



INONDATIONS FREQUENTES À AGBOVILLE (CÔTE D'IVOIRE): QUELLES ORIGINES ?

FREQUENT FLOODING IN AGBOVILLE (CÔTE D'IVOIRE): WHAT ORIGINS?

KOUADIO Z.A.¹, SORO G.E.², KOUAKOU K.E.³, GOULA BI T.A.², SAVANE I.²

¹ Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

² Université Nangui Abroguoua, Laboratoire de Géosciences et Environnement (LGE),
02 BP 801 Abidjan, Côte d'Ivoire

³ Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny (INP-HB), Département des
Sciences de la Terre et des Ressources Minières (STeRMi), Laboratoire du Génie Civil,
des Géosciences et des Sciences Géographiques, BP 1093 Yamoussoukro,
Côte d'Ivoire.

kazile2004@yahoo.fr.

RESUME

Agboville est une ville de la Côte d'Ivoire où les inondations sont fréquentes. La présente étude vise à identifier leurs sources et partant à proposer des mesures visant à les réduire ou à les maîtriser.

La base de données est constituée de données hydroclimatiques, d'images satellitaires, de photos de terrain et de relevés topométriques. Les cartes d'occupation du sol du bassin de l'Agneby ont montré la quasi-disparition de la forêt dense au profit des aires de forêts dégradées, de cultures et jachères.

Malgré la baisse générale de la pluviométrie et les écoulements constatée, les pluies extrêmes sont devenues fréquentes, occasionnant en retour des inondations des zones basses et vulnérables.

La modélisation hydrologique du bassin versant de l'Agneby a montré que la dynamique forestière a conduit à la réduction des lames d'eau évapotranspirée et infiltrée, d'une part et l'augmentation de la lame d'eau écoulée. L'importance de la lame d'eau écoulée est la preuve de la fréquence des inondations sur le bassin.

Les travaux topométriques ont montré la vulnérabilité du site aux inondations. Le système d'alerte basé les fluctuations des niveaux d'eau dans les lits et leur propagation au-delà est une méthode assez efficace et dynamique pour maîtriser les inondations.

Mots clés : Inondation, Occupation du sol, Topométrie, Agboville et Côte d'Ivoire.

ABSTRACT

Agboville is a city in Cote d'Ivoire where floods are frequent. This study aims to identify their sources and thus to propose measures to reduce or control them.

The database includes hydroclimatic data, satellite images, terrain photos and topometric surveys. The land use maps of the Agneby watershed showed the near disappearance of the dense forest in favor of the areas of degraded forests, crops and fallows.

Despite the general decline in rainfall and runoff, extreme rainfall has become frequent, resulting in flooding of low and vulnerable areas.

Hydrological modeling of the Agneby watershed has shown that the forest dynamics led to the reduction of the evapotranspired and infiltrated water slides on the one hand and the increase of the water flow. The importance of the water slide is the proof of the frequency of floods on the watershed.

Topometric work has shown the vulnerability of the site to floods. The warning system based on fluctuating water levels in the beds and their spread beyond is a fairly effective and dynamic method for controlling floods.

Key words: Flood, Land use, Topometry, Agboville and Côte d'Ivoire

INTRODUCTION

La décennie 2000-2010, et particulièrement les deux dernières années, a été marquée par plusieurs inondations en Afrique de l'Ouest. Selon (OCHA, 2012), une douzaine de pays d'Afrique de l'Ouest souffre de graves inondations qui ont fait plus de 159 morts et affecté près de 600 000 personnes dans des villes et localités mal préparées pour faire face aux pluies saisonnières.

En Côte d'Ivoire ce phénomène, auparavant rare, est devenu de plus en plus récurrent à Abidjan et dans d'autres localités du pays ces dernières années.

A Agboville, site de l'étude, le drainage des eaux pluviales pose de graves problèmes d'inondation faisant de nombreux sinistrés à chaque évènement pluvieux. La commune est traversée par plusieurs thalwegs qui forment de nombreuses zones marécageuses posant ainsi d'énormes problèmes d'assainissement. On note une récurrence de ce phénomène malgré la baisse générale de la pluviométrie en Afrique de l'Ouest (Paturel et al., 1995, Bricquet et al., 1997, Paturel et al., (1997), Afouda et al., (2005), Brou, (2005), Goula et al., (2006) et particulièrement dans la région d'Agboville (Kouadio, 2011). En 2007 et 2009 à Agboville, les inondations ont sinistré respectivement 114 et 53 familles issues de quartiers précaires.

Ces inondations ont pour origines l'occupation anarchique de l'espace (Andreassian et al., 2002 ; Wallez L., 2010 ; Kouadio et al., 2015), l'urbanisation qui ne suit pas le plan directeur, à l'absence de réseau d'assainissement, les accidents du relief, la récurrence des pluies extrêmes (PNUD, 2008 ; Konaté et al., 2016).

Face à la complexité des phénomènes qui engendrent les inondations, plusieurs approches méthodologiques sont utilisées. Elles sont basées sur l'étude de la topographie, l'utilisation de l'imagerie satellitaire, l'analyse des paramètres hydroclimatiques, la modélisation hydrologique et l'analyse des ouvrages d'assainissement. Toutes ces approches concourent à identifier les origines des inondations au niveau de la ville d'Agboville et le bassin versant amont de la rivière Agneby qui la traverse. Une nouvelle proposition d'approche de gestion des inondations sera proposée au terme de l'étude pour réduire les risques associés.

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

La rivière Agneby est un cours d'eau côtier de la Côte d'Ivoire et situé entre les latitudes 5°10' et 6°08' Nord, et entre les longitudes 3° 50' et 4°41' Ouest. Il prend sa source dans les environs du village d'Agoua à une altitude de 250 m et développe son lit sur environ 217 km de long. Ce cours d'eau draine les régions d'Agneby-Tiassa, du N'Zi, et des Grands-Ponts. Toutes les eaux pluviales qui sont drainées en amont de la ville d'Agboville traversent celle-ci (Figure 1).

Le plan directeur de la ville d'Agboville (Figure 2) extrait des différentes couches topographiques présente l'occupation de l'espace. Il s'agit de la rivière, la voirie primaire et secondaire, les zones d'extension à moyen et long terme, les équipements et la végétation. La ville s'étend le long du chemin de fer. Une situation favorisée par les activités de commerce liées à la voie et à la gare

ferroviaire. Ces activités sont souvent à la base de la création des habitations précaires qui sont les quartiers vulnérables aux inondations. L'étude se fera exclusivement dans le cadre en rouge tel qu'indiquer sur la figure 2.

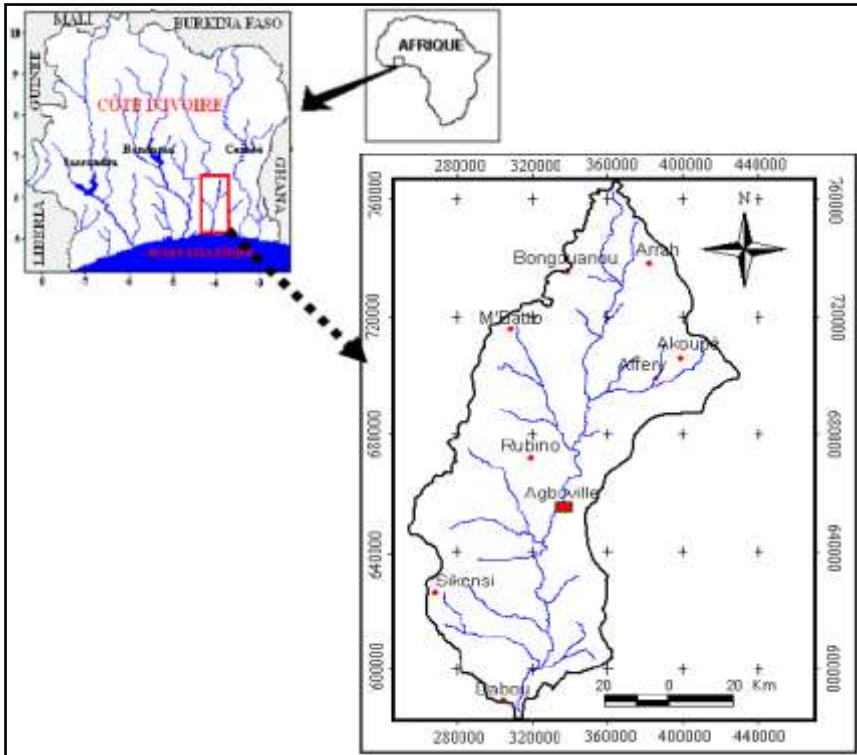


Figure 1 : Carte de localisation du bassin versant de l'Agneby (Kouadio et al., 2010)

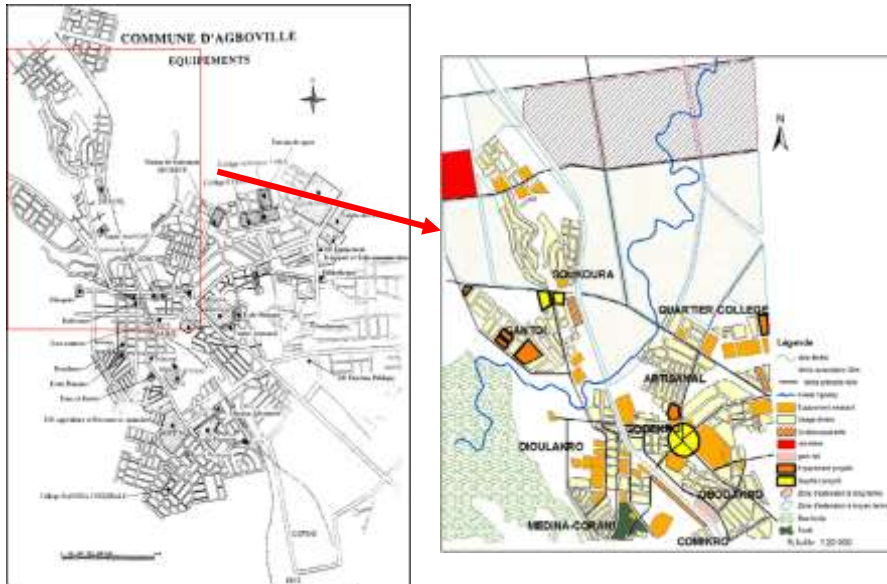


Figure 2 : Partie de la ville d'Agboville sous l'emprise de la rivière

METHODOLOGIE DE L'ETUDE

Analyse de la variabilité hydroclimatique

Les tests statistiques de détection de rupture et de segmentation (Pettitt, 1979 ; Lubès-Niel et al., 1994 ; Lubès-Niel et al., 1998 ; Hubert et al., 1989) sont appliqués aux séries de données des différentes stations retenues sur les deux bassins versants. Pour la série chronologique présentant une rupture, la méthode précise le pourcentage de variation autour de cette date. Le déficit hydroclimatique (D) se calcule alors de la façon suivante :

$$D = \frac{\overline{X_j}}{\overline{X_i}} - 1$$

Où : $\overline{X_j}$: Moyenne de la période après la rupture ;

$\overline{X_i}$: Moyenne de la période avant la rupture.

Les précipitations et débits extrêmes sont analysés pour comprendre la recrudescence des inondations dans la zone d'étude.

Analyse de la dynamique de l'occupation du sol et de la topométrie

Des images satellitaires Landsat TM et ETM+ de 1990 et 2001 ont été traitées par la méthode de classification supervisée pour la discrimination des classes d'occupation du sol.

Une modélisation de la réponse hydrologique du bassin en s'appuyant sur

Topométrie

Au niveau de la zone de confluence des eaux de la ville, des levés topométriques sont effectués sur une superficie de 30 hectares en s'appuyant sur les limites des dernières inondations. Des cartes topographiques en 2D et en 3D sont élaborées pour analyser le sens d'écoulement des eaux de ruissellement et déterminer les zones d'influence du cours d'eau. Les ouvrages d'assainissement sont aussi analysés pour identifier l'action anthropique sur ceux-ci.

Plan de gestion des inondations

Un plan de gestion des crues est élaboré sur la base des hauteurs limnimétriques lues ou enregistrées automatiquement aux stations de jaugeage. Des seuils d'alerte sont définis en considérant les zones de propagation des crues suite à des événements pluvieux. Ce mode de gestion s'appuie sur un logiciel appelé GeoHydrau qui est un Programme de Prévision et de Gestion des crues (Système de prévision et de pré-alerte).

RESULTATS ET DISCUSSION

Analyse de la variabilité hydro-pluviométrique

L'application des tests statistiques à cinq stations pluviométriques du bassin a permis de détecter des ruptures majeures (Tableau 1). Ces ruptures pluviométriques ont eu des répercussions négatives sur les hauteurs de pluie dans le temps. Les déficits pluviométriques calculés à chacune des stations oscillent entre 8,2% et 16,5%.

Tableau 1 : Ampleur des variations dans les séries pluviométriques de 1940 à 2000

	Localités	Année Rupture	Moyenne avant rupture	Moyenne après rupture	Déficit (%)
Bassin versant	Bongouanou	1968	1206,8	1108,2	8,2
AGNEBY	Adzopé	1968	1463,5	1273,3	13,0
	Agboville	1970	1461,0	1266,1	13,3
	Tiassalé	1970	1347,6	1124,7	16,5
	Azagué	1976	1813,3	1545,3	14,8

L'analyse des hauteurs de pluies journalières maximales annuelles (Figure 3) montrent une récurrence des intensités de pluie de plus de 100mm ces dernières années. Dans nos régions en général, les écoulements sont assurés par la pluviométrie. Ces pluies extrêmes régulières occasionneraient des sorties du cours d'eau de son lit lorsqu'elles surviennent. Elles inondent les régions males préparées pour les recevoir, causant des dégâts socio-économiques sur les populations.

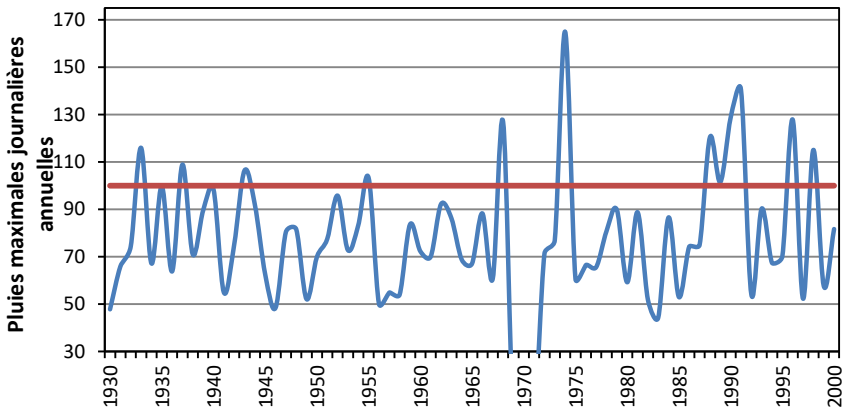


Figure 3 : Pluies journalières maximales annuelles

La représentation graphique des débits journaliers sur la période 1955-2005 (soit 50 années) en comparaison à la moyenne de la série de $65 \text{ m}^3/\text{s}$ (Figure 4), montre qu'il y a eu une douzaine de crues importantes dont les plus exceptionnelles sont celles observées en 1968 et 1989. Ces deux dernières ont laissé des souvenirs très amers au sein de la population d'Agboville.

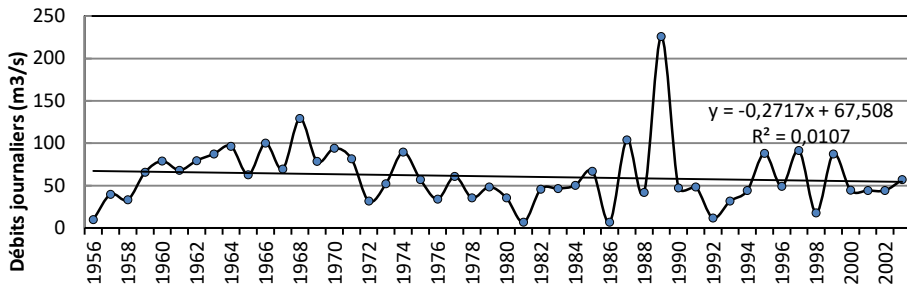


Figure 4 : Crues importantes observées dans la zone d'étude depuis 1955

Analyse de la dynamique de l'occupation du sol sur le bassin amont d'Agboville

Les cartes d'occupation du sol du bassin versant de l'Agneby de 1990 et de 2001 (Figure 5), indiquent globalement 5 types d'unités paysagères que sont : les forêts denses, les forêts dégradées, les cultures et jachères, les sols nus et les étendues d'eau.

L'analyse diachronique de ces images met en évidence une mutation des classes d'occupation du sol. La classe forêt dense connaît une nette régression de (7,11%). Les classes forêt dégradée, cultures et jachères et les sols nus sont en progression respectivement de 3%, 4,2% et 0,4%. Ces transformations se font dans le sens de la forêt dense aux paysages de jachère et culture et de forêts dégradées. Les classes forêt dégradée, cultures et jachères et les sols nus ont tendance à remplacer progressivement les forêts denses humides.

Dans l'ensemble, la carte de l'occupation du sol est constituée d'îlots de forêts, de vieilles jachères et de forêt secondaire, de cultures pérennes ou vivrières. A côté de ces milieux humanisés, subsistent quelques îlots de forêts denses le long du cours d'eau. Ces forêts se rencontrent dans la partie avale du bassin.

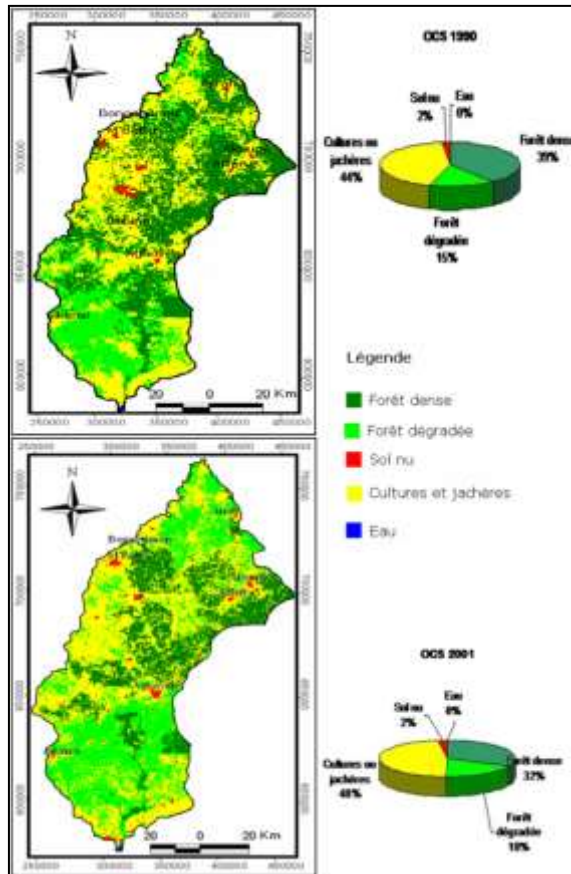


Figure 5 : Dynamique dans l'occupation du sol du bassin versant de l'Agneby

Incidence de la dynamique de l'occupation du sol sur les crues

Les cartes d'occupation du sol du bassin versant de l'Agneby de 1990 et 2001 ont servi de support à la simulation des écoulements. L'analyse des écarts de lames d'eau simulées montre qu'il est négatif pour l'évapotranspiration et l'infiltration et positif pour l'écoulement.

La fraction évapotranspirée a connu une réduction de (-1,4 mm), ce qui représente un déficit à un volume d'eau de $3,5 \times 10^6$ m³. La lame d'eau infiltrée a été réduite de (-0,3 mm), soit un volume d'eau de $2,6 \times 10^6$ m³. Quant à la lame d'eau écoulée, elle a augmentée de (+1,7 mm), représentant un volume d'eau de $14,1 \times 10^6$ m³.

Tableau 2 : Comparaison des écarts de lames d'eau évapotranspirée, ruisselée et infiltrée de 1990 et 2001 sur les bassins de l'Agneby

	Écart ETR _{ocs2001-1990}	Volume 10 ⁶ m ³	Écart R _{ocs} 2001-1990	Volume 10 ⁶ m ³	Écart I _{ocs2001-1990}	Volume 10 ⁶ m ³
Bassin Agneby	(- 1,4 mm)	3,5	(+1,7 mm)	14,1	(-0,3 mm)	2,6

Les bilans hydrologiques mensuels établis sur la période 1990-2001 (Tableaux 3), mettent en évidence l'accroissement des lames d'eau écoulées et la réduction celles évapotranspirées et infiltrées sur le bassin versant de l'Agneby.

Sur tous les mois de l'année, on note une augmentation des lames d'eau écoulées, indiquant leur contribution récurrentes à aux inondations dans la ville d'Agboville située tout près de l'exutoire du bassin. Ces bilans permettent de mettre en évidence les périodes favorables à la recharge des nappes d'eau souterraines. En effet, les mois au cours desquels l'infiltration est positive (saisons des pluies) sont favorables à la recharge et ceux sur lesquels l'infiltration est négative (saisons sèches) ne sont pas favorables à l'infiltration.

Tableau 3 : Bilans hydrologiques mensuels sur le bassin versant de l'Agneby

MOIS	Pluie	OCS 1990			OCS 2001			ΔETR (%)	ΔR (%)	ΔI (%)
		ETR	R	I	ETR	R	I			
Janvier	18	24,2	0,44	-6,6	24,3	0,46	-6,7	0,41	4,55	1,97
Février	51,7	44,7	0,26	6,7	44,7	0,26	6,76	0,00	0,00	0,90
Mars	113,3	102,5	0,56	10,3	102,4	0,57	10,4	-0,10	1,79	0,87
Avril	183	156,9	0,97	25,2	156,5	0,99	25,5	-0,25	2,06	1,19
Mai	193,9	186,1	2,85	4,9	185,8	2,95	5,1	-0,16	3,51	4,08
Juin	290,9	245,4	7,12	38,5	244,7	7,37	38,9	-0,29	3,51	1,01
Juillet	123,3	143,1	12,35	-32,1	142,9	12,77	-32,3	-0,14	3,40	0,59
Août	74,6	87,9	4,54	-17,8	88,1	4,79	-18,3	0,23	5,51	2,58
Septembre	120,1	113,1	2,4	4,6	113	2,53	4,5	-0,09	5,42	-1,30
Octobre	204,4	182,8	3,99	17,7	182,4	4,17	17,8	-0,22	4,51	0,79
Novembre	99,2	120,9	3,49	-25,2	121	3,69	-25,5	0,08	5,73	1,15
Décembre	31,6	48,8	1,22	-18,4	49,1	1,29	-18,8	0,61	5,74	1,96

Analyse de la topographie dans la zone d'emprise de la rivière Agneby

Les levés topométriques sur une superficie de 30 hectares en s'appuyant sur les limites des dernières inondations ont permis de tracer les cartes topographiques en 2D (Figure 6), 3D (Figure 7) et le sens d'écoulement des eaux de

ruissellement (Figure 8). Ces différentes cartes mettent en exergue l'ampleur de la menace des inondations sur les différentes infrastructures telles que décrites dans la légende. Les sens d'écoulement des eaux sur la carte correspondante sont les nombreux talwegs préférentiels servant à l'évacuation des eaux de pluie.

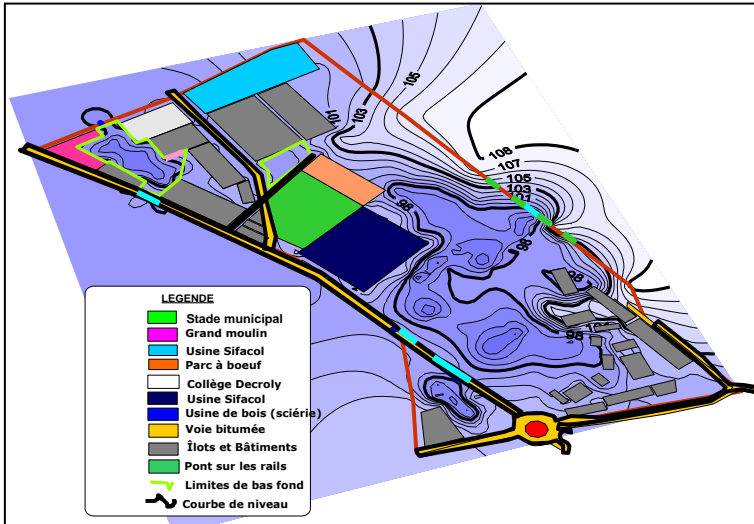


Figure 6 : Carte topographique du site étudié en 2D

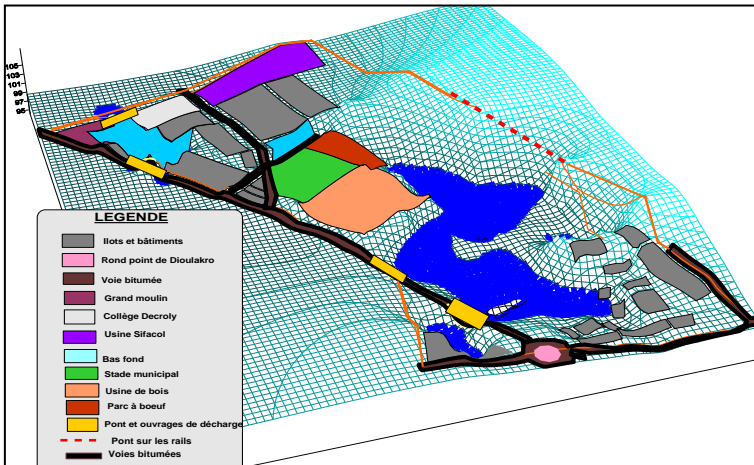


Figure 7 : Représentation la zone d'étude en 3D

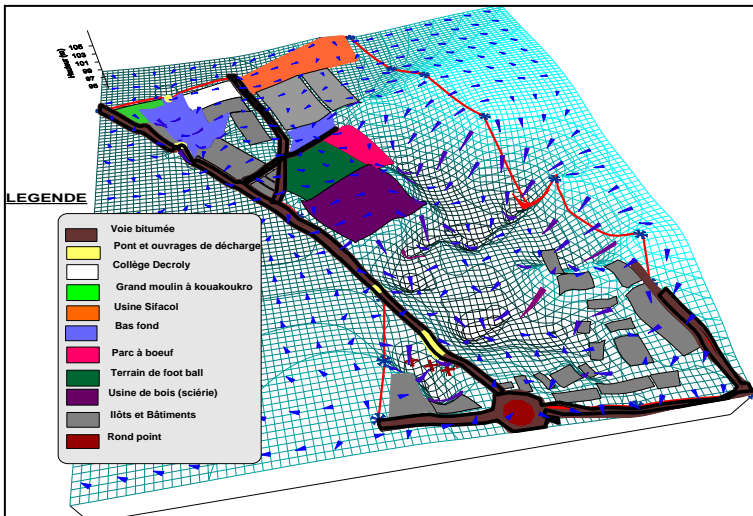


Figure 8 : Représentation du sens d'écoulement des eaux pluviales

Analyse des ouvrages d'assainissement

Dans presque toute la ville d'Agboville, les ouvrages d'assainissement sont occupés par le petit commerce et certaines activités précaires comme la menuiserie (Photo 1). Lorsque les ouvrages ne sont occupés, ils sont régulièrement obstrués par les dépôts de terre, les résidus des moteurs des mécaniciens et des débris végétaux (Photo 2 et 3). On peut faire remarquer aussi l'étranglement de la section de la rivière à la sortie de la ville. Cela favorise le débordement du lit du cours d'eau. En effet, la section d'entrée (ouvrage amont) est grande pour permettre l'écoulement du débit de crue. Par contre la section de sortie (ouvrage aval) est très réduite. La section mouillée amont en période de crue est estimée à 700 m², pendant que celle de la sortie est évaluée à 120 m², soit six (6) fois plus petit.

Selon le plan de l'urbanisation, l'extension de la ville se fait dans les bas-fonds et les berges du cours d'eau (Photo 4). Ce qui a pour effet d'augmenter les volumes ruisselés du fait de l'imperméabilisation et de la réduction de l'infiltration.



Figure 9 : Occupation des ouvrages (1), obstruction des voies d'évacuation des eaux pluviales (2 et 3) et construction des habitations dans les bas-fonds (4)

Approche de gestion des inondations

Gestion actuelle des inondations à Agboville

La gestion du risque d'inondation suit un cycle à moyen terme, rythmé par les catastrophes successives (Figure 10) : inondation catastrophique de 1989. Mesures de réparation et travaux de protection des autorités. Perte progressive de mémoire de l'évènement et de vigilance pour la gestion et l'entretien des ouvrages de protection, développement de l'urbanisme en zone inondable. Nouvelle catastrophe. Le comportement de la population et des gestionnaires varie au cours de ce cycle. Dans la phase d'oubli, chacun est prêt à accepter la prise en compte d'un risque résiduel. Après une catastrophe, la crue en cause est aussitôt qualifiée d'exceptionnelle, jamais vue de mémoire d'homme. Malheureusement l'évènement est vite oublié et il s'est suivi un relâchement dans l'entretien des ouvrages.

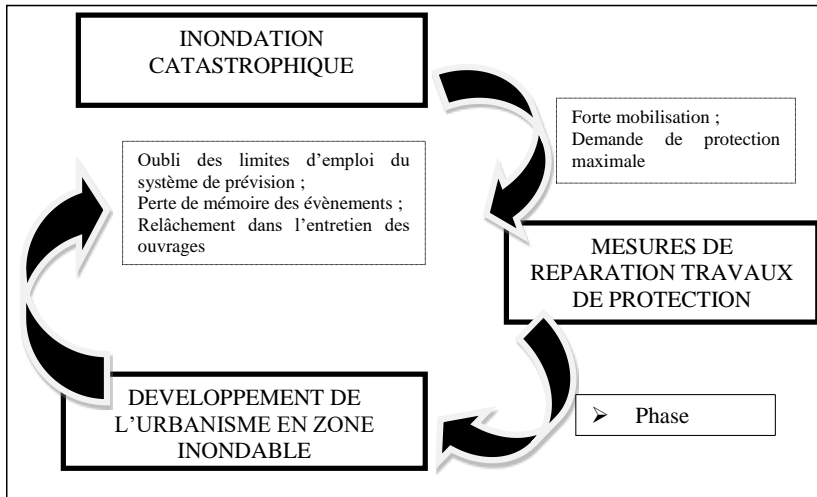


Figure 10 : Schéma de la gestion actuelle des crues de la rivière Agneby

Gestion des inondations à l'aide des données hydrologiques actuelles

A partir des données limnimétriques, on peut définir des seuils de déclenchement des phases de pré-alerte et d'alerte de crue. Cela aidera les autorités responsables d'agir dans les délais requis pour une intervention efficace.

Dans la pratique, en fonction de l'interprétation des mesures limnimétriques recueillies par les réseaux de mesure, trois phases d'alerte on distingue (Figure 11) :

- la phase de vigilance hydrologique : elle correspond à une situation hydrologique susceptible d'engendrer une crue en cas de maintien ou d'aggravation des conditions climatiques observées et prévues ;
- la phase de pré-alerte : elle correspond à l'existence d'un risque potentiel d'inondation clairement identifié. Un message de pré-alerte est transmis aux services gestionnaires des cours d'eau et au Centre communal de coordination et de crise ;
- la phase d'alerte : elle correspond à un risque réel d'inondations importantes. A ce stade toutes les autorités administratives ainsi que les différents services de secours sont concernés par la diffusion du message de déclenchement de l'alerte à partir de GeoHYDRAU.

Le logiciel GeoHydrau est un Programme de Prédiction et de Gestion des crues (Système de prédiction et de pré-alerte). A l'aide de GeoHYDRAU et en phase d'alerte, les informations circulent suivant le même schéma de prévisions. Ainsi, les services de secours peuvent adapter judicieusement les moyens à mettre en œuvre pour faire face aux inondations.

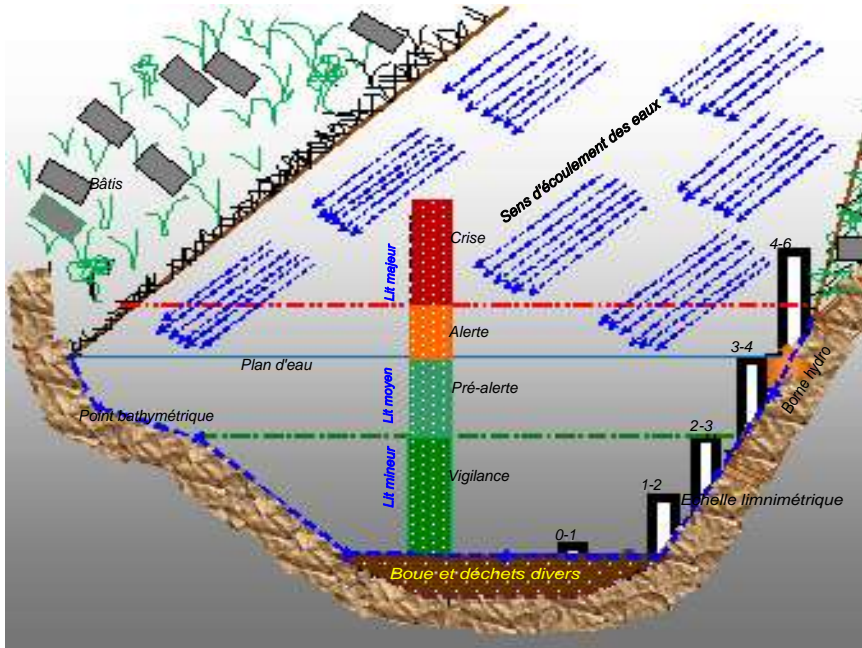


Figure 11 : Profil transversal de la section des échelles

DISCUSSION

Les inondations sont des phénomènes assez complexes qui font intervenir plusieurs facteurs. Il s'agit en occurrence de la variabilité des pluies, de la dynamique de l'occupation, du comportement des populations et des accidents topographiques.

S'agissant de la variabilité climatique, on note une baisse interannuelle des hauteurs pluviométriques avec des déficits variant entre 8,2% et 16,5%. Les résultats sont en phase avec ceux des travaux réalisés en Afrique de l'Ouest en général (Servat et al., 1998; Lubès-Niel et al., 1998; Ouédraogo, 2001; Ardoin, 2004; Sighomnou, 2004) et particulièrement en Côte d'Ivoire (Brou, 1997 et

2005 ; Brou et al., 1998 et Brou, 2005). Malgré cette baisse constatée de la pluviométrie, les inondations sont devenues de plus en plus récurrentes. En effet, les pluies extrêmes de rare fréquence d'apparition sont très souvent enregistrées ces dernières années dans cette région. Ces événements pluvieux ont des répercussions sur les écoulements, causant le débordement du cours d'eau de son lit mineur pour occuper les zones sensibles. Selon les résultats des travaux de Konaté et al. (2016), le seuil de 100mm de pluie est critique pour provoquer des inondations dans les zones réceptrices vulnérables de nos régions.

L'analyse diachronique des images satellitaires de Landsat de 1990 et 2001 a montré une dégradation continue des forêts au profit des zones de jachères et des surfaces nues. La modélisation hydrologique de cette dynamique a permis de faire les bilans mensuels et annuels en eau sur le bassin versant de l'Agny avec pour exutoire la station hydrométrique d'Agboville. Ces bilans hydrologiques établis sur la même période (1990-2001) mettent en évidence l'accroissement des lames d'eau écoulées, d'une part, et la réduction celles évapotranspirées et infiltrées sur le bassin versant de l'Agneby, d'autre part. L'accroissement des lames d'eau écoulées seraient une des conséquences immédiates de la recrudescence des inondations dans cette zone. En effet, la dégradation du couvert végétal influence la relation pluie-débit. Les travaux d'Andréassian et Lavabre (2002), Kouadio et al. (2015) en sont la justification. Selon eux, la dynamique du couvert forestier perturbe le cycle de l'eau par la diminution des lames évaporée et infiltrée et l'augmentation de celle ruisselée.

Les levés topométriques effectués sur la zone d'intérêt de 30 hectares en s'appuyant sur les limites des dernières inondations a mis en évidence l'ampleur de la menace de celles-ci sur différentes infrastructures de la ville. Effet, les sites vulnérables aux inondations sont occupés et même habités en lieu et place des zones approuvées par les plans d'urbanisation. Ces sites sont généralement les zones d'influence et les alentours de la voie ferrée, les bordures des voies urbaines et les bas-fonds. Les populations préfèrent les occuper parce qu'elles les jugent favorables pour le petit commerce et à la riziculture. Tout en s'installant sur ces sites, ils obstruent régulièrement les voies de drainage des eaux de ruissellement. En plus de cela, l'absence de gestion efficace des ordures ménagères, ces dernières se retrouvent dans les caniveaux qu'elles obstruent avec les eaux de ruissellement. Ainsi, par faute de curage du réseau d'assainissement toutes les eaux qui normalement doivent être drainées par le réseau d'assainissement sont contraintes de ruisseler.

Les inondations à Agboville, une fois qu'elles surviennent sont gérées spontanément sans mesures de protection et de prévisions pour les prochaines fois. Ainsi, les secours des différents services et autorités concernés sont apportés aux sinistrés de façon circonstancielle. Les seules opérations rigoureuses pour ces derniers reviennent à raser automatiquement ses sites. Lorsque la saison passe, les mêmes populations reviennent recoloniser ces mêmes sites. Ces agissements les rendent vulnérables face aux saisons pluvieuses. Ainsi, pour aider les autorités à plus de promptitude dans la gestion des impacts, il s'avère important de définir des stratégies durables pour venir à bout de ces catastrophes (OCHA, 2009). Une procédure basée sur l'utilisation des données hydrologiques a été élaborée dans un logiciel appelé GeoHydrau qui est un Programme de Prévision et de Gestion des crues.

CONCLUSION

Les inondations sont des phénomènes environnementaux aux conséquences souvent très catastrophiques sur le cadre de vie et les activités socio-économiques. A Agboville, la maîtrise des inondations passe par la connaissance ses sources et les mesures mises en place pour leur gestion durable.

La première source est l'apparition des pluies extrêmes de fréquence rare qui sont devenues très récurrentes.

La seconde source est relative à la dynamique de l'occupation du sol du bassin versant de l'Agneby qui draine les eaux jusqu'à Agboville. La dégradation de la surface du bassin de façon générale, favorise l'accroissement de la lame d'eau ruisselée au dépend de l'infiltration. Ce qui justifie les inondations même avec des intensités de pluie de plus en plus faible.

La troisième source est que la ville d'Agboville est assez accidentée. Ces accidents topographiques favorisent la concentration rapide des eaux pluviales, donc l'augmentation des volumes d'eau écoulés.

La quatrième source est liée aux agissements de la population qui préfère s'installer dans les zones à forte attraction mais souvent très vulnérables comme les périphériques du chemin de fer. Ces ouvrages d'assainissement malgré leur étroitesse sont régulièrement obstrués par la broussaille, les ordures ménagères, les rejets des petits métiers et déchets provenant des activités de commerce. Elle obstrue le réseau d'assainissement avec leurs constructions et les ordures qu'elle rejette quotidiennement.

Comme solution aux phénomènes d'inondation, nous proposons un plan de gestion basé sur un programme informatique appelé GeoHydrau qui permettra de suivre en temps réel l'évolution de la situation dès qu'ils ont connaissance de la hauteur d'eau dans le lit de la rivière.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AFOUDA A., LAWIN E. A., LEBEL T. PEUGEOT C., SEGUIS L. (2005). Modèle de transformation pluie-débit basé sur le Principe de Moindre Action. Regional Hydrological Impacts of Climatic Change Hydroclimatic Variability (Proceedings of symposium S6 held during the Seventh IAHS Scientific Assembly at Foz do Iguacu, Brazil, April 2005), IAHS, Vol.296, pp. 129-137.
- ANDREASSIAN V., LAVABRE J. (2002). «Relations entre le couvert forestier et le comportement hydrologique à l'échelle du bassin versant», *Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France*, Vol.88, Issue 7, pp. 97-98.
- BROU Y. T. (2005). Climat, mutations socio-économiques et paysages en Côte d'Ivoire. Mémoire de synthèse des activités scientifiques (mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches), Université des Sciences et Technologies de Lille (USTL), France, 226p.
- GOULA B. T. A., SAVANE I., KONAN B., FADIKA V., KOUADIO G. B. (2006). Impact de la variabilité climatique sur les ressources hydriques des bassins de N'Zo et N'Zi en Côte d'Ivoire (Afrique tropicale humide), *Vertigo*, Vol.7, Issue 1, pp. 1-12.
- KONAN B. (2002). «Modélisation et gestion intégrée des ressources en eau dans le bassin versant du Sassandra (Côte d'Ivoire)», Thèse de Doctorat 3ème cycle, Université d'Abobo-Adjamé, Abidjan, Côte d'Ivoire, 146p.
- KONATE L., KOUADIO B. H., DJE K. B., AKE G. E., N'GUESSAN B. V. H., GNAGNE L., KOUAME K. M., BIEMI J. (2016). Caractérisation des pluies journalières intenses et récurrences des inondations: apport des totaux glissants trois (3) jours à la détermination d'une quantité seuil d'inondation (District d'Abidjan au Sud-Est de la Côte d'Ivoire), *International Journal of Innovation and Applied Studies*, Vol.17, Issue 3, pp. 990-1003.
- KOUADIO Z. A., KOUAKOU K. E., KONAN-WAIDHET A. B., GOULA B. T. A., SAVANE I. (2015). Modélisation du comportement hydrologique du bassin versant du Boubo en milieu tropical humide de la Côte d'Ivoire par l'application du modèle hydrologique distribué CEQUEAU, *Afrique Science*, Vol.11, Issue 3, pp. 82-100.
- KOUADIO Z. A. (2011). Dynamique de l'occupation du sol et comportement hydrologique. Cas des bassins versants côtiers de l'Agnéby et du Boubo, Thèse Unique de Doctorat de l'Université d'Abobo-Adjamé, Côte d'Ivoire, 188p.

- KOUADIO Z. A., GOULA B. T. A., KOUASSI F. W., KOUAKOU K. E., SAVANE I. (2010). Apport des images satellitaires à l'étude de la dynamique de l'occupation du sol de bassins versants côtiers : exemple de l'Agneby, de la Mé et du Boubo (Côte d'Ivoire), *Photo-interprétation European Journal of Applied Remote Sensing*, Vol.1, Issue 2, pp. 55-92.
- N 'GO Y. A., GONE D. L., SAVANE I., GOBLE M. M. (2004). Potentialités en aux souterraines des aquifères fissurés de la région d'Agboville (Sud Ouest de la Côte d'Ivoire) : Caractérisation hydroclimatique et physique, *Afrique Science*, Vol.1, Issue 1, pp. 127-144.
- PATUREL J.E., SERVAT E., KOUAME B., BOYER J. F., LUBES H., MASSON J.M., (1995). Manifestations de la sécheresse en Afrique de l'Ouest non sahélienne. Cas de la Côte d'Ivoire, du Togo et du Bénin, *Sécheresse*, Vol.6, Issue 1, pp. 95-102.
- PATUREL J. E., SERVAT E., KOUAME B., LUBES H., OUEDRAOGO M., MASSON J. M. (1997). Climatic variability in humid Africa along the gulf of Guinea. Part II: an integrated regional approach, *Journal of Hydrology*, Vol.191, Issues 1-4, pp. 1-15.
- PNUD (2008). S'adapter à l'inévitable : action nationale et coopération internationale, In *Rapport mondial sur le développement humain 2007/2008*, chapitre 4, pp. 163-204.
- WALLEZ L. (2010). Inondations dans les villes d'Afrique de l'Ouest : Diagnostic et éléments de renforcement des capacités d'adaptation dans le Grand Cotonou, Diplôme de maîtrise en environnement et master en Ingénierie et Management de l'Environnement et du Développement Durable, Centre Universitaire de Formation en Environnement de l'Université de Sherbrooke, Québec, Canada, 76p.