
RAPPORT D'ÉTUDE N°16

CEMC: CLIMATE CHANGE EVALUATION METHODOLOGY FOR MILITARY CAMPS*



*** Méthodologie d'évaluation de la vulnérabilité des emprises militaires aux changements climatiques**

Mai 2021

© Observatoire géopolitique
des enjeux des changements climatiques
en termes de sécurité et de défense

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.

À propos des auteurs

FRANÇOIS GEMENNE

Spécialiste des questions de géopolitique de l'environnement, François Gemenne est chercheur qualifié du FNRS à l'Université de Liège, où il dirige l'Observatoire Hugo, un centre de recherche consacré aux interactions entre les migrations et l'environnement. Il enseigne également les politiques d'environnement et les migrations internationales à Sciences Po Paris et Grenoble, et à l'Université Libre de Bruxelles. Il est par ailleurs auteur principal pour le GIEC, et directeur du domaine 'Développement durable' aux Presses de Sciences Po.

SOFIA KABBEJ

Sofia Kabbej est chercheuse au sein du Pôle Climat, énergie et sécurité de l'IRIS. Elle travaille en particulier sur l'Observatoire géopolitique des enjeux des changements climatiques en termes de sécurité et de défense. Ses travaux actuels se consacrent à la gouvernance de la sécurité climatique et de la géo ingénierie, en lien avec la modernité politique, et plus particulièrement aux questions de souveraineté. Elle étudie notamment ces sujets dans le cadre du doctorat qu'elle réalise au sein de l'école de sciences politiques et de relations internationales de l'Université du Queensland (Australie).

ALEXANDRE TAITHE

Alexandre Taithe est chargé de recherche FRS depuis 2007 où il est responsable du pôle environnement et sécurité. Il travaille sur les instabilités sociales et politiques qui découlent de dégradations de l'environnement, notamment sur les arbitrages sociaux et politiques relatifs aux interactions eau-agriculture-énergie-climat à différentes échelles. Il travaille enfin sur les conséquences sécuritaires des changements climatiques, notamment pour le ministère des Armées. Alexandre Taithe est l'auteur de trois ouvrages et d'une quarantaine de publications sur ces thèmes. Il enseigne de manière continue depuis 1998 (Paris I, ICP...).

JULIA TASSE

Julia Tasse est chercheuse et responsable du Programme Climat, énergie et sécurité à l'IRIS, où elle travaille sur les impacts géopolitiques et sécuritaires des changements climatiques. Elle s'est spécialisée sur les enjeux maritimes après avoir travaillé sur ces sujets au service de diverses structures - parmi lesquelles le World Ocean Council, la Food and Agriculture Organisation des Nations unies ou encore l'Agence française de développement. Ces expériences lui permettent d'étudier tout particulièrement les interactions entre sécurité, climat et océan d'un point de vue géopolitique.

FANNY BABALONE

Fanny Babalone est assistante de recherche à l'Observatoire Défense & Climat. Après une formation en droit international public et humanitaire, elle s'est spécialisée en sécurité et défense internationale. Elle a réalisé un mémoire de recherche sur les aspects juridiques, sécuritaires et géopolitiques du nucléaire.

Table des matières

À propos des auteurs.....	3
Table des matières.....	4
Liste des annexes	7
Liste des figures.....	8
Liste des tableaux.....	9
Introduction.....	10
I. Section comparative des méthodologies d'évaluation de la vulnérabilité aux changements climatiques dans les secteurs civils et militaires : apports de la CEMC14	
A. Les méthodologies d'évaluation de vulnérabilité aux changements climatiques dans le secteur civil.....	15
• Le concept de vulnérabilité dans le secteur civil.....	15
• Infrastructures touristiques	16
• Infrastructures de transport	19
• Infrastructures critiques.....	23
• Sécurité nationale	25
• Système socio-écologique.....	28
B. Les méthodologies militaires d'évaluation de la vulnérabilité aux changements climatiques	32
• Méthode à destination des infrastructures de l'U.S. Navy (méthode NAVFAC)....	32
• Évaluation de la vulnérabilité aux changements climatiques de 3 500 sites militaires américains et à l'étranger	34
• Le Army Climate Resilience Handbook étatsunien (ACRH).....	35
• Le DoD Climate Assessment Tool (DCAT) étatsunien	36
• La Climate Impact Risk Assessment Methodology (CIRAM) britannique.....	37
C. Présentation de la Climate change Evaluation methodology for Military Camps (CEMC)	39

- Retour sur les Notes d'analyse 2 et 4..... 39
- Atouts de l'approche proposée dans les NA 2 et 4..... 42
- Limites de l'approche proposée dans les NA 2 et 4..... 43
- La Climate change Evaluation methodology for Military Camps (CEMC) - méthodologie d'évaluation de la vulnérabilité des emprises militaires aux changements climatiques 44

II. La Climate change Evaluation methodology for Military Camps (CEMC) : 10 étapes, 3 outils de visualisation..... 51

Etape 1. Connaissance de l'emprise et de ses fonctions..... 55

- Les spécificités militaires d'une évaluation de vulnérabilité 55
- L'emprise militaire dans les dispositifs de gestion de crise 57
- Les fonctions actuelles et possibles d'une emprise 58

Etape 2. Collecte de données des composantes exposition, dégradation et stabilité 63

- Collecte de données sur l'exposition de l'emprise et de son milieu d'implantation aux impacts des changements climatiques 63
- Collecte de données sur la dégradation du milieu naturel 68
- Collecte de données sur la stabilité de l'emprise 70

Etape 3. Identification des personnes ressources..... 77

- Chercheurs et institutionnels locaux..... 77
- Personnes ressources de l'emprise 78

Etape 4. Diffusion du questionnaire aux personnes ressources de l'emprise 80

Etape 5. Mission sur site 82

- Organisation de la prise de contact 82
- Organisation de l'agenda des entretiens..... 85

Etape 6. Entretiens avec les personnes ressources 86

- Entretiens avec des personnels de l'emprise 86

• Entretiens avec des chercheurs et institutionnels	86
• Déplacements	87
Etape 7. Complément de la collecte de données et mise à jour des connaissances .	88
Etape 8. Evaluation de la sensibilité de l’emprise aux changements climatiques.....	90
• <i>L’évaluation de l’exposition du système emprise</i>	91
• <i>L’évaluation de la dégradation du système emprise</i>	94
• <i>L’évaluation de la stabilité du système emprise</i>	95
•L’évaluation de la sensibilité du système emprise	96
Etape 9. Diagnostic final de vulnérabilité de l’emprise aux changements climatiques	102
Etape 10. Rédaction de l’évaluation de vulnérabilité aux changements climatiques	108
III. Atouts et limites de la CEMC	109
• Atouts	110
• Limites	110
Conclusion.....	112
Annexes.....	113
Bibliographie.....	130

Liste des annexes

Annexe 1. Tableau de sélection des fonctions à étudier pour une entreprise

Annexe 2. Questionnaire

Annexe 3. Tableau de gestion des contacts et rendez-vous

Annexe 4. Exemple de message de prise contact

Annexe 5. Échelles et tableau exposition de l'entreprise aux changements climatiques

Annexe 6. Échelles et tableau sensibilité de l'entreprise aux changements climatiques

Annexe 7. Échelles et tableau diagnostic final de vulnérabilité de l'entreprise aux changements climatiques

Liste des figures

Figure 1. Schéma des étapes de la CEMC

Figure 2. Critères retenus dans la méthodologie de Perch-Nielsen

Figure 3. Étapes de la méthodologie de Moreno et Becken

Figure 4. Cadre d'évaluation de la vulnérabilité de Fidji, en tant que destination touristique, au risque cyclonique

Figure 5. Risques et impacts pour les infrastructures ferroviaires

Figure 6. Risques et impacts pour les infrastructures routières

Figure 7. Les composants de l'IVPCC

Figure 8. Matrice et extrait du questionnaire proposés par ATSE

Figure 9. Cadre conceptuel de la méthodologie du HCSS

Figure 10. Exemple d'une matrice des risques d'inondation côtière (niveau mondial)

Figure 11. Exemple d'une carte thermique des risques d'inondation côtière (niveau mondial)

Figure 12. Cadre conceptuel de la vulnérabilité socio-écologique utilisée pour lier les dépendances humains-nature

Figure 13. Exemples de variables par composantes des sous-systèmes de la méthodologie de Thiaut et al.

Figure 14. Vulnérabilité socio-écologique à Moorea, Polynésie française

Figure 15. Indicateurs associés aux aléas dans le DCAT

Figure 16. Les quatre étapes du CIRAM

Figure 17. Le système emprise, composé d'un sous-système technique (l'installation) et d'un sous-système socio-naturel (le milieu social, naturel, politique et économique)

Figure 18. Illustration de l'exposition des deux sous-systèmes

Figure 19. Articulation des composantes de la vulnérabilité du système emprise

Figure 20. Carte de l'emprise générique

Figure 21. Recensement des indicateurs d'exposition cités dans la littérature

Liste des tableaux

Tableau 1. Correspondance entre les typologies de NAVFAC et de l'ADEME

Tableau 2. Sélection des fonctions à étudier pour une emprise (à compléter selon la nature de l'emprise) : exemple de l'emprise générique (EG)

Tableau 3. Exemple de tableau de gestion des contacts et rendez-vous

Tableau 4. Combinaisons et interactions potentielles des effets des changements climatiques, des aléas (météorologiques et climatiques) et des dégradations du milieu naturel

Tableau 5. Exposition de l'emprise générique aux impacts des changements climatiques

Tableau 6. Sensibilité de l'emprise générique et de son milieu d'implantation aux impacts des changements climatiques (sans mesure d'adaptation)

Tableau 7. Diagnostic final de vulnérabilité de l'emprise générique aux changements climatiques

Introduction

Les changements climatiques sont mentionnés depuis plusieurs années dans les documents stratégiques des forces armées, que ce soit ceux du ministère des Armées français¹ comme de nombre de ministères de la Défense étrangers². Souvent, ces changements sont considérés comme une menace à la sécurité nationale et internationale ou un multiplicateur de risque/menace, notamment du fait de l'augmentation de l'intensité et de la fréquence des événements climatiques extrêmes et à évolution lente ainsi que leurs conséquences sur le paysage stratégique.

Au-delà des éléments de doctrines, quelques forces armées des pays les plus avancés ont commencé à **intégrer les enjeux climatiques à leurs pratiques**, à travers la création de comités stratégiques dédiés, par le biais d'efforts pour atteindre une résilience énergétique ou encore par l'adaptation de leurs opérations et équipements à un monde plus chaud.³ Ici, l'enjeu est de maintenir ou augmenter l'effet militaire, afin de permettre aux forces armées d'opérer dans des conditions dégradées par l'augmentation de la température moyenne globale, et par les divers impacts des changements climatiques. En outre, **les infrastructures des armées ne sont pas exemptées** et on observe qu'un nombre réduit de pays, au premier rang desquels les États-Unis, ont entrepris d'évaluer la vulnérabilité de leurs emprises aux changements climatiques.

La conduite de telles évaluations n'est que peu surprenante dans la mesure où de très nombreuses emprises militaires sont situées dans des zones qui sont et seront particulièrement affectées par les impacts des changements climatiques. Ces évaluations reposent sur des méthodologies souvent rendues publiques par les armées concernées (États-Unis et Royaume-Uni) et témoignent chacune de spécificités dans leur approche (cadre conceptuel, approche quantitative ou qualitative). Pourtant, force est de constater que cet **exercice demeure une pratique exceptionnelle pour les ministères de la Défense**, à rebours des nombreuses évaluations de la vulnérabilité climatique des infrastructures civiles ou encore de certains écosystèmes.

Parmi les pays ayant intégré les enjeux climatiques à la doctrine et aux pratiques de leurs forces armées, la France est considérée comme un des plus proactifs.⁴ Cela s'explique notamment par la stratégie de développement durable initiée depuis déjà quelques années, l'implication des forces armées françaises dans les réponses aux catastrophes naturelles sur le territoire national et à l'étranger, et le soutien du ministère des Armées à la recherche, comme en témoigne la création de l'Observatoire géopolitique des enjeux des changements climatiques en termes de sécurité et de défense (Observatoire

¹ Livres blancs de 2008 et 2013 par exemple.

² Observatoire Défense et Climat, 2021, "L'intégration des enjeux climato-environnementaux aux forces armées étrangères", Rapport d'Etude n°15, Institut de relations internationales et stratégiques.

³ *Ibidem.loc.cit*

⁴ Clingendael, 2020, "Ready for take-off? Military responses to climate change", *Planetary Security Initiative*, p.4

Défense et Climat) en 2016. Dans la lignée de ces initiatives, le ministère des Armées français a commandé auprès de l'Observatoire, en 2018 et 2019, les notes d'analyse (NA) 2 et 4 avec pour objectif d'étudier, d'une part, sur un plan générique, la vulnérabilité des infrastructures militaires et des points de stationnement français face aux impacts des changements climatiques, et d'autre part, de proposer une évaluation de la vulnérabilité climatique des implantations françaises en Côte d'Ivoire.

Forts des enseignements tirés de ces exercices qui ont démontré, entre autres, leur utilité dans le contexte d'intensification des impacts des changements climatiques, ce rapport vise à présenter la **Climate change Evaluation methodology for Military Camps (CEMC) : une méthodologie, générique et répliquable, d'évaluation de la vulnérabilité des emprises militaires aux impacts des changements climatiques**. En formalisant et en apportant des compléments à la méthodologie développée lors des NA2 et 4, ce document vise la compréhension des étapes, ainsi que l'appropriation des concepts et des enjeux par des acteurs non spécialistes des changements climatiques. La CEMC permet aussi à la France de rendre publique une méthodologie déjà mise en œuvre et d'apporter aux discussions internationales autour de ces questions le point de vue français.

Cette méthodologie se distingue par son approche systémique de la vulnérabilité, une vision des changements climatiques comme un défi nouveau, et une approche principalement qualitative. Elle propose une **analyse opérationnelle** de la vulnérabilité des emprises, qui se concentre sur les impacts des changements climatiques sur les **fonctions et missions essentielles** de ces dernières, à différentes échelles temporelles.

Afin de permettre une meilleure appréciation du cadre conceptuel et de l'approche retenue pour la CEMC, **la première partie de ce rapport capitalise sur les éléments proposés dans les NA 2-4 et propose une analyse comparative des méthodologies les plus récentes d'évaluation de la vulnérabilité aux changements climatiques des infrastructures dans les domaines civils et militaires**. Elle inclut également la critique d'une méthodologie d'évaluation des **risques climatiques posés à la sécurité nationale** d'une part, et d'une méthodologie d'évaluation de la vulnérabilité **de systèmes socio-écologiques** aux changements climatiques d'autre part. Comme nous le verrons, la prise en compte de ces deux méthodologies se justifie par leurs apports conceptuels et opérationnels.

Cette première partie se termine par la présentation de la CEMC, en proposant tout d'abord **une synthèse des éléments exposés dans les NA 2 et 4, et en insistant sur les atouts et limites de l'approche proposée et appliquée aux forces françaises en Côte d'Ivoire (FFCI)**. Ensuite sont détaillées et justifiées **les quatre caractéristiques de la CEMC, qui se distingue par une approche systémique/interactive, systématique, quantitative et qualitative de la vulnérabilité**. L'explication du caractère systématique expose le **cadre conceptuel de la CEMC**, qui repose sur l'évaluation de quatre composantes (l'exposition, la dégradation, la stabilité et la sensibilité) et l'intégration du concept de potentiel d'adaptation comme critère d'appréciation supplémentaire.

Compte tenu de l'objectif de répliquabilité et d'appropriation de la CEMC par le ministère des Armées, **la seconde partie présente de manière pédagogique les 10 étapes nécessaires à l'application de la méthodologie (résumées dans le schéma ci-dessous).** Afin de permettre une meilleure compréhension de l'exercice demandé, **chaque étape fournit également des éléments contextuels et explicatifs, ainsi que des conseils.** Ce rapport fournit également en annexes le questionnaire et les tableaux de restitution nécessaires à la conduite de la CEMC. Par ailleurs, les étapes relatives à l'évaluation des composantes de la vulnérabilité proposent des **encadrés illustratifs** qui se basent sur une emprise fictive, appelée emprise générique (EG), dont la carte et la description sont présentées en début de partie II.

Figure 1. Schéma des étapes de la CEMC



(Source : Auteur)

Enfin, la troisième partie du rapport revient **sur les atouts et limites de la CEMC**, et propose des axes d'améliorations.

Alors que l'agenda climatique s'accélère (COP26) et que la sécurité climatique est portée au sein des arènes de discussions internationales (Sommet pour le Climat de Joe Biden le 22 avril 2021, Sommet de l'OTAN le 14 juin 2021 et COP26 en novembre 2021), la pertinence de l'évaluation de la vulnérabilité des emprises militaires aux changements climatiques n'est plus à démontrer. La publication de ce rapport vient **consolider l'approche française de la vulnérabilité climatique** et soutenir les engagements nationaux en termes d'adaptation.

Comme les différentes étapes de la CEMC le soulignent, les avancées scientifiques étant constantes, cette méthodologie devra être mise à jour et complétée par les derniers modèles du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat), par les apports techniques proposés par d'autres forces armées et par d'éventuels standards internationaux.

Les auteurs de ce rapport se tiennent à la disposition des lecteurs pour échanger autour des piliers conceptuels et des éléments techniques qui structurent la CEMC.

I. Section comparative des méthodologies d'évaluation de la vulnérabilité aux changements climatiques dans les secteurs civils et militaires : apports de la CEMC



Capitalisant sur les notes d'analyse (NA) 2 et 4 de l'Observatoire Défense & Climat, cette section propose de **compléter l'analyse critique** des méthodologies d'évaluation civiles et militaires afin d'en souligner les éléments pertinents pris en compte dans l'élaboration de la *Climate change Evaluation methodology for Military Camps*⁵ (CEMC). Contrairement aux NA 2 et 4, la section d'analyse des méthodologies civiles ne se concentre pas uniquement sur celles évaluant la vulnérabilité d'infrastructures et inclut la critique d'une méthodologie d'évaluation des **risques climatiques posés à la sécurité nationale** d'une part, et d'une méthodologie d'évaluation de la vulnérabilité **de systèmes socio-écologiques** d'autre part. La prise en compte de ces deux méthodologies se justifie par leurs apports conceptuels et opérationnels. Par ailleurs, la section comparative des méthodologies militaires a été mise à jour par un exercice critique de celles rendues publiques entre la remise des NA 2-4 au ministère des Armées et la rédaction de ce rapport – soit entre juillet 2019 et mai 2021.

A. Les méthodologies d'évaluation de vulnérabilité aux changements climatiques dans le secteur civil

La plupart des évaluations de vulnérabilité aux changements climatiques qui existent dans la littérature ont été développées par le secteur civil, et se concentrent le plus souvent sur les infrastructures et les écosystèmes. Quoique ce rapport porte sur les emprises militaires, les **évaluations de vulnérabilité réalisées dans le secteur civil sont néanmoins riches d'enseignements.**

- **Le concept de vulnérabilité dans le secteur civil**

Il existe dans la littérature plusieurs définitions de la vulnérabilité, et le concept est parfois délicat à circonscrire. 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'adaptation⁶.

La vulnérabilité renvoie donc à **l'état de relative fragilité d'un territoire/d'une population et/ou d'un écosystème.** 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

⁵ Méthodologie d'évaluation de la vulnérabilité des emprises militaires aux changements climatiques.

⁶ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007, "Climate Change 2007". *Synthesis Report*. IPCC, Geneva.

risques, etc.^{7,8}. Très souvent, pourtant, ces conditions sont résumées au seul niveau de pauvreté, et l'idée selon laquelle les plus pauvres sont les plus vulnérables aux changements climatiques 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 des changements climatiques, voire pas du tout. **Il importe donc de dépasser une vision fondée sur le déterminisme économique** – c'est à cela que se sont attelés de nombreux travaux récents d'évaluation de la vulnérabilité des installations civiles.

Par ailleurs, la vulnérabilité des territoires et populations aux changements climatiques est également déterminée par **la vulnérabilité des écosystèmes sur lesquels ils reposent**. Or, comme les sociétés humaines, les écosystèmes subissent de plus en plus les impacts des changements climatiques aux côtés d'autres formes de dégradation (destruction de la biodiversité, déforestation, pollution, etc.). Ce faisant, depuis quelques années, les chercheurs se sont également attelés à développer des méthodologies d'évaluation de la vulnérabilité des écosystèmes aux changements climatiques, avec l'objectif de mieux guider la prise de décision en matière de stratégie de conservation de la biodiversité et d'adaptation aux changements climatiques. **L'apport principal des chercheurs en sciences naturelles a trait à la prise en compte des interactions entre l'écosystème et les populations qui en dépendent dans l'exercice d'évaluation**. Comme nous le verrons, cette approche systémique inspirée du secteur civil a été transposée à l'évaluation des emprises militaires, et signifie que l'on porte un intérêt particulier aux interactions et dépendances de l'emprise étudiée avec son milieu d'implantation (cf. p.42-43).

- **Infrastructures touristiques**

Le tourisme est un secteur particulièrement exposé aux impacts des changements climatiques, et en particulier le tourisme balnéaire et de sports d'hiver. La répartition mondiale des flux touristiques et les pratiques touristiques elles-mêmes seront affectées. De surcroît, le secteur dépend également des politiques de lutte contre les changements climatiques, dans la mesure où il constitue un secteur très émetteur de gaz à effet de serre (GES). **Une évaluation de la vulnérabilité des infrastructures touristiques aux impacts des changements climatiques devra donc nécessairement tenir compte de cette dualité**. Lorsqu'on évalue cette vulnérabilité, il importe donc de ne pas uniquement mesurer la résistance des infrastructures aux impacts des changements climatiques, mais également de **tenir compte de leur usage**.

En conséquence, le secteur touristique a fait l'objet d'une attention particulière dans les études de vulnérabilité. Celles-ci souffrent néanmoins de deux biais, pour le sujet qui nous

⁷ Blaikie P., Cannon T., Davis I., Wisner B., 1994, *At risk: natural hazards, people's vulnerability and disaster*. Routledge, London.

⁸ Bankoff G., Frerks G., Hilhorst D. (Eds.), 2004, *Mapping vulnerability: disasters, development and people*. Earthscan, London.

concerne. Tout d'abord, **peu d'évaluations se penchent spécifiquement sur la question des infrastructures touristiques** : c'est avant tout la vulnérabilité du tourisme en tant que secteur économique qui est analysée.⁹ Ensuite, lorsqu'elles font l'objet d'évaluation, les infrastructures sont généralement **classées par secteur, et non dans leur globalité** : infrastructures côtières, stations de sports d'hiver, etc.

Il est en outre possible de distinguer deux grands types de méthodologies, utiles pour une application aux emprises militaires. D'une part, des méthodologies organisées sous forme d'**indices de vulnérabilité**, calculés à partir d'un certain nombre de critères, qui sont ensuite pondérés. Ainsi, la méthodologie proposée par Perch-Nielsen (2010) est l'une des plus utilisées. Cette méthodologie s'appuie sur plusieurs indicateurs de vulnérabilité liés à **l'exposition, à la sensibilité et à la capacité d'adaptation**, soit les trois composantes généralement retenues pour déterminer la vulnérabilité. Le tableau ci-dessous détaille les différentes variables retenues, qui incluent des indicateurs climatiques, mais également économiques et politiques.

Figure 2. Critères retenus dans la méthodologie de Perch-Nielsen (2010)

Dimension	Mechanism	Indicator(s)	wei0 (%)	wei1 (%)	wei2 (%)	wei3 (%)
Exposure	Mean changes	Change in B-TCI	33	50	25	25
	Extreme events	Maximum 5-day precipitation total fraction of total precipitation due to events exceeding the 95th percentile of the climatological distribution for wet day amounts	33	25	25	50
		Biodiversity	Required adaptation of corals to increased thermal stress	33	25	50
Sensitivity	Mean changes	Share of arrivals for leisure, recreation and holidays	33	25	20	50
	Extreme events	Number of people totally affected by meteorological extreme events	33	25	40	25
	Sea level rise	Number of people additionally inundated once a year given a sea level rise of 50 cm	33	50	40	25
Adaptive capacity	Economic	Length of low lying coastal zone with more than 10 persons per km ²				
		Beach length to be nourished in order to maintain important tourist resort areas (all three equal weights)				
		GDP per capita. Purchasing power parity	14	20	14	43
	Knowledge	Total gross enrolment	14	20	14	14
	Technology	Internet users	14	20	14	14
Institutions	Regulatory quality	29	20	14	14	
Tourism importance	GDP generated by the travel and tourism industry	29	20	43	14	

(Source : Perch-Nielsen, 2010)

⁹ Voir par exemple Calgaro, E., Lloyd, K., & Dominey-Howes, D, 2014, "From vulnerability to transformation: A framework for assessing the vulnerability and resilience of tourism destinations". *Journal of Sustainable Tourism*, 22(3), 341-360 ; Scott, D., Hall, C. M., & Gössling, S, 2019, "Global tourism vulnerability to climate change". *Annals of Tourism Research*, 77, 49-61.

La principale limite de cette méthodologie tient au fait que les variables sont appliquées à l'échelle d'un pays, et non des infrastructures touristiques.

D'autres méthodologies proposent des cadres d'évaluation en plusieurs étapes.¹⁰ Quoiqu'elle soit limitée au tourisme côtier, la méthodologie proposée par Moreno et Becken (2009) propose une approche pertinente en détaillant cinq étapes qui peuvent facilement être adaptées à d'autres types d'infrastructure. **La CEMC s'inspire notamment de cette approche par étapes, en fournissant une méthodologie en 10 étapes répliquables pour toute emprise militaire** (cf. partie II). Les cinq étapes d'évaluation de la vulnérabilité proposées par Moreno et Becken (2009) sont les suivantes :

Figure 3. Étapes de la méthodologie de Moreno et Becken (2009)

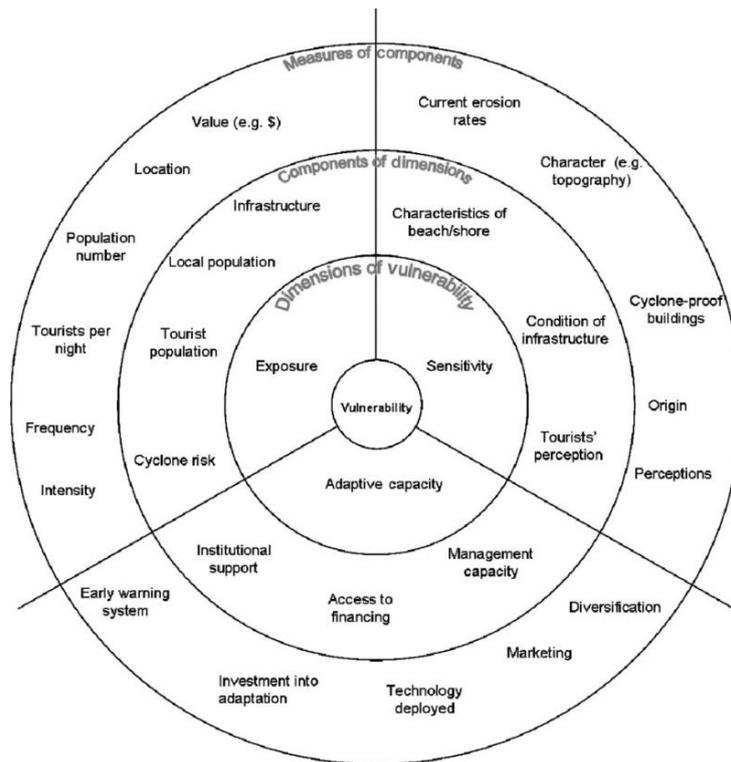


(Source : Moreno et Becken, 2009)

¹⁰ Moreno, A., & Becken, S, 2009, "A climate change vulnerability assessment methodology for coastal tourism". *Journal of Sustainable Tourism*, 17(4), 473-488. ; Calgaro, E., Lloyd, K., & Dominey-Howes, D, 2014, "From vulnerability to transformation: A framework for assessing the vulnerability and resilience of tourism destinations". *Journal of Sustainable Tourism*, 22(3), 341-360.

La principale limite de cette méthodologie tient précisément à **son caractère trop facilement généralisable, et de ce fait assez superficiel dans l'évaluation**. À nouveau, l'évaluation se concentre sur les destinations, plutôt que sur des infrastructures, mais un cas d'étude à Fidji permet de mieux réaliser la manière dont les cinq étapes peuvent se décliner en pratique - ici par rapport au risque cyclonique.

Figure 4. Cadre d'évaluation de la vulnérabilité de Fidji, en tant que destination touristique, au risque cyclonique



(Source : Moreno et Becken, 2009)

Plusieurs groupes hôteliers français, tels Accor ou Le Club Med, ont ainsi commandé des études de vulnérabilité de leurs infrastructures au cours des dernières années, mais celles-ci ne sont pas publiques. La méthode d'évaluation reposait sur deux éléments : la résistance des infrastructures touristiques elles-mêmes aux aléas climatiques, et **la vulnérabilité du pays dans lequel elles étaient installées, qui était déterminante pour les flux touristiques**. Cette évaluation à deux niveaux est également très utile pour l'évaluation de la vulnérabilité des emprises militaires, et constitue sans doute le principal apport de l'évaluation des vulnérabilités du secteur touristique.

- **Infrastructures de transport**

Les infrastructures de transport sont évidemment cruciales dans la capacité d'adaptation d'un territoire. Elles sont également **très vulnérables aux impacts des changements climatiques, et de nombreuses perturbations sont déjà constatées**, qu'il s'agisse de

fermetures temporaires d'aéroports, de l'effondrement de routes, ou de perturbations ferroviaires importantes. Malheureusement, contrairement au secteur touristique, un examen approfondi de la littérature ne fait pas apparaître un foisonnement de méthodologies d'évaluation de la vulnérabilité climatique des infrastructures de transport, qu'elles soient routières, ferroviaires ou (aéro-)portuaires. La littérature se concentre plutôt sur une description détaillée des impacts des changements climatiques qui affecteront les infrastructures de transport¹¹, ou alors sur des recommandations quant à la manière d'adapter à l'avenir ces infrastructures.¹²

Il importe néanmoins de relever deux études qui proposent des outils méthodologiques utiles, et potentiellement transposables aux emprises militaires. La première est française, et a été réalisée par I. Cochran pour le compte de la Mission Climat de la Caisse des Dépôts et Consignation (2009). Bien qu'elle ne soit pas récente, cette étude reste considérée comme une référence pour l'évaluation des vulnérabilités des infrastructures de transport. Cette méthodologie s'appuie sur l'identification de risques physiques à partir de variables climatiques, qui sont ensuite **quantifiés et traduits en impacts opérationnels**. Les tableaux suivants montrent les variables retenues pour les infrastructures ferroviaires et routières.

Figure 5. Risques et impacts pour les infrastructures ferroviaires

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 humide/sèche Baisse de l'humidité disponible	Visibilité réduite

(Source : Cochran, 2009)

¹¹ Regmi, M. B., & Hanaoka, S., 2011, "A survey on impacts of climate change on road transport infrastructure and adaptation strategies in Asia". *Environmental Economics and Policy Studies*, 13(1), 21-41; Koetse, M. J., & Rietveld, P., 2009, "The impact of climate change and weather on transport: An overview of empirical findings". *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 14(3), 205-221.; Nemry, F., & Demirel, H., 2012, "Impacts of Climate Change on Transport: A focus on road and rail transport infrastructures". *European Commission, Joint Research Centre (JRC), Institute for Prospective Technological Studies (IPTS)*, 93.

¹² Quinn, A. D., Ferranti, E. J., Hodgkinson, S. P., Jack, A. C., Beckford, J., & Dora, J. M., 2018, "Adaptation Becoming Business as Usual: A Framework for Climate-Change-Ready Transport Infrastructure". *Infrastructures*, 3(2), 10.; Taylor, M. A., & Philp, M., 2010, "Adapting to climate change-implications for transport infrastructure, transport systems and travel behaviour". *Road & Transport Research: A Journal of Australian and New Zealand Research and Practice*, 19(4), 66.

Figure 6. Risques et impacts pour les infrastructures routières.

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 humide/sèche 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	Evolution des précipitations Evolution des températures	/

(Source : Cochran, 2009)

A partir de cette grille d'analyse, le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA) a publié en 2015 **un guide méthodologique¹³ à destination des gestionnaires de réseaux de transport**, afin qu'ils puissent évaluer la vulnérabilité de leurs réseaux et augmenter leur capacité d'adaptation.

La méthodologie repose sur une grille d'évaluation de la vulnérabilité climatique, organisée selon plusieurs critères. Cette grille prévoit à la fois une évaluation de la **criticité physique**,

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

mais aussi de la **criticité fonctionnelle**. Cette double évaluation repose sur la possibilité d'une triple caractérisation :

- Caractérisation des aléas climatiques.
- 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 évaluations de criticités physique et fonctionnelle permet la réalisation de l'analyse de risque. **Ici, nous retenons l'intérêt d'axer l'analyse de vulnérabilité sur l'intégrité et la fonctionnalité de l'entité étudiée.** Dans le cas de la CEMC, nous nous concentrons sur l'évaluation de la vulnérabilité d'une emprise, comprise alors comme **la capacité d'une emprise à réaliser, en prenant en compte un potentiel d'adaptation, chacune de ses fonctions essentielles, suite à l'occurrence d'un aléa climatique ou la combinaison de plusieurs aléas, qui l'impacteraient directement, ou indirectement en impactant son milieu d'implantation**

Il importe de mentionner également un outil développé par Schweikert et al. (2014) et applicable aux infrastructures routières. Cet outil, appelé Infrastructure Planning Support System (IPSS), est un logiciel informatique qui permet de modéliser les impacts des changements climatiques, brutaux comme progressifs, sur les infrastructures routières. A partir de l'évaluation de l'étendue du réseau routier de chaque pays et des moyens qui sont consacrés à son entretien, l'IPSS peut **prédire le coût des impacts des changements climatiques** pour l'infrastructure routière à horizon 2050 et 2100.¹⁴

Enfin, l'Agence française de développement (AFD) s'est **lancée dans une vaste entreprise d'évaluation de la vulnérabilité de certaines des infrastructures bénéficiant de financements.** Cette évaluation porte tout particulièrement sur les territoires insulaires et ultra-marins, ainsi que plusieurs pays africains¹⁵.

La méthode utilisée repose essentiellement sur **des indicateurs physiques, synthétisés dans l'indicateur de vulnérabilité physique aux changements climatiques.** Il s'agit d'un indice structurel, indépendant des caractéristiques socio-économiques, et qui évalue la vulnérabilité à l'aune de deux types de chocs :

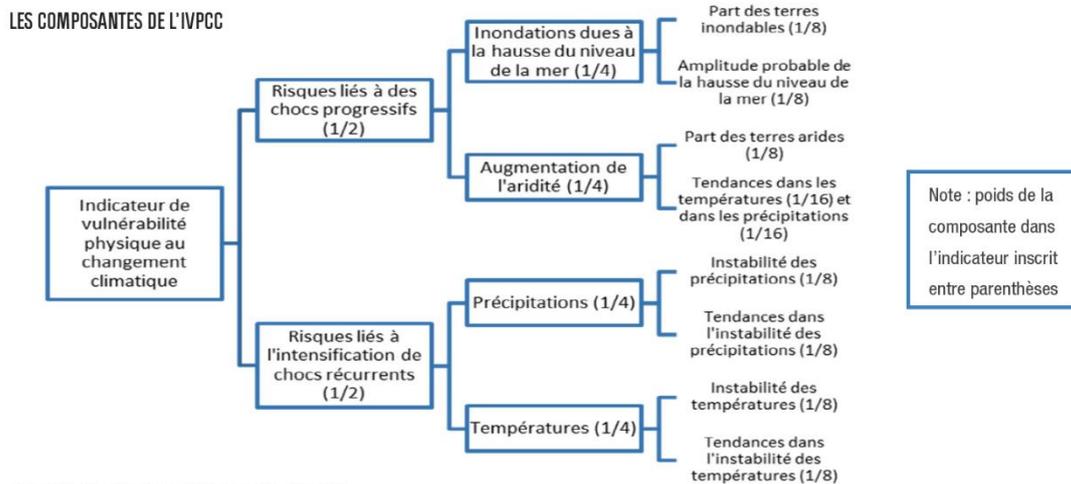
- les impacts **permanents, progressifs et irréversibles** des changements climatiques (la hausse du niveau des mers, par exemple) ;

¹⁴ Cet outil n'est malheureusement pas dans le domaine public, mais est déployé par un cabinet de consultance spécialisé, *Resilient Analytics*. Voir ici : <https://resilient-analytics.com/ipss>

¹⁵ Guillaumont, P. et Simonet C., 2011, "To What Extent Are African Countries Vulnerable to Climate Change? Lessons from a New Indicator of Physical Vulnerability to Climate Change", *Working Paper*, 108, FERDI, Clermont-Ferrand.

- les impacts des changements climatiques **qui vont renforcer et accentuer des chocs récurrents.**

Figure 7. Les composants de l'IVPCC



(Source : Guillaumont, P. et Simonet C., 2011)

Cet indicateur présente plusieurs avantages : sa grande maniabilité, sa capacité à synthétiser en un seul indice la vulnérabilité, et donc sa grande comparabilité. Mais il présente aussi deux défauts majeurs :

- en premier lieu, il ne peut s'appliquer qu'à l'échelle d'un pays, et ne permet donc pas de distinguer **la vulnérabilité spécifique de certaines entreprises**, par exemple ;
- surtout, il ne tient nul compte **des données socio-économiques** qui déterminent la résilience ou la capacité d'adaptation, et qui nous semblent essentielles.

Ces apports des sciences sociales sont néanmoins présents dans certaines évaluations, réalisées dans des pays africains, notamment au Sénégal. **Des variables démographiques, en particulier, sont alors incorporées à l'analyse (âge moyen, type de logement, etc.).** Ces évaluations, néanmoins, ne suivent pas un modèle standardisé, et utilisent différents types de variables, ce qui les rend peu comparables entre elles.

- **Infrastructures critiques**

Enfin, **les infrastructures critiques¹⁶, malgré leur importance stratégique, n'ont pas fait l'objet d'études de vulnérabilité approfondies qui aient été rendues publiques.** Si certaines infrastructures, comme des sites SEVESO ou des centrales nucléaires, ont bien fait

¹⁶ On parle également en France d'« opérateurs d'importance vitale » (OIV).

l'objet d'une évaluation individuelle, il n'existe aucune revue systématique, en tout cas disponible dans le domaine public.

Ce sont évidemment les installations nucléaires qui ont fait l'objet de la plus grande attention, et de nombreuses études soulignent leur vulnérabilité aux impacts des changements climatiques¹⁷. En France, une étude réalisée sous la direction du climatologue Hervé Le Treut (2013) sur les impacts des changements climatiques en Aquitaine mettait ainsi en avant la vulnérabilité de la centrale de Blaye, en raison de son exposition à la hausse du niveau des mers et au risque de tempête. Aucune méthodologie d'évaluation publique, néanmoins, n'a été développée spécifiquement pour les infrastructures critiques. **On peut dès lors formuler l'hypothèse que la CEMC puisse être adaptée et appliquée aux infrastructures critiques.**

Par ailleurs, l'*Australian Academy of Technological Sciences and Engineering* (ATSE) a produit en 2008 un rapport assez novateur sur l'évaluation des effets des changements climatiques sur les infrastructures australiennes¹⁸. Ce travail propose tout d'abord **une approche qualitative des aléas et de la sensibilité aux changements climatiques**, 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 aux changements climatiques. **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 aux changements climatiques.** Enfin, et il s'agit de l'élément le plus novateur, le rapport **examine la combinaison d'événements 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, qui a été retenue dans l'élaboration de la CEMC.

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'infrastructure**

¹⁷ Klimenko, V. V., Fedotova, E. V., & Tereshin, A. G, 2018, "Vulnerability of the Russian power industry to the climate change". *Energy*, 142, 1010-1022; Jordaan, S. M., Siddiqi, A., Kakenmaster, W., & Hill, A. C, 2019, "The Climate Vulnerabilities of Global Nuclear Power". *Global Environmental Politics*, 19(4), 3-13.

¹⁸ ATSE, 2008, "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)*, 55p.

évaluer la manière dont un aléa pourrait affecter la sécurité nationale, et comparer les différents risques climatiques.

Une des particularités de cette méthodologie est de fournir une **matrice (approche quantitative)** pouvant être employée pour **évaluer les risques climatiques à différents niveaux géographiques** : international, régional et national. En outre, cette méthodologie s'inscrit dans une **dynamique anticipatrice** en proposant son utilisation pour évaluer **l'efficacité d'éventuelles futures stratégies** de réduction des risques.

L'analyse du risque climatique comprend deux composantes : la **probabilité** (conjonction et interaction entre un aléa climatique et la vulnérabilité du pays à être affecté par celui-ci) et **l'impact potentiel** de celui-ci (conséquences négatives des futures catastrophes liées au climat sur les systèmes naturels et humains).

*Variables de la **probabilité** :*

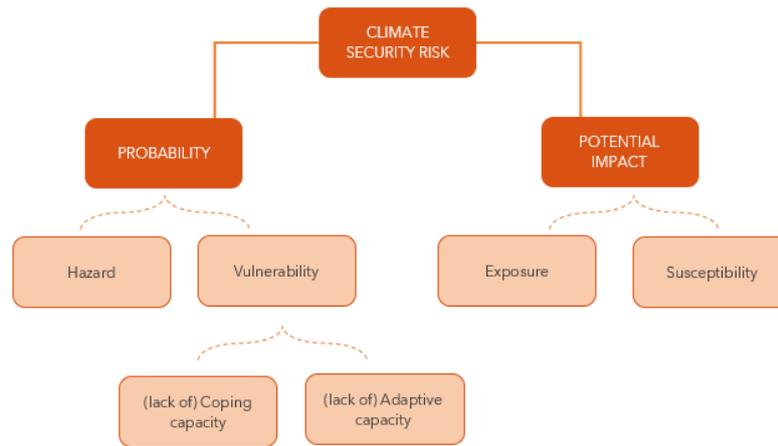
- **Les aléas climatiques** pris en compte dans cette méthodologie sont les suivants : inondations (côtières et fluviales), tempêtes tropicales (cyclones ouragans, typhons), glissements de terrain, sécheresses, vagues de chaleur, feux de forêt.
- **La vulnérabilité** englobe à la fois la capacité d'adaptation (faire face ou se remettre aux impacts d'une catastrophe) et la résilience (s'adapter et anticiper les risques).

*Variables de **l'impact potentiel** :*

- **L'exposition** se caractérise par la présence de facteurs et d'éléments pouvant influencer **l'étendue de l'impact**, comme par exemple les moyens de subsistance, le nombre de personnes situées dans la zone de risque, les infrastructures et les services essentiels, etc.
- **La susceptibilité** fait référence à « la propension des éléments exposés **à subir des conséquences négatives** en termes de pertes, de dommages et d'effets négatifs ».

Chacune de ces variables comprend différentes dimensions et indicateurs, dont le nombre varie en fonction des données disponibles et du type de variable. Le schéma ci-dessous illustre le cadre conceptuel de la méthodologie du HCSS (composantes et variables) et l'articulation des éléments qui le composent.

Figure 9. Cadre conceptuel de la méthodologie du HCSS¹⁹



(Source : HCSS, 2020, p.32)

La mesure du risque posé à la sécurité nationale découlant de l’occurrence d’un aléa climatique est calculée par une **pondération sur 100**. Ainsi, les **quatre variables** (risques naturels, vulnérabilité, exposition, susceptibilité) sont toutes pondérées de manière égale. Au sein de ces variables, les **dimensions** reçoivent également une pondération égale et dans chaque dimension, chaque **indicateur** est également pondéré équitablement.

Afin de faciliter les comparaisons entre risques climatiques posés à la sécurité nationale d’un Etat, et entre Etats, les résultats de l’évaluation peuvent être visualisés sur une **matrice des risques**. Cette dernière illustre le score de **probabilité d’occurrence d’un aléa climatique (axe X)** et le score de son **impact potentiel (axe Y)**. Pour ce faire, la probabilité et l’impact potentiel sont représentés par un **score allant de 0 à 100** : plus le score est élevé, plus cela indique un risque fort et une performance faible. Ainsi, **plus les pays sont éloignés des axes X et Y de la matrice, plus leur situation générale est critique**.

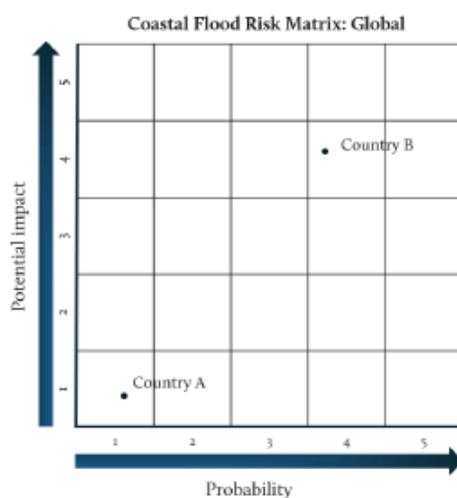


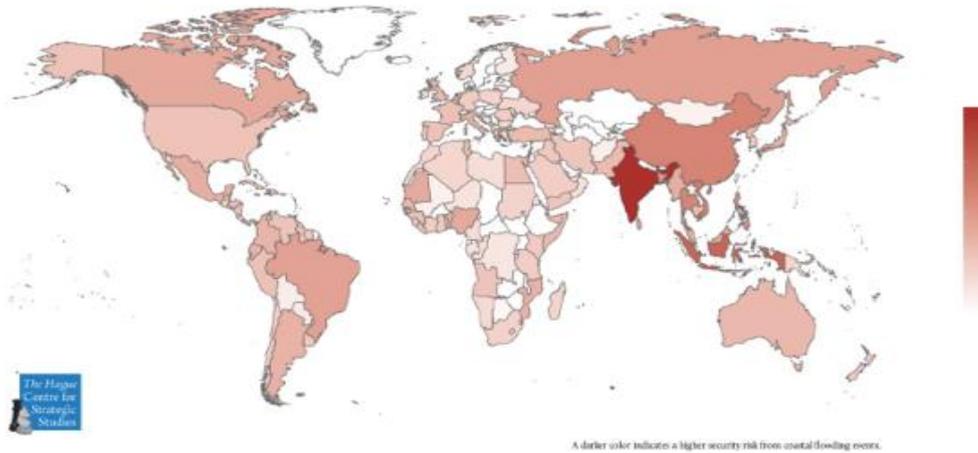
Figure 10. Exemple d’une matrice des risques d’inondation côtière (niveau mondial)

(Source : HCSS, 2020, p.33)

¹⁹ Concernant la variable « vulnérabilité », la capacité d’adaptation et la résilience se réfèrent à, respectivement, « *lack of coping capacity* » et « *lack of adaptive capacity* ».

En outre, cette méthodologie propose également un visuel sous forme de « **carte thermique** », qui permet de fournir un **aperçu géographique** des zones au sein desquelles certains types d'aléas sont plus susceptibles de se produire et de générer des risques à la sécurité nationale (plus la couleur est foncée, plus le score de risque est élevé).

Figure 11. Exemple d'une carte thermique des risques d'inondation côtière (niveau mondial)



(Source : HCSS, 2020, p.33)

L'**approche systémique** qu'offre cette méthodologie, en considérant l'objet d'étude (l'Etat) comme un système social, s'accompagne d'un **cadre conceptuel facilement répliquable**. Les outils visuels (matrice des risques et carte thermique) permettent par ailleurs d'illustrer les **risques climatiques à la sécurité nationale** à différentes échelles géographiques, avec l'objectif d'éclairer les décideurs politiques. **Cependant, cette approche en silo des aléas climatiques** ne considère que globalement **l'importance des facteurs sociaux et environnementaux**. En effet, comme le précise le rapport, cette évaluation des risques climatiques s'inscrit dans un **cadre de compréhension simplifié et global**, et ne prend pas en compte la complexité des phénomènes sociaux et environnementaux.

On peut également se questionner sur les potentielles limites liées à **pondération égale (sur 100) de toutes les variables, ainsi que les dimensions et les indicateurs, dans la mesure où ces éléments ne sont pas forcément comparables**. À titre d'exemple, il convient de s'assurer que la mesure du développement socio-économique ne prenne pas déjà en compte d'autres indicateurs mesurés individuellement. Enfin, cette méthodologie **ne prend en compte que les effets négatifs des risques**, tandis que certains aléas climatiques peuvent engendrer des externalités positives (exemple : les inondations fluviales saisonnières utilisées pour des pratiques d'irrigation en Asie et en Afrique).

- **Système socio-écologique**

Les impacts de plus en plus visibles des changements climatiques, comme l'acidification des océans, les sécheresses ou les événements climatiques extrêmes **mettent en évidence**

les interactions entre systèmes sociaux (région, Etats, communauté, ménages, etc.) **et systèmes écologiques** (cycle de l'eau, sols, ressources halieutiques, etc.). Dans ce contexte, **la vulnérabilité peut constituer un cadre conceptuel pertinent pour représenter les liens au sein d'un système socio-écologique**, composé d'un sous-système social et d'un sous-système écologique dépendants l'un de l'autre, **et analyser les implications de leurs dépendances et autres boucles de rétroaction.**

Ce cadre conceptuel de la vulnérabilité socio-écologique²⁰ permet alors l'étude des interdépendances entre sous-systèmes sociaux et sous-systèmes écologiques dans des contextes où les **services écosystémiques rendus par ces derniers** (ressources alimentaires par exemple) peuvent être **affectés par des facteurs de changement** (changements climatiques par exemple). Afin de pouvoir l'appliquer au niveau local, des chercheurs ont développé une méthodologie, qu'ils ont ensuite utilisée pour étudier la vulnérabilité socio-écologique du système côtier de Moorea en Polynésie française.²¹ **Ce dernier comprend un sous-système écologique (SSE) et un sous-système social (SSS).**

En termes méthodologiques, l'étude de Thiault et al. (2018) propose un cadre conceptuel spécifique (voir Figure 11). Que cela soit pour analyser la vulnérabilité du sous-système social ou du sous-système écologique (qui forment ensemble le système socio-écologique), les chercheurs ont caractérisé la vulnérabilité sur la base de **trois composantes**, que l'on retrouve souvent dans les méthodologies d'évaluation de vulnérabilité aux impacts des changements climatiques : **l'exposition, la sensibilité et la capacité d'adaptation.**

L'exposition fait ici référence à **l'ampleur, à la fréquence, à la durée et à la mesure** dans laquelle un sous-système est soumis à un facteur de changement²², qu'il soit d'origine biophysique, comme les changements climatiques, ou socio-économiques, comme la pêche. La seconde composante, la sensibilité, se définit ici comme **l'ensemble de conditions et/ou de caractéristiques médiatrices de la propension d'un sous-système d'être affecté par son exposition à un facteur de changement**²³. Enfin, la capacité d'adaptation se réfère dans cette étude à la **capacité actuelle et future d'un système social à faire face, minimiser, réagir ou s'adapter à un facteur de changement.**

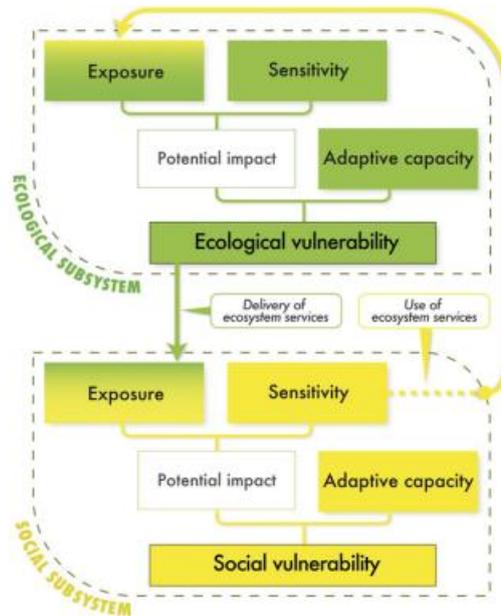
²⁰ Ensemble de concepts (exposition, sensibilité, capacité d'adaptation) qui forment la vulnérabilité de chacun des sous-système (sous-système écologique et sous-système social) composant le système socio-écologique.

²¹ Thiault et al., 2018, "Mapping social-ecological vulnerability to inform local decision making", Contributed paper, *Conservation Biology*, Volume 32, No. 2, p. 447-456.

²² Thiault et al., 2018, "Mapping social-ecological vulnerability to inform local decision making", Contributed paper, *Conservation Biology*, Volume 32, No. 2., p.449.

²³ Les conditions et/ou caractéristiques médiatrices réfèrent à des facteurs venant agir sur la capacité d'adaptation, et donc sur la vulnérabilité finale d'un sous-système. Dans le cas de Moorea, la sensibilité du sous-système écologique (les ressources halieutiques) comprend par exemple comme caractéristique médiatrice l'abondance des ressources halieutiques. Ainsi, si l'abondance est importante, le sous-système écologique serait moins affecté par une augmentation de la pêche. À l'inverse, si les ressources ne sont pas abondantes, une augmentation de la pêche impacterait de manière beaucoup plus importante le sous-système écologique.

Figure 12. Cadre conceptuel de la vulnérabilité socio-écologique utilisée pour lier les dépendances humains-nature

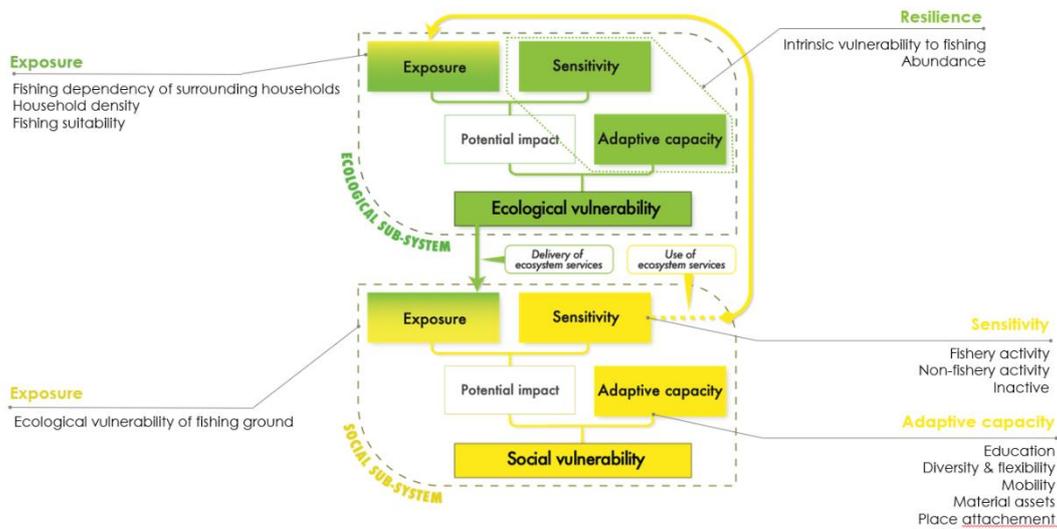


(Source : Thiaut et al., 2018, p.449)

Selon le cadre conceptuel retenu par les chercheurs, pour les deux sous-systèmes, **l'exposition et la sensibilité se combinent pour créer l'impact potentiel, tandis que la capacité d'adaptation agit comme élément amortissant (SSE) ou modérant (SSS)**. Par ailleurs, la méthode de Thiault et al. repose aussi sur **l'interdépendance des sous-systèmes**, selon laquelle la vulnérabilité du sous-système écologique détermine l'exposition du sous-système social et la sensibilité du sous-système social détermine l'exposition du sous-système écologique.

Afin d'appliquer leur méthode au cas d'étude de Moorea, les chercheurs ont établi un **ensemble de variables quantifiables et spatialement explicites**, qui déterminent les composantes des sous-systèmes (voir Figure 12).

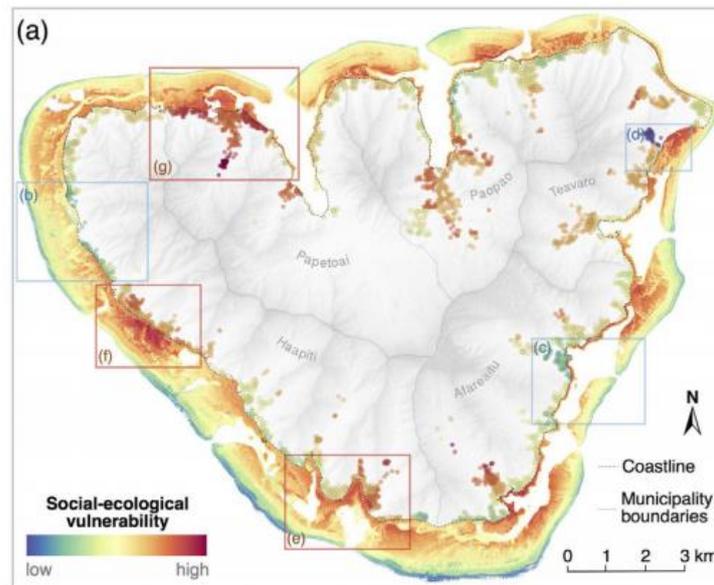
Figure 13. Exemples de variables par composantes des sous-systèmes de la méthodologie de Thiault et al.



(Source : Présentation de Joachim Claudet, Séminaire organisé par l'IRIS, 28 juin 2019).

Les variables établies ont ensuite été déclinées en **indicateurs** pouvant faire l'objet de collecte et d'analyse. Afin de pouvoir faire interagir les indicateurs quantitatifs et transformer les données collectées et analysées en carte pertinente pour la prise de décision (voir Figure 13), les chercheurs les ont ensuite combinés et standardisés dans un **index unique de vulnérabilité** de 0 (valeur la plus basse) à 1 (valeur la plus élevée).

Figure 14. Vulnérabilité socio-écologique à Moorea, Polynésie française



(Source : Thiault et al., 2018, p.452)

La méthodologie de Thiault et al. repose sur la **collecte de données exclusivement quantitatives** qui permettent non seulement de cartographier la vulnérabilité, mais aussi

de **comparer** la vulnérabilité de différents systèmes socio-économiques, et donc de mieux guider la réponse des pouvoirs publics. Pour autant, dans des contextes où la collecte de données quantitatives n'est pas possible ou limitée, **l'ouverture de la méthode à des données qualitatives peut s'avérer pertinente pour mieux analyser les interactions entre sous-systèmes**. Par ailleurs, au regard de la complexité des interactions humains-nature dans des contextes spécifiques, l'harmonisation du poids des indicateurs dans l'évaluation de la vulnérabilité pourrait fausser l'identification du ou des principaux facteurs de vulnérabilité, et compliquer l'élaboration de réponses appropriées.

Cette **étude prouve qu'il est pertinent de concevoir l'objet de l'analyse de vulnérabilité (système côtier de Moorea) comme le résultat des interactions et interdépendances de la vulnérabilité de deux sous-systèmes (écologique et social)**. Compte tenu de notre conception d'une emprise comme d'un système dont la vulnérabilité est dépendante non seulement de l'exposition des infrastructures, équipements, personnels, etc. aux aléas climatiques, mais également dépendante des interactions de ceux-ci avec le milieu social, environnemental, politique et économique dans lequel ce dernier est implanté, cette étude a largement inspiré le travail de formalisation de la CEMC (cf. I.C).

B. Les méthodologies militaires d'évaluation de la vulnérabilité aux changements climatiques

- **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 des changements climatiques²⁴. 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 pour la CEMC, on peut retenir **une liste restreinte des phénomènes associés aux changements climatiques** et qui auront un impact probable sur des emprises 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.

²⁴ Naval Facilities Engineering Command (NAVFAC), Janvier 2017, Climate Change. Installation Adaptation and Resilience. Planning Handbook.,191p.

La méthode NAVFAC est divisée en **quatre phases** :

1. Portée et caractérisation des impacts.
2. Identification et présélection des mesures possibles.
3. Évaluation coût-avantage des mesures possibles.
4. Sélection finale d'un éventail de mesures.

Les trois dernières phases nécessitent 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, dont certains qui ont été retenus pour la CEMC.

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.
- Évaluation de **la qualité des informations relatives à un site** (informations déjà accessibles, ou indicateurs qu'il est nécessaire de mettre en place...).
- 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. À cela s'ajoute une difficulté liée au fait que 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 faiblement** 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 silos**, 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 aux changements climatiques.

- **Évaluation de la vulnérabilité aux changements climatiques de 3 500 sites militaires américains et à l'étranger**

Un *Screening Level Vulnerability Assessment Survey* (SLVAS) de 3 500 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 [EI&ED]) du DoD²⁵. Plusieurs catégories d'évènements 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 diffusion 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 évènements météorologiques et climatiques. Ce deuxième point a pour inconvénient de porter une vision partielle des effets potentiels des changements climatiques. En effet, ces derniers ne sont alors perçus que comme la répétition et l'exacerbation de ces évènements passés. En plus **d'être traitée en silos, la vulnérabilité aux changements climatiques est appréhendée comme une extrapolation relevant des mêmes trajectoires de prévention et de gestion des crises que les évènements passés.**

Les résultats relatent **quelques incongruités**, découlant très probablement de la méthodologie. La moitié des 3 500 sites militaires intégrés à l'étude aux États-Unis et à l'étranger a certes déjà été touchée par au moins l'un des évènements précités, mais les résultats ne permettent pas de distinguer :

- Les sites qui ont déclaré **avoir déjà été impactés** par un évènement météorologique ou climatique.
- Les sites **qui n'ont pas rapporté de tels impacts, et qui sont pourtant situés au sein d'un même État** que les sites ayant été affectés par ces évènements (et ce, pour un même type d'infrastructure).

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 3 500 emprises, et donc certains éléments ont été repris dans le questionnaire annexé à la CEMC (voir Annexe 2).

²⁵ Department of Defense, January 2018, *Climate-Related Risk to DoD Infrastructure. Initial Vulnerability Assessment Survey (SLVAS) Report*, Office of the Under Secretary of Defense Acquisition, Technology, and Logistics, 32p.

- **Le Army Climate Resilience Handbook étatsunien (ACRH)**

L'U.S. Army a publié en 2020 un manuel²⁶ à destination des gestionnaires et planificateurs de site, pour les guider dans la mise en place de processus d'évaluation des risques climatiques, et pour intégrer ces données et connaissances dans les documents de gestion et d'anticipation des risques liés à des emprises.

L'évaluation de la vulnérabilité climatique d'un site de l'U.S. Army se réalise **en quatre étapes** :

- **Identifier les objectifs** par emprise des mesures de résilience climatique.
- **Déterminer le niveau d'exposition** de l'emprise aux risques actuels (et notamment aux événements climatiques extrêmes) et aux futurs impacts des changements climatiques.
- **Évaluer la sensibilité du fonctionnement d'une emprise** face aux aléas climatiques (missions assurées ou soutenues par le site, vulnérabilités des matériels présents sur site, niveau de préparation pour faire face à ces risques...), et les difficultés de mise en œuvre des mesures de résilience climatique.
- **Établir et proposer une liste de mesures** pour renforcer la préparation et la résilience d'une emprise.

À des fins d'illustration, la méthodologie a recours à une emprise générique qui a été placée dans le sud-est des États-Unis, Fort Patton. Ainsi à chaque étape de la méthodologie, la description des tâches inclut **différentes cartes de l'emprise fictive**, permettant de suggérer des mises en valeur visuelles des impacts des changements climatiques et des zones les plus vulnérables. Le présent rapport repose également sur une emprise fictive, appelée « emprise générique » et située dans un pays étranger en zone tropicale, pour l'illustration de certaines étapes (cf. p.51-52).

Dans une deuxième partie, **l'ACRH détaille une méthodologie pour obtenir des scores de vulnérabilité**, qui permettraient de classer et hiérarchiser les risques par aléa. L'approche mixte des éléments quantitatifs et qualitatifs, et n'échappe pas à des appréciations subjectives malgré l'apparente scientificité des résultats (un score de vulnérabilité). Des pondérations multiples, sous la forme de coefficients appliqués aux indicateurs, sont ainsi utilisées en amont du résultat final.

L'approche retenue dans la CEMC conduit aussi à plusieurs classements (niveau d'exposition, niveau de sensibilité, niveau de vulnérabilité), mais qui sont toujours assortis de commentaires qualitatifs. La part d'appréciation de l'évaluateur est ainsi toujours visible et accessible au lecteur, qui pourra lui-même déterminer l'importance relative à donner à cette appréciation subjective en fonction d'objectifs particuliers (opérationnels notamment).

²⁶ Pinson, A. O., K.D. White, S. A. Moore, S.D. Samuelson, B. A. Thames, P. S. O'Brien, C. A. Hiemstra, P. M. Loechl and E. E. Ritchie, 2020, *Army Climate Resilience Handbook*, Washington DC, US Army Corps of Engineers, 233p.

- **Le DoD Climate Assessment Tool (DCAT) étatsunien²⁷**

La DCAT est une **évaluation de la vulnérabilité climatique de toutes les emprises militaires américaines**, sur le territoire national et à l'étranger, publiée en 2021. Il ne s'agit pas d'un manuel, mais d'une **analyse globale**, à l'échelle du DoD, de la vulnérabilité climatique. 1 391 emprises sont ainsi prises en compte, dont 1 055 sur le territoire national (en incluant l'Alaska et Hawaï) et 336 à l'étranger.

Sept aléas et un risque sont considérés : les événements météorologiques extrêmes, les inondations côtières, les crues, les vagues de chaleur, les sécheresses, la dégradation des sols, les incendies de forêt, et l'impact sur la demande en énergie.

Diverses conclusions sont intéressantes, et **confortent des orientations retenues par la CEMC**. Le DCAT retient par exemple un scénario bas et un scénario haut d'émissions de gaz à effet de serre, tandis que la CEMC ne se base que les projections les plus dimensionnantes (RCP 8.5). Mais les différents scénarios ne commencent à se distinguer qu'à partir de l'horizon le plus éloigné adopté par la CEMC (2050).

Comme pour la CEMC, la vulnérabilité climatique dans le DCAT est le résultat de la **combinaison de l'exposition à des aléas climatiques, de la sensibilité des systèmes étudiés, et de la capacité d'adaptation**. Concernant ce dernier facteur d'influence de la vulnérabilité climatique, la CEMC n'a pas mandat pour déterminer des mesures d'adaptation précises par emprise. Le sujet de l'adaptation ne pouvant être mis de côté, la **CEMC s'appuie pour l'évaluation finale de la vulnérabilité climatique sur le « potentiel d'adaptation »** (cf. II. Etape 9).

L'exposition aux risques climatiques de l'ensemble des emprises augmente au fil des décennies dans tous les scénarios. **La sécheresse est considérée comme « l'indicateur dominant » tous les scénarios pour les emprises du DOD** aux horizons 2050 et 2085. Mais les aléas liés aux changements de température (vagues de chaleur, sécheresses, feux de forêt...) connaissent la plus forte augmentation au sein de leur exposition en 2085 en comparaison des autres aléas.

L'annexe 3 de la DCAT apporte une **série d'exemples de mesures de gestion** pour renforcer la résilience climatique d'une emprise, ou une sélection (avec des intervalles de coûts) de mesures directes pour accroître l'adaptation d'une base aux risques et aléas identifiés. L'annexe 2 détaille **diverses mesures d'adaptation chiffrées appliquées à une emprise générique**.

Si l'approche est nécessairement quantitative, une appréciation qualitative est notamment apportée par une **pondération opérationnelle associée aux aléas**. Si les impacts opérationnels - de manière générique - d'un aléa sont importants, le coefficient attribué à l'aléa sera alors surpondéré (de 1 à 1,7 dans le DACT).

²⁷ Pinson, A.O., K.D. White, E.E. Ritchie, H.M. Conners, and J.R. Arnold, *DoD Installation Exposure to Climate Change at Home and Abroad*, Washington DC, U.S. Army Corps of Engineers, 2021, 136p., <https://media.defense.gov/2021/Apr/20/2002624613/-1/-1/1/DOD-INSTALLATION-EXPOSURE-TO-CLIMATE-CHANGE-AT-HOME-AND-ABROAD.PDF>

Plusieurs conséquences opérationnelles pour chacun des huit aléas/risques retenus dans le rapport sont justifiées et pourront être intéressantes à consulter pour l'évaluateur, dans le but de lier l'opérationnel à l'exposition à des aléas climatiques.

Figure 15. Indicateurs associés aux aléas dans le DCAT

CONUS Climate Hazard	Supporting Indicators
Drought	Flash drought frequency, drought year frequency, aridity, consecutive dry days, mean annual runoff ^{1,3}
Coastal Flooding	Coastal flood extent, coastal erosion ²
Riverine Flooding	Riverine flood extent, flood magnification factor ^{1,3} , maximum 1-day precipitation, maximum 5-day precipitation, extreme precipitation days
Heat	Days above 95°F, 5-day maximum temperature, high heat days, frost days, high Heat Index days ³
Energy Demand	Heating degree days, cooling degree days, 5-day minimum temperature, 5-day maximum temperature
Land Degradation	Fire season length, aridity, soil loss ^{1,3} , coastal erosion, permafrost hazard
Wildfire	Fuel abundance ^{1,2} , ignition rate ^{1,3} , fire season length, flash drought frequency
Historical Extreme Conditions	Tornado frequency ^{1,3} , hurricane wind > 50 knots ³ , hurricane maximum precipitation, hurricane frequency, ice storms ³ , historic drought frequency ³ , ice jams ³ , wildland urban interface ^{1,3}

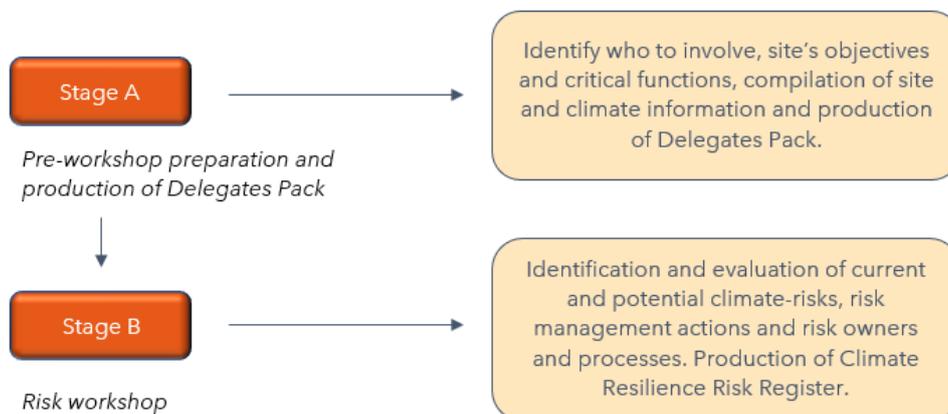
¹ Computed differently for Alaska and Hawaii.
² Computed differently for ROW locations. Preliminary ROW flood extent data used in this report pending completion of ROW floodplain modeling efforts in Fall 2021.
³ Not able to compute for ROW locations due to lack of available consistent data.

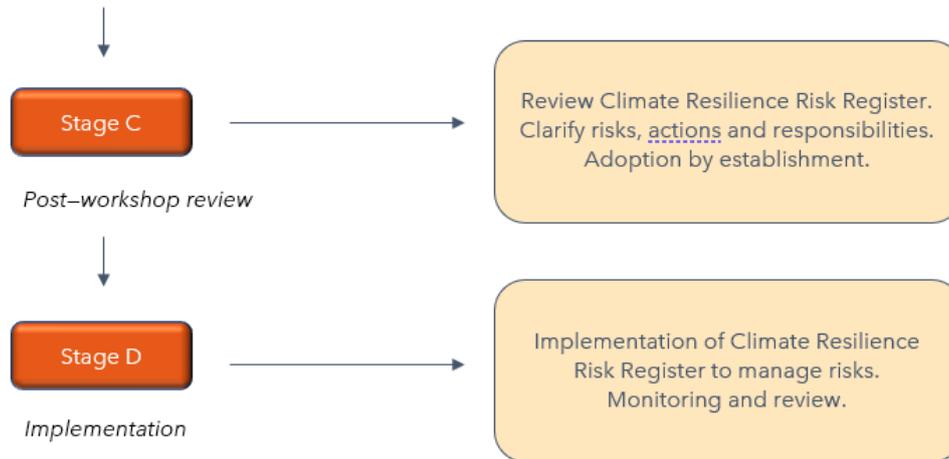
(Source : U.S. DoD)

• **La Climate Impact Risk Assessment Methodology (CIRAM) britannique**

Le ministère britannique de la Défense (MoD) a initié à la fin des années 2000 une méthodologie d'évaluation des risques d'impacts des changements climatiques, dont la dernière version (8.2) a été publiée en octobre 2019. Le processus comporte quatre séquences, dont le centre de gravité est la réalisation d'un atelier sur les risques avec des acteurs clés identifiés pour chaque entreprise étudiée.

Figure 16. Les quatre étapes du CIRAM





(Source : MoD britannique, 2020)

Le document, bien que court (moins d'une vingtaine de pages), donne des conseils concrets et pratiques étape par étape, par exemple pour aider à **l'identification des personnes ressources ou à l'agrégation des sources**. Son intérêt repose également sur une identification des domaines opérationnels à retenir pour l'analyse, mais qui repose uniquement sur le site lui-même : infrastructures opérationnelles (sans plus de détail) ; Formation ; Services essentiels (eau, électricité) ; Sécurité des personnels ; Soutien de la base (le mess, l'alimentation...) ; les logements pour les familles hébergées sur le site. L'approche retenue dans la CEMC développe davantage les fonctions assurées sur et grâce à l'emprise. Elles sont ainsi plus détaillées et concernent également les fonctions qui ont une dimension opérationnelle. L'analyse de vulnérabilité finale est d'ailleurs centrée sur les fonctions accomplies ou soutenues par une emprise.

La CIRAM retient, tout comme la méthodologie que nous proposons, un horizon de travail à 2050, et **le scénario d'émissions de gaz à effet de serre pessimiste (RCP8.5)** pour dimensionner l'exposition aux aléas climatiques.

Le document ne détaille pas la forme des grilles d'analyse de l'exposition aux aléas ou de vulnérabilité climatique. **Des travaux antérieurs²⁸ témoignent d'un croisement entre des éléments quantitatifs (la probabilité d'un aléa et de la force de ses impacts), et une description des impacts potentiels.** La démarche française que nous proposons dans la CEMC s'inscrit dans cette double approche.

Comme son nom l'indique, la CIRAM vise à renforcer la résilience climatique de sites militaires, et de ce fait, le processus vise à valider et à mettre en œuvre des actions d'adaptation. À ce titre, elle constituera une ressource d'intérêt lorsque le ministère des

²⁸ http://sciencesearch.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=CA0102_9351_ABS.pdf ou http://sciencesearch.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=CA0102_9350_ABS.pdf

Armées souhaitera engager des politiques d'adaptation par emprise, après les évaluations de vulnérabilité climatique (objet de la CEMC).

C. Présentation de la Climate change Evaluation methodology for Military Camps (CEMC)

La Climate Change Evaluation Methodology of Military Camps²⁹ (CEMC) est une méthodologie, générique et répliquable, d'évaluation de la vulnérabilité des emprises militaires aux impacts des changements climatiques. Cette méthodologie capitalise sur les notes d'analyse (NA) 2 et 4 de l'Observatoire géopolitique des enjeux des changements climatiques en termes de sécurité et de défense, remises en juillet 2019 au ministère des Armées,³⁰ qui étudiaient tout d'abord, sur un plan générique, la vulnérabilité des infrastructures militaires et des points de stationnement français face aux impacts des changements climatiques, et, ensuite, proposaient une évaluation de la vulnérabilité des implantations françaises en Côte d'Ivoire.

Afin de permettre une meilleure appréciation de la CEMC, nous présentons ci-dessous une synthèse des éléments exposés dans les NA 2 et 4, en insistant sur **les atouts et limites de l'approche proposée et appliquée aux forces françaises en Côte d'Ivoire (FFCI)**. Ensuite, seront détaillées et justifiées **les quatre caractéristiques de la CEMC**, qui se distingue par une approche systémique/interactive, systématique, quantitative et qualitative de la vulnérabilité.

- **Retour sur les Notes d'analyse 2 et 4**

Les NA 2 et 4 présentaient tout d'abord **les principaux impacts des changements climatiques à l'horizon 2030-2050, et les principales vulnérabilités des infrastructures militaires à ces impacts**, en s'appuyant sur le Rapport 1.5 du GIEC publié en 2018³¹. Ces deux sets d'information permettaient de comprendre les résultats de l'évaluation de la vulnérabilité des FFCI et de leurs missions aux changements climatiques, et ont été mobilisés pour certaines étapes de la CEMC (cf. partie II).

Ensuite, était développée **une analyse critique des méthodologies d'évaluation de vulnérabilité utilisées pour les infrastructures civiles** (hôtelières, transport, nucléaires,

²⁹ Méthodologie d'évaluation de la vulnérabilité des emprises militaires aux changements climatiques.

³⁰ Observatoire Défense et Climat, Juillet 2019, « Les impacts des changements climatiques sur les points de stationnement en Outre-mer et à l'étranger – cas de la Côte d'Ivoire », *Notes d'analyse 2 et 4*, Institut de relations internationales et stratégiques.

³¹ *Ibid*, p. 6-9. Source du rapport du GIEC de 2018: 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". [Masson-Delmotte, V., 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, and T. Waterfield (eds.)]. *In Press*.

sites industriels sensibles), **ainsi que celles développées par l'armée américaine**.³² Cet exercice comparatif permettait au lecteur de comprendre le « fil rouge » retenu par les chercheurs pour l'évaluation de la vulnérabilité des FFCI aux changements climatiques.

Enfin, les NA 2 et 4 proposaient **une grille d'analyse applicable aux entreprises militaires françaises**, qui a ensuite été testée sur les FFCI.

Cette grille détaillait les éléments pris en compte dans l'évaluation de la vulnérabilité des FFCI aux changements climatiques :

- **Les aléas climatiques susceptibles d'affecter les FFCI, en se basant sur une double typologie** qui recoupe les classifications du rapport de NAVFAC³³ et de l'ADEME (cf. tableau 1).

Tableau 1. 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 événements 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				

³² Ibid, p. 10-20

³³ Voir p.33.

9. Érosion littorale				
10. Mouvement de terrain et érosion				
11. Tempête : vent				
12. Tempête : pluie				
13. Tempête : neige				
14. Tempête : submersion littorale				
15. Maladies				

(Source : Observatoire Défense & Climat, 2019)

- **Les risques climatiques dans la région à l'horizon 2030-2050 selon les publications scientifiques disponibles.**
- **L'emprise étudiée et les missions accomplies en son sein** (situation générale, description interne, type d'occupation, autonomie des services en réseau au sein de l'emprise).
- **Les fonctions critiques et essentielles de l'emprise étudiée** (bâtiments, matériels et zones de camps, infrastructures extérieures nécessaires à la réussite des missions, approche évolutive, travail de scénarisation).
- **La contribution de l'emprise à la gestion de crise** (capacités logistiques, sanitaires (médicales, eau...), de communication, de commandement, d'hébergement, mise à disposition de ces moyens).
- **Les coopérations et échanges avec des acteurs du pays hôte** dans les domaines pouvant être rattachés à la gestion des changements climatiques (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), institutions de recherche).

- **Des données quantitatives avec plus-value qualitative sur la base d'un questionnaire**³⁴ simple, proposant des réponses ouvertes, et divisé en 4 thèmes³⁵ :
 - 1) Connaissance de l'emprise.
 - 2) Exposition de l'emprise à des aléas.
 - 3) Coopérations et dialogues avec les des acteurs locaux et nationaux.
 - 4) Gestion de crise.

- **Des données qualitatives sur la base d'entretiens réalisés lors d'une mission sur site**, en complément des informations collectées grâce au questionnaire.

- **Atouts de l'approche proposée dans les NA 2 et 4**

La grille d'analyse proposée dans les NA 2 et 4, et appliquée aux FFCI, témoigne de **plusieurs atouts** qui justifient leur reprise dans le travail de formalisation de la CEMC et se retrouvent au cours des 10 étapes présentées en partie II. Tout d'abord, en capitalisant sur **les méthodologies élaborées dans d'autres contextes civils et militaires**, la grille d'analyse et les méthodes retenues prennent en compte une diversité d'éléments et permettent l'anticipation des risques climatiques à travers une extrapolation d'évènements climatiques et météorologiques passés, les données de modèles climatiques et l'éventualité de la combinaison d'aléas.

Ensuite, la méthodologie proposée dans les NA2 et 4 a cherché à combiner une **approche quantitative et une approche qualitative** (questionnaire + entretiens). Le questionnaire permet d'avoir accès aux données existantes à l'échelle d'une emprise ou de l'Etat Major des Armées (EMA), à partir d'une grille claire facilitant l'appropriation des concepts par les personnes devant les remplir. Face à des données existantes disparates, le traitement des questionnaires s'est avéré plus qualitatif que quantitatif. Au final, l'aspect qualitatif permet de se procurer des éléments fiables et spécifiques à chaque emprise à travers l'interprétation des réponses ouvertes et les échanges de vive voix avec les personnes ressources pertinentes. Et le lien entre des aléas et des conséquences capacitaires potentielles ne pouvait être mené que par une approche qualitative.

Par ailleurs, la prise en compte **des coopérations et dialogues avec les acteurs locaux et nationaux ainsi que des mécanismes de gestion de crise** permettent d'identifier les axes d'action pour renforcer l'adaptation et la résilience de l'emprise aux crises liées aux changements climatiques.

Également, la réalisation de **la mission sur site** a permis de montrer sa nécessité pour la collecte de données qualitatives. Les échanges avec les personnels des emprises

³⁴ La conception du questionnaire reposait sur les commentaires faits lors de l'analyse des différentes méthodes présentées dans les NA 2 et 4.

³⁵ Ces thèmes ont été repris pour le questionnaire proposé pour la CEMC. Les détails de ces dernières figures à l'étape 5 de la méthodologie.

concernées apportent une mise en situation de la diversité des métiers et des missions, et témoignent de la manière dont le milieu naturel impacte déjà ces derniers. 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 au milieu de l'emprise. Enfin, un déplacement sur place rend possibles des entretiens avec des chercheurs du pays hôte de l'emprise, dont la connaissance des terrains locaux est précieuse.

Enfin, l'application de la grille d'analyse aux FFCI a démontré la pertinence de **concevoir une emprise comme un système, dont la vulnérabilité aux changements climatiques est déterminée non seulement par l'exposition des infrastructures, équipements, personnels, etc. aux aléas climatiques, mais également par les interactions entre ces derniers et le milieu social, naturel, politique et économique dans lequel ils sont implantés**. En effet, l'acquisition de connaissances sur les spécificités de l'emprise étudiée et les principaux risques climatiques dans la région sont indispensables, mais insuffisants pour établir le diagnostic de vulnérabilité de l'emprise aux changements climatiques. L'évaluation doit en effet prendre en compte les spécificités actuelles et futures du milieu dans lequel se situe l'emprise, et les dépendances et interactions de l'emprise avec ce dernier.³⁶

- **Limites de l'approche proposée dans les NA 2 et 4**

Dans la mesure où l'approche développée et appliquée aux FFCI se rapproche fortement de la méthodologie élaborée par Thiault et al. (2018), il aurait été utile de l'intégrer à **la section d'analyses critiques des méthodologies civile et militaires afin de justifier du cadre conceptuel adopté**. En effet, telles qu'appliquée et présentée dans les NA 2 et 4, les interactions entre l'emprise et son milieu social, naturel, politique sont prises en compte dans l'évaluation de la vulnérabilité des FFCI.

Par ailleurs, l'évaluation de la vulnérabilité des FFCI aux impacts des changements climatiques a permis de mettre en exergue les **difficultés liées à la grille d'analyse et aux éléments qui la composent**. Par exemple, l'étude des risques climatiques à différentes échelles temporelles, dans la région abritant l'emprise, est un exercice difficile car tributaire de la production récente de publications scientifiques sur l'aire considérée, et de la capacité de l'évaluateur de les trouver et de les analyser. Autre exemple, relatif aux difficultés pouvant être rencontrées dans la collecte de données qualitatives : le bon déroulé de la mission sur site nécessite un certain niveau de préparation afin, entre autres, de pouvoir s'assurer d'être en mesure d'échanger avec les personnes ressources les plus pertinentes et de poser les bonnes questions. Ce faisant, il apparaît que **les NA 2 et 4 auraient pu bénéficier de sections « conseils »** à la recherche (sources documentaires, acteurs clés),

³⁶ Par exemple, l'évaluation de la vulnérabilité des FFCI avait montré que l'érosion du littoral pourrait affecter l'évolution du tracé des lignes de métro qui risquerait d'empiéter sur l'emprise étudiée.

la préparation des entretiens avec les personnes ressource et la préparation de la mission sur site.

Enfin, la principale lacune des NA 2 et 4 est relative au **manque de systématisation de l'approche** qui complique l'appropriation par un tiers et son application à d'autres emprises. Ainsi, bien qu'à la lecture de la grille d'analyse et de son application aux FFCI, il soit possible de comprendre quelles sont les composantes, variables et indicateurs retenus par les chercheurs pour évaluer la vulnérabilité d'une emprise aux changements climatiques ; **les notes manquent d'un travail de définition et de formalisation du cadre conceptuel.**

Les limites évoquées ci-dessus ont été prises en compte dans ce rapport : l'analyse critique de la méthodologie de Thiault et al. est présentée en p.27 à 31, tandis que la systématisation de la méthodologie prend la forme d'une série de 10 étapes, détaillées en partie II, qui comprennent des conseils à l'intention de l'évaluateur. Enfin, nous détaillons ci-dessous le cadre conceptuel de la CEMC à travers l'explicitation des quatre caractéristiques de cette dernière.

- **La Climate change Evaluation methodology for Military Camps (CEMC) - méthodologie d'évaluation de la vulnérabilité des emprises militaires aux changements climatiques**

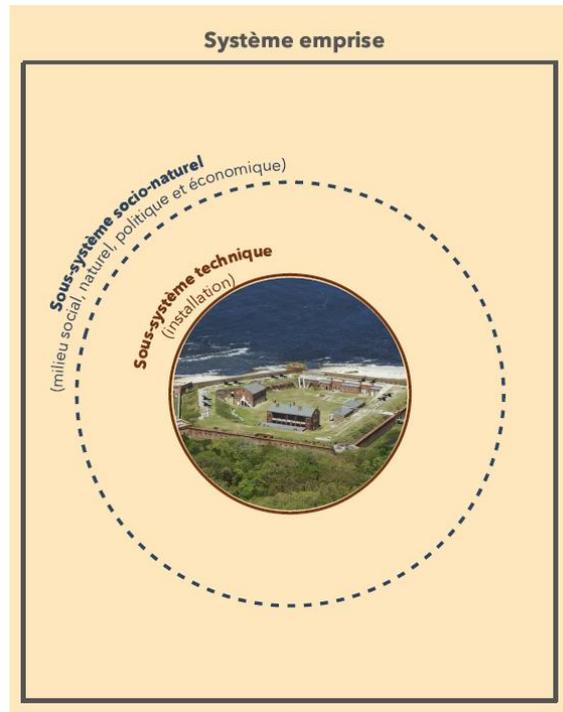
Capitalisant sur l'évaluation proposée et appliquée aux FFCI dans le cadre des NA 2 et 4, **la CEMC est une méthodologie générique d'évaluation de la vulnérabilité d'une emprise militaire aux changements climatiques.** Celle-ci se distingue par quatre caractéristiques : 1) systémique/interactive, 2) systématique, 3) qualitative et 4) quantitative.

Caractéristique 1 : la CEMC est systémique/interactive

La CEMC se distingue des autres méthodologies militaires dans la mesure où elle conçoit l'évaluation de la vulnérabilité d'une emprise militaire aux changements climatiques comme l'évaluation de **la vulnérabilité d'un système - le système « emprise » - qui se compose d'un sous-système technique** (l'installation) et **d'un sous-système socio-naturel** (le milieu social, naturel, politique et économique)³⁷ dans lequel l'emprise est implantée (voir Figure 16).

³⁷ Afin de simplifier l'articulation des sous-systèmes, nous appelons système socio-naturel l'ensemble des éléments qui compose le milieu social, naturel politique et économique dans lequel l'emprise est implantée.

Figure 17. Le système emprise, composé d'un sous-système technique (l'installation) et d'un sous-système socio-naturel (le milieu social, naturel, politique et économique).



(Source : Auteur)

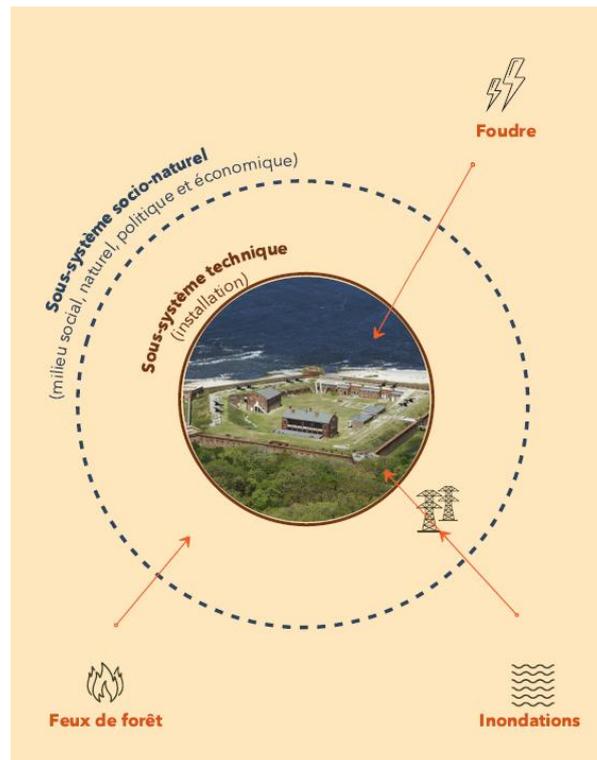
Par ailleurs, la vision systémique de la CEMC oblige à la **prise en compte des interactions et dépendances des deux sous-systèmes du « système emprise »**. Cela permet notamment **d'identifier les boucles de rétroaction** pouvant impacter le sous-système technique. Par exemple, une emprise peut n'être accessible que par une seule route, laquelle peut elle-même être exposée à des aléas climatique et donc susceptible d'être endommagée : cela impacterait le fonctionnement de l'emprise et le personnel (pas de ravitaillement en pétrole et/ou en nourriture par exemple). Or, en fonction de la capacité de réponse de l'État et /ou de la collectivité à réparer la route, évaluée lorsque l'on porte un intérêt au milieu de l'emprise, alors il est possible de déterminer comment l'exposition de ce dernier peut interagir avec la vulnérabilité de l'installation. Cela permet en outre **d'anticiper ce type de scénarios et de s'y préparer** (stocks de pétrole et de nourriture en cas de blocage de l'emprise par exemple ; construction d'une route moins exposée ou renforcement de l'ancienne pour faire face aux aléas climatiques).

Enfin, la CEMC considère **la dépendance du sous-système technique à l'égard du sous-système socio-naturel comme étant plus prononcée que celle du sous-système socio-naturel à l'égard du sous-système technique**. Par exemple, bien qu'une emprise puisse ne pas être directement exposée à des inondations, la ligne à haute tension reliée au réseau national duquel elle dépend pour son apport énergétique peut, elle, l'être. Cette exposition d'un des éléments du sous-système socio-naturel (la ligne à haute tension) peut poser un risque à la sécurité énergétique de l'emprise si cette ligne devient non-opérante suite à une

inondation (voir Figure 17). À l'inverse, si les infrastructures électriques de l'emprise sont affectées par une inondation, le sous-système socio-naturel ne s'en verra pas affecté, ou en tout cas pas dans les mêmes proportions.

Il est à souligner que le sous-système socio-naturel peut également être dépendant du sous-système technique en raison du rôle économique majeur qu'il peut jouer, notamment sur le territoire national.³⁸ Pour autant, ces dépendances sont moindres.

Figure 18. Illustration de l'exposition des deux sous-systèmes³⁹



(Source : Auteur)

Caractéristique 2 : la CEMC est systématique

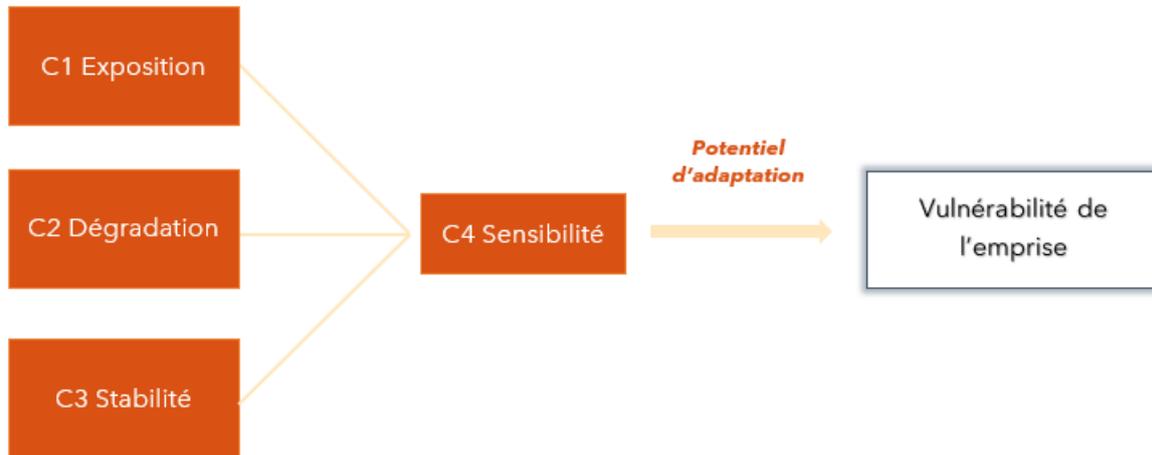
La CEMC fournit un cadre conceptuel de la vulnérabilité qui peut être appliqué de manière systématique à chaque emprise évaluée. Dans le cadre de ce travail, **le concept de vulnérabilité renvoie à la capacité d'une emprise à réaliser, en prenant en compte un potentiel d'adaptation, chacune de ses fonctions essentielles, suite à l'occurrence d'un aléa climatique ou la combinaison de plusieurs aléas, qui l'impacteraient directement, ou indirectement en impactant son milieu d'implantation.**

³⁸ Voir exemple du Pays de Brest p.93-94.

³⁹ La figure montre un exemple de la manière dont une inondation peut indirectement affecter le sous-système technique en atteignant la ligne à haute tension dont il dépend.

Le cadre conceptuel est formé de quatre composantes : **l'exposition (C1), la dégradation (C2), la stabilité (C3) et la sensibilité (C4)** dont la combinaison détermine la **vulnérabilité** du système emprise étudié aux changements climatiques (voir Figure 18) ; et permet l'étude des interactions de l'emprise avec le milieu d'implantation.

Figure 19. Articulation des composantes de la vulnérabilité du système emprise



(Source : Auteur)

Deux des composantes retenues dans la CEMC sont communes à la majorité des méthodologies d'évaluation de la vulnérabilité, soit **l'exposition et la sensibilité**. Cependant, le cadre conceptuel a été enrichi avec la prise en compte de deux autres composantes : la **dégradation et la stabilité**, qui prennent en compte les éléments nécessaires à l'analyse des interactions et dépendances entre les sous-systèmes technique et socio-naturel. Par ailleurs, la capacité d'adaptation, troisième composante commune à la majorité des méthodologies, a été exclue du cadre conceptuel de la CEMC car cette dernière n'a pas pour objet de traiter de l'adaptation, ou d'aider à identifier des actions d'adaptation possibles sur une emprise⁴⁰.

Pour autant, le diagnostic final de vulnérabilité prend en compte un critère supplémentaire : celui du **potentiel d'adaptation de chaque fonction de l'emprise étudiée** afin de permettre une meilleure appréciation de la vulnérabilité de ces dernières, et de distinguer les fonctions dont l'adaptation est simple et peu onéreuse, d'autres où elle est chère ou techniquement complexe.

C1 - Exposition

La première composante est l'exposition (C1), et se définit comme la possibilité d'occurrence d'un aléa climatique (événements extrêmes et à évolution lente) dans le

⁴⁰ Des politiques d'adaptation pourront être adoptées par le ministère des Armées dans un second temps, après l'évaluation de vulnérabilité climatique d'une emprise. C'est pourquoi le critère retenu vise un « potentiel d'adaptation », sans suggestion d'actions précises à mener.

milieu d'implantation. Définir un périmètre d'étude *a priori* apparaît difficile, car il va dépendre à la fois des aléas et des données existantes. Les risques d'inondation par une crue, d'une coulée de boue, ou d'une inondation urbaine, pourront par exemple être appréciés à l'échelle du bassin hydrographique auquel appartient l'emprise. Mais si aucun historique de ces risques n'existe, un examen du bassin d'autres fleuves dans un rayon de 200 à 300 km autour de la base pourra donner des éléments de comparaison. Dans le cas de l'érosion, une double échelle d'analyse s'avère pertinente. Une vision nationale (voire régionale) apportera une tendance générale de l'érosion côtière. Mais elle doit être complétée à l'aide de données locales sur la nature du littoral à proximité de l'emprise (sable/roches, profil du littoral et dans la mesure du possible suivi de l'érosion).

Cette exposition est corrélée à un **moment précis et une zone précise**, les changements climatiques étant amenés à s'accroître avec le temps et ayant des conséquences différentes en fonction des lieux. Par ailleurs, l'évaluation de l'exposition est effectuée par type d'aléas, mais **analyse les possibles combinaisons d'aléas**. Cette évaluation nécessite l'analyse des risques météorologiques et climatologiques actuels, ainsi que des projections climatiques, et repose sur plusieurs critères (intensité, localisation spatiale, durée, soudaineté, etc.). **La compréhension de ces évolutions et l'appréciation de ces critères permettent d'établir l'exposition du système emprise aux changements climatiques** (voir étape 8 de la CEMC pour les critères et les échelles d'exposition proposés).

- Elle doit être **évaluée pour une période précise**, puisqu'elle est amenée à évoluer dans le temps, et doit prendre en compte la durée et la soudaineté des aléas étudiés.
- Elle aura **tendance à s'empirer** au vu des prévisions actuelles en termes de climat.
- Elle est **très spécifique à une zone géographique**.
- Elle implique **des sciences naturelles**
- Elle implique une dimension qualitative qui permet de « qualifier » l'exposition du système emprise étudié (voir étape 8)

C2 - Dégradation

La seconde composante (C2) est la dégradation. Cette dernière s'entend comme le **degré de détérioration des écosystèmes fournissant des services indispensables au système étudié (ressources naturelles, protection, etc.)**. Compte tenu de l'approche systémique la CEMC, il s'agit d'évaluer la dégradation du milieu naturel du « système emprise » dans son ensemble, c'est-à-dire la dégradation du sous-système technique (l'installation), d'une part, et du sous-système socio-naturel (milieu d'implantation), d'autre part.

Cette composante doit notamment **indiquer la part anthropique de cette détérioration** (en considérant les impacts des changements climatiques comme d'origine anthropique indirecte) ainsi que **nuancer le résultat en différenciant le réversible et l'irréversible** (passage d'un seuil biologique tel que l'extinction totale d'une espèce ou d'un seuil physique comme la fonte de certains glaciers).

- Elle est associée à **un lien de service, de dépendance** du système à la santé de la biodiversité et de certains éléments naturels environnants,
- Elle doit être **évaluée à un certain moment**, puisqu'elle est amenée à évoluer dans le temps, d'une part car le milieu naturel peut être plus ou moins perturbé et, d'autre part, car le système peut s'autonomiser de ces services.
- Elle peut évoluer **positivement et négativement**.
- Elle croise **des données « naturelles »** (état de santé écologique des écosystèmes ou de ressources naturelles) **et « sociales »** (degré de dépendance d'un système social à certains services écosystémiques).

C3 - Stabilité

La troisième composante est la stabilité, soit l'ensemble des variables permettant de **déterminer la capacité**

- (1) De l'installation (sous-système technique) à **maintenir un mode de fonctionnement analogue** à aujourd'hui à un horizon temporel défini, sans nouvelle mesure d'adaptation aux changements climatiques.
- (2) Du système social (collectivité, société humaine) dans lequel est implantée l'installation à **assurer la sécurité sociale, alimentaire, politique, économique, physique, sanitaire des populations** concernées à un moment donné

dans un contexte social, naturel, politique ou économique dégradé. La stabilité sera donc une composante **avec une forte variabilité**, avec un gradient des possibles allant de très stable (opérationnalité des fonctions constante, malgré des contraintes fortes, ou sécurité des populations assurée) à très instable.

- Elle doit être **évaluée à un certain moment**, puisqu'elle est amenée à évoluer dans le temps.
- Elle est **spécifique au sous-système étudié, dont le périmètre doit être défini préalablement**.
- Elle est **qualitative, graduelle** (de nombreux niveaux de stabilité peuvent être atteints) **et doit être renseignée** (quelles missions ou quels aspects de la sécurité sont les plus stables ou les moins stables).

C4 - Sensibilité

La quatrième composante, la sensibilité, se définit comme **l'appréciation des altérations résultant des interactions, dépendances et boucles de rétroactions actuelles et futures de l'exposition, de la dégradation et de la stabilité des sous-systèmes étudiés, sans mesure d'adaptation. Elle comprend également le potentiel impact de la combinaison d'aléas climatiques.**

- Cette composante est à **renseigner par sous-système** (voir tableau dédié en étape 9).
- Elle est **qualitative**, car elle s'appuie sur la conjonction de composantes quantitatives et qualitatives, et l'appréciation de l'évaluateur.
- Elle peut permettre **l'identification de points chauds**, c'est-à-dire les caractéristiques du système les plus susceptibles d'être affectées par les conséquences des changements climatiques et qu'il faut traiter rapidement.
- **Elle permet également l'établissement d'une chronologie** (quelles missions ou quels aspects seront affectés en premier).

C'est donc l'analyse, sans mesure d'adaptation, des interactions, dépendances et boucles de rétroactions de trois composantes (exposition, dégradation et stabilité) qui permet d'évaluer **la quatrième composante : la sensibilité**. La **vulnérabilité d'une emprise** est ensuite diagnostiquée à la lumière d'un critère d'appréciation supplémentaire, **celui du potentiel d'adaptation, qui peut être fort ou faible**. Compte tenu des objectifs de la CEMC, la restitution de la vulnérabilité de l'emprise aux changements climatiques est réalisée par fonctions essentielles.

Caractéristique 3 : la CEMC est qualitative

La CEMC repose sur la collecte de données de fond, spécifiques aux emprises étudiées, et basées sur des **réponses ouvertes des acteurs spécifiques** à travers la diffusion d'un questionnaire (voir étape 4). Cela passe notamment sur la **conduite d'entretiens** avec des personnes ressources identifiées préalablement et la **conduite d'une mission sur site** (voir étape 5 et 6). Par ailleurs, l'évaluation de la vulnérabilité implique **l'appréciation analytique de l'évaluateur** pour « qualifier » l'exposition, la sensibilité du « système emprise » étudié et le diagnostic final de vulnérabilité, par fonction de l'emprise.

Caractéristique 4 : la CEMC est quantitative

La CEMC repose sur la **collecte de données quantitatives** relatives à l'exposition, la dégradation, et la stabilité du système emprise étudié (ex. : nombre d'aléas climatiques/an ; population autour de l'emprise) (voir étape 2). Par ailleurs, le questionnaire diffusé aux personnes ressources **cherche à établir des sets d'informations statistiques**.

II. La Climate change Evaluation methodology for Military Camps (CEMC) : 10 étapes, 3 outils de visualisation



Cette partie présente les 10 étapes nécessaires à l'application de la CEMC. Certaines étapes plus complexes fournissent à l'évaluateur des éléments contextuels et explicatifs nécessaires à la compréhension de l'exercice demandé, d'autres fournissent des conseils pour aider à leur mise en œuvre.⁴¹ Par ailleurs, les étapes relatives à l'évaluation des composantes de la vulnérabilité proposent **des encadrés illustratifs qui se basent sur une emprise fictive**, appelée emprise générique (EG) dont la carte est présentée ci-dessous, suivie de sa description dans l'encadré dédié.

A noter, afin de faciliter la conduite de l'évaluation, il est recommandé d'associer le SID local dès le début du processus d'évaluation.

Figure 20. Carte de l'emprise générique



(Source : Auteur)

⁴¹ L'appropriation de la méthodologie pourra nécessiter un atelier de renforcement des capacités/ de formation.

DESCRIPTION DE L'EMPRISE GÉNÉRIQUE

L'emprise générique (EG) est une base militaire, disposant d'une piste d'atterrissage, qui se situe **en bord de littoral** d'un océan, dans une région caractérisée par un **climat tropical** (saison des pluies / saison sèche). Depuis plusieurs décennies, en raison des changements climatiques, on observe une **augmentation des précipitations** durant la saison des pluies, une **sécheresse plus importante** lors de la saison sèche, ainsi qu'une **augmentation de la fréquence et de l'intensité des tempêtes**. En amont du bassin versant auquel appartient la base, une **rivière, de taille moyenne mais à forte variabilité saisonnière**, traverse une **forêt** témoignant d'un taux de déforestation important, et passe ensuite à proximité de l'emprise. Aux alentours, dans un rayon d'une vingtaine de kilomètres, se trouve une **zone marécageuse propice au développement de vecteurs de maladie** (Zika, Chikungunya, paludisme).

Par sa piste de 2 500 mètres de longueur, l'emprise constitue une **plateforme stratégique, opérationnelle et logistique** de première importance pour toutes les opérations françaises dans la région. Elle permet aux avions logistiques les plus gros d'y opérer. Elle soutient la tenue de missions opérationnelles (engagement, entraînement...) et de coopération avec les autres pays. L'emprise s'étend sur une superficie de 500 **hectares**, et dispose, pour son groupement Air, d'une quinzaine d'aéronefs, permettant d'effectuer des missions de transport tactique (avions et hélicoptères), de chasse et de reconnaissance (quatre Rafale), et de ravitaillement en vol. Les avions sont stationnés à proximité de l'une des extrémités de la piste et protégés par des hangars.

En plus de l'aérodrome, se trouvent des **infrastructures logistiques** accueillant de vastes espaces de stockage, le stationnement des matériels de servitude aérienne, les stocks de carburant, et les espaces de maintenance des appareils. L'emprise comprend une zone protégée et à l'écart de stockage de munitions. Des zones de vie permettent d'accueillir environ 900 hommes ainsi que quelques-unes de leurs familles (une centaine de personnes), un espace restauration, et des espaces de bureau. La base accueille un état-major interarmées dans une zone de commandement avec des moyens de communication dédiés, et comporte des dispositifs de recueil de renseignements. Un centre médico-chirurgical complète le potentiel de l'emprise. Le groupement Terre compte environ 100 véhicules de différents types, permettant d'assurer des missions variées (appui à d'autres forces françaises, reconnaissance, garde des emprises, entraînement...).

Le système de sécurité de l'emprise repose sur un système connecté indépendant du réseau électrique national, permettant de détecter l'intrusion d'individus. Il est renforcé dans certaines parties de la base. Cette dernière est par ailleurs clôturée par un grillage. Par ailleurs, la jouissance de l'emprise par les forces françaises est garantie par un **accord bilatéral**, mais qui expire dans 15 ans.

Une seule route nationale, empruntée par les civils et les militaires, dessert l'emprise EG. Située entre le littoral et la base, cette route est depuis quelques années confrontée au phénomène d'érosion côtière de la zone. **Le réseau électrique dépend d'une seule ligne à haute tension du réseau public** (avec un dispositif de secours basé sur des groupes électrogènes). **Par ailleurs**, l'emprise EG dispose **d'un système autonome de production d'eau potable, mais est raccordée au réseau public de collecte des eaux usées. Une métropole d'un million d'habitants (à 20 km) et des bidonvilles (jusqu'à 5 km)** tendent à s'accroître aux alentours de la base, proches du secteur marécageux. Que ce soit pour l'électricité, l'eau et les eaux usées, les autorités de la base sont en relation avec les services publics et privés concernés. Par ailleurs, le gouvernement et les autorités urbaines cherchent à valoriser les zones dans lesquelles la base est située (divers projets immobiliers).

Les revenus et sources d'alimentation de la population dépendent majoritairement de la **pêche** et de **l'agriculture, et l'économie informelle** représente une part importante des revenus. L'espérance de vie de la population est de 65 ans, et le taux de fécondité de 4 enfants/femme. La part de la population de moins de 25 ans représente plus de 50% de la population générale et le taux d'urbanisation frôle les 50% également. Le taux de pauvreté (40 %) ainsi que le taux de chômage (44% population générale, 53% pour les 18-25 ans) expliquent le faible indice de développement humain (0,543/1), plaçant le pays au 179^{ème} rang sur 189 pays et territoires. Le pays d'implémentation est placé 90^{ème} rang sur 120 (score maximal représentant un seuil d'alerte) selon le *Fragile State Index* et le taux de corruption est estimé entre 30 et 40%, plaçant le pays 130^{ème} sur 180 pays. Le gouvernement, en raison de difficultés structurelles, peine à mettre en place des politiques d'adaptation et d'atténuation face aux changements climatiques.

ÉTAPE

1

Connaissance de l'emprise et de ses fonctions

Cette première étape a pour objectif d'identifier précisément les fonctions et missions directes et indirectes, essentielles et non-essentielles de l'emprise étudiée, ainsi que d'identifier les infrastructures, équipements, personnels (civils et militaires) nécessaires à ces missions. **Ainsi, il s'agit ici de connaître le sous-système technique que constitue l'emprise à travers l'identification des éléments qui le composent.**

Le contrat opérationnel des armées, c'est-à-dire les objectifs opérationnels auxquels elles doivent répondre, est un **document classifié**. Sa déclinaison par emprise peut, pour certaines d'entre elles, être également classifié. L'accès à ces données classifiées peut s'avérer nécessaire pour évaluer la vulnérabilité de l'emprise : **les données devront alors être traitées en conformité avec la réglementation en vigueur**. Le cas échéant, l'évaluateur **devra solliciter l'avis de l'autorité militaire pour vérifier le niveau de classification** à conférer au tableau des fonctions principales de l'emprise ainsi qu'aux autres éléments de son évaluation.

- **Les spécificités militaires d'une évaluation de vulnérabilité**

Pour la vie courante et les missions ordinaires, les emprises accueillant des forces françaises en France métropolitaine, en Outre-mer ou à l'étranger, sont autant exposés aux aléas climatiques que les infrastructures civiles. En revanche, **elles témoignent de spécificités et sensibilités particulières des** qui proviennent 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 et opérationnelles dans d'autres théâtres** (surveillance, renseignement, transport, défense aérienne, attaque au sol, etc.)
- **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, transpalette de l'A400M, etc.).
- **Sur le plan juridique**, une emprise peut présenter des particularités qui constituent une sensibilité particulière à des aléas (faible incitation à adopter des mesures d'adaptation...).

À l'étranger, les implantations françaises de longue durée 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 française. 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 seraient 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 seraient susceptibles de causer de très graves dommages à la population, ou mettraient en cause les intérêts vitaux de la défense nationale.

En France ou à l'étranger, certaines zones d'une emprise nécessiteront une protection spécifique à la fois pour résister aux aléas, quelle que soit leur intensité⁴², et pour que l'accès à ces zones protégées demeure restreint après une catastrophe.

À l'étranger, de rares emprises peuvent avoir un statut juridique précaire, n'offrant pas de garantie de durée à la présence de forces françaises. L'opportunité de préparer et d'adapter une emprise aux changements climatiques d'ampleur, et y investir, sera donc à

⁴² 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.

apprécier à l'aune de la solidité de son statut juridique et de l'importance de la base dans le dispositif français régional.

- **L'emprise militaire dans les dispositifs de gestion de crise**

Les emprises militaires, par leurs caractéristiques propres et les fonctions qu'elles assurent, peuvent être un maillon important de la gestion de crise sur le territoire national ou dans un pays hôte (dans ce cas en soutien à nos ressortissants ou aux autorités locales).

Les zones militaires ne sont pas les seules aires 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.
- À 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 :

- **Un potentiel de gestion de crise** (malgré les difficultés d'interopérabilité avec les nombreux systèmes civils)
 - Un poste de commandement.
 - Des facilités de communication.
- **Une zone de vie**
 - Des capacités de restauration.
 - Des capacités d'hébergement.
 - Des équipements sanitaires et de production d'eau potable.
- **Un potentiel logistique**
 - 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.
 - Stations-services et garages.
 - Des zones de pose d'hélicoptères.

- Pour certaines emprises, des facilités aéroportuaires, ou des pistes de capacités inégales.
- **Un potentiel médical et sanitaire**
 - Des facilités médicales (malgré un potentiel réduit, constitué d'infirmes ou de salles de consultation, et d'une dizaine de lits).
 - La création possible d'une zone logistique sanitaire.
 - Stockage potentiel des corps de sinistrés décédés.
 - 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. 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. Cela suppose également, pour l'évaluateur, 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 majeure.

Une emprise française dans un pays hôte ne pourra que difficilement rester étrangère à une crise de grande ampleur qui affecte la population environnante. Malgré l'extrême sensibilité politique de ce sujet, la contribution potentielle d'une emprise à la gestion de crise dans le pays hôte est très probable, et peut être anticipée par des échanges avec les autorités chargées de la sécurité civile dans l'État d'accueil.

Bien que moins importantes, il s'agira pour l'évaluateur de prendre en compte dans l'évaluation les éventuelles dépendances du sous-système socio-naturel d'implantation de l'emprise à l'égard du sous-système technique qu'elle constitue en cas de crise.

• **Les fonctions actuelles et possibles d'une emprise**

Les développements précédents conduisent à plusieurs observations utiles à l'anticipation et à la prévention des aléas liés aux changements climatiques. Par ailleurs, **construire le répertoire des fonctions d'une emprise est un exercice qui doit être précis dans l'espace** (géographie de la base) **et dans le temps** (évolutions possibles à venir de ces fonctions). Cette étape peut s'appuyer sur **un plan de l'emprise, avec des relevés altimétriques** qui seront utiles pour apprécier les risques d'inondation/submersion. La vulnérabilité climatique des espaces non utilisés doit également être évaluée, car ils pourront être aménagés dans le futur.

Il est nécessaire pour l'évaluateur d'établir quelles sont les missions essentielles assurées par une 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 évènement naturel, **les fonctions et missions essentielles accomplies ou soutenues par une emprise doivent être identifiées et assurées.** Cette identification doit également prendre en considération les évolutions planifiées de ces fonctions et missions au cours des décennies à venir, afin d'intégrer les éventuelles nouvelles fonctions et missions à l'évaluation de la vulnérabilité aux changements climatiques.

Ces fonctions, directes ou indirectes, **peuvent ainsi évoluer dans le temps**, en fonction de l'importance de l'emplacement de la base, et de l'actualité des engagements français, en particulier si l'emprise est à l'étranger. Il ne s'agit pas ici d'imaginer des scénarios d'engagements futurs, mais d'apprécier les missions possibles pouvant être couvertes par un site. Une emprise disposant de grandes surfaces de terrain non utilisées pourra voir ses fonctions logistiques ou de gestion de crise valorisées dans le futur si elles ne le sont pas actuellement. De nouvelles infrastructures (radars, zones de vie ou techniques, etc.) sont susceptibles d'y être construites, et l'analyse de vulnérabilité inclura les terrains non aménagés d'une emprise (hors zones classées au titre de la biodiversité⁴³).

Certaines missions qui doivent être assurées par les emprises ne peuvent être remplies sans 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. **L'évaluateur doit donc identifier les matériels déployés sur une emprise et 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.

Une description précise des emprises françaises et des points de stationnement à l'étranger peut ainsi inclure (au moment de l'évaluation et selon des missions/fonctions envisageables pouvant être assurées par l'emprise dans le futur) :

- **Une situation générale de l'implantation** (altitude, topographie interne, infrastructures publiques à proximité, milieu naturel et social).

⁴³ Classement par exemple Natura 2000, parc naturel régional, parcs nationaux, réserves naturelles nationales...

- **Une description interne de l'emprise** (présence et nombre de bâtiments, zones de fret, aire de pose d'hélicoptères voire piste d'aviation, stockage du carburant, zones de commandement, zones techniques...).
- **Les types d'occupation** (permanent ou occasionnel, catégories de personnes présentes - civils et familles notamment).
- **Le degré d'autonomie des services en réseau au sein de l'emprise** (eau sanitaire et potable, eaux usées, électricité, carburant, télécommunications...).

Il n'est pas possible de définir de manière standard des fonctions qui seront en permanence essentielles ou non-essentielles, directes ou indirectes. Des fonctions logistiques pourront apparaître comme secondaires dans un contexte, mais comme indispensables si des forces sont projetées dans un pays proche. De même, certaines bases navales ou aériennes métropolitaines deviennent des hubs logistiques de première importance en cas d'engagement.

Dès lors, le tableau des fonctions (voir ci-dessous) doit être rempli en ayant conscience du potentiel opérationnel d'une emprise, directement ou en soutien de la projection de forces ou de puissance. **L'évaluation des vulnérabilités climatiques vise notamment à préserver ce potentiel opérationnel des bases militaires françaises.**

Ainsi des emprises :

- Disposent de fortes capacités logistiques (air - terre - mer).
- Permettent de recueillir et de traiter des informations nécessaires à un théâtre.
- Offrent un centre de commandement.
- Constituent un point de transit et d'acclimatation pour la projection de forces.

Afin d'appuyer la description précise de l'installation (sous-système technique), et de disposer d'un document de référence au cours du processus d'évaluation, l'évaluateur pourra remplir le tableau mis à disposition ci-dessous⁴⁴, en cochant les cases correspondant aux fonctions assurées ou pouvant l'être potentiellement dans le futur par l'emprise étudiée.

⁴⁴ Les cases cochées dans le tableau correspondent aux fonctions de l'emprise générique.

Tableau 2. Sélection des fonctions à étudier pour une emprise (à compléter selon la nature de l'emprise) : exemple de l'emprise générique (EG)

Type	Fonction	Emprise Générique (EG)
Missions logistiques	Accès à un aéroport	Piste de 2500m
	Accès à un port	
	Importance de convois terrestres à partir ou vers la base	x
Zones logistiques	Zone(s) de stockage (matériels, containers...)	x
	Stockage de carburant	x
	Stockage de munitions	x
	Zone de stockage et de production d'eau	x
	Groupes électrogènes d'appoints	x
Zone(s) de commandement	EM	x
	Moyens de communication	x
Recueil d'information	Observation	
	Renseignement	
	À définir selon une base	
Fonctions médicales	À décrire par emprise	x
Zones de vie	Hébergement	x
	Restauration	x
Zones techniques / MCO		x
Zones de présence de matériels	Stationnement de véhicules, aires d'hélicoptères, moyens de levage, etc.	Avions (combat, logistiques), hélicoptères, véhicules terrestres, matériels de servitude aérienne, engins de levage pour la log terrestre...)
Préparation	Entraînements	x
	Acclimatation	
Présence de familles et zones de vie	Hébergement	x
Sécurisation et Accès au camp	Sécurité des personnels, enceinte physique de l'emprise, abords immédiats du camp...	Route unique
Civils autres que les familles	Ressortissants en évacuation (si emprise est à l'étranger)	(x) (possible)
	Personnels contractuels locaux	x
	Sous-traitants	x

Dans le cas de l'emprise générique (EG), la piste d'atterrissage (1) de 2 500 mètres **revêt une importance stratégique**, permettant aux vecteurs logistiques parmi les plus gros d'y opérer. La base abrite des vecteurs de combat et logistique, à la fois aériens et terrestres (une quinzaine d'aéronefs, quatre Rafale), qui sont situés dans les zones 2 et 3. Les matériels nécessaires au MCO (maintien en condition opérationnelle) et à la manœuvre logistique (engins de levage, munitions, carburant, ...) et leurs lieux de stockage (6 et 7) doivent être pris en compte.

L'accès à la base par une seule route, située entre le littoral et la base, pourra constituer une vulnérabilité, car elle est confrontée depuis quelques années au phénomène d'érosion côtière.

Le plan de l'emprise doit ainsi **permettre de situer les principales zones d'activités** (zones de logement personnels, de commandement, zones techniques, stockage, les aires de stationnement des moyens aériens et des véhicules terrestres).

MISE EN ŒUVRE

1	Identifier les missions et fonctions essentielles, assurées ou pouvant l'être dans le futur par une emprise
2	Décrire précisément l'emprise, et ses zones d'importance prioritaire
3	Identifier les zones de déploiement de matériels (combat, logistique...)
4	Remplir le tableau des fonctions

ÉTAPE 2

Collecte de données des composantes exposition, dégradation et stabilité

Cette étape a pour but d'établir des diagnostics, sur la base des différentes composantes qui constituent le cadre conceptuel de la CEMC. Elle rappelle la définition de la composante (cf. partie I.c) puis décrit précisément, composante par composante, les variables pouvant y être attachées ainsi que leurs indicateurs. L'ensemble des facteurs à prendre en compte est abordé, de manière pédagogique, de façon à ce que chacun puisse comprendre les enjeux associés et l'intérêt d'inclure ces paramètres à l'évaluation de la vulnérabilité de l'emprise.

- **Collecte de données sur l'exposition de l'emprise et de son milieu d'implantation aux impacts des changements climatiques**

Cette étape a pour objectif de **collecter des données (météorologie et climatologie) sur l'exposition aux changements climatiques du système emprise, c'est-à-dire l'installation et son milieu social, naturel, politique et économique.**

L'exposition se définit comme la **possibilité d'occurrence d'un aléa climatique (événements extrêmes et à évolution lente)** dans le milieu d'implantation.

Les domaines de recherche concernent **les quatre ensembles de phénomènes** modifiés par les changements climatiques, qui seront les variables de l'exposition (elles sont identifiées ensuite en **ocre et gras**) :

- Montée des températures.
- Modifications des régimes de précipitations.
- Augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements météorologiques extrêmes.
- Hausse du niveau de la mer et les marées de tempêtes.

Sur la base des travaux de l'ADEME⁴⁵, chaque ensemble de phénomènes peut se décliner par le biais des variables ci-dessous. Les indicateurs quantitatifs (suggérés à titre indicatif, ils figurent en **bleu**) sont ensuite développés dans la Figure 20 ci-dessous tirée de l'ADEME.

Variable 1. Montée des températures

Les indicateurs sont indiqués/suggérés à titre informatif, mais sont à renseigner en fonction de la localisation géographique de l'emprise.

- Vague de chaleur (1)
- Manque d'eau et sécheresse (2)
- Feux de forêt (3)
- Avalanches (4)

Variable 2. Modifications des régimes de précipitations

- Manque d'eau et sécheresse (1)
- Feux de forêt (2)
- Inondation en milieu urbain (3)
- Crues torrentielles, coulées de boues et de débris (4)
- Intrusion salée (5)
- Avalanches (6)
- Mouvements de terrain et érosion (7)
- Émergence de maladies vectorielles et hydriques (8)

Variable 3. Augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements météorologiques extrêmes

- Inondation en milieu urbain (1)
- Crues torrentielles, coulées de boues et de débris (2)
- Avalanches (3)
- Mouvements de terrain et érosion (4)
- Tempête : vent, pluie et neige (5)
- Tempête entraînant une submersion littorale (6)
- Émergence de maladies vectorielles et hydriques (7)

Variable 4. Hausse du niveau de la mer et marées de tempête

- Hausse du niveau de la mer, inondation par submersion (1)
- Intrusion salée (2)
- Tempête entraînant une submersion littorale (3)
- Émergence de maladies vectorielles et hydriques (4)

⁴⁵ ADEME, 2013, "Indicateurs de vulnérabilité d'un territoire au changement climatique", *Recueil de littérature internationale*, Adaptation au changement climatique.

Figure 21. Recensement des indicateurs d'exposition cités dans la littérature

N°	Nom indicateur	Vague de chaleur	Manque d'eau, sécheresse	Feux de forêt	Inondations en milieu urbain	Hausse du niveau de la mer, inondation par submersion	Crue torrentielle / coulées de boue ou de débris	Intrusion salée	Avalanches	Érosion littorale	Mouvement de terrain et érosion	Tempête : vent	Tempête : pluie	Tempête : neige	Tempête : submersion littorale	Maladies	Indicateurs généraux	Littoral	Montagnes	Urban	Plaine	Forêt	Quantitatif ou qualitatif	Unité	
4	Altitude					X	X											X	X				Quantitatif	m	
18	Durée de la tempête											X	X	X	X		X							Quantitatif	heures ou jours
19	Durée des inondations passées				X	X	X										X						Quantitatif	heures ou jours	
21	Efficacité des précipitations		X	X													X						Quantitatif		
26	Faible hygrométrie / humidité du sol	X	X	X													X						Quantitatif		
27	Fréquence des inondations dues à la submersion marine (basé sur l'évolution projetée du niveau de la mer)					X												X					Quantitatif	jours par an	
28	Fréquence des inondations fluviales				X																X		Quantitatif	jours par an	
29	Fréquence des périodes de sécheresse	X															X						Quantitatif	jours par an	
30	Fréquences des inondations torrentielles					X											X						Quantitatif	jours par an	
31	Hausse du niveau de la mer					X									X		X						Quantitatif	m	
33	Hauteur moyenne des vagues					X									X		X						Quantitatif	m	
34	Humidité moyenne	X																		X			Quantitatif		
35	Indicateur de conditions climatiques favorables aux incendies			X																	X		Semi-quantitatif	indice	
36	Indicateur de stress thermique Klima-Michel	X															X						Semi-quantitatif	Indice	
38	Indice de sensibilité côtière					X				X	X							X					Semi-quantitatif	Indice	
43	Jours de vague de chaleur	X															X						Quantitatif	jours par an	
45	Longueur de l'estran				X									X			X						Quantitatif	m	
46	Magnitude des inondations passées				X	X	X										X						Quantitatif	hauteur d'eau ? Coût ?	
49	Morphologie de la côte				X												X						Qualitatif		
51	Moyenne de précipitations en été	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X	X					Quantitatif	mm	
52	Moyenne de précipitations en hiver	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X	X					Quantitatif	mm	
56	Nombre d'arrêts d'état de catastrophe naturelle pris dans le passé	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						X						Quantitatif		
61	Période de retour des inondations				X	X	X										X						Quantitatif	jours	
64	Pollution de l'air : présence de particules	X																		X			Quantitatif		
65	Pourcentage de la population décédée ou affectée par une catastrophe naturelle	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X						Quantitatif		
66	Précipitations	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X	X					Semi-quantitatif		
79	Radiation thermique ondes longues	X															X						Quantitatif		
80	Ratio nombre de décédés / personnes affectées pour les catastrophes passées	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X						Quantitatif		
81	Recul du trait de côté				X	X											X						Quantitatif	m / an	
89	Température	X	X	X													X	X					Semi-quantitatif		
90	Température nocturne élevée	X															X						Quantitatif	degrés	
92	Type de tempête (pluie, neige, grêle...)											X	X	X	X		X						Qualitatif		
95	Vitesse et direction du vent			X							X	X	X	X			X						Semi-quantitatif		
96	Zones inondables				X	X											X						Qualitatif		

(Source : ADEME, 2013)

Au moment de la collecte des données et de l'analyse de la situation de l'installation, les **interactions suivantes devront être gardées à l'esprit (voir également le premier tableau de l'étape 8) :**

- Comment les phénomènes climatiques se traduisent-ils (dans le passé, aujourd'hui, pour 2030, 2040, 2050) en aléas sur l'installation et son milieu d'implantation ?
- Comment les dégradations du milieu naturel (terre, eau, forêt...) constituent-ils un facteur aggravant des effets des changements climatiques ?

Le GIEC donne accès à une compilation et à une analyse unique des publications relatives aux changements climatiques dans des revues à comité de lecture. Dès lors, les publications⁴⁶ du GIEC (les rapports d'évaluation, les rapports techniques (*technical papers*), les rapports spéciaux, les rapports méthodologiques) **constituent un point de départ incontournable des recherches.**

Le 6^{ème} rapport d'évaluation (Assessment Report 6 - AR6) va être publié entre juillet et octobre 2021, et la synthèse générale de l'AR6 devrait être disponible en juin 2022. Outre les évolutions générales, **les rapports d'évaluation comportent également des focus régionaux généraux, et des projections régionales** pour les principaux impacts des changements climatiques (température, précipitations, etc.).

Les **rapports spéciaux, à l'image de celui sur les océans et la cryosphère**⁴⁷ (2019), apportent des informations et des projections généralement plus précises à l'échelle régionale mais concentrées sur quelques domaines.

Les **autres publications institutionnelles internationales** (Banque mondiale, FAO, UNESCO, PNUD...) ou régionales (banques régionales de développement par exemple...) devront être recherchées. Ces institutions soutiennent de nombreux projets régionaux liés aux changements climatiques, dont les publications seront généralement précieuses, à l'image par exemple du Programme WACA - (*West Africa Coastal Areas Management Program*), lancé par la Banque mondiale en 2015 sur les risques littoraux.

À ce stade, **trois enjeux majeurs apparaissent pour la collecte d'informations et de connaissances climatiques : celui de l'horizon des projections, celui de leur échelle, et celui du scénario d'émission à retenir.**

- Beaucoup de modélisations **sont projetées pour 2100 ou 2080**, bien au-delà de l'horizon opérationnel des Armées. Il apparaît difficile d'extrapoler ces projections à des horizons de travail plus courts, notamment parce que les impacts et manifestations principales des changements climatiques ne sont pas linéaires. **La recherche documentaire doit ainsi cibler des projections par exemple entre 2040-2060.**

⁴⁶ <https://www.ipcc.ch/reports/>

⁴⁷ IPCC, 2019, "IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. A Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change", [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)], 765 p.

- La **granularité (ou résolution) des modèles existants** ne sera pas toujours fine, notamment par exemple en Afrique subsaharienne. Hors existence de productions scientifiques particulières, les projections engloberont l'installation et son milieu parfois avec une « précision » de plusieurs dizaines de kilomètres. Tous les travaux ayant une dimension régionale sont susceptibles d'être intéressants pour l'évaluation de vulnérabilité. **Ils pourront être affinés par les constatations de terrain, des publications spécialisées (notamment sur l'évolution d'un phénomène dans le passé, par exemple l'érosion littorale), et par les entretiens (voir étape 6).**
- Les projections ne seront pas toujours disponibles pour tous les scénarios d'émissions. Pour rappel, les scénarios d'émissions retenus pour le 5^{ème} rapport d'évaluation (2013-2014) du GIEC en 2100 comparé à 1900 conduisent à un réchauffement respectif de :
 - o RCP2.6 : 0.9 - 2.3°C
 - o RCP4.5 : 1.7 - 3.2°C
 - o RCP6 : 2.0 - 3.7°C
 - o RCP8.5 : 3.2 - 5,4°C

Même des projections basées sur le scénario d'émissions le plus pessimiste (RCP8.5) ont une pertinence. En effet, les politiques climatiques actuelles⁴⁸ conduisent à un réchauffement de 2,7 - 3,1°C, à la frontière des deux scénarios les plus graves.

Pour décrire des évolutions possibles et des projections sur tel ou tel paramètre (température, précipitation, etc.), **il faudra toujours citer l'année (ou l'intervalle) de référence** qui sert de point de départ de la comparaison, et l'année (ou l'intervalle) cible de la projection.

Les recherches doivent être opérées en anglais, et en anglais et français pour les zones francophones.

À l'échelle nationale, le ministère de l'Environnement et le service de Météorologie nationale ont très probablement contribué, voire piloté, des publications sur les impacts et défis climatiques dans le pays considéré. Lorsque possible, leur site internet doit ainsi être largement exploré, à la fois pour la documentation et l'identification d'interlocuteurs institutionnels potentiels. Les rapports officiels laissent une large place aux recherches et scientifiques nationaux. Ces publications permettent ainsi de référencer les principaux centres de recherche sur l'environnement naturel et le climat dans le pays où est implantée l'emprise, et les auteurs de ces publications.

En France, l'Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (ONERC) compile de connaissances et commande des rapports nationaux à la communauté française de chercheurs sur le climat. L'ONERC pourra également faciliter la recherche d'interlocuteurs scientifiques travaillant sur la Métropole et l'Outre-mer.

⁴⁸ <https://climateactiontracker.org/global/temperatures/>

- **Collecte de données sur la dégradation du milieu naturel**

Cette partie de la méthodologie a pour objectif de collecter les données permettant d'évaluer le **degré de détérioration des écosystèmes fournissant des services indispensables au système emprise étudié (ressources naturelles, protection, etc.)**. Compte tenu de l'approche systémique de la CEMC, il s'agit d'évaluer la dégradation de milieu naturel du sous-système technique (l'installation) et du sous-système socio-naturel (milieu d'implantation) dans lequel l'emprise est située. Plus spécifiquement, il s'agit de porter une attention particulière aux dégradations du milieu naturel susceptibles d'amplifier les effets des changements climatiques (dans un cadre géographique englobant l'emprise, et dont le périmètre dépend des aléas).

Les indicateurs environnementaux sont nombreux, et seuls ceux qui ont **un impact direct ou indirect sur le milieu naturel auquel est rattachée l'emprise sont retenus**.

Plusieurs **types de dégradations de l'environnement naturel, essentiellement anthropiques**, contribuent à augmenter les impacts des aléas climatiques, et donc la sensibilité climatique. L'évaluateur recherchera plusieurs variables permettant d'évaluer le niveau de dégradation (liste non exhaustive) :

Variable 1. Dépendances entre le milieu naturel et le système emprise étudié

Les indicateurs sont indiqués/suggérés à titre informatif mais tous ne doivent pas être renseignés, il s'agit d'attirer l'attention sur d'éventuelles dépendances envers des éléments naturels.

- Services écosystémiques d'approvisionnement : eau potable (1), alimentation (2), énergie (3), bois (4), pierre (5), combustible (6), minerais (7)
- Services écosystémiques de régulation : degré de dépendances des cultures agricoles aux pollinisateurs (8), rôle régulateur de certaines espèces dans la prolifération de nuisibles, de vecteurs de maladies et de parasites pour l'homme (9), niveau de protection contre la force des vagues, l'érosion et les événements climatiques extrêmes par les mangroves, herbiers et barrières de corail (10), régulation des inondations par les zones humides locales ou les cours d'eau (11)
- Services de soutien : niveau de diversité génétique (12)
- Services non matériels : repère de navigation naturel (13), lieux de cultes naturels (si pertinent) (14).

Variable 2. Fragilité et fragilisation des paysages

Certains paysages et écosystèmes soutiennent l'activité de l'emprise, tels que les littoraux et les zones humides (mangroves). Ce type de végétation contribue à prévenir l'érosion côtière et à réduire les risques de submersion. **La déforestation, et la dégradation des sols en général**, constituent un facteur d'érosion des sols et d'aridification ou de désertification dans des climats très secs. À proximité des côtes ou des

rives d'un cours d'eau, la déforestation augmentera les risques liés à l'érosion (au ravinement, aux coulées de boue, aux glissements de terrain, etc.) ou à la submersion.

Les indicateurs associés sont l'évolution de l'érosion au cours des dernières années du littoral et/ou des lits des rivières (1), le relevé d'éventuels tremblements de terre ou glissements de terrain au cours des dernières années (2), l'état des sols non agricoles, état d'un sol argileux déformé (3), l'évolution du niveau d'artificialisation et d'imperméabilisation des sols (4), l'état et la fertilité des sols agraires (5), la dépendance des cultures agricoles en présence à l'irrigation par rapport à la disponibilité hydrique (6) et l'adaptation des espèces élevées aux conditions météorologiques locales (7).

Variable 3. Gestion des ressources en eau

La surexploitation des eaux de surface et souterraines aggravera le risque de sécheresse, et indirectement celui d'érosion des terres. Une hydrologie urbaine mal gérée ou mal anticipée pourrait favoriser des remontées du niveau des aquifères superficiels, et augmenter le risque local d'inondation. L'artificialisation du débit et des cours des fleuves et rivières (barrages, retenues...) ne préserve que partiellement des risques d'inondation, mais peut déplacer les zones exposées. Les stratégies d'endiguement pourront protéger de crues modérées à fortes, mais risquent de créer de fortes vulnérabilités face à des événements extrêmes si une portion cède. La construction de digues empêche le dépôt de sédiments sur les rives, dépôt qui compense normalement au moins en partie le tassement naturel.

L'urbanisation, ou le développement de zones commerciales et industrielles, conduisent à l'artificialisation croissante des sols, ce qui augmente les risques liés à l'hydrologie urbaine (davantage d'eau de ruissellement lors de fortes précipitations, réduction des zones d'absorption des eaux de pluies...)

Les indicateurs liés sont l'état de la ressource en eau douce d'origine souterraine (1) et l'évolution de la perméabilité des sols et de l'infiltration de l'eau (2).

La difficulté de la collecte de données de cette étape résidera dans **l'obtention de données locales et infranationales de qualité.**

À défaut, aux échelles internationale et nationale, voici **une sélection d'indicateurs sur l'état ou la dégradation de l'environnement :**

- Eau de surface et souterraine
 - o AQUASTAT - Système d'information mondial de la FAO sur l'eau et l'agriculture, <http://www.fao.org/aquastat/fr/databases/> Bases de données par pays et sous-régions. Base de données des barrages mondiaux (notamment par cours d'eau, ce qui est utile pour ce manuel)
 - o Le programme mondial pour l'évaluation des ressources en eau (WWAP, piloté par l'UNESCO), qui publie chaque année le *rapport mondial des Nations Unies pour la mise en valeur de l'eau*, avec des données à jour : <https://en.unesco.org/wwap/publications>

- Portail des Nations Unies sur l'eau, rassemblant les activités des plus de 30 agences ou programmes travaillant sur ce thème : <https://www.unwater.org>
- Bases de données sur les aquifères, les points de prélèvements et forage : <https://ggis.un-igrac.org/>
- Dégradation des terres et des littoraux
 - *Rapport spécial du GIEC sur la désertification et la dégradation des terres* (2019) : <https://www.ipcc.ch/srccl/> et avec un éclairage sur l'Afrique : https://cdkn.org/land-africa/?loclang=en_gb
 - Ressources du PNUE : <https://www.unep.org/resources/assessment/worldwide-land-degradation-and-restoration-assessment-report-primer>
- Forêts (voir aussi les bases généralistes ci-après, qui intègrent de nombreux indicateurs liés aux forêts - surface et évolution, volume de bois sur pied, variété des essences forestières, etc.)
 - Ressources du PNUE sur les forêts : <https://www.unep.org/explore-topics/forests>
 - La plateforme Global Forest Watch du World Resources Institute : <https://www.wri.org/initiatives/global-forest-watch>
- Bases de données généralistes à dominante environnementale
 - Le FAO *Statistical Yearbook*: <http://www.fao.org/documents/card/fr/c/cb1329en/>
 - Les *World development indicators* (WDI) de la Banque mondiale : <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators> et le Little green databook : <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/27466>
 - Liste des indicateurs des Objectifs de développement durable : <https://unstats.un.org/sdgs/indicators/database/> et <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2658605?sommaire=2654964#consulter-sommaire>

• Collecte de données sur la stabilité de l'emprise

Cette étape a pour objectif de **collecter des données sur la stabilité**, soit l'ensemble des variables **permettant de déterminer la capacité**

- (1) De l'installation (sous-système technique) à maintenir **un mode de fonctionnement analogue à aujourd'hui à un horizon temporel défini**, sans nouvelle mesure d'adaptation aux changements climatiques,
- (2) Du système social (collectivité, société humaine) dans lequel est implantée l'installation **à assurer la sécurité sociale, alimentaire, politique, économique, physique, sanitaire des populations concernées à un moment donné**

dans un contexte social, naturel, politique ou économique dégradé.

Il convient donc de déterminer la capacité de l’emprise à continuer à assurer des fonctions opérationnelles de manière stable (dépendance de l’emprise à des réseaux extérieurs publics et privés ; engagement, soutien à des missions offensives, et logistiques) tout en prenant **en compte les interactions des variables retenues (dépendance, accès, etc.) avec la stabilité du milieu dans lequel elle se situe** (environs immédiats, bassin de risque, région).

L’obtention de données sur les altérations naturelles et aléas déjà constatés, qui ont dans le passé entravé la réalisation de missions, reliera enjeux opérationnels et enjeux climatiques.

➤ **Enjeux de la stabilité de l’emprise, de ses personnels, de ses fonctions**

Pour le sous-système technique (installation), les **informations seront à recueillir auprès du ministère des Armées et des responsables de différents bureaux** de l’emprise en question.

Variable 1. Dépendance

Les points les plus faciles à traiter concernent **la dépendance à des services urbains en réseau, comme l’électricité, les moyens de communication, l’eau potable, les eaux usées...L’autonomie ne constitue pas un objectif absolu**, du moment que la chaîne de production et de livraison de la ressource est **fiable et résiliente aux risques climatiques**. Il peut être jugé suffisant que seules certaines parties de la base, dont les fonctions sont considérées essentielles, puissent bénéficier de la redondance de systèmes de production, et/ou d’une autarcie complète.

Dans un pays en développement, les emprises recherchent le plus souvent l’autonomie complète, face à coupures fréquentes sur les réseaux publics d’eau ou l’électricité. La question des eaux usées est importante car, en plus des eaux grises, elles intègrent les eaux de pluies, dont les volumes peuvent être conséquents selon les saisons ou en cas d’épisodes pluvieux particulièrement intenses. L’enjeu réside ainsi dans la collecte de gros volumes, leur traitement, et leur rejet (notamment le lieu de ce rejet). Des stations de relevage seront généralement nécessaires pour assurer la bonne évacuation des eaux usées retraitées, ou éviter le reflux des eaux usées si leur traitement est assuré après collecte par un acteur extérieur au camp.

Un **historique des ruptures de service sur la base** (électricité, eau potable, eaux usées), que leurs causes soient internes ou externes, pourra être utile pour apprécier leurs fragilités récentes.

En cas de crise de grande ampleur et de rupture des approvisionnements, **il pourra être intéressant de connaître la capacité du camp à être autonome en carburant**. Dans cette phase, le carburant pourra être nécessaire pour produire de l’électricité ou même de l’eau potable. Le stock de carburant peut généralement procurer plusieurs jours d’autonomie, mais la mobilisation exceptionnelle de véhicules ou par exemple d’hélicoptères en raison

de la crise pourra restreindre cette autonomie. Pour les opérations extérieures, le projet éco camp porté par le SID **contribuera à renforcer la résilience des emprises en réduisant leur empreinte énergétique**. La Stratégie énergétique de Défense, adoptée en 2020, vise à réduire d'ici 2030 de 40% les consommations d'énergie fossile pour le stationnement.

Ainsi **l'installation pourra fournir des données sur son degré d'autonomie et les évolutions prévues pour :**

- L'approvisionnement en électricité (1)
- L'approvisionnement en eau potable (ou eau douce, potabilisée sur site) (2)
- La collecte, le traitement et l'évacuation des eaux usées (3)
- L'autonomie en cas de crise majeur (besoins énergétiques de la base en fonction des stocks de carburant disponibles, pour la production d'électricité, d'eau potable le cas échéant...) (4)

En cas de dépendance à des prestataires extérieurs, **il faudra collecter des informations et essayer de rencontrer les acteurs privés ou publics en charge de ces services essentiels**, et d'évaluer leur prise en compte des défis climatiques (5).

En France, des fragilités structurelles (forte dépendance électrique en Bretagne, créant des failles comme en février 2018) ou saisonnières (exemple des effacements de puissance des centrales nucléaires dans la vallée du Rhône en 2004 faisant peser un risque sur le réseau sud-est et limitrophe) nécessitent une sécurisation électrique renforcée pour de gros pôles de défense très énergivores comme Brest ou Toulon.

Variable 2. Historique des aléas passés ayant créé une rupture dans la réalisation des missions.

Un **répertoire des évènements météorologiques et climatiques les plus marquants au cours des 20 dernières années** sur l'emprise permettra une **première estimation des zones les plus vulnérables aujourd'hui (1)** (inondations de certaines zones, remontées des nappes phréatiques dans certaines parties de la base...).

Outre l'expérience vécue par des personnels, la connaissance des évènements climatologiques et météorologiques passés peut être amenée **sur demande par le CISMF** (Centre interarmées de soutien météo-océanographique des forces), 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 évènements (2)** (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 SHOM⁴⁹ contribue

⁴⁹ Service hydrographique et océanographique de la Marine.

à l'évaluation du risque de submersion marine. Les connaissances sont donc dispersées, et ne font pas toujours l'objet d'un traitement commun.

L'étape 1 a permis d'identifier les différentes fonctions essentielles pouvant être réalisées dans l'emprise étudiée. Sauf éléments confidentiels, **la carte de la base permet de situer à la fois les zones impactées dans le passé par des événements naturels, et les bâtiments, matériels et zones du camp devant faire l'objet d'une attention plus poussée.** Cette approche doit être évolutive en fonction de la destination d'une emprise (nouvelles missions assignées ou soutenues, déploiement de nouvelles capacités, etc.).

Pour les ports et aéroports, il faudra recueillir auprès des personnels **les limites opérationnelles des différentes manœuvres devant être effectuées (3)** (mise à quai/stationnement, manutentions diverses, manœuvre carburant ou gaz spécifique, munitions, etc.) **selon les conditions météorologiques et climatiques.** Pour un port, les différents aménagements pour préserver l'usage et l'accès aux quais devront être intégrés (barrières anti-inondation, barrages brise-lames, rehaussement des quais ou des systèmes d'amarrage, etc.).

Variable 3. Accessibilité

Les infrastructures extérieures au camp et nécessaires à la réussite des missions doivent être intégrées à l'analyse (état des routes, port, aéroports, accès aux emprises...).

L'évaluation pourra ainsi intégrer :

- **Les voies d'accès à l'emprise considérée (1).** Sont-elles exposées à des risques de coupure (routes par exemple déjà protégées par des digues sur certaines portions, terrains proches de zones de ravinement ou de forte érosion...) ? Des itinéraires de contournement moins vulnérables existent-ils ?
- **Les infrastructures de transports indispensables au fonctionnement de l'emprise (2)** (aéroport, port, voies ferrées, ouvrages d'art et transport routier...)
- **Les approvisionnements essentiels et difficilement substituables (3)** (munitions, chaîne oxygène pour certains usages...). Leur identification est envisageable à l'échelle d'une emprise de petite taille, mais paraît difficile à établir pour une base de grande ampleur (Brest...).

De plus, l'emprise dépend pour son fonctionnement de ses personnels civils et militaires, dont l'accès à la base doit être anticipé en cas de crise de grande ampleur. **Un mode de fonctionnement dégradé découle ainsi de dégâts infrastructurels et/ou d'un personnel réduit.**

Variable 4. Dépendance au sous-système socio-naturel et niveau d'intégration politique et économique

Plusieurs cercles de dépendance de l'emprise à son milieu économique et infrastructurel (avec des dimensions politiques et sociales) pourront être ainsi esquissés (métropole environnante, différents niveaux de collectivités territoriales).

Référencer les coopérations et dialogues noués avec des acteurs locaux dans différents domaines liés directement ou indirectement aux changements climatiques (1) (logistique, services en réseau) complétera l'évaluation. Une bonne connaissance des plans de gestion de crise (2) dans différents domaines (pollution, catastrophe naturelle, crise sanitaire...) sera 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).

Au-delà de la dépendance de l'emprise au sous-système socio-naturel, un relevé des relations institutionnelles et interpersonnelles entre les responsables de l'emprise et les autorités locales ou nationales permet d'évaluer la solidité des accords conditionnant le statut juridique de l'emprise (3) et de la cordialité des interactions entre les autorités publiques locales ou nationales (quand il s'agit d'une emprise à l'étranger) et des responsables (4).

➤ **L'emprise et la stabilité de son milieu social, naturel, politique et économique**

Une emprise française dans un pays en développement peut difficilement rester préservée de son milieu social et politique. Or, les changements climatiques sont une source indirecte d'instabilités sociales et politiques. De plus, ils font émerger de nouveaux défis pour les États, dont la sécurité humaine⁵⁰, et la gestion des ressources naturelles.

Variable 1. Dépendance envers les services écosystémiques et naturels

Les indicateurs sont indiqués/suggérés à titre informatif mais tous ne doivent pas être renseignés, il s'agit d'exemples de sources et facteurs d'instabilité liés au milieu naturel et aux changements climatiques.

Une **économie avec une dominante agricole** (nature de l'économie - 1), et où l'agriculture sera essentiellement sous pluie (non irriguée) (degré de développement de l'agriculture - 2), sera plus vulnérable à la variation des régimes de précipitations et aux événements climatiques extrêmes. **L'absence de diversification économique** (3), la concentration d'activités économiques dans des zones exposées (4), et la forte dépendance d'une population à des ressources naturelles locales (5) grèvent les capacités de résilience d'une région ou d'un État.

Variable 2. (hors territoire national) Résilience des services essentiels fournis par les autorités

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.

⁵⁰ IPCC, 2014, op.cit. (voir notamment le chapitre 12, « Human Security »).

De nombreuses maladies sont hautement sensibles à la hausse des températures et la modification du régime des précipitations, deux éléments que l'on retrouve dans des pays où les forces françaises sont présentes. À ces considérations sanitaires s'ajoute la problématique de la malnutrition, de la sécurité alimentaire liée aux changements climatiques et aux altérations des cycles des précipitations. La [qualité du système de santé dans les régions étudiées \(1\)](#) constitue un important facteur de résilience face aux impacts sanitaires du réchauffement global.

Des **indicateurs de conditions de vie des populations** aideront à caractériser un niveau de développement, et leur influence sur la vulnérabilité des territoires :

- [L'indice de Développement humain \(2\)](#) (qui a une forte dominante santé et éducation)
- Les [densités de population \(3\)](#)
- La [nature et la salubrité de l'habitat](#) (matériaux prépondérants, localisation dans des zones inondables...), bidonvilles, existence d'un secteur assurantiel performant pour l'habitat (4).
- Niveau d'emploi (5), assurances chômage (6), place de l'économie informelle (7)
- [L'accès à des services de santé \(8\)](#), et performances du système de santé (9)
- [L'existence de transports \(individuels et collectifs...\)](#) (10).

Enfin, le [niveau de corruption perçu \(11\)](#) permettra d'anticiper de **potentielles crises de confiance entre les populations et les autorités**, à la suite d'une situation de rupture, naturelle ou sociale, ayant pour conséquence une perturbation des services essentiels.

Variable 2 bis. (territoire national) Plans de prévention locaux

Sur le territoire national, les [plans \(1\) de prévention des risques naturels prévisibles \(PPRN\)](#), le [Plan local d'urbanisme](#), le [Plan de Surfaces Submersibles \(PSS\)](#), les [Plans de Zones sensibles aux Incendies de Forêt \(PZSIF\)](#) pourront être consultés à l'échelle des municipalités et des départements (préfecture), en fonction des aléas auxquels l'emprise est exposée.

Comme suggéré dans le point précédent, on recherchera également, pour une emprise sur le territoire national ou à l'étranger, des informations sur les secteurs et infrastructures critiques dans la région de l'emprise (pour les ports, aéroports, la voirie, les réseaux d'eau et d'assainissement, la production d'énergie et l'électricité, les moyens de communications, les grandes zones industrielles, les services de santé, les barrages...) :

- [Existence d'évaluations de leur exposition aux aléas naturels et aux changements climatiques \(2\)](#)
- [Évaluations techniques de la résilience climatique de ces secteurs \(3\)](#)
- [Existence de processus d'anticipation et de gestion des crises de grande ampleur \(4\)](#)
- [Place de l'emprise ou de ses moyens dans ces dispositifs de gestion de crise \(5\)](#).

Dans le cas de l'emprise générique, le travail de recherche débute par des **données générales sur :**

- Des **informations sur le climat et les principaux évènements météorologiques**, incluant dans l'idéal des tendances depuis deux à trois décennies. Un historique d'incidents météorologiques et climatiques pourra être dressé dans un périmètre étendu autour de l'EG (200 ou 300 km, en fonction des données existantes): crues, inondations, pluies cycloniques, cyclones, température et vagues de chaleur, érosion, glissement de terrain, coulée de boue, inondations urbaines, intrusions d'eau salée et remontée des aquifères... ;
- Les **évolutions climatiques projetées à l'échelle régionale**, et si les travaux existent, aux échelles nationales et locales.
- La dégradation du milieu naturel de l'installation et du système socio-naturel d'implantation.
- **L'économie du pays hôte, la situation sociale et politique**, sur les évolutions démographiques
- Des scénarios **d'évolution sociale, politique, économique et environnementale** du pays considéré dans les prochaines décennies.
- Au regard du milieu naturel de l'EG, des données et informations précises devront être recherchées sur **le système de santé** (marécages à proximité), **l'érosion littorale**, sur l'évolution du **régime hydrologique du cours d'eau** qui passe à proximité de l'EG, sur le rythme de **la déforestation**, ou encore sur l'état des **infrastructures routières**.
- Sur la dépendance de l'EG à des réseaux publics (électricité, eau, assainissement, communication).

MISE EN ŒUVRE

1	Comprendre ce qui est entendu par exposition, dégradation et stabilité
2	Collecter des données dans la littérature scientifique et la littérature grise sur chacune des composantes
3	Renseigner les variables sur la base de ces données, en collectant les indicateurs les plus pertinents pour l'emprise étudiée (en fonction de ses missions, son milieu naturel et socio-économique, etc.)

ÉTAPE 3

Identification des personnes ressources

Cette étape a pour objectif **d'identifier les personnes pertinentes à interroger** pour collecter des données qualitatives sur le système emprise étudié (sous-système technique et sous-système socio-naturel).

- **Chercheurs et institutionnels locaux**

Le recours à un intermédiaire scientifique local est très précieux et constitue un net gain de temps dans la préparation de la mission. Non seulement il aidera à identifier les chercheurs les plus pertinents à rencontrer dans le cadre de l'étude, mais se recommander de lui lors de la prise de contact augmentera les chances de réponses positives pour un entretien.

Le cas échéant, l'ambassade de France dans le pays d'intérêt aura très certainement la capacité à recommander, voire à prendre directement contact, avec l'intermédiaire scientifique potentiel. Ainsi, **l'attaché de coopération scientifique et universitaire disposera d'un réseau de correspondants académiques et de recherche, et de points de contact dans différents laboratoires**. Les changements climatiques étant un sujet de grande exposition (actualités, médias, nombreux projets de coopération...), son réseau de relations couvrira ce champ d'expertise et de recherche. Les ambassades ne disposent pas toutes d'un attaché de coopération scientifique et universitaire. Dans ce cas, le conseiller ou la conseillère de coopération et d'action culturelle pourra être contacté(e).

Nous recommandons **d'échanger en premier lieu avec l'attaché de Défense**. Outre le fait qu'il pourra lui-même être en relation avec des chercheurs (comme dans l'exemple du travail réalisé sur Port-Bouët), il pourra soutenir la demande de mise en relation avec le service de coopération et d'action culturelle de l'ambassade considérée.

S'il n'est pas possible d'avoir **le soutien d'un chercheur local, des scientifiques français ou basés en France peuvent également permettre de faciliter les prises de contact dans le pays** d'intérêt. Il pourra par exemple s'agir de repérer parmi la bibliographie les articles écrits par plusieurs scientifiques, dont certains basés en France, et d'autres dans le pays d'intérêt. Un entretien avec un chercheur basé en France sera sans doute plus facile à obtenir, notamment en écrivant de la part d'un ministère français. Ce chercheur acceptera probablement de faciliter la prise de contact avec des chercheurs locaux, ou *a minima* de se recommander de lui.

Pour une emprise sur le territoire national ou à l'étranger, plusieurs centres des Armées ont une expertise météorologique et océanographique de pointe, et échangent de manière continue ou régulière avec les chercheurs français dans ces domaines. Le Centre interarmées de soutien météo-océanographique des forces (CISMF) est ainsi hébergé sur le site de Météo France à Toulouse, et bénéficie d'un partage des données de l'institution publique. Ces centres, outre une connaissance des emprises, territoires et pays étudiés, pourront contribuer à identifier des chercheurs à rencontrer, dont sans doute l'intermédiaire scientifique qui aidera en France à la prise de contact avec d'autres chercheurs. Le CISMF, le Service hydrographique et océanographique de la Marine (SHOM), ou, pour l'Atlantique Nord, le Centre d'Expertise Météorologique et Océanographique (Centex METOC) pourront être contactés.

En plus des interlocuteurs à rencontrer (ou à interroger par téléphone ou visioconférence) identifiés avec l'aide de l'intermédiaire scientifique, **les chercheurs et personnes ressources seront sélectionnés par la lecture d'articles et de rapports** (cf. étape 2).

À cette liste s'ajoutent par exemple :

- **Des responsables d'un port ou d'un aéroport à proximité de l'emprise**, qui bénéficient d'un service météorologique intégré. Ce dernier pourra relater les difficultés d'ordre météorologique ou climatique qu'ils ont rencontrées dans le passé, les défis environnementaux qu'ils ont identifiés, et les mesures prévues ou déjà prises pour y faire face.
- **Le service météorologique national permettra de connaître les tendances météorologiques et climatiques des dernières décennies**, si les données existent. Un tel service sera de plus nécessairement engagé dans les stratégies climatiques nationales. À ce titre, il pourra conseiller d'autres personnes intéressantes à rencontrer.
- **Des responsables d'ONGs** locales, ou une antenne nationale d'une ONG environnementale internationale.

Dans un pays en développement, l'intérêt d'un ministère français pour des chercheurs ou un centre de recherche pourra susciter des espoirs de financement de travaux de recherche, par exemple liés à l'emprise et à son milieu immédiat. **Le responsable de l'évaluation de vulnérabilité doit expliquer clairement que son travail se limite à l'appréciation des risques climatiques sur la base militaire en question** et son tissu urbain à proximité, et à référencer les publications existantes. Si le ministère souhaite approfondir un aspect particulier insuffisamment renseigné dans des sources scientifiques, l'évaluation de vulnérabilité aura permis d'identifier les chercheurs compétents.

• **Personnes ressources de l'emprise**

Le commandement de la base désignera **un point de contact** (POC) à la fois pour préparer au mieux la mission (premières informations, hébergement, visa, etc.), mais surtout pour faciliter **l'identification des interlocuteurs sur la base** et l'obtention des rendez-vous avec eux. Si le choix du POC est laissé à l'appréciation du commandement de la base, **les personnels du Service d'infrastructure de la Défense seront des interlocuteurs privilégiés**. Certaines de leurs missions inscrivent leur travail dans le temps long de

l'investissement pour les infrastructures (protection contre la submersion, aménagements divers - quais, digues, bâtiments, génie climatique, protection passive contre l'ensoleillement, etc.), mais aussi la production d'électricité. Il pourra par exemple s'agir des **Unités de soutien de l'infrastructure de la Défense (USID) en Métropole, ou des Direction d'infrastructure de la Défense (DID) en Outre-mer ou à l'étranger.**⁵¹

Dans le cas d'une mission à l'étranger, la priorité doit être donnée aux entretiens à l'extérieur de la base, car les temps de transports sont longs, le respect des horaires peut être fluctuant, et de nouveaux rendez-vous vont venir enrichir l'agenda des entretiens avec des chercheurs et institutionnels locaux.

Dès lors, **le POC devra avoir une très bonne connaissance des personnels de la base** et des meilleurs moments de les solliciter. L'objectif est d'obtenir une certaine souplesse dans les rendez-vous sur la base, au regard des contraintes qui accompagnent les entretiens à l'extérieur. Il sera intéressant de pouvoir discuter avec des **personnels qui ont une longue expérience de l'emprise**, par exemple par des affectations ou des séjours espacés de plusieurs années.

Une grande partie des services d'une emprise pourra faire l'objet d'un ou plusieurs échanges. Les entretiens pourront concerner les vulnérabilités potentielles de la base, mais aussi les missions opérationnelles et offensives assurées et soutenues par l'emprise : production d'eau et d'électricité, traitement des eaux usées, service météo, chargement et déchargements des avions et navires, approvisionnement de la base, convois terrestres, engagements récents, services logistiques, planification, commandement et communication (et plus générales ce qui relève du C4ISR⁵²).

MISE EN ŒUVRE

1	Prendre contact avec l'ambassade de France pour une emprise à l'étranger (attaché de Défense, attaché de coopération scientifique et universitaire)
2	Prendre contact avec les services météorologiques, climatiques, océanographiques des Armées (CISMF, SHOM, Centex Metoc...)
3	Identifier les personnes ressources scientifiques et institutionnelles
4	Désigner un point de contact sur l'emprise étudiée
5	Identifier et contacter les personnes ressources de l'emprise

⁵¹ Dans le cas de Port-Bouët (emprise étudiée dans le cadre des NA 2 et 4), le POC appartenait au Bureau interarmées de Prévention des FFCI, qui traite entre autres des enjeux liés à l'hygiène, la sécurité et l'environnement, choix qui était pertinent au regard de la transversalité des missions réalisées par ce service.

⁵² C4ISR : Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance

ÉTAPE

4

Diffusion du questionnaire aux personnes ressources de l'emprise

L'une des plus-values de la CEMC est de se baser sur une analyse qualitative et non purement quantitative et statistique, s'appuyant sur une mission sur site et de nombreux entretiens. Un questionnaire, pouvant être envoyé aux personnes ressources sur la base, complète cette approche.

La forme du questionnaire résulte des commentaires faits lors de l'analyse des différentes méthodes quantitatives décrites dans la première partie du rapport. La méthode appliquée en Australie par ATSE (voir p.23-24) a illustré **les problèmes posés par un questionnaire trop complexe, trop riche en critères**, qui n'était pas forcément appréhensible par les personnes devant le remplir. Par ailleurs, les questionnaires exclusivement quantitatifs ne procurent pas des données forcément fiables. Le *Screening Level Vulnerability Assessment Survey* 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'aléas 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. Dans la perspective d'être appliqué à des emprises variées, en France et à l'étranger, **le questionnaire demeure général**, mais la valorisation des informations s'opère en ayant déjà acquis des connaissances sur les bases 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.

Le questionnaire est organisé 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 la ou des implantation(s) > stabilité
- **Exposition de l'emprise à des aléas.** Cette partie du questionnaire a pour but d'évaluer la **vulnérabilité passée et actuelle** de l'emprise à des évènements météorologiques et climatiques (touchant l'installation ou son milieu dans un rayon

de 100 km)⁵³. Ce répertoire prend en compte **la fréquence des évènements** (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 évènements naturels à des dommages humains et matériels. La demande de renseignement est ici **qualitative, appelant à une description des dommages**. Reprenant ensuite une typologie répandue, deux catégories de phénomènes associés aux changements climatiques (montée des températures et hausse du niveau de la mer) appellent à des compléments d'information par le type de risques qu'ils induisent > exposition, dégradation et sensibilité.

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

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

Le questionnaire apparaît davantage comme une *check-list*, reprenant notamment les éléments devant être apportés par le ministère des Armées et nécessaires à une évaluation de vulnérabilité climatique, que comme une source principale d'informations. Par ailleurs, il prépare les personnels de l'emprise aux thématiques qui vont faire l'objet des échanges durant la mission.

Une connaissance fine des évènements météorologiques et climatiques passés qui ont pu toucher des implantations françaises peut être apportée par le CISMF. 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'évènements passés, jusqu'en 1950 (avec une résolution de 25 km). 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 auxquelles le CISMF doit faire face.

MISE EN ŒUVRE

1	Diffuser le questionnaire fourni en Annexe 2 aux personnes ressources de l'emprise identifiées en étape 4, et en amont de l'étape 5 (mission sur site)
----------	--

⁵³ Le rayon de l'exposition aux aléas est réduit dans le questionnaire à 100 km autour de l'emprise, le but de cet exercice étant de faire remonter des évènements perçus comme marquants par le personnel d'une emprise (avec le cas échéant un impact sur ses missions), sans prétention à l'exhaustivité. Pour les périmètres pertinents par aléa, voir supra la description de la CEMC, C1 - Exposition.

ÉTAPE 5

Mission sur site

- **Organisation de la prise de contact**

Un tableau de **gestion des contacts** pourra être réalisé. Il comprend les rubriques :

- **Nom.** Outre bien identifier le prénom du nom et les formules de politesse en usage (Monsieur/Madame + Prénom, ou Prénom + Nom, ou Nom seul), il faut veiller à **utiliser le titre correct**. Ce qui est important pour un grade l'est aussi pour le titre : Docteur, Professeur... Certaines places universitaires à l'étranger correspondent à des positions sociales notables dans un milieu souvent plus hiérarchisé que l'Université ou la recherche française. Marquer le respect de ces positions favorisera la réussite de la prise de contact et, le jour de l'entretien, l'échange de documents produits par le centre de recherche local.
- **Adresse électronique, téléphone fixe et/ou portable.** L'adresse électronique est indispensable pour la prise de contact. Mais il ne faut pas hésiter à demander un numéro de téléphone, qui sera précieux pour retrouver un interlocuteur sur un grand campus, préciser une heure de rendez-vous, ou encore prévenir d'un retard.
- **Domaines de compétence dans le cadre de l'étude.** Cette colonne permet de voir les domaines couverts, et à l'opposé, d'identifier ceux pour lesquels il faut renforcer les entretiens. Au cours de la mission, cette colonne aidera à valider le champ couvert par l'entretien à venir, et de le préparer au mieux, et se réimprégnant des connaissances compilées au cours de la phase de recherche.
- **Institution de rattachement (et 1^{ère} localisation).** Cette colonne permettra de repérer en un coup d'œil les entretiens qui pourront être regroupés. L'exploration du site internet de l'institution permet de voir si d'autres domaines d'intérêt pour l'étude sont traités dans ce centre de recherche. Dans l'affirmative, on pourra demander au premier contact le nom de l'un(e) de ses collègues travaillant sur cet autre domaine. Nous recommandons de ne pas regrouper les entretiens. Enfin, cette colonne permet de faire une première localisation potentielle de l'entretien, pour essayer *in fine* de rationaliser des déplacements. Voir également la dernière colonne.

- **État des échanges : envoi du premier mail, relance, et acceptation du RDV.** Cette colonne permet de suivre l'état des contacts et les tâches à effectuer : envoi du premier message de contact, renvoi du message 10 jours après le premier en l'absence de réponse, puis acceptation ou refus du rendez-vous.
- **Commentaires (date du RDV, période où recontacter la personne, etc., contacts à lui demander...).** Cette rubrique permet d'afficher la date et l'heure du rendez-vous, et des précisions éventuelles. Certains interlocuteurs vous demanderont de les rappeler une fois que vous serez sur place pour déterminer le rendez-vous. On pourra aussi noter des noms dont vous souhaitez avoir le contact (et qui ont par exemple co-signés des articles avec les personnes rencontrées, ou qui travaillent dans le même centre/institut).
- **Quartier de RDV, adresse précise du RDV.** Cette colonne permettra de repérer le quartier où a lieu l'entretien. Les déplacements dans une métropole, notamment dans un pays en développement, peuvent être très longs, ce qui doit être pris en compte pour leur planification. Il ne faut pas hésiter à demander des précisions sur le lieu de rendez-vous, les adresses pouvant être générales à un sous-quartier : cela peut être un bâtiment connu à proximité (qui sera un point de repère facile pour votre chauffeur), ou un bâtiment précis sur un campus.

Tableau 3. Exemple de tableau de gestion des contacts et rendez-vous

Nom, titre, grade	Adresse électronique, téléphone fixe et/ou portable	Domaines de compétence dans le cadre de l'étude	Institution de rattachement (et 1 ^{ère} localisation)	État des échanges : envoi du premier mail, relance, et OK (acceptation du RDV)	Commentaires (date du RDV, période où recontacter la personne, etc., contacts à lui demander...)	Quartier de RDV, adresse précise du RDV
Mr., Pr., Dr., Colonel, etc.						

Deux exemplaires de ce document pourront être imprimés : un à avoir sur soi au cours des déplacements, qu'on annotera et complétera au cours de la mission, et un conservé sur le lieu d'hébergement. Des rendez-vous vont se déterminer au cours de la mission, par exemple pendant les longues phases de déplacement. Une liaison téléphonique est donc indispensable.

L'internet n'est pas toujours disponible avec un débit suffisant en mission pour prévoir de passer tous les appels avec une application de type *WhatsApp*. **Une carte Sim locale**

pourra être achetée sur place, ou un téléphone local pourra être prêté par la base d'accueil. De plus, la data risque d'être facturée à un prix dissuasif, **il vaut mieux venir avec l'ensemble de sa documentation numérisée.**

Exemple de message de prise contact

Bonjour Monsieur (Dr. X, Pr. X, ou Monsieur le Professeur),

Je me permets de vous contacter de la part de Monsieur XX (personne ressource), qui m'a donné votre nom et votre adresse électronique.

Je suis (présentation personnelle), et je contribue à un travail sur les impacts du changement climatique sur l'emprise militaire de (Lieu). Cette étude s'inscrit dans le développement d'une méthodologie plus large qui est appliquée aux autres bases et infrastructures du ministère des Armées françaises situées à l'étranger ou en Outre-Mer.

Un premier travail a permis de faire un bilan de la littérature scientifique existante (la bibliographie provisoire est jointe ci-dessous), et d'identifier dans un premier temps plusieurs risques ou phénomènes liés au climat :

- L'inondation et la submersion
- Impacts directs de la hausse des températures
- Épisodes venteux, impacts de foudre
- Risques sanitaires
- Impacts indirects : l'emprise dans son environnement social et politique

Je serai très honoré et intéressé si vous acceptiez de me rencontrer, vous-même ou vos équipes, pour discuter (sujets à préciser en fonction de l'interlocuteur), et des thèmes dont vous souhaiteriez souligner l'importance (qu'ils figurent ou non dans la liste ci-dessus).

Mon déplacement (pays, ville...) se déroulera (période), en espérant qu'il sera possible de vous rencontrer à cette occasion. Pensez-vous qu'un créneau, par exemple (date), serait possible pour vous ? Si vous l'acceptez, je pourrais venir dans vos locaux, ou vous retrouver dans l'endroit de votre convenance. J'ai également contacté d'autres chercheurs de (centre de recherche de l'interlocuteur ou de la même université), et peut-être pourrions-nous coordonner ces entretiens à (lieu).

Avec mes remerciements,
Très cordialement,

Signature, poste, adresse et téléphone de contact

Une bibliographie indicative pourra compléter le mail de contact, qui permettra au destinataire d'apprécier l'état des recherches et les thèmes devant être complétés.

- **Organisation de l’agenda des entretiens**

Dans la mesure du possible, **nous recommandons de placer en tout début de séjour des entretiens avec des chercheurs et institutionnels locaux pour plusieurs raisons :**

- Parer à un retard/décalage de rendez-vous, pour être certain de rencontrer les personnes prévues au cours de la mission.
- Pour avoir de nouveaux contacts locaux, qui pourront être rencontrés à la fin du voyage d’étude.

Les rencontres avec les personnels de la base pourront bénéficier de davantage de souplesse, ou placées tôt ou en fin de journée.

Il est important de garder des créneaux libres en fin de séjour pour ajouter des entretiens qui seront suggérés par les premières personnes rencontrées.

En cas d’annulation, un rendez-vous téléphonique ou en visioconférence pourra être proposé et fixé au plus tôt après le retour en France.

Outre les jours fériés, il faut prendre en compte les fêtes religieuses dont le calendrier peut être variable d’une année à l’autre.

Si plusieurs personnes d’un même centre sont intéressantes à rencontrer, **le regroupement des entretiens n’est pas conseillé** (hiérarchie plus marquée que dans la recherche française, risque d’un temps de parole plus limité sur des sujets d’intérêt). Les interviews pourront alors être planifiées successivement (une par heure par exemple). Dans certains cas, l’agenda des rencontres des chercheurs d’un laboratoire sera établi par le directeur du centre, et ne pourra être discuté sans indécatesse.

MISE EN ŒUVRE

1	Prendre contact avec les chercheurs pour obtenir des rendez-vous
2	Tenir à jour un tableau de gestion des contacts et des rendez-vous, avec en particulier les lieux de rencontre (à regrouper) et des coordonnées précises (voir Annexe 3)
3	Organiser les entretiens par ordre de priorité (voir conseils)

ÉTAPE

6

Entretiens avec les personnes ressources

- **Entretiens avec des personnels de l'emprise**

La préparation des entretiens avec des personnels de l'emprise doit prendre en compte la variété de leur sensibilité aux changements climatiques. Non pas qu'il s'agisse d'un rejet du phénomène, mais de nombreux personnels ne sont par exemple présents que pour une rotation de quelques mois sur une base à l'étranger. Une affection plus longue reliera davantage des personnels avec le climat de l'emprise et des aléas climatiques (sécheresse, tempête, vents violents, etc.). De plus, les personnels considèrent souvent qu'ils n'accomplissent pas des missions comme étant en lien avec le réchauffement global, alors que leur expérience et leur pratique professionnelle s'avèreront précieuses pour l'étude. Certaines missions prédisposent davantage à la prise en compte des éléments météorologiques et climatiques, à l'image des personnels du Cetid (Centre d'expertise des techniques de la Défense) et plus généralement du SID (Service d'infrastructures de la Défense) qui ont entre autres la responsabilité de la production d'électricité et d'eau, de chaleur et de froid.

Dès lors, l'entretien ne doit pas avoir pour objet principal les changements climatiques, mais pourra porter pour une large part sur l'impact passé et actuel des conditions d'environnement, météorologiques et climatiques sur les missions du ou des personnels interrogés. Des entretiens collectifs pour des militaires entraînent sans doute moins de biais que ceux avec des chercheurs dans un pays étranger (cf. Etape 5, Organisation de la prise de contact), et multiplient les chances d'avoir des retours d'expérience variés.

- **Entretiens avec des chercheurs et institutionnels**

En plus des recommandations plus formelles déjà évoquées dans l'étape 5 (attention portée au titre par exemple), **l'entretien pourra être préparé par différents éléments qui faciliteront le déroulement des échanges :**

- La consultation du profil et du parcours du chercheur (lieu et sujet de thèse...).
- La lecture de plusieurs de ses articles et de ses collègues.

- Identifier clairement les lacunes de connaissances à combler grâce à l’entretien.
- Faire un état des recherches et incertitudes pour l’interviewé, et préparer des questions pertinentes, qui appelleront des réponses de qualité.
- Conserver une grille d’entretien ouverte, permettant de s’adapter aux connaissances exposées, en laissant le chercheur s’exprimer.
- Questionner sur l’existence d’autres publications, qui ne sont pas toujours disponibles en ligne ou même en librairie en France (par exemple un « Mélanges » en l’honneur d’un universitaire, publié dans une petite maison d’édition étrangère).

Dans le cas d’un entretien avec plusieurs personnes, il est recommandé de prendre les coordonnées de tous, y compris par exemple de l’assistant, qui sera chargé de vous envoyer des documents et qui pourra être relancé directement.

• Déplacements

Pour les déplacements dans une métropole d’un pays en développement, la meilleure solution consiste sans doute à **bénéficier d’un chauffeur** qui connaîtra bien la ville, et pourra vous attendre pour vous emmener sans perte de temps au rendez-vous suivant. Trois possibilités :

- Mise à disposition par la base étudiée d’une voiture et d’un chauffeur.
- Location d’une voiture avec chauffeur (solution la plus onéreuse). Les horaires de travail seront limités, ce qui réduira la plage utile d’entretien en comptant les temps de transport aller le matin, et retour le soir.
- Réserver pour plusieurs jours un taxi, dont le conducteur aura été recommandé par des personnels sur place⁵⁴, une solution économique et flexible.

MISE EN ŒUVRE

1	Préparer les entretiens en fonction de la personne rencontrée (scientifique, institutionnel ou de l’emprise)
2	Préparer les déplacements
3	Réaliser les entretiens

⁵⁴ 100 euros par jour à Port-Bouët et Abidjan en 2018.

ÉTAPE

7

Complément de la collecte de données et mise à jour des connaissances

L'apport de la mission sur site concerne la configuration spatiale de l'emprise et sa situation géographique dans son milieu social, naturel, politique, économique. Les zones plus vulnérables ou à préserver en priorité vont apparaître plus clairement que par l'étude sur plan ou de photos satellites. Les échanges avec les personnels concrétisent les conséquences de différents aléas sur les missions et infrastructures de l'emprise.

De même, **les rencontres avec des scientifiques locaux permettent d'accéder à des connaissances et des recherches de qualité** non disponibles (ou mal référencées) sur internet ou dans le réseau français de bibliothèques universitaires et de librairies. Ces publications apporteront une granularité plus fine à l'évaluation, quitte à devoir évaluer soi-même la fiabilité des méthodologies employées et les résultats. La documentation recueillie sur place sera traitée au cours et au retour de mission. Les chercheurs locaux vont, de plus, vous faire part de leur lecture des risques climatiques dans le pays et le milieu où est située l'emprise. Tous ces éléments concourent à réévaluer l'importance respective et combinée des conséquences des différents aléas, et de l'exposition aux changements climatiques, d'autant que des sujets nouveaux ou jugés secondaires dans un premier temps vont émerger au cours de la mission.

Un dernier domaine de recherche concerne les aménagements publics et les grandes infrastructures urbaines projetées (routes, roclades, ouvrages d'art, métro, voies ferrées, zones d'activités, complexes touristiques ou d'affaires, etc.). Ces projets peuvent avoir des impacts directs (empiètement, voies d'accès) et indirects (valorisation foncière, ruissellement) sur l'emprise elle-même, et il faudra vérifier leur adaptation aux aléas climatiques. Il ne sera pas forcément facile d'en avoir connaissance, ou de prendre la pleine mesure de leurs impacts potentiels sur l'emprise, avant la mission sur site. Ces grands projets infrastructurels pourront ainsi être intégrés à l'analyse à cette étape.

Avant d'entamer la phase de rédaction de l'étude, **une réunion de restitution intermédiaire pourra être planifiée avec le commandement et les personnes-ressources de l'emprise.**

L'objectif est de tester les hypothèses de vulnérabilité climatique les plus probables avec des personnels de l'emprise. Ces échanges permettront notamment de caractériser et **d'affiner des effets concrets sur les infrastructures de la base et sur des missions qui y sont accomplies au moment de l'étude.** Plusieurs scénarios d'aléas climatiques, ainsi que leurs conséquences directes et indirectes pour l'emprise, pourront être présentés. Les

participants contribueront à détailler des effets opérationnels possibles, **et compléteront qualitativement et de manière interactive l'analyse**. Le commandement pourra de plus préciser dans ce cadre les relations possibles qu'il entretient avec les autorités politiques et militaires locales.

MISE EN ŒUVRE

1	Mettre à jour et compiler les connaissances après la mission sur site et les entretiens
2	Réévaluer les aléas les plus significatifs pour l'emprise dans son milieu socio-politique
3	Compléter si nécessaire les données collectées sur l'exposition, la dégradation et la stabilité du système emprise.
4	Organiser une réunion de restitution intermédiaire avec le commandement et les personnes-ressources de l'emprise

ÉTAPE

8

Évaluation de la sensibilité aux changements climatiques de l'emprise

Cette étape vise à évaluer la sensibilité de l'emprise aux changements climatiques, c'est-à-dire apprécier les altérations résultantes des interactions, dépendances et boucles de rétroaction actuelles et futures de l'exposition, de la dégradation et de la stabilité des sous-systèmes étudiés, sans mesure d'adaptation. Elle comprend également le potentiel impact de la combinaison d'aléas climatiques.

L'évaluation de la sensibilité se base donc tout d'abord sur **celle des trois premières** composantes de la vulnérabilité du système emprise, dont les données auront été collectées en étape 2, et complétée avec le questionnaire, la mission sur site et les entretiens, soit **l'exposition, la dégradation et la stabilité.**

En plus **de l'intérêt porté aux interactions et dépendances entre les composantes de la vulnérabilité climatique du système emprise, il s'agit également d'envisager la combinaison d'aléas.** La répétition, l'intensité, la durée des aléas, et également leur combinaison, amplifiées par les changements climatiques, modifient les atteintes potentielles aux sous-systèmes étudiés. Anticiper des risques climatiques ne consiste pas seulement en une extrapolation d'évènements climatiques et météorologiques passés, traités en silo et isolément les uns des autres.

Le tableau suivant permet **d'associer les éléments de connaissances** recueillis par les recherches bibliographiques, les entretiens et la mission sur site : les quatre grands phénomènes associés aux changements climatiques, les dégradations du milieu naturel en majorité anthropiques et les aléas.

Tableau 4. Combinaisons et interactions potentielles des effets des changements climatiques, des aléas météo-climatiques et des dégradations du milieu naturel

Phénomènes associés aux changements climatiques	Facteurs aggravants liés à la dégradation du milieu naturel (exemples)	Aléas (Typologie ADEME)
La montée des températures	<ul style="list-style-type: none"> - Déforestation - Dégradation des terres - Artificialisation des sols - Surexploitation des cours d'eau et des aquifères 	<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"> - Déforestation - Dégradation des terres - Artificialisation des sols - Surexploitation des cours d'eau et des aquifères - Eaux stagnantes 	<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"> - Déforestation - Dégradation des terres et des écosystèmes - Artificialisation des sols - Fragilisation des littoraux 	<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"> - Déforestation - Dégradation des terres - Fragilisation des littoraux 	<ul style="list-style-type: none"> - Hausse du niveau de la mer, inondation par submersion - Intrusion salée - Érosion littorale - Tempête : submersion littorale - Maladies

(Source : Auteur)

- **L'évaluation de l'exposition du système emprise**

Cette étape consiste à **analyser les données quantitatives collectées**, les croiser et tenter d'en donner une évaluation qualitative pour « qualifier » l'exposition du système emprise étudié aux impacts des changements climatiques à différentes échelles temporelles.

- **Analyse des risques météorologiques et climatologiques actuels.**

Après avoir, en s'appuyant sur les études climatiques portant sur le sujet, **déterminé l'état initial du climat** du milieu d'implantation de l'emprise (**souvent, sur la base de relevés datant de la période préindustrielle**), il convient de s'intéresser aux évolutions dans un passé récent et à l'heure actuel de ce climat.

Les recherches, la mission et les entretiens conduisent à identifier les aléas les plus probables dans la zone d'étude, et à **se focaliser sur ceux qui ont les impacts les plus significatifs sur la stabilité de l'emprise et de sa région**. La mission sur l'emprise procure des RETEX et une connaissance précise du cadre géographique, et permet de relier finement des enjeux opérationnels aux conséquences des changements climatiques.

- **Analyse des projections climatiques.**

Le choix des aléas les plus significatifs est consolidé par les modélisations climatiques. Aux horizons 2030, 2040 et 2050, les projections ne produiront pas toujours des résultats dimensionnants, mais elles pourront conforter des tendances météorologiques négatives sur des aléas affectant la stabilité des sous-systèmes étudiés.

- **L'appréciation de l'exposition aux changements climatiques.**

Cela implique plusieurs critères liés aux caractéristiques d'occurrence d'un aléa :

- o L'intensité de l'aléa ;
- o La probabilité d'occurrence et sa tendance ;
- o Sa localisation spatiale (uniquement les zones littorales, le long d'une rivière...). De manière à avoir un aperçu complet des impacts potentiels, on étendra l'aire d'impact aux effets indirects (pont emporté par une coulée de boue ou un glissement de terrain) ;
- o Le degré de soudaineté d'un aléa (certains sont lents et progressifs, comme la montée du niveau de la mer, les épisodes de sécheresse, d'autres immédiats comme les impacts de foudre) ;
- o La durée des aléas (inondations sur plusieurs heures ou jours, vagues de chaleur de plusieurs dizaines de jours, rapidité d'une coulée de boue, etc.) ;
- o Une conjugaison de l'intensité et de l'horizon temporel considéré (exemple de la hausse du niveau des mers) ;
- o La combinaison de plusieurs aléas (vague de tempête - submersion et crues...) ;
- o Une appréciation des impacts par horizon. Un aléa peut n'avoir un impact jugé significatif qu'à partir de 2040 et 2050. Il ne faut donc pas écarter un aléa s'il ne génère pas des risques aujourd'hui.

Ces critères sont ainsi utilisés pour **déterminer le niveau d'exposition du système emprise**. Les cases du tableau correspondant seront complétées qualitativement par des commentaires de l'évaluateur expliquant le classement en quatre niveaux (très exposé, exposé, peu exposé, non exposé). **Un classement pourra être justifié par l'importance d'un ou plusieurs critères (intensité, fréquence, etc.)**. Le tableau traite de l'exposition actuelle aux aléas, et de l'évolution de l'exposition à cause des changements climatiques pour les trois horizons de travail. Le tableau ci-dessous propose une visualisation de l'exposition de l'emprise générique aux impacts des changements climatiques. Une version « vierge » du tableau est disponible en Annexe 5.

Échelle d'exposition de l'emprise :

Exposition de l'emprise aux impacts des changements climatiques			
Très exposée	Exposée	Peu exposée	Non exposé

Tableau 5. Visualisation de l'exposition de l'emprise générique aux impacts des changements climatiques

Horizon temporel / Impact des changements climatiques	Aujourd'hui	2030	2040	2050
Vague de chaleur	Croissance du nombre de jours chauds et humides	Croissance du nombre de jours chauds et humides	Croissance du nombre de jours chauds et humides	Croissance du nombre de jours chauds et humides
Manque d'eau, sécheresse	Augmentation du nombre de jours sans pluie			
Feux de forêt			Saison sèche plus intense	Saison sèche plus intense
Inondation en milieu urbain	Régulières en saison des pluies			
Hausse du niveau de la mer, inondation par submersion	Dans le delta du fleuve			
Crue torrentielle / coulée de boue et de débris	Occasionnelle, en amont de l'emprise	Occasionnelle, en amont de l'emprise	Régulières en amont de l'emprise	Régulières en amont de l'emprise
Intrusion salée	Remontée des aquifères	Remontée des aquifères	Remontée des aquifères	Remontée des aquifères
Avalanches				
Érosion littorale	Forte érosion littorale (1 à 2 m/an)	Forte érosion littorale (1 à 2 m/an)	Forte érosion littorale (1 à 2 m/an)	Forte érosion littorale (2 à 3 m/an)
Mouvement de terrain et érosion	Fort alluvionnement (lien avec les coulées de boue)	Fort alluvionnement (lien avec les coulées de boue)	Fort alluvionnement (lien avec les coulées de boue)	Fort alluvionnement (lien avec les coulées de boue)
Tempête : vent	Augmentation du nombre de cyclones	Augmentation du nombre de cyclones	Augmentation du nombre de cyclones extrêmes	Augmentation du nombre de cyclones extrêmes
Tempête : pluie	Croissance des pluies cycloniques			

Tempête : neige				
Tempête : submersion littorale	Vague de submersion renforcée par l'érosion littorale	Vague de submersion renforcée par l'érosion littorale	Vague de submersion renforcée par l'érosion littorale	Vague de submersion renforcée par l'érosion littorale
Maladies	Augmentation de la chaleur et de l'humidité, facteurs de maladies vectorielles	Augmentation de la chaleur et de l'humidité, facteurs de maladies vectorielles	Augmentation de la chaleur et de l'humidité, facteurs de maladies vectorielles	Augmentation de la chaleur et de l'humidité, facteurs de maladies vectorielles

Le tableau de l'exposition aux changements climatiques permet **d'illustrer visuellement les aléas les plus prégnants**, et ceux dont le niveau d'exposition risque d'augmenter dans les trois prochaines décennies.

Dans le cas de l'emprise générique, les aléas qui ressortent de l'analyse appartiennent à **trois grandes catégories de manifestations des changements climatiques** : la montée des températures (vagues de chaleur, impacts sanitaires), l'intensification saisonnière des précipitations, et l'augmentation des événements cycloniques extrêmes. Pour ces deux dernières thématiques, les aléas correspondants s'avèrent nombreux, et **leurs effets devront être approfondis dans le cadre de l'évaluation de sensibilité climatique** (ci-après) : « inondations en milieu urbain », « crues torrentielles et coulées de boue et de débris », « mouvements de terrain et érosion », « tempête - pluie », impacts sanitaires, « tempêtes - vent » et tempêtes- submersion littorale ».

- **L'évaluation de la dégradation du système emprise**

Cette étape consiste à compiler les données collectées en étape 2 afin de fournir un **diagnostic complet** du degré de détérioration des écosystèmes fournissant des services indispensables au système étudié (ressources naturelles, protection, etc.). Cela permettra notamment à l'évaluateur de **pouvoir apprécier des interactions ou boucles de rétroactions entre les différentes composantes**.

Une liste de 23 indicateurs a été proposée en étape 2, ainsi qu'une sélection bibliographique pour les renseigner. **Tous ne sont bien sûr pertinents et utiles pour l'emprise considérée, et seuls ceux ayant un impact direct ou indirect sur le milieu naturel auquel est rattaché le système technique devront être pris en compte**.

Après la mission et la recherche bibliographique sur le sous-système socio-naturel, cette liste pourra être ramenée par exemple à **une dizaine d'indicateurs pertinents**, dont seulement quelques-uns auront un impact significatif sur le sous-système technique et le

sous-système socio-naturel. En plus des sources potentielles indiquées, il existe de très nombreuses évaluations environnementales locales (pour la France⁵⁵) ou au moins nationales pour des emprises situées à l'étranger. **Ces travaux dressent un état initial de l'environnement naturel, avant qu'il ne soit impacté par les activités humaines**, à partir de nombreux indicateurs, **sur lequel l'évaluateur pourra se baser**. La mission aura permis à ce stade à la fois de restreindre les indicateurs à conserver, de tester leur pertinence avec des chercheurs locaux ou connaissant bien la zone d'étude, et de compléter les connaissances.

- **L'évaluation de la stabilité du système emprise**

- **Appréciation de la stabilité du sous-système technique.**

Cette composante s'inscrit dans un scénario où l'emprise maintient un mode de fonctionnement analogue à aujourd'hui à un horizon temporel défini, sans nouvelle mesure d'adaptation aux changements climatiques. Il s'agit tout d'abord de caractériser les difficultés ou l'impossibilité d'assurer des fonctions militaires variées, tout en assurant la sécurité des personnes (personnels et famille) et la sauvegarde des capacités liées à l'emprise (infrastructures, navires, aéronefs, véhicules, matériels divers, systèmes...). Une deuxième approche consiste ensuite à vérifier l'intégrité de la surface du sous-système technique face aux aléas auxquels il est exposé. Cette analyse prépare le diagnostic final de vulnérabilité de l'emprise.

- **Appréciation de la stabilité du sous-système socio-naturel de l'emprise.**

Cette partie de l'étude vise à cerner la propension d'une collectivité ou d'une société humaine, à être affectée et déstabilisée par les changements climatiques, et à ne plus pouvoir assurer la sécurité sociale, alimentaire, politique, économique, physique, sanitaire des populations concernées à un moment donné. L'évaluation se base sur des indicateurs retenus dans l'étape 2.3 pour estimer les fragilités locales et nationales d'ordre sociétal (profil démographique, IDH, solidarité, système de santé...), économique (part de l'agriculture dans l'économie, manque de diversification...), institutionnel et politique (tissu entrepreneurial, solidité des institutions...).

⁵⁵ Voir par exemple Commissariat général au développement durable (Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable), *L'évaluation environnementale des documents d'urbanisme. Fiche Méthode 7. Les thèmes de l'état initial de l'environnement et de l'évaluation*, Ministère de la Transition écologique et solidaire, décembre 2011, 7p., <http://paysages-territoires-transitions.cerema.fr/21-fiches-du-guide-sur-l-evaluation-a115.html> et Commissariat général au développement durable, *Guide de l'évaluation environnementale des documents d'urbanisme*, Ministère de la Transition écologique et solidaire, novembre 2019, 52p., <https://www.ecologie.gouv.fr/evaluation-environnementale>

• L'évaluation de la sensibilité du système emprise

- **Interactions, dépendances et rétroactions avec la dégradation du milieu naturel.** Comme présenté dans le tableau des combinaisons et interactions potentielles des effets des changements climatiques, des dégradations du milieu naturel, et des aléas, **les dégradations du milieu naturel, pour l'essentiel anthropiques, contribuent à amplifier les effets des changements climatiques,** et donc la sensibilité de l'emprise à ce phénomène. À partir de **l'approche systémique**, cette partie de l'analyse consiste à évaluer l'aggravation des effets des aléas due à la dégradation du milieu naturel. La déforestation augmente par exemple les risques de submersion marine ou de crues à proximité d'un cours d'eau.
- **Interactions, dépendances et rétroactions entre les sous-systèmes.** L'évolution du système socio-naturel dans lequel le système technique est implanté influencera ce dernier. La proximité d'une emprise avec des quartiers déshérités à l'habitat précaire pourra constituer une source locale de déstabilisation, d'autant plus si les recherches montrent que les changements climatiques vont peser sur l'économie du pays considéré, et affecter les moyens de subsistance des populations les plus démunies. Les évolutions climatiques sont un facteur d'instabilité pour les États rencontrant déjà des fragilités institutionnelles, économiques et sociales. Certains services essentiels, comme la santé, l'électricité ou l'eau pourront progressivement se dégrader, de même que l'état général des infrastructures de transport. Des instabilités politiques pourraient conduire à des incertitudes juridiques et de gouvernance remettant en cause la jouissance par les Armées d'une emprise à l'étranger. À l'inverse, les effets des changements climatiques sur une emprise peuvent créer des rétroactions sur le milieu social et économique environnant. Sur le territoire national, les emprises militaires sont déjà un contributeur majeur de la vie économique locale. Par exemple, le secteur de la Défense dans le Pays de Brest concentre 40 % des effectifs publics et 11 % de l'emploi (13% pour la région de Toulon)⁵⁶. Dès lors, les emprises deviennent d'ores et déjà un acteur majeur de la résilience et du potentiel d'adaptation des sociétés et collectivités locales. En cas de catastrophe de grande ampleur dans un pays en développement, une action exclusivement centrée sur l'évacuation de ressortissants pourrait susciter des réactions hostiles de populations locales, elles-mêmes victimes de ces événements extrêmes. Le simple fait de bénéficier d'un approvisionnement permanent (nourriture, eau, électricité) au sein de l'emprise principale, et d'apparaître ainsi comme un îlot résilient dans des régions très impactées, pourrait être une source de tension avec des personnes démunies après une catastrophe.

Le tableau de la **sensibilité de l'emprise (tableau 6) agrège l'exposition aux aléas climatiques, les dégradations du milieu naturel comme sources potentielles**

⁵⁶ ADEUPA, juillet 2013, "Fonctions publiques et de Défense dans le pays de Brest", *Agence d'urbanisme du pays de Brest*, 16p. ; ADEUPA, Janvier 2020, "Impact économique de la Défense sur le territoire de la base de Défense de Brest-Lorient", *Agence d'urbanisme du pays de Brest, Rapport d'étude*, 40p

d'aggravation des effets des changements climatiques, et les facteurs actuels de stabilité ou d'instabilité. L'appréciation de la sensibilité sera faite par l'évaluateur pour les trois horizons de travail (2030, 2040, 2050) à partir des fragilités actuelles, sans mesure d'adaptation.

Les critères pour définir trois niveaux de sensibilité aux changements climatiques (très sensible, sensible et peu sensible) se basent sur des effets concrets de la conjugaison des trois composantes, comme l'altération des conditions de vie et de travail sur l'emprise par exemple. **Les cases seront également complétées par une appréciation qualitative de l'évaluateur.** Pour le milieu d'implantation de l'emprise, l'approche par les effets permet de souligner les interactions et dépendances potentielles entre l'emprise et son milieu social, naturel, politique et économique. Le tableau ci-dessous montre les résultats de l'évaluation de la sensibilité de l'emprise générique et de son milieu d'implantation aux impacts des changements climatiques (sans mesure d'adaptation). Le tableau *template* est disponible en Annexe 6.

Échelle de sensibilité aux impacts des changements climatiques de l'emprise générique et de son milieu social, naturel, politique et économique :

Degré de sensibilité aux changements climatiques (exposition aux aléas, dégradations environnementales, stabilité actuelle des systèmes)				
	Très sensible	Sensible	Peu sensible	Non exposé
Pour l'emprise (sans mesure d'adaptation)	<ul style="list-style-type: none"> - Perte d'une partie de l'emprise pour une longue durée (plusieurs semaines par an) - et/ou altération des conditions de vie et de travail sur l'emprise (jusqu'à deux mois cumulés) 	<ul style="list-style-type: none"> - Indisponibilité ou inaccessibilité régulière d'une partie ou de la totalité de l'emprise - et/ou altération des conditions de vie et de travail sur l'emprise (plusieurs semaines par an jusqu'à un mois) 	<ul style="list-style-type: none"> - Indisponibilité ou inaccessibilité ponctuelle d'une partie ou de la totalité de l'emprise - et/ou altération des conditions de vie et de travail sur l'emprise (de plusieurs jours par an à deux semaines cumulées) 	Sans effet ou sans objet
Pour le bassin de l'emprise (sans mesure d'adaptation)	Altérations sociales, environnementales, politiques ou économiques à long terme (plusieurs années) et/ou de très forte intensité (mortalité, dégâts...)	Altérations sociales, environnementales, politiques ou économiques plusieurs semaines cumulées par an, et/ou d'intensité forte à moyenne (mortalité, dégâts...)	Altérations sociales, environnementales, politiques ou économiques de quelques jours par an, d'intensité faible à moyenne (dégâts).	Sans effet ou sans objet

Tableau 6. Sensibilité de l’entreprise générique et de son milieu d’implantation aux impacts des changements climatiques (sans mesure d’adaptation)

Sous-système	Emprise			Milieu de l’emprise		
Horizon temporel	2030	2040	2050	2030	2040	2050
Aléas liés aux changements climatiques						
Vague de chaleur		Difficultés croissantes pour l’entraînement et les activités extérieures	Difficultés croissantes pour l’entraînement et les activités extérieures	Activités humaines pénalisées	Activités humaines pénalisées, aggravées par la déforestation	Activités humaines pénalisées, aggravées par la déforestation
Manque d’eau, sécheresse			Pénuries ponctuelles (eau douce, électricité)		Difficultés ponctuelles en saison sèche	Difficultés ponctuelles en saison sèche
Feux de forêt		Feux de forêts pouvant altérer la visibilité pour atterrir / décoller	Feux de forêts pouvant altérer la visibilité pour atterrir / décoller		Effet des vagues de chaleur amplifié par la déforestation (bois morts...)	Effet des vagues de chaleur amplifié par la déforestation (bois morts...)
Inondation en milieu urbain	Inondations fréquentes	Inondations fréquentes	Cumul des facteurs : urbanisation, saison des pluies et pluies cycloniques plus intenses, déforestation, forte érosion...	Forts impacts saisonniers	Forts impacts saisonniers	Forts impacts saisonniers (décès, coupures d’électricité...)
Hausse du niveau de la mer, inondation par submersion		Coupures occasionnelles de la route principale. Impact des projets d’aménagement côtier	Coupures occasionnelles de la route principale. Impact des projets d’aménagement côtier	Besoin de refonte et aménagement du littoral	Refonte et aménagement du littoral	Refonte et aménagement du littoral. Déplacement de bidonvilles - tensions sociales
Crue torrentielle / coulée de	Cumul des facteurs : urbanisation, saison des pluies et	Cumul des facteurs : urbanisation, saison des pluies et	Cumul des facteurs : urbanisation, saison des pluies et pluies	Fréquentes en saison humide	Fréquentes en saison humide, effets accentués	Fréquentes en saison humide, effets accentués par la

boue et de débris	pluies cycloniques plus intenses, déforestation, forte érosion...	pluies cycloniques plus intenses, déforestation, forte érosion... Accès à l'emprise affecté	cycloniques plus intenses, déforestation, forte érosion... Accès à l'emprise affecté		par la déforestation et l'érosion. Coupures de routes. Impacts sur l'habitat informel	déforestation et l'érosion. Coupures de routes. Impacts sur l'habitat informel
Intrusion salée				Difficultés pour l'agriculture irriguée côtière (aquifères)	Difficultés pour l'agriculture irriguée côtière (aquifères)	Difficultés pour l'agriculture irriguée côtière (aquifères)
Avalanches						
Érosion littorale	Exposition de la route nationale desservant l'emprise	Exposition de la route nationale desservant l'emprise	Exposition de la route nationale desservant l'emprise		Refonte et aménagement du littoral	Exposition de la route nationale desservant l'emprise. Refonte et aménagement du littoral, fragilisation des populations côtières
Mouvement de terrain et érosion	Cumul pluies intenses, déforestation, érosion dans le bassin hydrographique de l'emprise	Cumul pluies intenses, déforestation, érosion dans le bassin hydrographique de l'emprise	Cumul pluies intenses, déforestation, érosion dans le bassin hydrographique de l'emprise		Cumul de facteurs climatiques et humains.	Cumul de facteurs climatiques et humains (hydrologie, déforestation...).
Tempête : vent	Évènements cycloniques extrêmes croissants	Évènements cycloniques extrêmes croissants. Réseau électrique affecté	Évènements cycloniques extrêmes croissants (foudre...). Réseau électrique coupé	Évènements cycloniques extrêmes croissants	Évènements cycloniques extrêmes croissants. Réseau électrique affecté	Évènements cycloniques extrêmes croissants (foudre), impacts sur l'habitat, l'agriculture, l'accès à l'électricité
Tempête : pluie	Cumul des facteurs : urbanisation, saison des pluies et pluies cycloniques	Cumul des facteurs : urbanisation, saison des pluies et pluies cycloniques	Cumul des facteurs : urbanisation, saison des pluies et pluies cycloniques plus intenses,	Cumul des facteurs : urbanisation, saison des pluies et pluies cycloniques	Cumul des facteurs : urbanisation, saison des pluies et pluies cycloniques	Cumul des facteurs : urbanisation, saison des pluies et pluies cycloniques plus intenses,

	plus intenses, déforestation, forte érosion...	plus intenses, déforestation, forte érosion...	déforestation, forte érosion...	plus intenses, déforestation, forte érosion...	plus intenses, déforestation, forte érosion...	déforestation, forte érosion...
Tempête : neige						
Tempête : submersion littorale	Accroissement de l'érosion littorale pendant les épisodes cycloniques	Accroissement de l'érosion littorale pendant les épisodes cycloniques.	Accroissement de l'érosion littorale pendant les épisodes cycloniques. Impacts sur les infrastructures côtières, dont les routes	Accroissement de l'érosion littorale pendant les épisodes cycloniques	Accroissement de l'érosion littorale pendant les épisodes cycloniques. Impacts sur les infrastructures côtières	Accroissement de l'érosion littorale pendant les épisodes cycloniques. Impacts sur les infrastructures côtières. Fragilisation des populations côtières
Maladies	Dégradation sanitaire dans la région de l'emprise (maladies vectorielles...)	Dégradation sanitaire dans la région de l'emprise (maladies vectorielles...)	Dégradation sanitaire dans la région de l'emprise (maladies vectorielles...)	Dégradation sanitaire (maladies vectorielles...)	Dégradation sanitaire (maladies vectorielles...)	Dégradation sanitaire (maladies vectorielles...)

L'évaluation de la sensibilité de l'EG aux changements climatiques fait le lien entre **d'une part les facteurs d'influence des effets des changements climatiques** (aléas, dégradations environnementales, et sources de stabilité/instabilité), et **d'autre part entre l'installation et les différentes échelles territoriales** dans lesquelles celle-ci s'inscrit (le milieu d'implantation).

Cette étape vise à transcrire en effets concrets les interactions et dépendances à la fois thématiques et géographiques. Les différences de couleurs pour un même aléa entre l'EG et son milieu d'implantation s'expliquent soit par des vulnérabilités moindres pour l'un ou l'autre (par exemple présence d'éléments/infrastructures critiques ou non), soit par des conséquences qui peuvent déjà être gérées avec des moyens ou processus actuels. Par exemple, la dégradation des conditions sanitaires (qui découle à la fois de la défaillance du système de santé dans le pays hôte, et de la hausse de températures et de l'humidité, favorisant entre autres les maladies vectorielles) pourra davantage être prise en charge par le service de santé de l'emprise que par les populations locales.

MISE EN ŒUVRE

1	Établir le diagnostic de l'exposition du système emprise et remplir le tableau de visualisation
2	Établir le diagnostic de la dégradation du système emprise
3	Établir le diagnostic de la stabilité du système emprise
4	Établir le diagnostic de la sensibilité du système emprise et remplir le tableau de visualisation associé

ÉTAPE

9

Diagnostic final de vulnérabilité de l'emprise aux changements climatiques

Après l'évaluation de la sensibilité du système emprise, qui agrège les composantes exposition, dégradation et stabilité, **cette étape vise à fournir un diagnostic final et traite des conséquences des changements climatiques sur les fonctions assurées ou soutenues par une emprise**. La démarche de l'étape 9 est donc centrée sur l'opérationnel, la sécurité des personnes présentes sur une emprise, sur l'intégrité de la base et de ses infrastructures, et la conservation des capacités qui y sont déployées ou pouvant l'être. **La vulnérabilité climatique est ainsi analysée par fonction militaire** (cf. Etape 1).

Mais une évaluation complète de la vulnérabilité climatique⁵⁷ nécessite une connaissance des **capacités d'adaptation** à la fois de l'emprise comme sous-système technique (personnels, infrastructures, matériels et capacités déployés...) et du milieu socio-naturel dans lequel elle est implantée.

« La capacité d'adaptation caractérise l'aptitude d'une société à faire face aux effets de la variabilité climatique (risques actuels) et des changements climatiques (risques futurs). Elle explique qu'un territoire ou une société soit capable ou non de répondre aux perturbations qui surviennent et d'anticiper les perturbations futures (...). Dans ce sens, A. Magnan défend l'idée que l'adaptation et la vulnérabilité sont deux concepts profondément liés (...). Autrement dit, si la capacité d'adaptation constitue une composante majeure de la vulnérabilité, le degré de vulnérabilité pose également un cadre dans lequel la capacité d'adaptation peut ou non se déployer (...) »⁵⁸.

La vulnérabilité aux changements climatiques est un processus dynamique qui n'est pas linéaire dans le temps. Des mesures d'adaptation et de réduction des émissions de gaz à effet de serre peuvent réduire les facteurs de vulnérabilité. La transformation de certains

⁵⁷ Voir sur les facteurs de vulnérabilité aux changements climatiques : Tubiana Laurence, Gemenne François, Magnan Alexandre, 2010, "Anticiper pour s'adapter : Le nouvel enjeu du changement climatique", Pearson Education France, 204 p. ; Magnan Alexandre, décembre 2009, " Proposition d'une trame de recherche pour appréhender la capacité d'adaptation au changement climatique ", VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement [Online], vol. 9, n° 3,-; Magnan Alexandre K., Duvat T Virginie, Garnier Emmanuel, 2012, " Reconstituer les « trajectoires de vulnérabilité pour penser différemment l'adaptation au changement climatique ", Natures Sciences Sociétés, vol. 20, n° 1, pp. 82-91 -; Van Gamerem Wiekman Romain, Zaccai Edwin, 2014, *L'adaptation au changement climatique*, La Découverte, coll. Repères, , 119 p.

⁵⁸ Vlassopoulou Chloé (coord.), Mancebo François (coord), 2013, *Gestion et impacts du changement climatique* (GICC), Projet EXCLIM / Exil climatique. Gérer les déplacements des populations dus aux phénomènes climatiques extrêmes, ministère de l'écologie et du Développement durable, CURRAP, 191p.

secteurs économiques et sociaux, comme l'agriculture, pour les préparer aux chocs climatiques, réduira les fragilités et les conséquences multiples de ces événements.

Dans cette perspective, et parce que l'étape 8 se base sur un scénario sans mesure d'adaptation, **le tableau de synthèse de la vulnérabilité par fonction inclut également une colonne concernant le potentiel d'adaptation de celles-ci.** La CEMC n'a pas pour objet de traiter l'adaptation, ou d'aider à identifier des actions d'adaptation possibles sur une base. Des politiques d'adaptation pourront être adoptées par le ministère des Armées dans un second temps, après l'évaluation de vulnérabilité climatique d'une emprise. C'est pourquoi le critère retenu vise un « potentiel d'adaptation », sans suggestion d'action précise à mener. **Ce dernier vise à fournir un élément d'appréciation supplémentaire en complétant l'évaluation de la sensibilité.**

Par exemple, l'effet de vagues de chaleur en saison humide sur la vie ordinaire d'une emprise pourra être compensé par des actions variées (isolation des bâtiments, dimensionnement de la climatisation, protection passive contre le soleil, aménagement des horaires de travail...); le potentiel d'adaptation sera donc estimé haut. En revanche, le même phénomène risque de rendre impossible l'entraînement ou l'acclimatation de personnes pendant plusieurs jours/semaines ; le potentiel d'adaptation sera jugé bas.

Ce critère tient compte à la fois du potentiel d'adaptation du sous-système technique de l'emprise et du sous-système socio-naturel où elle est implantée. Dans le cas d'une emprise à proximité d'un littoral, l'appréciation pourra prendre en compte le profil des plages (talus dunaires, déclivité...), la difficulté technique à construire des protections contre l'érosion côtière, mais aussi les possibilités d'action de la collectivité ou de l'État concerné (capacité financière à agir, plan de sauvegarde du littoral...).

Des appréciations qualitatives sont à compléter par l'évaluateur dans les cases du tableau, et décrivent de manière synthétique des conséquences opérationnelles possibles (voir le tableau ci-dessous pour le diagnostic de vulnérabilité de l'emprise générique aux changements climatiques). Une version « template » du tableau de diagnostic est disponible en Annexe 7.

Dans des pays en développement, l'extension des villes se traduit par la valorisation de nouvelles zones, et par des projets infrastructurels d'ampleur (périphériques, autoroutes, lignes de métro et de train, aéroports, etc.). Les tracés de ces nouveaux projets intégreront au moins partiellement des considérations environnementales et d'adaptation aux changements climatiques. **L'analyse pourra prendre en compte les projets en cours de conception ou de développement,** pour vérifier que des mesures d'adaptation prises par les autorités publiques ne compromettent pas à terme la disposition de l'emprise (sanctuarisation d'espaces, valorisation foncière de zones humides après assèchement de ces dernières pour lutter contre des maladies vectorielles, etc.).

En France, les emprises militaires, en tant qu'acteur économique local et régional important, pourront le plus souvent faire entendre les contraintes opérationnelles posées par de nouveaux aménagements (voiries, voies ferrées, zones d'activités ou résidentielles...).

Échelles de vulnérabilité

Effet sur les fonctions, les infrastructures ou le terrain d'une emprise				
	Catastrophique : - perte définitive d'une fonction - et/ou d'une partie ou de la totalité de l'emprise	Majeur : - Perte régulière d'une fonction - et/ou indisponibilité ou inaccessibilité régulière d'une partie ou de la totalité de l'emprise	Significatif : - perte ponctuelle d'une fonction - et/ou indisponibilité ou inaccessibilité ponctuelle d'une partie ou de la totalité de l'emprise	Mineur sur des fonctions assurées ou soutenues par l'emprise
Très probable				
Relativement probable				
Probable				

Tableau 7. Diagnostic final de vulnérabilité de l'emprise générique aux changements climatiques

Fonctions et sous-fonctions / horizons		2030	2040	2050	Potentiel d'adaptation (Fort ou faible)
Missions logistiques	Accès à un aéroport	Risques croissants d'inondation partielle de la piste (par le fleuve, par les pluies cycloniques, les remontées d'aquifères...)	Risques croissants d'inondation partielle de la piste (par le fleuve, par les pluies cycloniques, les remontées d'aquifères...)	Risques croissants d'inondation partielle de la piste (par le fleuve, par les pluies cycloniques, les remontées d'aquifères...)	Fort (sous réserve de gros investissements)
	Accès à un port	NA	NA	NA	NA
	Importance de convois terrestres à partir ou vers la base	États des infrastructures routières selon les saisons. Vagues de chaleur	États des infrastructures routières selon les saisons. Vagues de chaleur	États des infrastructures routières selon les saisons. Coupures de routes par des coulées de boue. Vagues de chaleur	Faible
Zones logistiques	Zone(s) de stockage (matériels, containers...)	NA	NA	NA	NA
	Stockage de carburant	Croissance des inondations	Idem	Idem	Fort

		ponctuelles (pluies intenses, crues, pression aquifère...)			
	Stockage de munitions	Croissance des inondations ponctuelles (pluies intenses, crues, pression aquifère...)	Idem	Idem	Fort
Zone(s) de commandement	EM	Croissance des inondations ponctuelles (pluies intenses, crues, pression aquifère...)	Idem	Idem	Fort
	Moyens de communication	Croissance des inondations ponctuelles (pluies intenses, crues, pression aquifère...)	Idem	Idem	Fort
Recueil d'information	Observation	NA	NA	NA	NA
	Renseignement	NA	NA	NA	NA
	À définir selon une base	NA	NA	NA	NA
Fonctions médicales	À décrire par emprise	Croissance des inondations ponctuelles (pluies intenses, crues, pression aquifère...)	Idem	Idem	Fort
Zones de vie	Hébergement	Croissance des inondations ponctuelles (pluies intenses, crues, pression aquifère...)	Idem	Idem	Fort
	Restauration	Croissance des inondations ponctuelles (pluies intenses, crues, pression aquifère...)	Idem	Idem	Fort
Zones techniques / MCO		Vents violents, vagues de chaleur, inondations, foudre. Impacts sur la capacité de travail	Vents violent, vagues de chaleur, inondations, foudre. Impacts sur la capacité de travail	Vents violent, vagues de chaleur, inondations, foudre. Impacts sur la capacité de travail	Faible
Zones de présence de matériels	Stationnement de véhicules, aires d'hélicoptères, moyens de levage, etc.	Vents violents, inondations, foudre. Risques sur les matériels	Vents violents, inondations, foudre. Risques sur les matériels	Vents violents, inondations, foudre. Risques sur les matériels	Fort

Préparation	Entraînements	Vagues de chaleur humide. Risques de coup de chaleur et de coup de chaleur d'exercice	Vagues de chaleur humide. Risques de coup de chaleur et de coup de chaleur d'exercice	Vagues de chaleur humide. Risques de coup de chaleur et de coup de chaleur d'exercice	Faible
	Acclimatation	Vagues de chaleur humide. Risques de coup de chaleur et de coup de chaleur d'exercice	Vagues de chaleur humide. Risques de coup de chaleur et de coup de chaleur d'exercice	Vagues de chaleur humide. Risques de coup de chaleur et de coup de chaleur d'exercice	Faible
Présence de familles et zones de vie	Hébergement	Croissance des inondations ponctuelles (pluies intenses, crues, pression aquifère...)	Croissance des inondations ponctuelles (pluies intenses, crues, pression aquifère...)	Croissance des inondations ponctuelles (pluies intenses, crues, pression aquifère...)	Fort
Sécurisation et Accès au camp	Enceinte physique de l'emprise, abords immédiats du camp	Prévention des inondations, coulée de boues et glissement de terrain	Prévention des inondations, coulée de boues et glissement de terrain	Prévention des inondations, coulée de boues et glissement de terrain	Fort
Civils autres que les familles	Ressortissants en évacuation (si emprise est à l'étranger)	Hors événements extrêmes, risques politiques et sociaux croissants	Hors événements extrêmes, risques politiques et sociaux croissants	Hors événements extrêmes, risques politiques et sociaux croissants	Faible
	Personnels contractuels locaux	Accès à la base incertain par période	Accès à la base incertain par période	Accès à la base incertain par période	Faible
	Sous-traitants	Accès à la base incertain par période (importance de certains approvisionnements)	Accès à la base incertain par période (importance de certains approvisionnements)	Accès à la base incertain par période (importance de certains approvisionnements)	Faible

Dans le climat tropical de l'EG, **la principale vulnérabilité climatique apparaît être les vagues de chaleur** (en rouge dans le tableau). Avec une forte humidité dans l'air, des températures à partir de 35°C ne permettent plus la régulation du corps par la transpiration.

Viennent ensuite **les vulnérabilités pouvant toucher la piste d'atterrissage de l'EG**. Les effets des changements climatiques, qui accentuent l'intensité des pluies pendant la saison humide et des pluies cycloniques, sont eux-mêmes amplifiés par la déforestation et l'érosion de la rivièrè proche de l'emprise. Les inondations, des coulées de boue voire des glissements de terrain voient leur probabilité augmenter. Le potentiel d'adaptation est supposé fort, car il y existera très probablement des réponses techniques et infrastructurelles à ces risques, même très onéreuses. Autre interaction de l'EG avec son milieu d'implantation, **les risques sociaux et politiques s'accroissent, notamment avec les conséquences économiques des changements climatiques**. L'EG pourra être ainsi monopolisée par des missions d'évacuation des ressortissants français, voire son utilisation par les forces françaises contestée par les populations.

Plusieurs contraintes vont dépendre de choix et des capacités d'adaptation des collectivités du pays hôte aux changements climatiques. L'état des routes (et pour certaines leur éloignement du littoral) et infrastructures, ou les aménagements futurs du littoral à proximité de l'EG en sont des exemples saillants pour le fonctionnement de la base (accès à la base, approvisionnements spécifiques, perte d'une partie de l'emprise...).

Certains paramètres ne prennent leur importance qu'en rapport avec le potentiel d'adaptation. Ainsi comme évoqué précédemment, des vagues de chaleur en saison humide pourront être gérées pour ce qui relève de la vie courante de l'emprise (hébergement, mess, activités de bureau...), mais elles constitueront sans doute une forte contrainte, par exemple pour les activités de maintenance en plein air, l'entraînement physique ou l'acclimatation, et *a fortiori* pour les engagements.

MISE EN ŒUVRE

1	Sur la base de l'étape 8, analyser la vulnérabilité climatique par fonction militaire et remplir le tableau associé
2	Souligner le potentiel d'adaptation des fonctions militaires identifiées comme vulnérables et remplir la colonne associée

ÉTAPE 10 Rédaction de l'évaluation de vulnérabilité aux changements climatiques

Les analyses de vulnérabilité pourront adopter un format identique, dans le but de favoriser les comparaisons entre différentes emprises et la priorisation des actions d'adaptation à entreprendre. A noter, l'analyse finale de vulnérabilité d'une emprise militaire aux changements climatiques **peut comprendre des informations, données ou compilations de données classifiées**. Dans ce cas, deux options sont possibles : **soit classifier l'ensemble du rapport, soit le scinder en deux fascicules distincts, l'un classifié et l'autre non**. Pour mémoire, il est possible de citer l'existence d'un document classifié dans un document non classifié, à condition de ne révéler aucune donnée de son contenu.

1. Présentation du pays hôte - (ou de la région pour la France) et de la zone d'implantation de l'emprise

- a) *Données générales politiques, sociales, économiques, environnementales*
- b) *Évolutions potentielles dans les trois prochaines décennies*

2. Présentation de l'emprise

- a) *Situation générale*
- b) *Fonctions accomplies ou soutenues par l'emprise*

3. Climat de la région, tendances météorologiques, évènements passés

4. Exposition climatique des deux sous-systèmes

5. Dégradations du milieu naturel dans la zone d'implantation de l'emprise

6. Facteurs de stabilité et d'instabilité des deux sous-systèmes

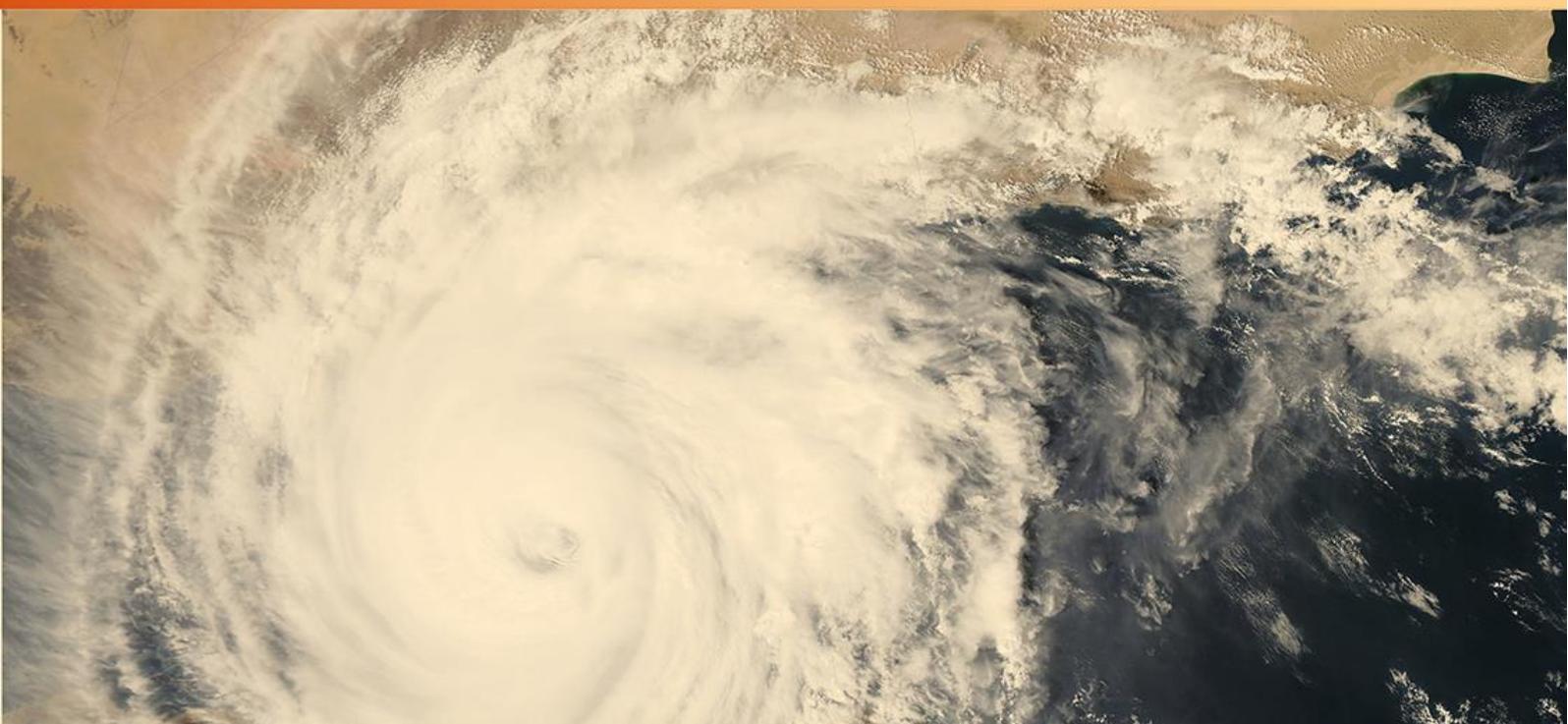
7. Analyse de la sensibilité climatique des deux sous-systèmes

8. Conclusion et analyse de vulnérabilité climatique de l'emprise

MISE EN ŒUVRE

1	Rassembler tous les éléments recueillis et les analyses produites au cours des neuf précédentes étapes
2	Rédaction des parties
3	Rédaction d'une note de synthèse reprenant les tableaux de visualisation de l'exposition, de la sensibilité et du diagnostic final de vulnérabilité de l'emprise

III. Atouts et limites de la CEMC



- **Atouts**

La CEMC possède **trois atouts majeurs** relatifs aux caractéristiques systémique et qualitative qui la définissent, et la distinguent d'autres méthodologies d'évaluation de la vulnérabilité des emprises militaires. Les risques climatiques doivent en effet être envisagés et analysés comme un défi nouveau, ce qui nécessite de sortir d'une anticipation des aléas climatiques se reposant uniquement sur une simple extrapolation des événements passés, et traitant les aléas climatiques en silo, isolément les uns des autres.

Le caractère systémique de la CEMC s'observe par une conception de l'emprise étudiée comme un système - le système « emprise » - qui se compose d'un sous-système technique (l'installation) et d'un sous-système socio-naturel (le milieu social, naturel, politique et économique)⁵⁹ dans lequel l'emprise est implantée (voir Figure 16). Ce faisant, l'évaluation de vulnérabilité repose non seulement sur l'évaluation de l'exposition du sous-système technique, comme entité spécifique, à des aléas, mais oblige également **à la prise en compte des interactions, dépendances et boucles de rétroactions entre sous-systèmes du système emprise.**

L'analyse de ces interactions, dépendances et boucles de rétroaction nécessite donc d'élargir le spectre des éléments à prendre en compte et la zone d'évaluation considérée, pour intégrer le milieu social, naturel, politique et économique de l'emprise. Comme le montrent les différents éléments explicatifs et contextuels mentionnés au cours des 10 étapes ainsi que les encadrés illustratifs associés, la méthodologie d'évaluation de la vulnérabilité que propose **la CEMC est adaptée aux défis nouveaux** que posent les changements climatiques, en reconnaissant le caractère profondément transversal des impacts qui y sont associés.

L'autre atout, **la caractéristique qualitative** de la CEMC, se trouve lié à la vision systémique de notre méthodologie dans la mesure où la seule collecte de données quantitatives est insuffisante pour réaliser une analyse fine des interactions, dépendances et boucles de rétroaction. Comme l'a démontrée l'évaluation de la vulnérabilité des changements climatiques des FFCI proposée dans les NA 2 et 4, ce sont la mission sur site et les entretiens avec les personnes ressources scientifiques, institutionnelles et de l'emprise elle-même qui s'avèrent déterminants pour fournir les éléments les plus pertinents et précis.

- **Limites**

Les principales limites de la CEMC sont liées au caractère qualitatif, qui demande un **fort investissement de l'évaluateur**, afin que ce dernier réalise toutes les étapes et assure la cohérence du traitement et de l'analyse des données quantitatives et qualitatives collectées. Ce faisant, la CEMC s'accompagne d'un délai de réalisation relativement long (minimum

⁵⁹ Afin de simplifier l'articulation des sous-systèmes, nous appelons système socio-naturel l'ensemble des éléments qui compose le milieu social, naturel politique et économique dans lequel l'emprise est implantée.

six mois) ainsi que d'une supervision pour assurer l'harmonisation et la centralisation. Par ailleurs, la mission sur site et les entretiens peuvent constituer une limite, dans la mesure où ils requièrent la **mise en œuvre d'aspects logistiques** (organisation du déplacement, des entretiens, etc.) et l'**octroi de moyens financiers** (financement du billet d'avion, de moyens de transport sur place, etc.). Pour autant, dans le cas français et si le ministère des Armées internalise les travaux, l'engagement financier demeurera contenu dans la mesure où le nombre d'emprises à évaluer est limité, et des postes de frais peuvent être limités (logement sur site, mise à disposition d'un véhicule sur site, des trajets à prix réduits en Métropole...).

Ensuite, la **CEMC n'intègre qu'un potentiel d'adaptation**, qui permet de distinguer des voies d'adaptation chères et/ou complexe techniquement, d'autres simples et/ou peu onéreuses. Cette méthodologie n'a effet pas pour objectif de définir des politiques ou des actions d'adaptation spécifiques à chaque emprise étudiée. Il appartient au ministère des Armées de décider le niveau d'investissement qui doit être engagé pour chaque emprise en matière d'adaptation, selon des critères multiples (avenir d'une emprise dans le maillage national, pérennité politique et juridique du statut d'une base à l'étranger, importance d'une emprise pour des engagements en cours ou à venir, contraintes budgétaires, etc.).

Conclusion

Les impacts des changements climatiques, qu'ils soient extrêmes ou à évolution lente, affectent les emprises militaires françaises situées sur le territoire national et à l'étranger. Compte tenu de leur intensification, et de la question stratégique du maintien de l'effet militaire, **il apparaît crucial d'évaluer la vulnérabilité des emprises aux changements climatiques.** Cette évaluation doit non seulement permettre de comprendre la manière dont les impacts des changements climatiques affectent les fonctions et missions essentielles de chaque emprise à différentes échelles temporelles, mais aussi de comparer leur vulnérabilité respective afin de mieux prioriser les efforts d'adaptation.

La méthodologie présentée dans ce rapport permet cet exercice, en détaillant toutes les étapes nécessaires à une évaluation de la vulnérabilité aux changements climatiques. Plus particulièrement, la CEMC se distingue des autres méthodologies militaires dans la mesure où elle se caractérise par une **approche systémique/interactive, systématique, qualitative et quantitative de la vulnérabilité.**

L'évaluation de la vulnérabilité climatique d'une emprise militaire est ici conçue comme **celle d'un système - le système « emprise » - qui se compose d'un sous-système technique (l'installation) et d'un sous-système socio-naturel (le milieu social, naturel, politique et économique) dans lequel l'emprise est implantée.** Par ailleurs, la vision systémique de la CEMC oblige à la **prise en compte des interactions et dépendances des deux sous-systèmes du « système emprise ».** Cela permet notamment d'identifier les boucles de rétroaction pouvant impacter le sous-système technique.

Ensuite, **la CEMC fournit un cadre conceptuel de la vulnérabilité qui peut être appliqué de manière systématique à chaque emprise nécessitant une évaluation.** Ce dernier est formé de quatre composantes : l'exposition (C1), la dégradation (C2), la stabilité (C3) et la sensibilité (C4) dont la combinaison détermine la vulnérabilité du système emprise étudié aux changements climatiques, et permet l'étude des interactions de l'emprise avec le milieu d'implantation. Ces quatre composantes sont complétées par un critère d'appréciation supplémentaire, celui du potentiel d'adaptation, qui permet de mieux apprécier la résilience de chaque fonction et mission essentielle de l'emprise.

Enfin, **la méthodologie proposée combine une approche qualitative,** qui repose sur des questionnaires à réponses ouvertes de personnes ressources pertinentes et l'appréciation analytique de l'évaluateur, **à une approche quantitative** à travers la collecte de données relatives à l'exposition, la dégradation, et la stabilité du système emprise étudié. Les **10 étapes nécessaires à l'application de la CEMC** sont résumées dans le schéma présenté en introduction et détaillées dans la seconde partie du rapport. Les étapes particulièrement complexes sont accompagnées d'éléments explicatifs et contextuels, ou de conseils auxquels il conviendra de se référer pour appliquer au mieux la méthodologie proposée.

Annexes

Annexe 1. Tableau de sélection des fonctions à étudier pour une emprise

Type	Fonction	Emprise Générique (EG)
Missions logistiques		
Zones logistiques		
Zone(s) de commandement		
Recueil d'information		
Fonctions médicales		
Zones de vie		
Zones techniques / MCO		
Zones de présence de matériels		
Préparation		
Présence de familles et zones de vie		
Sécurisation et Accès au camp		
Civils autres que les familles		

Annexe 2. Questionnaire

Point de contact (France) : Prénom Nom, service,
Courrier électronique et téléphones

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 accueillies, 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. À 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 causé des dégâts aux infrastructures ?	5. Ces événements ont-ils causé des dégâts matériels présents sur l'emprise ?	6. Ces événements ont-ils porté atteinte à des personnels, sur et en dehors du site ?
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						

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 ? Avez-vous connaissance de points de vulnérabilité particuliers de l'emprise aux aléas climatiques ?

-
-

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

-

-

2.5.2. À 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 aux changements climatiques

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 aux changements climatiques

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 connaissance 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		
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		

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 3. Tableau de gestion des contacts et rendez-vous

Nom, titre, grade	Adresse électronique, téléphone fixe et/ou portable	Domaines de compétence dans le cadre de l'étude	Institution de rattachement (et 1 ^{ère} localisation)	État des échanges : envoi du premier mail, relance, et OK (acceptation du RDV)	Commentaires (date du RDV, période où recontacter la personne, etc., contacts à lui demander...)	Quartier de RDV, adresse précise du RDV
Mr., Pr., Dr., Colonel, etc.						

Annexe 4. Exemple de message de prise contact

Bonjour Monsieur (Dr. X, Pr. X, ou Monsieur le Professeur),

Je me permets de vous contacter de la part de Monsieur XX (personne ressource), qui m'a donné votre nom et votre adresse électronique.

Je suis (présentation personnelle), et je contribue à un travail sur les impacts du changement climatique sur l'emprise militaire de (Lieu). Cette étude s'inscrit dans le développement d'une méthodologie plus large qui est appliquée aux autres bases et infrastructures du ministère des Armées français situées à l'étranger ou en Outre-Mer.

Un premier travail a permis de faire un bilan de la littérature scientifique existante (la bibliographie provisoire est jointe ci-dessous), et d'identifier dans un premier temps plusieurs risques ou phénomènes liés au climat :

- L'inondation et la submersion
- Impacts directs de la hausse des températures
- Épisodes venteux, impacts de foudre
- Risques sanitaires
- Impacts indirects : l'emprise dans son environnement social et politique

Je serai très honoré et intéressé si vous acceptiez de me rencontrer, vous-même ou vos équipes, pour discuter (sujets à préciser en fonction de l'interlocuteur), et des thèmes dont vous souhaiteriez souligner l'importance (qu'ils figurent ou non dans la liste ci-dessus).

Mon déplacement (pays, ville...) se déroulera (période), en espérant qu'il sera possible de vous rencontrer à cette occasion. Pensez-vous qu'un créneau, par exemple (date), serait possible pour vous ? Si vous l'acceptez, je pourrais venir dans vos locaux, ou vous retrouver dans l'endroit de votre convenance. J'ai également contacté d'autres chercheurs de (centre de recherche de l'interlocuteur ou de la même université), et peut-être pourrions-nous coordonner ces entretiens à (lieu).

Avec mes remerciements,
Très cordialement,

Signature, poste, adresse et téléphone de contact

Annexe 5. Échelles et tableau exposition de l'emprise aux changements climatiques

Échelle d'exposition de l'emprise

Exposition de l'emprise aux impacts des changements climatiques			
Très exposée	Exposée	Peu exposée	Non exposé

Tableau d'exposition de l'emprise

Horizon temporel	Aujourd'hui	2030	2040	2050
Impact des changements climatiques				
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 (et sable)				
Tempête : pluie				
Tempête : neige				
Tempête : submersion littorale				
Maladies				

Annexe 6. Échelles et tableau sensibilité de l’emprise aux changements climatiques

Échelle de sensibilité de l’emprise

	Degré de sensibilité aux changements climatiques (exposition aux aléas, dégradations environnementales, stabilité actuelle des systèmes)			
	Très sensible	Sensible	Peu sensible	Non exposé
Pour l’emprise (sans mesure d’adaptation)				
Pour le bassin de l’emprise (sans mesure d’adaptation)				

Tableau de sensibilité de l’emprise

Sous-système	Emprise			Milieu de l’emprise		
	Horizon temporel					
Aléas liés aux changements climatiques	2030	2040	2050	2030	2040	2050
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						
² Maladies						

Annexe 7. Échelles et tableau diagnostic final de vulnérabilité de l'emprise aux changements climatiques

Echelle de vulnérabilité :

	Effet sur les fonctions, les infrastructures ou le terrain d'une emprise			
	Catastrophique : - perte définitive d'une fonction - et/ou d'une partie ou de la totalité de l'emprise	Majeur : - Perte régulière d'une fonction - et/ou indisponibilité ou inaccessibilité régulière d'une partie ou de la totalité de l'emprise	Significatif : - perte ponctuelle d'une fonction - et/ou indisponibilité ou inaccessibilité ponctuelle d'une partie ou de la totalité de l'emprise	Mineur sur des fonctions assurées ou soutenues par l'emprise
Très probable				
Relativement probable				
Probable				

Tableau diagnostic final de vulnérabilité de l'emprise aux changements climatiques

Fonctions et sous-fonctions / horizons	2030	2040	2050	Potentiel d'adaptation (Fort ou faible)
Missions logistiques				
Zones logistiques				
Zone(s) de commandement				
Recueil d'information				
Fonctions médicales				
Zones de vie				

Zones techniques / MCO					
Zones de présence de matériels					
Préparation					
Présence de familles et zones de vie					
Sécurisation et Accès au camp					
Civils autres que les familles					

Bibliographie

ADEME, "Tourisme - faits et enjeux", *Ressources et accompagnement*. Territoires&climat, (en ligne).

ADEME, 2013, "Indicateurs de vulnérabilité d'un territoire au changement climatique", *Recueil de littérature internationale*, Adaptation au changement climatique.

ADEUPA, juillet 2013, "Fonctions publiques et de Défense dans le pays de Brest", *Agence d'urbanisme du pays de Brest*, 16p.

ADEUPA, Janvier 2020, "Impact économique de la Défense sur le territoire de la base de Défense de Brest-Lorient", *Agence d'urbanisme du pays de Brest*, Rapport d'étude", 40p.

ATSE, 2008, "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)*, 55p.

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

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

Calgaro, E., Lloyd, K., & Dominey-Howes, D, 2014, "From vulnerability to transformation: A framework for assessing the vulnerability and resilience of tourism destinations". *Journal of Sustainable Tourism*, 22(3), 341-360.

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

Cinner JE, McClanahan TR, Graham NAJ, Daw TM, Maina J, Stead SM, Wamukota A, Brown K, Bodin O, 2012, "Vulnerability of coastal communities to key impacts of climate change on coral reef fisheries". *Global Environmental Change*, 22:12-20

Cinner JE, Huchery C, Darling ES, Humphries AT, Graham NAJ, Hicks CC, Marshall N, McClanahan TR, 2013, "Evaluating social and ecological vulnerability of coral reef Fisheries to Climate Change". *PLOS ONE* 8.

Clingendael, 2020, "Ready for take-off ? Military responses to climate change ", *Planetary Security Initiative*, p.4

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

Department of Defense, January 2018, *Climate-Related Risk to DoD Infrastructure. Initial Vulnerability Assessment Survey (SLVAS) Report*, Office of the Under Secretary of Defense Acquisition, Technology, and Logistics, 32p.

Guillaumont, P. et Simonet C., 2011, "To What Extent Are African Countries Vulnerable to Climate Change? Lessons from a New Indicator of Physical Vulnerability to Climate Change", *Working Paper*, 108, FERDI, Clermont-Ferrand.

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

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". [Masson-Delmotte, V., 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, and T. Waterfield (eds.)]. *In Press*.

IPCC, 2019, "IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. A Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change", [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)], 765 p.,

Jordaan, S. M., Siddiqi, A., Kakenmaster, W., & Hill, A. C, 2019, "The Climate Vulnerabilities of Global Nuclear Power". *Global Environmental Politics*, 19(4), 3-13.

Klimenko, V. V., Fedotova, E. V., & Tereshin, A. G, 2018, "Vulnerability of the Russian power industry to the climate change". *Energy*, 142, 1010-1022.

Koetse, M. J., & Rietveld, P, 2009, "The impact of climate change and weather on transport: An overview of empirical findings". *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 14(3), 205-221.

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

Magnan Alexandre, décembre 2009, " Proposition d'une trame de recherche pour appréhender la capacité d'adaptation au changement climatique ", *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [Online], vol. 9, n° 3,-

Magnan Alexandre K., Duvat T Virginie, Garnier Emmanuel, 2012, " Reconstituer les trajectoires de vulnérabilité pour penser différemment l'adaptation au changement climatique ", *Natures Sciences Sociétés*, vol. 20, n° 1, pp. 82-91 -

Moreno, A., & Becken, S, 2009, "A climate change vulnerability assessment methodology for coastal tourism". *Journal of Sustainable Tourism*, 17(4), 473-488.

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

Nemry, F., & Demirel, H, 2012, "Impacts of Climate Change on Transport: A focus on road and rail transport infrastructures". *European Commission, Joint Research Centre (JRC), Institute for Prospective Technological Studies (IPTS)*, 93.

Observatoire Défense et Climat, Juillet 2019, « Les impacts des changements climatiques sur les points de stationnement en Outre-mer et à l'étranger - cas de la Côte d'Ivoire », *Notes d'analyse 2 et 4*, Institut de relations internationales et stratégiques.

Observatoire Défense et Climat, 2021, " L'intégration des enjeux climato-environnementaux aux forces armées étrangères ", *Rapport d'Étude n°15*, Institut de relations internationales et stratégiques.

Perch-Nielsen, S. L., 2010, "The vulnerability of beach tourism to climate change—an index approach". *Climatic change*, 100(3), 579-606

Pinson, A. O., K.D. White, S. A. Moore, S.D. Samuelson, B. A. Thames, P. S. O'Brien, C. A. Hiemstra, P. M. Loechl and E. E. Ritchie, 2020, *Army Climate Resilience Handbook*, Washington DC, US Army Corps of Engineers, 233p.,

Quinn, A. D., Ferranti, E. J., Hodgkinson, S. P., Jack, A. C., Beckford, J., & Dora, J. M, 2018, "Adaptation Becoming Business as Usual: A Framework for Climate-Change-Ready Transport Infrastructure". *Infrastructures*, 3(2), 10.

Regmi, M. B., & Hanaoka, S., 2011, "A survey on impacts of climate change on road transport infrastructure and adaptation strategies in Asia". *Environmental Economics and Policy Studies*, 13(1), 21-41.

Schweikert, A., Chinowsky, P., Espinet, X., & Tarbert, M, 2014, "Climate change and infrastructure impacts: Comparing the impact on roads in ten countries through 2100". *Procedia Engineering*, 78, 306-316.

Scott, D., Hall, C. M., & Gössling, S, 2019, "Global tourism vulnerability to climate change". *Annals of Tourism Research*, 77, 49-61.

Taylor, M. A., & Philp, M, 2010, "Adapting to climate change-implications for transport infrastructure, transport systems and travel behaviour". *Road & Transport Research: A Journal of Australian and New Zealand Research and Practice*, 19(4), 66.

Thiault et al., 2018, "Mapping social-ecological vulnerability to inform local decision making", Contributed paper, *Conservation Biology*, Volume 32, No. 2.

The Hague Centre for Strategic Studies (HCSS), Décembre 2020, *Climate Security Assessment: A Methodology and Assessment of the Nexus between Climate Hazards and Security of Nations and Regions*.

Tubiana Laurence, Gemenne François, Magnan Alexandre, 2010, "Anticiper pour s'adapter : Le nouvel enjeu du changement climatique", *Pearson Education France*, 204 p. ;

Van Gamerem Wiekman Romain, Zaccai Edwin, 2014, *L'adaptation au changement climatique*, La Découverte, coll. Repères, 119 p.

Vlassopoulou Chloé (coord.), Mancebo François (coord), 2013, "Gestion et impacts du changement climatique (GICC) ", *Projet EXCLIM / Exil climatique. Gérer les déplacements des populations dus aux phénomènes climatiques extrêmes, ministère de l'Écologie et du Développement durable*, CURRAP, 191p.