



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



# ANTICIPER ET PRÉVENIR LES DIMENSIONS SÉCURITAIRES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

**COMITÉ # 6 | SOUS-GROUPE 1,** dont

Alain **CHAILLAND**, conseiller maître à la Cour des comptes

Nicolas **CORDIER-LALLOUET**, ingénieur en chef de l'armement

Stéphane **DOSSE**, colonel, armée de Terre

Magalie **GOB**, directeur financier, Industrie pharmaceutique

Florence **SMITS**, inspectrice générale de l'éducation, des sports et de la recherche.

Avec le concours du 28<sup>e</sup> groupe géographique, pour la réalisation de la carte.

Expert référent : Alexandre **TAITHE**

Cadre de comité : Christilla **de MOUSTIERS**

**LES ANALYSES ET OPINIONS CONTENUES DANS CE RAPPORT N'ENGAGENT QUE LA  
RESPONSABILITÉ DE LEURS AUTEURS.**

# TABLE DES MATIÈRES

<b>RÉSUMÉ .....</b>	<b>3</b>
<b>RECOMMANDATIONS ISSUES DE L'ÉTUDE.....</b>	<b>4</b>
<b>PRINCIPAUX ALÉAS CLIMATIQUES PORTEURS DE DÉSORDRES SÉCURITAIRES POUR UNE HAUSSE DE 4°C .....</b>	<b>6</b>
Accroissement des sécheresses et des inondations.....	6
Hausse du niveau et acidification des eaux des mers et des océans.....	7
Fonte du permafrost.....	8
<b>LES PAYS À RISQUE SÉCURITAIRE ACCRU (HAUSSE DES TEMPÉRATURES DE 4°C) .....</b>	<b>9</b>
<b>DES IMPACTS ÉCONOMIQUES PROFONDS, MAIS INÉGAUX .....</b>	<b>10</b>
Des dommages de natures multiples.....	10
Des économies profondément bouleversées.....	10
Une déstabilisation politique liée à la déstabilisation économique.....	11
<b>DES CONSÉQUENCES MAJEURES SUR LES BASES ET LES FUTURES OPÉRATIONS .....</b>	<b>12</b>
Des bases à adapter.....	12
Des températures, notamment chaudes, et une pluviométrie aux fortes conséquences pour les opérations en France et à l'extérieur.....	13
Quels changements pour les zones chaudes à proximité de la France ?.....	14
<b>ANNEXE 1 : MÉTHODOLOGIE.....</b>	<b>15</b>
<b>ANNEXE 2 : PERSONNES RENCONTRÉES ET BIBLIOGRAPHIE SYNTHÉTIQUE .....</b>	<b>17</b>
Personnes rencontrées.....	17
<b>ANNEXE 3 : TABLEAU D'IMPACT DES JOURNÉES CHAUDES PAR PAYS (SÉLECTION) .....</b>	<b>19</b>

## RÉSUMÉ

Le changement climatique, en modifiant les températures, les régimes pluviométriques ainsi que le niveau et l'acidification des eaux des mers et des océans, bouleverse tous les aspects de la vie des populations. Les conséquences du changement climatique ont dès lors des impacts sécuritaires forts, envisagés comme le maintien de la sécurité humaine telle que définie par la résolution 66/290 de l'ONU, des aspects stratégiques, entendus comme l'identification des zones d'intérêt pour la France et la capacité à pouvoir y conduire des opérations. La détermination et la localisation des dimensions sécuritaires du changement climatique dans une perspective stratégique n'ont été que peu abordées dans les études relatives au climat qui donnent principalement une perspective sur un domaine très précis. Ce travail conduit du point de vue de la France est donc une première approche, menée à l'échelle des pays, d'un domaine qu'il conviendrait d'approfondir à une échelle plus fine.

Pour déterminer la nature et la localisation des principaux enjeux stratégiques pour la France, une carte a été élaborée permettant d'identifier les pays où les enjeux de sécurité humaine seront les plus forts et où la conduite des opérations militaires sera la plus altérée. Deux indicateurs synthétiques ont été choisis : le PIB et le nombre de jours où la température moyenne est supérieure à 40°C. Le PIB permet de saisir les conséquences de l'ensemble des perturbations sur l'activité économique et a été jugé suffisamment global et cohérent avec d'autres études utilisant d'autres indicateurs ; il y a une corrélation assez forte entre niveau de richesses et conditions de vie et les capacités à financer une politique cohérente de défense et de sécurité. Plus le PIB diminuera, plus les populations seront vulnérables (et auront besoin d'aide en cas de catastrophe), ce qui peut contribuer à des crises économiques, des migrations de grande ampleur, des conflits pour l'accès aux ressources et/ou des crises politiques. Le nombre de jours très chauds, où la température moyenne est supérieure à 40°C<sup>(1)</sup> (ce qui signifie des températures diurnes souvent plus élevées) est un seuil important pour la physiologie humaine, mais aussi pour les matériels militaires qu'il s'agisse de l'altération des capacités de vol, de la température à l'intérieur d'un véhicule, et de la productivité de travail. Les valeurs prises en compte pour ces deux indicateurs sont celles atteintes dans le contexte d'une température moyenne mondiale de + 4°C, qui est un des seuils pris en compte par le Giec.

Même si les données relatives aux projections du PIB ne sont pas disponibles pour l'ensemble des pays, trois éléments principaux ressortent de la carte :

- ✓ une concentration du nombre des journées dont la température moyenne est supérieure à 40°C dans la zone intertropicale, notamment dans la bande sahélo-saharienne ;
- ✓ les PIB les plus affectés sont ceux des pays qui sont déjà parmi les pays les moins avancés (PMA), avec des économies reposant plus largement sur des secteurs naturellement plus exposés (agriculture, tourisme, manufacturier de base.). Beaucoup de ces pays sont dans la zone intertropicale et sont des pays où la France intervient actuellement ;
- ✓ le recul du PIB de la France est proportionnellement limité en deçà de 1% une fois le seuil de 4°C atteint (la crise de 2008/2009 a généré un recul sur un an de près de 3%), mais impacterait nos territoires de manière hétérogène et une partie de la France métropolitaine et ultramarine pourrait connaître plus de 30 journées très chaudes par an d'où des sécheresses, des canicules, des incendies... ce qui n'exclut pas des crues à d'autres moments de l'année.

L'aggravation de stress existants, le risque réel de voir une France engagée notamment dans la résolution de crises liées au changement climatique, la mise sous tension du budget de l'État et une potentielle inflation sur les prix, ainsi que la possibilité d'avoir à intervenir sur plusieurs fronts au même moment conduisent les auteurs à formuler 10 recommandations relatives au territoire national et à la conduite des opérations intérieures et extérieures dans une perspective stratégique.

<sup>(1)</sup> Selon la Banque mondiale, les journées sont considérées comme très chaudes à partir de 40°C.

## RECOMMANDATIONS ISSUES DE L'ÉTUDE

**Recommandation 1** : réaliser en interministériel une évaluation des menaces sécuritaires liées aux changements climatiques à court et moyen termes et publier les principales conclusions au plus tous les 5 ans. À cet effet, créer un groupe permanent d'évaluation des menaces sécuritaires liées au climat sous l'égide du SGDSN, regroupant l'ensemble des acteurs capables de réaliser cette évaluation et d'élaborer une stratégie de réponse.

**Recommandation 2** : étudier une montée en puissance progressive de la sécurité civile pour la doter de capacités nécessaires aujourd'hui détenues par les armées : diversifier la flotte aérienne de la sécurité civile, stocks en métropole et outre-mer, hôpitaux de campagne, effectifs plus importants...

**Recommandation 3** : déterminer les secteurs les plus touchés dans leur approvisionnement (national et international) par le changement climatique et définir une stratégie alternative tout particulièrement dans les secteurs stratégiques (relocalisation, développement de nouvelles compétences techniques, industrielles en France, mise en place de circuits d'approvisionnement alternatifs...)

**Recommandation 4** : définir une politique nationale et territoriale, tant en termes de structures que de nouveaux besoins (personnel, compétences...) prenant en considération l'augmentation des risques liés à la santé (nouvelles maladies, pollution).

**Recommandation 5** : le changement climatique impactant de manière hétérogène, les secteurs et territoires, identifier les nouveaux besoins (politique de reconversion, d'emploi, d'infrastructure) afin d'accompagner les mutations nécessaires.

**Recommandation 6** : intégrer davantage les mesures d'atténuation des risques dans l'urbanisme et l'aménagement du territoire, y compris les infrastructures militaires, et développer la culture du risque au sein de la population.

**Recommandation 7** : anticiper la possibilité de devoir gérer des crises multiples et simultanées tout en devant opérer avec des modes alternatifs pour les crises climatiques.

**Recommandation 8** : créer, à l'horizon de la seconde moitié du siècle, des unités spécialisées de combat en zone très chaude (sur un modèle équivalent à celui des unités dédiées au Grand Nord dans certains pays), s'appuyant des capacités spécifiques (doctrine, organisation, ressources humaines, équipement, soutien, entraînement) et affectées dans la durée dans la zone (plusieurs années).

**Recommandation 9** : étudier, dès la prochaine loi de programmation militaire, des systèmes de forces s'appuyant sur des drones et des robots autonomes capables d'évoluer dans les environnements très chauds.

**Recommandation 10** : appuyer dans le temps long les États, particulièrement leurs forces de défense et de sécurité, qui seront fragilisés et marqués fortement par le changement climatique aux plans politique et social.

Les effets du changement climatique sont de mieux en mieux connus : hausse des températures, altération des régimes pluviométriques, acidification et hausse du niveau des eaux des mers et océans, fonte du permafrost et des glaciers, chacun de ces éléments étant lui-même à l'origine de nombreuses perturbations (allongement de la saison des cyclones...). Même si l'ampleur de ces modifications est difficile à déterminer – comme en témoignent les différents scénarios du Giec – elles vont altérer nos conditions de vie (première partie au sein de laquelle une attention particulière est portée au territoire français), ce qu'il est nécessaire de comprendre afin d'identifier les impacts sécuritaires et de déterminer les actions à mener, la sécurité étant entendue ici au sens de la résolution 66/290 de l'ONU<sup>(2)</sup>. Cependant, pour rendre compte de manière simple des effets cumulés du changement climatique sur les pays, un seul indicateur synthétique a été retenu : la perte de PIB. Cet indicateur économique a été jugé suffisamment global et cohérent pour avoir une perception assez précise du niveau de vie des populations, des capacités d'un pays à mener des politiques publiques de défense et de sécurité. Il permet d'identifier les zones du monde qui seront les plus fragilisées par le réchauffement climatique et de les confronter aux intérêts stratégiques de la France déjà connus. Cela a amené à prendre également en considération un autre indicateur : le nombre de jours où la température moyenne est supérieure à 40°C, car les capacités physiologiques des individus sont alors fortement altérées et le matériel – notamment militaire – développé pour les milieux tempérés, n'a plus les mêmes performances. La carte dressée (deuxième partie) met en évidence une superposition de ces trois éléments (forte diminution du PIB ; nombre de jours où la température est supérieure à 40°C élevé et intérêt stratégique pour la France). L'échelle considérée ne permet pas de détailler sur la carte les impacts pour le territoire national, mais il sera pris en compte dans l'analyse économique (troisième partie), dans l'analyse militaire (quatrième partie) et dans les recommandations, car la France ne peut mener des actions extérieures si elle est affaiblie. Pour l'ensemble de l'étude, sauf mention contraire, le critère retenu est une hausse de 4°C de la température moyenne, qui est un des seuils retenus par le Giec dans ses scénarios.

<sup>(2)</sup> « Partant, une définition commune de la notion de sécurité humaine comprend les éléments suivants :

- a) Le droit des êtres humains de vivre libres et dans la dignité, à l'abri de la pauvreté et du désespoir. Toutes les personnes, en particulier les plus vulnérables, ont le droit de vivre à l'abri de la peur et du besoin et doivent avoir la possibilité de jouir de tous leurs droits et de développer pleinement leurs potentialités dans des conditions d'égalité ;
- b) La sécurité humaine appelle des réponses axées sur l'être humain, globales, adaptées au contexte et centrées sur la prévention, qui renforcent la protection et la capacité d'action individuelle et collective ;
- c) La sécurité humaine tient compte des liens entre paix, développement et droits de l'homme et accorde la même importance aux droits civils, politiques, économiques, sociaux et culturels ;
- d) La notion de sécurité humaine se distingue du principe de la responsabilité de protéger et de son application ;
- e) La sécurité humaine n'est pas assurée par la menace ou l'emploi de la force ou de mesures de coercition. Elle ne saurait remplacer la sécurité que l'État doit garantir ;
- f) La sécurité humaine est fondée sur l'appropriation nationale. Comme les conditions politiques, économiques, sociales et culturelles nécessaires pour assurer la sécurité humaine varient considérablement dans un même pays, d'un pays à l'autre et selon les époques, la sécurité humaine renforce les initiatives nationales qui sont compatibles avec les réalités locales ;
- g) Il appartient en premier lieu à l'État d'assurer la survie, les moyens de subsistance et la dignité de ses citoyens. Le rôle de la communauté internationale est complémentaire et consiste à fournir aux gouvernements, à leur demande, l'appui dont ils ont besoin pour renforcer leurs capacités d'action face aux menaces existantes ou émergentes. Pour assurer la sécurité humaine, il faut que les gouvernements, les organisations internationales et régionales et la société civile renforcent leur collaboration et leurs partenariats ;
- h) La sécurité humaine est assurée dans le strict respect des buts et principes énoncés dans la Charte des Nations Unies, notamment de la souveraineté de l'État, de l'intégrité territoriale et de la non-ingérence dans les affaires qui relèvent essentiellement de la compétence nationale. Elle n'impose pas d'obligations juridiques supplémentaires aux États. »

Source : Résolution 66/290 (AGNU 2012). Suite donnée au paragraphe 143 sur la sécurité humaine du document final du sommet mondial de 2005 <https://undocs.org/fr/A/RES/66/290> [consulté en octobre 2019]

## PRINCIPAUX ALÉAS CLIMATIQUES PORTEURS DE DÉSORDRES SÉCURITAIRES POUR UNE HAUSSE DE 4°C

Une augmentation moyenne des températures de 4°C aura des conséquences multiples, inégalement perceptibles à la surface du globe et selon les saisons<sup>(3)</sup>. Elles seront cause de désordres sécuritaires. Il est important d'identifier et de localiser les principaux effets du changement climatique pour être en mesure d'anticiper les crises, de les gérer et d'assurer une résilience.

### Accroissement des sécheresses et des inondations

La hausse des températures par rapport à la période préindustrielle sera très prononcée dans les hautes latitudes nord, mais les températures les plus élevées seront au Sahara-Sahel, dans la péninsule arabique et les plateaux iraniens. Tous les pays devront s'adapter sans qu'il y ait véritablement de gagnants, quelle que soit la zone considérée.

Selon les experts du Giec, la hausse des températures se traduira par une baisse des précipitations autour du bassin méditerranéen, en Afrique subsaharienne, en Asie centrale, dans le sud des États-Unis et de l'Amérique du Sud, des vagues de chaleur plus prononcées, plus longues et plus fréquentes, des incendies de forêts plus fréquents et plus violents, des épisodes de précipitations torrentielles, un glissement des grandes zones biogéographiques vers des latitudes plus élevées et l'apparition de conditions jusqu'à présent inconnues dans les zones intertropicales où la désertification progressera. Les épisodes de sécheresse auront des impacts importants dans la bande sahélienne, dans le nord de l'Afrique et dans les pays limitrophes du bassin méditerranéen, en Inde, en Australie, dans le sud de la Sibérie, sur les contreforts des Rocheuses et des Andes ainsi qu'en Amazonie où une partie de la forêt pourrait laisser place à de la savane. Cet ensemble conduira très probablement à une accentuation de la réduction de la biodiversité, à une dégradation des systèmes agricoles autour du bassin méditerranéen, au Sahel (où une part importante de la population tire ses ressources de l'agriculture), dans les grandes plaines américaines, en Australie, mais aussi en Europe centrale, en Asie du Sud-est ainsi que dans le sud du Brésil et dans la pampa argentine.

La hausse des températures, aux latitudes moyennes, se traduira par des hivers doux et des printemps humides. La saison végétative commencera de plus en plus tôt, or, le réchauffement climatique n'empêche pas des épisodes de gel tardif au printemps très destructeurs pour les récoltes tout comme le sont les précipitations pour les céréales au début de leur croissance. Par ailleurs, la chaleur rendra possible la présence de nouveaux vecteurs de maladies : le moustique tigre, vecteur de la dengue et du chikungunya, est désormais présent en métropole. En France, l'agriculture sera bouleversée qu'il s'agisse de la céréaliculture, de l'élevage ou de la viticulture. Les risques de crue et d'inondations (selon les experts du Giec (2018), dès + 1,5°C, les trois quarts des Européens seront exposés à des crues tous les 5 ans) ou de fortes tempêtes de vent seront beaucoup plus importants tout comme les sécheresses et les périodes de fort étiage des cours d'eau. Les glaciers alpins diminueront d'au moins 50 % et l'enneigement de nombreuses stations de ski ne sera plus assuré. La baisse des précipitations, ou leur très forte irrégularité, conduiront à des assèchements des nappes phréatiques menant à un manque d'approvisionnement en eau. Les vagues de chaleur, similaires à la canicule de 2003, seront plus nombreuses, plus longues et plus intenses. Le risque d'incendie violent touchera près des deux tiers du pays. Pour autant, des crues, et donc des inondations, plus fréquentes ne sont pas à écarter. Cet ensemble doit conduire à faire évoluer l'urbanisme et l'aménagement du territoire.

<sup>(3)</sup> Sont pris en compte les principaux effets pour l'homme, sans tenir compte des politiques et aménagements pour réduire les conséquences du changement climatique comme la production de neige en haute altitude pour reconstituer les glaciers ou la construction de digues. Ne sont pas présentés les effets affectant le seul climat comme l'accélération du réchauffement par les dégagements de méthane liés à la fonte du permafrost

Les glaciers de montagne et des hautes latitudes vont pratiquement disparaître ce qui peut accentuer des épisodes de crues dans un premier temps avant d'entraîner des phénomènes d'étiage importants et un manque d'eau pour des populations nombreuses si l'on pense aux cours d'eau alimentés par les glaciers himalayens. Les sécheresses peuvent également se traduire par des étiages prononcés et longs pour l'ensemble des cours d'eau, avec des conséquences sensibles pour la production d'énergie (centrales hydroélectriques, refroidissement de centrales nucléaires ou thermiques) ou les transports.

## **Hausse du niveau et acidification des eaux des mers et des océans**

D'après les experts du Giec (sept. 2019), la fonte des glaciers et la dilatation de l'eau liée à l'accroissement des températures (sur les 1 000 premiers mètres) conduiront à une hausse moyenne du niveau de la mer comprise entre 70 et 120 cm<sup>(4)</sup>. Avec des zones particulièrement touchées tel l'ouest du bassin Pacifique où les petites îles sableuses sont nombreuses ou les principaux deltas, notamment en Asie du Sud et de l'Est. Cela n'affectera pas que les zones situées à un mètre d'altitude, mais également toutes les zones à trois ou cinq mètres, voire davantage, selon la morphologie de la côte. En effet, lors des tempêtes les risques de submersion seront accrus : selon une des études citées par le Giec (2019), à New York le risque d'inondation des zones situées à trois mètres d'altitude serait multiplié par près de 100 si le niveau de la mer progresse de 50 cm. De surcroît, le recul du trait de côte sera plus prononcé or, il concerne déjà 41 % des plages de la France métropolitaine ou 50% des côtes de la Réunion. Selon l'Onerc, un centimètre de hausse se traduit par un retrait d'un mètre du trait de côte sur les littoraux de l'Atlantique nord et d'Asie.

La montée du niveau de la mer aura également des conséquences sur les aquifères littoraux qui seront soumis à des intrusions d'eau salée.

L'évolution des températures et l'acidification des océans auront un impact prononcé sur la faune : la répartition des poissons est modifiée et les poissons auront une taille plus réduite. Les experts envisagent une diminution des stocks dans les zones intertropicales, où les protéines marines représentent actuellement une source importante de l'alimentation. La disparition des coraux tout comme celle de la mangrove entraîneront une réduction de la biodiversité en même temps qu'une exposition plus forte des côtes aux tempêtes et aux effets des tsunamis (dont l'occurrence n'est pas liée au réchauffement climatique).

À l'échelle mondiale, les zones les plus touchées par la montée des eaux sont les principaux deltas et estuaires, qui sont souvent des zones densément peuplées et où la plupart des grands ports mondiaux sont établis. La majorité des îles des océans Pacifique et Indien sont concernées tout comme celles des Antilles ou encore le fond du golfe de Guinée. Les risques de cyclones plus violents et selon une amplitude annuelle plus longue touchent surtout les façades est des continents (Amérique du Sud exclue).

En France, outre les îles de La Réunion, de Mayotte – où l'effet de la montée des eaux est accentué par l'activité volcanique qui se traduit par un affaissement des terrains lié à la vidange de la poche de magma qui se trouve sous Mayotte – et des Antilles, sont concernés certaines des îles côtières atlantiques (comme Sein), les estuaires et deltas ainsi que les zones de polder (Dunkerquois, Saintonge...) ou les côtes basses du Languedoc-Roussillon, soit 850 000 personnes, les principales zones portuaires et industrielles, des zones agricoles... (Onerc, 2015).

<sup>(4)</sup> L'ampleur de la hausse est sans doute l'aspect sur lequel le Giec est le plus prudent en raison de la difficulté à mesurer le niveau de base dans beaucoup d'endroits de la planète et des réactions en chaîne qui sont encore mal connues.†

## Fonte du permafrost

Selon les estimations, le permafrost (22% des terres émergées de l'hémisphère nord) devrait dégeler sur plusieurs dizaines de mètres. Alors que les perspectives de nouvelles exploitations minières, voire agricoles, semblent hasardeuses, les impacts négatifs sont beaucoup plus certains qu'il s'agisse de la déstabilisation des fondations des infrastructures, de la réduction des possibilités de circulation ou du dégagement de méthane, de bactéries (comme l'anthrax) et de virus pour l'instant piégés dans la glace. Cela concerne notamment le Grand Nord de la Suède ou le Groenland.

Selon la structure économique et la démographie des pays, ces effets du changement climatique auront des conséquences inégales selon les pays et donc des impacts sécuritaires différents ce que permet de visualiser la carte.

# LES PAYS À RISQUE SÉCURITAIRE ACCRU (HAUSSE DES TEMPÉRATURES DE 4°C)

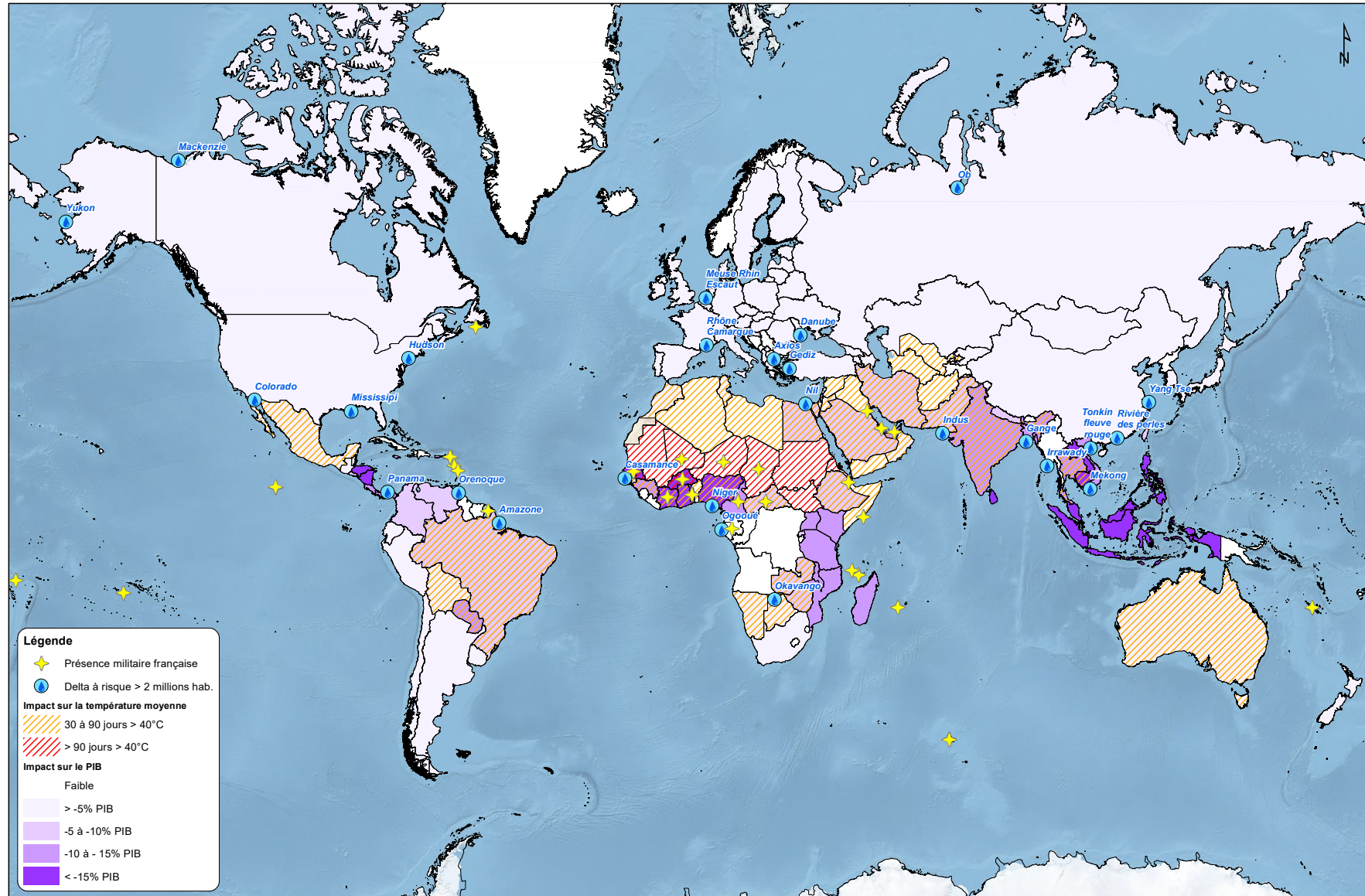
COUPURE SPÉCIALE 1 : 100 000 000

WGS 84 World Mercator

Impacts climatiques - Projection 2100 scénario +4°C

NON PROTÉGÉ

TITRE : IMPACTS CLIMATIQUES  
DATE : 2020-03  
ÉDITION : Ed 1 - 28GG



**Légende**

- ★ Présence militaire française
- Delta à risque > 2 millions hab.

**Impact sur la température moyenne**

- 30 à 90 jours > 40°C
- > 90 jours > 40°C

**Impact sur le PIB**

- Faible
- > -5% PIB
- 5 à -10% PIB
- 10 à -15% PIB
- < -15% PIB



TITRE : IMPACTS CLIMATIQUES  
DATE : 2020-03  
ÉDITION : Ed 1 - 28GG

LES UTILISATEURS SONT PRIÉS DE SIGNALER AU 2<sup>e</sup> GROUPE GÉOGRAPHIQUE  
28gg-stg.trait.fcj@intra.def.gouv.fr LES ERREURS OU OMISSIONS QU'ILS AURONT PU  
CONSTATER.

© Copyright 2020 par le ministère des Armées de la République française / © Copyright 2020 by the Ministry for the Armed Forces of the French Republic.



## DES IMPACTS ÉCONOMIQUES PROFONDS, MAIS INÉGAUX

Le PIB permet d'avoir une idée assez précise de la capacité d'un pays à assurer l'élément premier de la définition de la sécurité humaine : "Le droit des êtres humains de vivre libres et dans la dignité, à l'abri de la pauvreté et du désespoir". L'ampleur de l'impact entraînerait des pertes de niveau de vie et augmentations de la pauvreté, exacerbant les risques sécuritaires et d'instabilités sociales et politiques.

### Des dommages de natures multiples

Le changement climatique affecte la croissance et les économies des pays notamment à travers :

- ✓ les dommages portés aux infrastructures (sites de production, propriétés individuelles, structure gouvernementales), qui auront des répercussions sur le coût des assurances du fait de la fréquence et de l'ampleur des éléments climatiques, mais aussi en raison des relocalisations géographiques dans des zones moins touchées ;
- ✓ la réduction des terres cultivables, la baisse de productivité agricole (les cultures de céréales, espèces oléagineuses et sucrières subiront des pertes de plus de 3%), la baisse des ressources halieutiques, qui auront non seulement des répercussions sur les prix alimentaires, mais aussi des conséquences difficilement estimables en termes de perte de biodiversité et de propagation d'espèces invasives déstabilisant les écosystèmes ;
- ✓ les difficultés d'approvisionnement en matières premières, de produits importés de zones fortement affectées par le changement climatique, qui créeront des tensions sur les circuits logistiques ; éventuellement la moindre quantité disponible, créant donc une inflation sur les prix ;
- ✓ les risques sanitaires accrus : accroissement de la pollution, dissémination de maladies infectieuses transmises par les moustiques (malaria, dengue, Zika) du fait d'espèces migrant de plus en plus vers le Nord. L'OMS a estimé que plus de 2 milliards d'individus supplémentaires seraient exposés à ces maladies. Les coûts de santé augmenteraient jusqu'à 4 milliards de dollars par an avec des mortalités supplémentaires de 250 000 décès.
- ✓ le coût énergétique dû à l'accroissement des besoins (climatisation) et à la perte de rendement des centrales électriques (difficulté de refroidissement), la fragilisation des infrastructures énergétiques nécessitant un entretien accru. L'énergie étant la base de notre production moderne, cela affectera l'ensemble des économies ;
- ✓ les migrations de masse accroissant les tensions politiques et sécuritaires ;
- ✓ la baisse de productivité des travailleurs dans l'ensemble des secteurs mal protégés des températures extérieures (agriculture, industrie et services). Il a été établi par le BIT dans un rapport de 2019 que sous des températures moyennes de 40°C, un travailleur perd près de 90% de sa productivité, ce qui augmenterait considérablement, les risques de sécurité, de santé, et d'approvisionnement provenant de ces secteurs d'activité. Plus de 80 millions d'emplois dans le monde seraient détruits, c'est à la fois la quantité de travail effectué et la productivité du travail qui seront affectées.

### Des économies profondément bouleversées

Sur la base du PIB du FMI et des projections macro-économiques (SSP2), une hausse de la température moyenne de 4°C se traduirait par une perte de PIB mondial d'environ 7% une fois le seuil atteint (équivalent à environ 20 000 milliards de \$). Cependant, il faut noter d'une part que la baisse ne sera pas identique selon les pays et que, d'autre part, une baisse n'a pas les

mêmes effets selon le niveau de richesse initial. Or ce sont les pays où le PIB est parmi le moins élevé que le recul sera le plus important puisqu'il affectera principalement l'Afrique subsaharienne, l'Asie du Sud-Est, l'Inde, la Chine et l'Amérique latine. Parmi ceux-ci, certains devraient être particulièrement affectés :

- ✓ en Afrique : Togo, Côte d'Ivoire, Ghana, Burkina Faso, Nigeria, avec des pertes de PIB estimées à plus de 20% ;
- ✓ les pays d'Asie du Sud et du Sud-Est tels que Philippines, Indonésie, Malaisie, Cambodge, Inde avec des pertes supérieures à 15% ;
- ✓ en Amérique du Sud : Nicaragua, Honduras, Panama avec également des pertes supérieures à 15%.

La France devrait mieux résister, avec une perte de PIB en deçà de 1% une fois ce seuil atteint, tout comme l'Europe et le continent nord-américain, ce qui n'exclut pas des perturbations importantes pour tout ou partie du territoire national notamment sans mesures d'adaptation fortes. Plusieurs paramètres économiques et sociaux seront affectés :

- ✓ des filières entières vont devoir évoluer notamment l'agriculture (viticulture, céréaliculture, élevage), la production énergétique, les travaux publics, les stations de ski... ;
- ✓ des milliers de personnes, notamment en zone littorale, devront déménager ;
- ✓ les fréquences et l'intensité plus grandes des crues, des inondations et des sécheresses doivent conduire à accroître et revoir les mesures, les modes de prévention et de gestion de crises pour lesquelles des effets domino non linéaires et une absence d'unicité de temps et de lieu sont à attendre. Le rôle de chaque acteur sera sans doute à réexaminer, car l'ampleur des crises ne cessera de croître : une crue de la Seine de type 1910 conduirait à devoir évacuer un million de personnes et affecterait de manière sensible l'ensemble de l'économie ;
- ✓ les importations et les exportations (volume, prix, flux) seraient modifiées non seulement dans les pays les plus impactés, afin de compenser les pertes de production, refléter l'augmentation des coûts intérieurs liés aux dommages résultant du changement climatique et de l'adaptation de leurs structures économiques, mais aussi dans des pays plus développés avec une balance commerciale déséquilibrée par un coût d'importation accru et de moindres exportations vers des pays n'ayant plus les capacités financières de s'approvisionner à l'identique. Cela doit amener la France à repenser sa stratégie économique et, dans les domaines jugés critiques, son niveau de dépendance.

## Une déstabilisation politique liée à la déstabilisation économique

Il est avéré qu'une détérioration économique a des impacts politiques majeurs. L'étude de différentes projections disponibles<sup>(5)</sup> pour les États les plus touchés montrent qu'ils auront non seulement des difficultés à entretenir leurs forces de défense et de sécurité, mais que le changement climatique favorisera un fractionnement du pouvoir politique. Les États les moins stables feraient alors de plus en plus face à des bandes criminelles ou terroristes, en conquête de ressources et capables de coalescence et de recompositions systémiques régulières. Beaucoup de ces États sont actuellement situés en Afrique où la France est présente avec de nombreux ressortissants.

Les perturbations qui affecteront la France ainsi que, de manière plus forte encore, les pays du bassin méditerranéen et l'Afrique, incitent à prendre en compte de manière spécifique l'impact du changement climatique sur les bases et sur la conduite des opérations tant en France métropolitaine et ultra-marine qu'à l'extérieur.

<sup>(5)</sup> Pluviométrie, température, produit intérieur brut, indice de développement humain, capacités agricoles futures, mouvements migratoires potentiels, etc.

## DES CONSÉQUENCES MAJEURES SUR LES BASES ET LES FUTURES OPÉRATIONS

La réaction et l'adaptation des armées aux facteurs climatiques dépendent des capacités matérielles et scientifiques de chaque pays. Les températures extrêmes jouent un rôle fondamental dans la planification et la conduite des opérations militaires et civiles. Les forces de défense auront des difficultés accrues pour évoluer dans certaines zones en cas d'augmentation moyenne des températures au-delà des objectifs des accords de Paris (COP 21). Cela demandera une adaptation des infrastructures militaires et pourrait réduire notablement la liberté d'action et les capacités à opérer des pays les moins avancés qui n'ont souvent pas la capacité de financer des forces modernes et pleinement adaptées. En cas de hausse des températures supérieure à 3°C, les forces de 40 à 100 pays nécessiteront une adaptation opérationnelle généralement hors de leurs possibilités financières.

### Des bases à adapter

Dans la plupart des pays, les infrastructures de défense et de sécurité devront être adaptées au changement climatique, en cohérence avec l'évolution des infrastructures stratégiques civiles. Les emprises et constructions militaires nécessiteront des investissements financiers significatifs dans les zones concernées. Les bases militaires situées dans des deltas ou dans les basses plaines en amont subiront à la fois la montée des mers<sup>(6)</sup> (entre 70 et 120 cm en moyenne) et l'augmentation des risques de submersion ou d'inondation, mais cela n'est peut-être qu'un des aspects les plus immédiatement perceptible. En 2019, le Pentagone a publié un rapport sur les vulnérabilités au changement climatique – à un horizon de 20 ans – de 79 bases militaires sélectionnées pour leur importance opérationnelle. Environ les deux tiers de ces installations sont déjà vulnérables – ou le seront – aux inondations récurrentes, plus de la moitié sont ou seront très touchées par les périodes de sécheresse et les feux de forêt. Certaines infrastructures seront également sensibles aux augmentations excessives de température, à la désertification voire au dégel du permafrost. Il faut ajouter la vulnérabilité aux épisodes météorologiques extrêmes dont l'intensité pourrait augmenter. Les plus violentes des intempéries peuvent déjà causer des dégâts majeurs. En 2018, le passage de l'ouragan Florence sur le camp Lejeune (US Marines) puis celui de Michael (US Air Force) ont causé plusieurs milliards de dollars de dégâts. Ces effets locaux peuvent avoir des conséquences stratégiques pour une puissance ayant des intérêts mondiaux.

Les forts gradients thermiques et les températures extrêmes favorisent l'altération des sols et des matériaux ce qui peut entraîner une forte dégradation des routes, des voies ferrées, des installations portuaires et aéroportuaires. La capacité de mobilité stratégique devra donc être régulièrement évaluée à l'aune du changement climatique en France, dans les pays alliés et dans les zones potentielles d'opérations. Les points d'appui, les stocks et les capacités de transport stratégique devront être adaptés aux ambitions politiques et aux ressources du moment dans une stratégie cohérente. Cette adaptation nécessite d'être pensée globalement dans un paradigme "interalliés" et "interministériel", les moyens des armées pouvant être sollicités en appui des capacités civiles impliquées dans le traitement des crises liées au climat sur le territoire national ou à l'étranger. Les capacités des armées (doctrine, organisation, ressources humaines, équipement, soutien, entraînement) et les opérations seront clairement concernées par ces crises liées au climat qui s'ajouteront et s'intriqueront aux crises plus classiques.

<sup>(6)</sup> Entre 70 et 120 cm en moyenne.

## Des températures, notamment chaudes, et une pluviométrie aux fortes conséquences pour les opérations en France et à l'extérieur

De longue date, la difficulté à opérer dans les zones très chaudes ou très froides, souvent désertiques, est souvent connue. Les amplitudes thermiques journalières très importantes mettent le personnel et les équipements à rude épreuve. Cela peut se traduire directement ou indirectement par :

- ✓ des difficultés de décollage, de vol et d'atterrissage pour les avions<sup>(7)</sup> ;
- ✓ une mobilité terrestre plus difficile<sup>(8)</sup> ;
- ✓ une nécessité de protection thermique des explosifs ;
- ✓ un mauvais fonctionnement ou un arrêt de certaines centrales électriques ;
- ✓ une augmentation des besoins logistiques des unités (eau, carburant, électricité, maintenance, tenues spécifiques) en lien avec des difficultés accrues de stockage (traitement de l'eau, dilatation ou gel des carburants) ;
- ✓ un risque de détérioration ou de destruction des équipements utilisant de l'électronique<sup>(9)</sup> ;
- ✓ une fatigue accrue pour le personnel ne disposant pas de locaux ou de véhicules protégés et climatisés<sup>(10)</sup> ;
- ✓ des risques sanitaires liés aux rigueurs de l'environnement ;
- ✓ une limitation de l'utilisation d'animaux dans les opérations (chiens, équidés).

Le changement climatique va créer de nouvelles opportunités dans les pays disposant de territoires au sud du cercle polaire. Le nombre de jours de glace (la température ne monte pas au-dessus de 0°C) pourrait diminuer de 30 à 90 jours. Excepté pour les destructions d'infrastructures liées à la fonte du permafrost, ces terres et les mers les bordant seront plus permissives à l'évolution de forces militaires non spécialisées. Les enjeux adaptatifs sur les opérations futures portent principalement sur l'évolution des zones très chaudes (cf. Annexe n°3), lorsque la température dépasse régulièrement les 40°C, en moyenne dans un pays<sup>(11)</sup>.

Les effets induits par les très fortes températures sur les matériels et le personnel, tout comme la pluviométrie et les vents, sont à considérer pour opérer convenablement. Une attention particulière doit être portée à la santé du personnel impliquant un effort logistique et une manière de combattre adaptée. Combinée avec la chaleur, la fatigue peut faire baisser très rapidement l'efficacité des hommes au combat. Le temps d'acclimatation préalable d'une troupe devant être engagée en zone désertique est de l'ordre d'un mois pour permettre au personnel de s'adapter psychologiquement et physiquement aux climats les plus chauds.

<sup>(7)</sup> En journée, les fortes chaleurs ou les températures négatives peuvent limiter notablement les capacités des appareils. Cela a des conséquences notables sur les horaires et les conditions d'exécution des missions. De même, l'augmentation de l'occurrence de vents violents, notamment de sable, et des brumes peut influencer sur les opérations aériennes, aéroterrestres ou aéroportées.

<sup>(8)</sup> Risque accru d'éclatement des pneus, dysfonctionnement des moteurs, portance du sable ou de la neige, voies ensablées ou enneigées, déformation thermique des rails, dysfonctionnement de la signalisation, etc.

<sup>(9)</sup> Les composants électroniques sont susceptibles d'être détériorés ou détruits par des températures environnantes supérieures à 40°C ou fortement négatives.

<sup>(10)</sup> Cyclones plus violents et plus fréquents, vents de sables et de poussière, blizzard, températures et écarts thermiques extrêmes, risque permanent de déshydratation, insolation, etc.

<sup>(11)</sup> Localement les températures prises sous abris peuvent monter bien au-dessus de la moyenne du pays. En outre, les températures au soleil, ou sous blindage, ou au niveau du sol, peuvent alors dépasser largement les 60°C.

Par ailleurs, les pluies violentes peuvent rendre impraticables les pistes et les cheminements hors-piste, contraindre certaines actions de renseignement, logistiques ou aéroterrestres. La couverture nuageuse ou le plafond peuvent également limiter les opérations aériennes, aéromaritimes ou aéroterrestres. Si l'augmentation des températures en zone désertique ne se traduit pas par une augmentation de la couverture nuageuse, il est probable que ce soit le cas dans les zones soumises à un climat équatorial ou tropical humide.

Dans certaines zones, la baisse de la pluviométrie peut induire l'augmentation significative des vents de sable, comme cela a été déjà observé au Sahel<sup>(12)</sup>. Les augmentations des fortes températures accroissent l'occurrence de phénomènes perturbant les opérations dans cette région : vents de sable et brumes de poussières, violences des pluies, etc. Parmi les effets négatifs des vents forts, on peut citer : les blessures physiques et augmentation de cas ORL chez les individus, les destructions ou les détériorations des installations, les liaisons aériennes sont modifiées ou coupées, les pertes de visibilité au sol et la création d'échos radar fantômes.

### **Quels changements pour les zones chaudes à proximité de la France ?**

Actuellement, l'impact de la température sur les opérations, y compris dans les zones les plus difficiles comme la bande sahélo-saharienne, reste somme toute limité et gérable.

Avec une augmentation globale de + 4°C, le nombre de pays qui demanderont des efforts accrus d'adaptation des armées croit notablement pour atteindre 40 à 100 pays, principalement situés entre le tropique du Cancer et l'équateur. Parmi les régions et les pays dans lesquels la France déploie actuellement des forces, la plupart sont concernés par les augmentations massives du nombre de journées très chaudes et des événements climatiques extrêmes. L'évolution du climat dans le Liptako-Gourma (Sahel), à Djibouti et en Guyane illustre les contraintes grandissantes sur les opérations militaires au XXI<sup>e</sup> siècle. Au Liptako-Gourma, dans les conditions technologiques actuelles, la période plus favorable aux opérations se limiterait alors au printemps. À Djibouti, seuls quelques jours par mois seraient favorables aux opérations durant l'automne et en hiver. En Guyane, dans les scénarios les plus alarmistes, le changement climatique pourrait augmenter nettement le nombre de jours très chauds, modifiant notablement la végétation et la météo. Les opérations seraient alors vraisemblablement plus difficiles encore dans cette région chaude et humide. La question de l'adaptation capacitaire à ces changements mérite d'être étudiée et évaluée dans le cadre des revues stratégiques et des livres blancs.

L'ensemble de ces éléments conduit aux recommandations listées page 4.

<sup>(12)</sup> Zeineddine Nouaceur, 2004-2005.

## ANNEXE 1 : MÉTHODOLOGIE

Pour cette cartographie le sous-groupe entend par "enjeux sécuritaires" ce qui est susceptible de perturber la sécurité humaine ou non nationale, d'apporter des changements non recherchés et non souhaitables pour la société et donc se traduire par un déséquilibre, voire un effondrement de certaines sociétés. Dans cette perspective la sécurité a une acception large à l'image de celle définie par l'ONU dans la résolution 66/290. Cette définition permet de prendre en compte l'ensemble des aspects et conséquences du changement climatique. Dans la perspective du sujet, elle a été complétée par une attention particulière portée à la conduite des opérations militaires et aux pays ayant une importance stratégique pour la France.

Une telle étude a nécessité de trouver le moyen de résoudre un triple défi :

- ✓ résoudre le problème technique de la réalisation et de la forme à adopter ;
- ✓ "mettre le fonctionnement du monde en équation", tous les aspects de la vie des populations étant affectés. Par exemple, lorsqu'on envisage l'élévation du niveau de la mer, on pense à la submersion des petites îles tropicales et de nombreuses zones littorales basses (10% de la population mondiale vivent dans des zones côtières à moins de 10 mètres d'altitude), mais aussi un impact sur le tourisme, d'où une redistribution des flux à l'échelle mondiale dont les effets sont difficiles à estimer. Il faut donc choisir les indicateurs les plus pertinents, les pondérer ;
- ✓ choisir la temporalité en ayant conscience des effets cumulatifs et/ou d'adaptation. Par exemple, l'augmentation des températures d'ici 2030 peut déjà avoir détruit les massifs forestiers aussi une augmentation de 4°C en 2050 n'aura-t-elle plus d'impact. Inversement, les cultures peuvent avoir évolué d'ici là et l'impact de l'augmentation de la température ne sera pas ressenti de la même manière. À cela s'ajoutent les conséquences du développement et de la croissance démographique.

La volonté de réaliser une carte synthétique lisible a conduit à ne retenir que deux paramètres : le recul du PIB lié au changement climatique et le nombre de journées où la température moyenne dépasse 40°C.

La projection de perte du PIB liée au changement climatique est un indicateur construit par T. Kompass (2019) à partir des données du FMI et en tenant compte des scénarios du Giec. D'autres modèles arrivent à des projections différentes en termes de recul de PIB, sans que cela ne change radicalement l'ampleur des effets étudiés. Il reflète des conditions de vie des populations et des capacités d'un État à anticiper et gérer les adaptations et les crises liées au changement climatique. De plus, la corrélation est forte entre crise économique et sociale et instabilité politique, ce qui permet de couvrir les deux principaux aspects de la dimension sécuritaire. Le nombre de journées dont la température dépasse 40°C permet de situer rapidement les pays qui seront les plus affectés par un des paramètres les plus forts du changement climatique et qui a des conséquences majeures sur les hommes et leurs activités, qu'elles soient économiques ou militaires. Les données utilisées sont issues du portail des connaissances sur le changement climatique de la Banque mondiale.

Le seuil d'une augmentation de la température moyenne mondiale de 4°C a été retenu ; il correspond à l'absence de mise en place de politique climatique et nous sommes déjà pratiquement au niveau + 1,5°C. On peut reprocher à ces indicateurs de ne pas être disponibles pour l'ensemble des pays et de manquer de nuance, mais ils présentent l'avantage de la comparabilité à l'échelle mondiale et d'avoir une idée assez précise des principales zones de tension à venir.

Les autres options possibles pour la réalisation de cette étude notamment la prise en compte des manifestations physiques du changement climatique ou de l'indice de vulnérabilité ou des points chauds du changement climatique ne permettraient pas d'envisager l'aspect sécuritaire de manière assez précise. Par exemple, à notre connaissance aucun indice de vulnérabilité ne prétend prendre en compte l'ensemble des fragilités probable dans une dimension prospective. Il aurait donc fallu pouvoir déterminer ceux qui d'une part reposent sur des composantes qui prennent le plus en compte les composantes identifiées comme constitutives de la sécurité et, d'autre part, qui utilisent des projections pour lesquelles dont les données sont établies à l'échelle des pays et sont disponibles pour l'ensemble des pays du monde.

## ANNEXE 2 : PERSONNES RENCONTRÉES ET BIBLIOGRAPHIE SYNTHÉTIQUE

### Personnes rencontrées

- Magali REGHEZZA-ZITT, membre du Haut Conseil sur le climat
- Alex de SHERBININ, Center for International Earth Science Information Network, Université Columbia.

### Bibliographie

- ALEX B., COLDEFY A., KEMPF H. (2014) "Conséquences du dérèglement climatique pour le ministère de la Défense". Iris
- BIT (2019) – *Working on a Warmer Planet. The impact of heat stress on labour productivity and decent work*
- GIEC (2014) – *Changements climatiques 2014. Rapport de synthèse. Résumé à l'intention des décideurs. Chapitre 12 "Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility"*  
(2018) – *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Chap. 12 "Human Security"*  
(2018) – *Global Warming of 1.5°C. Summary for Policymakers*  
(2019) – *IPCC Special Report on Climate change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security and Greenhouse gas fluxes in Terrestrial Ecosystems. Summary for Policy makers (2019)*  
(2019) – *The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. Summary for Policymakers (2019)*
- GOURLEZ de la MOTTE S., RAYMOND T., ROMANI A. (2011) – Les conséquences stratégiques du changement climatique. Chem 60<sup>e</sup> session
- HAUT CONSEIL DE LA SANTÉ PUBLIQUE (2015) – "Climat et Santé", *Revue Actualité et dossier en santé publique* n° 93, décembre 2015
- KOMPASS, T., VAN HA P., TUON NHU C. (2019) "The Effects of Climate Change on GDP by Country and Global Economic Gains From Complying With the Paris Climate Accord", *Earth's Future*, 6, 1153-1173.
- <https://doi.org/10.1029/2018EF000922>
- *Livre blanc sur la défense et la sécurité nationale* (2013)
- MASSON-DELMOTTE V. (2019) – Changement climatique en France et dans le monde. Présentation Séminaire de rentrée des inspections générales, Paris, 4 sept. 2019
- MEJEAN A. (2019) – "La délicate évaluation des dommages climatiques", *La Recherche* n° 544, janvier 2019, pages 48-52
- Observatoire Défense et Climat, DGRIS, IRIS, FRS  
(2017) – Rapport d'étude n° 1. Rétrospective et typologie de crise 1.  
(2017) – Rapport d'étude n° 2. Données scientifiques et scénarios climatiques.  
(2018) – Rapport d'étude n° 5. Prospective Afrique de l'Est  
(2018) – Rapport d'étude n° 6. Prospective Sahel  
(2018) – Rapport d'étude n° 7. Synthèse de la contribution française au rapport SPDMM.  
(2018-19) – *Bulletin de veille stratégique et opérationnelle* n° 13

- OCDE (2016), *Les conséquences économiques du changement climatique*, Éditions OCDE, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264261082-fr>
- ONERC
  - (2015) – *Le littoral dans le contexte du changement climatique*
  - (2018) – *Les événements météorologiques extrêmes dans un contexte de changement climatique*. Rapport au Premier ministre et au Parlement. La documentation française
- ONERC, ministère de la transition écologique et solidaire (2017) – *Changement climatique. Impacts en France*
- PAILLARD C-A (2015) – "Le réchauffement climatique et la sécurité militaire". *Géoéconomie*. Éditions Choiseul
- PASCAL M., BEAUDEAU P., LAAIDI K., PIRARD P., VAUTARD R. (2015) – "Changement climatique et santé : nouveaux défis pour l'épidémiologie et la santé publique". *Bulletin épidémiologique hebdomadaire*. 2015 ;(38-39) : 717-23. [http://www.invs.sante.fr/beh/2015/38-39/2015\\_38-39\\_2.html](http://www.invs.sante.fr/beh/2015/38-39/2015_38-39_2.html)
- PAVAGEAU C. et al. (2013) – *Cartographier la vulnérabilité aux variations climatiques*. Cifor
- *Revue stratégique* (2017)
- SCHNEIDER A., TOURTELIER P. (2012) – "L'impact du changement climatique en matière de sécurité et de défense", Rapport d'information n° 4415, Assemblée nationale.
- De SHERBININ A. (2013) – "Climate Change Hotspots Mapping: What Have We Learned?" *Climate Change*.
- De SHERBININ A., ADAMO S. (2016) – Mapping Climate Change Hotspots. Présentation lors du Platform on Disaster Displacement Advisory Committee Workshop, Genève, 13-14 octobre
- De SHERBININ A. et al. (2019) – "Climate vulnerability Mapping: A Systematic Review and Future Prospects", *WIRES Climate Change*
- UNDP (2016) – *Climate Change and Labour: Impacts of Heat in the Workplace*
- UNIVERSITY OF NOTRE DAME (2015) – Global Adaptation Initiative – Country Index, <https://gain.nd.edu/our-work/country-index/>
- US Army War College – *Implications of Climate Change for the US Army*
- US Department of Defense (2019) – *Report on Effects of a Changing Climate to the Department of Defense*
- US Global Change Research Program (2018) – "Vol II: Impacts, Risks, and Adaptation in the United States", *Fourth National Climate Assessment*
- US Government Accountability Office (2019) – *Climate Resilience. DOD Needs to Assess Risk and Provide Guidance on Use of Climate Projections in Installation Master Plans and Facilities Designs*. Report to Congressional Requesters
- WADE K. (2016) – *The impact of climate change on the global economy*. Schroder Investment Management
- World Bank et Asian development Bank (2018) – *Climate risk Country Profile. Vietnam*
- World Health Organization (2019) – *Health, environment and climate change*. A72/15
- ZEINEDDINE Nouaceur (2004-2005), "Les vents de sable en Afrique saharienne et subsaharienne", *The Annals of Valahia University of Târgoviște, Geographical Series*, Tome 45, 2004-2005

### ANNEXE 3 : TABLEAU D'IMPACT DES JOURNÉES CHAUDES PAR PAYS (SÉLECTION)

PAYS	T > 40°C - Moyenne par augmentation de température					
	+ 0,5 °C	+ 1 °C	+ 2 °C	+ 3 °C	+ 4 °C	+ 5 °C
Allemagne	0	0	0	0	1	14
Angola	1	1	4	12	24	58
Bangladesh	4	7	13	19	30	90
Brésil	4	6	14	30	54	126
Burkina Faso	24	29	56	93	142	231
Cameroun	2	3	8	13	23	62
Chine	1	1	3	5	8	26
Comores	0	0	0	0	0	0
Djibouti	12	17	50	88	122	184
Égypte	16	20	38	58	76	98
Émirats arabes unis	23	26	45	63	78	103
Estonie	0	0	0	0	0	5
États-Unis	3	3	7	11	18	46
Éthiopie	3	4	10	18	31	68
France	0	0	0	1	3	21
Gabon	0	0	0	0	0	5
Inde	8	11	23	37	52	101
Indonésie	0	0	0	0	0	15
Iraq	14	17	29	43	55	76
Mali	22	27	54	84	110	152
Mexique	6	8	14	25	40	81
Niger	23	30	56	84	104	139
Nigéria	10	15	28	47	74	149
Nouvelle-Calédonie	0	0	0	0	0	0
Pakistan	11	15	31	47	64	90
Philippines	0	0	0	0	0	3
Qatar	20	23	39	54	66	100
RCA	4	6	13	25	44	112
RCI	2	3	10	19	38	109
RDC	0	0	1	4	13	60
Royaume-Uni	0	0	0	0	0	1
Russie	0	0	0	0	1	5
Sénégal	20	25	50	86	131	222
Soudan	24	29	56	86	113	160
Syrie	15	18	32	48	63	88
Tanzanie	0	0	0	0	1	14
Tchad	22	30	55	83	111	164
Togo	8	10	18	33	59	143

Nombre de jours très chauds

Vert = aucun – Jaune = entre 0 et 30 – Orange = entre 30 et 90 – Rouge plus de 90.

Source : Banque mondiale, <https://donnees.banquemondiale.org/theme/changement-climatique>