



Analyse géographique et cartographie de la vulnérabilité du bâti sur versants : le cas d'Akouai Santai, Bingerville (Côte d'Ivoire)

Geographic analysis and mapping of the vulnerability of buildings on slopes: the case of Akouai Santai, Bingerville (Ivory Coast)

Kobenan Etienne BINI

Université Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire

Email : etienne.bini@gmail.com

Orcid id : <https://orcid.org/0009-0005-9745-8476>

Akou Don Franck Valéry LOBA

Université Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire

Email : valo226@yahoo.com

Résumé : Cette étude s'inscrit dans une réflexion plus large sur les dynamiques d'urbanisation dans les zones topographiquement sensibles du Grand Abidjan. Akouai-Santai, une localité rurale, est située sur les versants Ouest de la commune de Bingerville. Les mutations urbanistiques enregistrées dans cette localité suscitent un questionnement relatif à l'impact de la pression foncière, l'aménagement des sites, l'état du relief et la vulnérabilité de l'habitat. La méthodologie employée dans la présente étude met en évidence une approche cartographique basée sur l'exploitation de données géospatiales comprenant de l'imagerie satellitale et des relevés de terrain. Le but visé par cette approche est de rendre possible et perceptible la spatialisation fine de l'occupation du sol et la détection des zones à risque. À l'issue du traitement des données, les résultats obtenus sont à la fois multiples et complémentaires. En effet, l'analyse morphologique du site met en exergue des proportions importantes de pentes modérées et fortes (valeurs comprises entre 13% et 52%). Il s'agit alors d'une contrainte majeure qui prédispose le site à des risques d'érosion et de ruissellement. Ensuite, l'hétérogénéité de l'occupation du sol se traduit par des secteurs où le bâti se concentre sur des versants, avec un étalement des habitations sur de vastes sections du paysage. Par endroits, des projets immobiliers défient les risques géophysiques surtout sur des sections de pentes raides et escarpées. Enfin, il apparaît que 25,4% du bâti se situent sur des pentes relativement fortes et se trouvent dangereusement exposés à des risques de déstabilisations. Globalement, cette étude insiste sur l'importance de prendre en compte les facteurs topographiques dans la planification urbaine afin d'optimiser la gestion des risques environnementaux en milieux périurbains.

Mots-clés : Urbanisation, Versant, Vulnérabilité, Bingerville, Côte d'Ivoire.

Abstract : This study is part of a broader reflection on the dynamics of urbanization in topographically sensitive areas of Greater Abidjan. Akouai-Santai, a rural locality, is located on the western slopes of the commune of Bingerville. The urban changes recorded in this locality raise questions relating to the impact of land pressure, the development of sites, the state of the relief and the vulnerability of housing. The methodology used in this study highlights a cartographic approach based on the exploitation of geospatial data including satellite imagery and field surveys. The aim of this approach is to make the fine spatialization of land use and the detection of risk areas possible and perceptible. At the end of the data processing, the results obtained are both multiple and complementary. Indeed, the morphological analysis of the site highlights significant proportions of moderate and steep slopes (values between 13% and 52%). This is then a major constraint which predisposes the site to risks of erosion and runoff. Then, the heterogeneity of land use results in sectors where buildings are concentrated on slopes, with housing spread out over large sections of the landscape. In places, real estate projects defy geophysical risks, especially on sections of steep and steep slopes. Finally, it appears that 25.4% of the buildings are located on relatively steep slopes and are dangerously exposed to risks of destabilization. Overall, this study emphasizes the importance of taking into account topographical factors in urban planning in order to optimize the management of environmental risks in peri-urban areas.

Keywords : Urbanization, Slope, Vulnerability, Bingerville, Ivory Coast.

Introduction

L'urbanisation rapide des périphéries des grandes agglomérations africaines s'accompagne de profonds bouleversements de l'occupation du sol, souvent au détriment des écosystèmes locaux. Selon Bon et al., (2023, p. 7), « la croissance urbaine ne concerne pas seulement les villes existantes mais également des villages qui s'urbanisent selon des formes plus diffuses et rarement enregistrées dans les recensements officiels ». Malheureusement, cette urbanisation s'exécute le plus souvent sans prise en compte suffisante des contraintes topographiques. En Côte d'Ivoire, la commune de Bingerville, située à la lisière orientale d'Abidjan, connaît une croissance spatiale soutenue portée par la croissance démographique. La croissance démographique se traduit à travers l'augmentation de la population et induit un fort besoin en logements et potentiellement une expansion urbaine. Selon le Recensement General de la Population et de l'Habitat effectué en 2014 et 2021 (RGPH), la population de Bingerville est passé de 73740 habitants en 2014, à 204656 habitants en 2021, soit un taux moyen de croissance annuelle d'environ 15,7 % par an entre 2014 et 2021.

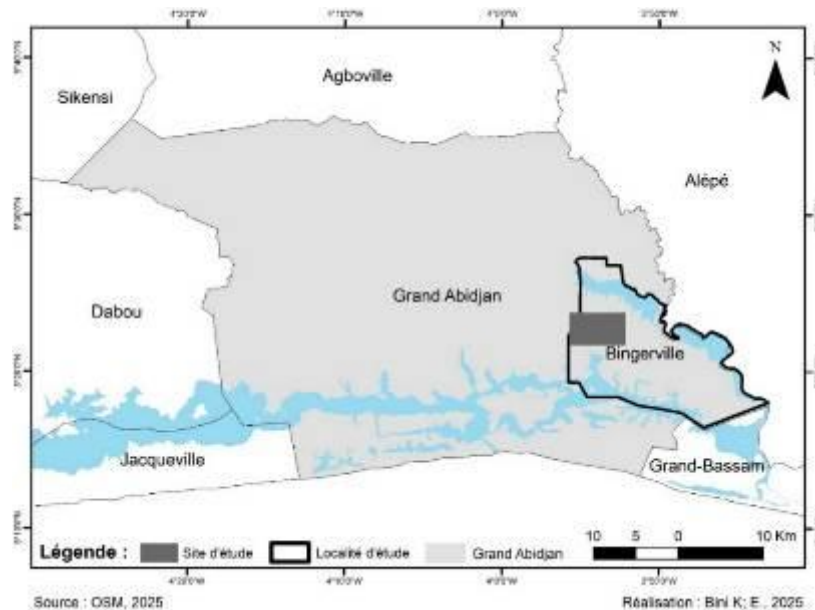
La problématique repose sur le fait que le site d'Akouai Santai se distingue par une urbanisation progressive des versants et des interfluves, au sein d'un environnement de plateaux morphologiquement contrastés et écologiquement fragiles. Pourtant, ces dynamiques d'extension urbaine sur des terrains pourraient être à la base de risques accrus d'érosion hydrique, liés à la perturbation des équilibres physiques du sol, à la suppression des couverts végétaux et à l'absence d'aménagements adaptés. Il faut désormais prendre en compte ces réalités à travers une coordination entre les politiques d'occupation des sols et les plans d'infrastructures (Lall et al., 2017, p. 27).

La question de recherche qui transparaît dans la présente étude peut être formulée comme suit : comment l'urbanisation galopante des versants sur le site d'Akouai Santai accentue la dynamique du paysage et la vulnérabilité environnementale ? Cette étude mobilise une approche cartographique et l'analyse spatiale pour présenter la vulnérabilité du site d'étude face aux dynamiques de surface. C'est une étude dans laquelle la description morpho-topographique des versants, le mode d'occupation du sol et le repérage des secteurs les plus exposés aux phénomènes érosifs constituent le triptyque d'analyse. À travers ce triptyque, la présente recherche propose une méthode de lecture géographique de l'urbanisation dans laquelle les dynamiques humaines côtoient les fragilités du milieu naturel et laissent entrevoir des risques potentiellement élevés.

La première partie présente la zone d'étude. La deuxième partie quant à elle présente quelques éléments de la méthodologie employée pour collecter et traiter les données mobilisées par l'étude. La troisième partie expose les résultats en trois axes en mettant en évidence la caractérisation morpho-topographique des versants, l'analyse des pressions foncières sur les sommets et versants, ainsi que l'appréciation de la vulnérabilité du bâti en relation avec la topographie des lieux. Ces résultats sont discutés à l'aune des enjeux de planification urbaine durable et de gestion des risques liés à l'érosion.

1. Présentation de la zone d'étude

Le village d'Akouai-Santai, communauté Atchan d'Abidjan et de sa périphérie, se situe dans la commune de Bingerville, au cœur d'un territoire où la ville rencontre encore des espaces naturels préservés (Figure 1). Cette situation lui confère un rôle particulier pour comprendre comment l'urbanisation et l'environnement se croisent et s'influencent mutuellement.



La localité d'Akouai-Santai repose sur le continental terminal, une unité géologique relativement ancienne, qui a contribué à modeler le paysage accidenté et moutonné qu'on lui connaît aujourd'hui. Ici, il est possible de mesurer des dépressions de moins de 20 mètres, notamment dans le sud en direction du plan lagunaire. D'un autre côté, les crêtes sont situées plus au nord avec des valeurs altitudinales atteignant 110 mètres par endroits. La succession de pentes abruptes et de vallées encaissées contraignent et limitent les espaces d'occupations anthropiques. La localité d'Akouai-Santai se présente alors comme un espace avec des contraintes topographiques inhérentes. De plus, le climat local s'inscrit dans le contexte climatique de type subéquatorial humide caractérisé par une pluviométrie annuelle excédant 1500 mm et une variabilité saisonnière qui influencent les phases d'humectation et dessiccation des matériaux pédologiques. Dans ce contexte, le ruissellement est important et les sols sont potentiellement instables. Ces facteurs amplifient les phénomènes d'érosion, de ravinements et accroissent la vulnérabilité du bâti, en dépit de la proximité géographique de cette localité par rapport à la mégalopole abidjanaise. Il y a lieu de questionner l'occupation humaine et son interaction avec la topographie contraignante pour minimiser les risques environnementaux. Ces enseignements sont essentiels pour guider la planification urbaine dans le District d'Abidjan et protéger à la fois les habitants et les derniers espaces naturels encore présents.

2. Méthodologie

L'étude s'appuie sur une démarche reposant sur le croisement de plusieurs sources d'information spatiale. Des données topographiques, cartographiques et relatives à l'occupation du sol ont été mobilisées afin d'analyser la vulnérabilité des versants à l'érosion sur le site d'Akouai Santai, dans la commune de Bingerville (Côte d'Ivoire). La méthode utilisée a permis de réaliser plusieurs cartes thématiques dans un système d'information géographique. Il permet ainsi de faciliter la cartographie, la lecture des formes d'arrangement de l'espace et d'identifier les changements pouvant être à l'origine de l'érosion.

2.1. Délimitation du périmètre d'étude et acquisition des données

Le périmètre du site étudié a été dessiné sur la base d'observation de terrain et des couches de limites administratives de la commune de Bingerville dans lequel le village d'Akouai-Santai est emboîté. Puis, un modèle numérique de terrain à fine résolution a été généré dans le but de produire une carte altimétrique et une carte de pente utile pour percevoir

les unités morphologiques. Une autre étape a consisté à réaliser une carte d'occupation du sol à partir d'imagerie satellitale couplée à une photo-interprétation. Ce processus a requis des données vectorielles pour localiser le bâti, des observations directes sur le terrain et des entretiens avec les riverains dans le but de corriger les biais et de consolider les acquis. L'image Satellitale de haute résolution utilisée pour la présente étude est une image fournie par Maxar Technologies, acquise en 2025 par un satellite de la constellation WorldView, de résolution spatiale submétrique comprise entre 30 et 50 cm. Cette image offre la possibilité d'identifier et de discriminer les objets au sol.

2.2. Traitement et analyse des données topographiques

Le traitement du modèle numérique de terrain a consisté à clipper de l'image de base, la zone correspondant au bas-versant, mi versant, haut-versant et sommet. L'image obtenue fait donc abstraction des sites dépressionnaires et ne se consacre qu'aux espaces topographiquement émergents. Une analyse des pentes a également été conduite, classant le territoire en six niveaux de déclivité, depuis les zones planes jusqu'aux versants escarpés. Les cartes produites permettent de comprendre la configuration physique du site et d'identifier les zones naturellement sensibles aux dynamiques érosives.

2.3. Analyse de l'occupation du sol et de la pression foncière

Le fond d'image satellite a été interprétée pour distinguer les principales classes d'occupation du sol : végétation arborée, végétation semi-arborée, sols nus et zones bâties. La répartition de ces classes a été analysée spécifiquement sur les hauteurs topographiques, pour mieux cerner les logiques d'implantation du bâti sur les versants. Un croisement avec la carte des pentes permet d'identifier les secteurs où la pression foncière s'exerce en contradiction avec les capacités naturelles du sol. La pression a aussi été perçue par de cartographies de concentration du bâti dans la zone étudiée.

2.4. Évaluation de la vulnérabilité du bâti

L'évaluation de la vulnérabilité du bâti s'appuie sur une analyse multicritère inspirée du Processus Analytique Hiérarchique (AHP) proposé par Thomas L. Saaty (1977), méthode de référence pour la hiérarchisation des facteurs de risque en géographie et en aménagement. Cette approche consiste à apprécier le poids relatif de chaque variable explicative afin de les combiner dans un indice synthétique. Ici, le facteur pente a été volontairement retenu comme facteur déterminant du fait de son impact directe sur l'implantation des bâtiments et la dynamique érosive sur la surface du sol. Selon qu'un habitat soit sur un site topographiquement surélevé ou topographiquement déprimé, l'exposition à l'érosion et au déchaussement des fondations diffèrent. Il y a donc un effet sur la capacité du bâti à résister ou non au décapage du sol selon les conditions topo-climatiques et l'accessibilité du site. Sur la base de ce postulat, une pondération est définie par choix raisonné en prenant en compte la littérature et le vécu des riverains, conformément aux principes de l'AHP.

La vulnérabilité du bâti a ainsi été évaluée à partir de l'intersection spatiale entre les données de localisation des constructions et des variables physiques telles que l'altitude, la pente et la position topographique (interfluve, haut de versant, mi de versant, bas de versant). Afin de rendre compte de l'influence relative de chacun de ces paramètres sur la vulnérabilité du bâti, une analyse multicritère pondérée a été réalisée. Chaque variable a été standardisée et classée selon un indice de vulnérabilité allant de 1 (faible) à 5 (très élevé), avant d'être agrégée selon un système de pondération basé sur leur niveau d'influence et sur l'instabilité des constructions en contexte de versant. La pondération a été définie ainsi (Tableau 1) :

Critère	Classement (1-5)	Poids (%)	Justification
Pente	1 à 5	50 %	Facteur déterminant des risques de glissement de terrain et d'érosion.
Position topographique	1 à 5	30 %	Influence directe sur la circulation de l'eau, le ruissellement et l'accumulation.
Altitude	1 à 5	20 %	Sert d'indicateur complémentaire pour détecter les zones basses sujettes à l'inondation ou à la stagnation.

Tableau 1. Pondération des critères physiques dans l'évaluation de la vulnérabilité du bâti
(Source : Enquêtes de terrain, 2025)

Sur cette base, un indice composite de vulnérabilité a été calculé pour chaque pixel ou polygone bâti, selon la formule :

$$\text{Indice de vulnérabilité} = (\text{Pente} * 0,5) + (\text{Position} * 0,3) + (\text{Altitude} * 0,2)$$

Le résultat a été classifié en cinq niveaux de vulnérabilité, selon les seuils définis dans le tableau ci-dessous (Tableau 2) :

Indice composite de vulnérabilité	Niveau de vulnérabilité
1,0 – 1,9	Faible
2,0 – 2,9	Modérée
3,0 – 3,9	Forte
4,0 – 4,5	Très forte
> 4,5	Extrême

Tableau 2. Classification des niveaux de vulnérabilité du bâti selon l'indice composite
(Source : Enquêtes de terrain, 2025)

Les tableaux ci-dessus permettent de structurer l'approche d'évaluation de la vulnérabilité en combinant rigueur méthodologique et lisibilité. La pondération différenciée des critères (Tableau 1) reflète la hiérarchie des facteurs de risque en milieu de versant, tandis que la grille de classification (Tableau 2) offre un cadre interprétatif clair pour la cartographie des niveaux de vulnérabilité. Cette double structuration facilite ainsi l'identification des zones à risque élevé et oriente les priorités d'intervention pour une gestion plus résiliente de l'urbanisation à Akouai Santai.

3. Résultats

Les résultats montrent que le relief influence fortement l'occupation des sols. L'analyse des pentes présente des zones physiquement contraintes et sensibles à l'érosion, tandis que la pression humaine sur les hauteurs fragiles accentue les déséquilibres. La vulnérabilité du bâti apparaît également liée à l'instabilité des terrains en forte pente.

3.1. Caractérisation morpho-topographique des versants

Le site se décompose en trois unités topographiques qui s'organisent selon une logique altitudinale (Figure 2). Nous partons d'une première unité topographique qui se caractérise par une dépression dans sa section sud. C'est un secteur qui présente une altitude relativement faible avec des valeurs par endroits de moins de 61 mètres. Dans cet endroit, il est possible d'identifier des bas-fonds plus ou moins drainés qui se dirigent vers la lagune Ébrié, plus au sud. Cette unité, environ 609 hectares, représente à peu près un quart de la zone étudiée. Puis en remontant, se présente la deuxième unité, dite unité de raccordement. Il s'agit sur le terrain, de la séquence topographique correspondant aux bas-versants, mi-versants et hauts-versants. Elle assure la transition morphologique entre les crêtes et les dépressions. Ces surfaces en pente modérée sont des espaces de transit pour les eaux de ruissellement, mais également des

zones d'extension urbaine privilégiées du fait de leur accessibilité relative. Les bas versants couvrent 20,49 % du site (soit 517,5 ha), tandis que les mi-versants représentent 15,43 % (soit 389,7 ha). Les hauts de versants à eux seuls couvrent 22,18 % du territoire, soit 560,3 ha, traduisant une forte emprise de cette composante sur l'organisation du relief local. Plus haut, nous distinguons une troisième unité topographique qui présente une forme sommitale bien marquée et allongée dans le sens ouest-est-sud. Sur le terrain, cette forme s'identifie à des reliefs à sommet tabulaire avec une altitude supérieure ou égale à 92 mètres. C'est là que se localisent les points les plus élevés sur l'ensemble du territoire étudié. Cette section du paysage laisse distinguer des ruptures de pentes nettes. Ces ruptures constituent par endroits, les points de départ des formes d'érosions linéaires. À l'échelle de l'ensemble du site étudié, cette entité sommitale représente moins de 18% de la superficie.

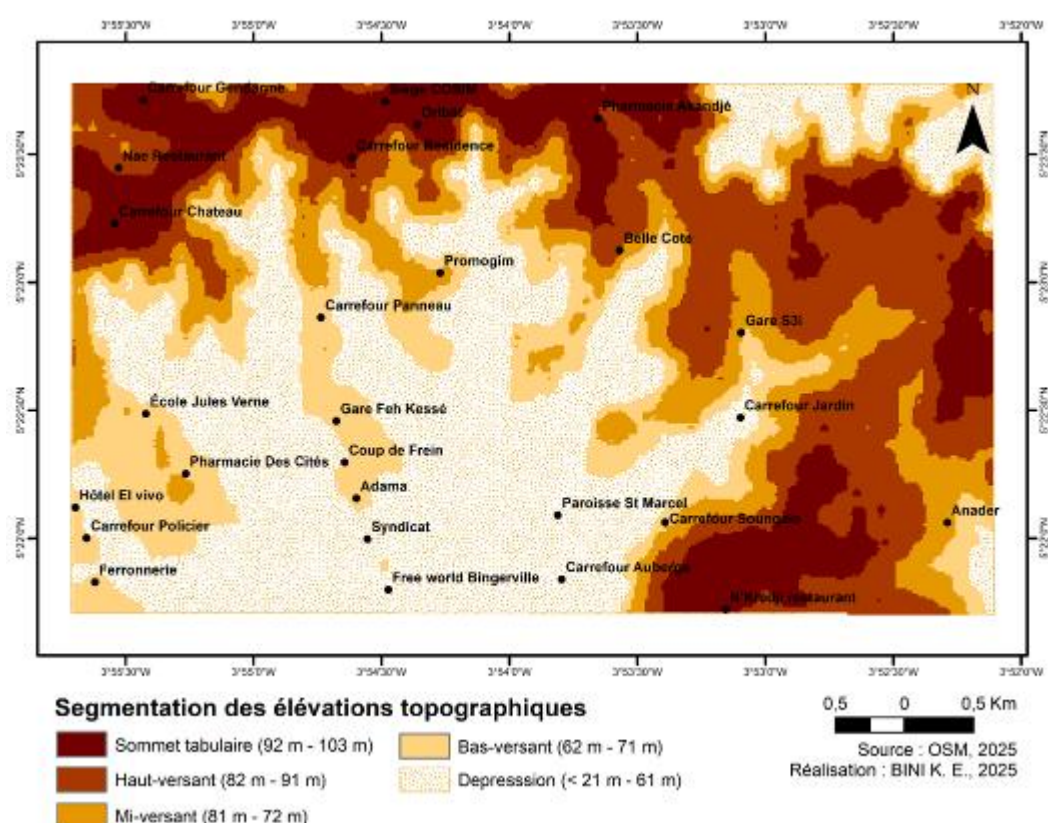


Figure 2. Segmentation des élévations topographiques
(Sources : Google Earth, OSM, 2025 ; Réalisation : Bini K. E., 2025)

L'examen des niveaux d'altitude met en évidence une réalité de terrain bien plus nuancée qu'il n'y paraît à première vue. Une part importante des reliefs se concentre dans des hauteurs intermédiaires : près de 29,23 % des surfaces se situent entre 82 et 91 mètres, tandis que 27 % se trouvent entre 62 et 71 mètres. Cette alternance de petites hauteurs et de zones plus basses façonne un paysage irrégulier, particulièrement réceptif aux écoulements de surface. Ces espaces, souvent localisés au niveau des ruptures de pente, agissent comme de véritables zones de passage pour les eaux de pluie, surtout lors d'épisodes pluvieux intenses.

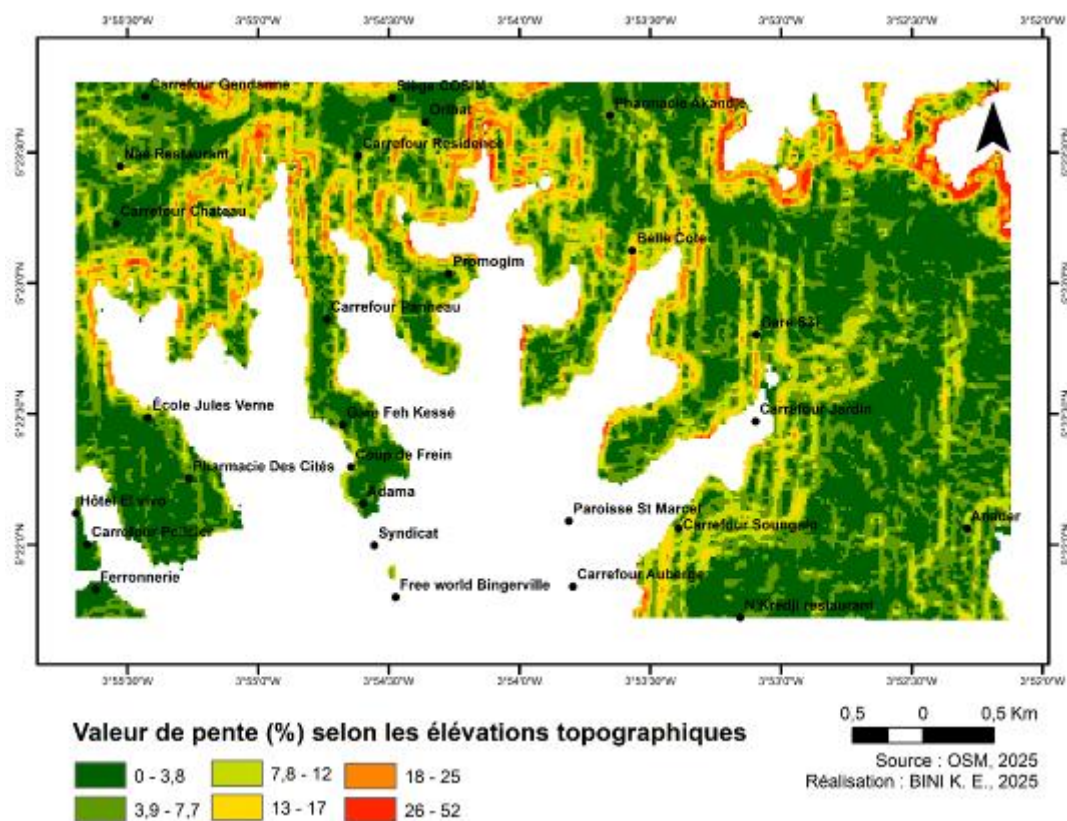


Figure 3. Valeur de pente selon les élévations topographiques
(Sources : Google Earth, OSM, 2025 ; Réalisation : Bini K. E., 2025).

L'analyse des pentes permet de comprendre cette organisation du relief (Figure 3). Une large part du territoire, soit 38,25 % de la superficie (environ 733,1 hectares), présente un caractère relativement plat ou très faiblement incliné. À ces espaces s'ajoutent 29,37 % (environ 536,0 hectares) caractérisés par de légères pentes, et 17,21 % (environ 329,8 hectares) où les déclivités sont déjà plus marquées. Les pentes fortes à très fortes représentent quant à elles un peu plus de 15 % du territoire (environ 290,8 hectares), dont 1,07 % (environ 20,4 hectares) classés comme très pentus. Ces secteurs, bien que souvent négligés lors des projets d'aménagement, figurent parmi les plus exposés aux phénomènes d'érosion. Lorsqu'ils sont urbanisés sans mesures adaptées, les risques d'instabilité des sols s'accroissent fortement.

La compréhension des formes d'occupation et d'aménagement fait sur le site d'étude est, en grande partie, à mettre en relation avec la façon dont le relief est structuré et morcelé. En effet, les espaces situés sur des pentes relativement moyennes ou fortes étaient autrefois moins habités. Aujourd'hui, la pression foncière dans la mégapole abidjanaise est si forte, que l'on se tourne vers l'urbanisation des espaces périphériques. Cependant, un manque ou un déficit de réglementations strictes en matière d'aménagement de sites à risque, amplifie l'artificialisation des milieux fragiles. L'une des conséquences majeures de cela est la rupture des équilibres géotechniques naturels, des dynamiques hydriques naturelles. Sur le terrain, cela se traduit concrètement par des ruissellements de plus en plus rapides, la formation de ravines, le déchaussement de fondations, l'apparition de glissements de terrains localisés. Tout ceci accroît la vulnérabilité des populations riveraines surtout en saisons pluvieuses.

3.2. Pressions et occupation du sol sur les hauteurs topographiquement vulnérables

La pression foncière s'exerce sur les hauteurs topographiquement sensibles d'Akouai Santai, comme le montre la carte d'occupation du sol (Figure 4). Sur ces zones de versant, 44,54 % des surfaces, soit 853,6 ha, sont déjà occupées par du bâti, dépassant largement la part de végétation arborée (21,06 %, soit 403,7 ha) ou semi-arborée (24,87 %, soit 476,6 ha).

L'observation et la localisation des différentes classes d'occupation du sol dans notre secteur d'étude permet de mettre en évidence des contrastes par endroits entre unités de relief et usages du sol. Par exemple, sur les zones de relief intermédiaire, plus ou moins accessible, il est possible d'identifier des concentrations de bâtis. Cela constitue des unités à urbanisation dense et continue agglutinées autour des principales routes, des gares, des grands carrefours, des écoles, des lieux de culte ou des centres commerciaux par exemple. D'une certaine manière, cela traduit également une emprise humaine sur des portions de terres relativement moins inondables. Pourtant, cela n'occulte pas les risques d'instabilité des sols et d'érosion liées au ruissellement. Par moment, la monotonie du paysage est rompue par des sols nus plus ou moins importants. Ces espaces dénudés font référence à des espaces en construction ou à des sites dégradés du fait de la pression anthropique. En tout état de cause, leur présence accentue potentiellement les départs de sédiments surtout en saison de pluies. En revanche, des espaces arborés ou semi-arborés sont localisés sur certaines hauteurs périphériques et caractérisent les secteurs encore moins habités. Ces espaces verts jouent un rôle essentiel pour stabiliser les versants, réguler le ruissellement et limiter l'érosion, renforçant ainsi la résilience des hauteurs les plus vulnérables.

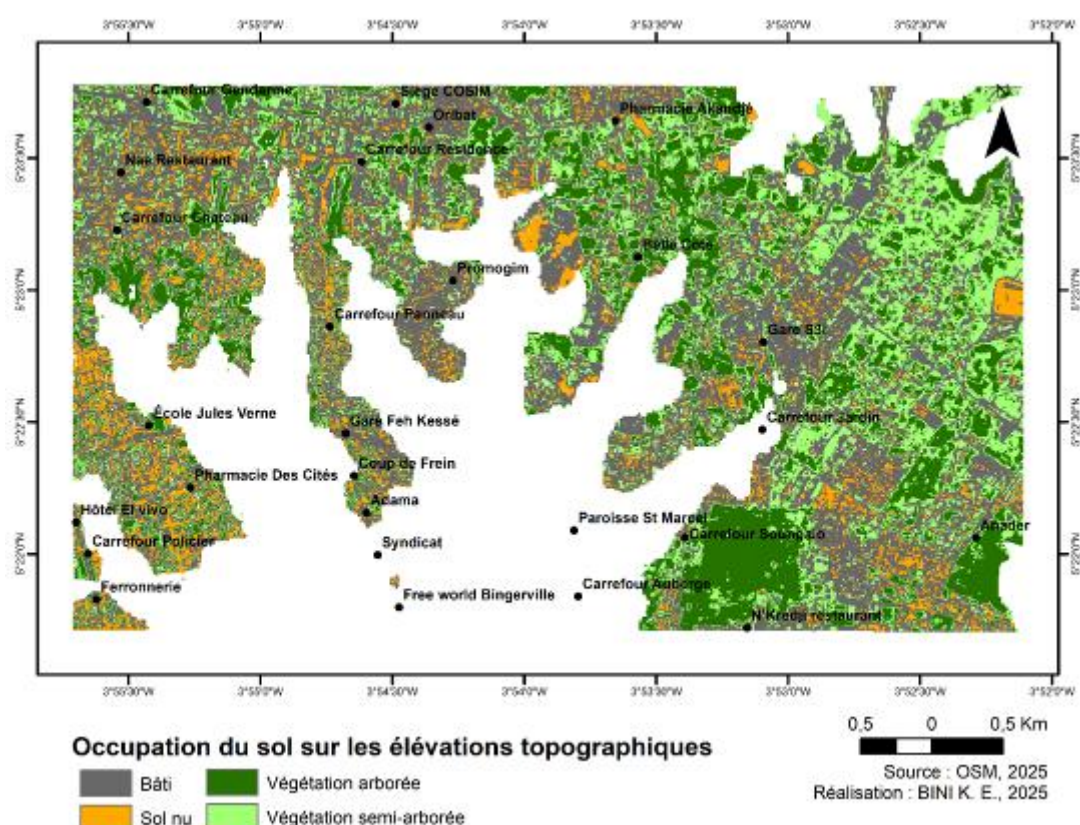


Figure 4. Occupation du sol sur les élévations topographiques
(Sources : Google Earth, OSM 2025 ; Réalisation : Bini K. E., 2025)

Les zones semi-arborées incluent également les espaces cultivés et les jachères difficilement discriminés à cette échelle (Figure 5).

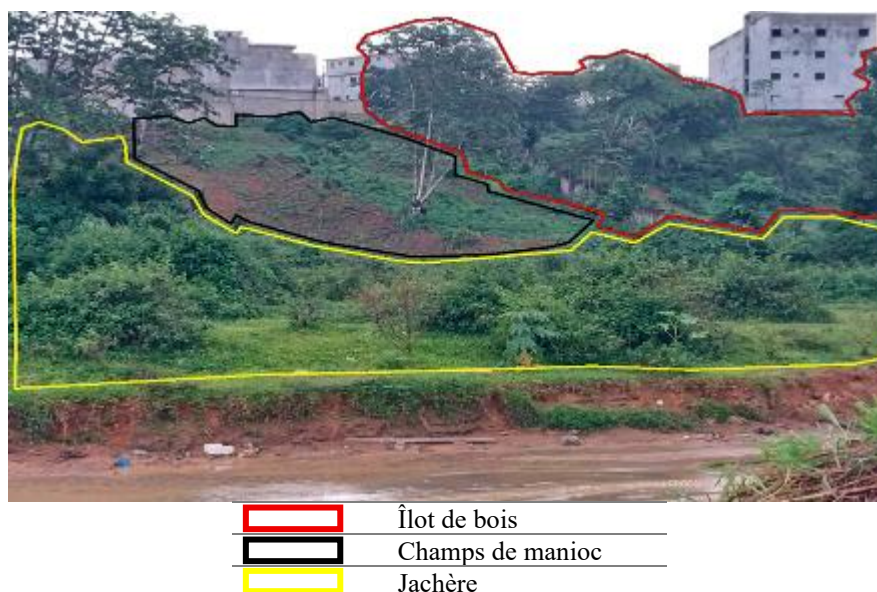


Figure 5. Mosaïque de paysages végétales sur les zones de versant
(Source : Enquêtes de terrain, 2025)

Ce déséquilibre illustre la rapidité de l'urbanisation, souvent au détriment des couverts protecteurs qui limitent l'érosion. De plus, 9,53 % de sols nus, soit 182,7 ha, signalent des espaces en cours de transformation, exposés aux agressions sans protection végétale. L'analyse de l'occupation du sol révèle une extension urbaine qui s'implante majoritairement sur les interfluvies et les versants les plus élevés, pourtant reconnus pour leur fragilité naturelle. Ce choix d'implantation n'est pas anodin : il reflète avant tout la pression foncière croissante sur les terrains plats, devenue quasi saturée, et la montée des logiques spéculatives dans les périphéries d'Abidjan. Faute d'alternatives accessibles, les nouveaux quartiers s'installent progressivement sur des espaces de plus en plus contraignants, souvent sans réelle planification.

Il est également possible de noter une perte du tapis végétal qui gagne en progressivement en étendue. En effet, autrefois structuré, la végétation a de plus en plus tendance à se fragmenter à cause des aménagements en cours. Ces aménagements rompent la continuité végétale et crée ainsi des espaces semi-naturels et semi-anthropiques. Par conséquent, l'on assiste à la diminution de la capacité des sols et des plants diminuer l'agression des eaux de pluies à l'origine des départs de sédiments. Dans les secteurs rapidement dévégétalisés et marqués par une forte artificialisation de l'espace, sans dispositif de drainage approprié, les sols sont extrêmement sensibles, les espaces sont propices à l'apparition de désordres morpho-dynamiques et les impacts socio-environnementaux sont plus évidents. En se référant à la carte des pentes, il est possible de noter que l'urbanisation touche de intensément les zones situées sur des pentes modérées et prononcées. Dans ces secteurs, la perte de couverture végétale et l'inclinaison de la topographie accentue le ruissellement et l'érosion.

La forte demande de terrain constructible occulte bien de fois les contraintes du relief et entraînent certains opérateurs à minimiser les risques liés à un défaut d'aménagement conséquent. L'analyse des altitudes accentue ce fait, car les secteurs dont l'élévation est comprise entre 82 et 91 mètres, puis entre 92 et 103 mètres, sont parmi les plus urbanisés. Ce sont des zones qui correspondent bien souvent à des versants plus ou moins prononcés. Une urbanisation non maîtrisée de ces espaces est un élément catalyseur de la dégradation des sols, de la vulnérabilité du milieu et de l'exposition des populations à des risques liés à l'habitat.

3.3. Vulnérabilité différentielle du bâti en lien avec la configuration topographique

L'analyse de l'implantation des habitations à Akouai Santai révèle une concentration surtout sur les versants et les interfluves du site (Figure 6). Cette répartition n'est pas anodine : elle reflète une pression foncière de plus en plus forte qui pousse l'urbanisation à s'aventurer au-delà des terrains plats initialement privilégiés, pour occuper des zones marquées par des contraintes topographiques importantes. La croissance de la ville sur ces espaces fragiles est en partie alimentée par le développement rapide de projets immobiliers, souvent initiés par des promoteurs cherchant à étendre leurs terrains. Sur le plan morphologique, l'urbanisation est dominée par un modèle pavillonnaire dense, où les habitations individuelles se succèdent sur des parcelles de tailles très variables. Ce tissu urbain émerge fréquemment d'un processus de lotissement accéléré, où la priorité est donnée à la vente de terrains plutôt qu'à la planification de routes, de systèmes de drainage ou de mesures de stabilisation des sols. Cette expansion, guidée par une logique souvent spéculative, entraîne un étalement urbain diffus et expose les constructions à des risques accrus : glissements de terrain, érosion et ruissellement incontrôlé deviennent monnaie courante. L'absence d'infrastructures techniques adaptées – murs de soutènement, tranchées d'infiltration ou gestion intégrée des eaux pluviales – fragilise durablement l'équilibre écologique du site et augmente la vulnérabilité des habitants.

Les zones bâties forment un paysage très hétérogène et dynamique. L'on assiste à l'émergence de chantiers de construction qui forme des structures en escalier ou des encorbellements sur pentes. Ce sont en réalité des formes empiriques qui constituent une sorte de réponse et d'adaptation à la topographie contraignante. Cette adaptation traduit d'une certaine manière le besoin criard en logements et la volonté de coloniser tout espace pour satisfaire à ce besoin malgré certains risques environnementaux.

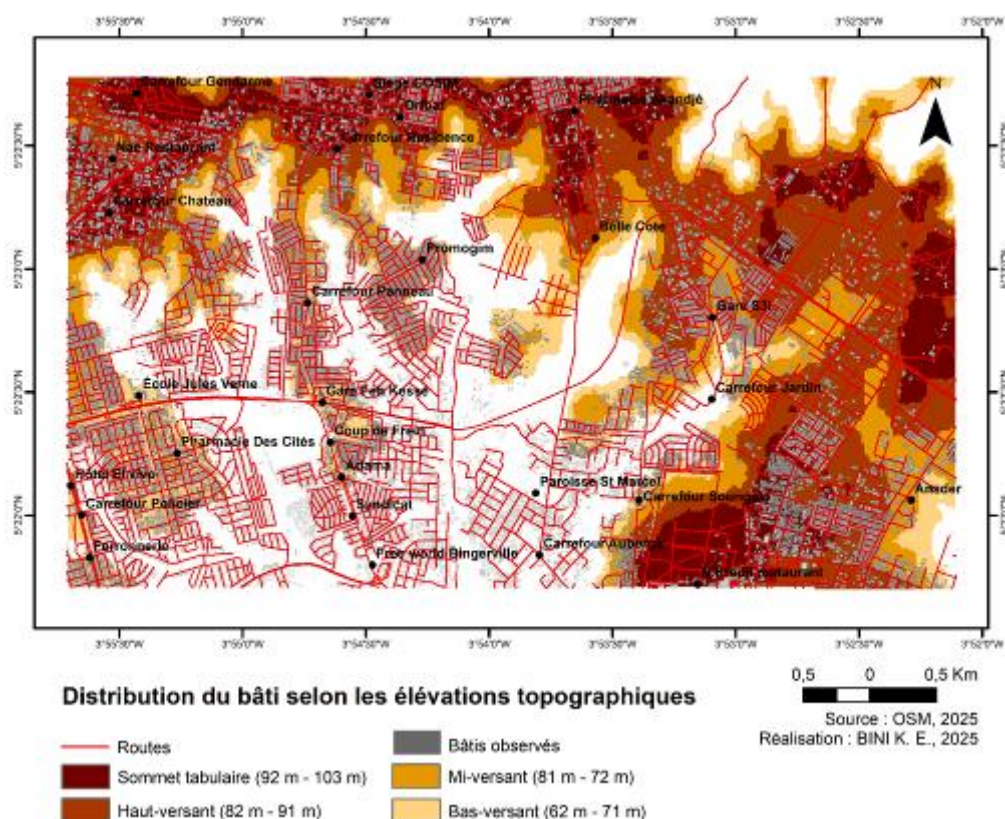


Figure 6. Distribution du bâti selon les élévations topographiques
(Sources : Google Earth, OSM, 2025 ; Réalisation : Bini K. E., 2025)

La carte de vulnérabilité du bâti selon la topographie (Figure 7) met en évidence une répartition différenciée des niveaux de risque à Akouai Santai. Près de 42,70 % des constructions se trouvent en zones de faible vulnérabilité. Mais une part importante (31,89 %) est déjà localisée dans des zones de vulnérabilité modérée. Plus préoccupant encore, 15,83 % du bâti sont exposés à une forte vulnérabilité, et 9,57 % (cumul des classes très forte et extrême) se trouvent dans des secteurs à risques élevés à critiques.

Ces pourcentages indiquent à quel point la topographie est un obstacle majeur à l'urbanisation, surtout dans les secteurs où les pentes sont très prononcées et le sol est relativement instable. La répartition spatiale du bâti permet de mettre en évidence les zones les plus délicates au nord-est et le long des versants du centre. On y trouve de nombreuses habitations parmi lesquelles certaines sont relativement bâties avec des matériaux peu solides et moins appropriés pour aux risques d'érosion et de glissement de terrain. Pourtant, ces risques existent et sont bien connus dans le secteur, car des occurrences passées ont déjà été relevé et des stigmates restent encore dans le paysage du grand Abidjan. L'insuffisance de politiques et de systèmes pouvant permettre d'évacuer efficacement les écoulements lors de fortes pluies et de stabiliser les sols des zones à risque sont encore à déplorer.

À y voir sous un certain angle, l'on serait tenté de dire que la pression anthropique sur ces sites révèle d'un opportunisme territorial. Le bâti s'étale aussi loin que les terres sont disponibles dans le paysage, et parfois, peu importe le risque environnemental auquel s'expose les riverains. Des versants aux pentes relativement fortes sont conquises et font l'objet parfois d'un faible aménagement sécuritaire, exposant ainsi les enjeux humains et infrastructures à de réels dangers. L'on assiste alors à un dérangement des dynamiques naturelles dans les logiques et les constances du milieu naturel.

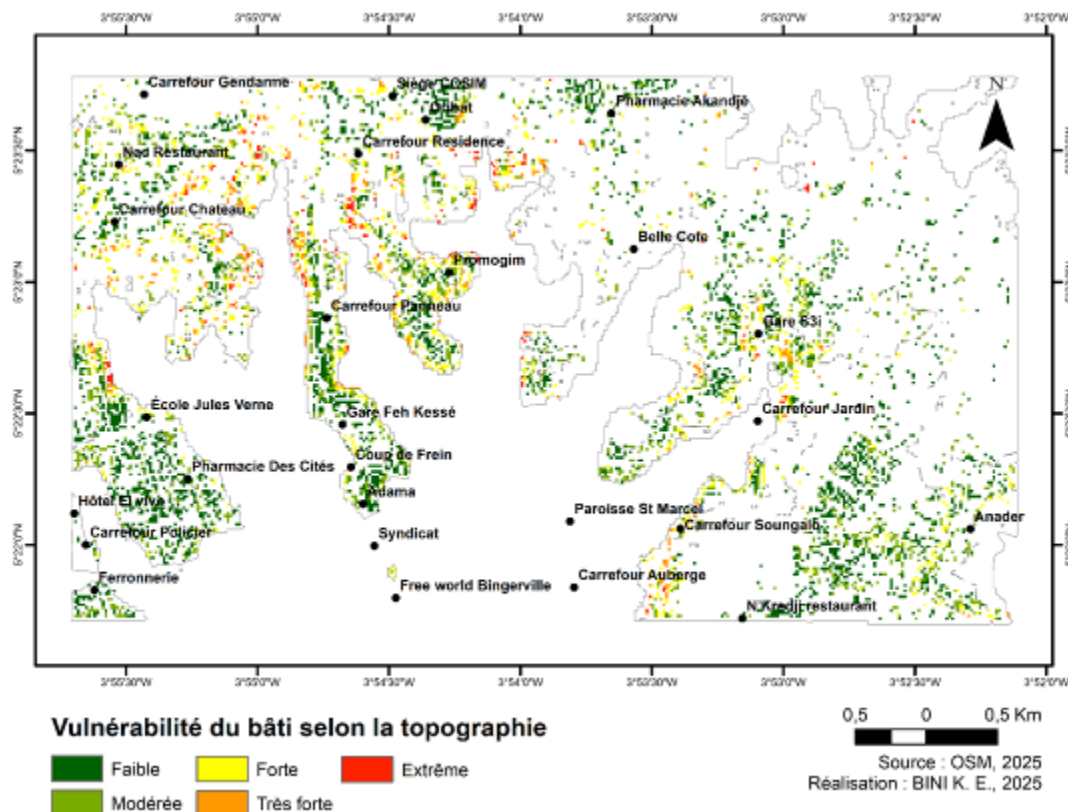


Figure 7. Vulnérabilité du bâti selon la topographie
(Source : OSM, 2025 ; Réalisation : Bini K. E., 2025)

Il s'agit de situations qui sont généralement liées à des chevauchements entre les zones urbanisées et les versants abrupts. En effet, les secteurs bâtis sont par endroits traversés de

vifs écoulements et créent des ravines qui évoluent de plus en plus, entraînant encore plus d'eaux et de sédiments. Ainsi, la mise en relation d'une forte concentration de bâtis, une quasi-absence de protections végétales et une topographie accidentée entraînent d'énormes conséquences. Ces conséquences sont généralement : l'érosion, des affaissements ou dépressions, des détachements de terres et glissements de terrain. De plus, 2.31% d'habitations sont situés dans des secteurs qui sont particulièrement à haut risque. D'où la nécessité d'apporter une réponse appropriée qui peu se traduire entre autres, par la stabilisation des pentes, un réseau de drainage suffisamment dimensionné et dans certains cas, le déplacement des populations riveraine.

La cartographie de la vulnérabilité ayant permis d'apprécier le risque dans l'espace, devient alors un outil d'alerte précoce et un outil de planification renforcée pour une meilleure adaptation de l'aménagement territorial. En réalité, l'exposition des zones bâties face aux risques géomorphologiques s'explique bien de fois par un déficit au niveau de la prise en compte de ces risques dans les réflexions sur l'aménagements et la viabilisation des territoires périurbains comme Akouai-Santai (Figure 8, 9 et 10) qui sont en train d'être phagocyté par la mégapole abidjanaise. La géomorphologie des sites convoités (pente, rupture de relief, texture des sols, etc.) ne devrait pas être occulté ou négligé dans les dispositions préventives à prendre en vue d'une urbanisation.

	Figure 8. Habitats, Cultures et sol nu sur Versants (Source : Enquêtes de terrain, 2025) L'absence de couverture végétale continue accentue les risques d'érosion, tandis que l'implantation du bâti en hauteur témoigne d'une pression foncière forte, peu attentive aux contraintes topographiques.
	Figure 9. Bâtis sur haut de versant (Source : Enquêtes de terrain, 2025) Implantation de logements en haut de versant, exposant aux risques d'érosion régressive et à l'instabilité des pentes en cas de ruissellement intense.
	Figure 10. Chantiers sur versant (Source : Enquêtes de terrain, 2025) Logements en construction sur le versant en l'absence d'un aménagement suffisant et adapté de l'espace topographique occupé.

Sur le terrain, on observe des maisons posées parfois directement sur des pentes instables, avec peu ou pas de dispositifs de soutènement. La topographie contraint les habitants à s'adapter pour accéder à leurs logements, gérer les eaux de pluie ou aménager des chemins. Lors des fortes pluies, ces contraintes se font encore plus sentir : les risques d'affaissements, de dégradations structurelles et d'isolement temporaire des habitations situées à mi-pente ou en contrebas sont fortement amplifiés.

4. Discussion

Les résultats de cette étude révèlent une dynamique urbaine préoccupante à Akouai Santai, où les versants et interfluves, initialement peu sollicités, deviennent aujourd'hui les nouveaux espaces d'ancrage de l'urbanisation. Face à la saturation des zones planes et à la crise aiguë du logement dans le Grand Abidjan, les opérateurs immobiliers, soutenus par une logique foncière spéculative, étendent désormais leurs activités vers les terrains en pente, souvent sans évaluation préalable des risques topographiques. C'est ce qui ressort des travaux de N'Kpomé qui affirme que « les opérateurs immobiliers n'hésitent pas à mordre sur les sites inconstructibles, tels que les versants raides et les fonds de vallées » (N'Kpomé, 2021, p. 41). Ce phénomène n'est pas isolé, il s'inscrit dans une tendance plus large observée sur les versants nord d'Abidjan, où la multiplication des constructions sur les pentes est devenue une réponse locale mais dangereuse à la demande croissante de logements.

Pourtant, les risques associés à cette expansion urbaine sur versant sont bien connus. À Bouaké par exemple, des études ont démontré que l'érosion hydrique s'accroît considérablement lorsque les constructions sont établies sur des pentes supérieures à 2,5 %, en particulier en l'absence de revêtements, de caniveaux ou de dispositifs de rétention (Yeo et al., 2020, p. 8). L'imperméabilisation progressive du sol, conjuguée à la déforestation des pentes et à l'absence d'entretien des voies d'évacuation, aggrave les processus de ravinement et multiplie les points de rupture dans les habitats. De même, à San Pedro, des quartiers récents se développent dans des zones à forte pente ou à proximité des thalwegs avec un taux de 5,2% entre 2014 et 2022, et ont pour conséquence une exposition directe à l'inondation, aux glissements de terrain et à l'instabilité des fondations (Traoré et Tamboura, 2023, p. 12). Ces choix urbanistiques, dictés par l'urgence foncière plutôt que par la planification raisonnée, participent à la production de vulnérabilités socio-spatiales. Les infrastructures (écoles, voiries, marchés) et les logements construits dans ces zones deviennent ainsi des investissements fragiles, constamment menacés par des aléas géomorphologiques, qui peuvent s'amplifier sous l'effet du changement climatique. À Abidjan, les épisodes d'inondations meurtrières enregistrés ces dernières années illustrent parfaitement ce décalage entre urbanisation accélérée et prise en compte des risques naturels (Jeannin, 2024, p. 2).

Le risque à Akouai-Santai est de procéder à une urbanisation qui ne tient pas totalement compte des propriétés géomorphologiques de l'espace. Les éléments tels que la nature des pentes, le dimensionnement des unités de relief, la texture des sols, le réseau hydrographique permanent ou saisonnier, etc. sont primordiaux pour la sécurité des personnes et des biens. Comme le souligne Andreasen et al. (2023, p.394), étendre les zones urbaines sur les versants sans planification préalable revient à créer des espaces particulièrement vulnérables face aux risques naturels et aux déséquilibres environnementaux.

Conclusion

Le diagnostic cartographique a permis d'objectiver le risque d'urbanisation en croisant l'occupation du sol, la pente et les dynamiques d'étalement urbain, mettant en lumière la prédominance d'un urbanisme spontané dans les zones de forte sensibilité morphologique. Les résultats révèlent ainsi une forte concentration des constructions sur les parties sommitales et médianes des versants, là où les phénomènes de ruissellement concentré sont les plus intenses en saison des pluies. La disparition progressive des zones tampon végétalisées rend les populations encore plus vulnérables face aux risques liés à la topographie. Cette vulnérabilité est d'autant plus forte que les habitants ont souvent peu de connaissances sur les dangers associés à leur environnement immédiat. Dans ce contexte, les cartes élaborées dans cette étude apparaissent comme de précieux outils pour éclairer la prise de décision. En combinant les données topographiques, hydrologiques et d'occupation du sol dans un système d'information géographique, il devient possible de localiser avec précision les zones à risque et

de produire des cartes de vulnérabilité concrètement utilisables par les autorités locales, les urbanistes et les services techniques. Il s'agit alors de la possibilité de produire une cartothèque capable d'enrichir les documents de planification urbaine en prenant en compte les contraintes physiques du territoire. Cela permet non seulement d'identifier les zones à protéger, mais aussi celles à encadrer et à réaménager selon un gradient de priorisation. Aussi, est-il nécessaire de contribuer au renforcement de la gouvernance foncière à travers un cadre plus participatif, ouverts à la recherche et à l'inclusion des communautés locales de sorte à minimiser les conflits et d'occupations anarchiques des zones à risques. L'intégration systématique de la cartographie des risques dans les outils de planification constitue une priorité stratégique pour réduire durablement la vulnérabilité du bâti.

Références bibliographiques

- Andreasen, M. H., Agergaard, J., Allotey, A., Lasse, M.-J., Martin, O.-A. (2022). *Built-in Flood Risk : the Intertwinement of Flood Risk and Unregulated Urban Expansion in African Cities*. Urban Forum, 34, pp. 385-411.
https://www.researchgate.net/publication/365830657_Built-in_Flood_Risk_the_Intertwinement_of_Flood_Risk_and_Unregulated_Urban_Expansion_in_African_Cities
- Bon, B., S. C., Denis, É., Lavigne, D. P. (2023). *Conversions ordinaires des usages des sols liées à l'urbanisation dans les Suds : Habitation, capitalisation, mutations de l'agriculture*. Paris : Comité technique Foncier & Développement, 108 p. <https://hal.science/hal-04185407/file/Ouvrage-collectif-Usage-des-sols.pdf>
- Jeannin, M. (2024). *La Côte d'Ivoire face à de nouvelles inondations mortelles : à Abidjan, le bilan d'une trentaine de victimes remet en cause la politique d'assainissement lancée depuis janvier par les autorités du district.*, Le Monde Afrique, 10 juillet 2024, 3p.
https://www.lemonde.fr/afrique/article/2024/07/10/la-cote-d-ivoire-face-a-de-nouvelles-inondations-mortelles_6248431_3212.html
- Kouao, N. S. R. (2021). *L'influence des constructions immobilières sur la dynamique des versants Nord-Abidjanais*. Université Jean Lorougnon Guédé-Daloa, Kafoudal N°7, juin 2021, pp. 40-56.
https://www.researchgate.net/publication/365618923_L'influence_des_constructions_immobilières_sur_la_dynamique_des_versants_Nord_Abidjanais
- Lall, S. V., Henderson, V., Venables, A. (2017). *Ouvrir les villes africaines au monde* (titre original : *Africa's Cities : Opening Doors to the World*), publié par la Banque mondiale (World Bank), Washington, DC., 36p.
<https://documents1.worldbank.org/curated/en/672431486993377102/pdf/112756-PUB-v1-PUBLIC-FRENCH.pdf>
- Saaty, T. L. (1977). *Une méthode de mise à l'échelle des priorités dans les structures hiérarchiques*. Journal of Mathematical Psychology, 15, pp.57-68.
[https://doi.org/10.1016/0022-2496\(77\)90033-5](https://doi.org/10.1016/0022-2496(77)90033-5)
- Traore, K. M. & Tamboura, A. T. (2023). *Dynamique urbaine et productions de vulnérabilités d'une ville littorale de la Côte d'Ivoire, San-Pédro*, Regards Sud, Numéro 1, 22p.
<https://regardsuds.org/dynamique-urbaine-et-productions-de-vulnerabilites-dune-ville-littorale-de-la-cote-divoire-san-pedro>
- Yeo, T. D., Koffi, K. E., Bechi, G. F. (2020). *Analyse des facteurs de l'érosion hydrique et dégradation environnementale en milieu urbain de Bouaké (Côte d'Ivoire)*, Regards Sud, Numéro 1, 18p. <https://regardsuds.org/analyse-des-facteurs-de-lerosion-hydrique-et-degradation-environnementale-en-milieu-urbain-de-bouake-cote-divoire>