



NOTES D'ANALYSE N°2 et 4

Impacts des changements climatiques sur les points de stationnement en Outre-mer et à l'étranger

– Cas de la Côte d'Ivoire –

Juillet 2019



Le ministère des Armées fait régulièrement appel à des études externalisées auprès d'instituts de recherche privés, selon une approche géographique ou sectorielle, visant à compléter son expertise interne. Ces relations contractuelles s'inscrivent dans le développement de la démarche prospective de défense qui, comme le souligne le dernier Livre blanc sur la défense et la sécurité nationale, « doit pouvoir s'appuyer sur une réflexion stratégique indépendante, pluridisciplinaire, originale, intégrant la recherche universitaire comme celle des instituts spécialisés ».

Une grande partie de ces études sont rendues publiques et mises à disposition sur le site du ministère des Armées. Dans le cas d'une étude publiée de manière parcellaire, la Direction générale des relations internationales et de la stratégie peut être contactée pour plus d'informations.

AVERTISSEMENT : Les propos énoncés dans les études et observatoires ne sauraient engager la responsabilité de la Direction générale des relations internationales et de la stratégie ou de l'organisme pilote de l'étude, pas plus qu'ils ne reflètent une prise de position officielle du ministère des Armées.

Auteurs

François GEMENNE



Spécialiste des questions de géopolitique de l'environnement et des migrations, François Gemenne est le co-directeur (avec Bastien Alex) de l'Observatoire Défense et Climat du Ministère des Armées, établi à l'IRIS. Il est par ailleurs chercheur qualifié du FNRS à l'Université de Liège, où il dirige l'Observatoire Hugo. Il enseigne également les politiques d'environnement et les migrations internationales à Sciences Po Paris et Grenoble, et à l'Université Libre de Bruxelles, où il est le titulaire de la Chaire Bernheim 'Paix et Citoyenneté'. En tant qu'auteur principal pour le GIEC, ses recherches sont essentiellement consacrées à la gouvernance internationale des migrations et du changement climatique. Il est titulaire d'un doctorat en sciences politiques de Sciences Po Paris et de l'Université de Liège, en Belgique (double diplôme). Il possède également un Master en Développement, Environnement et Sociétés de l'Université de Louvain, et un Master de Recherche en Science politique de la London School of Economics, où il a aussi enseigné.

Alexandre TAITHE



Chargé de recherche à la Fondation pour la recherche stratégique, Alexandre Taithe travaille sur les politiques de l'eau, l'intrication Eau-Énergie-Agriculture, la gouvernance de l'eau interne et transfrontalière. Ses recherches portent également sur le changement climatique, sur les dégradations environnementales et leur influence sur des enjeux de sécurité (instabilité sociale, politique, régionale et interne). Il est en charge du cours magistral de géopolitique au Magistère de relations internationales (MRIAIE) de l'Université Panthéon-Sorbonne. Il enseigne également à l'Institut Catholique de Paris et à IRIS Sup'. Il est l'auteur de : *Partager l'eau. Les enjeux de demain* (Technip, 2006) ; *L'eau. Un bien ? Un droit ?* (Unicomm, 2008) ; *L'eau en Méditerranée : fonder une stratégie commune. Services de l'eau, climat, sécurité*, en co-direction avec P. Beckouche et Z. Luçon (L'Harmattan, 2010) ; *Les frontières invisibles de l'eau. Géopolitique des eaux souterraines transfrontalières*, avec Franck Galland, aux éditions Technip/Ophrys (à paraître, 2019).

Elisande NEXON



Elisande Nexon est maîtresse de recherche à la Fondation pour la recherche stratégique (FRS). Ses principaux sujets de recherche sont les menaces et la non-prolifération biologiques et chimiques, ainsi que les défis et les opportunités résultant des progrès des sciences du vivant dans le domaine de la sécurité et de la défense. Elle étudie également les enjeux de santé publique liés à la défense et à la sécurité. Elle est titulaire d'un diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie délivré par les Universités (Université de Poitiers) et d'un DESS en maîtrise des armements et désarmement (Université de Marne-la-Vallée) et d'un diplôme universitaire en sécurité et sûreté biologiques (Université de Lille).

Tables des matières

1. Contexte et introduction.....	6
I. Vulnérabilité des infrastructures militaires aux impacts du changement climatique	6
II. Principaux risques climatiques à considérer à l’horizon 2030-2050.....	8
a. Afrique subsaharienne.....	9
b. Moyen-Orient.....	9
c. Territoires insulaires	9
2. Méthodes civiles et militaires d’analyse de vulnérabilité	10
I. Vulnérabilité des installations civiles.....	10
a. Un modèle d’analyse de la vulnérabilité.....	10
b. Infrastructures touristiques	13
c. Infrastructures de transport	13
d. Infrastructures critiques.....	16
II. Sélection d’analyses de vulnérabilité dans des secteurs critiques et militaires.....	17
a. Méthode appliquée en Australie par ATSE.....	17
b. Méthode à destination des infrastructures de l’U.S Navy (méthode NAVFAC)	19
c. Évaluation de la vulnérabilité au changement climatique de sites militaires américains et à l’étranger	20
3. Définition d’une méthodologie générique pour les infrastructures et les points de stationnement français.....	21
I. Spécificités militaires d’une analyse de vulnérabilité	21
II. Axes d’une méthodologie transversale	25
a. Un fil rouge : penser les risques climatiques comme un défi nouveau	25
b. Identification des aléas pouvant impacter des infrastructures et points de stationnement français	25
c. Une étude des risques climatiques dans la région considérée à l’horizon 2030-2050.....	28
d. Une description précise de l’emprise étudiée et des missions accomplies en son sein.....	28
e. Identification des fonctions critiques et essentielles d’une emprise	28
f. Contribution à la gestion de crise	29
g. Coopérations et échanges avec des acteurs du pays hôtes dans les domaines pouvant être rattachés au changement climatique.....	29
III. Réalisation d’un questionnaire et mission sur site	30
a. Forme du questionnaire.....	30
b. Analyse et commentaires des échanges.....	31
c. Intérêt d’une mission sur site.	32
4. Vulnérabilités climatiques des emprises françaises en Côte d’Ivoire	33
I. La vulnérabilité climatique de la Côte d’Ivoire à l’horizon 2030-2050	33
a. Des changements climatiques déjà significatifs	33
b. Les tendances climatiques en Côte d’Ivoire à l’horizon 2030-2050	37
c. Contexte épidémiologique actuel en Côte d’Ivoire et effets sanitaires possibles du changement climatique	39
II. Les implantations des Forces françaises en Côte d’Ivoire (FFCI).....	41

a.	Port-Bouët.....	42
b.	La Bourgerie	44
c.	DIAL (Détachement d'Instruction et d'Aguerrissement lagunaire)	46
d.	Lomo Nord	47
III.	Risques climatiques directs et indirects pour les emprises françaises en Côte d'Ivoire	48
a.	L'érosion du littoral à proximité de la base de Port-Bouët.....	48
b.	L'érosion du littoral lagunaire et les risques d'inondation par la lagune Ebrié	52
c.	Les risques d'inondation et de submersion	54
d.	Impact direct de la hausse des températures	56
e.	Épisodes orageux, venteux, et impacts de foudre.....	58
f.	Risques sanitaires et perspectives	62
g.	Impacts indirects : l'emprise dans son environnement urbain, social et politique.....	63
5.	Conclusions et recommandations	71
a.	Une méthodologie fondée sur une appréciation qualitative des informations	71
b.	La vulnérabilité climatique des implantations des FFCI à l'horizon 2030-2050.....	72
c.	Poursuivre l'analyse de vulnérabilité climatique d'autres implantations françaises	77
d.	Recommandations	78
6.	Bibliographie	82

1. Contexte et introduction

Les recherches sur les impacts sécuritaires du changement climatique se sont jusqu'ici largement concentrées sur les risques de conflit et les atteintes à la sécurité humaine. S'il est établi que le changement climatique joue un rôle multiplicateur sur les menaces pour la sécurité et la stabilité, son impact sur les infrastructures militaires n'a guère fait l'objet d'autant d'attention. Pourtant, de très nombreuses infrastructures militaires sont situées dans des zones qui seront particulièrement affectées par les impacts des changements climatiques. A l'exception des Etats-Unis et de l'Australie, très rares sont les pays à avoir entrepris une évaluation de leurs infrastructures militaires, alors que de très nombreuses études existent sur la vulnérabilité des infrastructures civiles.

Cette note entreprend d'étudier la vulnérabilité des infrastructures militaires et des points de stationnement français face aux impacts du changement climatique, tout d'abord sur un plan générique, puis appliqué aux implantations françaises en Côte d'Ivoire. Elle mobilise à la fois les méthodes d'analyse de vulnérabilité utilisées pour les infrastructures civiles, ainsi que celles développées par d'autres forces armées. Elle présente une grille d'analyse fondée sur la spécificité des emprises militaires, pouvant être appliquée aux autres types d'infrastructure militaire, et dont sera proposée une première application pour les Forces Françaises en Côte d'Ivoire (FFCI).

Une première partie présente les principaux impacts du changement climatique à l'horizon 2030-2050, et les principales vulnérabilités des infrastructures militaires à ces impacts. Cette partie s'appuie largement sur le dernier rapport spécial du GIEC paru en 2018, qui précise les impacts du changement climatique à l'horizon 2030. Une deuxième partie passe en revue les méthodes civiles d'analyse de la vulnérabilité, et examine dans quelle mesure elles peuvent être appliquées aux infrastructures militaires. Cette partie s'intéresse en particulier aux méthodes appliquées pour évaluer la vulnérabilité des infrastructures hôtelières, de transport et critiques (sites industriels sensibles, infrastructures nucléaires, etc.). Elle inclut également les méthodes utilisées par d'autres forces armées pour conduire un exercice similaire vis-à-vis de leurs infrastructures. Ces méthodes sont évaluées avec une approche critique, de manière à identifier quels sont les éléments mobilisables pour une analyse de la vulnérabilité des forces armées françaises. Sur cette base, une troisième partie propose une grille d'analyse applicable aux infrastructures militaires françaises, qui est ensuite testée avec un cas d'étude sur les forces françaises en Côte d'Ivoire (quatrième partie). La première version de la note (décembre 2018) a été mise à jour en juillet 2019 suite à une mission à Abidjan en juin 2019.

I. Vulnérabilité des infrastructures militaires aux impacts du changement climatique

Outre les forces déployées sur le territoire métropolitain, la France compte des infrastructures militaires dans plusieurs zones très exposées aux impacts des changements climatiques, comme le montre la carte ci-dessous. Il s'agit en premier lieu des bases militaires situées en Afrique subsaharienne : au Sénégal (350 militaires), en Côte d'Ivoire (950 militaires), au Gabon

(350 militaires) et à Djibouti (1450 militaires), mais également aux Emirats Arabes Unis (650 militaires).

Viennent ensuite les infrastructures ultramarines, dans les Antilles (FAA, 1000 militaires) et en Guyane (FAG, 2100 militaires), puis à La Réunion (FAZSOI, 1600 militaires), en Nouvelle-Calédonie (FANC, 1450 militaires) et enfin en Polynésie française (FAPF, 900 militaires). Il convient d'y ajouter 300 militaires postés en Estonie, même si cette zone est moins vulnérable aux impacts des changements climatiques. Au total, ce sont donc plus de 11 000 militaires qui sont déployés dans 11 bases ou postes situés en dehors du territoire métropolitain, auxquels il convient évidemment d'ajouter quelque 6 000 militaires déployés en opérations extérieures. Plus de la moitié des forces armées françaises sont donc déployées en dehors du territoire métropolitain, la plupart dans des zones de grande vulnérabilité climatique.

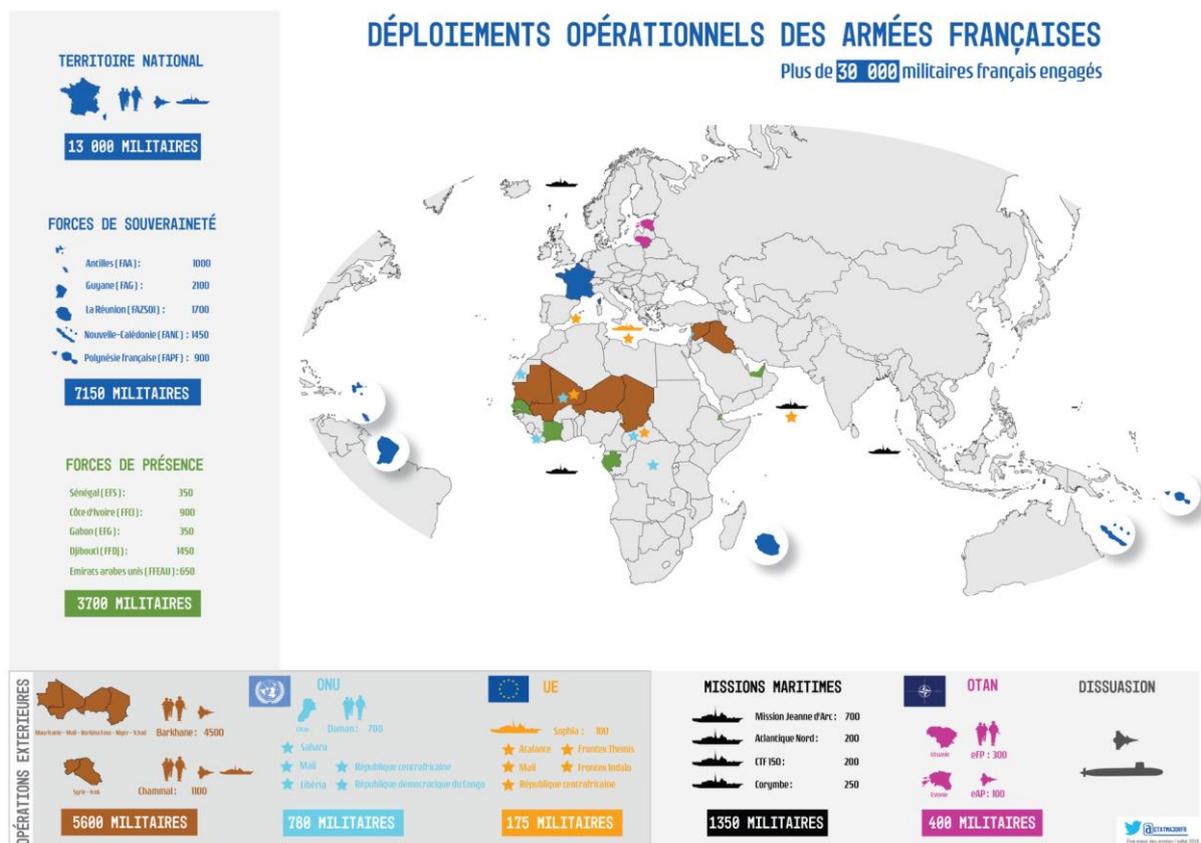


Fig. 1 – Déploiements opérationnels des forces armées françaises. Source : Etat-major des armées, mai 2018.

Les infrastructures militaires sont particulièrement vulnérables aux impacts des changements climatiques, à la fois en raison de leur localisation géographique, mais également en raison des missions qu'elles assurent. Ainsi, un rapport du Pentagone de janvier 2018¹ révélait que la

¹ Department of Defense, *Climate-Related Risk to DoD Infrastructure. Initial Vulnerability Assessment Survey (SLVAS) Report*, Office of the Under Secretary of Defense Acquisition, Technology, and Logistics, January 2018, 32p., <https://climateandsecurity.files.wordpress.com/2018/01/tab-b-slvas-report-1-24-2018.pdf>

moitié des bases militaires américaines, sur le sol américain et à l'étranger, était vulnérable aux aléas climatiques. Et leur nombre devrait augmenter considérablement dans le futur, puisque ce rapport, très préliminaire, ne prenait en compte que les aléas présents, et non futurs. Les principaux aléas climatiques considérés incluaient les submersions de tempêtes (*storm surges*), les incendies, le vent et les sécheresses. La hausse du niveau des mers, dont les effets ne sont pas pleinement pris en considération dans le rapport, devrait considérablement augmenter cette vulnérabilité – de nombreuses installations militaires sont en effet situées en zone côtière.

Les pays dans lesquels sont établis les bases françaises comptent parmi les plus vulnérables au changement climatique : sur les 181 pays classés par l'index de vulnérabilité de l'Université Notre-Dame², qui fait autorité, le Gabon est classé au 120^{ème} rang des pays les plus vulnérables, le Sénégal au 130^{ème}, Djibouti au 141^{ème} et la Côte d'Ivoire au 147^{ème}. Seuls les Emirats Arabes Unis, au 34^{ème} rang, apparaissent moins vulnérables.

II. Principaux risques climatiques à considérer à l'horizon 2030-2050

Le rapport spécial du GIEC sur le réchauffement climatique à 1,5°C³ établit que le seuil d'élévation de température moyenne de 1,5°C sera franchi entre 2030 et 2052. Ceci implique, *a fortiori* si le seuil de 1,5°C est franchi dès 2030, comme semble l'indiquer la tendance actuelle de la courbe des émissions de gaz à effet de serre, que le seuil d'augmentation de 2° de la température moyenne pourrait être atteint aux alentours de 2050, et non plus à la fin du siècle. Ceci emporte deux conséquences très importantes dans notre compréhension des impacts des changements climatiques :

- D'une part, les impacts prévus jusqu'ici à un horizon 2100 pourraient survenir dès 2050 ;
- D'autre part, il est vraisemblable que le seuil de 2°C d'augmentation de la température moyenne sera largement dépassé d'ici 2100, malgré les objectifs fixés par l'Accord de Paris.

A l'horizon 2030-2050, il est donc possible d'identifier les impacts suivants des changements climatiques, classés par grandes régions du monde où sont établies des forces armées françaises. On pourra trouver dans le deuxième rapport d'étude (RE2) de l'Observatoire une description plus détaillée de ces impacts.

² L'indice ND-GAIN : <https://gain.nd.edu/our-work/country-index/rankings/>

³ IPCC, 2018: *Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield (eds.)]. In Press

a. Afrique subsaharienne

L'Afrique subsaharienne sera principalement touchée par une augmentation des extrêmes climatiques, que ceux-ci concernent les températures ou les précipitations. Ainsi, les températures moyennes y augmenteront plus rapidement qu'au niveau global⁴, ce qui aura pour conséquence des nuits plus chaudes, ainsi qu'une augmentation de la fréquence et de l'intensité des vagues de chaleur. En Afrique de l'Ouest, l'augmentation de la température diurne sera particulièrement marquée. Lorsque l'élévation de température atteindra 2°C dans la région – vraisemblablement aux alentours de 2040 – les sécheresses y deviendront plus fréquentes, avec de graves conséquences pour la sécurité alimentaire des populations. La zone reste en effet très dépendante de l'agriculture et de l'élevage de subsistance, particulièrement vulnérable aux aléas climatiques. Malgré la persistance d'incertitudes concernant les futurs niveaux de précipitations (augmentation de la variabilité interannuelle), il est établi que le niveau des récoltes baissera considérablement. La Corne de l'Afrique connaît de semblables incertitudes concernant les niveaux futurs des précipitations.

La hausse du niveau des mers progresse à l'heure actuelle au rythme actuel de 3 millimètres par an, mais plusieurs études⁵ suggèrent une accélération récente du phénomène, qui pourrait atteindre 50 centimètres d'élévation d'ici 2050.

b. Moyen-Orient

Le Moyen-Orient sera frappé par des sécheresses de plus en plus sévères, tandis que les rendements agricoles diminueront considérablement. La sécheresse qui a frappé le pourtour méditerranéen et le Moyen-Orient entre 2007 et 2010 était ainsi la plus longue et la plus intense des 900 dernières années⁶. Le GIEC rappelle que de nombreux épisodes de troubles politiques ont coïncidé avec des sécheresses intenses, notamment celle qui a marqué la fin de l'Âge de Bronze, il y a 3200 ans⁷. De façon générale, le niveau des précipitations devrait fortement baisser dans la région, avec un fort impact sur l'agriculture.

c. Territoires insulaires

Les territoires insulaires figurent parmi les plus vulnérables aux impacts du changement climatique. Dans ce contexte géographique, ce dernier est hélas trop souvent réduit à la seule hausse du niveau des mers, alors que d'autres impacts significatifs ne reçoivent pas l'attention qu'ils devraient. Or, ces territoires seront également touchés par le réchauffement des océans, une augmentation des précipitations, une hausse de la fréquence et de l'intensité des cyclones, ainsi que le blanchiment des coraux.

⁴ Weber, T. et al., 2018: "Analysing regional climate change in Africa in a 1.5°C, 2°C and 3°C global warming world". *Earth's Future*, 6, 1-13, doi:10.1002/2017EF000714.

⁵ Voir notamment Church J. and White N. 2006. « A 20th century acceleration in global sea-level rise », *Geophysical Research Letters* 33 :1

⁶ Cook, B.I., K.J. Anchukaitis, R. Touchan, D.M. Meko, and E.R. Cook, "2016: Spatiotemporal drought variability in the Mediterranean over the last 900 years". *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 121(5), 2060-2074, doi:10.1002/2015JD023929

⁷ Kaniewski, D., J.J.J. Guiot, and E. Van Campo, 2015: "Drought and societal collapse 3200 years ago in the Eastern Mediterranean: A review". *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 6(4), 369-382, 33 doi:10.1002/wcc.345.

Ceci se traduira par un important stress hydrique et une plus grande salinité des sols, qui empêcheront de nombreuses formes d'agriculture. Les infrastructures souvent fragiles de ces territoires les rendent très vulnérables aux épisodes cycloniques, tandis que la hausse du niveau des mers entraînera d'importants mouvements de populations, contraints et volontaires, ainsi que la submersion de parties importantes de ces territoires, dès 2050.

2. Méthodes civiles et militaires d'analyse de vulnérabilité

I. **Vulnérabilité des installations civiles**

Dans des contextes relativement similaires, deux populations peuvent être frappées de manière très différente par des événements climatiques similaires. Le cyclone Nargis, par exemple, a frappé la Birmanie en mai 2008 et a officiellement fait 146 000 victimes. Six mois plus tôt, le Bangladesh avait été victime d'un cyclone comparable, Sidr, qui fit 3 400 victimes. Ces différences éloquentes s'expliquent largement par une *vulnérabilité* différenciée selon le contexte : les mécanismes de prévention des catastrophes naturelles et d'évacuation des populations étaient très performants au Bangladesh, mais inexistantes en Birmanie.

a. **Un modèle d'analyse de la vulnérabilité**

Le GIEC définit la vulnérabilité comme

le degré auquel un système risque de subir ou d'être affecté négativement par les effets néfastes des changements climatiques, y compris la variabilité climatique et les phénomènes extrêmes. La vulnérabilité dépend du caractère, de l'ampleur et du rythme des changements climatiques auxquels un système est exposé, ainsi que de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation⁸.

La vulnérabilité renvoie donc à l'état de relative fragilité d'un territoire et/ou d'une population. Cet état est la conjonction d'aléas naturels, plus ou moins récurrents, et plus ou moins intenses, avec des conditions anthropiques spécifiques. Ces dernières incluent notamment les densités de population, le niveau de résistance des bâtiments, la santé des populations, l'efficacité des politiques de gestion des risques, etc.^{9,10}. Très souvent, pourtant, ces conditions sont résumées au seul niveau de pauvreté, et l'idée selon laquelle les plus pauvres sont les plus vulnérables au changement climatique est ainsi largement répandue. Cette vision simpliste est problématique dans la mesure où elle en induit une autre, tout aussi problématique : si la vulnérabilité n'est qu'une question de développement économique, alors les populations des pays riches ne seraient que peu vulnérables aux impacts du changement climatique, voire pas du tout. Il importe donc de dépasser une vision fondée sur le déterminisme économique – c'est

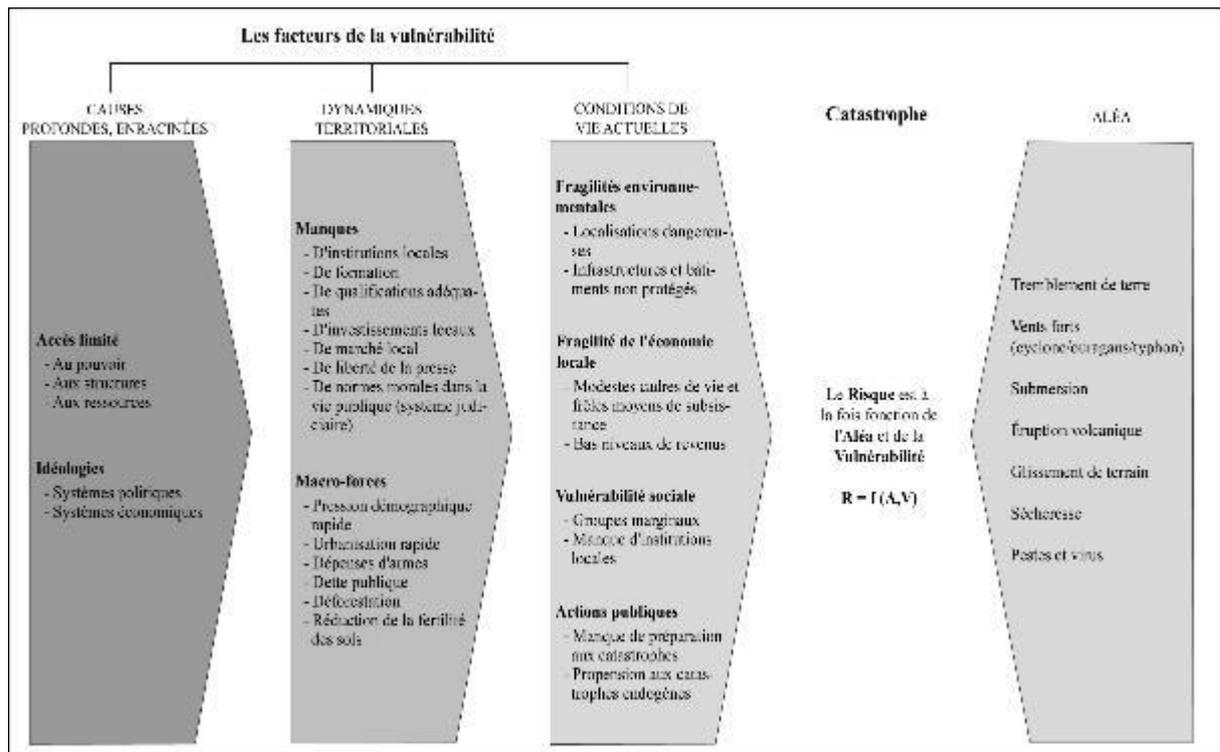
⁸ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007. *Climate Change 2007. Synthesis Report*. IPCC, Geneva.

⁹ Blaikie P., Cannon T., Davis I., Wisner B., 1994. *At risk: natural hazards, people's vulnerability and disaster*. Routledge, London.

¹⁰ Bankoff G., Frerks G., Hilhorst D. (Eds.), 2004. *Mapping vulnerability: disasters, development and people*. Earthscan, London.

à cela que se sont attelés de nombreux travaux récents d'analyse de la vulnérabilité des installations civiles.

Dans un contexte civil, la vulnérabilité est définie par une série de facteurs qui sont à la fois environnementaux, économiques, politiques et culturels. Le schéma reproduit ci-dessous permet de mesurer l'interpénétration et l'intégration de ces différents facteurs, qui constitue une grille d'analyse générique applicable aux installations civiles.



Le "Pressure and Release Model" (d'après Blaikie et al., 1994)¹¹.

Dans le modèle 'Pressure and Release', on peut distinguer six grands facteurs d'influence qui tous renvoient aux trois dimensions temporelles de la vulnérabilité. La manière dont ils vont se combiner entre eux joue donc un rôle primordial. Ces facteurs sont les suivants :

- **La configuration de l'espace**

La configuration de l'espace concerne ici d'abord la diversité, l'occurrence et l'intensité des aléas naturels, mais également la configuration même de l'espace que l'on considère.

- **La sensibilité de l'environnement**

¹¹ Tubiana L., Gemenne F., Magnan A. 2010. *Anticiper pour s'adapter, le nouvel enjeu du changement climatique*. Paris : Pearson.

La sensibilité des écosystèmes va jouer un rôle considérable sur la probabilité qu'une perturbation affecte ou non les équilibres en place. L'affaiblissement de l'état de santé des écosystèmes dans leur ensemble constitue un facteur d'accentuation des risques et de leurs conséquences, sur les côtes comme ailleurs.

- **La cohésion sociale**

La nature et la stabilité des relations entre les individus expliquent le degré de solidarité dont une communauté peut faire preuve pendant et après une crise, voire bien avant dans le cas de stratégies d'adaptation proactives. De telles stratégies communautaires de réponse et de gestion des risques constituent un facteur important de réduction de la vulnérabilité, car la cohésion sociale va permettre de limiter les effets des inégalités entre individus. Elle tend donc à favoriser l'émergence de mécanismes de solidarité dans différents domaines : alimentation, scolarisation, logement, formation.

- **La diversification économique**

Le degré de diversification des activités économiques et/ou vivrières peut également expliquer qu'un risque naturel perturbe plus ou moins durablement le fonctionnement d'un territoire. Lorsque le schéma de développement repose sur plusieurs activités, qui de surcroît ne se concentrent pas toutes au(x) même(s) endroit(s), alors la vulnérabilité en est réduite d'autant. Il est en effet peu probable que toutes les portions du territoire soient victimes des mêmes aléas climatiques au même moment. Ainsi la destruction de l'appareil de production dans un secteur peut-elle être compensée, le temps d'un retour à l'équilibre, par l'activité d'un ou plusieurs autres secteurs.

- **L'organisation politique et institutionnelle**

Beaucoup des mécanismes de régulation des crises et de prévention des risques naturels dépendent en effet de la structuration politico-institutionnelle du territoire, notamment à un échelon national. Ce sera également le cas de nombreux mécanismes d'adaptation.

- **Le niveau de développement**

Les conditions de vie de la population sont souvent le reflet du niveau de développement. Elles ne sont pas déterminées, pourtant, par le seul niveau de richesse ou de pauvreté, mais également par la croissance démographique, le type d'habitat, le niveau d'éducation et d'emploi, l'accès aux transports, ou encore l'alimentation en énergie et les conditions sanitaires. Ces variables vont en partie expliquer les capacités de la société à répondre aux perturbations et à initier des démarches d'anticipation. Elles vont aussi expliquer l'aptitude des individus à intégrer à leurs schémas et choix de vie les efforts nécessaires à la réduction de la vulnérabilité de l'ensemble de la société.

Différents types d'infrastructures civiles ont fait l'objet d'analyse de vulnérabilité, souvent à partir de ce cadre conceptuel simplifié. Nous en passons ici quelques-unes en revue, dans le secteur des infrastructures touristiques, de transport, et critiques.

b. Infrastructures touristiques

Le tourisme est évidemment un secteur très sensible aux conditions climatiques. De fait, le changement climatique aura des effets importants sur cette activité, qui toucheront à la fois la répartition mondiale des flux touristiques et aux pratiques touristiques elles-mêmes. Le tourisme est par ailleurs un secteur particulièrement émetteur de gaz à effet de serre. Les politiques d'atténuation auront donc elles aussi un impact sur les futures pratiques touristiques. Il est par conséquent impératif de tenir compte de cette dualité, car c'est elle qui va expliquer l'évolution des aspirations des touristes et ses impacts sur les destinations.

Lorsqu'on analyse la vulnérabilité des infrastructures touristiques, il importe donc de ne pas uniquement mesurer la résistance des bâtiments aux impacts des changements climatiques, mais également de tenir compte de leur usage. L'ADEME avait ainsi mesuré que sur les 1 047 communes qualifiées de très touristiques par l'Institut Français de l'Environnement, 80% sont concernées par l'impact du changement climatique.

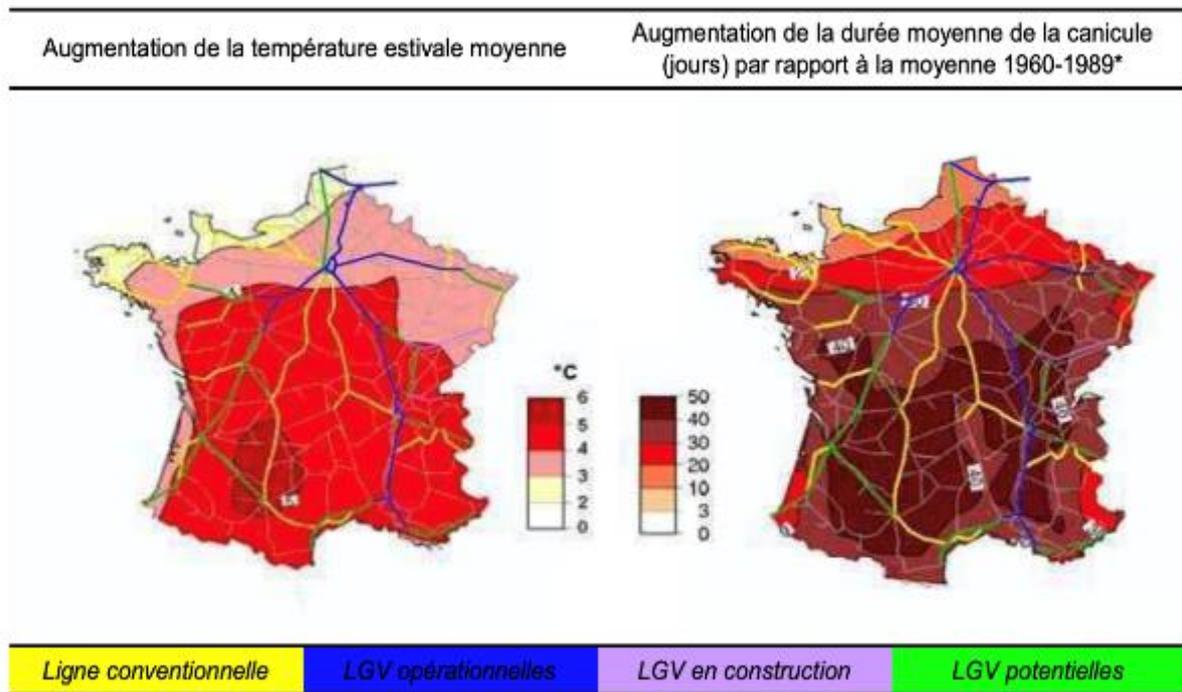
Plusieurs groupes hôteliers français, tels Accor ou Le Club Med, ont ainsi commandé des études de vulnérabilité au cours des dernières années. Même si celles-ci n'ont malheureusement pas été publiées dans le domaine public, la méthode d'analyse reposait sur deux éléments : la résistance des infrastructures touristiques elles-mêmes aux aléas climatiques, mais également la vulnérabilité du pays dans lequel elles étaient installées, qui était déterminante pour les flux touristiques. Cette analyse à deux niveaux est également très utile pour l'analyse de la vulnérabilité des infrastructures militaires.

c. Infrastructures de transport

Les infrastructures de transport, qu'elles soient routières, ferroviaires, portuaires ou aéroportuaires, sont à la fois critiques et particulièrement vulnérables aux aléas climatiques. Ceux-ci engendrent d'ailleurs régulièrement la fermeture temporaire d'aéroports, l'effondrement de routes, ou des perturbations ferroviaires importantes. En France, l'étude qui fait référence dans le domaine de l'analyse des vulnérabilités des infrastructures de transport est celle réalisée par I. Cochran pour le compte de la Mission Climat de la Caisse des Dépôts et Consignation¹². En voici les principales conclusions :

En ce qui concerne l'infrastructure ferroviaire, de nombreuses lignes, à la fois conventionnelles et à grande vitesse, se trouvent dans des zones affectées par l'augmentation des températures moyennes et extrêmes.

¹² Cochran I. 2009. *Infrastructures de transport en France : vulnérabilité au changement climatique et possibilités d'adaptation*. Etude Climat n°18. Paris : CDC Climat.



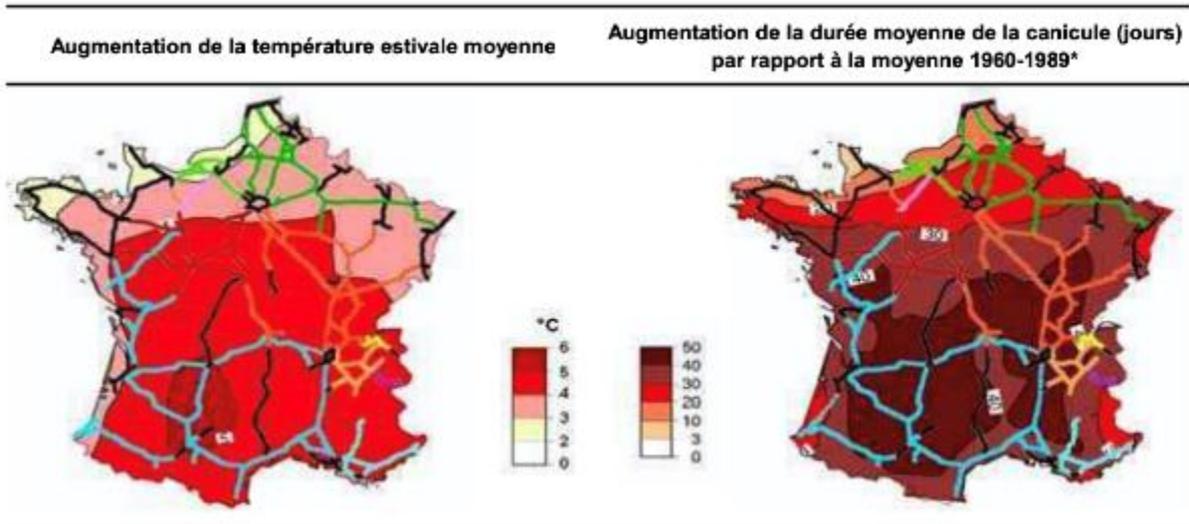
Infrastructures ferroviaires et augmentation prévue des températures d'ici 2100. Source : Cochran 2009.

Les risques pour les infrastructures sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

Risques physiques	Variable climatique	Impacts opérationnels
Mouvement des rails	Augmentation de la température et canicule Baisse de l'humidité disponible	Baisse des vitesses d'exploitation Baisse de la charge payante Augmentation du suivi de la température des rails Augmentation de la maintenance
Dommages incendies sur les rails	Baisse de la variation des périodes humique/sèche Baisse de l'humidité disponible	Visibilité réduite

Source : Cochran 2009.

Le même exercice a été réalisé pour les infrastructures routières, portuaires et aéroportuaires. Nous reproduisons ici les cartes et tableaux synthétiques ci-dessous pour le secteur routier, par exemple.



Risques physiques	Variable climatique	Impacts opérationnels
Dégradation de l'asphalte (ornières, déformations)	Augmentation du rayonnement solaire Augmentation de la température et canicule Augmentation des cycles gel/dégel (hivers doux)	Baisse des vitesses d'exploitation Augmentation de la maintenance Limitation des périodes de construction
Détérioration des fondations routières	Variation accrue des périodes humides/sèches Baisse de l'humidité disponible Élévation du niveau de la mer	Surchauffe des véhicules et détérioration des pneus
Domages incendies sur l'infrastructure routière	Variation accrue des périodes humides/sèches Baisse de l'humidité disponible	Visibilité réduite
Changements dans l'aménagement et la végétation des bords de routes	Évolution des précipitations Évolution des températures	

Risques et impacts pour les infrastructures routières. Source : Cochran 2009.

En 2015, le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA) a publié un guide méthodologique¹³ à destination des gestionnaires de réseaux de transport, de manière à ce qu'ils puissent évaluer la vulnérabilité de leur réseau et augmenter sa capacité d'adaptation.

Là encore, cette méthodologie repose sur une grille d'analyse de la vulnérabilité, organisée selon plusieurs critères. Cette grille prévoit à la fois une analyse de la criticité physique, mais aussi de la criticité fonctionnelle. Cette double analyse repose sur la possibilité d'une triple caractérisation :

- Caractérisation des aléas climatiques ;

¹³ CEREMA. 2015. Analyse des risques liés aux événements climatiques extrêmes sur les infrastructures, systèmes et services de transport. Lyon : CEREMA.

- Caractérisation de la vulnérabilité physique d'un réseau de transport exposé à un aléa ;
- Caractérisation du fonctionnement du réseau de transport en cas de dégradation ou de rupture d'un de ses systèmes ponctuels.

Le croisement des analyses de criticités physique et fonctionnelle permet la réalisation de l'analyse de risque, qui est le but du guide méthodologique.

d. Infrastructures critiques

Les infrastructures critiques, comme les sites SEVESO ou les centrales nucléaires, n'ont pas fait l'objet d'études de vulnérabilité, du moins approfondies, qui aient été rendues publiques. C'est une grave lacune qu'il conviendrait de combler rapidement : si certaines infrastructures ont fait l'objet d'une analyse individuelle, il n'existe aucune revue systématique, en tout cas disponible dans le domaine public.

Des études existent sur la vulnérabilité de certaines infrastructures de réseau, notamment les réseaux de distribution d'énergie ou de communication. Nous avons traité des réseaux de transport ci-dessous. Mais parmi les infrastructures critiques, ce sont sans doute les installations nucléaires qui ont fait l'objet de la plus grande attention.

Plusieurs études ont démontré, notamment, le risque que les changements climatiques fassent courir aux centrales nucléaires. En France, l'étude publiée sous la direction d'Hervé Le Treut sur les impacts du changement climatique en Aquitaine¹⁴ mettait ainsi en avant la vulnérabilité de la centrale de Blaye. Une autre étude¹⁵ publiée dans *Nature Climate Change* pointait également la vulnérabilité intrinsèque des centrales nucléaires, en raison des importantes quantités d'eau nécessaires à leur fonctionnement. L'accident nucléaire de Fukushima a également mis en lumière la vulnérabilité des centrales aux aléas naturels : les systèmes de refroidissement et d'alimentation électrique de la centrale, situés en sous-sol, ont ainsi été inondés par le tsunami qui a suivi le tremblement de terre du Tohoku.

L'étude de *Nature Climate Change* met en avant que la réduction du débit des fleuves dans lesquels est puisée l'eau nécessaire au refroidissement des centrales mettra en péril le bon fonctionnement de celles-ci, en Europe et aux Etats-Unis. De même, la température de l'eau de ces fleuves augmentera, ce qui réduira leur capacité de refroidissement. Les chercheurs concluent dès lors que la capacité de production électrique des centrales nucléaires devrait chuter de 4 à 16 % aux Etats-Unis et de 6 à 19 % en Europe entre 2030 et 2060, tandis que la probabilité d'une diminution extrême de la production électrique (moins 90 %), qui conduirait à une fermeture totale ou partielle des infrastructures, serait multipliée par trois.

¹⁴ Le Treut (Dir.) Les impacts du changement climatique en Aquitaine : un état des lieux scientifique. Pessac : Presses Universitaires de Bordeaux, 2013.

¹⁵ van Vliet, Michelle & Yearsley, John & Ludwig, Fulco & Vögele, Stefan & P. Lettenmaier, Dennis & Kabat, Pavel. (2012). Vulnerability of US and European Electricity Supply to Climate Change. *Nature Climate Change*. 2. 676-681. 10.1038/nclimate1546.

II. **Sélection d'analyses de vulnérabilité dans des secteurs critiques et militaires**

a. **Méthode appliquée en Australie par ATSE**

L'Australian academy of technological sciences and engineering (ATSE) a produit il y a maintenant dix ans un rapport assez novateur sur l'évaluation des effets du changement climatique sur les infrastructures¹⁶ australiennes. S'il ne porte pas spécifiquement sur les emprises militaires, ce travail mérite d'être relevé à plusieurs titres.

Il propose tout d'abord une approche qualitative des aléas et de la sensibilité au changement climatique, à rebours de publications trop focalisées sur une appréciation quantitative de ces aléas (intensité, fréquence des événements climatiques).

Ensuite, cette ambition résulte d'un objectif global qui ne consiste pas seulement à évaluer une menace : elle vise à voir comment adapter les infrastructures australiennes au changement climatique. Elle accorde ainsi beaucoup d'importance aux initiatives des autorités locales et nationales, et aux cadres d'action (processus, réglementation...) pour préparer au mieux l'adaptation au changement climatique.

Enfin, et il s'agit de l'élément le plus novateur, le rapport examine la combinaison d'évènements climatiques extrêmes, ce qui permet de ne pas isoler les aléas des uns des autres (épisodes venteux, risque d'inondation, risque de tempête...), mais d'examiner leurs effets potentiels conjointement.

L'orientation méthodologique de l'étude évite l'écueil d'une perception trop linéaire des vulnérabilités, par cette approche à la fois qualitative et par combinaison d'aléas.

Les limites de l'étude résident en premier lieu dans le niveau d'analyse, qui n'est développé qu'à l'échelle des sous-régions australiennes, sans s'appuyer sur des cas concrets. Et les recommandations demeurent assez générales (création d'un groupe d'experts sur l'adaptation en Australie, besoin de parfaire les connaissances scientifiques de manière coordonnée, identification de secteurs sensibles comme les zones littorales ou humides, ou le secteur de la production et de l'acheminement de l'énergie...).

Sur un plan méthodologique, l'étude croise dans une matrice des types d'infrastructures (notamment dans les domaines de l'énergie, de l'eau – y compris d'irrigation –, du transport, des communications, de l'industrie minière, des bâtiments publics et privés...) avec des événements naturels pouvant découler du changement climatique. On retrouve dans cette dernière catégorie les cyclones et les orages de forte intensité, la hausse du niveau de la mer, les inondations, les épisodes grêleux, l'impact des températures moyennes et extrêmes, les feux de brousse, les sécheresses.

¹⁶ ATSE, *Assessment of impacts of climate change on Australia's physical infrastructure*, Report of a study by the Australian academy of technological sciences and engineering (ATSE), 2008, 55p.

Matrice et extrait du questionnaire proposés par ATSE¹⁷

Infrastructure/Climate Risk Assessment Matrix		L:	C:	R:	A: Adaptation																	
		A: Almost Certain B: Likely C: Possible D: Unlikely E: Rare	1: Insignificant 2: Minor 3: Moderate 4: Major 5: Catastrophic	1: Low 2: Medium 3: High 4: Extreme	1: No Action 2: Minor Investment 3: Significant Investment 4: Major Investment 5: External Initiatives 6: #5 + #1 (or #2) 7: #5 + #3 (or #4)																	
Region	Respondent Name	Date		Email		Tropical Cyclones		Sea Level Rise		Floods		Hail		Average Temperature		Extreme Temperature		Bushfires		Other Drought		
		L	C	R	A	L	C	R	A	L	C	R	A	L	C	R	A	L	C	R	A	
Sector/Event		Assessment Description		Major Storms		Production		Distribution		Production		Distribution		Production		Distribution		Production		Distribution		
Transport	Road																					
	Airport																					
	Seaports																					
	Gas																					
Energy	Electricity																					
	Oil																					
	Coal Production																					
Mining	Mineral Production																					
	Domestic Housing																					
	Institutional																					
Built Environment	Industrial																					
	Essential Services																					
	Agriculture Production																					
	Coastal Facilities																					
	Storage Capacity																					
	Domestic Distribution																					
Water	Irrigation																					
	Industrial																					
	Waste Treatment																					
	Drainage Capacity																					
Communication	Fixed Line																					
	Wireless																					
Other																						

L'évaluation passe, pour le croisement entre chaque type d'infrastructures et des aléas, par l'attribution d'une note sur plusieurs critères : probabilité d'occurrence, conséquences de chaque aléa (on parlerait aujourd'hui de sensibilité aux effets du changement climatique), la vulnérabilité (découlant des deux premiers critères) avec la détermination d'un niveau de risque. Le dernier critère est celui de la capacité d'adaptation pour chaque vulnérabilité. Malgré le soin apporté à ne pas isoler les aléas des différents secteurs d'infrastructures critiques, l'étude n'échappe pas à une collecte quantitative de données par consultation électronique. L'absence d'explication a cependant nui à la bonne compréhension de certains critères, ce

¹⁷ ATSE, *Assessment of impacts of climate change on Australia's physical infrastructure*, Report of a study by the Australian academy of technological sciences and engineering (ATSE), 2008, p.18

qui a limité les résultats de la consultation électronique. En revanche, la diffusion de la matrice à une centaine de personnes (pour moitié consultés lors d'ateliers, l'autre lors d'entretiens téléphoniques) a produit des résultats exploitables pour la réalisation du rapport.

b. Méthode à destination des infrastructures de l'U.S Navy (méthode NAVFAC)

Le *Naval Facilities Engineering Command* (NAVFAC) a publié en 2017 un document très complet pour favoriser l'adaptation et la résilience des emprises d'U.S. Navy aux effets du changement climatique¹⁸. Il s'agit d'un véritable guide méthodologique à destination des planificateurs et gestionnaires de site de l'U.S. Navy.

Parmi les éléments retenus dans la méthodologie utilisée dans cette note, on peut retenir une liste restreinte des phénomènes associés au changement climatique et qui auront un impact probable sur des infrastructures militaires :

- La montée des températures ;
- Les modifications des régimes de précipitations ;
- Une augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements météorologiques extrêmes ;
- La hausse du niveau de la mer et les marées de tempêtes.

La méthode est divisée en quatre phases :

- Portée et caractérisation des impacts
- Identification et présélection des mesures possibles
- Évaluation Coût-Avantage des mesures possibles
- Sélection finale d'un éventail de mesures

L'ambition de la présente note s'inscrit pour l'essentiel dans la première phase, les trois dernières nécessitant une connaissance fine des emprises considérées et de l'évaluation du coût des mesures d'adaptation.

Au sein de la première phase (Portée et caractérisation des impacts), le découpage en plusieurs étapes fait ressortir des éléments qui ont été retenus pour la méthodologie appliquée aux emprises françaises développée dans cette note. On retrouve notamment :

- La question de l'échelle de l'analyse. Que faut-il protéger ? La totalité d'un camp ? Certains bâtiments ? cette problématique rejoint l'enjeu des capacités de résilience particulières dont doivent bénéficier les zones ayant un régime de sensibilité élevé au sein même d'une emprise (cf. 3.1) ;
- Évaluation de la qualité des informations relatives à un site (informations déjà accessibles, ou indicateurs qu'il est nécessaire de mettre en place, à l'image pour Port-Bouët d'un suivi de l'érosion du littoral) ;
- Dispose-t-on d'un historique des événements extrêmes passés, et de leurs impacts sur les emprises ? Un recueil systématique des données dans la durée suppose une prise de conscience de l'importance de cette base de données, qui doit être nourrie au fil des mutations et changements de poste. A cela s'ajoute une difficulté liée au fait que

¹⁸ Naval Facilities Engineering Command (NAVFAC), *Climate Change. Installation Adaptation and Resilience. Planning Handbook*, January 2017, 191p.

les services qui vont relever les impacts des événements climatiques ne seront pas nécessairement ceux qui centralisent (sans obligatoirement en faire un traitement systématique) les effets sur les matériels et biens mobiliers des Armées.

Le *Planning Handbook* de NAVFAC suggère également de ne pas baser la gestion des vulnérabilités climatiques sur des projections associées à des probabilités d'occurrence. Cette approche maintient un niveau d'incertitude (fréquence, intensité, zones d'occurrence probable des phénomènes climatiques...) qui induit deux biais : il incite peu les gestionnaires de sites à investir l'enjeu de l'adaptation (les risques apparaissent trop lointains et/ou incertains pour nécessiter des actions significatives), et il favorise une approche des vulnérabilités en silo, isolant les risques les uns des autres. Les auteurs du rapport suggèrent le recours à plusieurs scénarios, qui permettent de combiner, soit simultanément, soit successivement, l'exposition de sites à différents types de phénomènes associés au changement climatique.

c. Évaluation de la vulnérabilité au changement climatique de sites militaires américains et à l'étranger

Un Screening Level Vulnerability Assessment Survey (SLVAS) de 3500 sites militaires américains à travers le monde a été publié en janvier 2018 par l'Office of the Under Secretary of Defense Acquisition, Technology, and Logistics (OASD [E&ED]) du DoD¹⁹. Plusieurs catégories d'événements sont couvertes par cette étude : inondations dues à des ondes de tempête, autres inondations (pluie, neige, glace, crue...), températures extrêmes (chaudes et froides), épisodes venteux, sécheresse et feux de forêt.

La méthodologie est fondée en premier lieu sur une approche quantitative massive, par la réalisation d'un questionnaire aux gestionnaires des sites. En second lieu, le niveau de vulnérabilité se fonde sur l'exposition passée de chacun de ces sites à des événements relatifs au climat et à la météorologie. Ce deuxième point a pour inconvénient de porter une vision partielle des effets potentiels du changement climatique. En effet, ces derniers ne sont alors perçus que comme la répétition et l'exacerbation de ces événements passés. En plus d'être traitée en silo, la vulnérabilité au changement climatique est appréhendée comme une extrapolation relevant des mêmes trajectoires de prévention et de gestion des crises que les événements passés.

Les résultats relatent de plus quelques incongruités, découlant très probablement de la méthodologie. La moitié des 3500 sites militaires intégrés à l'étude aux États-Unis et à l'étranger a certes déjà été touchée par au moins l'un des événements précités. Mais les résultats ne permettent pas de distinguer :

- les sites qui ont déclarés avoir déjà été impactés par un événement météorologique ou climatique ;
- les sites qui n'ont pas rapportés de tels impacts, et qui sont pourtant situés au sein d'un même Etat que les sites ayant été affectés par ces événements (et ce, pour un même type d'infrastructure)...

¹⁹ Department of Defense, *Climate-Related Risk to DoD Infrastructure. Initial Vulnerability Assessment Survey (SLVAS) Report*, Office of the Under Secretary of Defense Acquisition, Technology, and Logistics, January 2018, 32p., <https://climateandsecurity.files.wordpress.com/2018/01/tab-b-slvas-report-1-24-2018.pdf>

Ce point souligne à la fois les limites inhérentes aux approches excessivement quantitatives, et l'intérêt crucial qu'il faut porter aux destinataires des questionnaires.

Le document mis en ligne comporte en annexe le questionnaire qui a été renseigné pour chacune des 3500 emprises, et donc certains éléments ont été repris dans le questionnaire partagé avec notre point de contact en Côte d'Ivoire.

3. Définition d'une méthodologie générique pour les infrastructures et les points de stationnement français

I. Spécificités militaires d'une analyse de vulnérabilité

Pour la vie courante et les missions ordinaires, les emprises accueillant des forces françaises en Outre-mer ou à l'étranger présentent les mêmes vulnérabilités face à l'exposition à des aléas, en comparaison à des infrastructures civiles.

En revanche, il existe bien une sensibilité particulière des emprises militaires à des aléas climatiques, qui provient de plusieurs éléments pouvant se combiner :

- La **réalisation au sein de l'emprise de missions critiques**, dont le maintien et la continuité doivent être assurés (commandement, communication, fonctions médicales, soutien à des opérations en cours...).
- Une emprise peut contribuer de manière indirecte, mais essentielle, à la réalisation de missions critiques dans d'autres théâtres (exemple d'une fonction de hub logistique).
- La **présence** sur le camp de **différentes catégories de personnes** (personnels militaires, coopérants, présence de familles, de ressortissants, et de civils d'autres nationalités...). Ces personnes ne disposent pas du même entraînement, du même statut juridique (et ne doivent par exemple pas avoir accès à l'ensemble des zones d'un camp), des mêmes capacités de résistance physique (certaines, comme les enfants, seront les plus vulnérables).
- **La protection des matériels détenus en propre par les armées**. En effet, les moyens matériels et financiers comptés du ministère des Armées peuvent conduire à des procédures particulières pour protéger des matériels dont le convoyage jusqu'au lieu de stationnement peut être long et coûteux, et dont le remplacement n'est pas forcément facile (hélicoptères, véhicules blindés, véhicules logistiques, systèmes radar etc.).
- **Sur le plan juridique, une emprise peut présenter des particularités qui constituent une sensibilité particulière à des aléas.**

Les implantations françaises de longue durée à l'étranger sont permises grâce à la conclusion d'un ou plusieurs accords bilatéraux entre la France, et le pays hôte. Ce dernier peut ainsi concéder un espace territorial limité en vue de permettre l'implantation de la base militaire étrangère. En droit international, ces concessions (appelées « cessions à bail ») entraînent un découplage entre la souveraineté du pays concédant (qui est suspendue pendant la durée du bail) et l'exercice de ses compétences territoriales sur l'espace concédé. Dès lors, le droit

français s'applique dans ces emprises, sauf exception, et on retrouve à l'étranger les différents régimes juridiques protégeant les emprises, ou des zones en leur sein :

- Zone militaire de droit commun. Une zone militaire de droit commun est un terrain (ou une construction) signalé comme espace militaire, mais qui n'est pas obligatoirement clôturé, ni placé sous le contrôle permanent de l'autorité militaire.
- Zone protégée. Espace clos, la zone protégée est délimitée pour assurer la protection d'installations, de matériels ou de secrets (notamment de recherches, d'études ou de fabrications). La libre circulation y est donc constamment interdite
- Zones militaires sensibles. Il s'agit de zones sur lesquelles sont implantés ou stationnés un ou plusieurs éléments militaires dont la disparition ou la destruction serait de nature à porter atteinte à la mission des armées.
- Zone de défense hautement sensible. Il s'agit de zones à l'intérieur desquelles sont stationnés des biens militaires dont la perte ou la destruction serait susceptible de causer de très graves dommages à la population, ou mettrait en cause les intérêts vitaux de la défense nationale.

Ainsi, certaines zones d'une emprise nécessiteront une protection spécifique à la fois pour résister aux aléas, quelle que soit leur intensité²⁰, et pour que l'accès à ces zones protégées demeure restreint après une catastrophe.

Mais le statut juridique peut aussi être très précaire, comme c'est le cas en Côte d'Ivoire, n'offrant pas de garantie de durée à la présence de forces françaises à l'étranger.

- **Les emprises militaires, par leurs caractéristiques propres et les fonctions qu'elles assurent, peuvent être un maillon important de la gestion de crise dans un pays hôte,** en soutien à nos ressortissants ou aux autorités locales.

Les zones militaires ne sont pas les seules à être caractérisées par une protection réglementaire spécifique (régime juridique, restriction d'accès...), à l'image par exemple d'infrastructures ferroviaires ou d'établissements scolaires. Cependant, l'addition des propriétés d'une enceinte militaire lui confère une spécificité sans équivalent :

- Une enceinte militaire est ainsi :
 - Physique
 - Continue
 - A l'accès contrôlé
 - Au statut réglementé
 - Elle peut être facilement renforcée
 - Elle intègre le plus souvent des zones davantage sécurisées

Plusieurs fonctions essentielles en réponse à une crise majeure peuvent être assurées au sein de la plupart des emprises ultramarines ou à l'étranger :

²⁰ Le recours à la force dépend en droit français du régime de protection. Mais à l'étranger, il est en général réglementé par une convention sur le statut des forces (*Status of Forces Agreement*) avec l'État hôte.

- Un potentiel de gestion de crise (malgré les difficultés d'interopérabilité avec les nombreux systèmes civils)
 - o Un poste de commandement
 - o Des facilités de communication
- Une zone de vie
 - o Des capacités de restauration
 - o Des capacités d'hébergement
 - o Des équipements sanitaires et de production d'eau potable
- Un potentiel logistique
 - o Un fort potentiel de stockage (terrains inclus dans l'enceinte ou à la bordure de cette dernière, bâtiments, hangars...) ou de création de zones de fret.
 - o Stations-services et garages
 - o Des zones de poser d'hélicoptères
 - o Pour certaines emprises, des facilités aéroportuaires, ou des pistes de capacités inégales
- Un potentiel médical et sanitaire
 - o Des facilités médicales (malgré un potentiel réduit, constitué d'infirmières ou de salles de consultation, et d'une dizaine de lits)
 - o La création possible d'une zone logistique sanitaire
 - o Stockage potentiel des corps de sinistrés décédés
 - o Stockage possible de déchets de diverses natures

Une emprise militaire diffère d'autres grandes infrastructures publiques (scolaires, sportives...) et privées en raison de deux spécificités qui découlent directement de l'ensemble des propriétés caractérisant les « enceintes militaires ». Tout d'abord, si l'emprise n'est elle-même pas gravement touchée par un phénomène climatique à l'origine d'une crise, chacune de ces fonctions pourra être assurée dans des conditions prévisibles (voire standardisées), à un niveau garanti au sein d'une enceinte militaire. Ensuite, une emprise facilite potentiellement la réunion et la coordination sur un seul site de l'ensemble des fonctions susmentionnées, essentielles aux missions de sécurité civile. Ces deux propriétés sont recherchées par les planificateurs de gestion de crise.

Les développements précédents conduisent à plusieurs observations utiles à l'anticipation et à la prévention des aléas liés au changement climatique, ainsi qu'à la gestion de crise :

➔ Il est nécessaire d'établir quelles sont les missions essentielles assurées ou pouvant être assurées, dans le pays hôte ou dans un autre théâtre, et cela pour chaque emprise. Cela contribuera à identifier les capacités et infrastructures devant être plus particulièrement protégées ou délocalisées. Cette observation peut également être

transposée aux zones les plus sensibles sur un plan militaire au sein d'une même emprise, qui doivent résister sans faillir aux catastrophes, y compris avec des aménagements à construire et des mesures d'adaptation.

Même en mode de fonctionnement dégradé d'une implantation, après avoir été impactée par un événement naturel, les fonctions et missions essentielles soutenues par une emprise doivent être identifiées et assurées.

Une emprise française dans un pays hôte pourra difficilement rester étrangère à une crise qui affecte la population environnante. La contribution potentielle d'une emprise à la gestion de crise dans le pays hôte est au final très élevée, et peut être anticipée par des échanges avec les autorités chargées de la sécurité civile dans l'État d'accueil.
→ Cela suppose également d'établir un état des connaissances des infrastructures militaires visant à lister et quantifier les fonctions qu'une emprise peut remplir lors d'une crise.

Certaines missions qui doivent être assurées par les emprises ne peuvent être remplies qu'à l'aide de matériels spécifiques, que ce soit pour l'engagement ou la logistique. Dans ce dernier domaine, les Armées ne détiennent par exemple qu'une dizaine de transpalettes dédiées au déchargement des containers transportés dans un A400M, que ce soit en Métropole, en Outre-mer ou dans les BOA (base opérationnelle avancée). Pour une emprise dont le rôle logistique en soutien d'opérations extérieures est central, il sera crucial d'identifier et de préserver ce type de matériels, indispensables à la réalisation des missions.

→ Identifier les matériels déployés sur une emprise et qui sont indispensables à la réalisation des missions critiques qui lui sont assignées. Ces matériels pourront faire l'objet de mesures de protection ou visant à les mettre à l'abri face à des conditions naturelles défavorables.

II. **Axes d'une méthodologie transversale**

a. **Un fil rouge : penser les risques climatiques comme un défi nouveau**

Plusieurs méthodologies examinées dans les développements précédents adoptent une approche à la fois trop déterministe et trop linéaire des risques climatiques et de l'adaptation. Trop déterministe, car pour ces perspectives, le niveau de risque est censé refléter le niveau de vulnérabilité, sans par exemple prendre en compte les trajectoires possibles d'adaptation. Et trop linéaire, car ces démarches identifient les risques en silo, considérant les aléas comme nécessairement découplés les uns des autres. **Or, anticiper des risques climatiques ne consiste pas seulement en une extrapolation d'évènements climatiques et météorologiques passés. Il s'agit également d'envisager la combinaison d'aléas.** C'est pourquoi les risques climatiques peuvent être pensés comme un défi nouveau, ce qui constitue le fil rouge de l'approche proposée.

Le corollaire à cette démarche est que les gestionnaires de sites doivent travailler sur des scénarios de crises multiples, et de grande ampleur. En Côte d'Ivoire par exemple, la concomitance de marées de fort coefficient, de pluies abondantes faisant monter la lagune, et d'une forte dépression, démultiplierait le risque d'inondation, voire de submersion, de l'emprise de Port-Bouët. La préparation à un aléa ne signifie pas qu'on est préparé à une combinaison d'aléas, ou à la succession rapprochée de divers aléas.

La méthodologie combine une approche quantitative (diffusion d'un questionnaire) et une démarche qualitative. Certains éléments gagnent à être précisés directement entre le point de contact dans une emprise, et la personne chargée d'évaluer des risques climatiques. Le questionnaire ne peut pas se substituer à des échanges écrits et oraux, notamment pour tout ce qui relève de la vie courante et opérationnelle d'un site (description, missions réalisées ou potentielles au sein de l'emprise, services de bases aux militaires et aux éventuelles familles). De manière générale également, les approches quantitatives sont trop centrées sur les risques physiques, et pas assez sur les risques sociétaux. Enfin, l'approche qualitative permet de considérer les effets de la combinaison d'aléas.

b. **Identification des aléas pouvant impacter des infrastructures et points de stationnement français**

Une double typologie a été retenue.

La première classification des phénomènes associés au changement climatique et qui auront un impact probable sur des infrastructures militaires, provient du rapport de NAVFAC :

- La montée des températures ;
- Les modifications des régimes de précipitations ;
- Une augmentation de la fréquence et de l'intensité des évènements météorologiques extrêmes ;
- La hausse du niveau de la mer et les marées de tempêtes.

Ce répertoire resserré présente plusieurs avantages. Il est tout d'abord focalisé sur les phénomènes climatiques (et non météorologiques), s'inscrivant dans le temps long et des

projections de long terme. L'objet de la note porte sur les vulnérabilités climatiques, et non uniquement sur l'anticipation de risques météorologiques à court terme. Cette classification permet ensuite d'éviter le biais d'isoler des aléas les uns des autres. En fonction des emprises considérées, le questionnaire pourra comporter des points spécifiques, au sein de ces quatre catégories, pour des aléas plus prégnants dans certaines zones d'étude. Ce premier répertoire condensé est complété par une typologie plus précise des aléas, à l'image de travaux menés par l'ADEME.

Typologie des aléas retenue par l'ADEME²¹ :

- Vague de chaleur
- Manque d'eau, sécheresse
- Feux de forêt
- Inondation en milieu urbain
- Hausse du niveau de la mer, inondation par submersion
- Crue torrentielle / coulée de boue et de débris
- Intrusion salée
- Avalanches
- Érosion littorale
- Mouvement de terrain et érosion
- Tempête : vent
- Tempête : pluie
- Tempête : neige
- Tempête : submersion littorale
- Maladies

Le rapprochement des deux typologies permet de constater que le même aléa répertorié par l'ADEME peut se retrouver dans plusieurs des quatre phénomènes liés au changement climatique retenus par NAVFAC (par exemple une sécheresse peut résulter à la fois de la montée des températures (évaporation) et d'un changement des régimes de précipitation). Le tableau des correspondances entre les typologies de NAVFAC et de l'ADEME est intégré au questionnaire, et permet à la personne en charge de le compléter, de saisir l'enjeu de la combinaison des aléas, et d'associer un ou plusieurs aléas à un phénomène climatique plus global.

²¹ ANGINARD Marjory, GREIVING Stefan, BAILLY Boris, DELACHENAL Manon, GLON Marine, *Indicateurs de vulnérabilité d'un territoire au changement climatique. Recueil de littérature internationale*, ADEME, 2013, 63p.

Correspondance entre les typologies de NAVFAC et de l'ADEME

Correspondance entre les typologies de NAVFAC et de l'ADEME		Phénomènes associés au changement climatique (Typologie NAVFAC)			
		Montée des températures	Modifications des régimes de précipitations	Augmentation de la fréquence et de l'intensité des évènements météorologiques extrêmes	Hausse du niveau de la mer et les marées de tempêtes
Aléas (typologie ADEME)	1. Vague de chaleur				
	2. Manque d'eau, sécheresse				
	3. Feux de forêt				
	4. Inondation en milieu urbain				
	5. Hausse du niveau de la mer, inondation par submersion				
	6. Crue torrentielle / coulée de boue et de débris				
	7. Intrusion salée				
	8. Avalanches				
	9. Érosion littorale				
	10. Mouvement de terrain et érosion				
	11. Tempête : vent				
	12. Tempête : pluie				
	13. Tempête : neige				
	14. Tempête : submersion littorale				
	15. Maladies				

c. Une étude des risques climatiques dans la région considérée à l'horizon 2030-2050

La méthodologie nécessite une analyse fine des impacts du changement climatique dans la région abritant l'emprise. Cette analyse est cependant tributaire de la qualité et de la production récente de publications scientifiques portant sur l'aire considérée.

L'horizon des impacts se situe idéalement entre 2030 et 2050, c'est-à-dire l'horizon de la prospective stratégique. Cependant, beaucoup de publications dans les sciences du climat travaillent sur des intervalles de temps plus éloignés, 2080, et le plus souvent 2090-2100. Le nombre et la qualité des publications en sciences du climat étant inégaux selon les régions, se priver d'articles scientifiques à cause d'un horizon trop lointain paraît difficile.

Des travaux plus généraux, y compris régionaux, adoptent souvent une granularité insuffisante pour permettre d'affiner les risques climatiques dans le pays d'accueil d'une emprise ou d'un point de stationnement français. Par exemple, la hausse des températures aura des impacts très différents entre deux pays de l'Afrique de l'Ouest, en l'occurrence le Sénégal et la Côte d'Ivoire. En revanche, des travaux sur l'érosion du littoral au Ghana se révèlent utiles pour le même phénomène en Côte d'Ivoire.

d. Une description précise de l'emprise étudiée et des missions accomplies en son sein

Une description précise des emprises et points de stationnement français en Outre-mer et à l'étranger est nécessaire à l'analyse :

- Situation générale de l'implantation (altitude, topographie interne, infrastructures publiques à proximité, environnement naturel et humain) ;
- Description interne de l'emprise (présence et nombre de bâtiments, zones de fret, aire de poser d'hélicoptère voire d'une piste d'aviation, stockage du carburant, zones de commandement, zones techniques...) ;
- Type d'occupation (permanent ou occasionnel, catégories de personnes présentes (civils et familles notamment) ;
- Autonomie des services en réseau au sein de l'emprise (eau sanitaire et potable, eaux usées, électricité, carburant, télécommunications...).

→ L'amélioration de la résilience d'une emprise face à des risques climatiques a pour préalable que le statut juridique du site soit bien clarifié avec l'État hôte.

→ De manière plus générale, un dialogue direct doit être prévu entre le point de contact dans une emprise et les personnels en charge d'une évaluation des risques climatiques sur la zone considérée.

e. Identification des fonctions critiques et essentielles d'une emprise

Une emprise prend tout son sens au regard des missions qu'elle permet d'accomplir directement et indirectement. Dès lors, la sensibilité d'une emprise aux risques climatiques doit intégrer la capacité à maintenir les fonctions et missions essentielles qu'elle est censée pouvoir assurer, même si plusieurs aléas se combinent. Bien que ces éléments puissent relever de différents niveaux de confidentialité, il est utile de :

- pouvoir disposer d'une liste claire des missions potentielles devant être accomplies dans et grâce à une implantation, d'autant que certaines missions ne sont pas permanentes et pourtant primordiales (exemple de la capacité d'accueil d'un EMIA

(Etat-major interarmées) ou d'un PCIAT (poste de commandement interarmées de théâtre) sans préavis).

- D'associer par fonction et missions essentielles les bâtiments, les zones du camp mais aussi les matériels indispensables à la réalisation de ces missions.

→ Identifier les différentes fonctions essentielles devant être réalisées dans une emprise, et en déduire les bâtiments, matériels et zones du camp devant faire l'objet des mesures d'adaptation les plus poussées. Cette approche doit être évolutive en fonction de la destination d'une emprise (nouvelles missions assignées ou soutenues etc.). Les infrastructures extérieures au camp, nécessaire à la réussite des missions devront être intégrées (état des routes, port, aéroports, accès à des emprises...)

→ Réaliser un travail de scénarisation centré sur les effets cumulés de plusieurs aléas (ou à des fréquences rapprochées), affectant l'emprise, mais également l'agglomération d'Abidjan, en y incluant une dimension sanitaire. Ces scénarios permettraient de vérifier jusqu'à quel niveau de dégradation une implantation peut assurer les missions qui lui sont assignées.

→ L'amélioration de la résilience d'une emprise face à des risques climatiques a pour préalable que le statut juridique du site soit bien clarifié avec l'État hôte.

f. Contribution à la gestion de crise

Les emprises militaires abritent des capacités particulièrement utiles à la gestion de crise (cf. 3.1).

→ Dans l'hypothèse d'une contribution à la gestion de crise dans le pays hôte, il sera intéressant de disposer d'informations sur les capacités logistiques, sanitaires (médicales, eau...), de communication, de commandement, d'hébergement, et qu'une réflexion soit menée sur la mise à disposition de ces moyens (cadre juridique, durée, cas de déclenchement...).

g. Coopérations et échanges avec des acteurs du pays hôtes dans les domaines pouvant être rattachés au changement climatique

L'adaptation aux vulnérabilités climatiques d'une emprise nécessite de considérer cette dernière dans son environnement naturel, infrastructurel, politique et social. Les services en réseau (eau, électricité, gaz, communication...) en sont une bonne illustration, quel que soit le niveau d'autonomie d'une implantation dans ces domaines. Une bonne connaissance des plans de gestion de crises dans différents domaines (pollution, catastrophe, crise sanitaire...) est également pertinente. Les catégories d'acteurs concernés comprennent les autorités publiques, civiles et militaires, locales et nationales, les opérateurs (privés et publics) des services en réseau ou des centres logistiques (ports et aéroports), mais aussi les institutions de recherche travaillant sur le changement climatique dans la zone de l'emprise.

→ Référencer les coopérations et dialogues noués avec des acteurs locaux dans différents domaines liés directement ou indirectement au changement climatique (gestion de crise, logistique, services en réseau, recherche scientifique).

III. **Réalisation d'un questionnaire et mission sur site**

a. **Forme du questionnaire**

Le questionnaire (en annexe) a été réalisé en reprenant les éléments décrits dans les parties 3.1 et 3.2, qui ont été rassemblés en quatre thèmes :

- Connaissance de l'emprise. Cette première sous-partie intègre la description de l'emprise, les missions que cette dernière soutient, le type d'occupation et le statut juridique de ou des implantations.
- Exposition de l'emprise à des aléas. Cette partie du questionnaire a pour but de d'évaluer la vulnérabilité passée et actuelle de l'emprise à des événements météorologiques et climatiques (touchant l'implantation ou son voisinage dans un rayon de 100 km). Ce répertoire prend en compte la fréquence des événements (classification ADEME), mais aussi leurs effets sur les infrastructures, sur les matériels et les hommes qui y sont déployés. Ces dernières précisions permettent d'associer des événements naturels à des dommages humains et matériels. La demande de renseignement est ici qualitative, appelant à une description des dommages. Reprenant ensuite la typologie NAVFAC, deux catégories de phénomènes associés au changement climatique (montée des températures et hausse du niveau de la mer) appellent à des compléments d'information par le type de risques qu'ils induisent.

Les troisième et quatrième thèmes du questionnaire, même s'ils portent sur des éléments présents, sont relatifs à plusieurs aspects de la résilience des implantations.

- Coopérations et dialogues avec les des acteurs locaux et nationaux. Il s'agit d'apprécier les échanges entre les implantations et leur environnement sociétal, dans différents domaines (services essentiels, logistique, recherche...).
- Gestion de crise. Cette dernière série de question porte sur le potentiel de l'emprise en cas de crise, et la préparation dont elle fait l'objet face à des aléas naturels (climatiques dans le cadre de cette note).

La forme du questionnaire résulte des commentaires faits lors de l'analyse des différentes méthodes en 2^{ème} partie de la note. La méthode appliquée en Australie par ATSE a illustré les problèmes posés par un questionnaire trop complexe, trop riche en critères, qui n'étaient pas forcément appréhendables par les personnes devant les remplir (cf. 2.II.a). Et des questionnaires exclusivement quantitatifs ne procurent pas des données forcément fiables. Le *Screening Level Vulnerability Assessment Survey* (SLVAS, cf. 2.II.c.) mené sur les sites militaires américains a montré que des questionnaires remplis par des personnels d'emprises très proches les unes des autres avaient donné des résultats très différents, certains témoignant de la prégnance d'évènements climatiques récents et de leurs impacts sur le fonctionnement des emprises, d'autres dans le même État fédéré ne relatant aucun évènement et incident particulier lié à l'environnement naturel.

Le choix s'est ainsi porté sur un questionnaire simple, proposant des réponses ouvertes et invitant à développer ces dernières. La plus-value qualitative de cette méthodologie est valorisée par l'interprétation des réponses, qui est elle-même éclairée par les échanges de vive voix avec des correspondants (Port-Bouët, CISMF...). Il est envisageable d'étendre cette approche qualitative au regard du nombre restreint d'emprises et points de stationnement

français en Outre-mer et à l'Étranger. Dans cette perspective, le questionnaire demeure général, mais la valorisation des informations s'opère en ayant déjà acquis des connaissances sur les implantations françaises et sur les principaux risques climatiques dans la région considérée. Cela permet d'éviter un écueil relevé par l'ADEME (2013) : des méthodes trop spécifiquement adaptées à un contexte s'avèrent difficilement transposables à un autre.

b. Analyse et commentaires des échanges

Au regard de l'intérêt de l'EMA et de la DGRIS pour l'objet de cette note, une chaîne de contacts avec des relais basés à Port-Bouët a été déterminée, et des éléments généraux de descriptions des implantations des FFCI ont été transmis par écrit. Après déjà trois rendez-vous téléphoniques avec le point de contact principal à Port-Bouët, de nombreuses questions du questionnaire avaient déjà obtenues des réponses très précises et plus qualitatives que ce qui aurait pu être obtenu avec un questionnaire seul.

Les questions relatives à l'exposition des implantations à des événements naturels passés n'ont pu être complétées directement, ce qui s'explique très probablement par le roulement rapide des personnels sur ces emprises. Il ne semble donc pas y avoir de capitalisation à l'échelle de ces implantations de connaissances relatives aux événements passés, et des dommages que ces derniers auraient pu causer. Certaines catégories d'événements sont signalés comme étant prégnants dès aujourd'hui (impacts de foudre, vents violents et soudains, pluies intenses...). En revanche, le roulement des personnels présente aussi des intérêts dans le cadre de cette note. Par exemple, des phénomènes météorologiques ou climatiques intenses ont pu être éprouvés par des personnels sur d'autres théâtres lors des précédentes affectations, ce qui enrichit l'expérience individuelle et collective face à des aléas variés.

Une connaissance fine des événements météorologiques et climatiques passés qui ont pu toucher des implantations françaises peut être apportée par le CISMF (Centre interarmées de soutien météo-océanographique des forces). Basé à Toulouse, le CISMF est en mesure de réaliser dans des délais très courts (de quelques jours à trois semaines) un historique portant sur différents types d'événements passés, jusqu'en 1950 (avec une résolution de 25km).

L'opportunité de recourir à cet approfondissement des connaissances sera à apprécier en fonction de l'exposition aux aléas climatiques des emprises visées, à l'importance des missions que ces dernières soutiennent, et aux urgences auxquels le CISMF doit faire face.

De même, les informations relatives aux dégâts causés par événements météorologiques et climatiques sur les matériels déployés sur des théâtres extérieurs semblent converger vers le bureau environnement du CPCO. Il reste à apprécier de quelque manière ces informations peuvent être capitalisées, soit au sein du CPCO, soit par un autre service des Armées, soit par une équipe extérieure au ministère.

A ce stade, il ne semble pas que les implantations des FFCI fassent l'objet d'exercices ou de scénarios basés sur des aléas naturels de grande ampleur affectant directement les emprises.

Au final, le questionnaire apparaît davantage comme une « check-list », reprenant les éléments devant être apportés par le ministère des Armées et nécessaires à une analyse de vulnérabilité climatique, que comme la principale source d'informations.

La richesse des informations échangées directement avec le point de contact basé à Port-Bouët conforte une démarche qualitative, dont le questionnaire n'est qu'un support. De même, le faible nombre de collectivités françaises d'Outre-mer²² ou de pays étrangers où sont déployées respectivement des forces de souveraineté et des forces de présence rend possible l'usage de cette approche qualitative. Le recours à un questionnaire comme principal outil de recueil de données se justifie lorsque le nombre de sites est très élevé (exemple des 3500 sites militaires américains visés par le SLVAS, cf. 2.II.c.).

Les informations renvoyant aux deux premières parties du questionnaire ont été intégrées à la partie 4.2. de ce travail. Les parties sur la gestion de crise et les échanges avec les acteurs locaux (autorités, opérateurs, chercheurs) ont été ajoutées dans un deuxième temps au questionnaire. Non pas que ces thèmes relèvent de l'objet direct de la note, mais ils permettront d'identifier des axes d'action pour renforcer l'adaptation et la résilience de l'emprise aux crises liées au changement climatique.

→ Davantage unifier le suivi et l'adaptation des phénomènes liés au changement climatique. Outre l'expérience vécue par des personnels, la connaissance des événements climatologiques et météorologiques passés peut être amenée sur demande par le CISMF, qui a accès à des bases de données météorologiques sur plusieurs décennies (depuis 1950 sur la quasi-totalité du globe). Mais les impacts concrets de ces événements (sur les infrastructures, sur les matériels et les hommes) ne sont pas nécessairement répertoriés et traités sur la durée, que ce soit par les personnels d'une emprise qui ont vocation à changer d'affectation, ou par le CPCO (pour les matériels déployés). De plus, le SHOM²³ contribue à l'analyse du risque de submersion. Les connaissances sont donc dispersées, et ne font pas toujours l'objet d'un traitement. La prise en compte des effets concrets (et financiers) du changement climatique pour les Armées pourrait sans doute être améliorée par une centralisation et une capitalisation de ces connaissances, de leur traitement systématique, tout en ayant la capacité d'entreprendre des travaux prospectifs relatifs au changement climatique sur les emprises et les matériels.

c. Intérêt d'une mission sur site.

Un déplacement sur le site dont il faut évaluer la vulnérabilité climatique apparaît indispensable. Il permet tout d'abord de mener des entretiens avec les personnels des emprises concernées, appartenant à différents services (MCO, Logistique, Santé, Infrastructures, etc.). Les échanges apportent une mise en situation de la diversité des métiers et des missions, et témoignent de la manière dont l'environnement naturel impacte déjà ceux-ci. La connaissance de l'emprise (visite du site, des environs de la base, de ses accès, etc.) permet ensuite de confronter les risques identifiés à partir de la lecture de la littérature scientifique à la configuration et à l'environnement de l'emprise. Enfin, un déplacement sur place rend possible des entretiens avec des chercheurs du pays hôte de l'emprise, dont la connaissance des terrains locaux est précieuse.

²² Auxquelles s'ajoute la Nouvelle-Calédonie.

²³ Service hydrographique et océanographique de la Marine.

Dans le cas de la Côte d'Ivoire, la mission à Abidjan a permis de réapprécier l'importance des principaux risques climatiques, en réduisant celui de submersion/inondation, et de souligner les risques directs et indirects liés à l'érosion du littoral à Port-Bouët.

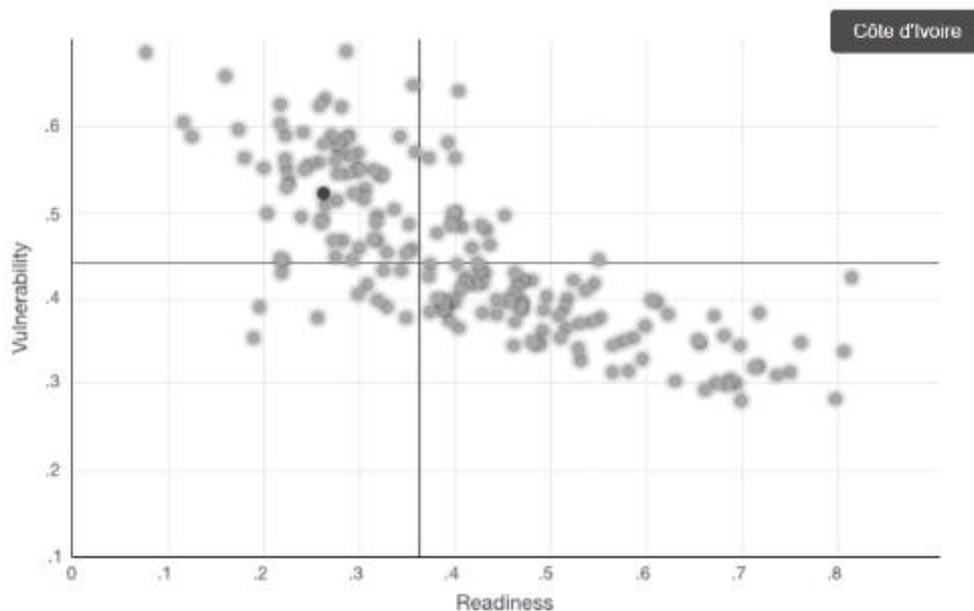
4. Vulnérabilités climatiques des emprises françaises en Côte d'Ivoire

I. La vulnérabilité climatique de la Côte d'Ivoire à l'horizon 2030-2050

a. Des changements climatiques déjà significatifs

Les effets du changement climatique sont déjà ressentis sur l'économie, la société et l'environnement de la Côte d'Ivoire. L'index de vulnérabilité climatique, réalisé par Notre-Dame Global Adaptation Initiative (ND-GAIN²⁴), place le pays au 147^{ème} rang mondial sur les 178 référencés. Ce score résulte à la fois d'une forte exposition à des aléas climatiques dans des secteurs clefs²⁵ (la Côte d'Ivoire est le 47^{ème} pays le plus vulnérable), et à un manque de préparation à ces aléas dans les domaines économiques, sociétaux et de gouvernance (la Côte d'Ivoire est le 31^{ème} pays le moins préparé²⁶).

Vulnérabilité climatique dans des secteurs critiques, et degré de préparation aux crises climatiques en 2016 (Côte d'Ivoire)²⁷



²⁴ "The ND-GAIN Country Index is a measurement tool that helps governments, businesses and communities examine risks exacerbated by climate change, such as over-crowding, food insecurity, inadequate infrastructure, and civil conflicts", <https://gain.nd.edu/our-work/>

²⁵ Secteurs clefs retenus par ND-GAIN : Santé, Alimentation, Ecosystèmes, Habitat, Eau, Infrastructure.

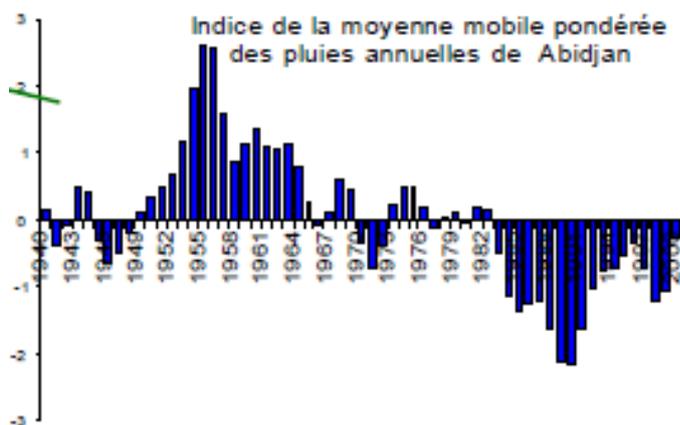
²⁶ <https://gain-new.crc.nd.edu/country/c-te-d-ivoire>

²⁷ <https://gain-new.crc.nd.edu/matrix>

Les précipitations s'inscrivent dans une tendance à la baisse (moins 6% entre les périodes 1961-1990 et 1971-2000), et à l'irrégularité. Les jours de pluie sont plus espacés, mais les pluies sont généralement plus concentrées, et donc plus intenses. **Si le cumul annuel des précipitations est à la baisse, les évènements extrêmes augmentent en termes de fréquence, intensité et durée, témoignant d'un climat moins stable.**

Les caractéristiques météorologiques de la grande saison des pluies évoluent. Celle-ci devient plus tardive, et se décale d'environ deux semaines actuellement. La grande saison des pluies se raccourcit de 10 à 27 jours sur le littoral selon les années²⁸. Il arrive ainsi que les précipitations soient plus abondantes au cours de la petite saison des pluies que lors de la grande saison des pluies.

Pluviométrie annuelle à Abidjan (par rapport à la moyenne 1951-1980)²⁹



Parallèlement, **les températures** ont nettement augmenté depuis la décennie 1980, davantage que la moyenne mondiale, avec un **réchauffement de 1,4°C entre la moyenne des périodes 1961-1990 et 2001-2010**. Le mois de mars, avec janvier, devient le mois le plus chaud en Côte d'Ivoire. Cette hausse, très importante dans l'absolu, est à relativiser à cause de deux aspects. Tout d'abord, la température moyenne annuelle varie peu, de 29°C en mars, à 25°C en juillet et août. En plus de cette faible variabilité saisonnière, l'amplitude thermique jour/nuit est également réduite, d'environ 10°C en janvier, à 2°C à 4°C en juillet et août. Ainsi les maximales demeurent contenues, et la moyenne annuelle des températures³⁰ est de 27°C.

Les changements les plus significatifs constatés en Côte d'Ivoire sont notamment³¹ :

- Une tendance à la baisse des précipitations depuis trois décennies ;
- Des pluies plus irrégulières (diminution du nombre de jours de pluie, et accroissement de l'intensité des pluies, mauvaise distribution spatiale) ;

²⁸ Entretien à la Sodexam, Abidjan, juin 2018

²⁹ DJE KOUAKOU Bernard, *Programme National Changement Climatique .Document de stratégie du programme national Changement Climatique (2015-2020)*, Ministère de l'Environnement, de la salubrité et du développement durable, Septembre 2014, 84p., <http://www.environnement.gouv.ci/pollutec/CTS3%20LD/CTS%203.4.pdf>

³⁰ CETID, Côte d'Ivoire. *Fiche spécifique*, CETID, Octobre 2016

³¹ DJE KOUAKOU Bernard, *op.cit.*

- Des tempêtes et des épisodes orageux violents (cf. l'historique des événements extrêmes dans la sous-partie relative à l'érosion sur le littoral de Port-Bouët) ;
- Le raccourcissement de la durée des saisons pluvieuses (de 10 à 27 jours sur le littoral pour la grande saison. Cette dernière se décale d'environ 10 jours) ;
- La hausse des températures (+ 1,4°C entre les périodes 1961-1990 et 2001-2010);
- L'augmentation des inondations ;
- La persistance et la rigueur des saisons sèches, y compris dans le Sud du pays et le littoral où l'occurrence du régime d'harmattan, vent sec d'origine Nord-Est, s'accroît ;
- Des feux de brousses plus fréquents ;
- Une accélération nette de l'érosion des deux-tiers du littoral, qui perd entre 1m et 3m par an³². Il a y également des phénomènes causant une érosion exceptionnelle, comme ceux de 1984, 1986, 2007, 2011, ayant conduit à un retrait du trait de côte localement jusqu'à 20m par événement³³. Cette avancée de la mer sur la terre est un aléa naturel exacerbé par l'activité humaine. Parmi les causes naturelles, on relève : les vents, les tempêtes et les marées exceptionnelles de tempêtes, les marées d'équinoxe, les courants littoraux, les variations du niveau de la mer de manière plus générale, les glissements de terrain. Les causes humaines se composent essentiellement de l'assèchement des bassins côtiers, d'ouvrages côtiers, des opérations de dragage et d'extraction du sable, du défrichement des zones littorales, de l'extraction de gaz et d'eau, et des barrages amont qui retiennent les sédiments. Mais la sensibilité de la côte à l'érosion dépend également de ses caractéristiques géologiques et morphologiques³⁴.

³² Ministère de la Salubrité, de l'Environnement et du Développement Durable, *cadre de politique de réinstallation (cPR) des populations du projet d'investissement régional de résilience des zones côtières en Afrique de l'Ouest – WACA*, Octobre 2017, 119p., http://www.environnement.gouv.ci/fichier/CPRCotedIvoire_versionfinale14112017.pdf

³³ Banque mondiale, *Pour que demain ne meure jamais. La Côte d'Ivoire face au changement climatique*, Banque mondiale, juillet 2018, 63p.

³⁴ Ministère de la Salubrité, de l'Environnement et du Développement Durable, *Troisième communication nationale (TCN) à la Convention cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques*, Abidjan, 2017, 131p., http://www.un-gsp.org/sites/default/files/documents/3069145_cite_divoire-nc3-1-cote_divoire_-_third_national_communication.pdf

Esquisse de la sensibilité du littoral ivoirien à l'érosion côtière³⁵

Sensibilité littorale à l'érosion



L'élévation du niveau des mers sera accompagnée de manière probable sur les zones côtières d'Afrique de l'Ouest de catastrophes (érosion, inondations, submersion) plus fréquentes et plus intenses (IOC 2006, GIEC 2014; UEMOA 2010, 2011; Bard 2013). « Il en résultera vraisemblablement, un littoral fragilisé et considérablement modifié. La fréquence et l'intensité plus fortes des tempêtes et des phénomènes climatiques extrêmes contribueront à l'accélération de l'érosion des plages et falaises et une extension des submersions marines sur les côtes basses »³⁶ (en Afrique de l'Ouest).

Il est très difficile d'attribuer une part précise au changement climatique dans l'érosion du littoral. Mais il est certain que le changement climatique amplifie ce phénomène, et qu'il accélère les tendances en cours déjà très significatives sur le littoral ivoirien.

L'érosion du littoral ivoirien : l'exemple de Grand-Lahou

L'érosion du littoral est en effet un enjeu crucial en Côte d'Ivoire, et l'exemple de Grand-Lahou (situé à 120 km à vol d'oiseau de l'emprise française de Port-Bouët) témoigne de l'actualité de ce sujet. **Entre 1993 et 2016, la langue de terre** de Lahou-Kpanda à proximité immédiate l'embouchure du fleuve Bandama **a perdu 1771 mètres d'Est en Ouest**³⁷, accompagnant la migration de la passe. L'érosion du cordon de Grand-Lahou s'est accélérée entre novembre

³⁵ *Ibid.* et HAUHOUOT Célestin, KOFFI Philibert, POTTIER Patrick, "Sensibilité des plages du littoral ivoirien à l'érosion", in CHAUVEAU Etienne, POURINET Laurent, GUILLAUME Jacques (coord.), *Atlas permanent de la mer et du littoral. Tome 7, Les risques littoraux et maritimes*, Norois, 2015. Pp.28-29, https://www.researchgate.net/publication/313852781_Sensibilite_des_plages_du_littoral_ivoirien_a_l'erosion

³⁶ Cf. LOMBARDO Cédric A., *Appui à la préparation de plan d'investissement multisectoriel IDA-17 et du plan d'investissement pour la ville de Grand-Lahou, République de Côte d'Ivoire, Rapport de synthèse – Orientations et Plan d'Investissement multisectoriel (Livrables E & F)*, WACA, BeDevelopment, 10 juillet 2017, p.16, <http://documents.worldbank.org/curated/en/553861520966891386/pdf/124254-FRENCH-WP-PUBLIC-WACA-Lot-01-Livable-E-F-PIM-Final.pdf>

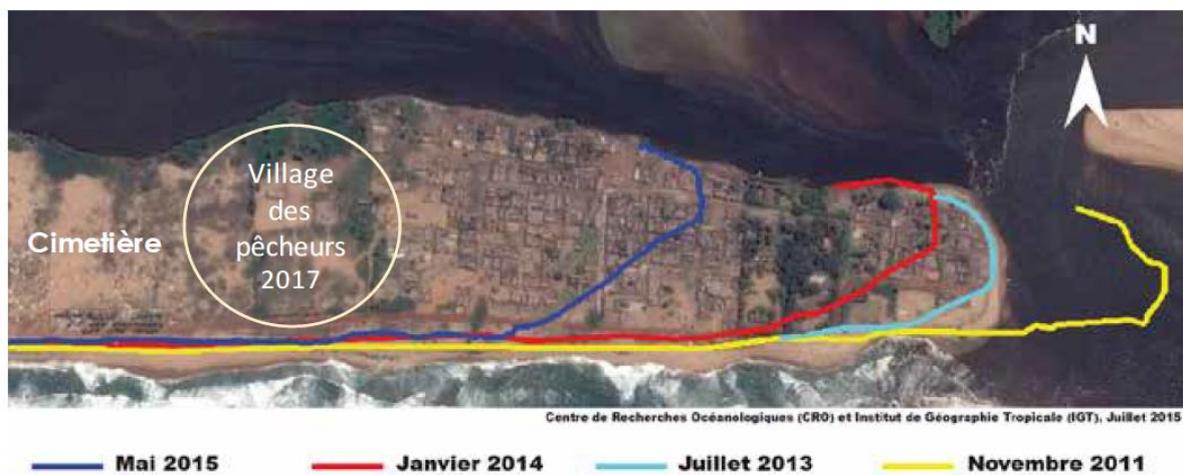
³⁷ HAUHOUOT Célestin, KOFFI Koffi Philibert, DANGUI Nadi Paul, Yao Salomon, BAMBA Aya, « La mobilité du trait de côte et ses effets sur le lido de Grand-Lahou : Lahou-Kpanda va-t-il disparaître ? », in GOGBE Téré, TOURE Mamoutou, KOFFIE-BIKPO Céline Yolande (dir.), *Géographie et Développement, Tome 1, Nature et développement*, Paris, L'Harmattan Côte d'Ivoire, Coll. Aniboué, 2018, pp.182-194.

2018 et mars 2019, avec la disparition d'un village de pêcheur et de la moitié de l'ancien cimetière.

L'érosion se produit également vers les terres, du Sud vers le Nord, mais de manière plus régulière. **Le retrait du trait de côte à Grand-Lahou a été de 37 m entre 1985 et 2011, et de 36,8 m entre 1993 et 2016** (mesures par deux équipes et deux méthodes différentes, HAUHOUOT Célestin *et Al.*, 2018). Célestin Hauhouot et son équipe de l'Institut de Géographie Tropicale (IGT, UFHB, rencontrés en juin 2019) avaient prévu dès 2016³⁸ la disparition du village de pêcheurs et du cimetière avant 2020.

Depuis 60 ans, l'érosion frontale du littoral de Grand-Lahou est estimée³⁹ à 160 m.

Photo satellite de Grand-Lahou et progression⁴⁰ de l'érosion entre 2011 et mai 2015. Aujourd'hui, le village de pêcheurs et la moitié du cimetière ont également disparu.



b. Les tendances climatiques en Côte d'Ivoire à l'horizon 2030-2050

Les publications relatives aux impacts futurs du changement climatique en Côte d'Ivoire s'appuient toutes sur les rapports d'évaluation du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'évolution du Climat (GIEC), et notamment la 5^{ème} et dernière édition⁴¹.

Dans le scénario climatique RCP4.5⁴², la Côte d'Ivoire connaîtra de manière probable⁴³ d'ici 2100 (référence 1900) :

³⁸ HAUHOUOT Célestin *et Al.*, 2018, *op. cit.*. Publiée dans un ouvrage collectif en 2018, la contribution date de 2016.

³⁹ LOMBARDO Cédric A., *op.cit.*, 2017

⁴⁰ Ibid.

⁴¹ Voir notamment à l'adresse http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *Climate Change 2013: The Physical Sciences Basis, Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report*, Brussel-Vienna, 2013, et Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Working Group II Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report*, Brussel-Vienna, 2014.

⁴² Les scénarios d'émission de GES RCP correspondent à des valeurs du forçage radiatif en 2100, qui reflètent elles-mêmes un niveau de concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

⁴³ DJE KOUAKOU Bernard, *Programme National Changement Climatique. Document de stratégie du programme national Changement Climatique (2015-2020)*, Ministère de l'Environnement, de la salubrité et du développement durable, Septembre 2014, 84p., <http://www.environnement.gouv.ci/pollutec/CTS3%20LD/CTS%203.4.pdf>

- Une hausse de la température de 3°C sur la majeure partie du pays ;
- Une baisse journalière de 8% des précipitations pendant la saison d'avril à juillet.

Dans un rapport publié en juillet 2018 dédié au changement climatique en Côte d'Ivoire à l'horizon 2050, la Banque mondiale⁴⁴ se base sur le scénario d'émissions du GIEC le plus pessimiste (RCP8.5 – les trois autres sont RCP2.6, RCP4.5, et RCP6)⁴⁵. Ainsi en 2050, la Banque mondiale estime que le changement climatique pourrait mener en Côte d'Ivoire⁴⁶ **(2040-2059 vs 1986-2005)** :

- À un réchauffement des températures moyennes de 2°C, avec un pic de +3.5°C au mois de janvier ;
- Une variation des précipitations, oscillant entre une baisse de 9% pour les mois de avril-mai, et une augmentation des pluies allant jusqu'à +9% en octobre ;
- Une élévation du niveau de la mer de 30cm⁴⁷.

La récente *Communication nationale à la CCNUCC du ministère de la Salubrité, de l'environnement et du développement durable* ivoirien en 2017 conforte des augmentations des températures moyennes mensuelles à l'horizon 2050, de 2°C à 3°C selon les scénarios RCP4.5 et RCP8.5 (référence 1986-2005). Le modèle climatique utilisé dans cette publication n'est pas la même que les 16 autres qui ont servi aux projections de la Banque mondiale (2018). Les résultats étant quasi-similaires, cela renforce l'hypothèse d'une hausse des températures moyennes entre 2°C et 3°C à l'horizon 2050 en Côte d'Ivoire :

⁴⁴ Banque mondiale, 2018, *op.cit.*

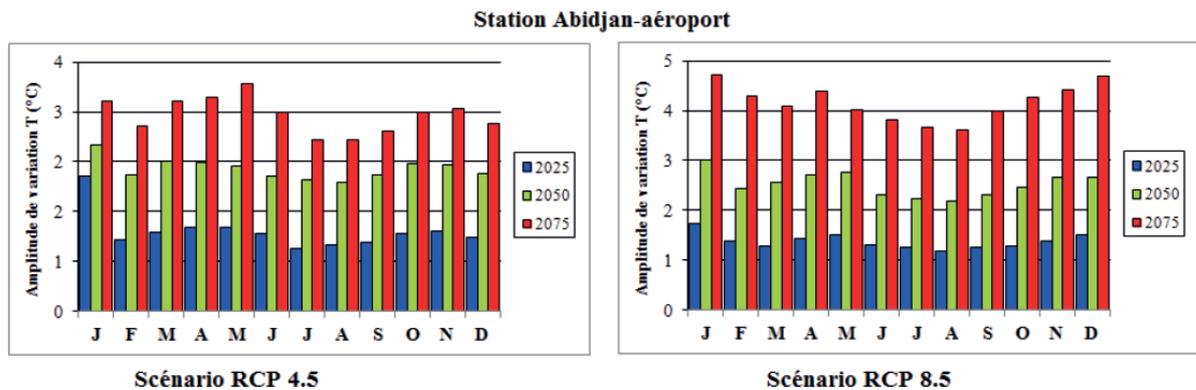
⁴⁵ Ce choix est compréhensible au regard à la fois des INDC déposés par la plupart des pays du monde à l'occasion de la COP15 à Paris, et des politiques climatiques actuelles, en deçà des objectifs des INDC. Ainsi à 2100, les INDC⁴⁵ conduisent à un réchauffement de 2,6 – 3,2°C, et les politiques climatiques actuelles à un réchauffement de 3,1 à 3,7 °C (cf. <https://climateactiontracker.org/global/temperatures/>). Toujours à 2100, les scénarios d'émissions retenus pour le 5^{ème} rapport d'évaluation du GIEC conduisent à un réchauffement respectifs de :

- RCP2.6 : 0.9 – 2.3°C
- RCP4.5 : 1.7 – 3.2°C
- RCP6 : 2.0 – 3.7°C
- RCP8.5 : 3.2 – 5,4°C

⁴⁶ Les références utilisées pour ces estimations renvoient vers un portail de la Banque mondiale : http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/index.cfm?page=country_future_climate&ThisRegion=Africa&ThisCcode=CIV. La période considérée est l'intervalle 2040-2059.

⁴⁷ A titre d'exemple, une hausse du niveau de la mer de 1 m sur une plage dont la pente est de 1% est susceptible de provoquer un recul du trait de côte de 100 m.

Amplitudes de variations des températures mensuelles à Abidjan aux différents horizons 2015, 2050 et 2075⁴⁸ (référence : moyenne 1986-2005)



c. Contexte épidémiologique actuel en Côte d'Ivoire et effets sanitaires possibles du changement climatique

Le changement climatique fait partie des facteurs ayant un impact sur l'épidémiologie de certaines maladies, entraînant par exemple une modification de leur répartition géographique et des cycles de transmission. Il s'agit en particulier de maladies d'origine hydrique et de maladies à transmission vectorielle, véhiculées par des insectes, des gastéropodes ou d'autres animaux à sang froid. Les observations empiriques tendent à confirmer les résultats des modélisations. Il reste cependant difficile de faire des projections et d'évaluer l'impact réel du changement climatique et de ses conséquences indirectes sur ces évolutions, leurs causes étant multifactorielles. L'interaction de l'homme avec son environnement, qui peut d'ailleurs également être influencée par le changement climatique, intervient notamment.

On retrouve en Côte d'Ivoire un certain nombre de maladies susceptibles d'être influencées par le changement climatique. Elles comprennent⁴⁹ :

- Des maladies à transmission vectorielle ou zoonotiques :
 - Le Chikungunya, transmis par des moustiques du genre *Aedes* et dont la présence est possible ou avérée sur l'ensemble du territoire ;
 - La dengue, transmise par des moustiques du genre *Aedes* et dont la présence est possible ou avérée sur l'ensemble du territoire ;
 - La fièvre jaune, transmise par des moustiques du genre *Aedes* et endémique ;
 - Le paludisme, transmis par moustiques du genre *Anopheles*, avec un risque pour l'ensemble du territoire toute l'année ;
 - La trypanosomiase africaine ou maladie du sommeil, transmise par les mouches tsé-tsé ;
 - La rage, transmise par morsure ou contact avec un animal infecté, avec un risque existant pour l'ensemble du territoire ;

⁴⁸ Ministère de la Santé, de l'Environnement et du Développement Durable, 2017, op.cit.

⁴⁹ <https://www.pasteur-lille.fr/vaccinations-voyages/?pays=C%C3%B4te%20d%27Ivoire>

- L'infection à virus Zika, transmise par des moustiques du genre *Aedes*, l'arrêt de la transmission n'étant pas avéré dans le pays.

Une influence des changements climatiques est considérée comme possible ou vraisemblable pour ces maladies à transmission vectorielle et/ou ces zoonoses, en particulier en raison des conséquences sur la répartition géographiques et l'activité des vecteurs et des réservoirs animaux, ainsi que sur leurs interactions avec l'homme. Les inondations peuvent également favoriser la prolifération de certains vecteurs (gîtes larvaires) à l'origine de certaines maladies :

- Le choléra, transmis par l'eau, les aliments souillés ou les mains sales et dont la présence est possible ou avérée sur l'ensemble du territoire ;
- L'hépatite A, transmise par l'eau et les aliments souillés ;
- La fièvre typhoïde, transmise par l'eau et les aliments souillés ;
- Des maladies tropicales négligées (MTN) comme les schistosomiasés, l'onchocercose (cécité des rivières) et le trachome, bien que le taux de couverture par chimio-prévention ait été considérablement amélioré pour les deux premières à partir de 2016, suite à des campagnes massives de prévention.

Les problèmes d'accès à l'eau potable et d'assainissement augmentent le risque de maladies diarrhéiques et affectent l'hygiène. Le caractère de plus en plus aléatoire des précipitations pourrait vraisemblablement avoir un impact sur les réserves et l'approvisionnement en eau douce, de même que les inondations. Celles-ci peuvent affecter les écosystèmes aquatiques, entraîner une contamination de l'eau (y compris par de l'eau salée en cas de submersion marine) et, avec les précipitations importantes, affecter les systèmes d'assainissement. La localisation et la configuration d'Abidjan et en particulier de la zone de Port-Bouët imposent de prendre en compte ces risques.

- D'autres maladies :
 - L'infection invasive à méningocoques (méningite), transmise par voie aérienne, avec un risque élevé dans le Nord du pays et faible pour le reste du territoire. La saison sèche est favorable à la propagation de la maladie, or le changement climatique pourrait entraîner un allongement de cette période de sécheresse ;
 - Les infections respiratoires.

A ces considérations sanitaires s'ajoute la problématique de la malnutrition de la sécurité alimentaire liée au changement climatique et aux altérations des cycles des précipitations. Celle-ci va accroître la vulnérabilité des populations aux maladies, entraînant des répercussions sur la santé physique et psychologique des populations.

Un système de santé vulnérable mais un renforcement identifié comme prioritaire

La crise sociopolitique à partir de 2002 a freiné la croissance et affecté des secteurs comme celui de la santé. Si la situation s'améliore très progressivement avec l'engagement de réformes, le système de santé souffre encore de déficits humains, techniques et financiers. Selon le classement 2018 du Lancet évaluant les systèmes de santé à partir des taux de mortalité pour 32 pathologies, le système de santé ivoirien se situe en 187^{ème} position sur 195⁵⁰.

Afin de répondre à ces enjeux, en collaboration avec des partenaires incluant l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et le Fonds des Nations Unies pour l'Enfance et l'Éducation (UNICEF), le Ministère de la Santé et de l'Hygiène Publique a élaboré un Plan National de Développement Sanitaire (2016-2020). Parmi les menaces pour le système de santé identifiées dans ce plan figurent « des catastrophes climatiques ou environnementales ou la recrudescence de maladies à potentiel épidémique (fièvres hémorragiques, maladies émergentes ou ré-émergentes) »⁵¹.

Le processus de révision du code de la santé publique a été lancé le 18 janvier 2018, avec pour objectif de renforcer le système de santé ivoirien⁵². D'après les données officielles, entre 2012 à 2016, 300 établissements de premiers contacts ont été construits sur l'ensemble du territoire et, en 2017, 68 % de la population vivent désormais à moins de 5km d'un centre de santé contre seulement 44 % en 2012. Le taux de disponibilité des médicaments a par ailleurs atteint 90 % en 2017 dans les pharmacies de santé publique⁵³, contre 23% en 2011⁵⁴.

II. Les implantations des Forces françaises en Côte d'Ivoire (FFCI)

Les Forces françaises stationnées en Côte d'Ivoire représentent, avec les Forces françaises stationnées à Djibouti (FFDj), les seules bases opérationnelles avancées (BOA) en Afrique. Par leur emplacement géographique, et la proximité de la principale emprise française en Côte d'Ivoire, Port-Bouët, avec un aéroport international et un port en eau profonde, les FFCI constituent une plateforme stratégique, opérationnelle et logistique de première importance pour toutes les opérations françaises dans la sous-région. Abidjan est ainsi pour les opérations en cours en Afrique, à la fois un pôle aéroportuaire stratégique, et un pôle maritime logistique

⁵⁰ GBD 2016 Healthcare Access and Quality Collaborators, « Measuring performance on the Healthcare Access and Quality Index for 195 countries and territories and selected subnational locations: a systematic analysis from the Global Burden of Disease Study 2016 », *The Lancet*, 2018, vol. 391, n°10136, pp. 2236-2271.

⁵¹ Ministère de la Santé et de l'Hygiène Publique, Plan National de Développement Sanitaire 2016- 2020. http://www.nationalplanningcycles.org/sites/default/files/planning_cycle_repository/cote_divoire/pnds_2016-2020.pdf

⁵² Renforcement du système sanitaire : la Côte d'Ivoire lance un nouveau code, 23 janvier 2018.

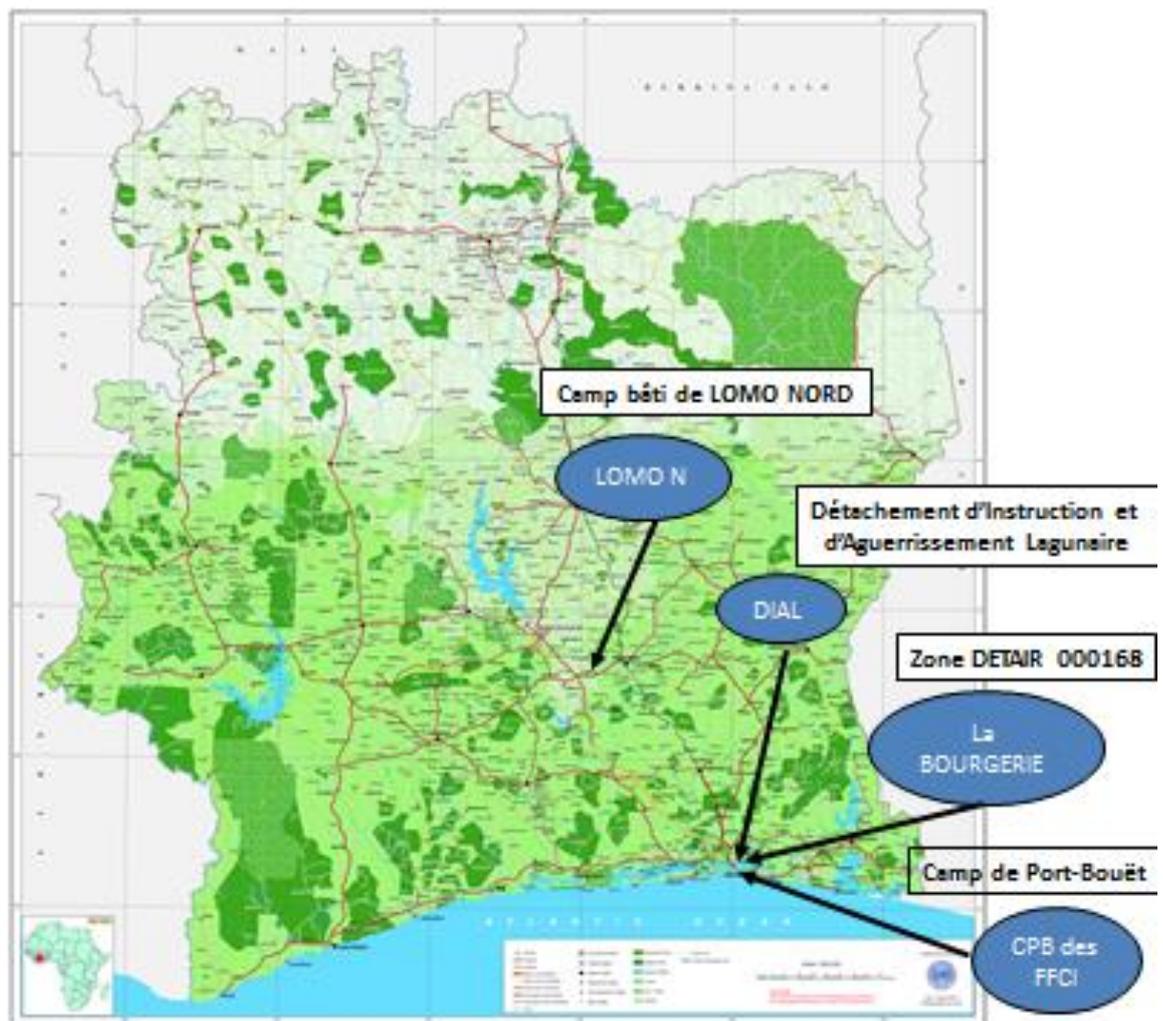
⁵³ La Nouvelle Pharmacie de la Santé publique de Côte d'Ivoire est un établissement qui a une mission de service public à finalité sociale, consistant à : « assurer la disponibilité des médicaments essentiels et intrants stratégiques de santé à destination des établissements sanitaires publics et des autres établissements sanitaires associés au service public sanitaire, et ce, sur toute l'étendue du territoire national » et « assurer l'accessibilité des médicaments essentiels et intrants stratégiques de santé de bonne qualité aux populations en Côte d'Ivoire ». Elle détient le monopole de la distribution des produits pharmaceutiques aux établissements sanitaires publics. Dans le cadre de son plan stratégique 2016-2018, un processus de déconcentration de ses activités est en cours, avec l'implantation d'un réseau d'agences régionales, dans l'objectif de rapprocher les stocks de médicaments des établissements sanitaires

⁵⁴ Secteur de la santé en Côte d'Ivoire : des résultats qui impactent positivement la vie des populations, 1 novembre 2018. <http://www.gouv.ci/actualite-article.php?recordID=9371&d=2#p>

majeur. Les implantations françaises sont localisées sur quatre sites : Port-Bouët, la Bourgerie, le DIAL, et Lomo Nord.

Les FFCI assurent des missions variées : réservoir de forces projetables rapidement, contribution au soutien des opérations (soutien pétrolier, relève des hommes et des matériels, acheminements). Mais cette présence militaire permet aussi de garantir la protection des ressortissants français (17 000 en Côte d'Ivoire), tout en mettant en œuvre les coopérations militaires avec l'État hôte ou d'autres pays africains.

Implantation des FFCI (Source : EMA)



a. Port-Bouët

Le camp de Port-Bouët est de loin le principal point de stationnement français en Côte d'Ivoire. Il couvre 236 hectares, à proximité immédiate de l'aéroport international Houphouët-Boigny, et à moins de dix kilomètres du port en eau profonde d'Abidjan à Treichville (lui-même relié à la mer par le canal de Vridi, d'une profondeur de 13,5 m, et dont l'aménagement et le dragage en cours devraient porter la profondeur à 16 m).

La première source de vulnérabilité climatique du camp de Port-Bouët réside dans sa situation particulière sur une bande de terre, bordée au Sud par la mer, et au Nord par la vaste lagune Ebrié. Or **le point culminant du camp** (la zone de stockage des munitions) **n'est qu'à trois mètres de hauteur**.

De plus, de nombreux aménagements urbains d'envergure (nouvel échangeur au carrefour Akwaba, réaménagement de l'aéroport, ligne de métro de surface qui va relier Abidjan à l'aéroport, valorisation du littoral) sont susceptibles d'empiéter et de limiter l'usage de l'emprise (de manière provisoire ou définitive pour certaines parties). Ces chantiers pourront également modifier l'hydrologie urbaine, et par incidence avoir un effet sur les risques d'inondation des implantations de Port-Bouët et de la zone de l'aéroport.

Port-Bouët est le point nodal de la Base opérationnelle avancée (BOA) d'Abidjan, comprenant

- des zones de commandement permanentes (par exemple l'état-major du COMANFOR) ou pouvant être activées comme le poste de commandement interarmées de théâtre (PCIAT, ou un Etat-major interarmées – EMIA) ;
- des zones de stockages (carburant, munitions...) ;
- Une zone technique (ateliers...) ;
- Des zones de vie pour les militaires, les coopérants, les familles ;
- Des zones dédiées à l'accueil et à l'évacuation des ressortissants (RESEVAC) et/ou de renforts ;
- Des infrastructures radioélectriques ;
- Il constitue également un point d'appui aéroterrestre, avec huit plots hélicoptères.

En ce qui concerne les différentes zones protégées et à l'accès réglementé, seuls des risques génériques et des procédures de sauvegarde de principe seront relevés.

L'emprise de Port-Bouët abrite environ 1100 personnes, dont 900 militaires. Les familles, conjoints, conjointes et enfants, représentent ainsi environ 200 personnes.

1000 personnes supplémentaires peuvent être accueillies pour un accueil de transit, par exemple dans le cadre de l'évacuation de ressortissants français. Des exercices internes menés actuellement évaluent l'impact de l'accueil provisoire de 2000 personnes, en plus de l'effectif habituel du camp.

Les gestionnaires du camp visent à court terme une autonomie dans trois domaines critiques : l'approvisionnement en eau, en électricité, et la gestion des eaux usées.

Le camp est aujourd'hui autonome à 95% en matière d'électricité.

Une réserve de 1000 m³ permet une autonomie de 2 jours de consommation d'eau (hors eau potable, pour laquelle on recourt à de l'eau embouteillée), pouvant être poussée jusqu'à 4 jours avec des mesures d'économie et de rationnement. Une nouvelle citerne souple de 1000 m³, dont l'installation est imminente, permettra de doubler cette autonomie.

Un forage à une quarantaine de mètres va permettre d'assurer l'autonomie complète de l'approvisionnement en eau sanitaire, hors eau potable.

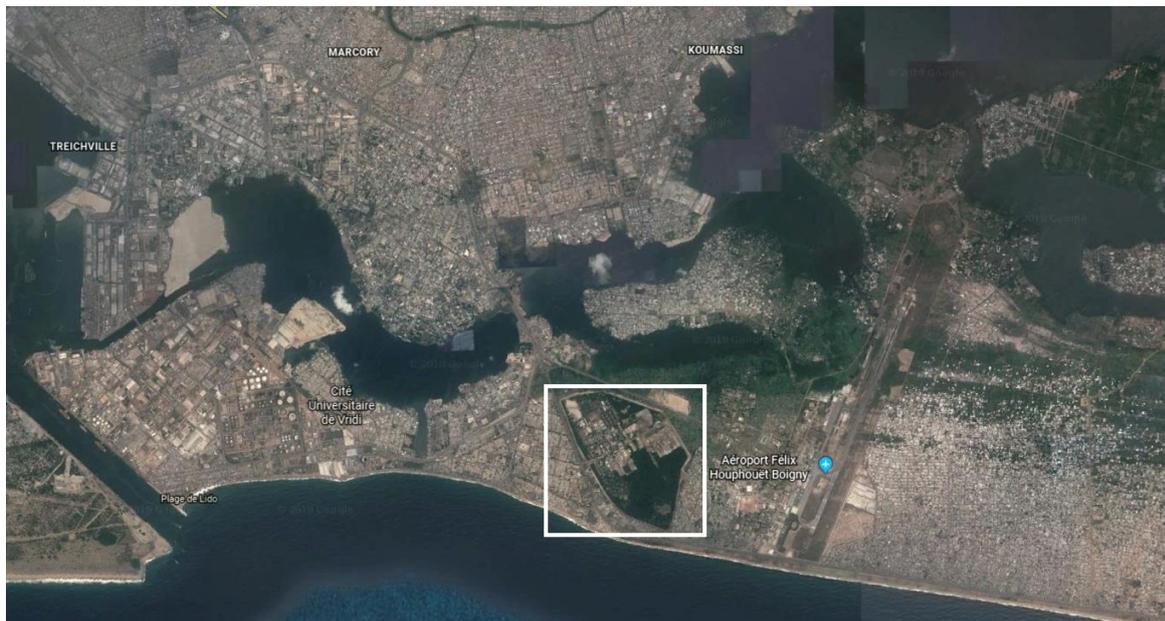
Des contrats signés avec des opérateurs privés ivoiriens complètent le cas échéant les besoins en eau et en électricité.

L'évacuation des eaux usées constitue un vrai enjeu, au regard de l'absence de pente sur l'emprise et dans l'environnement immédiat de la base. Facteur aggravant, le camp de Port-Bouët se situe en contrebas de la bande de terre (elle-même entre la lagune et la mer), et qui

s'étend jusqu'à Grand-Bassam à l'Est. Le point culminant de cette bande côtière est de 13m, à comparer aux trois mètres du point haut du camp français. Plusieurs postes de relevage, dans et à proximité du camp, sont en service pour assurer la bonne évacuation des eaux usées dans le réseau d'égout public. Le camp de Port-Bouët vise une capacité de traitement autonome de ses eaux usées et de ses eaux de pluies pour 2025.

Le camp de Port-Bouët est situé en zone urbaine, à l'exception de sa partie Nord (végétation et lagune).

Image Google Earth montrant l'environnement urbain du camp de Port-Bouët (carré blanc)⁵⁵ et l'aéroport international Félix Houphouët-Boigny



b. La Bourgerie

La Bourgerie est un site localisé dans la zone réservée de l'aéroport international Houphouët-Boigny, et qui n'est pas actif en permanence. Il n'est activé que lors du transit d'avions par les personnels du Détachement Air (DETAIR). Il permet le stationnement d'un appareil pour son déchargement-chargeement. Le Fret peut être stocké dans un hangar loué d'environ 200 m², qui abrite également les matériels de servitude aérienne. Une plateforme élévatrice mono-palette de 5 tonnes est présente sur le site (elle ne permet pas d'opérer des palettes accouplées). La piste de 3 km est particulièrement précieuse pour faire atterrir et décoller le cas échéant les plus gros porteurs au monde.

L'aéroport international partage avec Port-Bouët la même bande de terre entre le littoral et la lagune, mais sa hauteur moyenne est de 6 mètres. Le réaménagement de l'aéroport par une société chinoise va faire perdre la jouissance de site. Une nouvelle zone de rupture de charge,

⁵⁵ Pour une évolution de l'urbanisation de l'agglomération d'Abidjan, voir : PNUE, Côte d'Ivoire. *Évaluation environnementale post-conflit*, Nairobi, Pnue, juillet 2015, 154p., https://postconflict.unep.ch/publications/Cote%20d%27Ivoire/UNEP_CDI_PCEA_FR.pdf

plus au nord qu'actuellement, serait mis à disposition des FFCI après le réaménagement de l'aéroport. Mais cette possibilité ne semble pas être encore formalisée. Dans cette hypothèse, il faudra s'assurer que la nouvelle zone ne soit pas exposée à des inondations (voir la simulation d'une hauteur d'eau de 1,20 m ci-après).

Ce réaménagement s'inscrit plus largement dans une stratégie très ambitieuse de développement de l'activité de l'aéroport Houphouët-Boigny. Si le trafic de fret devrait stagner, le trafic de passagers passera par étape de 2 millions de personnes par an, à 5 millions vers 2022, puis à 8 millions (potentiellement 10 millions) en 2030.

Il n'est à ce jour pas prévu de construire une nouvelle piste, mais d'ajouter une nouvelle voie parallèle pour améliorer la circulation des appareils au sol après leur atterrissage, ou avant leur décollage.

L'aéroport s'est engagé dans une démarche d'excellence environnementale pour soutenir cette stratégie de développement, et a ainsi reçu un niveau 3+ de de l'*Airport Carbon Accreditation*, décerné par l'OACI. Ce label permettra d'être plus attractif pour les compagnies compensant peu leurs émissions de CO₂, ou soumises à de fortes régulations Carbone. Il y a actuellement 11 aéroports africains accrédités à des niveaux inférieurs⁵⁶ (1 et 2 – à titre d'exemple, Aéroports de Paris est engagé au niveau 3). Le recours à des énergies renouvelables est cependant limité à proximité de l'aéroport (effet miroir des panneaux solaires, hauteur des éoliennes...).

Risques environnementaux de l'aéroport :

Le drainage de la piste et des terrains aux alentours a été renforcé en 2017, par l'amélioration du réseau de drainage et le creusement d'un canal d'évacuation des eaux de pluies (et des eaux usées traitées) vers la lagune, au Nord-Ouest de l'aéroport.

L'extrémité de la piste se situe à moins de 500 m du trait de côte (talus de la dune), au sud de l'aéroport.

La foudre frappe régulièrement l'aéroport, créant des surtensions, comme rapporté en 2018. Des cas de fermetures de la piste à cause de la foudre, dégâts nécessitant des réparations sur la piste, ont été notés, mais ils sont antérieurs à 2016. Une réflexion est en cours pour équiper l'aéroport et des bâtiments techniques de compteurs d'impacts.

Enjeu spécifique à la Bourgerie

Le bâchage des palettes est obligatoire en saison des pluies, mais les palettes ne sont pas toujours bâchées au départ de Métropole. Des phases de déchargement sous la pluie peuvent alors dégrader la cargaison ou son conditionnement, compliquant par la suite sa manutention.

⁵⁶ <https://www.airportcarbonaccreditation.org/airport/participants/africa.html>

La mise hors eau des palettes, mais aussi des matériels de servitude, est donc prioritaire sur la zone de rupture de charge (la Bourgerie, ou une future aire mise à disposition après l'aménagement de l'aéroport).

Les vents violents, qui accompagnent généralement des épisodes orageux, nécessitent également des précautions, liées à la prise au vent des appareils en stationnement, ou à des opérations plus sensibles à la foudre (remplissage de carburant, manutention de la cuve (4200 litres) d'oxygène liquide...).

- Renforcer sur le Territoire national l'application ou les procédures de bâchage des palettes envoyées en Côte d'Ivoire.
- S'assurer de la mise hors eau du fret dans le hangar loué (actuel et futur) par les forces françaises (toiture, stagnation d'eau dans des zones à l'intérieur etc.)
- Instaurer des procédures météorologiques pour certaines opérations (chargement / déchargement, plein des appareils etc.).

c. DIAL (Détachement d'Instruction et d'Aguerrissement lagunaire)

Ce site recouvre 2,4 hectares, à 5,5 km à vol d'oiseau au Nord de Port-Bouët. Il est situé sur le littoral de la lagune, à proximité immédiate de l'eau (quelques mètres séparent les zones de vie du rivage), et abrite en permanence un élément de garde (entre 7 et 10 personnes) et le DIL (Détachement d'intervention lagunaire), lui-même composé d'environ 8 personnes par période de quatre mois. Des renforts du CAOME (Centre d'aguerrissement outre-mer et de l'étranger) sont présents (généralement 4 personnes) lors des stages d'aguerrissement. Le site du DIAL abrite différents types de bateaux adaptés à la navigation dans la lagune pour la reconnaissance, pour le transport de troupes légères (ou par exemple de civils dans le cadre d'une évacuation), ou pour aller à l'océan (par exemple pour escorter un navire de la Marine nationale faisant escale à Abidjan). Il s'agit de bateaux rapides (2 moteurs de 150CV chacun), de petites vedettes, ou de moyens légers de franchissement (MLF). Ces derniers peuvent emporter 30 civils en plus des deux servants, ou être assemblés pour accueillir des véhicules.

Le camp du DIAL peut accueillir jusqu'à 132 réfugiés. Il est relié au réseau électrique civil, mais il dispose également de deux groupes électrogènes pour faire face aux coupures (environ semaine d'autonomie en carburant, et 2400 litres pour les bateaux).

Le **niveau moyen de la Lagune Ebrîé** à l'échelle annuelle varie d'environ 50cm, entre la grande saison des pluies et la saison sèche. En plus de ces variations inter-saisonniers, le marnage de la lagune est compris entre 0,4 m et 1,3 m⁵⁷. Mais l'incidence de la marée sur le niveau de la lagune décroît à mesure que l'on s'éloigne du canal de Vridi.

Aujourd'hui, seul un ponton est utilisable dans l'emprise du DIAL sur les cinq existants, et l'eau arrive au raz de ce ponton à marée haute. Toutes les amarres ont été arrachées, y compris sur le ponton le plus récent (construit en 2016 ou 2017). En 2019, la lagune a envahi le début du

⁵⁷ WANGO Ted Edgard, MOUSSA Mahmoud, N'GUESSAN Yao Alexis, MONDE Sylvain, "Hydrodynamique du complexe lagunaire Grand-Lahou, Ebrîé et Aby (Côte d'Ivoire : Impacts des forçages fluviaux et de la marée)", *Bulletin de l'Institut Scientifique*, Rabat, Section Sciences de la Terre, n°35, 2013, pp.27-38, mis en ligne le 16 mai 2014, [http://www.israbat.ac.ma/wp-content/uploads/2015/01/04-%20Wango%20et%20al.%20\(27-38\).pdf](http://www.israbat.ac.ma/wp-content/uploads/2015/01/04-%20Wango%20et%20al.%20(27-38).pdf)

quai, et a atteint un niveau a priori inédit (repère du point d'eau sur le quai, entre le ponton utilisé et les cuisines).

Les pluies ont un effet sur les embarcations. Les cales se remplissent, ce qui nécessite de déclencher des pompes. Ces dernières peuvent dysfonctionner, et des bateaux risquent alors couler.

Les vents peuvent créer ou accentuer des effets de vague, compliquant la navigation, y compris en saison sèche.

Une alcôve (lieu de stockage des bateaux) a été réalisée en 2013, mais elle s'est retrouvée très rapidement ensablée (c'était le cas au moins en 2015). Et les tentatives de désensablement (la dernière en 2019) n'ont pas permis d'empêcher le retour du sable. L'ensablement rapide permet a priori d'écarter des causes climatiques.

Mais les divers éléments relevés ne serait-ce que dans cette note (dégradations des pontons, amarres arrachées, niveau de la lagune sur le quai du DIAL, ensablement de l'enclave à bateau, observations de l'érosion des rives lagunaires...) témoignent de l'intensité des forces (courants, vents...) en œuvre dans la lagune.

Malgré la proximité avec la lagune, les moustiques sont considérés comme très peu présents sur l'emprise du DIAL. Un traitement anti-moustique est appliqué régulièrement sur le site (toutes les trois semaines).

d. Lomo Nord

Lomo Nord est un champ de tir situé à 200 km au Nord, Nord-Ouest d'Abidjan. Le champ de tir n'est pas clôturé, et n'est pas armé en permanence. Un espace clos abrite un camp bâti permettant d'accueillir les personnels venant s'entraîner. Un gardiennage ivoirien reste à demeure pour la surveillance de cette partie clôturée du camp. Le champ de tir est partagé avec les Forces armées de Côte d'Ivoire, dont il est la propriété. Les exercices sont réalisés en règle générale avec les forces ivoiriennes. Une dizaine d'exercices ont lieu sur chaque période de quatre mois.

A partir de Toumodi (au sud de Yamoussoukro), l'accès à Lomo Nord se fait par une piste en Latérite sur une distance d'une quinzaine de kilomètres.

En saison de pluies, il arrive que des véhicules (4 à 5 sur la période de 4 mois) se retrouvent en contrebas de la piste en latérite.

De plus, la période de l'harmattan (le plus souvent en janvier) peut réduire la visibilité horizontale (la rendant inférieure à 2 km). Mais ce phénomène saisonnier n'altère que peu la visibilité verticale. Il s'agit plutôt d'une gêne que d'une contrainte.

Malgré l'importance de l'entraînement, l'indisponibilité occasionnelle que pourrait causer les conditions environnementales apparaît secondaire en comparaison des fonctions soutenues pas les autres implantations des FFCl.

III. **Risques climatiques directs et indirects pour les emprises françaises en Côte d'Ivoire**

a. **L'érosion du littoral à proximité de la base de Port-Bouët**

En matière d'érosion littorale, le trait de côte à l'Est du canal de Vridi, entre Port-Bouët et Grand-Bassam demeure hautement vulnérable, vulnérabilité accentuée par des phénomènes extrêmes comme les tempêtes, les marées de tempête ou d'équinoxe. Les courants marins le long du littoral sont également particulièrement forts, causant chaque semaine plusieurs morts par noyade (particulièrement le week-end) entre Port-Bouët et Grand-Bassam.

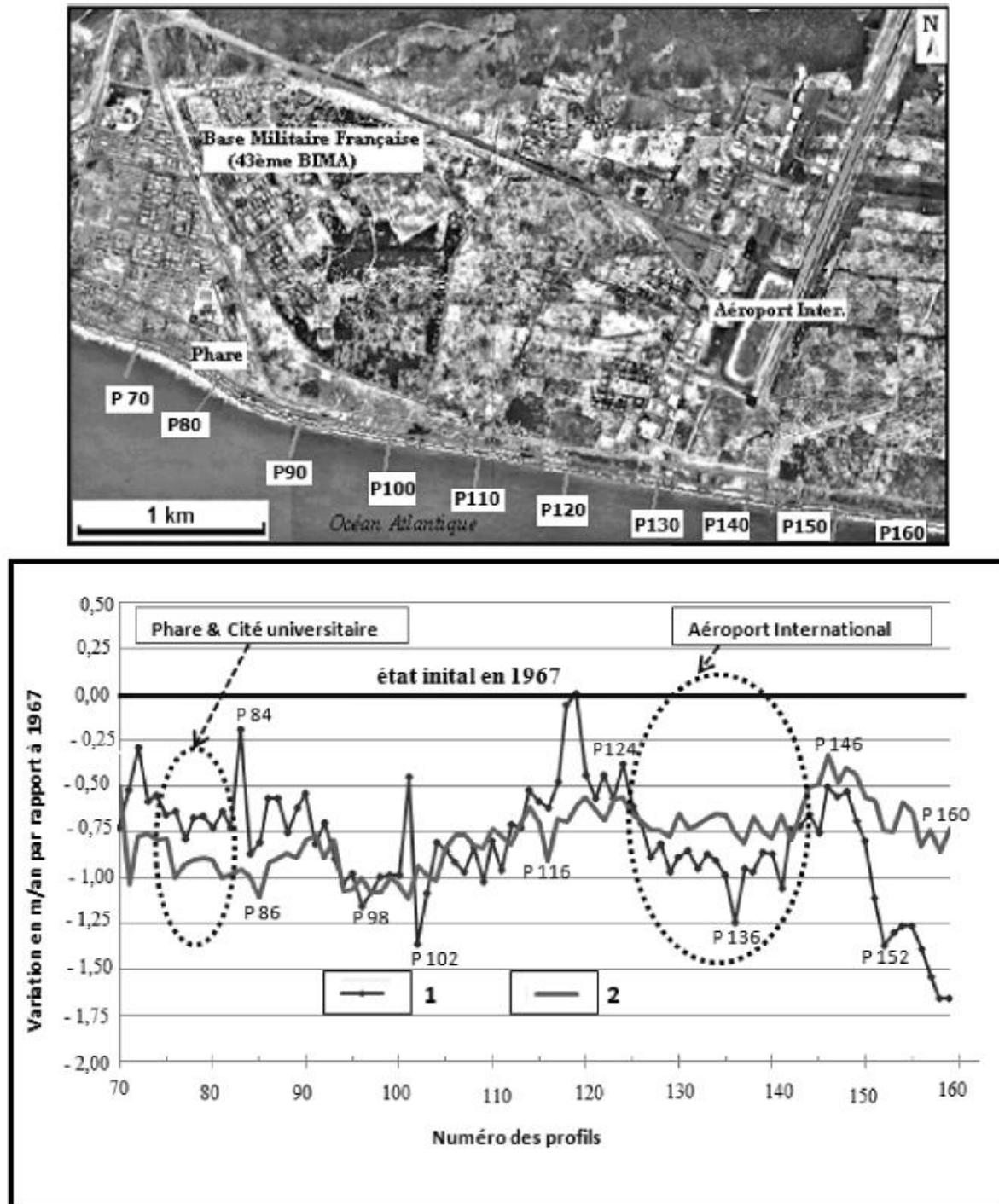
Le littoral de Port-Bouët souffre d'un déficit sédimentaire, lié entre autres aux structures de protection du canal de Vridi, qui interrompent les courants charriant des sédiments. Au contraire, la zone à l'Ouest du canal de Vridi est en progradation L'érosion demeure ainsi préoccupante au regard de l'étroitesse des cordons littoraux. Le canal de Vridi, seul accès au port d'Abidjan, est devenu la passe de la lagune Ebrié, et sert d'exutoire aux fleuves qui alimentent la lagune.

Le professeur Célestin Hauhouot et son équipe de l'Institut de Géographie Tropicale (IGT, UFHB) avaient été sollicités au moment de la construction de la voie express entre Abidjan et Grand-Bassam. La voie express borde l'Ouest et le Sud du camp français. Initié en 1997, le projet a été achevé en 2013 (et inauguré en 2015). Après des études sur cette zone, les chercheurs avaient incité à redessiner le parcours de la route plus Nord que le tracé initial. Les points de repère pour mesurer l'évolution du rivage au moment de la conception du projet ont aujourd'hui disparu, absorbés par la mer. La route, au niveau de la pointe Sud du camp français, est distante d'environ 40 m du talus de la dune. Le professeur Hauhouot estime que deux évènements extrêmes (analogues à ceux de 2007 ou 2011) suffiraient pour que **le trait de côte atteigne la voie express Abidjan-Grand-Bassam, dans dix ans tout au plus**. C'est la même équipe qui avait prévu la disparition avant 2020 du village de pêcheurs et du cimetière à Grand-Lahou (cf. supra), prévision vérifiée entre novembre 2018 et mars 2019.

Deux éléments permettent de fonder cette prévision : le littoral entre Port-Bouët et Grand-Bassam comprend des zones de fragilités, et les évènements extrêmes ont des impacts très significatifs sur le trait de côte.

- Une dizaine de travaux publiés depuis les années 1990 donnent une image détaillée de l'évolution de l'érosion entre la grande plage de Port-Bouët et Grand-Bassam. Au niveau de la pointe Sud de l'emprise de Port-Bouët, le trait de côte a reculé de plus de 50 m entre 1967 et 2009. L'érosion est de 42,5 m au sud de l'aéroport. Sur la figure suivante, le P102 (**pointe Sud du camp**) et le P136 (**Sud de l'aéroport**) sont qualifiés de **zones de fragilité** par les chercheurs.

Evolution du littoral de 1967 à 2009⁵⁸. 1 : trait de côte de 1989. 2 : trait de côte de 2009. La base française se situe sur la figure au droit des points de repère P70 à P102. L'emplacement de l'aéroport est également matérialisé.



⁵⁸ TOURE Baba, KOUAME Koffi Fernand, SOULEYE Wade, COLLET Claude, AFFIAN Kouadio, OZER André, RUDANT Jean-Paul, BIEMI Jean, « L'influence des actions anthropiques dans l'évolution historique d'un littoral sableux à forte dérive sédimentaire : la baie de Port-Bouët (Abidjan, Côte d'Ivoire) », *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, vol.18, n°3, 2012, pp. 369-382, <https://journals.openedition.org/geomorphologie/9990>

Des travaux ultérieurs confortent l'évolution du trait de côte au sud de la base militaire, mais constatent les mouvements les plus importants dans la zone de l'aéroport, avec une vitesse de retrait de 1,83 m/an entre 1972 et 2012 (soit 73,2m)⁵⁹. Le littoral de l'aéroport est régulièrement renforcé par l'ajout de matériaux, mais l'apport, non constitué, est moins résilient que le sable originel.

- Les évènements extrêmes ont pour conséquence de forts reculs du trait de côte. Sur le **littoral du Port-Bouët, plusieurs tempêtes**, à l'image de celles de juillet 1984, de mai 1986, d'août 1993, d'avril 1997, d'août 2007, 2009 et 2011, **ont fait reculer le trait de côte de 8 à 30 mètres par évènement**⁶⁰. L'impact érosif de ces tempêtes est compensé par la reconstitution partielle des plages, généralement au cours des mois où la houle est la moins agitée. Mais ces évènements, dans les zones où l'érosion est continue, permettent à l'érosion côtière de toucher des infrastructures jusqu'à 30 m du talus des dunes.

Le camp français se situe ainsi entre des zones littorales dont le trait de côte s'érode significativement. Le cas de Grand-Lahou, à l'Ouest d'Abidjan, a été évoqué précédemment. A une vingtaine de kilomètres à l'Est de Port-Bouët, l'agglomération de Grand-Bassam est également touchée par l'érosion du littoral (cf. carte de la lagune Ebrié au point 4.III.b). La route côtière (route d'Azuretti) est ainsi vouée à disparaître. Diverses infrastructures touristiques ont été impactées (Coconut Beach par exemple).

Si la montée du niveau des mers est un facteur de l'érosion du littoral, seuls de rares travaux proposent une quantification de cette relation. Une publication du BRGM⁶¹ de 2006 estimait que l'élévation du niveau des mers de 1 cm correspondrait à un recul moyen du trait de côte de 1 m. Mais ce travail se basait sur les caractéristiques moyennes des plages de l'Atlantique, du Pacifique et de l'océan Indien.

La configuration bathymétrique de Port-Bouët (plateau continental étroit, canyon sous-marin en face du canal de Vridi, appelé le « trou sans fond ») **peut favoriser des glissements de terrains**. Ce phénomène s'est produit quatre fois entre 1905 et 1959 dans la baie de Port-Bouët, entraînant à chaque fois des reculs brutaux du rivage entre 60m et 80m. Ce « dispositif naturel génère un risque naturel certain sur l'équipement lourd du cordon de Port-Bouët (urbanisation, équipements industrialo-portuaires). L'aménagement du port d'Abidjan dans les années 1950 a accru ce risque »⁶².

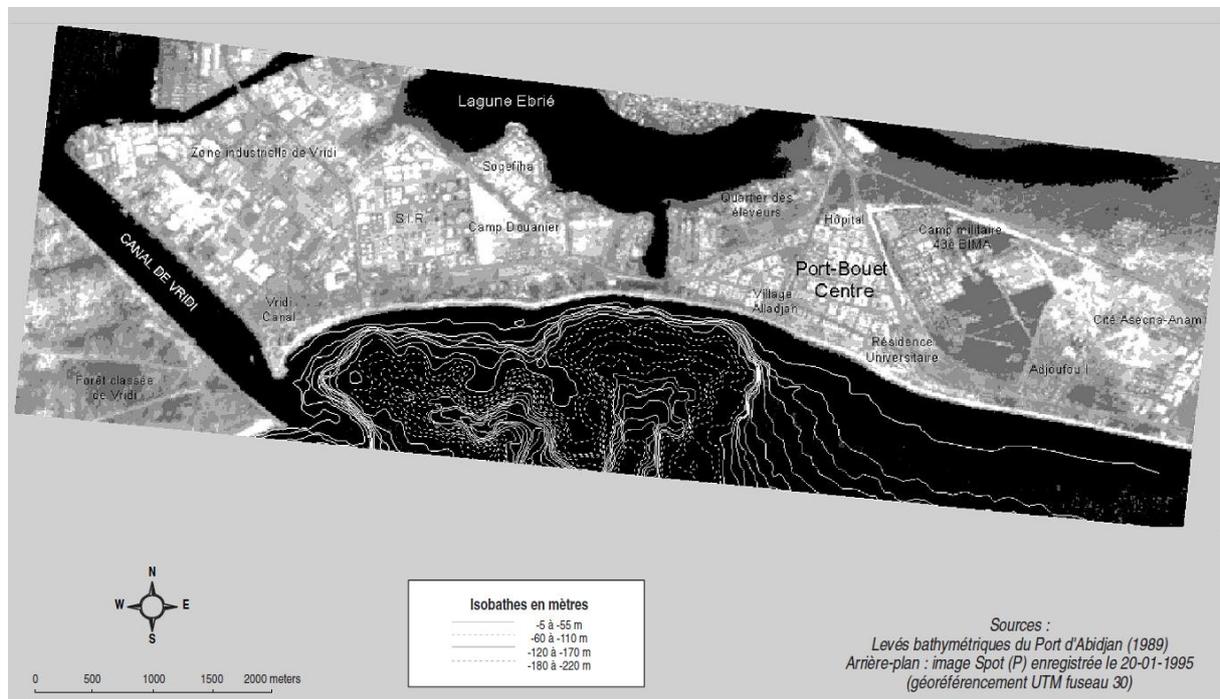
⁵⁹ KOFFI Koffi Philibert, HAUHOUOT Célestin, YAO Kouadio Salomon, DANGUI Nadi Paul, MONDE Sylvain, AKA Kouamé, « Evolution à long terme (quarante dernières années) du trait de côte du périmètre littoral Est de Port-Bouët et projection d'une ligne de recul », *Revue de géographie tropicale et d'Environnement*, n°2, 2014, pp.20-27, http://www.revues-ufhb-ci.org/fichiers/FICHIR_ARTICLE_2529.pdf

⁶⁰ ABE Jacques, *Contribution à la connaissance de la morphologie et de la dynamique sédimentaire du littoral ivoirien (cas du littoral d'Abidjan). Essais de modélisation en vue d'une gestion rationnelle*, Université de Cocody (UFHB), Thèse de Doctorat en Océanologie, soutenue le 12 mars 2005, 352p.

⁶¹ Cité par LOMBARDO Cédric A., 2017, *op.cit.*

⁶² ROBIN Marc, HAUHOUOT Célestin, AFFIAN Kouadio, ANOH Paul, ALLA DELLA André, POTTIER Patrick, « Les risques côtiers en Côte d'Ivoire », *Bulletin de l'Association de géographes français*, 81^{ème} année, n°3, septembre 2004, pp.298-314

Le « trou sans fond », au droit de Port-Bouët⁶³



Au final, **le risque Erosion pour l'emprise de Port-Bouët peut être considéré comme très probable d'ici 10 ans, mais indirect**. L'emprise ne sera en effet pas directement menacée par l'érosion côtière, d'autant que la pointe Sud-Est du camp, la plus proche du littoral, ne comporte que de la forêt et quelques bâtiments d'habitation. **Le risque est indirect car la route express Abidjan / Grand-Bassam sera très probablement coupée d'ici 2030 au Sud du camp militaire et au Sud de l'aéroport international, et qu'un éventuel nouveau tracé, dont le projet pourrait être esquissé dans les prochaines années en même temps que l'aménagement du métro, pourra menacer la jouissance de l'emprise dans sa configuration actuelle**. De plus, la future ligne 1 de métro d'Abidjan ne pourra passer qu'au Nord de l'actuelle voie express sur sa partie littorale. En plus des risques liés à la destruction de portion de la route d'ici 2030, le tracé du métro va ainsi accroître la pression foncière au Sud de l'emprise française (et sans doute sur sa partie Ouest, cf. développement sur les aménagements en cours à Port-Bouët et le quartier de l'aéroport).

Le profil des plages sur le littoral ivoirien en général, et en particulier à Grand Lahou, Port-Bouët, ou Grand-Bassam, **rend très difficile la mise en place de dispositifs artificiels de lutte contre l'érosion côtière**. Après un talus dunaire relativement abrupt, la déclivité de la plage est forte et se poursuit sous la mer⁶⁴. Une protection contre l'érosion devrait donc s'étendre très profondément et serait très onéreuse.

⁶³ ROBIN Marc, HAUOUOT Célestin, « Les risques naturels côtiers en Côte d'Ivoire », *Cahiers nantais*, n°51, 1999, pp.169-18, <https://igaru.univ-nantes.fr/les-cahiers-nantais/1998-2006/>

⁶⁴ Cf. TOURE Mamadou, KONAN Konan Ernest, N'GUESSAN Yao Alexis, « Suivi de la morphologie de l'unité littorale Vridi-Port-Bouët (Abidjan) », *International Journal of Innovation and Scientific Research*, vol.39, n°1, Oct. 2018, pp.49-65

→ La France pourrait initier ou encourager des études de protection ou de renfort du littoral au droit de l'emprise de Port-Bouët et de l'aéroport international. La stabilisation de l'érosion dans ces deux zones de fragilités pourrait différer la nécessité de déplacer d'ici quelques années la voie express Abidjan Grand-Bassam plus au Nord que son emplacement actuel. Et le tracé de la ligne 1 du métro pourrait alors davantage se rapprocher de la voie express, sans déborder, ou avec un empiètement moindre, sur l'emprise de Port-Bouët.

b. L'érosion du littoral lagunaire et les risques d'inondation par la lagune Ebrié

S'il n'y a pas à notre connaissance d'études sur l'**érosion du littoral lagunaire**, les chercheurs rencontrés à Abidjan en juin 2019 font état des mêmes observations. Les renforts apportés au littoral lagunaire (empièvements par exemple) sont en premier lieu de plus en plus fréquents, témoignant de la volonté des riverains de lutter contre l'érosion. Pour les rives non empièrées, les rebords se retrouvent en second lieu festonnés par le ruissellement, favorisant la formation de petits vallons. Outre ces signes indirects d'érosion, les risques d'inondation par la lagune augmentent.

Dans le passé, y compris récent, des **inondations liées au niveau de la lagune Ebrié** ont été notées à Grand-Bassam. Le colmatage de la passe de Grand-Bassam, à l'extrémité Est de la lagune, a occasionné depuis 1954 plusieurs inondations (dont en 1964 et 2003) des quartiers de France et de Moossou ainsi que des berges⁶⁵. En 2003, la crue du Comoé, principal affluent de la lagune Ebrié, avait conduit à « une montée exceptionnelle des eaux, dont la fréquence de retour est estimée à 20 ans »⁶⁶. Au cours de l'été 2018, la lagune est montée jusqu'à 1,5m localement à Grand-Bassam. De manière générale, les inondations par la lagune se retirent vite et ne sont pas critiques.

Une équipe du CURAT (UFHB, rencontrée en juin 2019) est en train d'évaluer l'érosion dans le bassin versant de la lagune Ebrié, et de l'impact de ces sables et de cette terre sur le comblement des passes.

⁶⁵ ROBIN Marc, HAUHOUOT Célestin, AFFIAN Kouadio, ANOH Paul, ALLA DELLA André, POTTIER Patrick, « Les risques côtiers en Côte d'Ivoire », *Bulletin de l'Association de géographes français*, 81^{ème} année, n°3, septembre 2004, pp.298-314

⁶⁶ *Ibid.*

La configuration de la lagune Ebrîé⁶⁷



Des précipitations extrêmes peuvent également conduire à des crues exceptionnelles dans le bassin versant des systèmes lagunaires. Ce fut le cas pour le système lagunaire de Grand-Lahou⁶⁸ en 2009, 2011, 2014, 2016, avec des précipitations extrêmes dans le bassin du Bandama, qui ont été à l'origine d'inondations et ont de manière très probable accéléré l'érosion de la bande terre de Grand Lahou (cf. 4.1.a).

Le camp du DIAL est relativement protégé par son emplacement, qui le préserve des plus forts courants liés aux marées, et de l'influence du débit du Comoé, qui représente 75% des apports annuels en eau douce dans la lagune. Mais l'absence d'études plus précises ne permet pas de conclure à l'absence de risques climatiques, au regard du contexte à la fois de l'érosion et d'inondations dans la lagune Ebrîé. **Le risque d'inondation par la lagune peut toutefois être estimé comme faible.** Outre une configuration du site favorable (une partie du littoral du DIAL est bétonné), la présence permanente du DIAL constitue un fort facteur de résilience. Par les missions et les entraînements quotidiens qu'il mène, le DIAL est en mesure de remarquer les détériorations du littoral du camp, et de l'entretenir régulièrement.

→ Inclure l'entretien, voire la consolidation, du littoral lagunaire du camp du DIAL dans les missions de ce détachement.

→ Faire une analyse coût/avantage de la construction de pontons fixes ou de pontons flottants.

⁶⁷ ROBIN Marc, HAUOUOT Célestin, « Les risques naturels côtiers en Côte d'Ivoire », *Cahiers nantais*, n°51, 1999, pp.169-181, <https://igarn.univ-nantes.fr/les-cahiers-nantais/1998-2006/>

⁶⁸ LOMBARDO Cédric A., *Appui à la préparation de plan d'investissement multisectoriel IDA-17 et du plan d'investissement pour la ville de Grand-Lahou, République de Côte d'Ivoire, Rapport de synthèse – Orientations et Plan d'Investissement multisectoriel (Livrables E & F)*, WACA, BeDevelopment, 10 juillet 2017, 72p., <http://documents.worldbank.org/curated/en/553861520966891386/pdf/124254-FRENCH-WP-PUBLIC-WACA-Lot-01-Livable-E-F-PIM-Final.pdf>

c. Les risques d'inondation et de submersion

Les inondations en saison des pluies sont fréquentes dans la métropole d'Abidjan. La ville a connu des inondations historiques entre 2009 et 2018, causant d'importants dégâts humains et matériels. Des équipes du CURAT (UFHB, rencontrées en juin 2019) ont identifié une relation entre précipitations et inondations dans le district d'Abidjan. L'occurrence de trois jours de pluies consécutifs et d'**une quantité seuil de 100 mm de précipitation est génératrice d'inondations urbaines**. Cette valeur peut être atteinte en un jour (rare) ou sur un cumul des hauteurs de pluies de deux à trois jours. Le résultat de ce travail « **présage une probable augmentation de l'occurrence des événements hydrométéorologiques à savoir les inondations dans le district d'Abidjan les années à venir** »⁶⁹.

→ Dès lors, une connaissance en temps réel des volumes de précipitations (quantité seuil de 100 mm en cumulé sur un, deux, ou trois jours) permet une meilleure approche et anticipation des événements extrêmes, et de leur relation avec les inondations.

L'inondation, voire la submersion, **peut résulter de manière générale de plusieurs aléas**, et surtout de la conjonction de plusieurs d'entre eux (en reprenant la typologie retenue précédemment) : tempête (pluie), tempête (submersion littorale ou marée de tempête), inondation en milieu urbain, crue, hausse du niveau de la mer – inondation par submersion, érosion. A ces aléas s'ajoutent des phénomènes non météorologiques ou climatiques, comme les marées à fort coefficient.

Chacun de ces risques est fréquent et renseigné pour Abidjan, Port-Bouët ou encore Grand-Bassam (presse, publications scientifiques, voir ci-après). La ville de Gonzagueville, dont l'urbanisation commence à 4 km du camp français, de l'autre côté de l'aéroport international, a subi en août 2011 pendant trois jours des montées d'eaux de mer supérieures à 2 m, fruit des grandes marées d'août d'une ampleur exceptionnelle⁷⁰. En juillet 2017, la conjonction de pluies diluviennes et d'intrusions d'eau de mer jusqu'à 500m du littoral, a conduit dans la commune de Port-Bouët, à la coupure de la voie express. A Grand-Bassam (25 km à l'Est du camp français) également, les inondations urbaines ont lieu plusieurs fois par an. Des précipitations abondantes dans le bassin versant de la lagune Ebrié peuvent provoquer la crue des cours d'eau alimentant la lagune, ce qui favorise également la montée des eaux dans la lagune, mais aussi sur le littoral à proximité des exutoires lagunaires.

Ces aléas se cumulent dans le cas du camp de Port Bouët, si bien que ne retenir qu'une montée de la mer de 30cm à l'horizon 2050 ne reflète pas la vulnérabilité de l'emprise à ces aléas.

⁶⁹ N'GUESSAN BI VAMI Hermann, DIEDHIOU Arona, ADJAKPA Théodore, KOUADIO Boyossoro Hélène, BADARA Aïïoune Kone, KOUAME Koffi, YAPI Assa, KOAUDIO Affian, « Apport de la télédétection à l'analyse spatio-temporelle de l'évolution des extrêmes pluviométriques dans le district d'Abidjan au sud de la Côte d'Ivoire », in TOKO IMOROU Ismaïla, AROUNA Ousséni, TCHIBOZO Eric Alain (éd.), *Mélanges en hommage aux Professeur THOMAS Omer, HOUSSOU Sègbè Christophe et HOUNDAGBA Cossi Jean. La géographie au service du développement durable. Volume 3. Cartographie au service de l'aménagement du territoire et du développement durable*, Université d'Abomey-Calavi (UAC), Bénin, 26-28 septembre 2018, pp.364-378

⁷⁰ SADIA Chérif, « Risque climatique et réactivité des populations urbaines vulnérabilisées face à la montée des eaux de mer à Gonzagueville, Abidjan (Côte d'Ivoire) », *Vertigo*, volume 14, numéro 1, mai 2014, <http://journals.openedition.org/vertigo/14743>

La conjonction d'une très forte dépression atmosphérique⁷¹, de crues dans le bassin amont de la lagune et fortes marées (marées de tempête et/ou lors de marées à fort coefficient) rend à la fois possible et probable des hauteurs d'eau de l'ordre de 1,5 m à 2 m. Une simulation⁷² d'une montée des eaux de 1,20 m montre que la partie Nord du camp de Port-Bouët (dédiée à l'habitation) serait submergée par les eaux de la lagune, et que la piste de l'aéroport Houphouët-Boigny serait coupée.

Simulation des zones qui seraient sous le niveau de la mer avec une élévation de niveau de 1,20m⁷³ (carré blanc : camp de Port-Bouët)

Abidjan (2018)



Abidjan (1,20 m d'élévation niveau de la mer)



Source - <http://sealevel.climatecentral.org>

Le risque de submersion par la mer de l'emprise de Port-Bouët demeure cependant faible aux horizons de la note 2030-2040. Malgré la forte érosion littorale, le profil des plages de Port-Bouët offre un talus dunaire relativement haut (de 1,5 à 4 m) qui protège de profondes intrusions marines. Et même dans le scénario le plus défavorable, la pointe Sud du camp, la plus proche de la mer, n'est composée que de forêt, et d'une quinzaine d'habitations.

Le risque d'inondation apparaît plus sensible, sans qu'il soit possible de le quantifier. L'emprise repose sur un milieu sablonneux, déjà très saturé en eau. Les aquifères sont affleurants, comme en témoigne l'arrosage des parcelles agricoles sur l'essentiel du pourtour du camp. En saison des pluies, les cultivateurs descendent remplir leurs arrosoirs entre 1,5 et 3 m de profondeur. Le sol sablonneux, très perméable, assure jusqu'ici un très bon drainage des pluies. Et même si le niveau des nappes phréatiques varie avec les saisons et la météo, l'équilibre avec la lagune est conservé.

Il n'existe a priori pas d'étude portant sur le niveau des aquifères superficiels à Port-Bouët, et leurs relations avec la lagune ou la mer (l'essentiel des publications traitant des eaux souterraines dans le district d'Abidjan sont relatives à la pollution et à la qualité des nappes). Dans le Sud d'Abidjan, des remontées de nappes créent des inondations saisonnières, compromettant des forages d'eau douce (entretien avec le CURAT, juin 2016). Bien que

⁷¹ En Polynésie, des vagues cycloniques de 1,5m sont par exemple mesurées.

⁷² Banque mondiale, 2018, *op.cit.*

⁷³ Banque mondiale, 2018, *op.cit.*

connu, cet enjeu urbain n'est pas quantifié, car les dommages ne sont pas considérés comme critiques.

Plusieurs éléments témoignent d'**évolutions du contexte météorologique et climatique qui peuvent avoir un impact sur les niveaux des aquifères** :

- épisodes de précipitations intenses plus fréquents ;
- crues dans le bassin versant de la lagune Ebrié et niveau de la lagune ;
- inondations par la lagune (Grand-Bassam) ;
- érosion du littoral maritime et lagunaire.

Trois actions pourraient être menées pour prévenir le risque d'inondation par remontées des aquifères superficiels :

→ Réaliser une étude sur le niveau des aquifères superficiels et le risque d'inondation de l'emprise de Port-Bouët (impacts des épisodes de pluies intenses, de crues dans la lagune, montée du niveau de la mer sur les aquifères superficiels).

→ Effectuer un référencement des zones de l'emprise les plus susceptibles d'être inondées par une remontée des aquifères superficiels. Une étude altimétrique de la base permettra d'identifier les zones les plus basses, a priori les plus vulnérables à ce risque.

→ Croiser les données du niveau des nappes phréatiques avec celui des données de la future station météorologique du camp. Un traitement de ces données permettrait de déterminer des corrélations entre hauteur de pluies et niveau des nappes, et de définir ensuite des seuils de risque d'inondation sur l'emprise.

d. Impact direct de la hausse des températures

A l'horizon 2040-2059, la hausse des températures pourra atteindre de 2 à 3,5°C selon les mois considérés et les scénarios d'émissions (en comparaison avec la moyenne des températures 1986-2005, cf. 4, I, b). Comme évoqué précédemment, si ces valeurs sont élevées dans l'absolu, les effets directs de cette augmentation sont atténués par la relative constance saisonnière des températures ivoiriennes, une moyenne annuelle qui restera sous les 30°C. Le record de chaleur à Abidjan (43°C en février 1999) pourrait être atteint ou avoisiné plusieurs fois par an au cours des mois les plus chauds (de janvier à mars) sur le littoral. Et les pics de températures pourront atteindre 45°C dans le camp de Lomo Nord, toujours entre janvier et mars.

En matière de génie climatique, la température de confort est déterminée par le CETID à 27°C (et 65% d'humidité) en Côte d'Ivoire, et le couple de dimensionnement pour les systèmes de climatisation est calculée à 33°C et 70% d'humidité⁷⁴. Les installations actuelles sont donc dimensionnées pour absorber le surplus de température attendu en 2050, a fortiori en 2030. De plus, les climatisations fonctionnent en général moins de la moitié du temps, ce qui laisse une marge supplémentaire pour faire face occasionnellement à des extrêmes de températures. Plusieurs points peuvent cependant faire l'objet de vérifications ou de réflexions. Par exemple, l'ensemble des bâtiments actuellement climatisés répond-il au couple de dimensionnement déterminé en 2016 ? La hausse des températures envisagée va-t-elle obliger à climatiser des bâtiments et zones techniques qui ne le sont pas actuellement ? Par exemple, certains types

⁷⁴ CETID, Côte d'Ivoire. *Fiche spécifique*, CETID, Octobre 2016. Pour les modalités de calcul, voir : CETID, *Guide technique, Amélioration de l'efficacité énergétique des installations de génie climatique Outre-mer*, SGA/SID, Edition n°1, Octobre 2016, 55p.

de munitions pourront exiger, y compris à court terme, un stockage climatisé, qui n'est pas généralisé aujourd'hui. La nouvelle zone de stockage de munitions de la base va inclure des cellules climatisées. **Quel impact aurait une mise à niveau des bâtiments sur la consommation énergétique du camp ?**

Cette adaptation progressive de l'emprise pourrait inclure un objectif de maintien, voire une réduction, du niveau des consommations énergétiques, malgré l'augmentation de la température. Le contrôle de l'empreinte énergétique de l'emprise est un défi d'autant plus important qu'il n'est pas certain que le réseau public d'électricité puisse à l'horizon 2040 absorber les chocs climatiques développés dans cette note. La température a un impact significatif sur le rendement de la production d'électricité par des centrales thermiques, et sur la fourniture d'électricité (entretien avec la CIE – Compagnie Ivoirienne d'Electricité– en juin 2019). L'objectif de rendre le camp autonome en électricité est déjà une manière de préparer l'adaptation au changement climatique.

Si cette note n'a pas pour but de suggérer des pistes d'adaptation, on peut relever l'importance des actions sur le rayonnement solaire (ensoleillement annuel moyen de 1820 kWh/m² sur une surface plane à Abidjan – CETID, 2016). Les solutions passives pour limiter l'impact du rayonnement solaire permettent de limiter la puissance installée nécessaire à la climatisation, et donc de réduire potentiellement les consommations électriques. Le CETID a déjà quantifié (CETID, 2016) les économies réalisables par l'introduction de ces solutions passives (protection des façades du rayonnement direct, isolation, sur-toiture ventilée, double-vitrage...). Dans cette logique, la rénovation des bâtiments existants et la construction de nouvelles infrastructures pourraient intégrer dans la mesure du possible ces dispositifs ou démarches.

→ Il s'agit plus généralement à l'échelle de chaque emprise, de réévaluer les bâtiments devant être climatisés, et d'anticiper l'évolution à l'échelle de l'emprise des consommations énergétiques.

→ Intégrer dès que possible des solutions passives dans les bâtiments à rénover ou à construire pour se protéger des effets du rayonnement solaire direct.

e. **Épisodes orageux, venteux, et impacts de foudre**

Dans cette zone de l'Afrique, et tout particulièrement pendant la saison des pluies, les phénomènes météorologiques naissent d'effets locaux, ne permettant pas de faire des prévisions à 6 ou 7 jours. L'observation et la prévision demeurent donc particulièrement difficiles en zone tropicale.

La saison humide s'accompagne d'épisodes orageux et venteux violents, tandis qu'en saison sèche, l'harmattan, vent sec et chaud venant du Nord-Est de la Côte d'Ivoire, peut charrier des poussières et des matières en suspension⁷⁵ dont la teneur baisse progressivement jusqu'au sud du pays.

Les orages peuvent être précédés de front de rafale⁷⁶, vents violents et dont l'intensité est très difficilement prévisible. Ces vents peuvent atteindre jusqu'à 200 km/h (100 à 125 km/h de manière générale), et peuvent s'étendre jusqu'à 100 km en amont d'un orage.

Il ne semble pas exister d'études scientifiques sur l'évolution des vents extrêmes en Côte d'Ivoire. La météorologie nationale ivoirienne (Sodexam) dispose des données anémométriques mais n'a pas pu en effectuer un traitement permettant de dégager des tendances météorologiques (généralement calculées sur 30 ans). Selon les chercheurs du LAPA-MF (UFHB), la tendance serait à la hausse en fréquence et en intensité.

Ces épisodes orageux sont le plus souvent accompagnés **d'impacts de foudre**, qui mettent à mal les réseaux électriques ou encore de téléphonie, sans écarter le risque vital pour les personnes. Le réseau local du camp de Port-Bouët a d'ailleurs déjà été affecté par la foudre. La CIE rencontre des problèmes liés à la foudre à chaque épisode (entretien mené en juin 2019), mais elle ne dispose pas de données à ce sujet. Le camp de Port-Bouët va accueillir prochainement une station météorologique qui, outre la mesure de divers paramètres, pourra suivre les impacts de foudre. Aujourd'hui, certains paratonnerres de la base sont équipés pour mesurer le nombre des impacts de foudre qui les touche (les autres impacts ne sont donc pas mesurés).

En soutien aux forces déployées hors métropole, le CISMF (Centre interarmées de soutien météo-océanographique des forces) assure entre autres un suivi en temps réel des risques d'orages (vents, foudre, précipitations), par la surveillance permanente d'au moins un ingénieur de ce centre. Des moyens d'alerte téléphoniques entre Toulouse et Port-Bouët peuvent de fait être activés. Les productions et alertes du CISMF sont également disponibles en temps réel sur le portail intradef, mais toutes les emprises ne disposent pas sur site d'un spécialiste des questions météorologiques. La chaîne d'alerte passe par le maître de quart au CO du 43^{ème} BIMA, qui prévient alors les services de l'emprise concernés. Il n'y a pas de procédure standard de saisinage des appareils (hélicoptères à Port-Bouët, ou avions à l'aéroport par niveau d'alerte météorologique. L'adaptation du mode de saisinage, voire

⁷⁵ Ministère de la Salubrité, de l'Environnement et du Développement Durable, 2017, *op.cit.*

⁷⁶ « Un front de rafales se définit comme la **limite avant du courant descendant froid** qui s'échappe d'un nuage orageux. Dans un orage classique, cette limite concentre souvent **les plus fortes rafales de vent** ».

<http://www.keraunos.org/recherche/comprendre-les-orages-pedagogie-vulgarisation/rafales-de-vent-sous-orages-rafales-convectives-descendantes/rafales-descendantes-fronts-de-rafales-gust-front.html>

même son opportunité, sont laissés à l'appréciation des opérateurs de ces appareils en fonction du risque météorologique relevé.

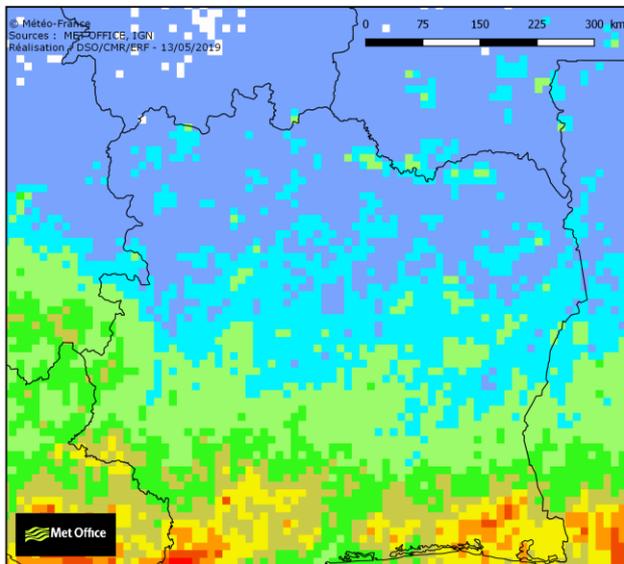
Si ces épisodes (vents violents et foudre) sont largement relayés par la presse (l'aéroport international a été fermé plusieurs fois à cause d'impacts de foudre, notamment sur la piste), ils ne font pas l'objet de développements particuliers dans les publications relatives au changement climatique en Côte d'Ivoire. Les différentes éditions des rapports d'évaluation du GIEC ne traitent pas des impacts de foudre (quelques mentions uniquement). En revanche, des articles récents font un lien entre l'augmentation des précipitations, la hausse des températures (via la poussée ascensionnelle de masses d'air plus chaudes), et le nombre d'éclairs dans d'autres aires géographiques. A titre d'exemple, chaque degré supplémentaire augmenterait de 12% le nombre d'éclairs aux États-Unis⁷⁷. Les chercheurs du LAPA-MF (UFHB) soulignaient, au cours d'une discussion relative à cette publication, que les impacts de foudre sont un phénomène bien supérieur en intensité en Côte d'Ivoire à ce qui est rencontré aux États-Unis. La région de la forêt de Taï, au Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire, serait l'un des endroits le plus frappés au monde par la foudre (la presse ivoirienne fait régulièrement état de personnes foudroyées dans cette zone).

Le CISMF a produit plusieurs cartes (annuelles et saisonnières) des impacts de foudre entre 2008 et 2019. Si cet intervalle ne permet pas de dégager des tendances météorologiques, ces cartes montrent la saisonnalité des impacts de foudre en Côte d'Ivoire.

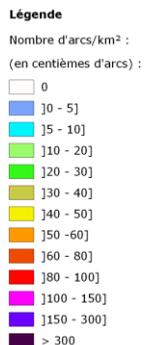
⁷⁷ ROMPS David M., SEELEY Jacob T., VOLLARO David, MOLINARY John, "Projected increase in lightning strikes in United States due to global warming", *Science*, 14 november 2014, vol.346, issue 6211, pp.851-854

Cartes saisonnières produites par le CISMF (mai 2019) à partir des données foudre moyennes (entre 2008 et 2018). Hiver et été

**DONNEES Foudre DU RESEAU ATDNET
DENSITE MOYENNE SAISONNIERE
période : 2008 - 2018**

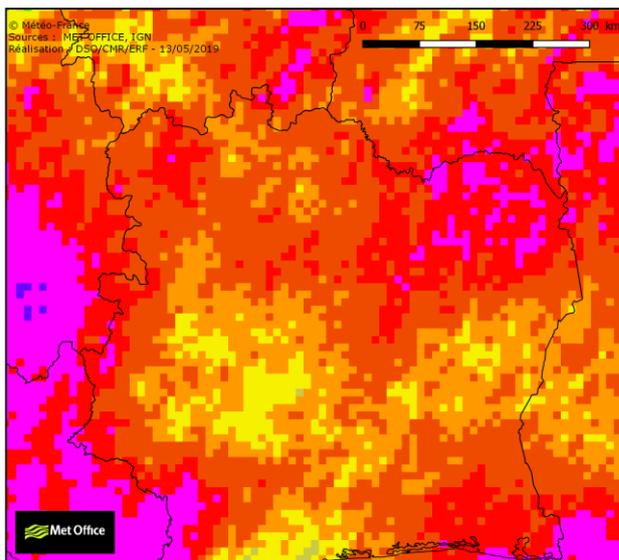


HIVER

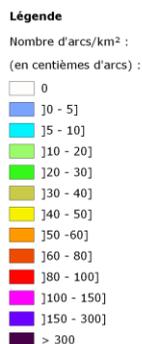


Maille :
10 km X 10 km

**DONNEES Foudre DU RESEAU ATDNET
DENSITE MOYENNE SAISONNIERE
période : 2008 - 2018**



PRINTEMPS



Maille :
10 km X 10 km

Des données « Foudre » brutes sur plusieurs décennies (avec des relevés par quart d'heure) peuvent être transmises par le CISMF. Leur traitement permettrait de faire apparaître une tendance météorologique de ce risque à Port-Bouët.

L'harmattan, alizé chaud et sec venant du Nord Nord-Est (de mi-décembre à mi-février), constitue plus une gêne qu'une contrainte pour les opérateurs du camp de Port-Bouët. La limitation de la visibilité horizontale (qui peut être inférieure à 2 km) pourrait poser des problèmes pour des appuis sol-sol, voire des missiles sol-air.

La perte de visibilité verticale est plus limitée, et n'entrave par exemple pas l'activité de l'aéroport international à proximité de l'emprise de Port-Bouët.

De manière plus générale, l'harmattan provoque des désagréments sanitaires : troubles respiratoires, asthme, pneumonie, bronchite, épidémies de méningites, etc.⁷⁸ La sécheresse de cet alizé, ressemblant à une « brume sèche », accentue les effets de la pollution urbaine à Abidjan, où l'atmosphère est déjà chargée en particules. L'harmattan touche de manière croissante le littoral ivoirien, alors qu'il était surtout sensible dans l'intérieur des terres. Sur un plan économique, il affecte en premier lieu l'activité agricole. Un épisode particulièrement intense en 2006 avait causé le craquèlement de nombreux sols et la destruction des jeunes repousses de cacaotiers.

Enfin, les orages sont souvent à l'origine de soulèvements de sable.

Sans pouvoir s'adosser à des projections consolidées sur les aléas vents violents et foudre, plusieurs recommandations peuvent être émises :

→ Une analyse des événements passés « vents et foudre » sur au moins 30 ans pourrait être demandée au Centre interarmées de soutien météo-océanographique des forces (CISMF) pour améliorer l'évaluation de ces risques et déterminer une tendance météorologique pour ces phénomènes.

→ Une intensification des épisodes venteux invite à renforcer les moyens de détection sur site, et les procédures de saisinage des appareils (hélicoptères, mais aussi avions sur l'aéroport Houphouët-Boigny), les procédures conduisant à la mise à l'abri des appareils dans des hangars quand cela est possible. Certains éléments extérieurs (antenne de communication, radars...) pourront être consolidés face à ce risque.

→ L'augmentation possible des impacts de foudre incite au renforcement des systèmes de protection, extérieurs et intérieurs pour préserver les matériels abrités dans des infrastructures. Le bon fonctionnement des mécanismes de protection extérieurs pourra être vérifié (au DIAL par exemple). Une évaluation individuelle de la sensibilité à la foudre des matériels exposés aux éléments extérieurs pourra également être systématisée.

⁷⁸ DIBI KANGAH Pauline Agoh, « L'Harmattan dans les régions côtières de la Côte d'Ivoire, une anomalie météorologique ? », in GOGBE Téré, TOURE Mamoutou, KOFFIE-BIKPO Céline Yolande (dir.), *Géographie et Développement, Tome 1, Nature et développement*, Paris, l'Harmattan Côte d'Ivoire, Coll. Aniboué, 2018, pp.147-155

f. Risques sanitaires et perspectives

Parallèlement aux interactions entre enjeux climatiques et sanitaire, il existe en Côte d'Ivoire des éléments préoccupants qui pourraient favoriser l'émergence de crises sanitaires, tels que l'urbanisation intense des villes côtières, en particulier Abidjan, ou les carences – actuelles, avec une évolution à suivre - affectant le secteur de la santé et les problèmes d'assainissement. Après une baisse continue de la morbidité à partir des années 1950, la tendance s'est inversée dans les années 1990 pour de nombreuses raisons, incluant une dégradation continue des conditions de vie, la recrudescence des grandes endémies tropicales, des maladies comme le VIH/Sida, l'évolution des modes de vie (par exemple, consommation d'alcool excessive), des facteurs socioculturels ou encore le faible niveau de revenu des ménages.

Ces facteurs doivent être pris en compte dans une approche française de prévention et de préparation des plans de réponse en cas de survenue d'une crise sanitaire de grande ampleur en Côte d'Ivoire ou pouvant affecter plus spécifiquement certaines zones comme celle de Port-Bouët.

→ Si une situation de crise sanitaire majeure survenait en Côte d'Ivoire, les moyens militaires déjà présents seraient mobilisés, sauf s'ils étaient eux-mêmes directement affectés, par exemple en cas d'épidémies affectant les personnels, de submersion ou d'inondations.

En fonction de l'évènement en cause, si la crise sanitaire est consécutive à un évènement générateur, il faut également considérer l'impact que ce dernier pourrait avoir sur les infrastructures de la Défense française, mais aussi sur celles de santé et de transport (y compris l'aéroport international). Il y a également dans la zone de la ville de Port Bouët des unités industrielles, des décharges et un problème lié aux eaux usées propices aux contaminations diverses. La crise qu'a connue la Côte d'Ivoire a de plus entraîné des retards d'investissement et de maintenance dans le secteur des infrastructures, avec des problèmes d'insalubrité et d'assainissement qui perdurent à Port-Bouët, dans un contexte d'afflux de population et malgré le lancement de travaux pour y remédier.

→ Il faut envisager l'impact que pourrait avoir une dégradation des conditions sanitaires ou une crise sanitaire majeure, non seulement sur les capacités opérationnelles des forces françaises qui pourraient être directement affectées, mais aussi du point de vue des familles de militaires, des expatriés français, mais aussi de la population locale :

- Une dégradation des conditions sanitaires ou l'augmentation de la prévalence de certaines maladies pourraient contraindre davantage de militaires à partir en célibataires géographiques voire à organiser des séjours sans famille. L'exemple de l'épidémie de maladie à virus Zika qui a entraîné des milliers de cas de microcéphalie chez des enfants nés de femmes enceintes infectées en Amérique du Sud, en particulier au Brésil, montre par exemple qu'il peut à un moment y avoir émergence d'une maladie dont tous les symptômes n'avaient jusque-là pas été bien identifiés et qui affecte plus particulièrement une partie de la population ;
- En cas de catastrophe pouvant avoir des répercussions sanitaires, en particulier à Port-Bouët, il est nécessaire de pouvoir disposer d'une plateforme logistique pour réceptionner le matériel et les personnels en renfort (par exemple, médicaments,

laboratoire mobile, équipement de purification de l'eau et de traitement des effluents, etc.), même si les infrastructures militaires sont affectées ;

- En cas de propagation de maladie contagieuse à potentiel épidémique de type Ebola, il faut envisager qu'un nombre éventuellement important de personnes – indemnes de la maladie, craignant d'avoir été contaminées ou malades – puissent se diriger vers les infrastructures françaises si le système de santé national n'est pas en capacité d'offrir une réponse adaptée à la crise. Il faut donc définir en amont quelles seraient les modalités d'accueil, ainsi que les capacités et l'organisation en termes de triage et de soin pour prendre en charge les familles, les autres ressortissants français, mais aussi éventuellement d'autres ressortissants étrangers. L'assistance aux populations locales doit également être prise en compte, celle-ci étant conditionnée par l'accès de cette population aux infrastructures de santé locales et par la qualité des soins qui pourraient y être dispensés au moment de la crise, ainsi qu'éventuellement par la disponibilité ou non des solutions thérapeutiques (absence de traitement existant ou traitements disponibles seulement pour un nombre limité de patients).
- Il faut pouvoir détecter et prendre en compte les phénomènes de rumeurs qui peuvent avoir des conséquences sanitaires et sécuritaires graves.

Considérant l'origine souvent multifactorielle des crises sanitaires, outre les modifications climatiques, du point de vue de l'analyse de risques, il sera donc important de suivre l'évolution de la situation s'agissant des systèmes de santé et d'assainissement, des conditions d'accès à l'eau potable mais aussi de l'habitat, de la répartition des décharges et des zones industrielles. Il est également important d'avoir une bonne compréhension des déterminants politiques, culturels, sociaux et religieux qui pourraient avoir un impact sur le développement de la crise et sur sa gestion.

g. Impacts indirects : l'emprise dans son environnement urbain, social et politique

Une forte pression immobilière et foncière à Port-Bouët

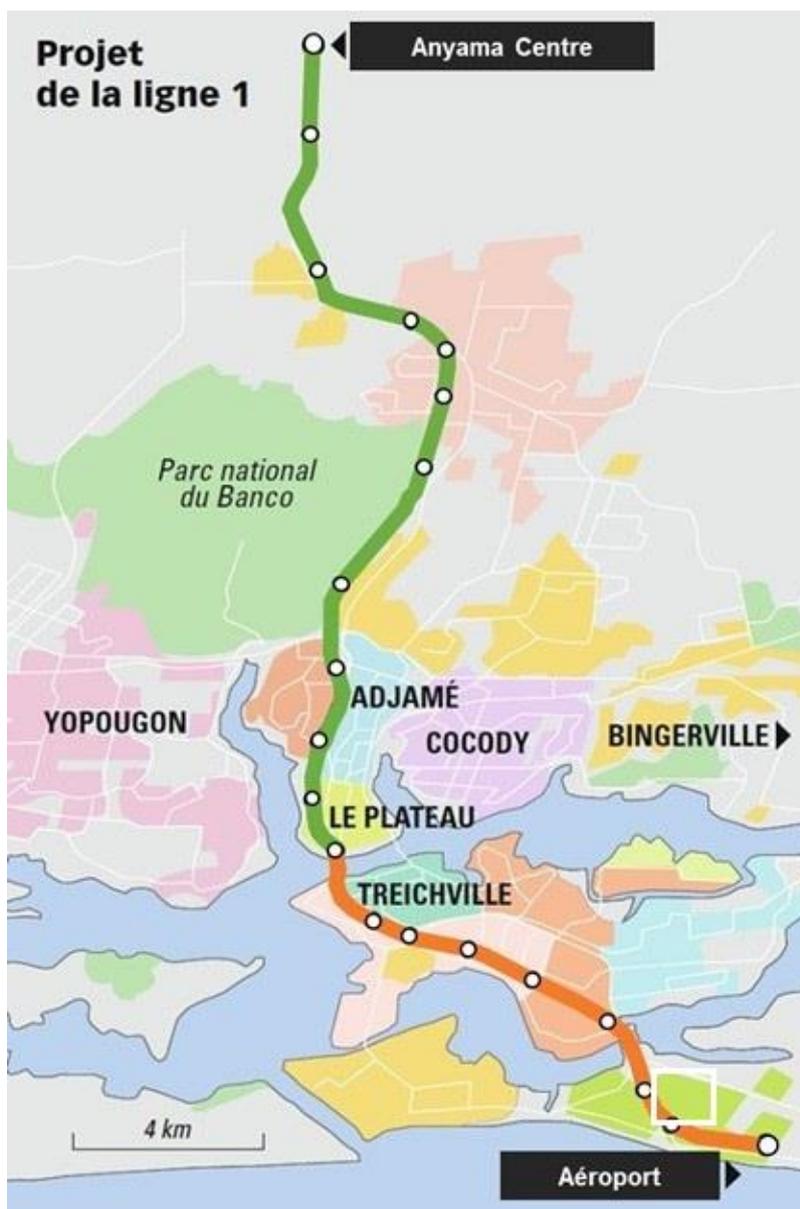
L'emprise de Port-Bouët est située au cœur d'une zone dont un profond réaménagement est en cours. Plusieurs chantiers d'ampleur sont déjà prévus : **la transformation de l'aéroport** (cf. le développement sur la Bourgerie), le métro de surface Abidjan – Aéroport, l'aménagement du littoral de Port-Bouët et de Gonzagueville jusqu'à Anani, ou le projet de périphérique Y4.

Le chantier du métro d'Abidjan a été symboliquement initié en novembre 2017 par les Présidents ivoirien et français Allassane Ouattara et Emmanuel Macron. Il s'agit d'un train urbain de surface automatique avec chauffeur, qui va connecter le Nord (Anyama) et le Sud (l'aéroport international) de l'agglomération d'Abidjan. Comportant 20 stations, un premier tronçon sera parallèle à la voie existante reliant Abidjan à Ouagadougou, et un nouveau tronçon reliera Plateau Lagune à l'aéroport. Cette deuxième phase, qui longera la voie express Abidjan Grand-Bassam et donc l'emprise française, devrait être opérationnelle en 2024.

La question du tracé va être sensible pour l'emprise de Port-Bouët. En effet, le futur métro passera de manière très probable au Nord de la voie express Abidjan Grand-Bassam pour sa partie littorale (cf. en annexe l'emprise dans son environnement urbain). Cette option ne serait

pas forcément impactante pour l'emprise, car il y a une zone d'habitations informelles entre la voie rapide et le camp sur cette portion. En revanche, pour la partie du trajet qui va du carrefour Akwaba au littoral, sans doute les aménageurs préféreront sacrifier la mince bande de terres cultivées entre le camp et la voie express que les quartiers résidentiels situés à l'Ouest de la route (cf. en annexe, la photo satellite de l'emprise dans son environnement urbain).

Tracé de la ligne 1 du métro d'Abidjan (carré blanc : emprise de Port-Bouët)



Au regard de l'importance des investissements pour cette infrastructure, les études techniques préalables, si elles se basent sur la littérature scientifique existante, ne pourront que relever le risque que fait peser l'érosion du littoral à la voie express et certains tracés potentiels du métro. Dans cette perspective, il serait étonnant que le tracé du métro soit couplé à celui de la route. Un itinéraire du métro à 200 m ou 300 m du trait de côte apparaîtrait comme plus pérenne, mais empiéterait alors sur le Sud de l'emprise de Port-Bouët. **Il est donc probable que, d'ici 2**

ans, un profond réaménagement des infrastructures du littoral jusqu'à l'aéroport (couplage d'un tracé du métro et de la voie express plus au Nord qu'actuellement) soit à l'ordre du jour.

L'aménagement du littoral de Port-Bouët, dans la version qui a été présentée en janvier 2019 par le ministère du Tourisme et des loisirs, cible 10 km de la bande littorale, de Port-Bouët jusqu'à Anani, entre la voie express et la mer. Le projet ne comprend à ce stade que des structures légères ou déplaçables, en cas de prolongement du métro jusqu'à Grand-Bassam. Il mentionne ainsi des aires de balades pédestres, des voies cyclables, des boutiques souvenirs, des espaces de restauration, de loisirs et de sports⁷⁹. Aucun dispositif de lutte contre l'érosion côtière n'est prévu. Ces aménagements, tels que projetés, n'ont pas d'impact sur l'emprise.

Dans le cadre du Projet de Transport Urbain d'Abidjan (PTUA), **une voie de contournement urbaine, dite périphérique Y4**, devrait voir le jour via quatre grandes tranches de travaux s'étalant sur sept ans. La Banque mondiale et la Banque africaine de développement⁸⁰ sont déjà partie à l'initiative. La première tranche comprendra également la construction d'un échangeur au Nord-Ouest de l'emprise française, pour désengorger le carrefour Akwaba, et devrait être achevée d'ici 2021⁸¹. **Le futur périphérique devrait passer à environ 500 m de l'emprise du DIAL**. Le DIAL est situé est une zone encore difficile d'accès (voies non goudronnées), mais qui se transforme d'ores et déjà rapidement. La présence du périphérique et d'un échangeur à proximité du camp du DIAL attisera un intérêt foncier et immobilier pour cette partie de la lagune. Le gouvernement ivoirien encourage déjà la valorisation du littoral lagunaire, à l'image de son soutien à des projets hôteliers à Cocody sur les rives de la lagune Ebrié.

⁷⁹ Voir la description du projet à l'adresse :

http://www.tourisme.gouv.ci/uploads/Fiches_projets_Ministère_du_Tourisme_AMENAGEMENT_DU_LITTORAL_DE_PORT_BOUET_Fr1.pdf

⁸⁰ <https://projectsportal.afdb.org/dataportal/VProject/show/P-CI-D00-004?lang=fr>

⁸¹ Banque mondiale, *Plan de passation des marchés. Part Bailleurs_Projet d'intégration Port Ville du Grand Abidjan (PACOGA)*, Banque mondiale, 2018, 12p., <http://documents.worldbank.org/curated/en/440341545930593094/pdf/Cote-dIvoire-AFRICA-P159697-GREATER-ABIDJAN-PORT-CITY-INTEGRATION-PROJECT-Procurement-Plan.pdf>

Projet du périphérique⁸² Y4 (carré blanc : emprise de Port-Bouët ; ellipse blanche : DIAL)



A proximité du camp également (quartier Abattoir de Port-Bouët), un **parc d'attraction de 100 hectares**, adossé à deux complexes hôteliers, va voir le jour entre 2020 et 2021. La première pierre de ce chantier a été posée le 3 juillet 2019.

Tous **ces éléments témoignent de la très forte pression immobilière et foncière qui a cours à Port-Bouët**. Les 236 hectares de l'emprise française, composés pour environ 40% de forêt, suscite ou susciteront à terme l'intérêt des aménageurs privés et publics.

Dans ce contexte de valorisation foncière, la perspective du tracé de nouvelles infrastructures (ligne 1 du métro d'ici 2024, déplacement de la voie express d'ici dix ans), quel que soit le choix final de ces nouveaux itinéraires, sera une occasion pour faire remonter dans le débat public⁸³ la question de l'utilisation par la France de cette surface (et peut-être plus largement de la présence française en Côte d'Ivoire).

⁸² KONAN Yao Godefroy, *La planification intégrée, outil de développement durable des transports urbains : cas du grand Abidjan*, CODATU 2015, 2-5 February, 30p., <http://www.codatu.org/wp-content/uploads/Yao-Godefroy-Konan-FR.pdf>

⁸³ La sensibilité de la question de la présence française en Côte d'Ivoire se retrouve également dans la littérature scientifique. Dans la littérature scientifique produite par des chercheurs ivoiriens sur l'érosion côtière par exemple, il est étonnant de constater à quel point l'emprise n'est mentionnée. Ces articles soulignent l'importance presque vitale pour l'économie ivoirienne de cette zone, en répertoriant les infrastructures critiques (port, aéroports, raffinerie, zone industrielle...), sans jamais évoquer la base militaire.

L'emprise dans son environnement social et politique

Une emprise française dans un pays hôte peut difficilement rester étrangère à son environnement social et politique comme le montre les développements précédents sur la gestion des crises sanitaires. Or **le changement climatique est une source indirecte d'instabilités sociales et politiques**. Ainsi, en Côte d'Ivoire, de 2% à 6% de ménages supplémentaires pourraient basculer dans l'extrême pauvreté d'ici 2030 à cause du changement climatique⁸⁴. Cela représente un million de personnes qui s'ajouteraient aux 6 millions de pauvres⁸⁵ (vivant avec moins de 1,90 dollar par jour) que comptait le pays en 2015. De plus, le changement climatique fait émerger de nouveaux défis pour les États, dont la sécurité humaine⁸⁶, et la gouvernance des ressources naturelles.

En source ouverte, il n'existe pas à notre connaissance d'évaluations techniques de la résilience des secteurs critiques (aéroports, ports, voirie, réseaux d'eau, d'assainissement, d'électricité, communication...). **Mais les infrastructures publiques** (énergie, barrages, routes...) **ivoiriennes sont considérées comme toutes vulnérables au changement climatique**⁸⁷. Le rapport de la Banque mondiale⁸⁸ de 2018 cite notamment l'aéroport Houphouët-Boigny, le port autonome d'Abidjan, les routes bordant les littoraux et ses installations industrielles de premier plan sont sous la menace de l'érosion côtière. Ce même rapport cite une étude de cas (non référencée) sur la zone de Port-Bouët (population retenue de 400 000 habitants) qui évalue de coût de l'érosion et de la submersion marine pour l'année 2015 à 2,15 millions d'euros, pour cette seule ville où est située l'emprise.

La vulnérabilité ivoirienne est accentuée par le tropisme littoral de son économie : 80% de l'activité économie du pays est abrité dans les plaines côtières, où vit également 30% de la population ivoirienne⁸⁹, soit 7,5 millions de personnes. Une large part des infrastructures publiques et privées est exposée aux mêmes risques décrits pour les implantations des FFCI.

Quelle contribution aux dispositifs ivoiriens de gestion de crise ?

L'emprise de Port-Bouët dispose d'un éventail de fonctions particulièrement précieuses en cas de crise majeure : capacités de commandement, de communication, logistiques, sanitaires, d'hébergement et de restauration. Bien que l'insertion dans des dispositifs civils de gestion de crise ne soit pas toujours facile, y compris sur le territoire national, une participation française à la gestion de crise ivoirienne, sous réserve d'un intérêt de l'État hôte pour cette hypothèse, pourrait être de nature à renforcer l'acceptation de la force par la population locale. Une action en cas de crise exclusivement centrée sur l'évacuation de ressortissants pourrait susciter des réactions hostiles de populations locales elles-mêmes victimes des événements naturels à l'origine de la crise. Le simple fait de bénéficier d'un approvisionnement permanent (nourriture, eau, électricité) au sein de l'emprise principale pourra être une source de tension avec des personnes démunies après une catastrophe.

⁸⁴ Banque mondiale, 2018, *op.cit.*

⁸⁵ Ibid.

⁸⁶ IPCC, 2014, *op.cit.* (voir notamment le chapitre 12, « Human Security »).

⁸⁷ Banque mondiale, 2018, *op.cit.*

⁸⁸ Ibid.

⁸⁹ Ibid.

→ Malgré la sensibilité politique de cette question, examiner l'hypothèse d'une participation de moyens français, y compris au sein de l'emprise de Port-Bouët, aux dispositifs ivoiriens de gestion de crise dans la région d'Abidjan.

Cela suppose un référencement précis des différents plans d'urgence existants en Côte d'Ivoire (Plan Orsec, Pollumar, Plan rouge...).

Des coopérations scientifiques

Des institutions et centres de recherche ivoiriens pourraient être intéressés de pouvoir bénéficier de données recueillies par les Armées. Par exemple, la Météorologie nationale ivoirienne (Sodexam), pour pallier des moyens limités, cherche à mettre en réseau les capteurs météorologiques présents sur son territoire, pour parfaire ses prévisions, mais aussi les ré-analyses des événements passés (amélioration des modèles de prévision...). Bien que proche de celle de l'aéroport international, **la nouvelle station météo que vont recevoir les FFCI pourrait être mise en réseau avec la Sodexam**. De même, des chercheurs ivoiriens sont demandeurs de données et d'analyses sur des phénomènes météorologiques ou climatiques mal renseignés. Sous réserve de la disponibilité des moyens du CISMF et de la volonté de l'EMA, le CISMF pourrait contribuer à produire une connaissance, aujourd'hui lacunaire, sur les événements Foudre et extrêmes. Un échange d'informations pourrait ainsi être amorcé, les FFCI bénéficiant alors d'analyses par exemple sur l'érosion côtière et lagunaire.

→ Explorer les possibilités de partage de données et d'analyses météorologiques avec des Institutions et centres de recherche ivoiriens en échange d'informations et travaux portant sur des enjeux scientifiques d'intérêt pour les FFCI (érosion, systèmes aquifères et inondations).

Impact des programmes d'adaptation pour lutter contre l'érosion côtière

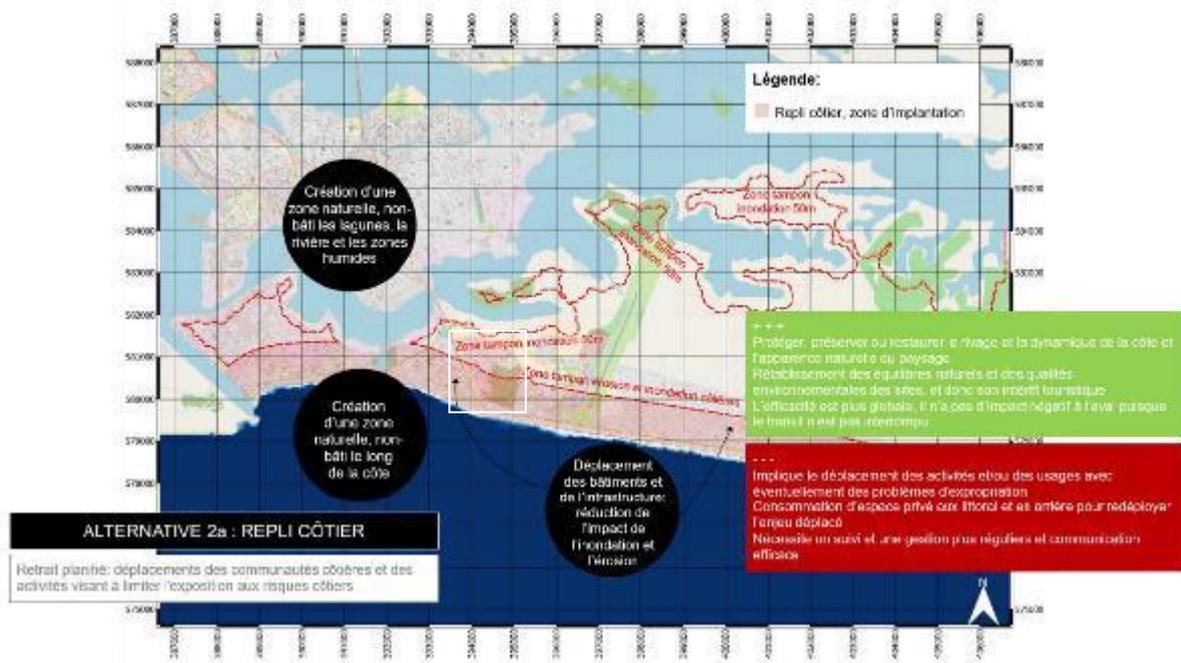
L'érosion côtière est un enjeu majeur identifié pour tout le littoral de l'Afrique de l'Ouest, et fait l'objet de nombreuses initiatives locales, nationales et internationales. Ces programmes, visant à renforcer l'adaptation des bandes côtières aux effets cumulés du changement climatique, peuvent avoir un impact sur la jouissance des **implantations de Port-Bouët, de la Bourgerie, et du DIAL**. Les infrastructures stratégiques du port et de l'aéroport pourraient également être visées. Par exemple, un rapport⁹⁰ publié fin 2017 dans le cadre du Programme d'assistance technique à la gestion du littoral de l'Afrique de l'Ouest (WACA)⁹¹, soutenu par la Banque mondiale, suggère **des options d'adaptation qui font disparaître en totalité ou en partie ces emprises. Même si ces options contredisent les projets d'aménagements qui concernent Port-Bouët (métro, bande littorale, périphérique, aéroport...), elles témoignent de l'attention croissante portée à l'enjeu de l'érosion du littoral, y compris par les bailleurs actuels des projets d'aménagements urbains (Banque mondiale notamment)**.

⁹⁰ IMDC, Coût de la dégradation environnementale, évaluation du risque multi-aléas et analyse coût-bénéfice des solutions pour la zone côtière. D7d : Analyse coût-bénéfice des options de RRC et ACC sélectionnées pour la Côte d'Ivoire – secteur CI5 Port-Bouët, Banque mondiale, WACA, NDF, 8 décembre 2017, 41p., <http://documents.worldbank.org/curated/en/965091527673846346/pdf/CBA-of-DRM-and-ACC-options-C-te-divoire.pdf>

⁹¹ WACA – (West Africa Coastal Areas Management Program), programme lancé par la Banque mondiale en 2015.

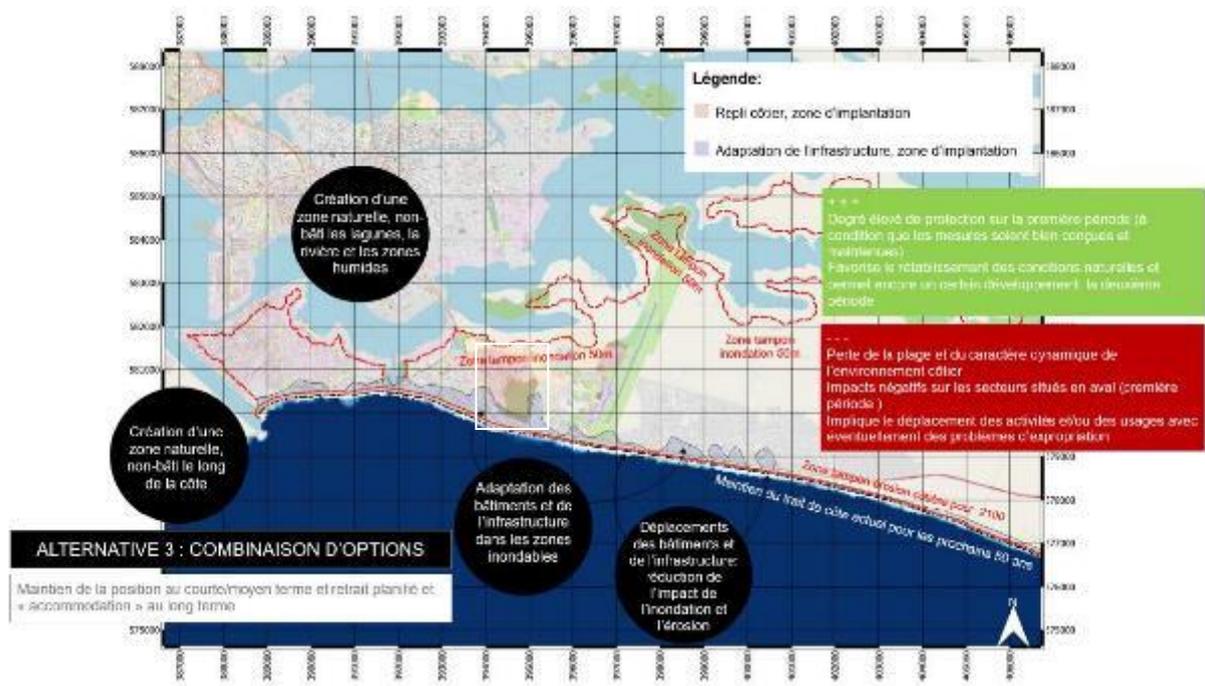
→ Les projets d'aménagement urbain de Port-Bouët, mais aussi les projets civils d'adaptation au changement climatique, tout particulièrement pour lutter contre l'érosion du littoral, nécessitent un suivi par les Armées, y compris politique, pour anticiper, et prévenir dans la mesure du possible, leurs impacts sur les implantations des FFCI.

Projet d'adaptation à l'érosion côtière, alternative 2a – Repli côtier (Carré blanc : camp de Port-Bouët)⁹²



⁹² IMDC, 2017, *op.cit.*

Projet d'adaptation à l'érosion côtière, alternative 3 – Combinaison d'options (Carré blanc : camp de Port-Bouët)⁹³



⁹³ Ibid.

5. Conclusions et recommandations

L'objectif de cette note était d'étudier la vulnérabilité des infrastructures militaires et des points de stationnement français face aux impacts du changement climatique, en prenant comme cas d'étude les implantations des Forces françaises en Côte d'Ivoire (FFCI). Dans cette perspective, deux axes ont guidé le travail de l'équipe de recherche : déterminer tout d'abord une approche méthodologique générique, pouvant être transposée à d'autres cas d'étude, et appliquer ensuite cette méthodologie aux emprises françaises en Côte d'Ivoire.

a. Une méthodologie fondée sur une appréciation qualitative des informations

Après une première partie présentant de manière générale les principaux risques climatiques à considérer à l'horizon 2030-2040, la deuxième partie de la note examine des méthodologies civiles et militaires d'analyse de vulnérabilité climatique. L'analyse comparée de cette sélection de documents a fait émerger des points structurants pour la méthode développée et appliquée aux implantations des FFCI (limites des approches trop quantitatives, intérêt de combiner des aléas, typologie et sélection des aléas, les différentes échelles de l'analyse, la sensibilité de l'environnement politique et social, historique des évènements naturels dans la zone considérée, intérêt des approches qualitatives, utilité d'une mission sur place...).

Le fil rouge de la méthodologie retenue (3^{ème} partie) invite à penser les risques climatiques comme un défi nouveau, en suivant deux axes d'action : l'anticipation des aléas climatiques n'est pas une simple extrapolation des évènements passés, et il ne faut pas traiter les risques en silo, isolément les uns des autres. De plus, un site militaire présente des particularités en comparaison de sites civils, qui doivent être prises en compte (par exemple le statut juridique pour les emprises à l'étranger). Dès lors, la méthodologie s'appuie sur plusieurs points saillants :

- Etudier les risques climatiques dans la région considérée, notamment par une analyse des publications scientifiques et institutionnelles ;
- Identifier les aléas pouvant impacter des implantations françaises, en croisant deux typologies des phénomènes et évènements associés au changement climatique ;
- Identifier (et hiérarchiser quand cela est possible) les missions soutenues par une emprise ;
- Evaluer la résilience et potentiel de gestion de crise d'une emprise ;
- Collaboration avec les autorités locales et nationales (services en réseau, gestion de crise, politiques publiques environnementales...)
- Réaliser un questionnaire, en appui aux échanges directs avec des services des Armées ;
- Effectuer une mission sur site, pour remplir trois objectifs : rencontrer les personnels de différents service pour saisir de quelle manière des contraintes d'environnement pèsent déjà sur leur travail ; se rendre compte de la situation et de l'exposition du ou des sites ; rencontrer des chercheurs et des institutions du pays hôte travaillant sur le climat et la météo.

Les informations recueillies sur les implantations des FFCI ont été très riches, grâce à la fois au travail réalisé en amont⁹⁴ de la note, aux échanges téléphoniques et écrits avec le point de contact désigné à Port-Bouët, et par les résultats de la mission.

L'implication de la chaîne de commandement est importante pour la réussite de travaux qui ne sont pas au cœur des opérations et de leur soutien. A cela s'ajoute l'enjeu de l'identification du service ou des personnes qui vont être désignés comme l'interlocuteur d'une équipe de recherche externe ou interne au ministère des Armées. Comme les emprises ne disposent pas toutes d'un ingénieur météorologique ou de représentants des différents services, le commandement d'une implantation ou d'une force française à l'étranger pourrait être le point de contact formel pour de type d'étude, chargé à lui d'identifier l'interlocuteur le plus adapté sur place.

b. La vulnérabilité climatique des implantations des FFCI à l'horizon 2030-2050

La quatrième partie de la note est consacrée à la caractérisation et à l'évaluation des risques climatiques pesant sur les emprises relevant des FFCI. De manière générale, **la Côte d'Ivoire connaît un réchauffement plus élevé et rapide que le reste du globe (1,4°C entre la moyenne des périodes 1961-1990 et 2001-2010)**, qui s'accompagne d'une baisse des précipitations (moins 6% entre les périodes 1961-1990 et 1971-2000). **Bien que plus espacées, les pluies sont plus concentrées et plus intenses, ce qui accroît le risque d'inondation.**

A l'horizon 2040-2059, les modèles climatiques convergent vers des changements sensibles (**en comparaison à la période 1986-2005**) :

- **Réchauffement des températures moyennes de 2°C, avec un pic de +3,5°C au mois de janvier ;**
- **Une variation des précipitations**, oscillant entre une baisse de 9% pour les mois de avril-mai, et une augmentation des pluies allant jusqu'à plus 9% en octobre ;
- **Une élévation du niveau de la mer de 30 cm.**

Port-Bouët

Le principal risque identifié pour l'emprise de Port-Bouët est l'érosion du littoral, mais il s'agit d'un risque indirect. Au niveau de la pointe Sud de l'emprise de Port-Bouët, le trait de côte a reculé de plus de 50 m entre 1967 et 2009. Au Sud de l'aéroport international, le retrait du talus dunaire a été de 73,2 m entre 1972 et 2012. Outre cette érosion continue, les événements extrêmes font chacun reculer le trait de côte de 8 à 30 mètres (cf. 4.III.a). Dès lors, **deux événements extrêmes** (analogues à ceux de 2007 ou 2011) **suffiront pour que le trait de côte atteigne la voie express Abidjan-Grand-Bassam** qui longe le camp, **à l'horizon 2030.**

L'emprise ne se trouve pas directement sous la menace de l'érosion. Mais **un nouveau tracé plus au Nord de la voie rapide pourrait menacer la jouissance de l'emprise dans sa configuration actuelle d'ici quelques années.** De plus, **le tracé de la ligne 1 du métro d'Abidjan passera nécessairement au Nord de la voie Abidjan Grand-Bassam, ce qui va également accroître la pression foncière sur la partie Sud de l'emprise française d'ici 2 à 3 ans.** L'érosion pourra alors constituer une occasion ou un prétexte pour des acteurs publics et privés ivoiriens,

⁹⁴ Note de l'EMA/PERF/PMRIE du 9 juillet 2018, transmise à l'équipe de recherche.

de questionner la jouissance par la France de cette surface de 236 hectares dans une zone qui subit d'ores et déjà une forte pression foncière et immobilière.

La contribution du changement climatique à l'érosion du littoral n'est pas quantifiable. Pour autant, le lien est établi et repris dans les travaux du GIEC. Et quelle que soit sa part aujourd'hui dans l'érosion de la côte ivoirienne, **le changement climatique est un facteur aggravant de ce phénomène.**

Le risque de submersion par la mer de l'emprise de Port-Bouët est faible. Malgré la forte érosion littorale, le profil des plages de Port-Bouët offre un talus dunaire relativement haut (de 1,5 à 4 m) qui protège les terres de profondes intrusions marines.

Le risque d'inondation apparaît plus significatif, sans qu'il soit possible de le quantifier. L'emprise repose sur un milieu sablonneux, déjà très saturé en eau. Or **plusieurs évolutions du contexte météorologique et climatique vont avoir un impact sur les niveaux des aquifères :**

- épisodes de précipitations intenses plus fréquents ;
- crues dans le bassin versant de la lagune Ebrié et niveau de la lagune ;
- inondations par la lagune (Grand-Bassam) ;
- érosion du littoral maritime et lagunaire.

Malgré un cumul annuel des pluies en baisse, la concentration des pluies favorise l'inondation et la coupure de routes. Des opérations logistiques et de soutien comme celles menées actuellement à Port-Bouët (« voie sacrée », chaîne Oxygène pour le Mirage 2000...) pourront être retardées par ces événements. En fonction des missions remplies par l'emprise, un état des routes possibles pourra être établi, pour anticiper les capacités de circulation selon les conditions météorologiques.

Important pour l'économie et la société ivoiriennes, **l'impact direct de la hausse des températures sera atténué pour les FFCI** par la relative constance saisonnière des températures dans le pays, avec une moyenne annuelle qui restera sous les 30°C. Le record de chaleur à Abidjan (43°C en février 1999) pourrait être atteint ou avoisiné plusieurs fois par an au cours des mois les plus chauds (de janvier à mars) sur le littoral.

Mais des aménagements des infrastructures seront nécessaires (besoin de climatiser des bâtiments ou des zones techniques qui ne le sont pas actuellement, réévaluer les consommations énergétiques à l'échelle de la base, protections passives contre le rayonnement solaire...).

Certains aléas, malgré leur intensité, ne font pas l'objet de modélisations ou de quantifications pour l'Afrique de l'Ouest. C'est par exemple le cas pour **les impacts de foudre ou des épisodes de vents intenses**, phénomènes affectant déjà les emprises des FFCI. Des publications relatives à d'autres aires géographiques font état d'une intensification de ces phénomènes, mais une transposition à la Côte d'Ivoire n'est confirmée que par des observations.

C'est également le cas pour l'évaluation **des impacts sanitaires du changement climatique.** Le lien entre le réchauffement global et l'épidémiologie de certaines maladies est consolidé à chaque publication par le GIEC d'un nouveau rapport d'évaluation, mais il demeure difficile à quantifier, l'évolution des maladies et épidémies étant multifactorielle. **De nombreuses maladies (listées précédemment) sont hautement sensibles à la hausse des températures et la modification du régime des précipitations, deux éléments que l'on retrouve en Côte d'Ivoire.**

L'analyse des vulnérabilités climatiques demeure tributaire de l'existence de publications dans les sciences du climat aux horizons d'intérêt et portant sur l'aire régionale considérée, ce qui n'est pas le cas pour l'ensemble des aléas climatiques pouvant se produire en Côte d'Ivoire.

Lomo Nord

La vulnérabilité de l'implantation de Lomo Nord s'avère moins élevée que les autres implantations des FFCI, en premier lieu parce que le camp n'est pas armé en permanence, et que sa destination est l'entraînement (campagnes de tir de quelques jours), le plus souvent avec les forces armées ivoiriennes. De plus, le camp est dans les terres et n'est exposé qu'à certains aléas climatiques (pluies intenses, épisodes venteux, pics de températures pouvant atteindre les 45°C à l'horizon de la note entre janvier et mars). **La fréquence accrue de pluies intenses pourra restreindre l'accès à Lomo Nord**, la dernière partie du trajet se faisant une piste en latérite. S'il n'y a pas de travaux sur l'impact du changement climatique sur l'harmattan, cet alizé chaud et sec peut entraver la visibilité horizontale et certains exercices de tir.

Ainsi, **les périodes d'indisponibilité du camp risquent de s'accroître, et de limiter les possibilités d'entraînement ou de formation des FFCI et de l'armée ivoirienne dans le champ de tir.**

La Bourgerie

Les FFCI vont perdre l'usage de la Bourgerie avec le réaménagement de l'aéroport international Félix Houphouët-Boigny. Une nouvelle zone de rupture de charge, plus au Nord que la Bourgerie au sein de l'aéroport, pourrait être louée aux forces françaises. Dans cette hypothèse, il faudra s'assurer que ce nouvel espace ne soit pas exposé à des inondations (voir supra la simulation d'une hauteur d'eau de 1,20 m), et que le Fret et le matériel de servitude aérienne soient bien protégés des intempéries. Les procédures de bâchage du Fret au départ de la Métropole pourront être renforcées pendant les deux saisons des pluies, pour éviter la dégradation des marchandises et matériels (ou de leur conditionnement) à leur arrivée à l'aéroport d'Abidjan.

DIAL

Le camp du DIAL est relativement protégé par son emplacement, qui le préserve des plus forts courants liés aux marées, et de l'influence des débits des fleuves alimentant la Lagune Ebrié. Mais les éléments relevés dans cette note (dégradations des pontons, amarres arrachées, niveau de la lagune sur le quai du DIAL, ensablement de l'enclave à bateau, observations de l'érosion des rives lagunaires...) témoignent de l'intensité des forces (courants, vents...) en œuvre dans la lagune. **Le risque d'inondation par la lagune peut toutefois être estimé comme faible.** La présence permanente du DIAL constitue un fort facteur de résilience. Par les missions et les entraînements quotidiens qu'il mène, le DIAL est en mesure de noter les détériorations du littoral du camp, et de l'entretenir régulièrement.

Matrice des vulnérabilités climatiques des emprises françaises en Côte d'Ivoire

		Port-Bouët	DIAL	La Bourgerie / aéroport international FHB	Lomo Nord
Erosion du littoral marin	2030	Indirect : aménagement urbains (A100, ligne1) dans l'espace du camp à cause de l'érosion	Sans objet	Indirect : réaménagement interne de l'aéroport à cause de l'érosion	Sans objet
	2040	Indirect : aménagement urbains (A100, ligne1) dans l'espace du camp à cause de l'érosion		Indirect : réaménagement interne de l'aéroport à cause de l'érosion	
	2050	Indirect : aménagement urbains (A100, ligne1) dans l'espace du camp à cause de l'érosion		Indirect : réaménagement interne de l'aéroport à cause de l'érosion	
Erosion du littoral lagunaire	2030	Sans objet	Pontons, portions de quai	Sans objet	Sans objet
	2040		Pontons, portions de quai		
	2050		Pontons, portions de quai		
Pluies intenses, Inondation	2030	Lien entre des pluies intenses et la remontée des aquifères superficiels	Inondations ponctuelles (crues, pluies intenses...)	Opérations de chargement / déchargement, convois aéroports – emprises...	Accessibilité rendue difficile par des épisodes de pluies intenses
	2040	Lien entre des pluies intenses et la remontée des aquifères superficiels	Inondations ponctuelles (crues, pluies intenses...)	Opérations de chargement / déchargement, convois aéroports – emprises...	Accessibilité rendue difficile par des épisodes de pluies intenses
	2050	Remontées des aquifères superficiels (pluies intenses, pression lagune et mer)	Inondations ponctuelles (crues, pluies intenses...)	Opérations de chargement / déchargement, convois aéroports – emprises...	Accessibilité rendue difficile par des épisodes de pluies intenses
Submersion	2030			Sans objet	Sans objet
	2040	Risque dépendant de la protection du littoral au droit du camp	Submersion / inondation ponctuelle par la lagune		
	2050	Risque dépendant de la protection du littoral au droit du camp	Submersion / inondation ponctuelle par la lagune		

Impact direct de la hausse des températures	2030	Pics de chaleur ponctuels		Pics de chaleur (janvier – Mars)
	2040	Pics de chaleur ponctuels		Pics de chaleur (janvier – Mars)
	2050	Pics de chaleur (janvier – Mars)		Pics de chaleur (janvier – Mars)
Épisodes venteux, impacts de foudre	2030			
	2040	Dégâts Vent et foudre plus fréquents, pouvant conduire à différer des missions, casse occasionnelle de matériels, y compris sur/dans des infrastructures		
	2050	Dégâts Vent et foudre plus fréquents, pouvant conduire à différer des missions, casse occasionnelle de matériels, y compris sur/dans des infrastructures		
Enjeux sanitaires	2030	Impacts sur l'entraînement (chaleur, gêne respiratoire – Harmattan entre décembre et février...), contexte sanitaire vulnérable		
	2040	Impacts sur l'entraînement (chaleur, gêne respiratoire – Harmattan entre décembre et février...), contexte sanitaire vulnérable		
	2050	Impacts sur l'entraînement (chaleur, gêne respiratoire – Harmattan entre décembre et février...), contexte sanitaire vulnérable		

Echelles de vulnérabilité

	Effet sur les emprises et infrastructures			Effet sur les missions, opérations, entraînements
	Catastrophique (perte définitive d'une partie ou de la totalité de l'emprise)	Majeur (indisponibilité ou inaccessibilité régulière d'une partie ou de la totalité de l'emprise)	Significatif (Indisponibilité ou inaccessibilité ponctuelle d'une partie ou de la totalité de l'emprise)	Mineur (Opérations, missions ou entraînement devant être différés)
très probable (probabilité supérieure à 90 %)				
probable (probabilité supérieure à 66 %)				
plus probable qu'improbable (probabilité supérieure à 50 %)				

C. Poursuivre l'analyse de vulnérabilité climatique d'autres implantations françaises

Après les FFCI, un second cas d'étude pourrait avoir pour objet de cerner les effets pour une emprise d'un aléa qui s'est avéré peu impactant pour la Côte d'Ivoire, mais qui serait significatif pour ces nouvelles implantations. Dans cette perspective, des pics de températures entre 40°C et 50°C pourraient avoir des incidences bien plus contraignantes pour des forces françaises (conditions de vie, de travail, d'entraînement, fonctionnement des matériels, impacts sanitaires...) que les conditions de température rencontrées en Côte d'Ivoire.

Si cette hypothèse est retenue, plusieurs implantations de plusieurs forces pourraient faire l'objet d'une analyse de vulnérabilité :

- Les éléments français au Sénégal (EFS) ;
- Les forces françaises stationnées à Djibouti (FFDj) ;
- Les forces de présence aux Émirats arabes unis.

Les Forces armées en Guyane (FAG) présentent également des infrastructures variées. Dans cet environnement naturel, les enjeux sanitaires pourraient être plus saillants que le cas ivoirien. Un autre critère peut être celui de l'importance humaine et infrastructurelle des emprises, ce qui distinguerait les deux autres BOA, Djibouti et Abu Dhabi. Les implantations des FFDj s'avèreraient sans doute les plus riches à étudier (1450 militaires déployés, base navale, base aérienne, détachement de l'ALAT, groupement des forces spéciales...), d'autant que les installations des FFDj sont a priori moins récentes que celles des forces de présence aux Émirats arabes unis.

Quelle que soit les implantations retenues, une mission dans l'emprise et auprès du pays d'accueil apparaît nécessaire pour une bonne appréciation de l'exposition aux risques. Un déplacement sur place (4 à 5 jours) permet de visiter l'emprise, de mener des entretiens avec les personnels de différents services, mais aussi de rencontrer des acteurs locaux, dont des centres de recherche travaillant sur le changement climatique, et des officiels (météorologie nationale, secteur de la gestion de crises, opérateurs des services urbains - eau, électricité, téléphonie, eaux usées). Plusieurs membres de l'équipe de recherche disposent d'habilitation CD. Une connaissance plus fine des emprises permettrait, en plus de l'analyse des vulnérabilités climatiques, d'identifier des axes d'action en matière d'adaptation et de résilience pour des systèmes particuliers.

d. **Recommandations**

(1/ et 2/ : suggestion de l'horizon de mise en œuvre des recommandations)⁹⁵

Domaines	Recommandations (et priorités par thème)
Erosion	1/ La France pourrait initier ou encourager des études de protection ou de renfort du littoral au droit de l'emprise de Port-Bouët et de l'aéroport international. La stabilisation de l'érosion dans ces deux zones de fragilités pourrait différer la nécessité de déplacer d'ici quelques années la voie express Abidjan Grand-Bassam plus au Nord que son emplacement actuel. Et le tracé de la ligne 1 du métro pourrait alors davantage se rapprocher de la voie express, sans déborder, ou avec un empiètement moindre, sur l'emprise de Port-Bouët.
DIAL (Erosion lagunaire)	1/ Faire une analyse coût/avantage de la construction de pontons fixes ou de pontons flottants. 2/ Inclure l'entretien, voire la consolidation, du littoral lagunaire du camp du DIAL dans les missions de ce détachement.
Pluies intenses, Inondation et submersion	1/ Réaliser une étude sur le niveau des aquifères superficiels et le risque d'inondation de l'emprise de Port-Bouët (impacts des épisodes de pluies intenses, de crues dans la lagune et de la montée du niveau de la mer sur les aquifères superficiels).
	1/ Avoir une connaissance en temps réel des volumes de précipitation (seuil de 100 mm de hauteur de pluies cumulée sur un, deux et trois jours), pour anticiper les événements extrêmes, et la relation précipitations / inondations.
	2/ Effectuer un référencement des zones de l'emprise les plus susceptibles d'être inondées par une remontée des aquifères superficiels. Une étude altimétrique de la base permettra d'identifier les zones les plus basses, a priori les plus vulnérables à ce risque).
	2/ Croiser les données du niveau des nappes phréatiques avec celles de la future station météorologique du camp. Un traitement de ces données permettrait de déterminer des corrélations entre hauteur de pluies et niveau des nappes, et de définir ensuite des seuils de risque d'inondation sur l'emprise
	2/ Etablir un état des routes en fonction des risques d'inondation, pour anticiper les capacités de circulation selon les conditions météorologiques (voie sacrée, trajet jusqu'à Lomo Nord, chaîne Oxygène du Mirage 2000...)
Impact direct de la hausse des températures	1/Intégrer dès que possible des solutions passives dans les bâtiments à rénover ou à construire pour se protéger des effets du rayonnement solaire direct.

⁹⁵ 1/ correspond à des actions à mettre en œuvre à court terme (1-3 ans).

2/ correspond à des actions à mettre en œuvre à moyen terme (3-7ans).

	2/ Réévaluer à l'échelle de chaque emprise les bâtiments devant être climatisés, et d'anticiper l'évolution des consommations énergétiques.
Épisodes venteux, impacts de foudre	1/ Une analyse des évènements passés « vents et foudre » sur au moins 30 ans pourrait être demandée au Centre interarmées de soutien météo-océanographique des forces (CISMF) pour améliorer l'évaluation de ces risques et déterminer une tendance météorologique pour ces phénomènes.
	2/ L'augmentation possible des impacts de foudre incite au renforcement des systèmes de protection, extérieurs et intérieurs pour préserver les matériels abrités dans des infrastructures. Le bon fonctionnement des mécanismes de protection extérieurs pourra être vérifié (au DIAL par exemple). Une évaluation individuelle de la sensibilité à la foudre des matériels exposés aux éléments extérieurs pourra également être systématisée.
	2/ Une intensification des épisodes venteux invite à renforcer les moyens de détection sur site, et les procédures de saisinage des appareils (hélicoptères, mais aussi avions sur l'aéroport Houphouët-Boigny), les procédures conduisant à la mise à l'abri des appareils dans des hangars quand cela est possible. Certains éléments extérieurs (antenne de communication, radars...) pourront être consolidés face à ce risque.
La Bourgerie (et future zone de rupture de charge)	1/ Renforcer sur le Territoire national l'application ou les procédures de bâchage des palettes aérotransportées à Abidjan. 2/ S'assurer de la mise hors eau du fret et du matériel de servitude aérienne dans le hangar loué (actuel et futur) par les forces françaises (toiture, stagnation d'eau dans des zones à l'intérieur etc.) 3/ Instaurer des procédures météorologiques pour certaines opérations (chargement / déchargement, plein des appareils, Oxygène liquide etc.).
Enjeux sanitaires	1/ Identifier le type d'assistance que les armées doivent être en mesure de fournir en s'appuyant sur les infrastructures françaises en place. A l'occasion de la crise Ébola, s'est posée la problématique de la prise en charge des ressortissants français qui auraient pu être contaminés : quel accueil et quelle prise en charge médicale pour une personne qui présenterait des symptômes ? Par qui ? Ceux-ci ne se seraient en effet vraisemblablement pas dirigés naturellement vers les infrastructures de santé locales.
	2/ Si une situation de crise sanitaire majeure survenait en Côte d'Ivoire, les moyens militaires déjà présents seraient mobilisés, sauf s'ils étaient eux-mêmes directement affectés, par exemple en cas d'épidémies frappant les personnels, de submersion ou d'inondations. Il s'agit alors d'identifier le type d'assistance que les

	armées doivent être en mesure de fournir en s'appuyant sur les infrastructures françaises en place.
	2/ Il faut envisager l'impact que pourrait avoir une dégradation des conditions sanitaires ou une crise sanitaire majeure, non seulement sur les capacités opérationnelles des forces françaises qui pourraient être directement affectées, mais aussi du point de vue des familles de militaires, des expatriés français, et des attentes de la population locale.
Connaissances scientifiques, civiles et militaires	1/ Explorer les possibilités de partage de données et d'analyses météorologiques avec des Institutions et centres de recherche ivoiriens en échange d'informations et travaux portant sur des enjeux scientifiques d'intérêt pour les FFCI (érosion, systèmes aquifères et inondations).
	1/ Les projets d'aménagement urbain de Port-Bouët, mais aussi les projets civils d'adaptation au changement climatique, tout particulièrement pour lutter contre l'érosion du littoral, nécessitent un suivi par les Armées, y compris politique, pour anticiper, et prévenir dans la mesure du possible, leurs impacts sur les implantations des FFCI.
	1/ Centraliser et capitaliser, au moins à l'échelle de chaque force de présence ou de souveraineté, les connaissances relatives au changement climatique (événements passés, dommages infrastructurels, matériels et humains, capacité à produire des informations prospectives - comme le suivi de l'érosion par exemple, planification intégrant des aléas climatiques et leur combinaison entre eux...).
Préparation des emprises	1/ Identifier les différentes fonctions essentielles devant être réalisées dans une emprise, et en déduire les bâtiments, matériels et zones du camp devant faire l'objet des mesures d'adaptation les plus poussées. Cette approche doit être évolutive en fonction de la destination d'une emprise (nouvelles missions assignées ou soutenues etc.). Les infrastructures extérieures au camp, nécessaire à la réussite des missions devront être intégrées (état des routes, port, aéroports, accès à des emprises...)
	2/ Réaliser un travail de scénarisation centré sur les effets cumulés de plusieurs aléas (ou à des fréquences rapprochées), affectant l'emprise, mais également l'agglomération d'Abidjan, en y incluant une dimension sanitaire. Ces scénarios permettraient de vérifier jusqu'à quel niveau de dégradation une implantation peut assurer les missions qui lui sont assignées.
	1/ L'amélioration de la résilience d'une emprise face à des risques climatiques a pour préalable que le statut juridique du site soit bien clarifié avec l'État hôte.

Gestion de crise et dialogues avec les acteurs locaux et nationaux	2/ Référencer les coopérations et dialogues noués avec des acteurs locaux dans différents domaines liés directement ou indirectement au changement climatique (gestion de crise, logistique, services en réseau, recherche scientifique).
	2/ Malgré la sensibilité politique de cette question, examiner l'hypothèse d'une participation de moyens français, y compris au sein de l'emprise de Port-Bouët, aux dispositifs ivoiriens de gestion de crise dans la région d'Abidjan.

6. Bibliographie

Publications institutionnelles

ATSE, *Assessment of impacts of climate change on Australia's physical infrastructure*, Report of a study by the Australian academy of technological sciences and engineering (ATSE), 2008, 55p.

Banque mondiale, *Pour que demain ne meure jamais. La Côte d'Ivoire face au changement climatique*, Banque mondiale, juillet 2018, 63p.

CEREMA, *Analyse des risques liés aux événements climatiques extrêmes sur les infrastructures, systèmes et services de transport*, Lyon, CEREMA, 2015.

Cochran I., *Infrastructures de transport en France : vulnérabilité au changement climatique et possibilités d'adaptation*, Etude Climat n°18. Paris : CDC Climat. 2009.

Department of Defense, *Climate-Related Risk to DoD Infrastructure. Initial Vulnerability Assessment Survey (SLVAS) Report*, Office of the Under Secretary of Defense Acquisition, Technology, and Logistics, January 2018, 32p.,
<https://climateandsecurity.files.wordpress.com/2018/01/tab-b-slvas-report-1-24-2018.pdf>

DJE KOUAKOU Bernard, *Programme National Changement Climatique. Document de stratégie du programme national Changement Climatique (2015-2020)*, Ministère de l'Environnement, de la salubrité et du développement durable, Septembre 2014, 84p.,
<http://www.environnement.gouv.ci/pollutec/CTS3%20LD/CTS%203.4.pdf>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) *Climate Change 2007. Synthesis Report*. IPCC, Geneva. 2007.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *Climate Change 2013: The Physical Sciences Basis, Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report*, Brussel-Vienna, 2013,
http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml,

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Working Group II Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report*, Brussel-Vienna, 2014,
http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml,

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield (eds.)]. In Press, 2018.

Ministère des Infrastructures, *Projet de renforcement de l'alimentation en eau potable en milieu urbain (PREMU. Rapport final, Cadre de gestion environnementale et sociale (CGES)*, Septembre 2016, 137p.,
<http://documents.worldbank.org/curated/en/221591475123751384/pdf/SFG2496-EA-FRENCH-P156739-Box396312B-PUBLIC-Disclosed-9-28-2016.pdf>

Ministère de l'Environnement, de la salubrité urbaine et du développement durable, *Plan National Changement Climatique (PNCC), Document de Stratégie du Programme National Changement Climatique (2015-2020)*, 2014.
<http://www.environnement.gouv.ci/pollutec/CTS3%20LD/CTS%203.4.pdf>

Ministère de la salubrité, de l'environnement et du développement durable, *cadre de politique de réinstallation (cPR) des populations du projet d'investissement régional de*

résilience des zones côtières en Afrique de l'Ouest – WACA, Octobre 2017, 119p.,
http://www.environnement.gouv.ci/fichier/CPRCotedivoire_versionfinale14112017.pdf

Ministère de la Salubrité, de l'environnement et du développement durable, *Troisième communication nationale (TCN) à la Convention cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques*, Abidjan, 2017, 131p., http://www.un-gsp.org/sites/default/files/documents/3069145_cite_divoire-nc3-1-cote_divoire_-_third_national_communication.pdf

Ministère de la Santé et de l'hygiène publique, *Plan National de Développement Sanitaire 2016- 2020*.
http://www.nationalplanningcycles.org/sites/default/files/planning_cycle_repository/cote_divoire/pnds_2016-2020.pdf

PNUE, Côte d'Ivoire. *Évaluation environnementale post-conflit*, Nairobi, Pnue, juillet 2015, 154p., https://postconflict.unep.ch/publications/Cote%20d%27Ivoire/UNEP_CDI_PCEA_FR.pdf

République de Côte d'Ivoire, *Rapport de la troisième communication nationale (TCN) de la Côte d'Ivoire dans le cadre des Nations Unies sur le changement climatique (CCNUCC)*, 2017., http://www.un-gsp.org/sites/default/files/documents/3069145_cite_divoire-nc3-1-cote_divoire_-_third_national_communication.pdf

WACA, République de Côte d'Ivoire, *Programme d'investissement régional de résilience des zones côtières en Afrique de l'Ouest (WACA Côte d'Ivoire). Cadre de gestion environnement et social (CGES)*, Octobre 2017, 171p., <http://environnement.gouv.ci/fichier/WACA.pdf>,

Monographies et articles

ABE Jacques, *Contribution à la connaissance de la morphologie et de la dynamique sédimentaire du littoral ivoirien (cas du littoral d'Abidjan). Essais de modélisation en vue d'une gestion rationnelle*, Université de Cocody (UFHB), Thèse de Doctorat en Océanologie, soutenue le 12 mars 2005, 352p.

ANGIGNARD Marjory, GREIVING Stefan, BAILLY Boris, DELACHENAL Manon, GLON Marine, *Indicateurs de vulnérabilité d'un territoire au changement climatique. Recueil de littérature internationale*, ADEME, 2013, 63p., <https://gain.nd.edu/our-work/>

BANKOFF G., Frerks G., Hilhorst D. (Eds.) *Mapping vulnerability: disasters, development and people*. Earthscan, London. 2004.

BERRON Henri. « Le littoral lagunaire de Côte d'Ivoire. Milieu physique, peuplement et modifications anthropiques ». *Cahiers d'outre-mer*, n° 176, Octobre-décembre 1991. pp. 45-363, https://www.persee.fr/doc/caoum_0373-5834_1991_num_44_176_3411

BLAIKIE P., Cannon T., Davis I., Wisner B.. *At risk: natural hazards, people's vulnerability and disaster*. Routledge, London. 1994.

Cabinet d'aménagement du carrefour Akwaba dans la commune de Port-Bouët, Abidjan. *Etude de la qualité du milieu aquatique*, CEMA-Environnement., janvier 2018, 85p.

CETID, Côte d'Ivoire. Fiche spécifique, CETID, Octobre 2016

CETID, *Guide technique, Amélioration de l'efficacité énergétique des installations de génie climatique Outre-mer*, SGA/SID, Edition n°1, Octobre 2016, 55p.

COOK, B.I., K.J. Anchukaitis, R. Touchan, D.M. Meko, and E.R. Cook, Spatiotemporal drought variability in the Mediterranean over the last 900 years. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 121 (5), 2060-2074, doi:10.1002/2015JD023929. 2016

DIBI KANGAH Pauline Agoh, « L'Harmattan dans les régions côtières de la Côte d'Ivoire, une anomalie météorologique ? », in GOGBE Téré, TOURE Mamoutou, KOFFIE-BIKPO Céline Yolande (dir.), *Géographie et Développement, Tome 1, Nature et développement*, Paris, l'Harmattan Côte d'Ivoire, Coll. Aniboué, 2018, pp.147-155

EVRADE Anaowa, EBA Larissa, KOUAME Kan Jean, DEH Serge, BALLIET René, TOURE Mahmoud, KOUAO ANOH Armand, JOURDA Jean Patrice Roger, "Evaluation de la vulnérabilité à la pollution d'une eau de surface destinée à l'adduction d'eau potable d'une métropole. Cas de la Lagune Aghien à Abidjan (Sud de la Côte d'Ivoire)", *European Scientific Journal*, December 2016, vol.12, n°36, pp.306-326

GBD 2016 Healthcare Access and Quality Collaborators, « Measuring performance on the Healthcare Access and Quality Index for 195 countries and territories and selected subnational locations: a systematic analysis from the Global Burden of Disease Study 2016 », *The Lancet*, 2018, vol. 391, n°10136, pp. 2236-2271.

GOGBE Téré, TOURE Mamoutou, KOFFIE-BIKPO Céline Yolande (dir.), *Géographie et Développement, Tome 1, Nature et développement*, Paris, L'Harmattan Côte d'Ivoire, Coll. Aniboué, 2018, 246p.

HAUHOUOT Célestin, KOFFI Philibert, POTTIER Patrick, "Sensibilité des plages du littoral ivoirien à l'érosion", in CHAUVEAU Etienne, POURINET Laurent, GUILLAUME Jacques (coord.), *Atlas permanent de la mer et du littoral. Tome 7, Les risques littoraux et maritimes*, Norois, 2015, pp.28-29,

https://www.researchgate.net/publication/313852781_Sensibilite_des_plages_du_littoral_ivoirien_a_l'erosion

IMDC, *Coût de la dégradation environnementale, évaluation du risque multi-aléas et analyse coût-bénéfice des solutions pour la zone côtière. D7d : Analyse coût-bénéfice des options de RRC et ACC sélectionnées pour la Côte d'Ivoire – secteur CI5 Port-Bouët*, Banque mondiale, WACA, NDF, 8 décembre 2017, 41p.,

<http://documents.worldbank.org/curated/en/965091527673846346/pdf/CBA-of-DRM-and-ACC-options-C-te-d'Ivoire.pdf>

IMDC, *Cost of Coastal Environmental Degradation, Multi Hazard Risk Assessment and Cost Benefit Analysis, D11 : Final project report*, World Bank, WACA NDF, 14 December 2017, 33p.,

<http://documents.worldbank.org/curated/en/687281527665032792/Cost-of-coastal-environmental-degradation-multi-hazard-risk-assessment-and-cost-benefit-analysis-D11-final-project-report>

KOFFI Koffi Philibert, HAUHOUOT Célestin, YAO Kouadio Salomon, DANGUI Nadi Paul, MONDE Sylvain, AKA Kouamé, « Evolution à long terme (quarante dernières années) du trait de côte du périmètre littoral Est de Port-Bouët et projection d'une ligne de recul », *Revue de géographie tropicale et d'Environnement*, n°2, 2014, pp.20-27, http://www.revues-ufhb-ci.org/fichiers/FICHIR_ARTICLE_2529.pdf

KONAN Konan Ernest, SIAKA BARTHELEMY Bamba, ABE Jacques, KOUAME Aka, "Impact des Tempêtes Récurrentes Sur le Modèle du Périmètre Littoral de Vridi-Port Bouet (Abidjan-Côte d'Ivoire)", *European Journal of Scientific Research*, vol. 28, n°2, 2009, pp.186-192

Konan Ernest Konan, Jacques Abe, Kouamé Aka, Urs Neumeier, Jan Nyssen et André Ozer, « Impacts des houles exceptionnelles sur le littoral ivoirien du Golfe de Guinée », *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, vol.22, n° 1, 2016, pp. 105-120, <https://journals.openedition.org/geomorphologie/11241>

KONAN Ernest et al, « Impacts des houles exceptionnelles sur le littoral ivoirien du Golfe de Guinée », *Géomorphologies*, 2016, vol. 22, n°1, pp.105-120

KONAN Yao Godefroy, *La planification intégrée, outil de développement durable des transports urbains : cas du grand Abidjan*, CODATU 2015, 2-5 February, 30p., <http://www.codatu.org/wp-content/uploads/Yao-Godefroy-Konan-FR.pdf>

LOMBARDO Cédric A., *Appui à la préparation de plan d'investissement multisectoriel IDA-17 et du plan d'investissement pour la ville de Grand-Lahou, République de Côte d'Ivoire*, Rapport de synthèse – Orientations et Plan d'Investissement multisectoriel (Livrables E & F), WACA, BeDevelopment, 10 juillet 2017, 72p., <http://documents.worldbank.org/curated/en/553861520966891386/pdf/124254-FRENCH-WP-PUBLIC-WACA-Lot-01-Livable-E-F-PIM-Final.pdf>

MONDE Sylvain, COULIBALY Aoua Sougo, WANGA Ted-Edouard, AKA Kouamé, « Hydrodynamique de l'estuaire de la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire), *Revue Paralia*, vol. 4, 2011, pp.1.1-1.14, <https://www.paralia.fr/revue/rpa1101.pdf>

Naval Facilities Engineering Command (NAVFAC), *Climate Change. Installation Adaptation and Resilience. Planning Handbook*, January 2017, 191p

KAMAN Paul, *Analyse des vulnérabilités aux catastrophes et des capacités de réponse en Côte d'Ivoire*, République de Côte d'Ivoire, Union économique et monétaire ouest-africaine, Avril 2013, 65p., <http://www.environnement.gouv.ci/pollutec/CTS3%20LD/CTS%203.13.pdf>

KANIEWSKI, D., J.J.J. Guiot, and E. Van Campo. Drought and societal collapse 3200 years ago in the Eastern Mediterranean: A review. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 6(4), 369-382, 33 doi:10.1002/wcc.345. 2015.

KONE Brama, CISSE Guéladio, HOUENOU Pascal Valentin, OBRIST Brigit, WYSS Kaspar, ODERMATT Peter, TANNER Marcel, « Vulnérabilité et résilience des populations riveraines liées à la pollution des eaux lagunaires de la métropole d'Abidjan, Côte d'Ivoire », *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Hors-série 3, décembre 2006, <http://journals.openedition.org/vertigo/1828>

N'GUESSAN BI VAMI Hermann, DIEDHIOU Arona, ADJAKPA Théodore, KOUADIO Boyossoro Hélène, BADARA Alioune Kone, KOUAME Koffi, YAPI Assa, KOAUDIO Affian, « Apport de la télédétection à l'analyse spatio-temporelle de l'évolution des extrêmes pluviométriques dans le district d'Abidjan au sud de la Côte d'Ivoire », in TOKO IMOROU Ismaïla, AROUNA Ousséni, TCHIBOZO Eric Alain (éd.), *Mélanges en hommage aux Professeur THOMAS Omer, HOUSSOU Sègbè Christophe et HOUNDAGBA Cossi Jean. La géographie au service du développement durable. Volume 3. Cartographie au service de l'aménagement du territoire et du développement durable*, Université d'Abomey-Calavi (UAC), Bénin, 26-28 septembre 2018, pp.364-378

ROBIN Marc, HAUOUOT Célestin, « Les risques naturels côtiers en Côte d'Ivoire », *Cahiers nantais*, n°51, 1999, pp.169-181, <https://igaron.univ-nantes.fr/les-cahiers-nantais/1998-2006/>

ROBIN Marc, HAUOUOT Célestin, AFFIAN Kouadio, ANOH Paul, ALLA DELLA André, POTTIER Patrick, « Les risque côtiers en Côte d'Ivoire », *Bulletin de l'Association de géographes français*, 81^{ème} année, n°3, septembre 2004, pp.298-314

ROMPS David M., SEELEY Jacob T., VOLLARO David, MOLINARY John, "Projected increase in lightning strikes in United States due to global warming", *Science*, 14 november 2014, vol.346, issue 6211, pp.851-854

SADIA Chérif, « Risque climatique et réactivité des populations urbaines vulnérabilisées face à la montée des eaux de mer à Gonzagueville, Abidjan (Côte d'Ivoire) », *Vertigo*, volume 14, numéro 1, mai 2014, <http://journals.openedition.org/vertigo/14743>

TOKO IMOROU Ismaïla, AROUNA Ousséni, TCHIBOZO Eric Alain (éd.), *Mélanges en hommage aux Professeur THOMAS Omer, HOUSSOU Sègbè Christophe et HOUNDAGBA Cossi Jean. La géographie au service du développement durable. Volume 3. Cartographie au service de*

l'aménagement du territoire et du développement durable, Université d'Abomey-Calavi (UAC), Bénin, 26-28 septembre 2018, 506p.

TOURE Baba, KOUAME Koffi Fernand, SOULEYE Wade, COLLET Claude, AFFIAN Kouadio, OZER André, RUDANT Jean-Paul, BIEMI Jean, « L'influence des actions anthropiques dans l'évolution historique d'un littoral sableux à forte dérive sédimentaire : la baie de Port-Bouët (Abidjan, Côte d'Ivoire) », *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, vol.18, n°3, 2012, pp. 369-382, <https://journals.openedition.org/geomorphologie/9990>

TOURE Mamadou, KONAN Konan Ernest, N'GUESSAN Yao Alexis, « Suivi de la morphologie de l'unité littoral Vridi-Port-Bouët (Abidjan) », *International Journal of Innovation and Scientific Research*, vol.39, n°1, Oct. 2018, pp.49-65

TUBIANA L., Gemenne F., Magnan A. *Anticiper pour s'adapter, le nouvel enjeu du changement climatique*. Paris : Pearson. 2010.

VAN VLIET, Michelle & Yearsley, John & Ludwig, Fulco & Vögele, Stefan & P. Lettenmaier, Dennis & Kabat, Pavel. "Vulnerability of US and European Electricity Supply to Climate Change". *Nature Climate Change*. 2. 676-681. 10.1038/nclimate1546. 2012.

VARLET François, *Le régime de la lagune Ebrié. Traits physiques essentiels*, Editions de l'Office de la recherche scientifique et technique Outre-mer, Travaux et documents de l'O.R.S.T.O.M., n°83, 1978, 231p., http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/Tra_d_cm/09308.pdf

WACA, Banque mondiale, NDF, *Renforcement du système de gestion de l'information environnemental pour le développement de la zone côtière. Etude de cas 03 : Côte d'Ivoire*, 2017, 5p., <http://documents.worldbank.org/curated/en/534711527859602704/pdf/CI-Renforcement-du-Syst-me-de-Gestion-de-l-Information-Environnementale-pour-le-D-veloppement-de-la-Zone-C-ti-re.pdf>

WANGO Ted Edgard, MOUSSA Mahmoud, N'GUESSAN Yao Alexis, MONDE Sylvain, "Hydrodynamique du complexe lagunaire Grand-Lahou, Ebrié et Aby (Côte d'Ivoire : Impacts des forçages fluviaux et de la marée », *Bulletin de l'Institut Scientifique*, Rabat, Section Sciences de la Terres, n°35, 2013, pp.27-38, mis en ligne le 16 mai 2014,

WEBER, T. et al., Analysing regional climate change in Africa in a 1.5°C, 2°C and 3°C global warming world. *Earth's Future*, 6, 1-13, doi:10.1002/2017EF000714. 2018.

Annexe 1 : Correspondance entre les typologies de NAVFAC et de l'ADEME (autre présentation, cf. 3.II.b)

Phénomènes associés au Changement climatique (NAVFAC)	Aléas (ADEME)
La montée des températures	<ul style="list-style-type: none"> - Vague de chaleur - Manque d'eau, sécheresse - Feux de forêt - Avalanches - Maladies
Les modifications des régimes de précipitations	<ul style="list-style-type: none"> - Manque d'eau, sécheresse - Feux de forêt - Inondation en milieu urbain - Crue torrentielle / coulée de boue et de débris - Intrusion salée - Avalanches - Mouvement de terrain et érosion - Maladies
Une augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements météorologiques extrêmes	<ul style="list-style-type: none"> - Inondation en milieu urbain - Crue torrentielle / coulée de boue et de débris - Avalanches - Mouvement de terrain et érosion - Tempête : vent - Tempête : pluie - Tempête : neige - Tempête : submersion littorale - Maladies
La hausse du niveau de la mer et les marées de tempêtes	<ul style="list-style-type: none"> - Hausse du niveau de la mer, inondation par submersion - Intrusion salée - Érosion littorale - Tempête : submersion littorale - Maladies

Annexe n°2 : Des enseignements à tirer de la gestion de la crise de maladie à virus Ébola en Afrique de l'Ouest

Un lien entre changement climatique et épidémie de maladie à virus Ébola a souvent été évoqué, en raison des perturbations sur l'écosystème et de son impact sur les interactions entre la faune et les êtres humains. Les causes sont cependant beaucoup plus complexes et l'origine de la crise a été multifactorielle, avec des facteurs aussi divers que la déforestation, la faiblesse des systèmes de santé des pays particulièrement affectés, l'urbanisation, la mobilité des populations et échanges transfrontaliers, mais aussi des déterminants politiques, culturels, sociaux et religieux.

Il ne s'agit pas ici de faire à partir de cette situation une projection des risques sanitaires pour la Côte d'Ivoire en fonction de l'évolution possible du climat, même s'il est possible d'envisager différents scénarios par modélisation. Il apparaît en effet extrêmement compliqué de prévoir l'émergence de crises sanitaires multifactorielles. Il est cependant intéressant de regarder si certains facteurs qui ont contribué au développement de la crise peuvent être retrouvés en Côte d'Ivoire et quelle a été la nature du soutien apporté par la France, et en particulier les armées françaises, lors de l'épidémie en Guinée.

L'assistance française immédiate à partir de 2014 a été axée sur :

- 1) la prise en charge médicale, avec le financement et l'installation de quatre centres de traitement Ébola (CTE), le soutien des capacités des laboratoires et le déploiement d'experts et de personnels soignants,
- 2) la formation des acteurs impliqués dans la crise, avec la mise en place de deux centres de formation, dont un en Guinée,
- 3) la protection des personnels soignants africains et internationaux, avec la mise en place du centre de traitement des soignants (CTS) à Conakry, et
- 4) le soutien aux communautés, avec des actions de sensibilisation. Comme pour l'intervention en Haïti, la réponse internationale à l'épidémie de maladie à virus Ébola a été caractérisée par une forte implication des acteurs militaires. Le recours à des moyens militaires a d'ailleurs été demandé par certaines ONG intervenant en première ligne sur le terrain. Elles ont reconnu que ces moyens étaient en effet indispensables dans des domaines clés pour la lutte contre l'épidémie, en particulier celui du soutien logistique (construction des centres de traitement, gestion des ponts aériens, aide en génie civil...).

→ Cet exemple permet d'identifier le type d'assistance que les armées doivent être en mesure de fournir en s'appuyant sur les infrastructures françaises en place. Par ailleurs, à l'occasion de la crise Ébola, s'est posée la problématique de la prise en charge des ressortissants français qui auraient pu être contaminés : quel accueil et quelle prise en charge médicale pour une personne qui présenterait des symptômes ? Par qui ? Ceux-ci ne se seraient en effet vraisemblablement pas dirigés naturellement vers les infrastructures de santé locales.

Annexe 3 : Questionnaire

Point de contact (France) : Alexandre Taithe, Fondation pour la recherche stratégique, a.taithe@frstrategie.org, 0143137777, 0660387026.

Prénom et Nom du point de contact sur l'emprise:

Fonction :

Autres services éventuellement consultés pour répondre au questionnaire :

-
-
-

1. Connaissance de l'emprise

1.1. Pouvez-vous décrire la situation générale de l'implantation (situation géographique, superficie, altitude, topographie interne, infrastructures logistiques à proximité, zone urbaine ou rurale) ?

-
-

1.2. Pouvez-vous procéder à une description interne de l'implantation (nombres de bâtiments (dont à usage d'habitation), zone sanitaire, composition des zones techniques, zones de stockage (carburant, munitions, eau...), zones de commandement et de communication, pistes d'atterrissage, aires de poser d'hélicoptères...). Un plan des implantations pourra être joint en annexe.

-
-

1.3. Type d'occupation (permanent, occasionnel, catégories de personnes présentes sur l'emprise (familles...) ou susceptibles d'être accueillies (ressortissants...)) ? Quel est l'effectif du camp (militaire et civil) ? Combien de personnes supplémentaires peuvent être accueillis, et pendant combien de temps ?

-
-

1.4. Quelle est l'autonomie du site (production d'eau, d'électricité et carburant, gestion des eaux usées...) ?

-
-

1.5. Quels sont les usages du site (missions assurées) ? Est-il possible de classer ces missions dans un ordre de priorité, certaines n'étant pas permanentes ?

-
-

1.6. Quel est le statut juridique de l'implantation, notamment si elle est située à l'étranger ? Quel droit s'applique en son sein, par exemple pour la définition des zones protégées ?

-
-

2. Exposition de l'emprise à des aléas :

2.1. Pouvez-vous renseigner le tableau suivant :

	1. A votre connaissance, l'emprise a-t-elle été exposée aux aléas suivants depuis 20 ans ?	2. Si oui, à quelle fréquence ? (Plusieurs fois par mois ? Par an ? Par décennies ?)	3. Si non, ces événements ont-ils touché son voisinage (jusqu'à 100km autour de camp)	4. Ces événements ont-ils causés des dégâts aux infrastructures ?	5. Ces événements ont-ils causés des dégâts matériels présents sur l'emprise ?	6. Ces événements ont-ils portés atteinte à des personnels, sur et en dehors du site ?
Vague de chaleur						
Feux de forêt						
Inondation en milieu urbain						
Hausse du niveau de la mer, inondation par submersion						
Crue torrentielle / coulée de boue et de débris						
Intrusion salée						
Avalanches						
Érosion littorale						
Mouvement de terrain et érosion						
Tempête – Cyclone : vent (y						

compris sable)						
Tempête – Cyclone : pluie						
Tempête : neige						
Tempête – Cyclone : submersion littorale						
Maladies						

2.2. Si vous avez répondu oui aux questions 4, 5 ou 6 du tableau, pouvez-vous donner des précisions sur le type de dégâts (réseau électrique, hélicoptères endommagés...) et des durées d'indisponibilité des matériels ou capacités ?

-
-

2.3. Un analyste/ingénieur météo est-il présent sur l'emprise ? (oui / non / ponctuellement – préciser dans ce cas) :

-
-

2.4. La hausse des températures

2.4.1. Connaissez-vous les températures auxquelles l'emprise est exposée (moyenne annuelle, moyenne des mois chauds et froids, minimales et maximales des mois les plus chauds et les plus froids, écart de température entre le jour et la nuit...) ? Pouvez-vous les préciser si vous les avez à disposition ?

-
-

2.4.2. La situation géographique de l'emprise nécessite-t-elle le chauffage ou le refroidissement des bâtiments ?

-
-

2.4.3. Quel est le couple de dimensionnement retenu pour les systèmes de génie climatique (température et humidité) ?

-
-

2.4.4. Des zones de l'emprise qui n'étaient ni chauffées ni climatisées, vont-elles nécessiter un apport de froid ou de chaud (stockage des munitions, de l'eau sanitaire et potable...) ? Si oui, pouvez-vous préciser ?

-
-

2.4.5. Les températures (et l'exposition au soleil) posent-elles des problèmes sanitaires dans l'emprise (stockage de l'eau sanitaire, de l'eau potable, eau stagnante dans certaines zones, températures extérieures extrêmes...) ? Si oui, pouvez-vous préciser ?

-
-

2.5. La hausse du niveau de la mer et les marées de tempêtes

2.5.1. A quelle distance l'emprise se situe-t-elle du littoral ?

-
-

2.5.2. A quelle altitude est le point culminant du camp ?

-
-

2.5.3. Le camp est-il situé dans une cuvette ?

-
-

2.5.4. Le camp est-il situé à proximité de cours d'eau ?

-
-

2.5.5. En cas de proximité du littoral :

- Quelle est la part du camp situé sous 1 mètre de hauteur ?
-
- Quelle est la part du camp situé sous 2 mètres de hauteur ?
-
- Quelle est la part du camp situé sous 3 mètres de hauteur ?
-
- Quelle est la part du camp situé sous 5 mètres de hauteur ?
-

2.5.6. Votre camp inclut-il des zones surplombant le littoral (falaises...) ?

-
-

3. Coopérations et dialogues avec les des acteurs locaux et nationaux

3.1. Des coopérations ou des échanges informels sont-ils initiés, en relation avec votre emprise, avec des acteurs locaux et nationaux sur les sujets suivants (oui / non, et décrire l'interlocuteur : pouvoirs publics -locaux, nationaux-, opérateurs logistiques, opérateurs de services en réseau, centre de recherche...).

- alimentation en eau,
- assainissement,

- électricité,
 - centres logistiques (ports, aéroports, gare routière),
 - procédures de gestion de crise,
 - météorologie,
 - adaptation du changement climatique
- 3.2. Si oui, pouvez-vous les détailler par sujet (fréquence des échanges, leur niveau de formalisation – coopération formelle, informelle, initiative personnelle...-, échanges techniques, représentation...)?
- alimentation en eau,
 - assainissement,
 - électricité,
 - centres logistiques (ports, aéroports, gare routière),
 - procédures de gestion de crise,
 - météorologie,
 - adaptation du changement climatique
- 3.3. Pouvez-vous évaluer le niveau d'acceptation de la force par la population locale (incidents de diverses natures, ou à l'inverse interventions au service des populations locales (pompiers, aide mobilisant des engins lourds...))?
- -
- 3.4. Avez-vous connaissances de projets d'aménagement, publics ou privés, qui seraient de nature à restreindre l'usage de l'emprise.
- -

4. Gestion de crise

4.1. Dans le cadre de la prévention et la gestion des crises, les scénarios de crises concernant l'emprise incluent-ils les aléas naturels suivants ?

	Oui/Non	Si oui, pouvez-vous préciser l'intensité, la durée d'exposition, et la fréquence d'occurrence de l'évènement retenu dans les scénarios ?
Vague de chaleur		
Feux de forêt		
Inondation en milieu urbain		
Hausse du niveau de la mer, inondation par submersion		
Crue torrentielle / coulée de boue et de débris		
Intrusion salée		
Avalanches		
Érosion littorale		
Mouvement de terrain et érosion		
Tempête : vent (et sable)		
Tempête : pluie		
Tempête : neige		
Tempête : submersion littorale		
Maladies		

4.1.1. Plusieurs de ces aléas ont-ils été combinés simultanément dans ces scénarios ? Si oui, précisez.

-
-

4.2. La fourniture des services essentiels fait-elle l'objet de procédures de gestion de crises avec les autorités du pays hôte dans le cas où l'emprise n'est pas autonome sur ces services (eau, assainissement et énergie) ?

-
-

4.3. Pouvez-vous décrire les différentes capacités de l'emprise en cas de crise dans les domaines suivants (et précisez) :

4.3.1. Le potentiel de la zone de vie

- Capacités d'hébergement
- Capacité de restauration

- Disponibilité de l'eau sanitaire / potable et le cas échéant le volume d'eau potable stocké
- 4.3.2. Le potentiel médical et sanitaire
- Description des facilités médicales (principaux matériels médicaux disponibles, capacité d'accueil, zone pouvant accueillir un hôpital de campagne)
- 4.3.3. Le potentiel logistique. En complément de la question 1.2., l'emprise dispose-t-elle :
- D'ateliers (véhicules terrestres ? hélicoptères ? Avions ?...)
 - De zones de stockage disponibles ?
 - De moyens logistiques propres (PPLOG ou camion civils, chariots porte-container, ou des transpalettes puissants) ?
 - Accès de l'emprise à des hélicoptères, des avions ?
 - Facilités portuaires ?
- 4.3.4. Le potentiel de gestion de crises
- Type et nombre de centre de commandement
 - Moyens de communications disponibles

Annexe 4 : liste des entretiens réalisés en juin 2019

CISMF (Toulouse)

Services des FFCI rencontrés en Côte d'Ivoire :

DETAIR
DIAL
DID
Bureau interarmées de prévention des FFCI
Service Météo
EMIA : Marine/station navale
EMIA J4
CO du 43^{ème} BIMA, S4

Institutions et personnes rencontrées en Côte d'Ivoire :

Aeria

Mr. Neme, Chef du Département Conformité et Gestion des Risques
Mr. Ouattara, Responsable Environnement

SODEXAM, Société d'Exploitation et de Développement Aéroportuaire, Aéronautique et Météorologique

Bomo Veronique MANOUAN épouse N'GORAN, *Ingénieur en Météorologie Générale*,
Chef de bureau application Météorologique, à la Direction de la Météorologie
Nationale SODEXAM

Boni Narcisse KINDIA, agrométéorologue, Direction de la Météorologie Nationale,
SODEXAM

LAPA-MF, Laboratoire de Physique de l'Atmosphère et de Mécanique des Fluides

Prof. Arsène Toka KOBÉA, Directeur du LAPA-MF, UFR SSMT, Université Félix Houphouët-
Boigny (UFHB)

Dr. Yves Kouassi Kouadio (climatologie et océanographie)

Dr. Kouakou Kouadio (Evènements extrêmes)

Dr. Julien Bahnio (CC et santé)

CURAT/UFHB, Centre Universitaire de Recherche et d'Application en Télédétection

Dr. Bi Vami Hermann Nguessan, Télédétection et SIG -Climat- Risques
hydrométéorologiques, CURAT/UFHB, Pôle Scientifique et d'Innovation à Bingerville.

CIE, Compagnie Ivoirienne d'Electricité

Paul Ginies, directeur du Centre des Métiers de l'Electricité, Compagnie Ivoirienne
d'Electricité (CIE)

Ministère de l'Environnement et du Développement durable (MINEDD)

Dr. Eric Michel ASSAMOI, Directeur de la Lutte contre les Changements Climatiques

Benjamin Ange Riquale (Coordinateur Climat et Nature)

Santou Akossi, (Renforcement de la finance climatique)

IGT, Institut de géographie tropicale, UFHB

Pr. Célestin Hauhouot

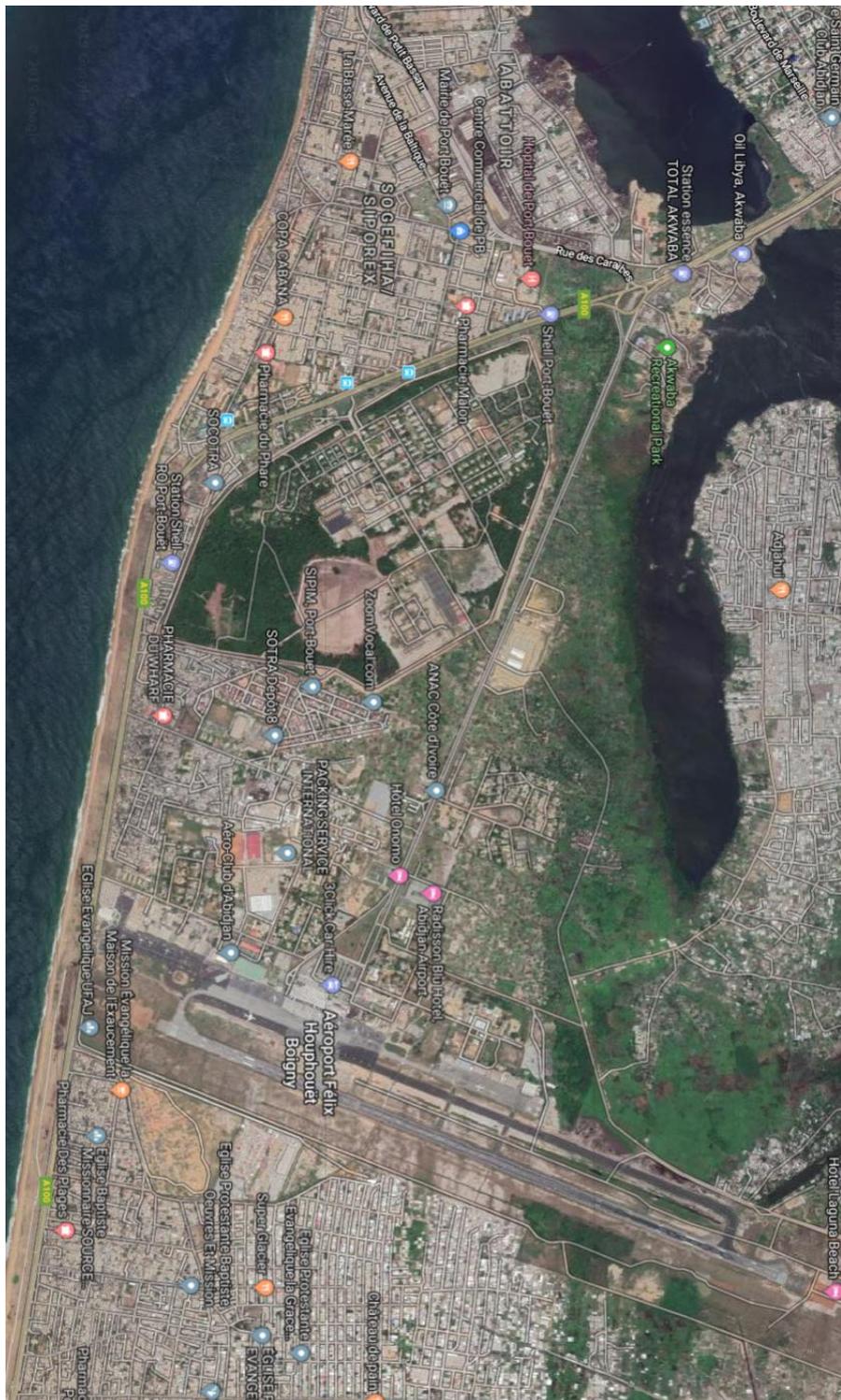
Dr. Yaya Bamba, Maitre-assistant

Par téléphone :

Dr. YAO Kouadio Salomon, Centre de Recherches Océanologiques (CRO) Abidjan,
Laboratoire de Physique et de Géologie Marine (PHYGEM)

Dr. Arona DIEDHIOU, IRD (Institut de recherche pour le développement), IGE / Université
Grenoble-Alpes

Annexe 5 : Photo satellite (2019) de l'emprise de Port-Bouët et de l'aéroport international Felix Houphouët-Boigny (la route A100 est la voie express Abidjan Grand-Bassam)⁹⁶



⁹⁶ Source : Google Maps, 2019