



Promotion P29

2021 - 2022

De l'impact du changement climatique sur la chaîne logistique

*« Mes logisticiens sont des gens dénués d'humour... Ils savent que si
ma campagne échoue, ce sont les premiers que je tuerai »*

Alexandre le Grand

Commissaire principal (santé)
Stéphanie DUBOIS

Sous la direction du

docteur Angélique PALLE, chercheur énergie et matières premières,
et du docteur Florian OPILLARD, chercheur défense et société

Institut de recherche stratégique de l'école militaire

Remerciements

Je remercie vivement chaque témoin qui a bien voulu partager son expérience et ses connaissances malgré les contraintes liées à ses fonctions. Je remercie par ailleurs les bienveillantes relectures de M. Pascal GALY, M. James KENDALL, et du colonel Jacob « Jake » BRITTINGHAM.

Je tiens enfin à exprimer ma gratitude aux docteurs Angélique PALLE et Florian OPILLARD, **qui m'ont témoigné leur confiance en me** laissant la plus grande liberté dans la réalisation de ce mémoire.

Avant-propos

Les analyses et positions présentées ci-**après n'engagent** en aucune manière le ministère des Armées ou ses composantes.

Pour le lecteur pressé, les encarts de tête de chapitre synthétisent les idées essentielles.

Résumé

L'augmentation significative de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, liée aux activités humaines, induit un réchauffement climatique global. Sa rapidité et son intensité **sont inégalées à l'aune** des précédents millénaires. Ses conséquences sont multiples, et agissent avec des cinétiques différentes : altération de la disponibilité et de la répartition des ressources, augmentation du niveau de la mer, accidents météorologiques plus intenses et plus fréquents, etc.

Les risques climatiques contribuent à la complexité du système géopolitique, accentuent les vulnérabilités existantes ou en génèrent de nouvelles. Pour répondre à leurs besoins de sécurité accrus de ce fait, les États devront mettre en place de nouvelles stratégies de **prévention et d'intervention**. La **résilience et les capacités d'adaptation** sont plus que jamais des questions centrales. Les missions des armées évolueront à la fois dans leur nature et leur conduite. La chaîne logistique, de par son caractère externalisé et globalisé, sera également touchée.

La logistique est un enjeu politique majeur du XXI^e siècle, et doit **faire l'objet d'une stratégie globale**. Elle devra en effet anticiper les conséquences du changement climatique, **qu'elles soient directes ou non**, pour rester en capacité de remplir ses fonctions. Au sein des armées, cette adaptation doit permettre de préserver ou renforcer les capacités opérationnelles des armées.

La recherche de la **résilience et de l'innovation** est une orientation souhaitable. Les adaptations et innovations techniques sont nécessaires mais insuffisantes : **l'innovation doit également porter sur les processus et l'aide à la décision**. Une réflexion doit par ailleurs être engagée sur les besoins. La prospective, nos capacités à mobiliser et orienter une ressource intellectuelle large et variée doivent être sollicitées. En outre, une politique de valorisation des fonctions logistique est essentielle.

La norme **pourrait contribuer à l'allocation des investissements** nécessaires. Son caractère contraignant oriente les ressources disponibles. Elle constitue aussi un garde-fou permettant aux forces armées de rester cohérentes avec les aspirations sociétales, **d'appuyer** la politique de la Nation, et de garantir son **interopérabilité**. L'**autarcie** de la chaîne logistique est en effet inenvisageable – les interdépendances qui la lient au monde économique et industriel, **tout autant qu'à nos alliés**, doivent être sécurisées, maîtrisées et assumées.

La capacité à définir un modèle de fonctionnement soutenable, ne reprenant pas nécessairement les usages de production, de consommation et de distribution actuels, participe à la recherche de la supériorité des armées face à ses contradicteurs. **L'intégration des principes du développement durable** dans la chaîne logistique prend alors tout son sens. Une **intégration qui n'empêche pas** le ministère des Armées de défendre sa singularité pour préserver le bon **fonctionnement de l'outil de défense** et de préserver sa supériorité face à ou des compétiteurs moins respectueux des normes ou qui instrumentaliserait le droit.

Abstract

The significant increase of greenhouse gases from human activity has created global warming. Its rapid growth and intensity have multiple consequences: different kinetics that alter the natural environment; the availability and distribution of natural resources; the rising of traditional sea levels; the observation of more intense and more frequent meteorological incidents, etc.

Climate risks contribute to the complexity of the geopolitical system, accentuating existing vulnerabilities and generating new ones. To meet their increased security needs, states will have to implement new prevention and intervention strategies. More than ever, resilience and adaptation capabilities are central issues. The nature and conduct of military missions will change. Due to its outsourced and globalized nature, global supply chains will also be affected.

Logistics is a major political issue for the XXIst century and has to be managed with a global strategy. Directly or indirectly, supply chains must anticipate the consequences of climate change in order to remain capable of fulfilling their functions. Within the armed forces, this adaptation should preserve and reinforce military operational capabilities.

The pursuit of resilience and innovation is a desirable direction. Technical adaptations and innovation are necessary but insufficient. Innovation should also focus on operating and decisional processes. The ability to mobilize and direct a large and varied intellectual resource should be mobilized with foresight. In addition, it is essential to prioritise logistics functions.

Norms may contribute to the allocation of the necessary investments, as their constraining character guides the available resources. This also constitutes a safeguard that allows the armed forces to remain coherent with social aspirations to support the Nation's policy, and to guarantee interoperability. Supply chain autarky is indeed unthinkable. The interdependencies that link it to the economic and industrial world, as well as to our allies, must be secured and mastered.

There is a danger of being trapped in current production, consumption and distribution practices, but the ability to define a sustainable operating model is key in the search for the superiority of the armed forces against our adversaries. Applying sustainable development in supply chains is therefore a smart investment. In the face of competitors who are less respectful of standards or who would misuse the law, such sustainable practices do not prevent the ministry of the armed forces from defending its singularity, preserving the proper functioning of defense tools as well as its superiority.

Introduction

La crise de la Covid-19 a mis en lumière la mondialisation et la fragilité des chaînes **logistiques pourtant indispensables à l'atteinte** des besoins de chacun. Provoquée par un agent biologique, cette crise aurait tout aussi bien pu **trouver sa source dans d'autres externalités**, avec des conséquences identiques.

Paradoxalement, alors que le manque **d'anticipation et la gestion** de crise sont blâmés, le changement climatique ne provoque pas une mobilisation massive ni un consensus autour **d'un projet politique** afférent, voire simplement des modalités de traitement unifiées. Son expression est largement étudiée par des équipes scientifiques internationales, et ses conséquences sont de plus en plus interrogées. Ses effets se font déjà sentir avec **l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des phénomènes météorologiques** (ouragans, etc.). Pour autant, son impact sur les chaînes logistiques, et plus particulièrement **celle de l'armée française, n'a pas encore été envisagé**. Or, cette dernière participe pleinement au succès des armes de la France. Une analyse est donc souhaitable pour identifier les risques et opportunités.

Bénéficiaire de cette chaîne logistique, comme tout membre du Ministère des Armées (MINARM), mais dénuée de formation logistique, **j'ai choisi de construire ce mémoire sur la base d'une captation des connaissances**. Une captation d'abord classique, sur la base de travaux bibliographiques regroupant les articles, rapports ou notes en lien avec la thématique choisie. Compte tenu des contraintes temporelles, et de la faible production littéraire dans le domaine logistique, je me suis par ailleurs appuyée sur les compétences de personnalités remarquables, en assistant à des conférences ou en sollicitant des entretiens. De ce corpus, deux axes majeurs ont émergé : une vision sécuritaire centrée sur le caractère crisogène du changement climatique, et une approche plus environnementale.

L'organisation, **le management**, l'optimisation et **l'innovation** logistiques sont très peu formalisés, ce qui complexifie leur étude. Les acteurs sont happés par la gestion du quotidien et ne se projettent pas dans **une crise qui n'a pas été** assimilée à une problématique dimensionnante pour la chaîne logistique, y compris au sein des armées. Pour autant, les conséquences sécuritaires et environnementales induites par le changement climatique impacteront de façon pérenne et systémique le contexte stratégique et le quotidien des missions des armées. Cette crise annoncée doit **mobiliser les capacités d'adaptation, d'innovation et de résilience des Armées pour leur permettre de préserver leur liberté d'action et leur capacité d'initiative**. Ce mémoire ambitionne donc de contribuer à la prise de conscience nécessaire pour « gagner la guerre avant la guerre »¹.

¹ *Vision stratégique du chef d'état-major des armées : gagner la guerre avant la guerre. 2021*

Le caractère systémique de la crise annoncée suggère un traitement **global, afin d'en étudier toutes les conséquences et les réponses** qui doivent y être portées. Pour autant, le temps alloué aux recherches et le format attendu sont incompatibles. Une restriction **s'impose donc autour de la seule logistique des armées. Une ouverture vers d'autres nations** est indispensable pour repositionner la chaîne logistique **française dans un ensemble d'interactions** – mais là encore, ce volet ne sera pas exhaustif, du fait de **la difficulté d'accéder aux sources** (Chine, Russie, etc.), ainsi que du temps de traitement.

Le changement climatique se fera autant sentir dans le domaine **géostratégique que dans la vie quotidienne, et ce sur l'ensemble de la planète**, à des degrés divers. Son caractère systémique et irréversible rend les risques liés au changement climatique sans doute plus importants que ceux liés à la Covid-19. Pour autant, **l'anticipation de ses conséquences et leur intégration dans le champ politique** semble peiner à trouver une traduction concrète.

D'une même crise annoncée, documentée et étudiée par des équipes scientifiques internationales, l'analyse du niveau de risques n'est pas intégrée de la même façon par les différentes entités concernées : société civile, échelon politique, industriels, armées. Cette différence de perception varie par ailleurs selon la culture – ou le pays. Par ce changement systémique, nos capacités de transformation, **d'innovation et de résilience** sont questionnées. Comment les armées et plus particulièrement leur chaîne logistique doivent-elles alors **s'adapter** pour rester en mesure de remplir leurs missions ?

Le changement climatique a des conséquences sécuritaires qui impacteront la défense et les armées, dont la chaîne logistique devra **évoluer d'autant : acheminement de l'eau potable, approvisionnement en vivres, etc.** En parallèle, une approche environnementale ne peut être négligée pour atténuer les effets directs du changement climatique et pour transposer la réglementation environnementale en préservant les capacités des armées.

Partie 1 – Le changement climatique : une approche sécuritaire

Les activités humaines ont généré un réchauffement climatique global sans commune mesure **dans l'histoire**. Étudié par la communauté internationale scientifique, ce changement systémique a des conséquences multiples, directes et indirectes. Générant ou accentuant des risques existants, le changement climatique agit **comme un catalyseur sur les facteurs usuellement à l'origine de l'insécurité et des conflits** : pauvreté, raréfaction des ressources, des capacités de production et de croissance économique, flux migratoires, dégradation des conditions de subsistance, etc.

L'association d'une **thématique environnementale** à une composante militaire interroge **sur l'usage de l'outil de défense**. Pour autant, les changements climatiques ont des conséquences sur la conflictualité et peuvent impacter installations, opérations et stratégie militaires. Les armées et leurs composantes logistiques ont donc la responsabilité de les intégrer pleinement dans leurs analyses et de **s'y préparer afin de préserver leur capacité à remplir leurs missions – voire d'en faire un facteur de supériorité opérationnelle**. La réactivité et la compétitivité de la chaîne logistique ont en effet vocation à appuyer et renforcer la stratégie menée.

Le changement climatique est défini par l'Organisation des Nations unies (ONU) comme des « changements de climats qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine **altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables**² ».

1. Etat de l'art

L'augmentation significative de gaz à effet de serre dans l'**atmosphère, liée aux activités humaines, induit un réchauffement climatique global, avec une intensité et une rapidité inégalées** pendant les derniers millénaires. Les conséquences de ce changement sont multiples, agissant avec des cinétiques différentes : altération de la disponibilité et de la répartition des ressources, augmentation du niveau de la mer, accidents météorologiques plus intenses et plus fréquents, etc.

Les risques climatiques contribuent à la complexité du système géopolitiques et accentuent les vulnérabilités existantes, ou en génèrent de nouvelles. Pour répondre aux besoins de sécurisation accrus, les États devront mettre en place de nouvelles stratégies de **prévention et d'intervention. La résilience et les capacités d'adaptation deviennent des questions centrales**. Les missions des armées évoluent à la fois dans leur nature et leur conduite. La chaîne logistique, de par son caractère externalisé et globalisé, est également touchée.

² Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, 1992.

1.1 Constats et projections scientifiques

Le **Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)** constate un réchauffement du système climatique global **d'ampleur et sans équivoque**, lié aux activités humaines³. Les concentrations des gaz à effets de serre ont en effet augmenté, notamment le dioxyde de carbone. Le bilan énergétique de la Terre, dépendant notamment de la surface de glace et de la composition de **l'atmosphère, est positif ce qui accroît l'absorption nette d'énergie** par le système climatique. Le réchauffement induit affecte **l'atmosphère** mais il impacte surtout les océans. Ce sont en effet ces derniers qui absorbent l'essentiel de l'augmentation d'énergie subie par le système climatique entre 1971 et 2010. Les contrastes de salinité sont accrus, tandis que l'augmentation du niveau de la mer est significativement plus rapide que le rythme moyen des deux derniers millénaires. **L'absorption d'une partie des émissions de dioxyde de carbone anthropique a provoqué l'acidification des mers.** En parallèle, la couverture de glace et de neige ou cryosphère se réduit.

Outre la poursuite de ces phénomènes, le GIEC anticipe des **changements du cycle de l'eau hétérogènes. Le contraste entre saisons** sèches et humides augmentera, tout comme entre *régions* sèches et humides. La circulation océanique sera perturbée. Les épisodes météorologiques extrêmes augmenteront en fréquence et en intensité⁴⁵.

Le GIEC recommande de ce fait de « réduire notablement et durablement les émissions de gaz à effet de serre »⁶ Toutefois, du fait de **l'inertie considérable du système climatique, de l'ordre de plusieurs siècles**, les changements initiés perdureront sur un temps long. Malgré tout, ce problème complexe et systémique⁷ pourrait être traité. La reconstitution progressive de la **couche d'ozone** stratosphérique est ainsi possible grâce à un constat et une analyse de risques partagés assurant un consensus international⁸, puis par la prise de mesures pratiques⁹.

³ GIEC. *Changements climatiques 2013 : les éléments scientifiques. Résumé à l'intention des décideurs*. Contribution du groupe de travail I au cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [sous la direction de STOCKER Thomas, QIN Dahe, PLATTNER Gian-Kasper, TIGNOR Melinda, ALLEN Simon, BOSCHUNG Judith, NAUELS Alexander, XIA Yu, BEX Vincent et MIDGLEY Pauline], Cambridge university press, 2013.

⁴ GIEC. *Changements climatiques 2014 : Incidences, adaptations et vulnérabilités. Résumé à l'intention des décideurs*. Contribution du groupe de travail II au cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [sous la direction de FIELD Christopher, BARROS Vicente, DOKKEN David Jon, MACH Katharine, MASTRANDREA Michael, BILIR Eren, CHATTERJEE Monalisa, EBI Kristie, ESTRADA Yuka, GENOVA Robert, GIRMA Betelhem, KISSEL Eric, LEVY Andrew, MacCRACKEN Sandy, MASTRANDEA Patricia et WHITE Leslie], organisation météorologique mondiale, Genève, 2014.

⁵ Observatoire géopolitique des enjeux des changements climatiques en terme de sécurité et de défense, *Bulletin de veille stratégique et opérationnelle* n°20. Institut de relations internationales et stratégiques, février – avril 2020.

⁶ GIEC. *Changements climatiques 2013 : les éléments scientifiques. Résumé à l'intention des décideurs*. Contribution du groupe de travail I au cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'expert intergouvernemental sur l'évolution du climat [sous la direction de STOCKER Thomas, QIN Dahe, PLATTNER Gian-Kasper, TIGNOR Melinda, ALLEN Simon, BOSCHUNG Judith, NAUELS Alexander, XIA Yu, BEX Vincent et MIDGLEY Pauline], Cambridge university press, 2013, p17.

⁷ Entretien E1.

⁸ Le protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone (1987) est le premier traité universellement ratifié dans l'histoire des Nations Unies.

⁹ United Nations environment program. *Synthesis of the 2018 assessment reports of the scientific assessment panel, the environmental effects assessment panel and the Technology and Economic Assessment Panel*. Thirty-first meeting of the parties to the Montreal protocol on substances that depleted the ozone layer, 2019.

Les conséquences du changement climatique sont multiples. Les systèmes physiques, biologiques et humains en sont affectés (ressources hydriques, érosion des côtes, écosystèmes terrestres et marins, feux incontrôlés, santé, moyens de subsistance, etc.). Les ressources hydriques globalement disponibles vont ainsi diminuer, avec un contraste fort dans leur répartition¹⁰. Les risques liés au climat seront amplifiés. Le GIEC pointe par ailleurs le caractère hétérogène de ces incidences et leur aspect cumulatif. Les choix politiques et sociétaux ont également un impact. Une augmentation de la demande en eau et en nourriture, associée à une consommation et une production de masse exacerberait la dégradation des sols, **l'insécurité alimentaire et la raréfaction de l'eau**¹¹.

1.2 Les conséquences dans le domaine de la défense

Les perturbations du système climatique ont donc des manifestations polymorphes, qui peuvent être violentes et ponctuelles ou à évolution lente : méga-feux, inondations, sécheresses, tempêtes, élévation du niveau des océans, etc. Ces phénomènes ont des conséquences sécuritaires importantes et affectent autant les populations que les États¹². Ils exacerbent en effet les autres facteurs de stress, en particulier pour les populations et collectivités défavorisées de tous les pays¹³.

Le changement climatique est susceptible d'affecter la répartition des ressources disponibles (halieutiques, hydriques, etc.) mais aussi d'affecter la continuité des chaînes logistiques¹⁴, et jusqu'à l'intégrité territoriale de certains États et leur politique sécuritaire. La croissance économique sera ralentie, tandis que la sécurité alimentaire **s'érode**. De nouvelles routes commerciales ou de nouveaux territoires rendus accessibles pourront susciter des convoitises¹⁵. Associées aux événements climatiques intenses (sécheresse, etc.), ces incidences favoriseront une compétition accrue entre États ainsi que les

¹⁰ GIEC. *Changements climatiques 2014 : Incidences, adaptations et vulnérabilités. Résumé à l'intention des décideurs*. Contribution du groupe de travail II au cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'expert intergouvernemental sur l'évolution du climat [sous la direction de FIELD Christopher, BARROS Vicente, DOKKEN David Jon, MACH Katharine, MASTRANDREA Michael, BILIR Eren, CHATTERJEE Monalisa, EBI Kristie, ESTRADA Yuka, GENOVA Robert, GIRMA Betelhem, KISSEL Eric, LEVY Andrew, MacCRACKEN Sandy, MASTRANDEA Patricia et WHITE Leslie], Organisation météorologique mondiale, Genève, 2014.

¹¹ IPCC. *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems Summary for Policymakers*. In press. 2019.

¹² GEMENNE, François, TASSE Julia, KABBEJ Sofia, MONANGE Roman, BABALONE Fanny. *Intégration des enjeux climato-environnementaux par les forces armées étrangères*, Rapport d'étude n°15 de l'observatoire géopolitique des enjeux des changements climatiques en terme de sécurité et de défense, Institut de relations internationales et stratégiques, 2021.

¹³ GIEC. *Changements climatiques 2014 : Incidences, adaptations et vulnérabilités. Résumé à l'intention des décideurs*. Contribution du groupe de travail II au cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'expert intergouvernemental sur l'évolution du climat [sous la direction de FIELD Christopher, BARROS Vicente, DOKKEN David Jon, MACH Katharine, MASTRANDREA Michael, BILIR Eren, CHATTERJEE Monalisa, EBI Kristie, ESTRADA Yuka, GENOVA Robert, GIRMA Betelhem, KISSEL Eric, LEVY Andrew, MacCRACKEN Sandy, MASTRANDEA Patricia et WHITE Leslie]. Organisation météorologique mondiale, Genève, 2014.

¹⁴ COX Kate, KNACK Anna, ROBSON Martin, ADGER Neil, PAILLÉ Pauline, FREEMAN Jon, BLACK James and HARRIS Ruth, *A changing climate – exploring the implications of climate change for UK defence and security*. Rand, 2020, p16.

¹⁵ TAVARES DA COSTA Ricardo and KRAUSMANN Elisabeth. *Impacts of Natural Hazards and Climate Change on EU Security and Defence*. EUR 30839 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021, p. 16.

déplacements de population¹⁶¹⁷. L'exacerbation de la pauvreté et des chocs économiques contribueront au développement des activités illicites¹⁸. Le risque de conflits violents augmente en conséquence¹⁹.

1.3.1 Conflictualité

Le climat n'est pas reconnu consensuellement comme une menace *directe* à la paix et à la sécurité²⁰. Pour autant, l'Etat devra être en mesure de traiter les crises sécuritaires, sanitaires, économiques, migratoires, voire multifactorielles²¹, **qu'elles soient directement** générées ou seulement catalysées par le changement climatique (*confer* Annexe I) sous peine de faillir²². La compétition pour les ressources étant exacerbée et ouverte à des acteurs non étatiques²³, les volontés expansionnistes et le pillage des ressources devraient **s'accroître et éprouver d'autant les principes de droit international**²⁴. La maîtrise des frontières et des espaces nationaux pourrait être questionnée – y compris dans des zones économiques majeures, avec la nécessité de **prendre en compte l'acheminement et le stockage des ressources** jugées essentielles.

Le changement climatique rend accessible de nouvelles voies de communication et des territoires trop hostiles pour les activités humaines jusque-là. La France reconnaît ainsi « une importance stratégique à l'Arctique qui constituera un nouvel espace de surveillance [...] **mais également une nouvelle voie maritime** »²⁵.

Mais le changement climatique apparaît surtout comme un catalyseur des ressorts usuels de la conflictualité contribuant à son durcissement. Il pourrait de ce fait conduire à la construction de nouveaux équilibres et de nouvelles alliances,²⁶ et dessiner une nouvelle aire de répartition géographique des dysfonctionnements ou **l'ouverture de nouveaux espaces d'affrontements**.

1.3.2 Impact sur les armées

Les changements climatiques ont déjà une incidence sur les zones de déploiement des troupes alliées²⁷. Les armées seront spécifiquement touchées par la modification de leurs missions.

¹⁶ GIEC. *Changements climatiques 2014 : Incidences, adaptations et vulnérabilités. Résumé à l'intention des décideurs*. Contribution du groupe de travail II au cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'expert intergouvernemental sur l'évolution du climat [sous la direction de FIELD Christopher, BARROS Vicente, DOKKEN David Jon, MACH Katharine, MASTRANDREA Michael, BILIR Eren, CHATTERJEE Monalisa, EBI Kristie, ESTRADA Yuka, GENOVA Robert, GIRMA Betlehem, KISSEL Eric, LEVY Andrew, MacCRACKEN Sandy, MASTRANDEA Patricia et WHITE Leslie], Organisation météorologique mondiale, Genève, 2014.

¹⁷ TAVARES DA COSTA Ricardo and KRAUSMANN Elisabeth. *Impacts of Natural Hazards and Climate Change on EU Security and Defence*. EUR 30839 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021, p. 15.

¹⁸ Changements climatiques et enjeux pour les forces armées françaises, Éclairant thématique interarmées ETIA-3.0.5_CCLIM2021, N°72/ARM/CICDE/NP du 27 septembre 2021.

¹⁹ *Ibid.*

²⁰ ALEX Bastien, BAILLAT Alice, GEMENNE François. *Rétrospective et typologie de crise 1*. Rapport d'étude n°1 de l'observatoire géopolitique des enjeux des changements climatiques en terme de sécurité et de défense, Institut de relations internationales et stratégiques, 2017, p8.

²¹ TAVARES DA COSTA Ricardo and KRAUSMANN Elisabeth. *Impacts of Natural Hazards and Climate Change on EU Security and Defence*. EUR 30839 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021, p. 14.

²² Changements climatiques et enjeux pour les forces armées françaises, Éclairant thématique interarmées ETIA-3.0.5_CCLIM2021, N°72/ARM/CICDE/NP du 27 septembre 2021.

²³ Commission de la Défense nationale et des forces armées. *Rapport d'information en conclusion des travaux d'une mission d'information sur la préparation à la haute intensité*. 2022, p19.

²⁴ Changements climatiques et enjeux pour les forces armées françaises, Éclairant thématique interarmées ETIA-3.0.5_CCLIM2021, N°72/ARM/CICDE/NP du 27 septembre 2021.

²⁵ *Ibid.*, p23.

²⁶ *Ibid.*

²⁷ *Ibid.*

L'augmentation de la fréquence et de l'intensité des catastrophes naturelles est telle que les autorités civiles responsables de la réponse sollicitent de plus en plus souvent les forces armées pour les soutenir **dans les opérations de secours et d'assistance aux populations sinistrées – un phénomène commun à l'échelle mondiale**²⁸. Une mobilisation croissante est ainsi anticipée sur les interventions humanitaires liées aux catastrophes naturelles induites par le changement climatique²⁹, voire à la gestion de crise climatique. Ces **missions de sécurité civile pourront aussi bien s'exercer au sein du territoire national qu'à l'extérieur**, en appui des forces de sécurité intérieures ou des partenaires internationaux. Le contenu des futurs contrats opérationnels des forces françaises devraient évoluer en ce sens³⁰. Le caractère relativement imprévisible de ces interventions rend la disponibilité des capacités opérationnelles prégnante.

En réponse à l'émergence d'une nouvelle cartographie des intérêts et risques géostratégiques, et face au besoin de protéger ses intérêts, les forces pré-positionnées pourraient être renforcées et leur répartition reconsidérée. La densification de la population urbaine est par ailleurs un effet du changement climatique qui implique un besoin de **sécurisation accru de ces zones, d'une meilleure connaissance du terrain et d'un entraînement accru des forces armées en zone urbaine**.

Les opérations et le développement capacitaire³¹ pourront être impactés directement par les conséquences physiques immédiates du changement climatique. De même, la vulnérabilité des forces, des matériels et des infrastructures³² face aux incidences directes ou indirectes du changement climatique devront être prises en compte (*confer* Annexe II). Les adaptations nécessaires et la maintenance en réponse aux changements climatiques ou à leurs conséquences auront un impact budgétaire³³. La disponibilité des capacités pourra également être altérée³⁴. La chaîne logistique sera impactée³⁵. Certains moyens et capacités opérationnels devront être reconsidérés pour répondre aux changements de nature des missions et permettre des interventions dans des conditions climatiques extrêmes : moyens de surveillance des grands espaces géographiques, **simulateurs d'entraînement, etc.** De même, les entraînements devront être adaptés, certains savoir-faire acquis (coordination de moyens de secours militaires et civils en condition dégradée, gestion de pollutions, etc.).

L'évolution de la mission questionne le positionnement de l'outil militaire. Les engagements militaires ou civilo-militaires ont une conception et une articulation différentes. Être capable de réaliser

²⁸ GEMENNE François, TASSE Julia, KABBEJ Sofia, MONANGE Roman, BABALONE Fanny. *Intégration des enjeux climato-environnementaux par les forces armées étrangères*. Rapport d'étude n°15 de l'observatoire géopolitique des enjeux des changements climatiques en terme de sécurité et de défense, Institut de relations internationales et stratégiques, 2021.

²⁹ *Ibid.*

³⁰ *Changements climatiques et enjeux pour les forces armées françaises*, Éclairant thématique interarmées ETIA-3.0.5_CCLIM2021, N°72/ARM/CICDE/NP du 27 septembre 2021.

³¹ *Ibid.*, p28.

³² GEMENNE François, TASSE Julia, KABBEJ Sofia, MONANGE Roman, BABALONE Fanny. *Intégration des enjeux climato-environnementaux par les forces armées étrangères*. Rapport d'étude n°15 de l'observatoire géopolitique des enjeux des changements climatiques en terme de sécurité et de défense, Institut de relations internationales et stratégiques, 2021.

³³ TAVARES DA COSTA Ricardo and KRAUSMANN Elisabeth. *Impacts of Natural Hazards and Climate Change on EU Security and Defence*. EUR 30839 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021.

³⁴ *Changements climatiques et enjeux pour les forces armées françaises*. Éclairant thématique interarmées ETIA-3.0.5_CCLIM2021, N°72/ARM/CICDE/NP du 27 septembre 2021, p27.

³⁵ Department of Defense, Office of the undersecretary of Defence for acquisition and sustainment. *Report on effects of a changing climate to the Department of Defense*. 2019, p8.

ces deux types d'engagement nécessitera une grande maîtrise. La multiplication des engagements opérationnels anticipée engage à l'augmentation des moyens concernés « en recherchant la dualité des équipements ou la mutualisation avec des partenaires »³⁶ ou à la diminution des ambitions. La multiplication des interventions sous faible préavis suggère ainsi l'adaptation :

- des contrats collectifs des domaines interarmées et une nouvelle répartition des missions en interarmées, sur la base des délais de réaction à assurer et des effets à produire ;
- de l'organisation et la mise en œuvre du commandement et du contrôle³⁷.

La réactivité et les capacités d'adaptation des armées demeurent donc centrales.

Enfin, l'orientation et la stratégie des autres nations impacteront les armées françaises à la fois en tant que compétiteurs, mais aussi dans le cadre des relations interalliées.

1.3.3 Le positionnement des forces armées étrangères

La thématique du changement climatique est essentiellement envisagée par des pays développés, notamment les États-Unis³⁸ et le Royaume-Uni^{39,40}. Ces derniers travaillent sur la résilience, essentiellement dans le domaine énergétique et des infrastructures. Leur objectif est de maintenir les capacités opérationnelles des forces, **voire d'améliorer l'effet militaire**, malgré la dégradation de **l'environnement des opérations** et les différents impacts du changement climatique pour conserver un statut de leader. Les développements et innovations associés à **l'environnement** sont considérés comme des innovations à part entière, à intégrer autant **que de besoin pour conserver l'avantage technologique**⁴¹. Un autre point de convergence existe : le respect des obligations légales, tout particulièrement pour la décarbonation, largement associée à la diversification du panel énergétique vers des énergies renouvelables⁴².

Un nombre très restreint de pays commence à décliner des réflexions stratégiques en action : Australie, Nouvelle-Zélande, Royaume-Uni, États-Unis. Et cette déclinaison est très homogène : **élaboration de méthodologies d'évaluation de vulnérabilités**, création de comités spécifiques, soutien à la recherche ou production de manuels et rapports spécifiques⁴³. Le changement climatique est intégré progressivement à la doctrine, sans détailler les pratiques mises en place ou à mettre en place pour répondre aux implications sécuritaires.

L'adaptation des missions aux impacts du changement climatique est quant à elle envisagée par les États-Unis, l'Australie, la Norvège, la

³⁶ *Changements climatiques et enjeux pour les forces armées françaises*. Éclairant thématique interarmées ETIA-3.0.5_CCLIM2021, N°72/ARM/CICDE/NP du 27 septembre 2021, p27.

³⁷ *Ibid*, p28.

³⁸ Department of Defense, Office of the undersecretary for policy (strategy, plans and capabilities). *Department of Defense climate risk analysis*. 2021.

³⁹ COX Kate, KNACK Anna, ROBSON Martin, ADGER Neil, PAILLÉ Pauline, FREEMAN Jon, BLACK James and HARRIS Ruth. *A changing climate – exploring the implications of climate change for UK defence and security*. Rand, 2020.

⁴⁰ Ministry of Defence. *Climate change and sustainability strategic approach*. 30 mars 2021.

⁴¹ *Ibid*.

⁴² *Ibid*.

⁴³ GEMENNE François, TASSE Julia, KABBEJ Sofia, MONANGE Roman, BABALONE Fanny. *Intégration des enjeux climato-environnementaux par les forces armées étrangères*. Rapport d'étude n°15 de l'observatoire géopolitique des enjeux des changements climatiques en terme de sécurité et de défense, Institut de relations internationales et stratégiques, 2021.

Nouvelle-Zélande et les Pays-Bas⁴⁴. Ces derniers mobilisent leurs forces armées dans ce cadre autour de trois missions : la surveillance maritime, la protection des frontières et l'ingénierie en réponse aux catastrophes naturelles. La Norvège et la Nouvelle Zélande réalisent **des investissements ciblés sur l'adaptation des équipements**. Les États-Unis marquent leur avance sur les autres nations par **l'adaptation de ses entraînements avec des simulations et des sites adaptés**⁴⁵.

En outre, des pays dont le niveau **de richesse n'est pas aussi élevé**, mais particulièrement vulnérables au changement climatique peuvent **mettre en œuvre des solutions pragmatiques pour adapter leurs équipements ou leurs entraînements**. C'est le cas de la Russie, qui adapte ses infrastructures et ses équipements aux conditions **extrêmes de l'Arctique**⁴⁶.

Que ce soit sur le territoire national ou à l'étranger, « la coopération civilo-militaire a pour objectif premier le rapprochement **doctrinal entre acteurs civils et militaires, afin d'assurer une réponse globale, efficace et durable** »⁴⁷. Pour obtenir une réponse adaptée il **convient d'initier une vision commune entre différents acteurs**. L'agenda de l'OTAN sur la **sécurité et les changements climatiques** pourrait être un premier pas⁴⁸. Toutefois, cet objectif paraît difficilement atteignable dès lors que les niveaux de risques et les enjeux sont différents – donc entre des Nations différentes. Aussi, alors que les orientations et stratégies des pays ayant identifiés le changement climatique comme impactant le domaine de la défense sont homogènes, à ce stade, aucune intention de concrétiser des actions communes et concrètes **n'a été identifiée** – notamment au niveau européen⁴⁹.

1.3 La chaîne logistique

1.3.1 La logistique, une composante duale

« Est-ce [...] une science générale, formant une des parties les plus essentielles de l'art de la guerre [...] ? »

Jomini⁵⁰.

La logistique est la "capacité de délivrer le bon produit au bon endroit"⁵¹, **une définition que l'on peut étendre** au concept des services. La logistique est alors construite selon deux dimensions : l'apport des biens nécessaires à la réalisation de la prestation et la logistique déployée pour le service lui-même. La chaîne logistique

⁴⁴ GEMENNE François, TASSE Julia, KABBEJ Sofia, MONANGE Roman, BABALONE Fanny. *Intégration des enjeux climato-environnementaux par les forces armées étrangères*. Rapport d'étude n°15 de l'observatoire géopolitique des enjeux des changements climatiques en terme de sécurité et de défense, Institut de relations internationales et stratégiques, 2021

⁴⁵ *Ibid*, p4.

⁴⁶ *Id*.

⁴⁷ GEMENNE François, TASSE Julia, KABBEJ Sofia, MONANGE Roman, BABALONE Fanny. *Intégration des enjeux climato-environnementaux par les forces armées étrangères*. Rapport d'étude n°15 de l'observatoire géopolitique des enjeux des changements climatiques en terme de sécurité et de défense. Institut de relations internationales et stratégiques, 2021

⁴⁸ NATO, Climate change and security action plan, 2021.

⁴⁹ LE GLEUT Ronan, CONWAY-MOURET Hélène. *Quelle boussole stratégique pour l'Union européenne*. Rapport d'information fait au nom de la commission des affaires étrangères, de la défense et des forces armées, 2021.

⁵⁰ JOMINI Antoine-Henri, baron de. *Précis de l'art de la guerre ou Nouveau tableau analytique des principales combinaisons de la stratégie, de la grande tactique et de la politique militaire*. Nouvelle édition publié en 1838, chapitre « logistique ou art pratique de mouvoir des armées », article XLI.

⁵¹ FABBE-COSTES Nathalie et ROUQUET Aurélien. *La logistisation du monde*. Presses universitaires, 2019.

peut quant à elle être définie comme l'ensemble des maillons coordonnant la gestion des marchandises durant leurs cycles de vie (achat, gestion des stocks, acheminement, etc.), en liaison ou non avec une prestation de service.

L'activité logistique est construite dans un écosystème complexe et globalisé, impacté par la révolution numérique et les enjeux du développement durable⁵². Le Gouvernement français la définit comme un facteur clé du développement économique et du bon fonctionnement de la société, et comme un levier dans le domaine du développement durable⁵³. Une stratégie, « France logistique 2025 », lui a donc été dédiée⁵⁴. La qualité des infrastructures, des systèmes d'information et leur interopérabilité sont des enjeux identifiés au niveau national⁵⁵. Les acteurs privés français se structurent au sein d'associations pour se poser comme des interlocuteurs privilégiés des pouvoirs publics⁵⁶. De grands groupes privés tels que Michelin ou LVMH investissent dans ce champ qu'ils considèrent également comme étant stratégique⁵⁷.

Pour autant, le nombre de publications relatives à la logistique reste modeste. Ce domaine doit encore être valorisé pour faciliter les investissements, qu'ils soient de nature financière ou relatifs à la recherche et au développement, au capital humain. La logistique est en effet une fonction « invisible » : seuls ses dysfonctionnements sont réellement perçus par le consommateur ou le client bénéficiaire.

La logistique doit ainsi anticiper au maximum les aléas pour assurer un déploiement rapide des ressources nécessaires au bon endroit. Le prépositionnement et les stocks d'urgence sont donc essentiels, au même titre que la connaissance des flux existants. Les fonctions d'analyse et de management de la chaîne logistique sont donc prégnantes.

1.3.2 La chaîne logistique au sein des armées

La logistique mise en œuvre par les armées exploite les mêmes principes et s'appuie largement sur le monde civil. La logique du bout en bout, soit jusqu'au bénéficiaire, est mise en exergue⁵⁸, tout comme la dimension opérationnelle : « la logistique regroupe l'ensemble des activités qui visent, en toutes circonstances, à donner aux forces armées, au moment et à l'endroit voulus, en quantité et en qualité nécessaires, les moyens de vivre, de combattre, de se déplacer et de se régénérer sur le plan matériel et humain. Elles doivent être mises en œuvre en optimisant les ressources. »⁵⁹ La logistique est l'une des fonctions opérationnelles constituant le soutien, soit l'une des quatre fonctions clefs décrites par le concept d'emploi des forces.

Le CEMA est responsable du soutien, et s'appuie pour cela sur le major général des armées. Un système de gouvernance et de pilotage est mis en œuvre notamment par l'intermédiaire du sous-chef d'état-major performance, qui veille à la cohérence du soutien interarmées

⁵² AKONO David, FERNANDES Valérie. *Impacts du développement durable sur les organisations logistiques*. Management Prospective Editions pp 241 à 255, 2009.

⁵³ *France logistique 2025 – une stratégie nationale pour la logistique*. 2016

⁵⁴ *Ibid.*

⁵⁵ *Ibid.*

⁵⁶ francelogistique.fr ou francesupplychain.org par exemple.

⁵⁷ Entretien E5.

⁵⁸ *Résilience logistique des forces armées*, note n°D-21-000525/ARM/EMA/DSA/DR du 1^{er} février 2021.

⁵⁹ *Le soutien aux engagements opérationnels*, Livret 1/2. Doctrine interarmées DIA-4C_SOUT2018, N°69/ARM/CICDE/NP du 5 juillet 2018.

en liaison avec les états-majors, directions et services. Les niveaux stratégiques, opératifs et tactiques des armées voient la composante logistique déclinée selon leurs attributions respectives. L'organisation interarmées permet ainsi **d'assurer** la continuité de la chaîne de soutien au profit des opérations à tous les niveaux – notamment au travers des approvisionnements : mobilisation et acheminement des ressources (moyens et compétences, **main d'œuvre**) et **produits vers le bénéficiaire**.

Au sein du ministère, le Service du commissariat des armées (SCA) assure un soutien logistique **au profit de l'ensemble des armées**, directions et services. La chaîne logistique y sera opérée comme chaîne logistique « haute » au niveau de sa direction et de ses centres experts. Les établissements du SCA opèrent une chaîne logistique « basse », assurant production et distribution eux-mêmes ou en recourant à l'externalisation⁶⁰. La temporalité associée à la chaîne logistique est variable : associée au temps long dans le domaine de la **formation, de l'innovation et de la préparation de l'avenir, son fonctionnement à proprement parler est associé au temps court**.

Les choix budgétaires ne privilégient pas nécessairement les soutiens, **qui ont souffert d'un sous-investissement chronique** durant les dernières décennies. Les infrastructures et moyens logistiques méritent une modernisation. **Les systèmes d'information utilisés** dans le champ logistique (SIL) sont en particulier vieillissants et non interfacés, bien que des travaux devraient aboutir en ce sens courant 2022. **Aucun SIL n'existe en opération**. Le modèle existant se cantonne par ailleurs à la traçabilité, et **ne permet pas d'engager une démarche prédictive à ce stade**⁶¹.

À ce stade, aucune modification de la chaîne logistique **sous l'effet** du changement climatique **n'a été anticipée**⁶²⁶³⁶⁴. Pourtant, les armées **s'appuient sur** des chaînes logistiques externalisées et globalisées⁶⁵, et ne peuvent fonctionner en autarcie. Elles demeurent donc **dépendantes de l'outil de production- intellectuel et industriel – et des flux associés, avec des enjeux contractuels, financiers, technologiques, voire de soutien à l'exportation**.

Les risques engendrés par le changement climatique doivent donc être envisagés pour garantir le bon fonctionnement de la chaîne logistique au profit des armées, dans un environnement mouvant et complexe. La compétitivité de notre chaîne peut ici améliorer et renforcer la stratégie menée, en se distinguant de ses compétiteurs. Si Jomini a discuté des « circonstances ou des fautes de logistiques qui faillirent devenir fatales »⁶⁶, il souligne en effet **le rôle d'une bonne logistique dans la préparation d'un plan d'entrée en campagne**. Une réalité réaffirmée dans les conflits actuels⁶⁷.

⁶⁰ Entretien E12.

⁶¹ *Ibid.*

⁶² Entretien E8.

⁶³ Entretien E11.

⁶⁴ Entretien E5.

⁶⁵ Entretien E4.

⁶⁶ JOMINI Antoine-Henri, baron de. *Précis de l'art de la guerre ou Nouveau tableau analytique des principales combinaisons de la stratégie, de la grande tactique et de la politique militaire*. Nouvelle édition publié en 1838, chapitre « logistique ou art pratique de mouvoir des armées ».

⁶⁷ Commission de la Défense nationale et des forces armées. *Rapport d'information en conclusion des travaux d'une mission d'information sur la préparation à la haute intensité*. 2022, p96. L'importance de la logistique y est notamment soulignée pour être en capacité de durer, en s'appuyant sur l'exemple du conflit dans le Haut-Karabagh.

2. Intégration des menaces identifiées au sein de la chaîne logistique

« *Infantry wins battles, logistics wins wars.* »

Général John Joseph Pershing⁶⁸.

Les risques associés au changement climatique sont en mesure d'engendrer des ruptures logistiques, autant en terme de production, de flux ou de possibilités de distribution. La chaîne logistique doit être **en mesure de s'y adapter, et d'accompagner l'évolution des missions** des armées pour préserver la réussite des opérations.

Indirectement, les difficultés associées à tout changement ou modernisation pourraient se manifester. Mais **c'est surtout l'impréparation qui est susceptible de menacer le bon fonctionnement de la chaîne logistique des armées, et donc d'affecter la réussite des missions dévolues aux forces.**

2.1 Risques et opportunités

Les conséquences du changement climatique constituent un risque pour le soutien des engagements opérationnels au travers de la rupture de la chaîne logistique. Elles pourraient donc obérer la capacité des armées à remplir leurs missions.

Pour préserver la chaîne logistique, il est nécessaire⁶⁹ :

- **d'assurer la continuité du soutien logistique.** La connaissance et la maîtrise du niveau de consommation, du niveau de ressources détenues et la capacité de régénération sont essentielles. La chaîne logistique doit être capable d'évoluer en fonction des missions et des dispositifs mis en œuvre par les forces.
- **de garantir l'accès aux ressources :** circuit d'approvisionnement, stocks.
Les stocks de sécurité doivent en particulier permettre de pallier aux aléas opérationnels. Leur définition suscite cependant une empreinte financière. Un équilibre doit donc être trouvé et réévalué si besoin. **L'identification des ressources critiques** (matériel, compétences, RH, etc.) est par ailleurs essentielle au bon fonctionnement de la chaîne logistique. La sécurité des sites **de stockage, des flux et des circuits d'approvisionnement doit être assurée**⁷⁰.
- de garantir le caractère « bout en bout » de la chaîne logistique. Cette action est problématique lorsque les ressources sont limitées, ce qui est souvent le cas dans le cadre des opérations (coût acheminement, stockage, dispersion des moyens sur le théâtre ou forte élongation, etc.). Cette situation favorise **l'organisation logistique autour de flux tirés, plus difficiles à maîtriser sur l'ensemble du processus.** La continuité des flux implique par ailleurs la disponibilité des vecteurs assurant le transport des ressources et leur sécurité.
- **d'optimiser les flux, les stocks, l'utilisation des infrastructures et matériels de la chaîne logistique.**

⁶⁸ Général des armées des États-Unis, commandant des forces expéditionnaires américaines sur le front occidental durant la première guerre mondiale.

⁶⁹ Entretien E4.

⁷⁰ A titre d'exemple, des masques FFP2 stockés à Percy ont été volés au début de la pandémie de la COVID-19.

La chaîne **logistique** devra **s'adapter aux nouvelles conditions** environnementales (température, hygrométrie, montée des eaux, etc.). Mais la chaîne logistique militaire est surtout globalisée et externalisée, au moins en partie. Elle dépend de ce fait de Nations ou **d'industriels étrangers**. La pandémie de la Covid-19 a illustré la fragilité induite par la mondialisation des flux et les dépendances générées par la globalisation des chaînes de production et de valeur⁷¹. Les ruptures **d'approvisionnement** peuvent être liés autant à la raréfaction des ressources et aux difficultés de production qu'à l'absence de contenant ad hoc ou à la rupture du flux (incidents météorologiques intenses plus fréquents, indisponibilité des vecteurs, etc.). Les circuits civils n'ont pas nécessairement la résilience ou la capacité d'adaptation des circuits militaires. La chaîne logistique devra donc **s'adapter** aux modifications de la répartition des ressources et des flux commerciaux induits par le changement climatique. Elle pourrait également souffrir des nouveaux rapports de force, ou de **l'augmentation de l'insécurité**.

La chaîne logistique devra donc être capable de se réarticuler rapidement vers des points multiples – à la fois pour répondre à une sollicitation accrue des armées, mais aussi pour éviter les interruptions du flux **d'approvisionnement**. La méconnaissance des contraintes industrielles et du tissu associé est à ce titre un risque, auquel se superpose la faible maîtrise des données ou des cadres juridiques « marchands » définis par les industriels et la sphère économique privée. Le domaine public est pourvoyeur de commandes, tandis que le monde privé a intérêt à ce que les relations soient de qualité pour gagner de nouveaux marchés, etc. et construire une relation durable. Associer les deux mondes permettrait de capitaliser sur leurs compétences respectives⁷².

Par ailleurs, pour permettre une interopérabilité entre différents intervenants, la standardisation est nécessaire. **C'est notamment le cas vis-à-vis des alliés afin d'éviter l'éviction des coalitions**. La coordination des capacités logistiques avec des organismes civils, nationaux ou non, sera de plus nécessaire dans le cadre de missions **de gestion de crise climatique ou d'assistance humanitaire**.

Il faut donc être capable de coordonner des processus fortement standardisés avec des aléas. Les capacités permanentes et durables doivent donc être cultivées sans négliger la gestion de **l'urgence** : gestion ordinaire (formalisme, durabilité, constance et standardisation très poussée) et extraordinaire, dans le sens premier du terme. Cet équilibre protège à la fois la structure pérenne et encourage les capacités **d'innovation, d'adaptation** et de flexibilité des acteurs logistiques.

Ces facultés d'adaptation doivent enfin être encouragées chez nos partenaires extérieurs (civils ou alliés), afin que ces derniers puissent se maintenir au niveau de qualité et de réactivité souhaité par les armées.

Les modalités de pilotage **et la capacité d'influence et de rayonnement** demeurent donc essentielles et sont prégnantes pour orienter les fonctions du temps long : formation, anticipation, innovation. Agir en réaction, sans anticipation, viendrait obérer **l'efficacité et les capacités d'adaptation** de la chaîne logistique.

⁷¹ Commission de la Défense nationale et des forces armées. *Rapport d'information en conclusion des travaux d'une mission d'information sur la préparation à la haute intensité*. 2022.

⁷² Entretien E6.

L'adaptation aux changements climatiques peut être considéré comme un fardeau supplémentaire. La résistance au changement est renforcée à la fois par le scepticisme et le fatalisme engendrés par les messages alarmistes⁷³ Pour autant, la prise en compte progressive du changement climatique par les alliés ou les compétiteurs peut donner à cette adaptation un caractère obligatoire. Dans le jeu géopolitique de confrontation, le fonctionnement et la performance adverses doivent être connus et peuvent générer cette obligation d'investissements. Le changement climatique est à ce titre une opportunité de réformer et moderniser la chaîne logistique en y intégrant directement des entrants dimensionnant pour les activités des armées.

2.2 Besoins élémentaires

Les alternatives civiles se raréfient jusqu'à disparaître avec la progression vers l'avant, c'est-à-dire à proximité des zones de combat. Une situation conflictuelle peut émerger en cas de pénurie, mais également lorsque la crainte d'être lésé dans le partage d'une ressource existe.⁷⁴

2.2.1 L'eau

En opération, la question de l'autonomie en eau est fréquente – et devrait s'exacerber avec le changement climatique dans certaines régions. En l'absence de réseau d'eau courante, un puit est idéal, l'aménagement du camp pouvant être développé autour. Toutefois, l'accès à l'eau peut générer des tensions. Au Liban, en 2009, le site de Derkifah n'avait pas la capacité suffisante pour alimenter la force en eau. L'approvisionnement a été assuré grâce à un fournisseur local, civil, pour une meilleure acceptation. Un travail amont a par ailleurs été nécessaire pour la mise en place du dispositif et l'agrément de la population, rassurée sur le maintien de sa capacité en propre à s'approvisionner⁷⁵. La création d'un puit peut en effet conduire au siphonage de la nappe phréatique alimentant la région, générant un problème humanitaire d'ampleur et le rejet des forces d'intervention.

En phase de planification, la recherche anticipée d'une solution peut en outre favoriser l'optimisation des ressources⁷⁶ lorsque les solutions locales sont inadéquates. L'approvisionnement en eau embouteillée dans le Nord Mali en 2016 a ainsi été organisé via l'Algérie. Dès juillet 2016, 70 000 litres d'eau étaient livrés. Cette solution a garanti le ravitaillement en eau potable des 250 soldats de Tessalit (avec des pics à 450) sans affecter les possibilités de ravitaillement des populations locales. La préparation et l'anticipation ont ainsi permis de diviser le coût généré par quatre à cinq comparé à l'acheminement par voie aérienne.

⁷³ Michael SHELLINGER. *Apocalypse never : why environmental alarmism hurts us all*. Harper Collins publishers, 2020.

⁷⁴ ALEX Bastien, BAILLAT Alice, GEMENNE François. *Rétrospective et typologie de crise 1*. Rapport d'étude n°1 de l'observatoire géopolitique des enjeux des changements climatiques en terme de sécurité et de défense, Institut de relations internationales et stratégiques, 2017, p54.

⁷⁵ Entretien E12.

⁷⁶ *Le soutien aux engagements opérationnels Livret 1/2*. Doctrine interarmées DIA-4C_SOUT2018, N°69/ARM/CICDE/NP du 5 juillet 2018.

L'**autonomie** des forces armées sur le territoire national, par le biais de puits ou d'usines de décontamination en propre est considérée **aujourd'hui comme étant sans intérêt**⁷⁷. De fait, les armées n'ont pas vocation à se substituer au pouvoir public, mais ont intérêt à anticiper **d'éventuelles restrictions d'utilisation d'eau y compris sur le territoire national, pour rester en mesure d'approvisionner les troupes concentrées en cas d'exercice par exemple. Des stocks d'eau en bouteille existent.** Mais la question pourrait également être étudiée avec le Bureau des ressources géologiques et minière (BRGM), établissement public français en charge notamment de la gestion des eaux souterraines en France.

2.2.2 Vivres

Le **changement climatique s'accompagne d'une nouvelle répartition des ressources disponibles, et une diminution pour certaines.** Les difficultés de production, les ruptures de flux logistiques, de difficultés de stockage ou de distribution génèrent des pénuries.

Les circuits logistiques civils ont été éprouvés durant la crise de la Covid-19, sans que les armées ne soient significativement impactées. Les stocks de rations et la variété des approvisionnements a permis de préserver les forces, notamment en opérations⁷⁸. De même, les difficultés de circulation liées à la fermeture des aires de repos pour routiers ont épargné le ministère grâce aux gîtes **d'étape**⁷⁹ où les équipages ont pu se reposer conformément à la réglementation, et remplir leur mission. Les flux logistiques ont ainsi été préservés.

La question de la sécurité des vivres transmis et consommés par les troupes est par ailleurs à considérer dans les théâtres d'opérations, **pour protéger les troupes d'empoisonnements – volontaires ou liés à l'absence ou au non-respect de normes européennes d'hygiène.** Les vétérinaires du service de santé des armées peuvent ainsi contrôler les **conditions de production d'un fournisseur local** approvisionnant les forces, comme cela a été le cas **en Côte d'Ivoire durant l'opération Licorne.** Ce contrôle peut être durci en un circuit sécurisé, avec farine importée de France et eau locale en boucle courte pour approvisionner des boulangeries françaises travaillant en autonomie comme cela a été le cas pour le ravitaillement de la force française Pamir, en Afghanistan.

Si des mesures ont été prises en réaction lors de la crise de la Covid-19 **dans le domaine des achats pour rester en mesure d'assurer les missions, à ce stade, les procédures mises en œuvre n'ont pas été remises en cause et aucune étude prospective n'a été initiée au sein du service du commissariat des armées**⁸⁰. **La conscience d'une certaine vulnérabilité des chaînes logistiques émerge toutefois et a conduit l'État-major des armées (EMA) à initier une série de travaux sur le thème de la résilience logistique**⁸¹.

Des adaptations sont **aujourd'hui** consenties autour des conditions de stockage pour préserver la qualité nutritionnelle et préserver leur durée de vie. En effet, un stockage sous une

⁷⁷ Entretien E8.

⁷⁸ Entretien E12

⁷⁹ Entretien E4

⁸⁰ Entretien E12.

⁸¹ *Résilience logistique des forces armées*, note n°D-21-000525/ARM/EMA/DSA/DR du 1^{er} février 2021.

température de 65 degrés, comme cela peut-être le cas à Barkhane, conduit à des dégradations organoleptiques qui peuvent réduire la **durée de vie d'une ration à moins de 6 mois**⁸² Des travaux ont donc été réalisés sur les conteneurs de stockage pour les tropicaliser. Le coût de ces matériels (23 000€) en limite le déploiement. Sur le territoire national, les locaux sont actuellement climatisés, ce qui **induit une consommation supplémentaire d'énergie** et pourrait poser des problèmes à terme en fonction de l'évolution de la réglementation sur l'utilisation de la climatisation.

Ces démarches répondent plutôt à des impératifs pratiques et financiers, et ne cherchent pas à anticiper des problèmes d'accessibilité aux denrées.

⁸² Entretien E12. A titre comparatif, la durée de vie moyenne usuelle est de trois ans.

Partie 2 - Le changement climatique : une approche environnementale

« As someone who flew two space capsules and twice landed in the ocean, I can attest from personal experience how much logistics work is needed to get you home. »

Edwin « Buzz » Aldrin Jr.⁸³

La logistique est un enjeu politique majeur du XXI^e siècle. Elle devra anticiper les conséquences du changement climatique, **qu'elles soient** directes ou non pour rester en capacité de remplir ses objectifs et préserver les capacités opérationnelles des armées.

La **logistique doit s'adapter** en réalisant une analyse globale pour contribuer à la supériorité des armées. Les innovations techniques, nécessaires, sont néanmoins insuffisantes : **l'innovation doit également porter sur les processus et l'aide à la décision**. Prospective, capacité à mobiliser et orienter une ressource intellectuelle large et variée doivent être mobilisées afin de construire une chaîne logistique résiliente et compétitive, intégrant les conséquences du changement climatique. Pour ce faire, les investissements devront porter sur les ressources humaines (valorisation, professionnalisation, formation et fidélisation) autant que sur les matériels et les infrastructures.

La norme **pourrait contribuer à l'allocation des investissements** nécessaires. Son caractère contraignant oriente les ressources disponibles. Elle constitue aussi un garde-fou permettant aux forces armées de rester cohérentes avec les aspirations sociétales, **d'appuyer** la politique de la Nation, et de garantir son **interopérabilité**. L'**autarcie** de la chaîne logistique est en effet inenvisageable – les interdépendances qui la lient au monde économique et industriel, **tout autant qu'à nos alliés**, doivent être sécurisées, maîtrisées et assumées.

La capacité à définir un modèle de fonctionnement soutenable, ne reprenant pas nécessairement les usages de production, de consommation et de distribution actuels, participe à la recherche de la supériorité des armées face à ses **contradicteurs**. **L'intégration des principes du développement durable** dans la chaîne logistique prend alors tout son sens. **Une intégration qui n'empêche pas** le MINARM de défendre sa singularité pour préserver le bon fonctionnement de **l'outil de défense et de préserver sa supériorité face à** ou des compétiteurs moins respectueux des normes ou qui instrumentaliserait le droit.

⁸³ Colonel au sein de l'US Air Force jusqu'en 1972, astronaute de la NASA et membre des missions Gemini 12 et Apollo 11.

1. Les conséquences physiques directes du changement climatique

Lors de toutes les crises climatiques, les forces armées interviennent. Les évolutions nécessaires à ce contexte dégradé ne sont pas encore pleinement prises en compte. Les matériels et systèmes utilisés devront être adaptés à des conditions environnementales changeantes, potentiellement drastiques, tout en répondant aux **conditions d'interopérabilité pour se prémunir de l'éviction des interventions en coalition**.

Intégrer les variations des paramètres physiques ou chimiques aux infrastructures et aux matériaux est nécessaire, mais insuffisant. Des réflexions plus globales doivent être engagées afin de permettre une **réévaluation des besoins et le développement d'une politique RH** pour assurer la valorisation et la professionnalisation du domaine **logistique en favorisant l'innovation et la compétitivité face à nos contradicteurs**.

Aujourd'hui, les conséquences du changement climatique sont étudiées **par les observatoires financés par la DGRIS, tel l'observatoire défense et climat⁸⁴**. La DGA l'intègre en se focalisant sur **l'évolution des paramètres physiques environnementaux aux programmes d'armement, tandis que l'AID se concentre sur les innovations**. Les conséquences du changement climatique sur la chaîne logistique ne sont pas étudiées. Les adaptations envisagées sont tournées vers la préservation du modèle de fonctionnement actuel. En outre, **l'analyse en silo d'un phénomène complexe, global, affectant l'ensemble des cycles de production et de distribution est une fragilité en soi**. Les ruptures stratégiques et technologiques peuvent de ce fait être manquées.

1.1. Disponibilité des ressources

Le changement climatique, en altérant nos référentiels physiques, impacte les contraintes auxquelles la chaîne logistique doit répondre. Cette vulnérabilité est accentuée par les interdépendances de la chaîne logistique, externalisée et globalisée.

La fréquence des catastrophes **naturelles, l'augmentation globale de la température, la désertification, la perte de terres fertiles liées à la dégradation du sol autant qu'à l'élévation du niveau marin et à la salinisation des terres, etc.** pourraient impacter les capacités de **production et d'approvisionnement**. Les conditions de stockage (température, hygrométrie, etc.) ont un impact sur la dégradation des propriétés nutritionnelles, voire sur le caractère consommable, des vivres⁸⁵. Le changement climatique affecte par ailleurs la modification **de la répartition des ravageurs et des agents pathogènes s'attaquant aux plantes, bien qu'il soit difficile d'en prévoir toutes les conséquences⁸⁶**.

En admettant que les produits nécessaires (vivres ou matériels, pièces détachés, etc.) existent à un point du globe, leur

⁸⁴ Entretien E10.

⁸⁵ Entretien E12.

⁸⁶ TORQUEBIAU Emmanuel. *Changement climatique et agricultures du monde*. Éditions Quæ, 2015. P76.

acheminement et leur remise au bénéficiaire doit être possible – ce qui implique un conditionnement adapté et un vecteur opérationnel, **ainsi que l'énergie nécessaire pour le transport** et des conditions de transport sécurisées. Or, infrastructures, matériels et flux permettant le transport et la distribution peuvent également être touchés (augmentation de la fréquence des événements météorologiques intenses, méga-feux, etc.). Des structures civiles sur lesquelles les **armées s'appuient pour la production ou la distribution d'eau potable, de pétrole ou d'électricité** pourraient ainsi être affectées⁸⁷ (*confer* Annexe II). La qualité et la répartition des infrastructures et voies de communication seront également touchées.

À chacune de ces étapes, les hommes qui animent et assurent le fonctionnement de la chaîne logistique peuvent eux-mêmes être affectés dans leur intégrité physique. **Par ailleurs**, l'augmentation des températures provoque le déplacement des vecteurs de transmission **tel que les moustiques à l'instar d'*Aedes albopictus***, qui transmet notamment la dengue ou le chikungunya⁸⁸. De plus, il **n'est pas exclu** que la fonte du permafrost permette la résurgence de virus – alors même que la zone arctique est pressentie comme une nouvelle zone de flux économique, avec une circulation croissante⁸⁹. Les risques pour la santé des opérateurs logistiques – et de la population – sont donc croissants.

Les conditions environnementales affectent par ailleurs l'efficacité et la durée de vie des matériels. L'exemple britannique plaide pour la prise en compte du sujet : des travaux ont déjà été lancés sur l'impact de l'augmentation de température sur le taux de portance des hélicoptères⁹⁰, notamment.

La chaîne logistique doit donc **s'adapter aux conditions** rencontrées afin de rester en mesure de délivrer les biens ou services attendus dans les délais impartis. En opération, les contraintes exercées seront d'autant plus périlleuses.

1.2. Un cas particulier : l'énergie

L'énergie est une ressource utilisée à tous les niveaux de la chaîne logistique : production, stockage, acheminement, distribution. De nouvelles normes émergent en réponse au changement climatique, de façon hétérogène selon les pays⁹¹.

Au sein du MINARM, la stratégie de performance énergétique (2020-2023) intègre ces contraintes⁹². Cette stratégie porte deux engagements : réduire la consommation d'énergie, et développer les énergies renouvelables à l'horizon 2030. La logistique sera

⁸⁷ TAVARES DA COSTA Ricardo and KRAUSMANN Elisabeth. *Impacts of Natural Hazards and Climate Change on EU Security and Defence*. EUR 30839 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021, p. 22.

⁸⁸ ALEX Bastien, BAILLAT Alice, GEMENNE François. *Rétrospective et typologie de crise 1*. Rapport d'étude n°1 de l'observatoire géopolitique des enjeux des changements climatiques en terme de sécurité et de défense, Institut de relations internationales et stratégiques, 2017, p15.

⁸⁹ Id.

⁹⁰ Entretien E10.

⁹¹ En France, la loi énergie-climat (2019) répond à l'accord de Paris en fixant un objectif de neutralité carbone à 2050 avec la sortie progressive des énergies fossiles et le développement des énergies renouvelables. L'Inde s'engage à la neutralité carbone en 2070 lors de la COP26. Pays producteur d'hydrocarbures, les États-Unis ont réintégré fin 2020 l'accord de Paris, sans définir de modalités pratiques pour une éventuelle sortie des énergies fossiles, etc.

⁹² Entretien E9.

notablement impactée à la fois au niveau des infrastructures, mais aussi en terme de flux.

Dans le domaine des infrastructures, **un management de l'énergie** pourrait favoriser **l'optimisation de la consommation énergétique**. Toutefois, la formation actuelle ne génère pas un vivier de ressources humaines suffisamment important⁹³. Le ministère décrit le système et améliore sa connaissance patrimoniale, sans préciser les actions **concrètes à mettre en œuvre**⁹⁴. **L'évolution du mix énergétique** doit en particulier être pris en compte dans tout nouveau développement de site ⁹⁵ Le management par la donnée des consommations énergétiques pourrait être associé à toutes les étapes de la chaîne logistique pour évaluer puis optimiser leur coût énergétique. **Un système d'information adapté devrait toutefois être développé** dans ce cadre, et le personnel devra y être impliqué afin de favoriser son adhésion.

Les flux nécessaires à la chaîne logistique impliquent quant à eux **une consommation d'énergie**. Ils seront donc impactés par l'évolution du mix énergétique employé. Plus globalement, la reconnaissance de la réalité du changement climatique, y compris dans le monde anglo-saxon⁹⁶, est largement associée à une réduction des émissions de carbone afin d'**atténuer l'impact des activités liées à la défense sur le réchauffement climatique**⁹⁷. **L'utilisation d'hydrocarbures comme source d'énergie est tout particulièrement visée**. L'évolution des usages énergétiques questionnent toutefois la continuité de service et la résilience à deux niveaux.

Les moyens doivent répondre aux besoins. La décarbonation pousse à utiliser des vecteurs électriques. Ces véhicules électriques doivent toutefois être rechargés pour être fonctionnels. La nature de la charge (rapide ou lente) impacte la disponibilité des véhicules et pose la question des infrastructures à développer en parallèle pour en assurer **l'alimentation**. **L'autonomie des véhicules ne sera pas nécessairement compatible** avec les missions à assumer – par exemple, assurer un flux logistique avec un court préavis ou sur longue distance. Par ailleurs, **cette orientation tend à déplacer les problèmes d'approvisionnement** et de dépendance du pétrole vers le lithium ou autres composants nécessaires aux batteries, et la problématique climatique vers celle de la pollution concomitante à la production des batteries et à leur démantèlement.

Ensuite, **l'approvisionnement en ressources énergétiques doit être garanti**. Or, les réserves **pétrolières s'épuisent**, un déclin irréversible est prévu **à l'horizon 2030**⁹⁸. Les coûts associés vont ainsi augmenter⁹⁹ jusqu'à devenir insupportables pour maintenir les flux logistiques. Le développement d'énergies de substitution et de vecteurs adaptés

⁹³ Entretien E9.

⁹⁴ *Ibid.*

⁹⁵ IPMI CEYTE Isabelle. *La transition énergétique au ministère des Armées : contrainte ou opportunité ?* Mémoire de l'école de guerre, 2021.

⁹⁶ Ministry of Defence. *Climate change and sustainability strategic approach*. 30 mars 2021.

⁹⁷ Le ministère de la défense britannique a publié début 2022 sa consommation d'énergie et la quantité de CO2 émise par ses activités dans les annexes du rapport annuel financier et de performance pour 2020-2021. En France, le Parlement s'est saisi de la question relative aux enjeux de la transition écologique et a évalué la politique environnementale du MINARM au travers d'un rapport d'information publié en 2021.

⁹⁸ RECH Olivier, DUTERNE Hugo, BLAIZOT Marck, LEHNER Alain. *Approvisionnement pétrolier future de l'Union Européenne : état des réserves et perspectives de production des principaux pays fournisseurs*. Rapport du Shift project pour la direction générale des relations internationales et de la stratégie, 2021.

⁹⁹ Conférence E14.

demeure donc indispensable, sans que l'électricité soit nécessairement la solution la plus adaptée.

L'accès aux ressources, et notamment dans le cas de l'énergie, pourrait être instrumentalisé. L'adaptation des forces armées françaises devra envisager cette problématique de façon systémique afin de sécuriser ses approvisionnements, conserver ses capacités opérationnelles et rechercher la supériorité technique.

1.3. La résilience

Les travaux du **Groupe d'orientation** de la stratégie militaire (GOSM) ont mis en évidence la **probabilité élevée d'émergence de crises susceptibles « d'impacter la manœuvre des armées »**¹⁰⁰. Les crises qui se sont succédées sur le territoire national ont ancré ces conclusions dans la réalité, favorisant la prise de conscience de la vulnérabilité des chaînes logistiques approvisionnant la Nation¹⁰¹. La logistique dont bénéficie les armées est en effet étroitement dépendante des réseaux civils, publics et privés, notamment dans les domaines de la production **et de l'ingénierie**¹⁰². Cet écosystème de plus en plus globalisé et complexe ne garantit pas nécessairement la sécurisation des chaînes **d'approvisionnement**. Le pragmatisme budgétaire incite à accepter cette vulnérabilité¹⁰³.

Le changement climatique suscite ou amplifie des risques existants. Il incite donc à une résilience plus forte passant par le développement de stocks, **l'emploi de circuits courts** (donc moins vulnérables) **sans pour autant rechercher l'autarcie d'enclaves militaires**¹⁰⁴. Le modèle des camps américains se rapproche de ce cas de figure, mais ne peut être socialement ou politiquement assumé sur le territoire national. **Les difficultés d'approvisionnements observées** pendant la crise des gilets jaune ont été courtes, mais ont marqué un décalage entre le territoire national et les militaires projetés ou **embarqués qui n'ont pas** été confrontés à ce type de problématique logistique¹⁰⁵. Par ailleurs, la question des capacités de résilience de la sphère civile, et notamment de la base arrière des militaires engagés, **se pose en cas d'une crise longue**. Par extension, la résilience des militaires engagés et inquiets pour leurs proches restés sur le territoire national peut être interrogée.

Pour assurer la continuité de la distribution des ressources nécessaires aux activités des forces quelle que soit la situation, la **notion de résilience logistique s'appuie sur cinq de leviers d'action**¹⁰⁶ :

- la réalisation de la ressource : un besoin doit être *traduit* en achat. La diversification et la sécurisation des sources et des modes **d'approvisionnement** sont nécessaires. **L'achat d'urgence** dérogatoire reste possible, mais ne peut compenser le

¹⁰⁰ *Étude du GOSM – la résilience des armées à l'horizon 2030*, n°D-20-00308/ARM/EMA/EMP1/DR du 21 janvier 2020.

¹⁰¹ *Résilience logistique des forces armées*, note n°D-21-000525/ARM/EMA/DSA/DR du 1^{er} février 2021.

¹⁰² *Résilience du maintien en condition opérationnelle des matériels des forces armées*, note n°D-21-004316/ARM/EMA/DSA/DR du 22 juillet 2021.

¹⁰³ *Résilience logistique des forces armées*, note n°D-21-000525/ARM/EMA/DSA/DR du 1^{er} février 2021.

¹⁰⁴ Entretien E8.

¹⁰⁵ Entretien E12.

¹⁰⁶ Entretien E2.

développement d'approvisionnement alternatifs. La connaissance de la Base industrielle technique de défense (BITD), perfectible, doit être cultivée. Enfin, les petites et moyennes entreprises (PME) à très forte valeur ajoutée doivent être protégées¹⁰⁷.

- **L'aspect contractuel.** L'ingénierie est nécessaire pour formaliser une relation commerciale de plus en plus complexe dans une logique de résultat à obtenir. La professionnalisation et le maintien en poste sur un temps moyen à long semblent ici nécessaires pour la représentation efficace du MINARM face au monde privé, très spécialisé¹⁰⁸ ;
- Le stock. Le stock est important en terme de capacités, de disponibilité et de déployabilité. Il est essentiel de définir son niveau optimal et **d'être en mesure d'en avoir une parfaite visibilité** (position, disponibilité, niveau). Ce point plaide pour le développement du contrôle interne logistique ;
- La distribution. Cette fonction doit impérativement pouvoir être assumée de bout en bout pour permettre aux armées de remplir leurs missions en tout temps, tous lieux et toutes circonstances.
- **L'information** logistique, soit des données formalisées ou non permettant de répondre à un besoin logistique. La protection des données et du flux, ainsi que la capacité à les exploiter et à les fiabiliser sont cruciaux. La cartographie de tous les ensembles logistiques quels **qu'ils soient (surfaces, métrique, capacité, RH, SIL, etc.)** doit être réalisée dans cette optique courant 2022, en **vue d'un traitement de type « big data »**¹⁰⁹. Travailler avec des acteurs hors du MINARM implique également un interfaçage si **l'on souhaite pouvoir visualiser et contrôler la chaîne logistique de bout en bout**, avec toutes les contraintes associées (juridiques, cybersécurité, etc.). Enfin, disposer des données du SIL permettrait **l'automatisation des contrôles via des solutions de type block chain**. Les premières expérimentations en ce sens **permettent de qualifier les fichier d'impression 3D dans le cadre du Maintien en condition opérationnelle (MCO)**¹¹⁰.

Les travaux permettant d'obtenir la résilience logistique ne portent donc pas uniquement sur les moyens mais doivent également engager données et processus.

1.4. Des adaptations nécessaires ?

Le changement climatique est systémique, complexe et peu tangible. Sa réalité même est encore questionnée¹¹¹¹¹². Il doit néanmoins être pris en compte dès maintenant de façon pragmatique et dépassionnée, globalement, et de façon matricielle. Aucune solution purement technologique ne permettra de solutionner les

¹⁰⁷ La politique ministérielle des achats va dans ce sens, conformément à l'instruction ministérielle n°5871/ARM/CAB relative au plan ACTION PME du ministère des Armées en appui des petites et moyennes entreprises et des entreprises de taille intermédiaire (2018).

¹⁰⁸ Entretien E6.

¹⁰⁹ Entretien E2

¹¹⁰ Entretien E2

¹¹¹ ALEX Bastien, BAILLAT Alice, GEMENNE François. *Rétrospective et typologie de crise 1*. Rapport d'étude n°1 de l'observatoire géopolitique des enjeux des changements climatiques en terme de sécurité et de défense, Institut de relations internationales et stratégiques, 2017, p32.

¹¹² Entretien E13.

difficultés qu'il engendre. L'analyse réalisée à ce stade demeure largement budgétaire, car les contraintes associées et notamment la raréfaction des ressources provoquent l'augmentation des prix¹¹³. **L'aspect budgétaire ne doit pas être écarté, mais il tend à cantonner la réflexion à la seule problématique de coût. C'est une véritable stratégie qui doit être pensée pour permettre aux armées de développer leurs capacités dans la perspective de la conquête toujours renouvelée d'une supériorité multi-milieux et multi-champs¹¹⁴. Et parce que l'armée est une émanation de la Nation, exemplaire et respectueuse du droit, elle doit chercher à limiter son impact sur le climat, dans le respect des engagements de la France¹¹⁵ et de sa singularité.**

1.4.1 Besoins

La sobriété. Cette ligne politique est idéale pour la logistique, car la satisfaction des besoins en est facilitée. Il est important toutefois de ne pas appliquer cet item exclusivement aux moyens dévolus à la chaîne logistique, **et de trouver l'équilibre entre cette posture vertueuse favorisant la résilience logistique et les contraintes actuelles des opérations.**

La stratégie énergétique prévoit déjà de consommer moins, mieux, et cela de façon sécurisée¹¹⁶. **L'extension de la réflexion à l'ensemble des fonctions, moyens et outils de défense favoriserait l'optimisation des ressources, et orienterait la réflexion vers le développement durable. Toutefois, ces réflexions doivent être conduites pour des changements de fond, sur le long terme, sans chercher à reproduire nécessairement le modèle de fonctionnement actuel. L'utilisation d'un carburant unique en opération simplifie et facilite les approvisionnements. Contraindre les développements autour d'un carburant liquide¹¹⁷ en cherchant à utiliser des biocarburants réduit le champ des possibles. La substitution de ressources par une autre pour maintenir le même schéma de fonctionnement n'est ainsi pas nécessairement une innovation en soit et risque de nous priver des avantages d'une prochaine rupture technologique.**

Les capacités d'approvisionnement, notamment en escale, n'ont pas été envisagées à ce stade : les situations seront étudiées au cas par cas¹¹⁸. Les capacités de mobilité militaire sont considérées comme étant préservées quelles que soit l'évolution et les adaptations d'infrastructures des pays tiers, du fait des capacités des engins et porte-hélicoptères amphibies¹¹⁹. Le maintien de flux logistiques pour l'approvisionnement des armées dans la durée semble néanmoins fragile, alors que les approvisionnements sont aujourd'hui mondialisés, et s'appuient largement sur des moyens externalisés. L'utilisation de moyens militaires pour préserver ces flux paraît opportune dans le cas d'événement ponctuels uniquement, sous peine de monopoliser les capacités mentionnées. Si les flux sont altérés, l'approvisionnement doit pouvoir s'appuyer sur des stocks (eau, vivres, etc.).

¹¹³ Entretien E8.

¹¹⁴ *Vision stratégique du chef d'état-major des armées : gagner la guerre avant la guerre*. 2021.

¹¹⁵ Signataire de l'Accord de Paris relatif à l'atténuation et aux adaptations liées au changement climatiques.

¹¹⁶ MINARM. *Stratégie énergétique de défense* – les 10 points clés, 2020.

¹¹⁷ Entretien E14.

¹¹⁸ Entretien E8.

¹¹⁹ *Ibid.*

Certaines adaptations consenties relèvent aujourd'hui plus d'une adaptation aux conditions du terrain actuelles – comme le remplacement des groupes électrogènes au Mali par des batteries, plus résistantes à la chaleur et à la poussière¹²⁰. Les différents travaux menés dans ce sens pourraient néanmoins bénéficier aux adaptations de la chaîne logistique face à une augmentation globale de température. De même, les adaptations réalisées en opération dans **le cadre du soutien de l'homme répondent à la question de l'amélioration de condition de vie rustiques, en limitant le cout induit pour les forces**. Dans les théâtres situés sous températures élevées, comme Barkhane, les tentes sont équipées de filets anti-chaieurs et de Velum. Ce dernier dispositif consiste en l'installation de sous tentes qui permettent de limiter les variations de températures induites par **les transferts thermiques vers l'extérieur** – et sont donc également utiles en zone froide. Ce dispositif ouvre de nouvelles perspectives énergétiques : **l'utilisation de l'écoulement des flux d'air induits entre les deux membranes par les écarts thermiques** est actuellement étudié par le Centre interarmées du soutien équipements commissariat (CIEC) et le Service d'infrastructure de la défense (SID) afin de produire de l'énergie en autonomie¹²¹.

1.4.2 Outils d'aide à la décision

Eclairer le « brouillard de la guerre »¹²² est devenu un leitmotiv dans la littérature militaire dont **l'enjeu demeure** crucial : pour être adéquate et pertinente, une décision doit être éclairée. Il est par ailleurs **nécessaire de se préparer, d'anticiper y compris sur le long terme**. Deux options pragmatiques sont envisageables : prospective, et Intelligence artificielle (IA).

Le futur étant par essence incertain, il faut se préparer à plusieurs options, et pas uniquement au futur qui nous paraît le plus probable, le plus tendanciel¹²³. **C'est le domaine de la prospective**. La prospective de défense implique la Direction générale des relations internationales et de la stratégie (DGRIS) pour l'analyse stratégique – un rôle assumé ici **grâce à l'observatoire géopolitique des enjeux des changements climatiques en terme de sécurité et de défense**¹²⁴. Le **Groupe d'anticipation stratégique (GAS)** et le GOSM sont encore souvent considérés comme les organes prospectifs du MINARM¹²⁵. Le **GAS est toutefois orienté vers des travaux à 2 ans, et n'est donc pas prospectif**¹²⁶. Le GOSM adopte quant à lui depuis 2020 un mode de fonctionnement de type think-tank. En parallèle, les bureaux d'études ou de prospective pouvant exister dans les Armées, directions et services (ADS) ne produisent que peu ou pas de publications. Répartis dans différents silos, ils manquent de ressources et de

¹²⁰ Entretien E11.

¹²¹ Entretien E12.

¹²² CLAUSEWITZ, Carl von. *De la guerre*. Astrée éditions, texte intégral (première édition allemande de 1832, traduction française de Jean-Baptiste Neuens).

¹²³ BERGER Gaston, BOURBON-MUSSET Jacques de, MASSÉ Pierre. *De la prospective, textes fondamentaux de la prospective française, 1955-1966*. L'Harmattan, 2007, p73-87.

¹²⁴ Observatoire géopolitique des enjeux des changements climatiques en terme de sécurité et de défense. *Bulletin de veille stratégique et opérationnelle n°20*. Institut de relations internationales et stratégiques, février – avril 2020 à titre d'exemple.

¹²⁵ GOUTTEFARDE Fabien. *Environnement et prospective de la politique de défense*, tome II – avis fait au nom de la commission de la défense nationale et des forces armées sur le projet de loi de finances pour 2021 (n°3360), 2020.

¹²⁶ Entretien E2.

compétences¹²⁷. Un reflux sur la fonction de prospective stratégique **semble donc s'opérer**, avec deux difficultés : susciter une émulation auprès des personnes n'ayant pas participé directement aux travaux, et basculer de modèles d'analyses vers des mesures pragmatiques. Le maintien d'un socle permanent de compétence est pourtant un enjeu majeur **pour garantir la liberté d'action des forces**.

La prospective associée à l'ingénierie stratégique est susceptible de favoriser ce transfert des niveaux stratégiques vers les niveaux opératifs et tactiques. Elle pourrait être utilement appuyée par des hackatons pour susciter des innovations, sous réserve **d'inviter des intervenants de profils, cultures et fonctions variés**. Moët Hennessy Louis Vuitton SE (LVMH) utilise ainsi cette technique pour imaginer sa logistique à un horizon de dix ans¹²⁸.

La complexité des entrants (dimensions environnementales, climatiques et humaines, sécuritaires, capacitaires, technologiques, organisationnelles) et le caractère systémique du changement **environnemental invitent à l'exploitation des possibilités offertes par l'intelligence artificielle, pour aider les décisions stratégiques et faciliter la gestion de la chaîne logistique**.

Un outil de modélisation de la chaîne logistique **permettrait d'en optimiser l'utilisation**, notamment dans le domaine de la maintenance prédictive, et **d'en faire une aide au déploiement de nouveaux sites opérationnels**. En intégrant les données environnementales au modèle, cet outil permettrait une meilleure compréhension des macro-logiques, des impacts et des interactions. Les besoins seraient affinés et anticipés. La modélisation de type « machine learning » améliorerait les prévisions de distribution et éviterait les ruptures. L'analyse de données nécessitera toutefois un investissement et **l'installation de capteurs pour identifier les flux et les consommations**. Il **n'est pas question ici de produire** de nouveaux indicateurs, mais de proposer aux décideurs et aux utilisateurs, à tous niveaux, des outils **permettant de favoriser l'innovation et la proactivité**. Cet outil d'aide à la décision à moyen et long terme vise à conserver la capacité d'initiative. Par ailleurs, la **capacité d'innover et d'anticiper est également une force pour l'adhésion, car elle nourrit la fierté d'appartenance à l'institution et est valorisante pour tous**.

L'intégration de ces deux outils, prospective et IA, ne doit pas masquer la nécessité d'une ressource humaine adaptée, compétente, et fidélisée.

1.4.3 Politique RH et rayonnement

La logistique appartient à un domaine « silencieux », comme la plupart des fonctions support : il est considéré comme naturel que tout fonctionne, quelles que soient les conditions. La sphère logistique **n'est souvent évoquée qu'en cas d'échec**¹²⁹. Elle ne fait pas **partie de l'aristocratie associée au métier des armes**. L'état de vétusté¹³⁰ des sites logistiques ancre la fonction comme non

¹²⁷ Entretien E10.

¹²⁸ Entretien E5.

¹²⁹ Autant dans le cadre de la crise de Suez qu'en 1870, ou pour expliquer les difficultés d'avancées des colonnes blindées russes en Ukraine en 2022.

¹³⁰ Entretien E4.

prioritaire dans l'imaginaire collectif, bien qu'il s'agisse d'une fonction stratégique.

Il est difficile dans ces conditions d'attirer les talents, de valoriser et de pousser les plus hauts potentiels dans une spécialité qui est pourtant prégnante dans la réussite des missions – insuffisante à elle seule, mais indispensable. Le domaine civil connaît les mêmes difficultés, avec une frustration certaine sur la communication réalisée (ou pas) autour de la logistique et un besoin affirmé de reconnaissance¹³¹.

Le développement d'une politique RH valorisant l'ensemble du soutien et en particulier les membres de la chaîne logistique paraît donc nécessaire au développement d'une chaîne dynamique, innovante et prête à relever les défis des compétiteurs. La professionnalisation de la gestion des carrières et la définition de parcours RH valorisés au sein des fonctions logistiques favoriseraient la constitution d'un vivier de compétences clés.

La constitution de ce vivier faciliterait l'innovation en ménageant une ressource humaine suffisante pour armer les fonctions de gestion mais aussi de managers de la chaîne logistique. La rotation trop fréquente des postes pourrait de même obérer la montée en compétence suffisante pour être capitalisée par l'institution.

Pour favoriser l'innovation et rendre sa composante logistique attractive, Michelin a noué un partenariat avec à l'école des ponts Paris Tech (anciennement : école des ponts et chaussées) en contribuant à la création d'une chaire « supply chain du futur »¹³², ainsi qu'en finançant des travaux de recherche spécifiques à la chaîne logistique via des doctorats ou des post-doctorats, et des ateliers associant entrepreneurs et chercheurs pour vivifier l'ensemble¹³³. Au sein du MINARM, la DGRIS contribue à soutenir la recherche en s'appuyant sur de jeunes chercheurs et en finançant des thèses, sans pour autant inclure le champ de la logistique¹³⁴. Les modalités de ce soutien pourraient être étendues en s'appuyant sur le modèle développé par Michelin, notamment au travers de l'idée de la chaire d'étude qui permet d'orienter à la fois formation et recherches associées dans les domaines d'intérêt pour les armées.

Enfin, l'utilisation des *Robot process automation* (RPA)¹³⁵, ou de l'intelligence artificielle au sens large, doit être recherchée pour toutes les tâches sans valeur ajoutée. L'automatisation de la saisie par un robot virtuel, ou la prise en charge des tâches répétitives permettent de recentrer les agents sur des tâches à valeur ajoutée, contribue à la meilleure réalisation des missions, à la valorisation des personnels et au maintien de l'intérêt des professions logistiques.

1.4.4 Infrastructures et matériaux

La DGA subventionne l'école polytechnique et l'école nationale supérieure d'architecture¹³⁶. Toutefois, la stratégie de développement adoptée relève d'une veille auprès des réalisations civiles. Cette politique permet d'optimiser les dépenses et d'éviter les redondances dans les recherches avec le secteur civil – qui conduit par exemple des

¹³¹ Entretien E5.

¹³² *Ibid.*

¹³³ *Ibid.*

¹³⁴ Entretien E10.

¹³⁵ Entretien E2.

¹³⁶ Entretien E3.

études sur les batteries, l'utilisation de l'hydrogène, etc. Elle ne donne pas une dynamique spécifique ou une orientation préalable aux chercheurs et aux industriels.

Dans l'approche technique, la DGA et les armées engagent des travaux **au fil de l'eau pour prendre en compte** les nouvelles contraintes¹³⁷. Pour autant, ces travaux visent **à limiter l'impact** de nos modes de fonctionnement actuels (climatisation croissante car interventions en Afrique par exemple) **plutôt qu'à la sobriété des besoins** qui devrait être centrale. **L'adaptation des matériaux impacte** directement la performance énergétique et est de ce fait prise en compte, pour le clos et le couvert¹³⁸, avec des problématiques spécifiques aux sites classés comme monuments historiques (Versailles, etc.) ou situés à proximité.

Les infrastructures subissent par ailleurs les aléas climatiques et les risques qui en découlent (glissement de terrain, etc.). La fréquence **accrue des événements climatiques exceptionnels, l'élévation du niveau de la mer ou le développement des méga-feux**¹³⁹, plaide donc **pour le développement d'infrastructures sécurisées, capables de** continuer à fonctionner donc approvisionnables, notamment en énergie (chambres froides, etc.) et en fournitures de première nécessité. La Martinique, soumise aux typhons, innove en travaillant sur ce périmètre¹⁴⁰. Des études ont été menées sur les infrastructures portuaires – **sur une hypothèse d'élévation de deux mètres maximum**¹⁴¹. **L'évaluation des risques associés aux changements climatiques fait l'objet d'études pour la transposition des outils civils aux emprises militaires**¹⁴².

Enfin, les infrastructures doivent permettre aux armées de **s'entraîner dans des conditions réalistes et sécurisées**, contribuant à leur capacité opérationnelle.

Bien que les forces armées tiennent une place importante dans les réponses qui pourront être apportées aux impacts du risque climatique, il est important de rappeler qu'elles n'évoluent pas seules mais au sein d'un écosystème complexe.

¹³⁷ Entretien E11.

¹³⁸ Entretien E9.

¹³⁹ TAVARES DA COSTA Ricardo et KRAUSMANN Elisabeth, Impacts of Natural Hazards and Climate Change on EU Security and Defence, EUR 30839 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021, p30.

¹⁴⁰ Entretien E9.

¹⁴¹ Entretien E8.

¹⁴² GEMENNE François, KABBEJ Sofia, TAITHE Alexandre, TASSE Julia, BABALONE Fanny. *Climate change evaluation methodology for military camps*. Rapport d'étude n°16 de l'observatoire géopolitique des enjeux des changements climatiques en terme de sécurité et de défense, Institut de relations internationales et stratégiques, 2021.

2. Le cadre réglementaire : moteur, ou carcan ?

La norme est contraignante, mais est également un **moteur d'évolution nécessaire** qui permet d'éviter le **déclassement vis à vis du monde civil**. **C'est un facteur d'influence**. La norme traduit les **évolutions de la société et engage l'image des armées**.

Le MINARM est opportuniste vis-à-vis des développements et innovations imaginés dans le monde civil, en réaction à cette norme. Il utilise les produits industriels qui se plient au système normatif. Le MINARM **pourvoit à l'insertion** des exemptions nécessaires à son fonctionnement, jamais dans une optique de confort.

L'instrumentalisation du droit par des compétiteurs moins respectueux des normes demeure certes possible. Le MINARM doit être proactif pour contribuer à la construction **d'un système** normatif **qu'il puisse** intégrer, et qui préserve les capacités opérationnelles et l'interopérabilité des forces françaises.

La soutenabilité, soit la recherche de **l'optimisation et de la** fiabilisation de ressources limitées, est appréhendée par les Armées. Pragmatique, et développée sous le prisme des engagements opérationnels, la soutenabilité oriente les Armées et leur chaîne logistique vers le développement durable.

2.1 La norme : une opportunité contraignante

Le ministère intègre les normes liées à l'environnement au sens large, en veillant à porter sa singularité notamment dans le domaine des opérations¹⁴³, dans le respect des engagements de la France. Au-delà de la contrainte réglementaire, cette intégration est également **pragmatique, à la fois pour l'acceptabilité de ses activités**, mais aussi pour sa capacité à **s'intégrer** dans le tissu industriel et logistique existant.

La question de l'exemplarité et de la transparence des activités des armées vis-à-vis de la Nation et de ses représentants n'est pas exclusivement financière. La loi traduit une aspiration sociétale. Les efforts demandés au monde civil sont également réalisés, et participent à la modernisation du MINARM. Cette démarche est indispensable au rayonnement **de l'institution** dans une société qui évolue¹⁴⁴. Elle peut même être considérée comme une anticipation politique pour **l'acceptabilité des activités du ministère**.

Inévitable, **l'intégration des normes doit** donc être anticipée afin de ne pas les subir et **de rester en mesure d'adapter ou** choisir les éléments les plus favorables pour continuer de remplir la mission. Participer à la construction de la norme serait en ce sens un moyen **d'influence**. Les exemptions – temporaires ou partielles, comme **l'autorisation de circulation des véhicules militaires dans les zones à faible émission** - permettent de préserver nos capacités opérationnelles lorsque les normes ne peuvent être appliquées en **l'état** et ne sont jamais demandées dans une optique de confort¹⁴⁵. Un délai peut ainsi être nécessaire pour permettre le déploiement de

¹⁴³ Entretien E13. En 202

¹⁴⁴ Le 3 février 2021, le tribunal administratif de Paris s'est prononcé sur l'existence d'une obligation climatique pour la France sur la responsabilité de l'État, suite au dépôt d'une requête par Oxfam France, Greenpeace France, La fondation pour la nature et l'homme et Notre affaire à tous, sur le modèle de la Fondation Urgenda en 2015 aux Pays-Bas.

¹⁴⁵ Entretien E13.

nouvelles chaînes industrielles. Le ministère ne semble pas, toutefois, mener des recherches spécifiquement orientées, mais préfère soutenir les start-up ou industriels développant des projets innovants¹⁴⁶.

Par ailleurs, la norme modèle les processus industriels. Les armées doivent pouvoir disposer de fournisseurs fiables dans la durée, à des **coûts raisonnables**. Or, **l'évolution des normes pourrait affecter** certaines chaînes de production, contraignant à une anticipation et une évolution de nos matériels ou modes opératoires. **L'évolution des normes dans le domaine de l'énergie est éclairante**. Les moteurs des vecteurs des armées ont été diésélisés pour faciliter la gestion du carburant. Mais les normes européennes sont telles que les moteurs sont **aujourd'hui** produits en Afrique – une zone où la production de diesel de qualité suffisante est inexistante¹⁴⁷. En France, la loi **d'orientation des mobilités**¹⁴⁸ a fixé une date pour la fin des « voitures à énergie fossiles carbonées » : 2040. L'Union Européenne a déposé un **projet de loi à l'été 2021 pour anticiper à 2035 la fin des moteurs thermiques**. Il **n'est pas crédible que des** chaînes de production soient maintenues par les industriels exclusivement pour les armées. **L'anticipation est donc nécessaire** – et peut être une opportunité en ce qu'elle permet de renouveler des matériels vieillissants, tout en répondant à des attentes sociétales. La norme en ce sens est une **opportunité d'évolution pour conserver la supériorité opérationnelle**. Une difficulté doit être pointée : le coût de cette transition – autant financier¹⁴⁹ **qu'humain** par la nécessité de formation et **l'accompagnement au changement**. Par ailleurs, les normes changent à des rythmes différents selon les secteurs, sans une planification **permettant d'embrasser l'ensemble des processus industriels**, ce qui complexifie la transformation et **l'adhésion au changement**.

Demeurer interopérable, et être de ce fait une force de proposition, implique de pouvoir exporter son modèle. A cette fin, il est nécessaire **d'être en mesure de définir son modèle comme la** norme souhaitable. Réussir à intégrer les entrants environnementaux **dans un modèle d'armée fonctionnel et pragmatique pourrait devenir un marqueur d'une armée moderne et innovante**. Une action de lobbying marquée vers le SGDSN serait pertinente pour renforcer les capacités du MINARM à participer à la construction normative. À ce stade, **aucun lien formel n'a été noué**¹⁵⁰

Si la Défense se saisit progressivement des enjeux environnementaux¹⁵¹¹⁵², la politique mise **en œuvre n'est pas** forcément définie sous le prisme du changement climatique, mais plutôt sous celui de **l'autonomie énergétique**. Une veille juridique, ciblant notamment les normes environnementales est réalisée pour identifier les normes impactant le MINARM. **C'est par exemple le cas**

¹⁴⁶ Entretien E11.

¹⁴⁷ Entretien E13.

¹⁴⁸ Loi n° 2019-1428 du 24 décembre 2019 d'orientation des mobilités.

¹⁴⁹ Surcoût des véhicules électriques à l'achat, adaptation des infrastructures pour la charge, etc.

¹⁵⁰ Entretien E13.

¹⁵¹ Commission de la Défense nationale et des forces armées. *Rapport d'information en conclusion des travaux d'une mission d'information sur les enjeux de la transition écologique pour le ministère des Armées*. 2021.

¹⁵² Premier plan d'action environnemental interarmées en 2007, programme « Life defence nature » en 2012 prorogé par deux programmes similaires jusqu'en 2023, participation au plan gouvernemental « place au soleil » sur le développement de l'énergie photovoltaïque, Stratégie « biodiversité 2030 », etc.

de la directive européenne RoHS¹⁵³, qui interdit l'utilisation de substances dangereuses telles que le plomb ou le chrome VI. Ce dernier rentre dans la composition de traitements de surface très performants contre la corrosion. La DGA réalise cette veille depuis 2008, afin de préserver sa **capacité de manœuvre**. La **substitution** est la stratégie privilégiée. En dernier recours, une dérogation est demandée lorsque le **remplacement ou l'adaptation est impossible** ou nécessite un délai.

L'utilisation des demandes de dérogation est écartée par pragmatisme : les exemptions se prévalant de l'exception défense ne sont valables que sur le territoire national quand la norme peut être européenne ou internationale, et sont difficiles à porter politiquement. Enfin, solliciter une exemption revient à diffuser sur la place publique les produits utilisés au sein du ministère. Ces différents points ont appuyé l'intégration de l'écoconception dans les programmes d'armement depuis 2018¹⁵⁴ : l'impact environnemental du produit tout au long de son cycle de vie (conception, utilisation, démantèlement) est analysé. Cette dynamique est assez récente et **doit s'accompagner d'une** sensibilisation au sein du MINARM et de la BITD avant que ses effets se fassent sentir. En ce sens, le ministère contribuera à atténuer l'impact du réchauffement climatique

La nécessaire prise en compte des normes converge avec les adaptations nécessaires pour répondre aux enjeux du changement climatique, notamment au travers de ses besoins, avec le développement durable.

2.2 La convergence du développement durable

L'ONU définit le développement durable comme un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs. Il embrasse le champ écologique, social et économique et est **actuellement décliné par l'ONU en 17 objectifs** (*confer* Annexe III). En anglais, cette notion renvoie au « sustainable development », un développement caractérisé comme étant *soutenable*. Ce terme illustre mieux la réalité associée à ce concept et permet d'en envisager l'importance stratégique pour les armées.

La soutenabilité est définie dans la *doctrine*¹⁵⁵ sous le prisme des engagements opérationnels : la soutenabilité est la capacité à maîtriser, dans la durée et dans un contexte de ressources contraintes, **l'évolution du potentiel pour répondre aux besoins des engagements en cours et futurs**. Elle impose de mettre en cohérence la consommation, les ressources existantes et la capacité de **régénération en fonction des règles d'emploi**. Si un chargé de mission pour le développement durable a été désigné au sein de l'EMA, ses fonctions demeurent associées à une notion de politique

¹⁵³ European Parliament and Council of 8 June 2011. Directive 2011/65/EU on the Restriction of the use of certain hazardous substances (RoHS) in electrical and electronic equipment. 2011.

¹⁵⁴ Entretien E11.

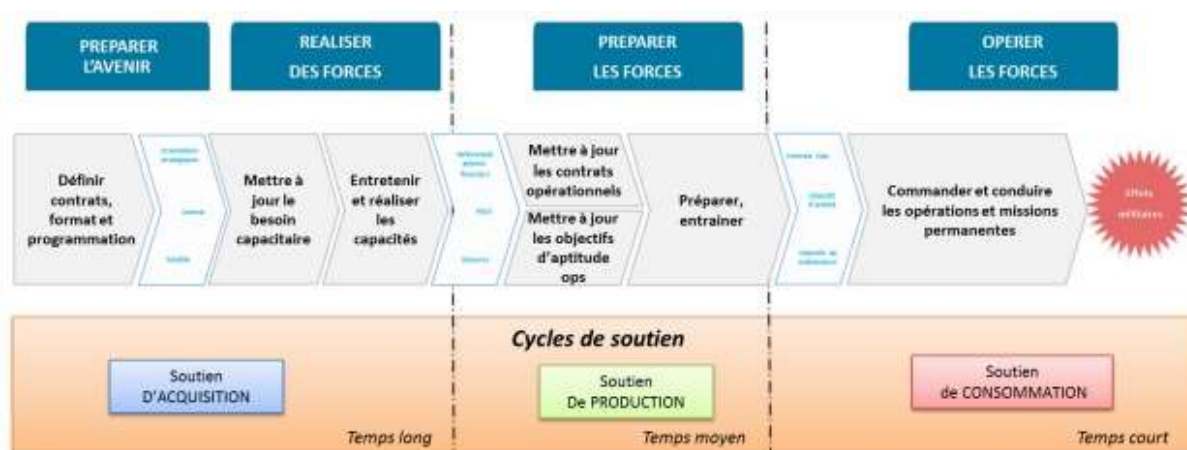
¹⁵⁵ *Le soutien aux engagements opérationnels, Livret 2/2. Doctrine interarmées DIA-4C_SOUT2018, N°69/ARM/CICDE/NP du 5 juillet 2018 amendée le 21 décembre 2021.*

écologique¹⁵⁶, alors que la doctrine porte en elle une bonne part des **éléments nécessaires à la mise en œuvre** du développement durable. Le **potentiel d'adhésion** est énorme, car la soutenabilité vise à préserver les capacités des armées.

Ici, les objectifs de la soutenabilité reviennent en effet à améliorer **la capacité à maintenir l'équilibre entre le niveau d'engagement des forces et le rythme de mise et de maintien en condition opérationnelle des capacités militaires**. Les acteurs cherchent à optimiser la réactivité de la chaîne de soutien et la mise en cohérence de la phase de soutien. L'EMA envisage ainsi les ressources critiques et **constate le risque d'usure du personnel et du matériel, et de rupture de certains stocks**¹⁵⁷. La logistique doit en effet demeurer capable de gérer les flux « usuels » (besoins « courants ») **auxquels s'ajoutent les besoins ponctuels (récurrents ou non), voire les besoins de « crise », donc non prévus, ou répondant à une évolution rapide de l'environnement.**

La soutenabilité implique de connaître les besoins **et d'anticiper** des efforts soutenables, en « créant les mécanismes permettant le dialogue entre ceux qui « produisent » et ceux qui « consomment » du soutien »¹⁵⁸. **Des mécanismes d'arbitrage sont définis, sur la base de retour d'expérience, dans l'optique d'une planification régulièrement actualisée, « permettant au chef militaire d'apprécier l'équilibre entre d'une part la capacité à soutenir (stock disponible mais aussi production) et d'autre part le besoin en soutien de l'opération »**¹⁵⁹. La question est donc bien de maîtriser les risques opérationnels liés à la soutenabilité des engagements dans une optique de gestion de ressources contraintes, alors **que le niveau d'engagement de nos forces demeure élevé. Si la limitation de la ressource est d'origine financière, l'optimisation et la fiabilisation recherchées rentrent bien dans le domaine du développement durable.**

La logistique, en tant que soutien, a plusieurs temporalités qui peuvent être associées au macro-processus du commandement des armées :



Macro-processus du commandement des armées – extrait du concept de soutenabilité des engagements opérationnels¹⁶⁰

¹⁵⁶ Entretien E13.

¹⁵⁷ Concept de soutenabilité des engagements opérationnels SEO, N°D-20-001123/ARM/EMA/MCO/NP du 27 février 2020.

¹⁵⁸ Ibid, p4.

¹⁵⁹ Id.

¹⁶⁰ Concept de soutenabilité des engagements opérationnels SEO, N°D-20-001123/ARM/EMA/MCO/NP du 27 février 2020, p5.

La soutenabilité implique de renforcer les interactions et de mettre en cohérence les différents cycles de soutien ainsi que le processus de planification et de conduite des opérations sur la base d'hypothèses de consommation et la **combinaison d'une logique de stocks et de flux**¹⁶¹. À chaque étape, la logistique concourra à l'ensemble des autres soutiens, et sera impactée. Cet objectif réaffirme l'**utilité** de la modélisation des données de la chaîne logistique.

Enfin, le concept de soutenabilité dressé par les armées s'appuie sur les principes suivants :

- Fixer les responsabilités des niveaux de commandement ; cet item pourrait être répercuté au sein de la chaîne logistique avec les supply chain managers ;
- Assurer les gouvernances haute et basse, prévoir les arbitrages ;
- Mettre en cohérence contrats opérationnels et capacités opérationnelles élémentaires décrites en planification ;
- Identifier les ressources qui doivent être gérées en flux ;
- Prendre en compte la complexité des RH ;
- Anticiper les consommations. Des travaux sur les stocks sont donc nécessaires, avec **identification d'un stock de sécurité** ou stock plancher, sans empreinte de stockage disproportionnée ;
- **Assurer une bonne circulation de l'information ;**
- Mettre en place la subsidiarité ;
- Concevoir et déployer un SIL permettant de s'assurer de la soutenabilité¹⁶² ;
- Gérer le potentiel technique des équipements.

Le concept est plus restreint que celui du développement durable : il cible les engagements opérationnels, **n'envisage pas la dimension sociale**, etc. Par ailleurs, la question des *besoins opérationnels* n'est pas discutée. Les soutiens n'ont pas de légitimité pour questionner le besoin opérationnel, et de fait, la question semble obscène **quand il est question d'aller au feu**. En outre, le concept de **soutenabilité est envisagé comme permettant d'identifier le ou les maillons faibles de la chaîne des soutiens**, avec l'objectif de prendre les mesures nécessaires pour rendre l'effort soutenable et conserver la capacité d'accomplir la mission.

Pour autant, les Armées s'engagent dans une phase de **d'acculturation et d'appropriation revendiquée**. Elles pourront se montrer plus ambitieuses une fois le concept assimilé. Les travaux menés par ailleurs dans le domaine civil¹⁶³ pourraient être valorisés.

« Le concept de soutenabilité sera considéré comme étant **déployé lorsque toutes ces actions pourront être mises en œuvre de manière fluide et intégrées aux différents processus de planification, de conduite des engagements opérationnels et de constitution des ressources**, et lorsque les risques de rupture pourront être anticipés

¹⁶¹ Concept de soutenabilité des engagements opérationnels SEO, N°D-20-001123/ARM/EMA/MCO/NP du 27 février 2020, p6.

¹⁶² LVMH a développé pour ce faire son propre SIL ; cf. entretien E5.

¹⁶³ BOUKHERROUB Tasseda. *Intégration des objectifs du développement durable dans la gestion stratégique et tactique de la chaîne logistique (thèse)*. Gestion et management, INSA de Lyon, 2013, par exemple.

et couverts »¹⁶⁴ L'action est engagée. Le développement durable pourra alors s'étendre – dût-il le faire sous l'appellation de soutenabilité – en intégrant les entrants du changement climatique.

2.3 Une réponse tactique appuyant la ligne politique du ministère : l'éco-camp

L'éco-camp est une réponse du niveau tactique à un constat : en rendant les camps plus *économiques*, il est possible de limiter les boucles logistiques, ce qui limite le **risque d'attaque sur les convois affrétés**, et permet donc de préserver les forces¹⁶⁵.

Ce projet s'appuie à la fois sur la sobriété et sur l'autonomie des camps en opération. Il engage la limitation des flux entrants (énergie, vivres) et sortants (déchets), **grâce à des travaux d'optimisation des utilisations de l'eau, de l'énergie et des performances des infrastructures déployées par les forces.**

Les camps de niveau deux conformément à la norme OTAN, soit des camps rustiques, proches des combats, sont ciblés. Des briques complémentaires sont mises à disposition des forces pour garantir la **flexibilité de l'aménagement et son adéquation au terrain et à la situation tactique** : panneaux photovoltaïques légers avec nettoyeur automatique, recyclage des eaux usées en eaux industrielles, etc.

Bien que l'origine du projet soit purement opérationnelle, l'écocamp entre donc très fortement en résonance avec la ligne politique du MINARM en terme de développement durable et la politique de soutenabilité définie par l'EMA. Toutefois, accaparé par la communication, et désormais doté d'une gouvernance EMA/SID, le projet n'a plus la souplesse que lui conférait initialement son statut expérimental en 2017. L'agence innovation de la défense (AID) elle-même n'appuie pas nécessairement le développement des matériels : bien que le concept lui-même soit innovant, le caractère de chaque brique développée est évalué de façon indépendante – et peut donc être écarté.

La mise en œuvre de l'éco-camp sur le terrain semble, à ce stade, paradoxalement freinée par l'adéquation entre le projet et la politique environnementale du ministère. Il interroge en ce sens la question de l'organisation des projets au sein d'administrations d'importances, où la normalisation et les besoins de communication vers l'extérieur deviennent prépondérants face aux besoins opératifs. Le maintien d'une structure de type start-up préservant une boucle courte entre industriels et testeurs et pourrait concilier un financement par le fond européen de la défense (FEDef), tout en garantissant l'adéquation des matériels produits aux besoins et aux réalités des opérations.

¹⁶⁴ Concept de soutenabilité des engagements opérationnels SEO, N°D-20-001123/ARM/EMA/MCO/NP du 27 février 2020.

¹⁶⁵ Entretien E7.

Conclusion

« Tirer prétexte de sa rusticité et ne pas prévoir est le plus grand des crimes ».

Sun Tzu.¹⁶⁶

L'impact du changement climatique fait l'objet d'études scientifiques internationales, d'analyses et d'une documentation ouverte prolifiques, sans pour autant susciter un projet politique suffisamment affirmé pour permettre la mise en place de mesures partagées au niveau international. Ses effets accentuent les vulnérabilités existantes ou en génèrent de nouvelles, favorisant une compétition accrue autour de ressources disputées. Les tensions sont **d'autant plus fortes là où les mesures d'anticipation n'auront pas été** prises suffisamment en amont pour compenser ou atténuer les aléas et apex météorologiques. Les conditions sécuritaires seront dégradées. Influant le domaine géostratégique, le changement climatique concerne **de ce fait les armées. L'outil militaire sera utilisé et repositionné à l'aune des** nouvelles zones de tension émergentes, ou des zones de dysfonctionnement exacerbées. Fonctionnellement, **il devra s'adapter à de nouvelles missions** – alors même que, émanation de la société civile, les armées connaissent les mêmes difficultés et les mêmes résistances au changement, auxquelles se superpose leur singularité.

Nos moyens capacitaires seront neutralisés si la logistique est défaillante. La chaîne logistique devra donc **s'adapter d'autant pour préserver la liberté d'action et la capacité d'initiative** des Armées. Une adaptation qui ne doit pas s'envisager en réaction mais au sein d'une stratégie globale.

Dépendantes de ressources limitées, du tissu industriel civil et des normes, les Armées doivent être proactives pour conserver une chaîne logistique capable de les appuyer dans la réalisation de leurs missions. **Les fonctions logistiques méritent d'être valorisées.** Des travaux globaux sur les besoins, associés aux principes de la soutenabilité et par extension du développement durable, pourraient appuyer la modernisation de cette chaîne dans une perspective de supériorité conceptuelle, organisationnelle et technologique. **Le développement de nos capacités d'anticipation et de prospective, l'exploitation de l'IA permettraient en outre d'orienter la stratégie adoptée et d'optimiser les investissements nécessaires.** La recherche doit être investie et orientée **pour être en mesure d'être utilisée** dans le domaine militaire.

Située hors du champ des armes réputées « nobles », la logistique permet également d'évaluer la prise de conscience et le degré d'effort consenti par les armées : si les conséquences d'une crise annoncée, connue et documentée arrivent jusqu'à ce parent pauvre, c'est que tous en ont bien saisi l'importance. Les compétiteurs de la France pourraient chercher à tirer profit d'une maîtrise accrue de leur propre chaîne logistique à l'avenir, dans un système géopolitique où les flux – humains et de marchandises – seront une source de tensions croissantes, voire une source de transformations, de la société.

¹⁶⁶ SUN TZU. *L'art de la guerre*. Les classiques du Point, 2003, p28

Bibliographie et sources

1. Ressources documentaires

1.1. Références bibliographiques

COX Kate, KNACK Anna, ROBSON Martin, ADGER Neil, PAILLÉ Pauline, FREEMAN Jon, BLACK James and HARRIS Ruth, *A changing climate – exploring the implications of climate change for UK defence and security*, Rand, 2020.

Michael SHELLENBERGER. *Apocalypse never: why environmental alarmism hurts us all*. Harper Collins publishers, 2020.

RECH Olivier, DUTERNE Hugo, BLAIZOT Marck, LEHNER Alain. **Approvisionnement pétrolier future de l'Union Européenne : état des réserves et perspectives de production des principaux pays fournisseurs**, Rapport du Shift project pour la direction générale des relations internationales et de la stratégie, 2021.

Observatoire géopolitique des enjeux des changements climatiques en terme de sécurité et de défense, *Bulletin de veille stratégique et opérationnelle n°20*. Institut de relations internationales et stratégiques, février – avril 2020.

GIEC. *Changements climatiques 2013: les éléments scientifiques. Résumé à l'intention des décideurs*. Contribution du groupe de travail I au cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [sous la direction de STOCKER Thomas, QIN Dahe, PLATTNER Gian-Kasper, TIGNOR Melinda, ALLEN Simon, BOSCHUNG Judith, NAUELS Alexander, XIA Yu, BEX Vincent et MIDGLEY Pauline], Cambridge university press, 2013.

GIEC. *Changements climatiques 2014: Incidences, adaptations et vulnérabilités. Résumé à l'intention des décideurs*. Contribution du groupe de travail II au cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [sous la direction de FIELD Christopher, BARROS Vicente, DOKKEN David Jon, MACH Katharine, MASTRANDREA Michael, BILIR Eren, CHATTERJEE Monalisa, EBI Kristie, ESTRADA Yuka, GENOVA Robert, GIRMA Betelhem, KISSEL Eric, LEVY Andrew, MacCRACKEN Sandy, MASTRANDEA Patricia et WHITE Leslie], Organisation météorologique mondiale, Genève, 2014.

TORQUEBIAU Emmanuel. *Changement climatique et agricultures du monde*. Éditions Quæ, 2015.

IPCC. *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems Summary for Policymakers*. In press. 2019.

GEMENNE François, KABBEJ Sofia, TAITHE Alexandre, TASSE Julia, BABALONE Fanny. *Climate change evaluation methodology for military camps*, **Rapport d'étude n°16 de l'observatoire géopolitique** des enjeux des changements climatiques en terme de sécurité et de défense, Institut de relations internationales et stratégiques, 2021.

Carl von CLAUSEWITZ. *De la guerre*, Astrée éditions, texte intégral (première édition allemande de 1832, traduction française de Jean-Baptiste Neuens).

BERGER Gaston, BOURBON-MUSSET Jacques de, MASSÉ Pierre. *De la prospective, textes fondamentaux de la prospective française, 1955-1966*. L'Harmattan, 2007.

AKONO David et FERNANDES Valérie. *Impacts du développement durable sur les organisations logistiques*, Management Prospective Editions pp 241 à 255, 2009.

TAVARES DA COSTA Ricardo and KRAUSMANN Elisabeth. *Impacts of Natural Hazards and Climate Change on EU Security and Defence*, EUR 30839 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021.

GEMENNE François, TASSE Julia, KABBEJ Sofia, MONANGE Roman, BABALONE Fanny. *Intégration des enjeux climato-environnementaux par les forces armées étrangères*, **Rapport d'étude n°15 de l'observatoire géopolitique des enjeux des changements climatiques** en terme de sécurité et de défense, Institut de relations internationales et stratégiques, 2021.

BOUKHERROUB Tasseda. *Intégration des objectifs du développement durable dans la gestion stratégique et tactique de la chaîne logistique (thèse)*. Gestion et management, INSA de Lyon, 2013.

SUN TZU. *L'art de la guerre*. Les classiques du Point, 2003.

FABBE-COSTES Nathalie et ROUQUET Aurélien. *La logistisation du monde, presses universitaires*, 2019

JOMINI Antoine-Henri, baron de. *Précis de l'art de la guerre ou Nouveau tableau analytique des principales combinaisons de la stratégie, de la grande tactique et de la politique militaire*, Nouvelle édition publié en 1838, chapitre « logistique ou art pratique de mouvoir des armées ».

ALEX Bastien, BAILLAT Alice, GEMENNE François. *Rétrospective et typologie de crise 1*. **Rapport d'étude n°1 de l'observatoire géopolitique des enjeux des changements climatiques en terme de sécurité et de défense**, Institut de relations internationales et stratégiques, 2017.

IPMI CEYTE Isabelle. *La transition énergétique au ministère des Armées : contrainte ou opportunité ?* **Mémoire de l'école de guerre**, 2021.

1.2. Lois, conventions et textes régaliens

Concept de soutenabilité des engagements opérationnels SEO, N°D-20-001123/ARM/EMA/MCO/NP du 27 février 2020.

Changements climatiques et enjeux pour les forces armées françaises, Éclairant thématique interarmées ETIA-3.0.5_CCLIM2021, N°72/ARM/CICDE/NP du 27 septembre 2021.

NATO. *Climate change and security action plan*, 14 June 2021

Ministry of defence. *Climate change and sustainability strategic approach*, 30 mars 2021.

Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, 1992.

Department of Defense, Office of the undersecretary for policy (strategy, plans and capabilities). *Department of Defense climate risk analysis*, 2021. *Report submitted to National Security council*.

European Parliament and Council of 8 June 2011. *Directive 2011/65/EU on the Restriction of the use of certain hazardous substances (RoHS) in electrical and electronic equipment*. 2011.

GOUTTEFARDE Fabien. *Environnement et prospective de la politique de défense*, tome II – avis fait au nom de la commission de la défense nationale et des forces armées sur le projet de loi de finances pour 2021 (n°3360), 2020.

France logistique 2025 – une stratégie nationale pour la logistique. 2016.

https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.economie.gouv.fr/files/files/PDF/DPFranceLogistique2025_240316.pdf&ved=2ahUKEwj-x6HU3sf2AhUty4UKHQACDxQQFnoECAwQAQ&usg=AOvVaw1oB2_7LdYPUzXUME DCVFZe

La résilience des armées à l'horizon 2030, N°D-20-00308/ARM/EMA/EMP1/DR du 21 janvier 2020.

Le soutien aux engagements opérationnels Livret 1/2, Doctrine interarmées DIA-4C_SOUT2018, N°69/ARM/CICDE/NP du 5 juillet 2018.

Le soutien aux engagements opérationnels Livret 2/2, Doctrine interarmées DIA-4C_SOUT2018, N°69/ARM/CICDE/NP du 5 juillet 2018 amendée le 21 décembre 2021.

Instruction ministérielle n°5871/ARM/CAB relative au plan ACTION PME du ministère des Armées en appui des petites et moyennes entreprises et des entreprises de taille intermédiaire. 2018.

Loi n° 2019-1428 du 24 décembre 2019 d'orientation des mobilités.

LE GLEUT Ronan, CONWAY-MOURET Hélène. *Quelle boussole stratégique pour l'Union européenne*. Rapport d'information fait au

nom de la commission des affaires étrangères, de la défense et des forces armées, 2021.

Commission de la Défense nationale et des forces armées. *Rapport d'information en conclusion des travaux d'une mission d'information sur les enjeux de la transition écologique pour le ministère des Armées*. 2021.

Commission de la Défense nationale et des forces armées. *Rapport d'information en conclusion des travaux d'une mission d'information sur la préparation à la haute intensité*. 2022.

Department of Defense, Office of the undersecretary of defence for acquisition and sustainment. *Report on effects of a changing climate to the Department of Defense*, 2019.

Résilience du maintien en condition opérationnelle des matériels des forces armées, note n°D-21-004316/ARM/EMA/DSA/DR du 22 juillet 2021.

Résilience logistique des forces armées, note n°D-21-000525/ARM/EMA/DSA/DR du 1^{er} février 2021.

MINARM. *Stratégie énergétique de défense – les 10 points clés*, 2020. <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.defense.gouv.fr/salle-de-presse/dossiers-de-presse/strategie-energetique-de-defense-10-points-cles-septembre-2020&ved=2ahUKEwjy1ICA4cf2AhUSy4UKHQV9AagQFnoECAMQAAQ&usg=AOvVaw3HRrSOkHeI3qFCXuiAjZMz>

United Nations environment program. *Synthesis of the 2018 assessment reports of the scientific assessment panel, the environmental effects assessment panel and the Technology and Economic Assessment Panel*. Thirty-first meeting of the parties to the Montreal protocol on substances that depleted the ozone layer, 2019.

CEMA. *Vision stratégique du chef d'état-major des Armées : gagner la guerre avant la guerre*. 2021. https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.defense.gouv.fr/ema/chef-d-etat-major-des-armees/actualite/la-vision-strategique-du-chef-d-etat-major-des-armees&ved=2ahUKEwiB4vnE48f2AhXlxYUKHDrFApgQFnoECAQAAQ&usg=AOvVaw0x8XOM_Y2YhpiYmqfU5Z1E

2. Entretiens et conférences

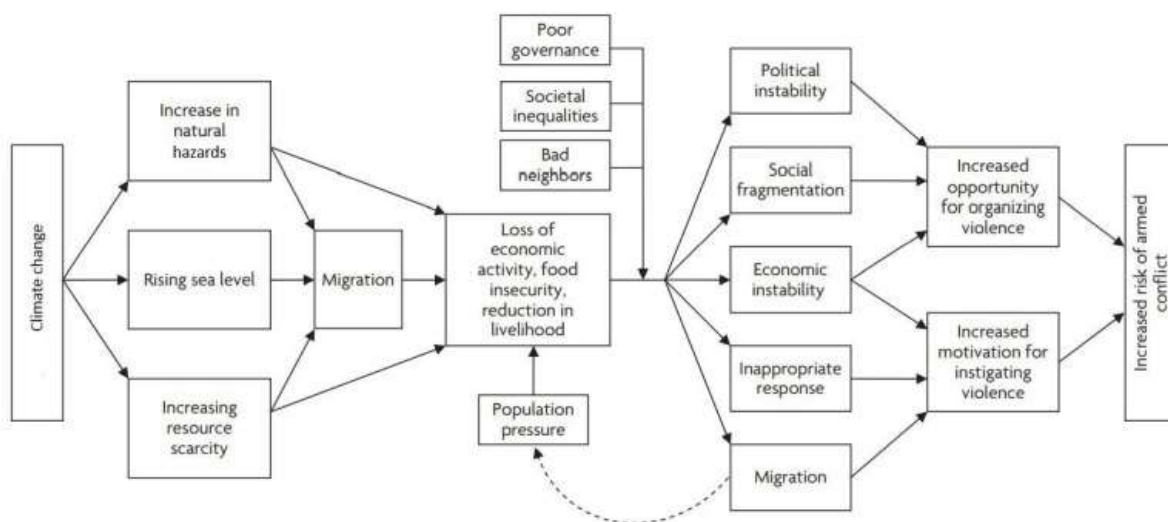
En sus d'un recueil bibliographique classique, la méthodologie suivie pour ce mémoire intègre la captation de connaissances par des conférences et des entretiens avec prise de notes, en distanciel ou présentiel.

Référence	Nom - Fonctions	Type d'échange	Date de l'échange
E1	Jean-Marc JANCOVICI <i>Polytechnicien, membre du Haut conseil pour le climat, fondateur de Carbone 4 et du think tank Shift project</i>	Conférence « Bien plus dur que d'entrer à l'X : résoudre le défi énergie/climat » <i>Semaine du réveil écologique de l'école polytechnique :</i>	29 septembre 2021
E2	Col Pellissier CPCO/ CAS Afrique	Entretien	14 octobre 2021
E3	Mme Noémie REBIERE, Bureau « politique énergétique et anticipation » Division énergie opérationnelle Sous-chefferie « performance » EMA	Entretien	2 novembre 2021
E4	COL Stéphane Gauthier, chargé de mission « chaîne logistique » - réfèrent logistique pour le ministère et le CABMINARM. Division soutien de l'activité (DSA) EMA	Entretien	12 novembre 2021
E5	Innovation de la chaîne logistique – journée organisée par le COL Stéphane Gauthier en partenariat avec l'AID. Intervenants : M. Vincent BARALE, directeur supply chain et logistique Louis Vuitton ; M. Pierre Martin HUET, directeur supply chain Michelin ; Mme Valérie DEMANNE, product marketing manager Everysens ; M. Antoine LEBEL, président de Squadrone system ; Avec la participation du CRC1 Daniel, DCSCA/Métiers/LOGISTIQUE	Conférences et ateliers	22 novembre 2021
E6	Mme Charlotte Mauviot Directrice partenariats publics privés de type BOT : « Build, operate, and transfer » (Construction, exploitation, et transfert), SUEZ Usine de valorisation des déchets Valo'Marne	Visite d'un site industriel civil	24 novembre 2021
E7	IPMI Camille DI RUZZA Réfèrent Sûreté de Fonctionnement – Electromagnétisme – Foudre Créatrice du concept « Eco-camp » Centre d'expertise des techniques de l'infrastructure de la défense (CETID)	Entretien	25 novembre 2021

Référence	Nom - Statut	Type d'échange	Date de l'échange
E8	CV Géraud CAZENAVE Officier du pôle prospective et stratégie militaire EMA – Division Etudes stratégie management général (ESMG) Pôle Prospective stratégie militaire (PSM)	Entretien	26 novembre 2021
E9	IPMI Vincent CARRIEZ Section études et maîtrise de l'énergie Bureau management & prospective énergie-eau (BMP2E) Sous-direction énergie Eau et Environnement – SD3E Direction Centrale du Service d'Infrastructure de la Défense	Entretien	30 novembre 2021
E10	Nicolas BRONARD Chef du département recherche, innovation et communication Service du pilotage des ressources et de l'influence internationale DGRIS	Entretien	1 ^{er} décembre 2021
E11	ICT IIIC François Reptin Ingénierie de projets - Expert Composants Energie Environnement DGA	Entretien	9 décembre 2021
E12	CRC2 David MELLOUL officier traitant ingénierie et méthode Bureau logistique Sous-direction métier DCSCA	Entretien	5 janvier 2022
E13	CRG1 SERRE, adjoint au sous-chef Performance et chargé de mission développement durable Sous-chefferie performance (SCPERF) EMA	Entretien	7 janvier 2022
E14	Organisé par le comité « Environnement » de l'école de guerre, avec la participation de : 1 ^e table ronde – modérée par Léa GOBIN, DGRIS : Inspecteur général de 1 ^e classe Jean-Charles FERRE, directeur du service de l'énergie opérationnelle des armées ; Matthieu AUZANNEAU, directeur du shift project ; Marc BLAIZOT – ingénieur géologue, directeur Exploration de Total de 2009 à 2015 ; Alain LEHNER, ingénieur ENSTA et INSA Lyon, directeur de la division Valorisation des gisements et présidents du comité gisement Total de 2004 à 2011 ; 2 nd table ronde – modéré par Noémie Rebière, EMA : Isabelle DOMERGUE, cheffe du bureau de la logistique pétrolière et des nouveaux carburants, Ministère de la transition énergétique ; Julien LAURENT, Energy transition & natural resources – Industry Banker, Natixis ; Nassima OUHAB-ALATHAMNEH, Docteur en sciences politiques, juriste et enseignante en économie à l'université de Nanterre, spécialiste des questions pétrolières sur la région Afrique du Nord et Moyen-Orient.	Conférence de l'école de guerre : « Pétrole : quels risques pour les approvisionnements futurs de l'Europe ? »	16 février 2022

Annexes

Annexe I. Une illustration du climat comme catalyseur dans l'émergence d'un conflit



Source: COX Kate, KNACK Anna, ROBSON Martin, ADGER Neil, PAILLÉ Pauline, FREEMAN Jon, BLACK James and HARRIS Ruth, *A changing climate – exploring the implications of climate change for UK defence and security*, Rand, 2020, p14.

Annexe II – Dommages causés par des risques naturels sur des ressources dont dépendent les forces armées

Source: COX Kate, KNACK Anna, ROBSON Martin, ADGER Neil, PAILLÉ Pauline, FREEMAN Jon, BLACK James and HARRIS Ruth, *A changing climate – exploring the implications of climate change for UK defence and security*, Rand, 2020, p24-26.

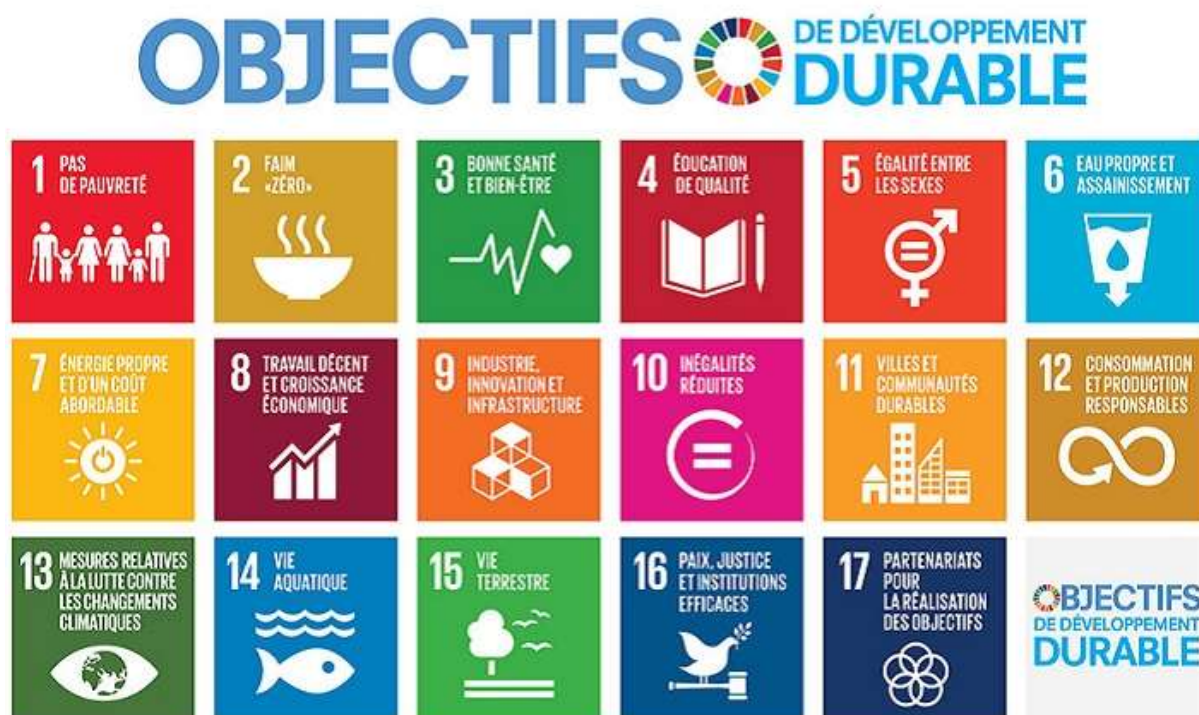
	Forces exerted on structures and processes	Load parameters / Intensity measures	Failure mechanism (cause)	Damage state (end-state)	Vulnerable components		
					Power grid	Fuel supply	Water supply
Extreme heat	Thermal load.	Temperature.	Rapid increase in power demand for cooling (e.g., Zscheischler et al., 2020), overheating, overpressure.	Bending, creep, loss of power generation efficiency and capacity, loss of power transmission and distribution efficiency (e.g., Añel et al., 2017), loss of throughput capacity in gas pipelines, leak, water contamination (e.g., bacterial and algal growth).	Power plants, transmission substations, transmission lines, distribution substations, distribution lines, transformers (e.g., Gao et al., 2018).	Transmission and distribution pipelines.	Reservoirs, transmission and distribution pipelines, water service laterals, storage tanks, water treatment facilities, pump stations.
Extreme cold	Thermal, snow, rain-on-snow, ice and impact (e.g., branches, avalanche) and static loads (glaze).	Temperature, time-of-frost, time-of-wetness, amount-of-frozen-water, freeze/thaw cycles, winter index (e.g., Corvo et al., 2008; Kočl et al., 2017).	Rapid increase in power demand for heating, excessive catenary loading, thermal shock, frost heave, glazing, ice shedding, ice jacking, thermal contraction damage, fatigue.	Sinking (e.g., roof), topple, Fracture, buckling, collapse, damage from collapsing parts, electrical fault, malfunctioning, ignition and permanent damage, wear, power outage, leak.	Control, protection and communication systems, transmission substations, transmission lines, transmission and communication towers, distribution poles, distribution substations, distribution lines, transformers.	Transmission and distribution pipelines.	Canals, storage tanks, water treatment facilities, water diversion structures, pump stations, electronic equipment.
Floods (!)	Hydrostatic (including buoyancy), hydrodynamic (including uplift and load reversal), wave, impact (including debris, floating equipment, ice) and settlement loads, pore pressure.	Discharge, water depth, velocity, duration, drag force, total energy (Bernoulli), Froude number, momentum flux, significant wave height, time-of-wetness (e.g., FEMA, 2018; Macabuag et al., 2016; Nofal et al., 2020).	Excessive loading from water and debris action, fatigue, erosion (including scour, seepage, pipping, cavitation), abrasion, loss of bearing capacity, relaxation (e.g., bolts), clogging, condensation, corrosion, ignition by mechanical (friction, grinding or impact) sparks.	Uplift and displacement (including roll-over, overturn, sinking, sliding), tilting, toppling, bending, buckling, fracture, collapse, sliding, loosening, impact damage from floating debris or equipment, damage from collapsing parts, electrical fault, malfunctioning, power outage, ignition and permanent damage, overflow (e.g. sewer, sump), wear, leak, contamination, fire.	Power plants, control, protection and communication systems, transmission substations, transmission lines, transmission and communication towers, distribution poles, distribution substations, distribution lines, transformers, electronic equipment.	Control systems, stations, transmission and distribution pipelines, storage tanks, processing facilities, pump, compressor and pressure regulating and metering stations, service connections.	Wells, canals, transmission and distribution pipelines, water service laterals, storage tanks, water treatment facilities, water diversion structures, pump stations, electronic equipment.
Drought	Settlement load.	—	Decrease in water availability, subsidence, loss of bearing capacity.	Loss of power generation capacity, power outage, loss of water supply, loss of cooling capacity.	Power plants.	Transmission and distribution pipelines.	Transmission and distribution pipelines, water service laterals.

	Forces exerted on structures	Load parameters / Intensity measures	Failure mechanism (cause)	Damage state (end-state)	Vulnerable components		
					Power grid	Fuel supply	Water supply
Windstorms	Wind and impact loads (e.g., projectiles).	Wind speed, pressure and force (e.g., FEMA, 2021a, b; Prah et al., 2015), kinetic energy of projectiles.	Excessive loading from wind and debris action, sloshing, relaxation (e.g., bolts), fatigue, erosion, abrasion, ignition by mechanical (friction, grinding or impact) sparks, suspension of particulate matter, clogging.	Uplift and displacement (including roll-over, overturn, sliding), tilting, toppling, bending, collapse, impact damage from airborne and ground-level debris or equipment, damage from collapsing parts, electrical fault (e.g., phase to earth or phase-to-phase short circuit, open-circuit), malfunctioning, power outage, release of hazardous materials, contamination, ignition.	Power plants, control, protection and communication systems, transmission substations, transmission lines, transmission and communication towers, distribution poles, distribution substations, distribution lines, transformers.	Transmission pipelines, storage tanks.	Storage tanks, water treatment facilities, water diversion structures, pump stations, electronic equipment.
Lightning	Thermal, electrical, mechanical and impact loads (e.g., projectiles).	Peak current amplitude, flash charge, specific energy, polarity, number of strokes, flash duration, induced voltage.	Overvoltage, overheating, electromagnetic pulse, electromagnetic induction, surface explosion, corrosion, ignition.	Electrical fault, malfunctioning, permanent damage (e.g., windings, circuit boards), decapping, shielding failure, line tripping, abnormal oscillation, frequency collapse, fracture, buckling, puncturing, damage from airborne debris, leak, ignition, explosion, wear.	Control, protection and communication systems, transmission substations, transmission lines, transmission and communication towers, distribution poles, distribution substations, distribution lines, transformers, electronic equipment.	Control systems, transmission pipelines, storage tanks.	Storage tanks.
Wildfires	Thermal and ash loads.	Heat radiation, engulfment ratio, mass of ash accumulated per m ² .	Flame impingement, ember attack, fire spread, overheating, clogging, corrosion, ignition (including ember attack).	Fire damage, damage from airborne debris, creep, wear, water contamination with ash.	Power plants, control, protection and communication systems, transmission substations and lines, transmission and communication towers, distribution poles, substations and lines, transformers, electronic equipment.	Control systems, pump stations, transmission and distribution pipelines, storage tanks, processing facilities, compressor and pressure regulating and metering stations, service connections.	Reservoirs, transmission and distribution pipelines, water service laterals, storage tanks, water treatment facilities, pump stations.
Landslides	Impact and static (debris flow deposit) loads, settlement load.	Deposition height, debris flow height, velocity, impact, permanent ground displacement (e.g., FEMA, 2020; Sterlacchini et al., 2014; Zugić et al., 2018).	Excessive loading from debris action.	Displacement (including roll-over, overturn, sliding), tilting, toppling, bending, buckling, fracture, collapse, leak.	Power plants, transmission substations, transmission lines, transmission and communication towers, distribution poles, distribution substations, distribution lines, transformers.	Transmission and distribution pipelines, storage tanks, pressure regulating and metering stations, service connections.	Wells, canals, tunnels, transmission and distribution pipelines, storage tanks, water treatment facilities, water diversion structures, pump stations, service connections.

					Vulnerable components		
	Forces exerted on structures	Load parameters / Intensity measures	Failure mechanism (cause)	Damage state (end-state)	Power grid	Fuel supply	Water supply
Thawing permafrost	Settlement load.	—	Thaw settlement, erosion, loss of bearing capacity.	Displacement (including sinking, overturning, sliding), tilting, toppling, bending, fracture, collapse, damage from ground-level debris and collapsing parts, leak.	Power plants, transmission substations and lines, transmission and communication towers, distribution poles, substations and lines, transformers.	Transmission and distribution pipelines, storage tanks, pressure regulating and metering stations, service connections.	Wells, canals, tunnels, transmission and distribution pipelines, storage tanks, water treatment facilities, water diversion structures, pump stations, service connections.
Earthquakes	Seismic and settlement loads.	Peak ground acceleration, velocity and displacement, permanent ground displacement, Arias intensity, duration (e.g., Cao and Ronagh, 2014; FEMA, 2020; Nguyen et al., 2020).	Excessive loading from ground movement and shaking, structural pounding, fatigue, sloshing, relaxation (e.g., bolts), loss of bearing capacity, abrasion, hydraulic transients, ignition by mechanical (friction, grinding, impact) sparks, soil liquefaction.	Displacement (including sinking, overturn, sliding), tilting, toppling, bending, buckling, ratcheting, fracture, collapse, loosening, damage from collapsing parts, leak, electrical fault, malfunctioning, ignition and permanent damage.	Power plants, control, protection and communication systems, transmission substations and lines, transmission and communication towers, distribution poles, substations and lines, transformers, electronic equipment.	Control systems, pump stations, transmission and distribution pipelines, storage tanks, processing facilities, pump, compressor and pressure regulating and metering stations, service connections.	Wells, canals, tunnels, boilers, reactor, transmission and distribution pipelines, storage tanks, water treatment facilities, water diversion structures, pump stations, service connections.
Volcanic activity	Thermal, settlement, impact and static (tephra deposit) loads.	Kinetic energy of projectile, mass of ash accumulated per m ² .	Overheating, excessive loading from debris action, clogging, corrosion, ignition (including magma).	Sinking (e.g. roof), damage from airborne debris, creep, bending, buckling, fracture, leak, wear, water contamination with ash.	Power plants, control, protection and communication systems, transmission substations and lines, transmission and communication towers, distribution poles, substations and lines, transformers, electronic equipment.	Control systems, pump stations, transmission and distribution pipelines, storage tanks, processing facilities, compressor and pressure regulating and metering stations, service connections.	Wells, canals, tunnels, transmission and distribution pipelines, storage tanks, water treatment facilities, water diversion structures, pump stations, service connections.
Space weather	Electrical load.	Geomagnetically Induced Currents (GICs)	High reactive power consumption, half-cycle saturation, injection of harmonics, magnetic stray fluxes, overheating, vibration, corrosion.	Transformer saturation, reactive power loss, electrical equipment tripping (e.g., transformer, relay, Static Var Compensator, shunt reactors, power lines), electronic fault (e.g., control, computer storage), malfunctioning, ignition and damage (e.g., windings), fracture, wear, voltage collapse, power system instability (e.g., voltage fluctuation) and failure, power outage.	Control systems, transmission substations and lines, transformers.	Control systems, transmission pipelines.	Transmission pipelines.

(1) Including to seismic.

Annexe III – Les 17 objectifs de développement durable 2015 - 2030



Source: Organisation des Nations unies

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/objectifs-de-developpement-durable/>

Liste des abréviations utilisées

AID, agence innovation de la défense

ADS, armées, directions et services

BITD, base industrielle technique de défense

CIEC, centre interarmées du soutien équipements commissariat

CICDE, centre interarmées de concepts, de doctrines et
d'expérimentations

DGA, direction générale de l'armement

DGRIS, direction générale des relations internationales et de la
stratégie

DSA, division soutien **de l'activité**

EMA, état-major des armées

ESMG, division études, synthèse et management général

FEDef, fond européen de la défense

GIEC, groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

GOSM, groupe d'orientation de la stratégie militaire

IPCC, the intergovernmental panel on climate change (GIEC in French)

MINARM, ministère des Armées

MCO, maintien en condition opérationnelle

ONU, organisation des Nations unies

PME, petites et moyennes entreprises

SCA, service du commissariat des armées

SCPERF, sous chefferie performance

SEO, service de l'énergie opérationnelle

SIL, système d'information logistique

SID, service d'infrastructure de la défense

Table des matières

Remerciements	2
Avant-propos	3
Résumé	4
Abstract.....	5
Introduction	6
Partie 1 – Le changement climatique : une approche sécuritaire	8
1. Etat de l’art.....	8
1.1 Constats et projections scientifiques.....	9
1.2 Les conséquences dans le domaine de la défense	10
1.3.1 Conflictualité	11
1.3.2 Impact sur les armées	11
1.3.3 Le positionnement des forces armées étrangères	13
1.3 La chaîne logistique.....	14
1.3.1 La logistique, une composante duale	14
1.3.2 La chaîne logistique au sein des armées.....	15
2. Intégration des menaces identifiées au sein de la chaîne logistique	17
2.1 Risques et opportunités.....	17
2.2 Besoins élémentaires	19
2.2.1 L’eau.....	19
2.2.2 Vivres.....	20
Partie 2 - Le changement climatique : une approche environnementale	22
1. Les conséquences physiques directes du changement climatique	23
1.1. Disponibilité des ressources	23
1.2. Un cas particulier : l’énergie	24
1.3. La résilience.....	26
1.4. Des adaptations nécessaires ?	27
1.4.1 Besoins	28
1.4.2 Outils d’aide à la décision	29
1.4.3 Politique RH et rayonnement	30
1.4.4 Infrastructures et matériaux.....	31
2. Le cadre réglementaire : moteur, ou carcan ?.....	33
2.1 La norme : une opportunité contraignante	33
2.2 La convergence du développement durable	35
2.3 Une réponse tactique appuyant la ligne politique du ministère : l’éco-camp	38
Conclusion.....	39

Bibliographie et sources.....	40
1. Ressources documentaires	40
1.1. Références bibliographiques	40
1.2. Lois, conventions et textes régaliens	42
2. Entretiens et conférences	44
Annexes.....	46
Annexe I. Une illustration du climat comme catalyseur dans l'émergence d'un conflit	47
Annexe II – Dommages causés par des risques naturels sur des ressources dont dépendent les forces armées.....	48
Annexe III – Les 17 objectifs de développement durable 2015 - 2030.....	51
Liste des abréviations utilisées	52
Table des matières	53