE RICHEMOND, F. VINET, 2010, P. 159, 160).

Lutte Contre L'inondation par la Présence de Sites Sacrées dans les Servitudes du Bassin De Goley

Le rôle de la source sacrée dans le milieu urbain date des temps jadis et permet non seulement de protéger la ressource mais de respecter les périmètres de protections autour de ce point d'eau de génération en génération comme constaté dans le bassin versant du Goley à Sinfra. Ces pratiques autour des sources pérennes utilisées par les hommes sont révélées par C. GUYOT (1974, p.7) qui soutient que les sources ont toujours été l'objet d'un respect marqué de superstition. Sans doute l'attrait du merveilleux a-t-il porté les hommes à respecter une source ne tarissant pas, fournissant une eau fraîche et agréable à boire. Sans doute faut-il aussi penser que les prêtres, divins et « sages » des époques reculées, frappés eux-mêmes de cette bénéfique présence, ont jugé souhaitable de conférer ou laisser attribuer à ces sources un caractère plus ou moins mystique et religieux afin de les protéger de toute profanation ou souillure, la vénération remplaçant alors « le périmètre de protection » des législations contemporaines. Vu son respect scrupuleux par les populations autochtones de Sinfra, cette partie de la zone sacrée du réseau hydrographique urbain sera certainement un frein à son aménagement en vue de lutter contre les inondations.

Conclusion

Cette étude a montré que les inondations du bassin versant urbain du Goley de Sinfra ne sont pas liées à la forme spatiale du bassin. Mais que les inondations du cours d'eau Goley à Sinfra sont liées au mode d'occupation du bassin à travers l'urbanisation et l'anthropisation des espaces dédiés au fonctionnement hydrologique du cours d'eau.

Les facteurs d'inondation sont liés à l'occupation illégale des servitudes et des lits urbains mis en place pour l'écoulement du cours d'eau par des habitats, des aménagements agricoles et agropastoraux. La majorité de ces installations est l'œuvre soit autorisée par les anciens propriétaires terriens du site. Une partie de cet espace hydrographique demeure une zone sacrée et adorée des populations locales des villages riverains du Goley. Cette pratique dans la zone domaniale montre la mainmise de ces dernières sur ces espaces devant faciliter le libre écoulement des eaux du bassin. Au total, les facteurs géographiques explicatifs des inondations sont d'ordres urbanistiques et humains dans le bassin versant du Goley de Sinfra. Face à la problématique généralisée des inondations à Sinfra et les autres villes de la Côte d'Ivoire, des études similaires doivent être entreprises dans leurs différents bassins versants urbains afin de donner des outils d'aide à la décision aux acteurs gestionnaires de ces espaces.

References:

1. ADAYE Kouassi Albert, 2016. Effets environnementaux d'une rivière en milieu urbain : cas de la rivière wamo de Bondoukou ; Thèse unique de doctorat de géographie. 353 p.
2. LAABIDI Ahmed, El HMAIDI Abdellah, GOURARI Lahcen et ABASSI Mourad El, 2016. *Apports du Modèle Numérique de Terrain MNT à la Modélisation du relief et des caractéristiques physiques du bassin Versant du Moyen Beht en amont du barrage El Kansera (Sillon Sud Rifain, Maroc)*. European Scientific journal, October 2016 edition vol. 12, N^o. 29 ISSN: 1857-7881(Print) e-ISSN 1857-7431. 258-288 P.
3. CHOCAT Bernard, 1992. Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement. Collection : Lavoisier TEC DOC, Paris Cedex 08. 1124 P.
4. BUREAU NATIONAL D'ETUDE TECHNIQUES ET DE DÉVELOPPEMENT (BNETD), 1997. SINFRA : PLAN D'URBANISME DIRECTEUR, inventaires des données urbaines, schéma directeur à long terme, plan programme à court terme. 67 P.
5. GUYOT, 1974. L'Hydrologie, que-sais-je, 3^{ième} édition, PUF, Paris, 126 p.
6. CHARLES Frédéric Leone, DE RICHEMOND Nancy Meschinet, VINET Freddy, 2010. Aléas naturels et gestion des risques, PUF, 1^{re} édition. Paris. 287 p.
7. GABO Germain, 2022. *Plan de prévention des risques d'inondation et d'éboulement, objectif : zéro mort. Le gouvernement a initié de nombreux travaux pour éviter les catastrophes liées aux fortes pluies*. Fraternité Matin, Lundi 30 mai 2022/ N°17228. 32 P.

8. GOGUUEL Jean, 1980. Géologie de l'environnement, Masson, Paris. 192 p.
9. LACAZE Jean Paul, 2012. Les méthodes de l'urbanisme. Que sais-je ? 6^{ème} édition mise à jour. 125P
10. TRICART Jean, 1960. *Les types de lits fluviaux*. L'information géographique, pp. 210-214
11. BABA HAMED Kamila et BOUANANI Abderrazak, 2016. *Caractérisation d'un bassin versant par l'analyse statistique des paramètres morphométriques : cas du bassin versant de la Tafna, (Nord-ouest Algerien)*. Revue Geo-Eco-Trop., 2016, 40,4 : PP. 277-286
12. DOLLFUS Olivier, 1980. L'espace géographique. Que sais-je, 3^{ème} édition, PUF, Paris, 123 p.
13. RÉPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE, Ministère des Eaux et Forêts, 2022. Gestion intégrée des ressources en eau en Côte D'Ivoire : bilan et perspectives. 68 P.
14. LACOSTE Yves, 1976. Géographie du sous-développement, géopolitique d'une crise, Presses Universitaires de France, 3^e édition, Vendôme. P. 292