

LABORATOIRE DE L'IRSEM 2011



Réflexion stratégique sur le changement climatique et les implications pour la défense.

Michel Asencio, Nicolas Beriot, Agnès Colin, Xavier Ganne, Lionel Jodet, Richard Lavergne, Bertrand Loiseau, Pascal Nebois, Patrick Perret, Emmanuel-Marie Peton, Alexandre Taithe

Edition Juillet 2011

Avertissement

Les membres de ce groupe de travail s'expriment en leur nom propre. Leurs propos ne sauraient engager, ni l'IRSEM, ni le ministère de la Défense, ni aucun des organismes auxquels ils sont rattachés. Le présent rapport final est une synthèse aussi consensuelle que possible de l'ensemble des idées et opinions exprimées par les membres.

Les idées, opinions ou recommandations formulées dans le présent rapport ne sauraient en aucun cas être considérées comme l'expression d'une position officielle.

Remerciements

Les membres du groupe de travail et la direction de l'IRSEM remercient les personnalités qui sont intervenues pour exposer et faire partager leur expertise : Mme Louise Avon, Ambassadeur de France, M. François Gemenne, chercheur à l'IDDRI, et M. Michel Petit, Correspondant de l'Académie des Sciences.

Composition du groupe de travail

- Nicolas Beriot, MEDDTL-DGEC-ONERC (Président)
- Agnès Colin, IRSEM (Rapporteur)
- GCA (2S) Michel Asencio, FRS
- ICETA Xavier Ganne, DGA
- Lionel Jodet, DCNS
- Richard Lavergne, MEDDTL-CGDD
- Bertrand Loiseau, AFD
- COL Pascal Nebois, FRS
- COL Patrick Perret, DGA
- Emmanuel-Marie Peton, IRSEM
- Alexandre Taithe, FRS

Sommaire

Résumé

Introduction

Partie 1 : Le contexte mondial et le changement climatique

- 1-1 L'évolution du climat : le constat scientifique
- 1-2 Le contexte économique et financier
- 1-3 Le contexte géostratégique
- 1-4 L'innovation technologique et l'évolution des normes

Partie 2 : Les conséquences pour la fonction de défense

- 2-1 Le lien entre changement climatique et défense
- 2-2 Les activités courantes
- 2-3 Les plans et opérations
- 2-4 Les équipements
- 2-5 L'empreinte écologique sur les théâtres extérieurs

Conclusion

Bibliographie, Glossaire

RESUME

Le changement climatique est l'un des aspects du changement global rapide auquel sont soumis aujourd'hui notre environnement naturel et nos sociétés. Cette étude, initiée par l'IRSEM, identifie quelques conséquences stratégiques pour la défense et suggère des pistes de réflexion et certaines recommandations, pour une meilleure prise en compte du changement climatique par les acteurs de la défense.

Ces propositions s'inscrivent dans la logique des fonctions stratégiques spécifiées dans le Livre blanc sur la défense et la sécurité nationale (LBDSN), notamment la connaissance et l'anticipation, la prévention et l'intervention.

Un besoin de réflexion stratégique et prospective

Il existe en France, peu de documents de prospective établissant le lien entre la thématique du changement climatique et l'évolution des moyens de la défense nationale à moyen et à long terme.

L'ampleur du sujet justifierait qu'au delà de la présente étude, une réflexion stratégique systématique soit conduite pour en déduire un plan d'actions. Elle pourrait être publiée sous la forme d'un document officiel du ministère de la Défense, à l'instar de ce que fait le ministère de la Défense britannique. Le prochain LBDSN l'intégrerait.

Un nouveau contexte géopolitique susceptible de modifier les missions

Le changement climatique pourrait accentuer les risques naturels et sanitaires, modifier la répartition des ressources en eau et affecter la sécurité alimentaire.

Les zones géographiques de plus grande vulnérabilité à ces risques comprennent la rive Sud de la Méditerranée, l'Afrique centrale et la Corne de l'Afrique, des régions d'Asie jusqu'à l'Asie du Sud-Est et l'Indonésie. Certaines de ces régions sont au delà des 10 000 km actuellement considérés par la France comme distance maximale pour des scénarios de projection de forces.

Il est recommandé qu'à l'occasion de l'actualisation du LBDSN soient examinés, dans un cadre interministériel, des scénarios de crises lointaines et longues, l'opportunité d'assigner éventuellement ces nouvelles missions aux forces armées françaises, d'étudier l'interopérabilité avec les moyens civils et les conséquences sur les moyens militaires, le tout dans un cadre multinational.

Des régions littorales et grands deltas¹ - comme les régions du Gange et du Mékong - ou encore l'Arctique avec l'ouverture de nouvelles voies maritimes pourraient devenir des théâtres d'opérations. Des études spécifiques pourraient être conduites pour cerner les zones à risque et mieux connaître ces nouveaux environnements.

¹ De 2000 à 2050, la hausse du niveau de la mer pourrait être comprise entre 15 cm et 30 cm en moyenne sans que l'on puisse exclure des valeurs sensiblement plus importantes ; cette hausse ne sera pas uniforme sur le globe. Ceci a un impact sur les régions côtières de faible élévation, certaines plaines côtières, des deltas, des îles. Des effets seront sensibles dans les deltas du Nil, du Gange, du Mékong, du Mississippi, de l'Amazone, de l'Orénoque, du Fleuve Jaune.

Si les scénarios les plus pessimistes du changement climatique se réalisaient au cours du XXI^e siècle, des migrations environnementales concernant des centaines de millions de personnes pourraient se produire. Ces scénarios extrêmes restent peu étudiés. Une réflexion prospective pourrait favoriser l'appréhension régionale des risques et l'ébauche de scénarios de solutions. Cette problématique dépasse le champ classique des études de défense et concerne la sécurité globale.

Un nouveau contexte pour l'économie de la défense

La défense, dans son fonctionnement courant, est soumise au même titre que n'importe quel autre acteur, à un environnement économique et sociétal modifié par les politiques de développement durable et les politiques relatives à l'énergie et au climat. La stratégie nationale et ministérielle de développement durable (SNDD) traite déjà ces aspects.

Dans une perspective d'économie et d'une meilleure gestion, le recours accru aux énergies renouvelables pourrait réduire certaines dépendances énergétiques extérieures, les aléas associés et la volatilité des coûts notamment logistiques tout en accroissant l'autonomie.

L'un des objectifs du recours aux énergies renouvelables est le développement de l'autonomie énergétique sur les théâtres d'opérations extérieures. Accroître l'autonomie, c'est aussi réduire les flux logistiques et certaines vulnérabilités des forces déployées.

Les études sur l'emploi des énergies renouvelables pourraient être accentuées.

L'évolution des équipements et de leurs conditions d'emploi

Les équipements de défense sont actuellement conçus selon des normes d'environnement suffisamment sévères pour ne pas être remises en cause par des évolutions climatiques. Toutefois, à long terme, les modifications, même mineures, de certaines conditions d'environnement affecteront les performances de certains systèmes : par exemple, la capacité d'emport des hélicoptères diminue avec l'augmentation de la température, et les performances des sonars dépendent de caractéristiques physiques de l'océan comme la température et l'acidité. Des études spécifiques relatives à ces systèmes, particulièrement sensibles aux conditions d'environnement, pourraient être conduites.

Les modifications du contexte réglementaire et technologique risquent d'influer largement la conception et l'utilisation des équipements de défense. Ainsi, des règlements visant à maîtriser les émissions de gaz à effet de serre (GES) pourraient, par exemple, contraindre la fabrication et la mise en œuvre d'équipements comme les dispositifs d'extinction d'incendie et les dispositifs frigorifiques.

Le marché des technologies civiles évoluera pour s'adapter au double enjeu de l'énergie et du changement climatique. Les équipements de défense étant composés d'une part de plus en plus importante de composants civils, seront naturellement concernés par cette évolution. Cette dualité peut constituer une opportunité pour les matériels de défense car ils bénéficieront alors de performances environnementales accrues sans surcoût particulier. A contrario, cette évolution du marché civil peut également représenter un risque important si ces technologies civiles plus vertueuses ne sont pas compatibles avec les exigences du monde militaire. Dans l'avenir, la défense devra s'adapter aux nouveaux carburants disponibles sur le marché mondial.

Enfin, à long terme, l'évolution des missions et des zones d'intervention risque de faire appel à de nouvelles capacités et à de nouveaux types d'équipements. Des études sont donc nécessaires quant aux concepts de forces et aux équipements adaptés à des milieux tels que l'Arctique, certaines zones littorales et deltas, comme les régions du Gange et du Mékong.

La réduction des émissions de GES

La durée des cycles de vie des équipements militaires est très longue. Une grande partie du parc qui sera en service jusqu'en 2050 est déjà conçue et déterminée, et échappe donc largement à la « maîtrise » des consommations énergétiques par les acteurs de la défense.

Le nombre et l'intensité des opérations auxquelles la défense pourraient être amenées à faire face est un paramètre majeur des consommations en hydrocarbure. Dans tous les cas, ceci dépendra in fine de situations et de décisions politiques échappant à toute modélisation et prévision.

Les seules marges de progrès pour la réduction des émissions de GES liées aux activités spécifiquement militaires résident, pour le très long terme, dans les objectifs à assigner lors de la conception des nouveaux programmes d'armement quant à l'empreinte-carbone des équipements dans leur cycle de vie. Pour le court terme, elles résident dans certaines optimisations relatives à la mise en œuvre des matériels comme par exemple la formation du personnel à l'éco-pilotage, le recours accru aux simulateurs dans le cadre de l'entraînement ou encore l'optimisation de la logistique.

INTRODUCTION

Les changements climatiques actuels et potentiels constituent une inquiétude voire une menace qui tend à multiplier les tensions et l'instabilité existante et pourraient conduire à fragiliser davantage des États et des régions déjà vulnérables et exposés aux conflits, comme l'avait souligné en mars 2008 Javier Solana, haut représentant de l'Union européenne pour la politique étrangère et de sécurité commune². Les revues scientifiques et les médias en font état régulièrement.

Les risques de nouveaux conflits résultent du besoin indispensable d'accès des populations aux ressources vitales (eau, alimentation, ...) et des modifications de données géopolitiques comme les pertes de territoires, les migrations dues aux bouleversements environnementaux, l'ouverture de nouvelles voies de transport maritime comme en Arctique.

Ils n'ont pas seulement un caractère environnemental, sanitaire ou humanitaire, mais aussi une dimension politique et de sécurité globale. Ils peuvent porter atteinte aux intérêts des États et leur défense.

S'agissant des activités de défense et de sécurité, les impacts de la lutte contre le changement climatique (fiscalité verte, changement de comportement, nouvelles technologies, nouvelles réglementations, modifications des conditions d'emploi des équipements militaires ...), sont autant d'évolutions qui soulèvent de très nombreuses questions dans le cadre de la pensée stratégique.

Ainsi, le LBDSN 2008-2013 fait état des facteurs d'incertitude et aggravants liés au changement climatique. La DAS (Délégation aux affaires stratégiques) souligne les conséquences géopolitiques pour la défense et la sécurité au travers de son document de prospective³ avec l'aggravation d'événements climatiques extrêmes et de conséquences économiques dramatiques (la montée du niveau de la mer affectera en premier lieu les zones littorales, des États du Pacifique pourraient avoir une géographie modifiée, l'Arctique deviendra un nouvel enjeu stratégique, les missions de plus en plus nombreuses et diversifiées,...). Le facteur climatique prendra de l'importance dans la planification et la gestion des opérations, avec un accroissement des actions humanitaires, les forces armées devant être de plus en plus sollicitées pour soutenir les unités de sécurité civile. De plus, dans ce document, il est noté que les bases navales terrestres et aériennes devraient accroître leur efficacité énergétique et leurs capacités logistiques, tout en réduisant au maximum cette empreinte sur le terrain (moins de personnels projetés, moins d'énergie et d'eau prélevées, moins de déchets produits).

Les autres nations se préoccupent aussi de ces questions. Le ministère de la Défense britannique a publié son rapport stratégique de lutte contre le changement climatique et son plan d'actions associées⁴, où figure des premières mesures d'adaptation : sur les normes environnementales pour les infrastructures, sur le comportement éco citoyen des personnels, la recherche de technologies "vertes", et au niveau opérationnel sur les efforts à mener sur la formation, la planification des missions et l'adaptation des équipements.

² <http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/IMG/pdf/99389.pdf>, rapport sur le changement climatique et la sécurité internationale, 14 mars 2008.

³ http://www.defense.gouv.fr/das/prospective_de_defense, prospective géostratégique à l'horizon des 30 prochaines années, chapitre ressources et environnement, publié officiellement en février 2008.

⁴ <http://www.mod.uk/> Defence in a changing climate.

Le commandement militaire des États-Unis a inscrit les changements climatiques au nombre des menaces à la sécurité nationale. Le dernier examen quadriennal de la défense (QDR) paru le 1er février 2010⁵, montre que la défense américaine met en place des politiques de recherche pour gérer les effets du changement climatique sur ses missions opérationnelles et ses installations. Il identifie 30 bases concernées par la montée du niveau de la mer, étudie les conséquences du réchauffement des océans pour la marine, et recherche des solutions alternatives pour la propulsion des véhicules terrestres (véhicules hybrides) et des avions de combat.

Les répercussions du changement climatique sur les activités de défense méritent d'être examinées sur tous leurs aspects.

La spécificité de cette étude réside dans l'analyse des implications sur la dimension stratégique et opérationnelle des capacités et des moyens de défense à l'horizon 2050. Les changements climatiques vont-ils générer de nouveaux besoins, de nouvelles missions, des ruptures dans les modes d'actions aussi bien pour les équipements, les hommes, les structures, la logistique, les opérations ?

Compte tenu de l'ensemble de ces considérations et en vue de nourrir les travaux de son programme scientifique "composante environnementale des fonctions stratégiques du LBDSN", l'IRSEM a lancé en avril 2010 un atelier de recherche et de réflexion dont les objectifs étaient de :

- Tout d'abord, rappeler dans les grandes lignes le contexte de la problématique du changement climatique à l'horizon 2050, en exposant les données scientifiques, en soulignant les principales implications sur le contexte économique et financier puis le contexte géostratégique⁶.
- Puis analyser le lien direct entre le changement climatique et la défense par la mise en avant des conséquences pour les forces armées dans la mesure du possible au niveau des infrastructures, des équipements, des hommes, de la logistique, des opérations.
- Enfin, proposer quelques suggestions sur les recherches et la veille à poursuivre afin de nourrir les travaux de recherche stratégique du ministère de la Défense.

⁵ <http://www.defense.gov/QDR/> chap "Crafting a strategic approach to climate and energy", p 84-87.

⁶ Ce groupe de travail n'avait pas vocation à conduire lui-même une réflexion géostratégique globale. Au travers de travaux de prospective déjà existants, il s'est limité à dégager les grandes tendances.

Partie 1 : Le contexte mondial et le changement climatique

1-1- L'évolution du climat : le constat scientifique

La théorie du changement climatique d'origine anthropique remonte à un siècle. Depuis les années 1970, les travaux scientifiques se sont intensifiés. Le GIEC, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, a été créé par les Nations-Unies en 1988 et produit régulièrement des rapports d'évaluation des connaissances mondiales. Nous nous référons ici principalement au 4ème Rapport du GIEC, paru en 2007⁷. Le GIEC a étudié en effet plusieurs scénarios d'émission de GES, correspondant à divers degrés de mondialisation de l'économie et divers types d'évolution technologique.

Il est possible aujourd'hui d'affirmer avec un haut niveau de certitude que la production anthropique de GES⁸ et la déforestation qui ont eu lieu depuis le début de l'ère industrielle, sont les principales causes d'un changement climatique rapide déjà sensible et qui s'accroîtra au cours du siècle à venir. Cette évolution du climat se traduira aux différentes échelles d'espace : modifications globales, évolutions des climats régionaux, hausse du niveau de la mer, impacts sur la biodiversité et les services éco systémiques.

Le gaz carbonique d'origine anthropique se mélange dans l'atmosphère globale. Une moitié environ reste dans l'atmosphère avec une durée de vie de 125 ans ; un quart est absorbé par la végétation et les sols ; un quart est absorbé par les océans. De ce fait, les activités humaines engendrent une accumulation de GES avec des effets sur une très longue durée. Le réchauffement de l'atmosphère entraîne un réchauffement de l'océan ; l'échelle de temps du brassage de l'océan mondial est de l'ordre du millénaire. Même si toute émission anthropique de GES cessait aujourd'hui, des effets sur le climat se feraient sentir durant plusieurs siècles et l'océan serait perturbé durant plusieurs millénaires.

Le climat actuel : A ce jour, la température moyenne globale a augmenté d'environ 1°C par rapport au début de l'ère industrielle. Des modifications des régimes des pluies ont probablement déjà eu lieu, même si leur attribution au réchauffement global reste encore incertaine. Le niveau de la mer a connu une hausse d'environ 25 cm depuis 1930 et le rythme de hausse est actuellement de 3,4 mm par an⁹. L'accroissement des effets de catastrophes naturelles au cours des dernières décennies a plusieurs causes ; le changement climatique est probablement l'une d'entre elles. Les modifications géographiques sont déjà sensibles, si l'on considère par exemple l'évolution de la glace en Arctique.

L'évolution du climat à l'horizon 2050 : L'inertie du système climatique global a pour effet que, malgré de grandes différences entre les trajectoires technico-économiques globales, les différences entre scénarios à l'horizon 2050 quant au climat mondial restent relativement faibles, ce n'est qu'à partir du milieu de ce siècle que les scénarios climatiques commenceraient à diverger nettement. En d'autres termes, l'évolution du climat jusqu'à 2050 reste relativement modérée et est relativement bien modélisable. La température moyenne

⁷ www.ipcc.ch.

⁸ A titre indicatif, le CO₂ contribue à hauteur de 70% aux émissions françaises de GES - autres contributeurs : CH₄, N₂O, PFC, HFC, SF₆).

⁹ http://www.academie-sciences.fr/publications/rapports/pdf/climat_261010.pdf, rapport de l'académie des sciences, le changement climatique, 26 octobre 2010.

globale augmente actuellement d'environ 0,1°C à 0,2°C par décennie et ce rythme de hausse pourrait se maintenir jusqu'en 2050. La hausse du niveau de la mer pourrait se maintenir au rythme actuel, soit environ 3 mm par an.

L'évolution du climat au XXI^e siècle : Le changement climatique jusqu'en 2100 dépendra de l'évolution technologique et économique mondiale, des émissions de GES et de la gestion des puits de carbone au long de ce siècle. La modélisation scientifique des différents scénarios technico-économiques et de leurs conséquences sur le climat conduisent à de fortes différences entre scénarios à l'horizon 2100. Dans l'hypothèse d'un effort mondial concerté pour une conversion aux énergies décarbonées, le réchauffement climatique global en 2100 serait contenu à +2°C par rapport à l'ère préindustrielle. Dans des scénarios plus consommateurs d'énergies fossiles, la hausse de température moyenne pourrait atteindre ou dépasser +4°C par rapport à l'ère préindustrielle. Dans tous les cas, ces valeurs moyennes ne traduisent qu'une partie de la réalité, car les effets locaux peuvent être de plus grande amplitude. Ainsi, au centre du continent africain, les hausses de températures pourraient être le double des hausses de température moyenne globale, avec des conséquences extrêmement lourdes, rendant inhabitables certains territoires. Le changement climatique se traduira aussi par l'augmentation de la fréquence et de l'intensité de phénomènes extrêmes : canicules, fortes pluies, sécheresses, vents. Selon le 4^{ème} Rapport du GIEC, la hausse du niveau de la mer pourrait être comprise entre 19 et 58 cm d'ici à la fin du siècle. Certaines études récentes évoquent la possibilité de hausses plus importantes, de l'ordre d'un mètre. La hausse du niveau de la mer a des effets sur les îles basses, les littoraux peu protégés, et les zones de deltas.

L'acidification des océans : Quoique l'acidification des océans ne soit pas un effet du changement climatique, elle dérive d'une cause commune : les émissions anthropiques de gaz carbonique et c'est à ce titre que nous l'évoquons ici. Environ un quart du gaz carbonique rejeté aujourd'hui par la combustion d'énergies fossiles est absorbé par l'océan et l'acidifie. Des simulations ont montré que le pH actuellement de 8,1 pourrait atteindre 7,8 vers la fin du siècle, l'eau de mer devenant corrosive vis-à-vis du calcaire¹⁰. Les effets potentiels de ce phénomène sur la biologie marine semblent considérables mais sont encore mal connus. D'autre part, l'une des caractéristiques physiques d'un océan plus acide pourrait être une plus grande propagation des sons.

Les limites de la modélisation du climat futur : Divers facteurs limitent notre capacité à représenter et évaluer le climat futur. D'une part, les scénarios technico-économiques, avec leur traduction en termes d'émissions de GES, ne représentent que partiellement les futurs possibles. D'autre part, la modélisation du système climatique (terres, océans, atmosphère, glaces, interactions avec les mondes végétal et animal ...) comporte elle aussi des limites scientifiques. On peut donner deux exemples de domaines porteurs de grandes incertitudes. L'un concerne des perforations au niveau du pergélisol sous-marin de l'Arctique (observations de chercheurs de Russie, de Suède et des États-Unis) et du permafrost sibérien, qui laissent échapper des quantités importantes de méthane dans l'atmosphère. La libération de méthane stocké dans le plateau continental, si faible qu'elle soit, pourrait aggraver le réchauffement climatique¹¹. La modélisation des calottes glaciaires et la dynamique des fractionnements (effondrements, fonte) sont mal connues, une accélération de ces phénomènes semble possible impactant le niveau des océans.

¹⁰ <http://blogs.lexpress.fr/le-climatolog/2010/06/22/lacidificationdesoceans> par Hervé Le Treut.

¹¹ Shakhova, N. et al, *Science* (2010), vol 327, n°5970, p.1246-1250.

1-2- Le contexte économique et financier

Une économie du climat se met en place depuis quelques années au travers de négociations sur le plan national, européen et mondial. En effet, la négociation climatique mondiale est à ce jour l'un des grands sujets autour desquels se structurent des accords majeurs concernant croissance, énergie, transferts de technologie, aide au développement, renforcement de capacités.

Un lien indissociable et réciproque existe entre le changement climatique et le développement économique des pays :

- les trajectoires de développement économique des pays (plus ou moins rapides et plus ou moins émettrices de GES) sont à la source des changements climatiques ;
- les changements climatiques ont des conséquences sur les milieux naturels et humains et donc sur le développement des pays.

Cette présentation schématique permet de mieux comprendre les deux types d'actions pour lutter contre le changement climatique : l'atténuation des émissions de GES et l'adaptation aux conséquences du changement climatique. En d'autres termes : agir sur la cause et limiter/réparer ses conséquences.

Depuis 1990, les hausses les plus sensibles d'émissions de GES au niveau mondial proviennent de la déforestation (+48%), du secteur de l'énergie (+37%) et des transports (+32%), le secteur de la défense étant d'ailleurs concerné par les deux derniers points¹². Au total, la combustion d'énergies fossiles est actuellement à l'origine de 70% des émissions mondiales de GES et cette part augmente rapidement.

Le rapport Stern sur l'économie du changement climatique¹³ a mis en avant dès 2006 le coût attendu de la mise en œuvre de politiques pour lutter contre le changement climatique. Le principal mérite de ce rapport a été de donner aux décideurs les conclusions d'une analyse économique. La première de ces conclusions est que le coût de l'inaction face au changement climatique (-5% du PIB mondial chaque année) est très supérieur au coût de l'action (1% du PIB mondial) qui permettrait de stabiliser la concentration des GES entre 500 et 550 ppm en équivalent CO₂. Ce rapport propose des voies d'action pour lutter contre le changement climatique.

S'agissant des besoins en financement pour lutter contre le changement climatique, les montants estimés sont de 94 Mds € par an (source : étude Union européenne, 2009) pour atténuer les émissions de gaz à effet de serre et entre 75 et 100 Mds USD par an en 2020 (source : Banque mondiale, Economics of adaptation to climate change study, 2010) pour l'adaptation aux conséquences du changement climatique. A titre de comparaison, le montant total que les pays de l'OCDE consacrent annuellement à l'aide publique au développement avoisine les 100 milliards de dollars.

¹² <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr>.

¹³ Publié le 30 octobre 2006 ce rapport de plus de 700 pages est le premier rapport financé par un gouvernement (Royaume Uni) sur le réchauffement climatique mené par un économiste et non par un climatologue.

Si la mobilisation de tels moyens financiers peut sembler possible au regard des efforts réalisés par les pays lors de la crise économique de 2008-2009, il faut pondérer cette vision théorique par les éléments suivants :

- les pays pauvres ne disposent pas des ressources et des capacités nécessaires pour lutter contre le changement climatique ;
- les pays riches doivent composer avec leurs opinions publiques avant de s'engager dans des programmes de limitation de leurs émissions risquant de dégrader la compétitivité des entreprises nationales ;
- les pays émergents ne veulent pas sacrifier leur croissance, source de stabilité politique interne, en limitant leurs émissions en valeur absolue. En d'autres termes, les taux de croissance démographique et économique de ces pays dépassent les gains qu'ils peuvent faire sur leurs émissions de GES grâce notamment à des évolutions technologiques.

Concernant les gains sur les réductions d'émissions de GES, de nombreux rapports soulignent que la diffusion de technologies existantes est le levier le plus efficace afin d'assurer des gains massifs dans des délais rapprochés. Les nouvelles technologies représentent un potentiel de réduction très intéressant du fait des ruptures qu'elles peuvent induire, mais à plus long terme.

En dernier lieu, même si ce rapport se concentre sur le changement climatique, il convient de souligner que ce sujet doit être considéré, notamment sous les angles économiques et politiques, dans l'ensemble plus large des crises liées à la capacité limitée de la Terre à absorber les pollutions et fournir les ressources naturelles. Une première modélisation globale des limites des grandeurs physiques a été réalisée dès les années 70 (Dennis Meadows, *Limits to Growth* 1972) et actualisée en 2003. Le point le plus intéressant qui peut être retenu de ce rapport est que le changement climatique ne peut être pensé isolément, de nombreuses autres crises mobilisant ou devant mobiliser des moyens qui ne sont ou ne seront plus disponibles pour résoudre la crise climatique.

Entré en vigueur en 2005, le Protocole de Kyoto (signé en 1997) engage juridiquement un nombre limité de pays, essentiellement les principaux pays industrialisés qui l'ont ratifié (les États-Unis ne l'ont pas ratifié), à réduire leurs émissions annuelles de GES sur la période 2008-2012 par rapport à 1990, tout en prévoyant un mécanisme d'échange de permis d'émission assorti de plafonds nationaux (« cap and trade ») et des mécanismes de « flexibilité ».

Faute, pour l'instant, d'un accord international qui préciserait le devenir de ce Protocole à partir de 2013, la visibilité des pouvoirs publics et des agents économiques est faible sur la valeur du carbone à moyen et long terme. Pour ce qui concerne la France, le Centre d'Analyse Stratégique (CAS) s'est cependant investi¹⁴ afin de proposer une valeur « tutélaire » à utiliser comme référence pour évaluer la pertinence environnementale des politiques publiques de réglementation, de subventions ou de dépenses fiscales. Autrement dit, le CAS a cherché à déterminer une « trajectoire » de valeurs du carbone qui permette d'atteindre l'objectif politique européen de -20% d'émissions en 2020.

Le CAS recommande ainsi de prendre, comme « valeur tutélaire » d'une tonne de CO₂, 32 € en 2010, 56 € en 2020 et 100 € en 2030 (en euros constants de 2008). Certes, le prix actuel

¹⁴ « La valeur tutélaire du carbone », Rapport de la commission présidée par Alain Quinet (juin 2008).

(début 2011) sur la bourse Bluenext est sensiblement inférieur, avec environ 15 €/tCO₂, mais la valeur tutélaire se conçoit dans une perspective de moyen terme, indépendamment des aléas conjoncturels.

Malgré diverses taxes frappant les énergies fossiles (charbon, pétrole, gaz), les consommateurs de ces formes d'énergies auraient besoin d'un « signal prix » pérenne pour orienter leurs comportements ou leurs investissements vers une trajectoire compatible avec un développement durable. Or, les prix du pétrole sont soumis à de fortes variations dont la logique correspond actuellement beaucoup plus à des effets de cartellisation ou de spéculation qu'à une logique de rareté de la ressource ou de prise en compte des dégâts de l'environnement. Il n'y a aucune raison pour qu'à court terme l'évolution des prix du pétrole intègre spontanément et de façon explicite un signal prix du carbone. Conscients de cette insuffisance, les pouvoirs publics ont cherché à compléter leur arsenal de mesures réglementaires et normatives (bonus-malus, réglementation thermique, marché européen du carbone pour certaines entreprises,...) par une « taxe carbone » ou une « contribution climat énergie ». La France espère qu'une prochaine révision de la directive européenne sur la fiscalité énergétique sera l'occasion de mettre en place cet instrument économique de façon coordonnée.

La succession de crises des prix de l'énergie, financière puis économique qui caractérise le début des années 2000, dans un contexte de croissance de la population et de pays en développement rapide, oblige¹⁵ à placer le développement durable au cœur des préoccupations des leaders économiques et à favoriser une « croissance verte ». Celle-ci peut prendre son essor grâce aux nouvelles technologies de l'énergie (énergies renouvelables et « bas carbone », smart grids¹⁶,...), à de nouvelles méthodes de gestion durable des ressources et matières (eau, énergie, déchets,...) ainsi qu'à la motivation des consommateurs et citoyens relayés ou aiguillonnés par des associations et des médias. Sur le moyen et long terme, la compétitivité d'une entreprise, d'une région ou d'un pays est désormais liée à son degré de prise en compte de cette croissance verte. C'est ce qu'ont bien compris les économies réactives d'Asie ou d'Amérique du Nord qui investissent massivement dans les filières « vertes » et inondent de leurs produits les marchés mondiaux, indépendamment de tout accord international sur le climat.

La France s'est résolument engagée dans cette voie, sous l'impulsion des ministères chargés du développement durable, exemples : les 18 filières industrielles stratégiques de l'économie verte, les chargés de mission « croissance verte », les États généraux de l'industrie, les pôles de compétitivité (voir paragraphe 1-4), les investissements d'avenir (ex-Grand emprunt).

¹⁵Annales des mines, Série « Responsabilité et Environnement », n°62, « Une croissance verte ? » (janvier 2011).

¹⁶http://www.europarl.europa.eu/stoa/publications/studies/stoa2008_03_en.pdf, rapport du parlement européen le STOA qui met en avant les technologies de l'information et de la communication pour lutter contre le changement climatique en réduisant les GES.

1-3- Le contexte géostratégique

Le changement climatique est un multiplicateur de tensions, comme le montrent les récents rapports de l'ONU¹⁷ et certaines publications¹⁸ qui mettent en avant les risques de tensions politiques et de conflits sur la scène internationale (ressources en eau, sécheresse, élévation du niveau de la mer, flux migratoires, famines, accès aux ressources, crise économique – par exemple dans les pays insulaires, ou autres pays dont le littoral sera fortement modifié par la montée du niveau de la mer).

L'Union européenne a reconnu l'impact du changement climatique sur la sécurité internationale et s'attache entre autres depuis 2007 dans le cadre de son programme de recherche (PCRD), à déterminer quel peut en être l'effet sur la propre sécurité de l'Europe, ainsi que la manière dont l'Union européenne devrait réagir.

Ce sont les pays du Sud, et les millions de personnes les plus pauvres du monde qui sont les plus touchés par le changement climatique. Ouragans, cyclones, inondations, pluies torrentielles, vagues de sécheresse, élévation du niveau de la mer, menacent de nombreux pays et des milliards d'hommes.

Différents travaux cartographiques sont menés afin d'identifier les zones qui pourraient être les plus affectées par les risques d'inondations, de sécheresse, de cyclones ou par plusieurs risques cumulés. Un récent rapport sur les implications humanitaires du changement climatique commissionné par l'ONG Care et l'ONU¹⁹ pour la coordination des affaires humanitaires, tente de dépasser ces analyses chiffrées et d'identifier les zones les plus à risque du point de vue humanitaire d'ici à 20-30 ans en raison d'une évolution climatique. En croisant, via une cartographie SIG (système d'information géographique), les données relatives aux vulnérabilités climatiques issues du GIEC et les tendances actuelles des vulnérabilités humaines (basées sur un croisement de données concernant les facteurs naturels, humains, sociaux, financiers, physiques), une série de cartes permettent d'identifier les zones qui pourraient être les plus affectées par les risques d'inondations, par les risques de sécheresse et par les risques de cyclones. Une étude interne menée par l'AFD à partir des travaux cités ci-dessus, résume ces résultats dans un tableau et identifie les zones géographiques à risques²⁰ :

¹⁷ <http://www.un.org/fr/climatechange/>, divers documents sur l'actualité récente.

¹⁸ http://www.wbgu.de/wbgu_jg2007_kurz_engl.html,
climate change as a security risk, german advisory council on global change (WGBU), 2008, 248 p.
<http://www.frstrategie.org/barreFRS/publications/notes/20071003.pdf> Note de la FRS sur le changement climatique et la sécurité internationale publié en 2007.
<http://www.ladocumentationfrancaise.fr/revuescollections/questionsinternationales/articles/38-taithe.pdf>,
article de la FRS sur la prise en compte de l'environnement dans les études stratégiques, publié en 2009.
MASCRES, David, Climat : enjeu de sécurité ou contrôle stratégique, *Revue Défense Nationale*, n°727, février 2010.

¹⁹ http://www.careclimatechange.org/files/reports/CARE_In_Search_of_Shelter.pdf, Ehrhart et al, 2008.

²⁰ Résultats issus de travaux menés par le département du pilotage stratégique et de la prospective de l'AFD et présentés au cours d'une de nos séances de travail.

TYPES DE RISQUE	GEOGRAPHIE PROBABLEMENT LES PLUS CONCERNEES
INONDATIONS	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Afrique</u>, y compris le Sahel, la corne de l'Afrique, la région des grands lacs, l'Afrique du Sud-est • <u>Asie Centrale</u>, du Sud et du <u>Sud-est</u> • Amérique Centrale ; partie Ouest de l'Amérique du Sud
SECHERESSES	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Afrique sub-saharienne</u> • Asie du Sud, particulièrement l'Afghanistan, le Pakistan, l'Inde • Asie du Sud-est, particulièrement la Birmanie, le Vietnam et l'Indonésie
CYCLONES	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Mozambique, Madagascar</u> • Bangladesh, certaines parties de l'Inde, <u>Vietnam</u>, et <u>autres pays d'Asie du Sud-est</u> • Amérique Centrale
CONCERNE PAR LES 3 RISQUES CUMULES	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Afrique</u> : Sahel, Corne de l'Afrique, Afrique Centrale • Asie Centrale et du Sud : particulièrement l'Iran, l'Afghanistan, le Pakistan, l'Inde, la région Caspienne • <u>Asie du Sud-est</u> : particulièrement la Birmanie, le Laos, le Cambodge et l'Indonésie

Il apparaît que les zones concernées par les trois risques cumulés, se caractérisent aussi par une forte croissance démographique, ce qui augmentera encore les vulnérabilités.

Ces effets sont plus difficiles à appréhender en zones urbaines compte tenu de leur plus grande complexité. Cet exercice est cependant très important à réaliser car les zones urbaines abritent déjà 50% de la population mondiale (ce taux allant croissant), mais aussi car la majorité des villes de grande taille sont dans des zones très vulnérables aux effets du changement climatique. Ainsi, 136 villes portuaires dans le monde ont plus d'un million d'habitants. Ces villes sont exposées aux inondations côtières issues de tempêtes comme aux dommages causés par les vents violents²¹:



Les migrations environnementales et climatiques

La hausse du niveau de la mer pourrait être de l'ordre de 60 cm à l'horizon 2100, à la suite de la fonte des glaciers et à la dilatation de l'océan, noyant certaines îles et zones côtières, obligeant des dizaines de millions de personnes à s'adapter ou à migrer. Une donnée nouvelle

²¹http://www.oecd-ilibrary.org/environment/ranking-port-cities-with-high-exposure-and-vulnerability-to-climate-extremes_011766488208, R. J. Nicholls and all, Ranking Port Cities with High Exposure and Vulnerability to Climate Extremes, *OECD Environment Working Papers*, 19 nov 2008.

apparaît d'ailleurs, celle des migrants qui viennent de pays qui risquent de ne plus exister avec l'impossibilité de leur demander de revenir dans le pays d'origine, d'où au-delà du drame humain, l'émergence de problèmes juridiques et de droit international.

Les migrations environnementales ne sont pas en elles-mêmes un phénomène créant de l'insécurité. La migration environnementale répond à la recherche de conditions plus sûres ou simplement viables : à court terme, elle améliore la sécurité, elle sauve la vie des migrants. Depuis 250 ans, la population mondiale a décuplé et au cours du 20^{ème} siècle les frontières se sont faites de plus en plus imperméables, ce qui modifie radicalement les possibilités et les conditions des migrations.

Simultanément ou corrélativement, le monde a connu au cours des dernières décennies des catastrophes aux conséquences de plus en plus lourdes. Les causes de cette amplification sont diverses ; l'ampleur des phénomènes naturels se conjugue à des vulnérabilités croissantes, qu'elles soient socio-économiques comme une plus grande densité de population et une concentration le long des zones côtières, ou physiques (sols artificialisés, milieux naturels dégradés) ou systémiques (dépendance à certaines infrastructures de communication ou de transport d'énergie, par exemple). Le tsunami de 2004 en Asie, le cyclone Katrina en 2005, le tremblement de terre au Pakistan la même année, ont entraîné des migrations rapides et massives.

Le changement climatique est et sera un déclencheur de migrations climatiques, notamment au travers des phénomènes de hausse du niveau de la mer, de modifications du régime des précipitations et de certains phénomènes extrêmes.

De 2000 à 2050, la hausse du niveau de la mer pourrait être comprise entre 15 cm et 30 cm en moyenne sans que l'on puisse exclure des valeurs sensiblement plus importantes ; d'ailleurs, cette hausse ne sera pas uniforme sur le globe.

Ceci a un impact sur les régions côtières de faible élévation, certaines plaines côtières, des deltas, des îles. Des effets seront sensibles dans les deltas du Nil, du Gange, du Mékong, du Mississippi, de l'Amazone, de l'Orénoque, du Fleuve Jaune. Un certain flux migratoire apparaît inévitable, sauf là où sera possible et sera financée la construction de défenses importantes et coûteuses.

Nombre de petits États insulaires sont déjà et seront de plus en plus touchés. Au delà des conséquences pour ces États et leurs populations, ces migrations qui ont commencé, et l'abandon maintenant prévisible de certains territoires, sont aussi des symboles, des précurseurs, des cas emblématiques. Ces États font entendre leurs voix dans les négociations internationales, posent les questions non plus en termes de solidarité mais en termes de justice et de responsabilité.

Les sécheresses, ou simplement la baisse de précipitations, déclenchent des migrations internes à certains pays africains : exode rural, avec son impact sur les villes et leurs périphéries de bidonvilles. Une minorité, pas les plus pauvres ni les plus vulnérables de ces émigrés intérieurs, mais les plus aptes, tente ensuite de migrer vers les pays développés.

Les migrations qui suivent certains phénomènes tels que des ouragans sont souvent définitives.

Un tiers des habitants de la Nouvelle-Orléans ne sont jamais revenus y vivre. Pendant la catastrophe, ceux qui sont restés dans la ville étaient souvent les plus pauvres. Cette grande ville a vu sa démographie transformée radicalement et en quelques semaines.

Aujourd'hui encore, la migration peut aggraver ou bien réduire les risques de conflits.

Des réponses techniques, socio-économiques et politiques pourraient d'ici à 2050 prévenir ou réduire les migrations climatiques. Dans les cas inévitables, il s'agira de gérer une partie ou certains aspects des migrations et en limiter les coûts humains et les autres conséquences néfastes. La défense sera nécessairement sollicitée, à un niveau variable et selon des modalités diverses.

En premier lieu, la réponse mondiale doit être préventive. Elle devrait consister en des accords mondiaux efficaces pour la lutte contre le réchauffement climatique.

Même avec de grands efforts de limitation des émissions de GES, les risques d'importantes migrations climatiques existeront au cours du 21^{ème} siècle. Ces phénomènes pourraient être, dans une certaine mesure, davantage accompagnés plutôt que complètement subis. En limiter les coûts humains pourra nécessiter des accords internationaux considérant aussi bien les pays ou régions de destination que les pays ou régions d'origine.

Le Haut Commissariat aux Réfugiés, de facto, a été conduit à apporter son concours²², passant outre un mandat qui le limitait à la gestion des réfugiés politiques.

Il est nécessaire de développer un cadre international pour la gestion des flux migratoires et la reconnaissance du statut de réfugié environnemental, ceci étant justifié par les enjeux de justice et de responsabilité autant que de sécurité globale et régionale.

La convention cadre des Nations-Unies sur le changement climatique, outre son volet de réduction des émissions de GES, offre un cadre international pour l'adaptation au changement climatique. Cette notion d'adaptation participera à la prévention et au traitement des situations de migration.

Au niveau global, régional ou national, un traitement politique de ces phénomènes nécessiterait une plus grande connaissance ou une plus claire mise en lumière de la réalité des migrations. Car « produire des réfugiés » est encore souvent jugé comme dévalorisant et la marque d'un Etat défaillant, ce qui peut conduire à minimiser ou nier ces phénomènes, et en retarder la prise en compte.

Certaines migrations seront lentes, progressives, résultant de très nombreuses décisions individuelles. D'autres, résultant de phénomènes extrêmes et intenses, seront rapides et massives.

Les missions de sécurité pour les armées devront donc tenir compte de ces migrations environnementales ou climatiques qui risqueront²³ de déboucher sur des conflits armés : s'opposer à des flux migratoires, contenir des populations réfugiées.

La problématique des ressources en eau

Le changement climatique est l'un des facteurs d'évolution des cycles hydrologiques depuis plusieurs décennies²⁴. Il contribue à la modification des précipitations (régime, intensité,

²² Quoique les interventions en situations de catastrophes naturelles n'entrent pas dans le mandat du HCR, celles-ci sont néanmoins devenues de plus en plus fréquentes à la suite du tsunami de 2004, à la suite duquel le HCR avait lancé une opération d'envergure. Après les interventions lors du tremblement de terre du Cachemire en 2005, des inondations au Kenya en 2006 et du cyclone Nargis en 2008, celles-ci sont devenues une composante importante de l'activité du HCR, au point que l'organisation s'est proposée, en 2009, pour coordonner la protection des déplacés en cas de catastrophes naturelles.

²³ http://www.defense.gouv.fr/das/prospective_de_defense, prospective géostratégique à l'horizon des 30 prochaines années, chapitre ressources et environnement, publié officiellement en février 2008.

²⁴ IPCC, « Climate change and water », Technical paper n°IV, 2008, sur le site internet du GIECC.

variabilité) de la couverture neigeuse et de la fonte des glaciers, de l'humidité dans les sols, du débit des cours d'eau ou encore du taux de vapeur d'eau dans l'atmosphère.

Si le réchauffement conduit à l'échelle globale à une augmentation de l'évaporation (et donc des précipitations), les caractéristiques hydrologiques des grandes aires climatiques vont être exacerbées. Les précipitations diminueront entre autres dans les zones déjà arides et semi-arides (régions subtropicales, et supra-tropicales de latitudes basses ou moyennes), et augmenteront dans plusieurs parties des aires intra-tropicales et dans celles de hautes latitudes dans l'hémisphère Nord. Dans les régions où elles devraient rester stables annuellement, les précipitations seront plus abondantes en hiver et plus concentrées en été, ce qui favorisera des périodes de sécheresse plus longues, tout en augmentant les risques d'inondation.

Au-delà d'un volume théorique annuel, c'est la manière dont les précipitations vont se distribuer qui va conditionner l'eau réellement disponible pour les usages humains. Or, les régimes des précipitations, leur variabilité saisonnière ou interannuelle, ou encore l'occurrence d'évènements climatiques extrêmes, vont accroître les difficultés de gestion de la ressource, et corrélativement les tensions relatives à l'eau.

La disponibilité de l'eau dépendra également de l'état des milieux récepteurs. L'allongement de la durée de culture, la hausse prévisible de l'évapotranspiration (avec le réchauffement) et la perspective d'étés plus chauds risquent d'accroître la dépendance de l'agriculture à l'eau de l'irrigation, sur une période plus étendue qu'aujourd'hui. Les arbitrages pour la répartition de la ressource s'annoncent ainsi plus complexes, plus fréquents, avec des débits en baisse aux périodes où l'eau est la plus nécessaire à l'agriculture. L'exacerbation des tensions d'usage liées à la ressource concerne également les eaux souterraines, qui sont menacées conjointement par la hausse des prélèvements pour compenser les déficits en eau de surface, et par une recharge moindre.

Une diminution de plus de 40% du débit moyen des cours d'eau pourrait affecter plusieurs régions à l'horizon 2080 : la côte ouest-africaine, l'Afrique australe, l'ensemble du bassin méditerranéen, le Proche et Moyen Orient, l'Asie centrale, et l'ouest de l'Asie du Sud. Les impacts du changement climatique sur la disponibilité de la ressource en eau vont accroître les risques d'instabilités internes et régionales. Le réchauffement global devient ainsi l'un des facteurs des crises de l'eau, parmi lesquels figurent l'accroissement démographique, la dégradation qualitative de la ressource, l'augmentation de la demande (agricole, domestique...), l'absence de capacités de gestion ou encore le déficit de coopération interétatique.

Au sein d'un État, le changement climatique pèse d'ores et déjà sur plusieurs secteurs stratégiques liés directement ou indirectement à l'eau comme l'énergie ou l'agriculture.

- Des baisses de précipitations vont par exemple réduire significativement le potentiel de production hydroélectrique²⁵. De même, le refroidissement de centrales nucléaires nécessite une quantité d'eau donnée, à une température maximale. Or ces deux éléments sont susceptibles d'être affectés par le changement climatique. Dans les zones où les précipitations diminuent, le recours à des approvisionnements en eau plus lointain (transferts longue distance ou nappes souterraines) et à des ressources de

²⁵ Au Maroc, une baisse des apports en eau de surface au Maroc de l'ordre de 20% au cours des trente dernières années et l'enlèvement des réservoirs ont par exemple conduit à une production hydroélectrique de deux à sept fois inférieure à la capacité de production théorique (3200 Gwh en 2007). Cf. THIVET Gaëlle, « Eau/énergie, Energie/eau et changement climatique en Méditerranée », chapitre 10, cf. Plan Bleu, *Changement climatique et énergie en Méditerranée*, juillet 2008, p.10-10, <http://www.planbleu.org/>.

substitution (dessalement) accroît drastiquement le coût énergétique de la mise à disposition de l'eau²⁶.

- La faible part de la production de céréales échangée dans le monde (3% pour le riz, 15% pour le blé, 20% pour le maïs) expose les cours mondiaux à de fortes variations à la moindre incertitude concernant les récoltes. Or, la diminution des terres cultivables et les pertes de cultures devraient s'accroître, notamment à cause de précipitations et de cyclones plus intenses (pertes de récoltes, érosion), de sécheresses estivales plus marquées, de la hausse de niveau des mers (salinisation déjà en cours des deltas, effets aggravés des tempêtes...) et de l'extension des aires de départ de feu. Dans le même temps, les rendements de l'agriculture pluviale (qui ne nécessite pas d'irrigation) pourraient diminuer de moitié d'ici à 2020 dans certains pays africains²⁷. Cela résulte à la fois de la diminution de la pluviosité annuelle (de moins 20 à 40% en Afrique de l'ouest entre 1931-1960/1968-1990) à l'augmentation de la superficie des terres arides et semi-arides (5 à 8% en Afrique en 2080). La sécurité alimentaire risque ainsi d'échapper aux États les plus vulnérables pour devenir de plus en plus interdépendante, régionale et internationale.

Le changement climatique peut être un facteur aggravant des tensions liées à l'eau dans les bassins hydrographiques transfrontaliers. Les modifications des précipitations, de la couverture neigeuse et des glaciers risquent d'avoir un impact quantitatif sur le débit des rivières. Si le réchauffement global n'est qu'un facteur des crises de l'eau, il rend plus criant les carences de gestion interne et de coopération interétatique, ce qui favorise un changement d'échelle des conflits relatifs à l'eau, du local au régional.

1-4- L'innovation technologique et l'évolution des normes

Concernant les gains sur les réductions d'émissions de GES, de nombreux rapports (voir le paragraphe contexte économique et financier ci-dessus) soulignent que l'innovation technologique est le levier le plus efficace afin d'assurer des gains massifs dans des délais rapprochés. Les nouvelles technologies représentent un potentiel de réduction très intéressant du fait des ruptures qu'elles peuvent induire.

L'Union européenne s'est engagée depuis plusieurs années dans la lutte contre le réchauffement climatique et a conduit à la mise en œuvre d'une politique de recherche verte²⁸. Au travers de l'innovation technologique et la recherche dans différents domaines d'actions comme par exemple l'énergie avec des solutions alternatives (biomasse, les biocarburants, le photovoltaïque), le transport avec les limitations des émissions polluantes, l'apport des nouvelles technologies de l'information et de la communication pour la gestion et la

²⁶ Dans les pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée, la seule demande en électricité pour la mobilisation et la production d'eau douce en 2025, pourrait représenter la moitié des consommations en électricité en 2000. L'impact de l'augmentation du coût énergétique de la mobilisation de l'eau sera également aggravé par un contexte de hausse du prix des hydrocarbures. Cf. Plan Bleu, Des stratégies de gestion intégrée des ressources en eau et en énergie pour faire face au changement climatique, coll. Les Notes du Plan Bleu, n°9, novembre 2008

²⁷ GIEC, Fourth Assessment Report, 2007.

²⁸ http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/index_fr.htm, cadre et actions de la politique climatique communautaire de l'UE.

distribution de l'électricité²⁹, un bon nombre de recherches dans le cadre des PCRD montrent bien qu'une politique de recherche a été mise en place³⁰.

Le secteur de la défense qui s'appuie de plus en plus pour ses équipements sur le civil sera impacté dans ses missions opérationnelles, ses matériels, par les retombées de la recherche civile et les nouvelles normes environnementales européennes. Les moteurs de véhicules consomment ainsi de moins en moins de carburant et offrent des niveaux de pollution toujours plus bas (respect des normes Euro 5 voire Euro 6).

Avec la lutte contre la pollution, la hausse du coût du pétrole et la diminution des énergies fossiles à plus long terme, c'est essentiellement le secteur civil (99% de la consommation nationale française) qui porte pratiquement toutes les évolutions du domaine dans la recherche des énergies alternatives³¹.

D'une manière générale, tous les acteurs de l'aéronautique civile se sont mobilisés pour faire baisser la facture de carburant, l'objectif européen se situe à 50% de réduction de consommation de carburant d'ici 2020. Les efforts sur la conception des plates formes (appareil plus électrique, utilisation de matériaux composites, amélioration de l'aérodynamique) devraient apporter un gain de 5 à 15%, les efforts sur les moteurs de 15 à 25% et la gestion du trafic (navigation optimisée) devrait améliorer la consommation de 5 à 15%.

Pour les normes environnementales, le ministère de la Défense a depuis 2007 mis en place une stratégie de développement durable³². Il s'est engagé dans la protection environnementale des sites et des infrastructures dont il a la responsabilité. L'éco-conception des matériels militaires consiste à intégrer dès les premières études de définition les facteurs qui permettront de minimiser l'impact environnemental du produit pendant tout son cycle de vie³³. Cela concerne les matériaux utilisés, le processus de fabrication, la phase d'utilisation et le démantèlement en favorisant le recyclage. Le règlement européen REACH impose à tout industriel européen de déclarer les substances chimiques importées ou fabriquées. Les normes concernant la protection de l'environnement ont ainsi déjà conduit à un changement de comportement de la part de la défense, mais comme pour l'ensemble de l'administration (comportement éco-citoyen).

Les normes sont internationales, notamment européennes pour la France. Cet enchevêtrement de normes peut rendre complexe son appréhension pour la défense qui doit ainsi respecter dans la conception de ses matériels, dans le déroulement de ses opérations, dans le retrait des

²⁹ http://www.europarl.europa.eu/stoa/publications/studies/stoa2008_03_en.pdf, rapport du parlement européen, STOA qui met en avant les technologies de l'information et de la communication pour lutter contre le changement climatique en réduisant les GES en améliorant le rendement énergétique (ex des smart grids pour la distribution de l'électricité).

³⁰ ftp://ftp.cordis.europa.eu/.../environnement/f_wp_2010_en.pdf, programme de l'Union européenne 2010, thème 6, environnement (including climate change).

³¹ <http://www.frstrategie.org/barreFRS/publications/notes/20060117.pdf>, les énergies alternatives, rapport de la FRS, Michel Asencio, janvier 2006.

³² <http://developpement.durable.sga.defense.gouv.fr>, consulté le 15 avril 2011.

³³ http://www.irsem.defense.gouv.fr/IMG/pdf/nouvelle_retranscription_NZ_avril.pdf, colloque IRSEM du 26 novembre 2010, Impact des exigences environnementales dur l'industrie de défense européenne.

troupes et la remise en l'état du site, les règles du droit français, du droit du pays hôte et du droit international.

Le droit de l'environnement comportait en 1990³⁴, 300 conventions internationales et 35000 textes pour l'ensemble des États. Depuis 1990, ces normes n'ont cessé de se multiplier avec notamment la Convention de Rio de 1992 et ses suites, avec d'importantes directives communautaires, ainsi qu'en France avec la Charte de l'environnement intégrée au Bloc de constitutionnalité en 2005. La prise en compte du changement climatique par le droit est donc importante quant aux textes, mais encore timide dans ses applications.

A ce niveau, nous pouvons aussi mesurer l'asymétrie juridique qui existe entre des États qui limitent leurs émissions de GES, notamment au sein de l'Union européenne, ou qui protègent au maximum des espèces par des quotas, tandis que d'autres États ne prennent pas le même type de mesures restrictives. L'efficacité est aussi dépendante du duel entre protection de l'environnement et développement économique. Les dernières rencontres de Copenhague et Cancún le révèlent. La profusion des normes dans le domaine de l'environnement n'est pas d'ailleurs synonyme d'efficacité dans la protection de l'environnement.

Au final, l'innovation technologique, la fiscalité carbone et les nouvelles réglementations à venir afin de lutter contre les GES et respecter l'environnement, risquent d'entraîner des changements et des modes d'actions différents pour l'économie de défense ainsi que pour les missions et les capacités opérationnelles comme nous avons essayé de l'appréhender dans la 2^{ème} partie de ce rapport, en plus des questions de politique économique, de géostratégie et de sécurité internationale liées aux migrations et à la pression hydrique, comme nous l'avons présenté dans cette première partie.

Partie 2 : Les conséquences pour la fonction de défense

2-1- Le lien entre changement climatique et défense

D'emblée, l'analyse des implications directes du changement climatique sur la défense pourrait apparaître comme assez marginale, ne serait ce que par les échelles de temps des évolutions climatiques prévus par les experts scientifiques au regard de l'utilisation des matériels ou les missions sur les théâtres d'opérations extérieures.

En effet, quelques degrés supplémentaires n'empêcheront en aucun cas les forces terrestres, navales ou aériennes de mener à bien leurs missions, elles qui sont déjà intervenues dans bien des endroits hostiles de la planète : le Tchad, le Liban et désormais l'Afghanistan ? Qui peut oser douter de la capacité des matériels de défense à résister à un environnement un peu plus sévère, eux qui respectent déjà des normes d'environnement intégrant de grandes plages de fonctionnement ? La Marine nationale, quant à elle, ne doit pas s'inquiéter d'une montée probable du niveau des océans de quelques dizaines de centimètres, elle qui compose depuis trois siècles avec les 7 m de marnage de la rade de Brest ? En résumé, le réchauffement climatique a-t-il un impact direct sur la conduite des opérations militaires ?

En posant le problème sous cet angle, on est enclin à conclure que l'impact du changement climatique sur les capacités de défense devrait être effectivement assez marginal. On peut aussi rechercher d'autres angles d'attaque du sujet et, en particulier s'attacher à faire écho aux

³⁴ Selon un recensement du disparu Professeur Alexandre Charles Kiss.

enjeux économiques, géostratégiques, juridiques et techniques du changement climatique identifiés dans la première partie. Il convient également d'élargir la réflexion à tout le secteur de la défense (comportant notamment le ministère de la Défense, l'industrie de l'armement et sa chaîne d'approvisionnement).

Aussi, les thématiques suivantes semblent mériter une analyse particulière :

- Au titre de leurs activités courantes, les acteurs du secteur de la défense sont des acteurs « comme les autres » sur le territoire national et devraient donc être affectés au même titre que le monde civil (paragraphe 2.2),
- Les conséquences géostratégiques du changement climatique pourraient faire évoluer les missions, les zones d'engagement et donc les besoins capacitaires (paragraphe 2.3),
- L'évolution des normes environnementales, des bonnes pratiques et l'adaptation des technologies pourraient être des facteurs d'évolution pour la conception des matériels de défense et la conduite des opérations militaires (paragraphe 2.4).

2-2- Les activités courantes

Engagement de la défense dans le développement durable

Les acteurs de la défense, le Ministère en premier lieu mais également les industriels de l'armement, quelle que soit la spécificité de leurs activités, n'évoluent pas dans un monde à part. Les ressources humaines du secteur ont été recrutées parmi des citoyens toujours plus soucieux et sensibilisés aux problématiques environnementales. Les bases militaires, les centres d'essais, les usines d'armement sont immergées dans des environnements naturels ou urbains qu'ils ne peuvent pas ignorer. Les matériels militaires eux-mêmes recourent de plus en plus fréquemment à des composants civils, toujours plus vertueux, ou à des matières premières de plus en plus rares. Enfin, et ce n'est pas le moindre, les acteurs de ce secteur doivent se conformer aux dispositions législatives et réglementaires en vigueur dans le domaine de l'environnement. Les préoccupations environnementales ne peuvent donc pas être ignorées, y compris dans les domaines très spécifiquement militaires que sont l'acquisition et la mise en œuvre des capacités opérationnelles.

Le ministère de la Défense s'est organisé depuis 2002 pour traiter ce sujet, en s'appuyant sur la SNDD³⁵ (stratégie nationale de développement durable) et a intensifié son effort depuis décembre 2007, date de la publication de son premier plan d'action environnement³⁶.

L'année 2008 marque une étape importante avec la publication du premier rapport développement durable du ministère. Le spectre des actions est large et certaines thématiques sont en lien avec le changement climatique : bilan carbone sur certains sites pilotes et de nombreux objectifs liés au sujet connexe de la maîtrise de l'énergie.

³⁵ La stratégie nationale de développement durable (SNDD) 2010-2013 a été élaborée en application de la loi « Grenelle 1 » du 3 août 2009 (article 1). Elle prolonge et rénove la SNDD 2003-2008, en conformité avec la stratégie de l'UE en faveur du développement durable révisée en dernier lieu en 2006. Elle a été adoptée formellement au cours d'une réunion du Comité interministériel pour le développement durable qui s'est tenue le 27 juillet 2010.

³⁶ Réactualisé en décembre 2009, <http://www.defense.gouv.fr/sga/le-sga-en-action/developpement-durable>.

Politique de la défense en matière d'adaptation et de lutte contre les GES

La défense est un acteur comme les autres en ce qui concerne la mise en œuvre des politiques de lutte et d'adaptation aux GES. La loi dite "Grenelle 1"³⁷ invitait en 2009 à la généralisation des bilans carbone et des audits énergétiques des sites de l'Etat, reprise dans la politique de SNDD. Pour la défense, la mise en place d'instruments financiers pour réduire les GES a commencé par la réalisation du bilan carbone des consommations énergétiques du ministère et de certaines de ses infrastructures.

A titre indicatif, quelques chiffres :

Quelques données énergie/carbone - le ministère de la Défense (2009):

Bilan carbone du ministère : 2 638 000 tonnes CO₂eq

Consommation d'énergie totale : 906 174 tep (1% de la consommation nationale environ)

Consommation d'énergie fossile : 809 000 tep dont :

- Kérosène : 462 000 tep
- Gazole marine : 122 000 tep
- bio-combustibles : 1000 tep

Le coût du carburant représente environ 15 % du coût complet de la mise en condition opérationnelle (MCO) des équipements.

Les émissions liées aux activités opérationnelles des sites ne figurent pas pour l'instant dans le bilan carbone global. Par la suite, les matériels et les capacités opérationnelles, seront progressivement intégrés, même partiellement, aux objectifs de réduction des émissions de GES.

Par ailleurs, des éléments prospectifs de réflexion sur les possibles réductions de GES peuvent être avancés³⁸ :

Les émissions de GES du ministère de la Défense pourraient connaître une diminution lente et progressive, liés à plusieurs facteurs.

Un facteur structurel, le format des armées est appelé à se réduire fortement en personnels (moins cinquante quatre mille hommes d'ici 2014), en matériels (exemples : le nombre de chars Leclerc restant opérationnels a été divisé par deux, le nombre d'escadrons de chasse de l'armée de l'air a aussi diminué depuis 90) ou en nombre de sites.

Un facteur d'ordre technique, la diminution des émissions de GES pourrait venir en effet, de la définition de nouvelles procédures, de nouveaux profils d'emploi, de la formation des utilisateurs³⁹, à court et moyen terme. Ces premiers efforts pourraient ensuite être complétés par l'intégration progressive de biocarburants de synthèse, à l'instar des objectifs visés par les armées américaines et anglaises (le domaine aéronautique civil est un moteur incontestable dans l'innovation de carburants de substitution). Enfin, de nouvelles plates-formes éco-

³⁷ Loi Grenelle 1 n°2009-967 du 03/08/09, art. 48.

³⁸ D'après des éléments d'une étude prospective menée par la FRS pour l'IRSEM.

³⁹ Car il ne faut pas oublier que les plates formes existantes dans les trois armées n'ont pas été conçues dans une logique d'économie d'énergie compatible avec les objectifs de réductions d'émissions de GES d'un facteur 4 en 2050. De plus, dans un contexte d'austérité des dépenses publiques, leur durée de vie est prolongée (exemple du Rafale).

conçues pourraient commencer à succéder à celles existantes à partir de 2040⁴⁰ et contribueraient à limiter l'empreinte carbone.

Autre facteur clé, l'innovation technologique déjà souligné. Les transports terrestres militaires subissent déjà les progrès réalisés par l'industrie automobile civile. Les véhicules de l'armée de terre sont propulsés par des moteurs équipant des véhicules commerciaux qui ont été adaptés à l'environnement militaire ; il y a des études sur l'adaptation de la propulsion hybride sur certains vecteurs permettant des gains de consommation en carburant. Pour le projet du futur hélicoptère lourd, l'émergence des nouvelles technologies du génie électrique (électrotechnique, électronique de puissance et électrochimie) permet aujourd'hui le remplacement de l'hydraulique et du pneumatique par l'électrique et d'améliorer là aussi la consommation de carburant.

D'où la nécessité pour les industriels de défense de mener une veille proactive pour anticiper la pression réglementaire et sociale croissante sur ces questions. En effet, les entreprises de défense, à l'instar de toutes les entreprises auront à intégrer les obligations réglementaires et les attentes sociales liées à la lutte contre le changement climatique.

2-3- Les plans et opérations

L'évolution probable du contexte géostratégique liée au changement climatique aura des impacts sur la défense, aujourd'hui difficile à cerner et à mesurer avec certitude et précision. Toutefois, dans la logique et la cohérence des écrits précédents, il convient de mettre en évidence un certain nombre de conséquences sur la planification, la préparation et la conduite des futures opérations militaires. Le cadre général d'éventuelles interventions s'apparenterait à celui d'actions humanitaires, avec toutefois un besoin de sécurisation plus important à prendre en compte et un champ géographique plus large.

Le besoin d'intervention des forces armées pourrait s'étendre à des zones géographiques sûrement plus éloignées que celles identifiées dans le LBDSN. L'environnement géographique de ces nouvelles zones d'engagement modifierait inévitablement les conditions de la conduite des missions militaires. La volonté politique, qui reste à affirmer, de pouvoir intervenir militairement dans ce cadre induirait inévitablement une reconsidération du référentiel des capacités à détenir par les forces armées.

Evolution probable des zones d'engagement

Le LBDSN décrit un arc de crise s'étendant de l'océan atlantique à l'océan indien. Cet arc ne prend pas en compte explicitement l'Asie du Sud particulièrement concernée dans les paragraphes précédents. Si ce document aborde les nouveaux risques naturels et sanitaires, il ne traite pas les risques spécifiquement liés à un réchauffement climatique.

Concernant les objectifs opérationnels, il est demandé aux forces armées d'être en mesure d'intervenir dans le cadre d'un engagement international sur un théâtre distant de 7 à 8 000 kilomètres de la métropole. L'exposition des zones littorales aux effets du changement climatique pourrait avoir des conséquences importantes sur les opérations et la planification. Or, les récents enseignements opérationnels des forces armées françaises sont liés à leur présence sur le théâtre afghan, dont les caractéristiques essentielles sont une zone continentale, montagneuse et faiblement peuplée. A l'opposé, les zones qui seraient touchées par une montée du niveau des eaux seraient littorales, relativement planes et fortement

⁴⁰ L'Europe finance actuellement des études et des prototypes sur ce thème (exemple le JTI cleansky pour des avions plus propres et moins bruyants) qui auront également des retombées pour la défense.

peuplées. Par ailleurs, dans un avenir proche, certains estiment que 80 % de la population mondiale vivra à moins de 400 km des côtes.

Par ailleurs, l'Arctique qui se transforme peu à peu en un océan ouvert à la navigation maritime de façon saisonnière, constitue un observatoire particulier d'attentions, avec de nouveaux enjeux stratégiques⁴¹ et sécuritaires⁴² à prendre en compte.

Evolution des missions

Aujourd'hui, les capacités militaires dont dispose la France ne sont ni vraiment appropriées ni suffisantes pour intervenir de façon véritablement efficace en situation de catastrophe naturelle de grande ampleur. Il est vrai que les armées françaises ont l'expérience de missions humanitaires et ont souvent été sollicitées dans le cadre de protection aux populations. Toutefois, les caractéristiques des zones d'intervention et l'échelle de ce type de catastrophe nécessiteraient un réexamen précis de l'éventail des capacités à détenir pour que les forces armées puissent intervenir avec une réelle efficacité. Dans ce type de scénarii, il serait sans doute nécessaire d'adapter les savoir-faire « strictement » militaires, de développer des moyens d'intervention spécifiques adaptés aux zones littorales et de mettre l'effort sur la préparation dans des engagements urbains. Le tsunami survenu en 2004 en Asie du sud-est est un cas concret qui a montré combien il était particulièrement difficile :

- d'intervenir sur terre uniquement à partir des airs ou de moyens maritimes ;
- de se déplacer sur des terrains où les voies de communications avaient été coupées ;
- d'acheminer en urgence des moyens sanitaires, d'épuration d'eau ou de fourniture d'électricité.

De même, les enseignements tirés sur des lieux de catastrophes naturelles, telles que les inondations, ont fait état d'autres déficits importants. La coordination des secours et des moyens en provenance de pays étrangers doit impérativement être optimisée : en Haïti par exemple, ce déficit s'est fait grandement ressentir. Les forces armées peuvent également apporter leurs compétences en matière d'organisation, de coordination et d'emploi des moyens de secours avec différents moyens mis en œuvre (ONG, gouvernementaux, mise en cohérence européenne). La France dispose d'unités d'instruction et d'intervention de la sécurité civile (UIISC) qui interviennent régulièrement dans de telles circonstances. Cependant ces moyens sont insuffisants et largement sous-dimensionnés pour faire face à des situations de catastrophes naturelles de grande ampleur.

De même, dans le cadre de scénarii de grandes catastrophes le besoin de sécuriser les personnes et les biens est indispensable. En effet, le manque de ressources de toute part, les situations parfois proches du chaos poussent bien souvent les populations et les différents acteurs locaux vers le désordre où des scènes de pillage sont hélas fréquemment constatées.

⁴¹ PLOUFFE, Joël, *Les puissances tierces dans la zone arctique*, étude IRSEM 2011 à paraître sur le site web de l'IRSEM.

CEYRAT, Antoine, La géopolitique de l'Arctique, entre réchauffement climatique et refroidissement diplomatique, *Enjeux Diplomatiques et Stratégiques 2010*, CEDS, Economica, 2010.

⁴² <http://www.bulletins-electroniques.com/actualites/65046.htm>, compte-rendu d'un atelier de travail organisé par l'OTAN sur la sécurité environnementale dans l'Arctique du 9 avril 2010.

<http://www.articque.uqam.ca>, création d'un observatoire de la politique et la sécurité de l'Arctique (OPSA) en septembre 2010 pour encourager la réflexion sur les enjeux politiques et sécuritaires dans l'Arctique, consulté le 6 juillet 2011.

Dans ce cadre, les forces armées doivent agir aux côtés des forces de police et de sécurité.

Mais la France a-t-elle une réelle ambition politique d'intervenir efficacement dans les zones susceptibles de connaître de graves catastrophes naturelles dues à la montée des eaux ?

Au vu des conséquences du changement climatique et notamment des catastrophes qui pourraient toucher certaines régions du monde, il serait souhaitable, par exemple à l'occasion de l'actualisation du LBDSN, d'assigner aux forces armées françaises cette nouvelle mission ainsi que le niveau de participation envisageable.

Cette ambition politique pourrait ainsi se décliner dans un nouvel objectif opérationnel qui nécessiterait des capacités adaptées à ce nouveau cadre d'emploi.

Les adaptations des matériels viendront surtout des changements d'usages et des nouveaux modes d'actions découlant de l'évolution des missions de la défense : combats terrestres littoraux, engagements en zones urbaines, nouvelles missions pour la marine (piraterie, ouverture de nouvelles routes maritimes en Arctique et apparition de nouveaux territoires avec la fonte du pergélisol, les capacités de projection et de dimensionnement des flottes sont aussi concernées par ces évolutions, elles même conséquences du changement climatique).

Enfin, l'évocation de la pression croissante des normes environnementales peut aussi conduire à soulever de nouvelles implications indirectes du changement climatique : l'évolution de la pénalisation qu'il nous a semblé opportun de signaler.

La pénalisation de la protection de l'environnement va conduire, en effet, l'État à repenser sa soumission aux normes et l'assurance du respect de ces normes. Dans un premier temps, le renforcement des normes concerne les forces armées dans leurs missions et pas uniquement en tant qu'administration. Il faut alors savoir dans quelle mesure ces normes s'appliquent et s'appliqueront aux forces armées en n'étendant pas abusivement la notion d'« atteinte à l'environnement » lors de missions. Le nettoyage des bases, la décontamination et la dépollution sont des réflexes déjà acquis depuis longtemps par les armées. Le souci concerne en revanche les missions militaires qui requièrent un droit spécial adapté au combat.

L'autre aspect de la pénalisation de la protection de l'environnement pour les États est de s'assurer que ces normes sont respectées. Si cette mission relève des forces de l'ordre, d'autres relèvent en revanche des forces armées. Le renforcement des mécanismes de protection de l'environnement conduit et conduira davantage encore demain à de nouvelles missions pour les forces armées. L'exemple le plus fort est sans doute celui de la Marine et de l'action de l'Etat en mer et la surveillance de zones qui pourraient demain être considérées comme d'intérêt fondamental⁴³.

2-4- Les équipements

Les conséquences directes du changement climatique

Les changements climatiques provoqueront des modifications environnementales qui, dans quelques cas, affecteront directement les performances de certains équipements de défense.

En ce qui concerne les composants électroniques des matériels en service, ceux-ci sont généralement d'ores et déjà conçus et largement dimensionnés pour supporter une vaste plage de paramètres physico-chimiques, (température, pression, acidité, hygrométrie, ...)

⁴³ MALLATRAIT, Clémence, *Les différentiels stratégiques en Océanie*, étude IRSEM 2011 à paraître sur le site web de l'IRSEM.

correspondant aux extrêmes de notre globe et variant dans des proportions bien plus importantes que les évolutions de leurs moyennes dues au réchauffement.

Toutefois, une adaptation de certains systèmes et plates-formes pourrait s'avérer nécessaire. On sait déjà que pour les hélicoptères, l'augmentation de la température peut avoir un impact sur la capacité d'emport. Par ailleurs, les performances de certains systèmes sont particulièrement sensibles à une bonne connaissance de l'environnement : c'est le cas des radars, des dispositifs d'artillerie ou bien encore des sonars. Dans ce dernier cas, les évolutions des paramètres physico-chimiques de l'océan affectent la portée et plus généralement la capacité de détection du système sonar. Toutefois, ces changements ne se traduiront pas dans la spécification du système mais devront être intégrées dans les modèles de prévision ou dans l'emploi des capteurs effectuant les mesures météorologiques in situ.

Identifier les équipements pour lesquels les changements de condition d'environnement liés au réchauffement climatique constitueraient donc une voie d'étude à explorer. D'ailleurs, un document de la Marine américaine publié en 2010⁴⁴ s'interroge sur ces changements, en autres sur la guerre sous marine (bien que principalement axé sur les missions en Arctique, ce document souligne le besoin de connaissances environnementales pour la propagation et l'impact de l'acidification des océans sur les performances des équipements).

L'impact direct des politiques de lutte contre le changement climatique

Comme évoqué dans la première partie, l'Union européenne et la France mettent en œuvre des politiques de lutte contre le changement climatique. Ces politiques visent par exemple à mettre en œuvre les actions permettant de répondre aux objectifs du protocole de Kyoto et à engager des actions des actions à plus long terme. Ces politiques peuvent se traduire par des dispositions contraignantes (seuil d'émission, interdiction de substances contribuant à l'effet de serre) soit par des dispositifs incitatifs (bonus-malus, fiscalité, financements de programmes de recherche). L'adoption du paquet énergie climat par l'Union européenne en janvier 2008 ou le vote des lois Grenelle en France illustre ces politiques.

Ces dispositions visent à la fois à réduire la demande énergétique et à augmenter le recours aux énergies "décarbonées". Ces politiques trouvent également des prolongements dans d'autres domaines de l'environnement comme favoriser le recyclage des déchets qui permet d'épargner à la fois les ressources naturelles et les ressources énergétiques.

De manière générale, le secteur de la défense n'est pas exempt de l'application des réglementations environnementales. Il peut toutefois bénéficier de certaines dispositions particulières liées à la spécificité de ses activités ou de ses contraintes, à condition de les défendre lors de l'élaboration des textes. Il convient donc pour le secteur de la défense, d'anticiper les projets législatifs ou réglementaires liés au changement climatique afin de se préparer à se conformer à ces futures normes. Ainsi le secteur de la défense est, par exemple, attentif à l'évolution de la réglementation sur les gaz fluorés. Ces gaz sont utilisés dans les dispositifs d'extinction d'incendie en remplacement de substances appauvrissant la couche d'ozone, interdites par le protocole de Montréal. Or les gaz fluorés possèdent un potentiel de réchauffement climatique important et pourraient être interdits à terme ce qui nécessiterait la remise à niveau de nombreux dispositifs frigorifiques ou d'extinction d'incendie embarqués à bord de plateformes militaires.

⁴⁴ <http://www.nap.edu/catalog/12914.html>, National security implications of climate change for US naval forces.

Dans ce cas précis, il sera nécessaire de faire l'inventaire des dispositifs mettant en œuvre cette technologie, d'étudier la faisabilité des alternatives d'un point de vue technique, économique et opérationnel. Cette analyse permettra de se prononcer sur l'intérêt éventuel d'une exemption et sur la nécessité de financer des programmes de recherche pour trouver des alternatives technologiques aux systèmes existants (ou valider en environnement militaire, des solutions mises en œuvre dans le secteur civil).

Les autres impacts de la lutte contre le changement climatique

Les équipements de défense comportent une part toujours croissante de composants d'origine civile. Ainsi, le monde de la défense bénéficie pour de nombreux systèmes des progrès du marché civil (paragraphe 1-4). Les véhicules de l'armée de terre sont propulsés par des moteurs équipant des véhicules commerciaux adaptés à l'environnement militaire.

Cette dualité représente à la fois une opportunité et une difficulté. C'est une opportunité car le monde de la défense peut bénéficier, sans financement particulier, de technologies toujours plus respectueuses de l'environnement : les moteurs de véhicules consomment de moins en moins de carburant et offrent des niveaux de pollution toujours plus bas (respect des normes Euro 5 voire Euro 6). A contrario, il est nécessaire de s'assurer que ces nouvelles technologies sont compatibles d'un emploi sur un système militaire : les profils d'emploi diffèrent entre un véhicule militaire et un véhicule civil. Les conditions d'environnement et les zones d'emploi sont également différentes. Ces réflexions sont particulièrement importantes pour les motorisations des plates-formes militaires. Les axes de recherche sont aujourd'hui identifiés mais les crédits ne sont pas en place.

Le ministère de la Défense dispose de nombreux atouts pour intégrer les impératifs de changement climatique dans ses activités et les faire prendre en compte par les acteurs industriels. En premier lieu, le ministère de la Défense fait preuve de volontarisme dans la prise en compte du développement durable en général et a déjà entamé des actions relatives au changement climatique. La déclinaison de la SNDD devrait lui donner un cadre de travail pour les années à venir. En ce qui concerne la conception et la réalisation des systèmes d'armes, l'approche coût complet⁴⁵ global est également un atout pour traiter ce sujet car une réduction de l'empreinte carbone d'un équipement se traduit souvent par un investissement à l'acquisition permettant un retour sur investissement rapide lors de l'utilisation. Par ailleurs, les modèles de prévision de coût complet n'intègrent pas aujourd'hui le renchérissement prévisible du coût des carburants ni celui de la taxe carbone. A défaut de pouvoir justifier un investissement initial pour des raisons budgétaires, il est nécessaire de rechercher des synergies entre la performance environnementale et les autres performances, ce que permet l'approche système mise en œuvre par le ministère de la Défense. En revanche, il ne faut pas escompter de progrès rapides liés à la conception des équipements car les plateformes qui représentent l'impact carbone majoritaire sont actuellement en service (Rafale, VBCI) ou en cours de fabrication (FREMM, A400). Pour la plupart, elles ne seront pas remplacées avant 2050. Cela signifie qu'il faudrait faire porter l'effort sur la formation (éco-pilotage), sur l'entraînement et l'utilisation tout en préservant l'efficacité des systèmes.

⁴⁵ Le coût complet d'un équipement signifie que l'on prend en compte toutes les étapes du cycle de vie de l'équipement : le développement, l'acquisition, l'utilisation jusqu'au démantèlement de cet équipement.

2-5- L'empreinte écologique sur les théâtres extérieurs

Le ministère de la Défense comme nous l'avons souligné précédemment se préoccupe de respecter, en priorité sur le territoire métropolitain, les normes environnementales actuellement en vigueur. Cependant, les implications pour les militaires sur les théâtres d'opérations extérieures ne doivent pas être oubliées dans l'adoption de comportements éco citoyens, comme la gestion de l'empreinte carbone laissée, la gestion de l'eau prélevée au détriment des populations locales ou encore l'élimination des déchets de la vie quotidienne.

En effet, il convient de s'y intéresser également pour trois principales raisons.

Tout d'abord, la lutte contre le changement climatique nécessite d'avoir une approche globale et relativement uniforme à l'échelle de la planète. Dans l'avenir, les théâtres d'opérations ne devraient plus pouvoir bénéficier de systématiques dérogations et seront contraints de prendre en compte ces nouvelles données d'environnement.

Ensuite, une maîtrise de l'impact environnemental devrait permettre aux forces engagées de détenir une meilleure autonomie d'intervention. Par exemple, lorsque les forces déployées disposeront d'une meilleure autonomie énergétique, il sera moins nécessaire d'acheminer depuis la métropole du carburant destiné au fonctionnement des groupes électrogènes, des capteurs nouveaux (panneaux solaires, éoliennes, etc.) les auront, au minimum complétés, sinon avantageusement remplacés.

Enfin, concernant la dernière phase d'une opération, à savoir la préparation du retrait des forces d'un théâtre d'opérations, il sera plus aisé de conduire des actions de stabilisation sur un terrain en partie dépollué. La phase de transfert de responsabilités entre la force et les autorités politiques en charge du pays sera effectivement plus aisée si le théâtre, après avoir été le l'objet d'actions de guerre ou de combats, se trouve désormais « relativement propre ».

CONCLUSION

Le changement climatique est l'un des aspects du changement global auquel sont soumis aujourd'hui nos sociétés et notre environnement naturel. Ses impacts directs et indirects seront multiples, touchant notamment au domaine géopolitique, économique, sociétal et technologique.

En effet, le changement climatique est reconnu comme pouvant aggraver des tensions et engendrer des crises.

Il est susceptible d'affecter, de manière plus ou moins directe, les besoins de défense et de sécurité, les modalités de mise en œuvre des capacités opérationnelles, la conception des systèmes d'armes ainsi que l'environnement économique et sociétal de la défense.

La présente étude, réalisée avec des moyens limités, ne prétend pas à une analyse exhaustive. Dans un esprit prospectif, elle a tenté d'examiner les conséquences de ce nouveau contexte pour la fonction de défense et de définir quelques voies d'adaptation visant à maintenir l'adéquation des moyens et le niveau des capacités de la défense nationale au cours des décennies à venir.

Nos recommandations s'inscrivent dans la logique des fonctions stratégiques spécifiées dans le Livre blanc, notamment la connaissance et l'anticipation, la prévention, et l'intervention.

Un besoin de réflexion stratégique et prospective

Aujourd'hui, le changement climatique est une des principales problématiques mondiales, débattue depuis longtemps dans le cadre des Nations-Unies et marquant le paysage géostratégique, économique et diplomatique. On constate qu'il existe peu de documents de prospective établissant le lien entre cette thématique et l'évolution des moyens de la défense nationale à moyen et à long terme.

Aussi, la première recommandation serait d'élaborer une réflexion stratégique systématique sur les relations entre le changement climatique et la défense.

Cette réflexion devrait prendre en compte des crises potentiellement provoquées par le changement climatique et tenir compte des objectifs politiques français et européens quant aux conditions et aux niveaux d'intervention à envisager. Elle pourrait se traduire en plans d'actions, reprenant notamment ceux qui existent déjà au ministère de la Défense, comme par exemple les mesures d'efficacité énergétique et d'atténuation des GES.

Elle pourrait être publiée sous la forme d'un document officiel du ministère de la Défense, à l'instar de ce que fait le ministère de la Défense britannique. Le prochain Livre blanc sur la défense et la sécurité nationale (LBDSN) l'intégrerait.

Un nouveau contexte géopolitique susceptible de modifier les missions

De nouvelles zones potentielles d'intervention lointaine, pour des crises longues

Le changement climatique pourrait accentuer les nouveaux risques naturels et sanitaires dépeints dans le LBDSN et modifier la répartition des ressources en eau affectant ainsi la sécurité alimentaire.

Les zones géographiques de plus grande vulnérabilité aux effets du changement climatique comprennent la rive Sud de la Méditerranée, l'Afrique centrale et la Corne de l'Afrique, des régions d'Asie jusqu'à l'Asie du Sud-Est et l'Indonésie. Certaines de ces régions se situent au delà des 10 000 km actuellement considérés par la France comme la distance maximale pour

des scénarios de projection de forces. Les crises à envisager pourraient être très longues, nécessitant des capacités opérationnelles de nature et d'importance nouvelles.

Les crises humanitaires vécues depuis 2006 en Indonésie, au Pakistan ou en Haïti apportent des enseignements et sont des exemples de crises humanitaires lointaines et durables. Elles ont entre autres illustré la difficulté de coordonner sur le terrain des forces multinationales, des moyens civils ONG notamment, et des unités militaires. Une interopérabilité accrue avec les moyens civils est donc nécessaire.

Même si les cinq fonctions stratégiques définies dans l'actuel LBDSN restent inchangées, de nouvelles conditions d'intervention seraient à étudier.

Nous recommandons qu'à l'occasion de l'actualisation du LBDSN et dans un cadre interministériel soient examinés des scénarios de crises lointaines et durables suscitant les possibles engagements de forces armées françaises dans ces nouvelles missions, et les conséquences sur les moyens.

L'une des réflexions à conduire devrait porter sur les possibilités de réaliser ces missions dans un cadre otanien ou européen, en exploitant l'addition et la complémentarité des moyens.

Des territoires d'opérations potentiels à mieux connaître

Certaines zones géographiques, encore peu connues de nos forces armées, pourraient dans le futur, devenir des théâtres d'intervention, à cause de la modification des milieux ou du fait de crises : certaines régions littorales voire certains grands deltas (par exemple les régions du Gange et du Mékong) ou encore l'Arctique avec l'ouverture de nouvelles voies maritimes.

Des études spécifiques pourraient être conduites pour acquérir des connaissances sur ces environnements géographiques, notamment certains paramètres intéressant particulièrement la défense. Elles pourraient ainsi permettre de définir de nouveaux besoins d'informations ainsi que les moyens de les satisfaire.

Des scénarios extrêmes à étudier

Si les scénarios les plus pessimistes du changement climatique se réalisaient au cours du XXI^e siècle, des migrations environnementales concernant des centaines de millions de personnes pourraient se produire. De telles transformations, affectant des États et des populations dans leur essence-même, seraient d'une ampleur telle que les moyens de la défense, bien qu'indispensables, n'apporteraient qu'une réponse très partielle. Ces scénarios extrêmes restent peu étudiés. Une réflexion anticipatrice pourrait favoriser l'appréhension régionale des risques et l'ébauche de scénarios de solutions. Cette problématique dépasse le champ classique des études de défense et concerne la sécurité globale.

Un nouveau contexte pour l'économie de la défense

Une stratégie de développement durable déjà définie

La défense, dans son fonctionnement courant, est soumise, comme n'importe quel autre acteur, à un environnement économique et sociétal modifié par les politiques de développement durable et celles relatives à l'énergie et au climat. Cette évolution intéressant la défense a été relativement peu examinée dans le cadre de la présente étude car elle n'est pas spécifique au monde de la défense, ni en terme de contrainte, ni en terme de solution. Ainsi, par exemple, la maîtrise de l'empreinte-carbone liée au chauffage des locaux ou au déplacement du personnel est traitée par des plans d'actions que le ministère de la Défense développe en déclinant au niveau ministériel la stratégie nationale de développement durable (SNDD).

Les énergies renouvelables

Au delà de l'adaptation à un nouveau contexte, à la conformité à des exigences imposées à tous, à la veille technologique, il peut être intéressant d'accentuer certaines études relatives à l'emploi des énergies renouvelables. En effet, ce domaine au niveau international, fait l'objet de recherches et d'investissements croissants, pouvant modifier rapidement l'offre, aussi bien sur le plan technologique qu'au niveau des coûts.

Dans une perspective d'économie et de gestion, le recours accru aux énergies renouvelables pourrait réduire certaines dépendances énergétiques extérieures, les aléas associés, la volatilité des coûts notamment logistiques et accroître l'autonomie.

L'un des objectifs du recours aux énergies renouvelables est le développement de l'autonomie énergétique sur les théâtres d'opérations extérieures. Accroître l'autonomie, c'est aussi réduire les flux logistiques et certaines vulnérabilités des forces déployées. Il s'agit alors de gains économiques mais aussi d'avantages opérationnels, voire stratégiques.

Les études sur l'emploi des énergies renouvelables pourraient ainsi être accentuées.

L'évolution des équipements et de leurs conditions d'emploi

De nouvelles capacités pour de nouvelles zones d'intervention

A long terme, l'évolution des missions et des zones d'intervention risque de faire appel à de nouvelles capacités et de nouveaux équipements susceptibles d'être déployés en environnement Arctique, en zone littorale ou dans certains grands deltas, cités précédemment. Il pourrait être utile de mener des études relatives aux concepts des forces militaires déployées et aux équipements adaptés à ces milieux particuliers.

L'impact sur les performances de certains systèmes

Les équipements de défense sont actuellement conçus selon des normes d'environnement suffisamment sévères pour ne pas être remises en cause par des évolutions climatiques. Toutefois, à long terme, les modifications, même mineures, de certaines conditions d'environnement affecteront les performances de certains systèmes : la capacité d'emport des hélicoptères diminue avec l'augmentation de la température, et les performances des sonars dépendent de caractéristiques physiques de l'océan comme la température et l'acidité. Des études spécifiques relatives à ces systèmes, particulièrement sensibles aux conditions d'environnement, devraient être conduites.

Les évolutions réglementaires, la dépendance aux technologies duales

Les modifications du contexte réglementaire et technologique risquent d'influer largement la conception et l'utilisation des équipements de défense. Ainsi, des règlements visant à maîtriser les émissions de GES pourraient contraindre la fabrication et la mise en œuvre des équipements de défense. L'interdiction des HFC dans les dispositifs d'extinction d'incendie et les dispositifs frigorifiques représenterait par exemple un enjeu technique et financier important pour la défense.

Le marché des technologies civiles évoluera pour s'adapter au double enjeu de l'énergie et du changement climatique. Les équipements de défense étant composés d'une part de plus en plus importante de composants civils, seront naturellement concernés par cette évolution. Cette dualité peut constituer une opportunité pour les matériels de défense car ils bénéficieront alors de performances environnementales accrues sans surcoût particulier. A contrario, cette évolution du marché civil peut également représenter un risque important si ces technologies civiles plus vertueuses ne sont pas compatibles avec les exigences du monde militaire. La défense devra en particulier s'adapter aux nouveaux carburants disponibles sur le marché mondial.

La réduction des émissions de gaz à effet de serre : une démarche progressive et à long terme

La réduction des émissions de GES associées aux opérations ou à l'entraînement des forces armées doit s'envisager comme un objectif à long terme, sujet à de fortes contraintes.

D'une part, la durée des cycles de vie des équipements militaires est très longue, typiquement plusieurs décennies. En 2050, une grande partie des navires, aéronefs et véhicules terrestres en service seront issus de programmes conçus à la fin du XX^e siècle ou au début du XXI^e siècle : cette partie de l'avenir échappe largement à la « maîtrise » des consommations énergétiques par les acteurs de la défense.

D'autre part, le nombre et l'intensité des opérations auxquelles est, ou sera, appelée la défense est un paramètre majeur des consommations d'hydrocarbures. Ceci dépend de la situation internationale et en tout état de cause relèvera de décisions politiques échappant à toute modélisation et prévision.

Pour le très long terme, les seules marges de progrès résident dans les objectifs à assigner lors de la conception des nouveaux programmes d'armement quant à l'empreinte carbone des équipements dans leur cycle de vie.

A court terme, elles résident dans certaines optimisations relatives à la mise en œuvre des matériels comme par exemple la formation du personnel à l'éco-pilotage, le recours accru aux simulateurs dans le cadre de l'entraînement ou bien encore l'optimisation de la logistique.

Bibliographie

Ouvrages

GEMENNE, François ; MAGNAN, Alexandre ; TUBIANA, Laurence, *Anticiper pour s'adapter, le nouvel enjeu du réchauffement climatique*, Pearson Education, 2010.

GEMENNE, François, *Géopolitique du changement climatique*, Armand Colin, 2009.

JOUZEL, Jean, *Climat dangereux*, Dunod, 2007.

JOUZEL, Jean ; LORIUS, Claude ; RAYNAUD, Dominique, *Les glaces, le climat et l'environnement*, Odile Jacob, 2008.

LE TREUT, Hervé, *Nouveau climat sur la Terre, comprendre, prédire, réagir*, Flammarion, 2009.

TAITHE, Alexandre, *L'eau. Un bien. Un droit*, Stratégies et prospective, 2008.

Documents et rapports officiels

La Documentation française, série de rapports sur le climat.

Sites web

<http://www.ladocumentationfrancaise.fr/dossiers/changement-climatique/ouvrages.shtml>,

Collection de rapports sur le climat.

http://www.academie-sciences.fr/publications/rapports/pdf/climat_261010.pdf, rapport de l'académie des sciences, le changement climatique, 26 octobre 2010.

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Table-ronde-finale-de-la.html>, plan d'adaptation national au changement climatique, MEEDEM, novembre 2010.

http://www.defense.gouv.fr/das/prospective_de_defense, document de prospective géostratégique de la Délégation aux affaires stratégiques, chapitre ressources et environnement, consulté en janvier 2011.

<http://www.mod.uk>, site du ministère de défense britannique.

<http://www.defense.gov/QDR/>, site du ministère de défense des États Unis.

www.ipcc.ch, site du GIEC.

<http://www.un.org/fr/climatechange/>, site du portail des nations unies.

http://www.wbgu.de/wbgu_jg2007_kurz_engl.html, document du centre de réflexion WGBU allemand.

<http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/IMG/pdf/99389.pdf>, union européenne, rapport sur le changement climatique et la sécurité internationale, mars 2008.

<http://www.frstrategie.org/barreFRS/publications/notes/20071003.pdf>, note de la FRS sur le Changement climatique et la sécurité internationale, 2007.

<http://www.ladocumentationfrancaise.fr/revuescollections/questionsinternationales/articles/38-taithe.pdf>, article de 2009 de la FRS sur la prise en compte de l'environnement dans les études stratégiques.

<http://www.industrie.gouv.fr/energie/facteur4>, rapport du groupe de travail "Division par quatre des émissions de gaz à effet de serre de la France à l'horizon 2050", sous la présidence de Christian de Boissieu, Ministère de l'économie des finances et de l'industrie, Août 2006.

http://www.strategie.gouv.fr/IMG/_NA203_CANCUN_DDD-1.pdf, note de veille du Conseil d'Analyse Stratégique, Un enjeu de Cancun : relancer la coopération climatique en améliorant la transparence des émissions nationales de gaz à effet de serre, décembre 2010.

<http://www.industrie.gouv.fr/energie/facteur4>, rapport du groupe de travail "Division par quatre des émissions de gaz à effet de serre de la France à l'horizon 2050", sous la présidence de Christian de Boissieu- Ministère de l'économie des finances et de l'industrie, août 2006.

<http://www.regards-citoyens.com/article-selon-l-onu-pour-sauver-le-climat-il-faut-creer-de-nouvelles-taxes-mediapart-62888895.html>, selon l'ONU pour sauver le climat, il faut créer de nouvelles taxes, décembre 2010.

<http://www.europarl.europa.eu>, conférence du parlement européen récemment organisé sur l'arctique et ses enjeux, septembre 2010.

www.articque.uqam.ca, création d'un observatoire de la politique et la sécurité de l'Arctique (OPSA) pour encourager la réflexion sur les enjeux politiques et sécuritaires dans l'Arctique, notamment mais non exclusivement ceux touchant le Canada, septembre 2010.

<http://www.bulletins-electroniques.com/actualites/65046.htm>, compte-rendu d'un atelier de travail organisé par l'OTAN sur la sécurité environnementale dans l'Arctique, publié le 9 novembre 2010.

http://www.europarl.europa.eu/stoa/publications/studies/stoa2008_03_en.pdf, rapport du parlement européen le STOA qui met en avant les technologies de l'information et de la communication pour lutter contre le changement climatique pour divers domaines de la distribution d'électricité et du rendement énergétique des infrastructures, mars 2008.

<http://www.frstrategie.org/barreFRS/publications/notes/20060117.pdf>, énergies alternatives Rapport de la FRS, Michel Asencio, janvier 2006.

<http://www.nap.edu/catalog/12914.html>, committee on national security implications of climate change for US naval forces, avril 2010.

http://www.oecd-ilibrary.org/environment/ranking-port-cities-with-high-exposure-and-vulnerability-to-climate-extremes_011766488208, ranking of world's cities most exposed to coastal flooding today and in the future, novembre 2008.

Reuves spécialisées

GEMENNE, François, « Migrations et déplacements de populations dans un monde à +4°C », *Revue études*, tome 144/6, juin 2011.

Les conséquences géostratégiques du réchauffement climatique, *Les cahiers de Mars*, Paris, Association Mars, n°200, juin 2009.

Climat, défense et sécurité, *Défense*, n°141, septembre-octobre 2008.

Changement climatique, enjeu géostratégique, n°341, *Futuribles*, mai 2008, pp.17-30.

MASCRE, David, Climat : enjeu de sécurité ou contrôle stratégique, *Revue Défense Nationale*, n°727, février 2010.

Le climat : risques et débats, *Questions internationales*, Paris, *la Documentation française*, n°38, juillet-août 2009.

Changement climatique et sécurité intérieure, Notes de la FRS, décembre 2008.

Le Compromis de Cancun : Vertu du pragmatisme ou masque de l'immobilisme, Rapport de Recherche, *Koyré Climate Series*, n°3, février 2011.

CEYRAT, Antoine, « La géopolitique de l'Arctique, entre réchauffement climatique et refroidissement diplomatique », *Enjeux Diplomatiques et Stratégiques 2010*, CEDS, Economica, 2010.

BERKMAN, Paul ; YOUNG, Oran, « Governance and Environmental Change in the Arctic Ocean », *Science*, vol. 324, avril 2009.

Une croissance verte ? Responsabilité et Environnement, *Annales des mines*, n°62, janvier 2011.

Glossaire

- AFD Agence française de développement
- CGDD Commissariat général au développement durable
- CAS Centre d'Analyse Stratégique
- DAS Délégation aux affaires stratégiques
- DCNS Direction des constructions navales
- DGA Direction générale de l'armement
- DGEC Direction générale de l'énergie et du climat
- EMAT Etat-major de l'armée de terre
- FREMM Frégate multi missions
- FRS Fondation pour la recherche stratégique
- GIEC Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
- IRSEM Institut de recherche stratégique de l'école militaire
- IDDR I Institut du développement durable et des relations internationales
- LBDSN Livre blanc sur la défense et de la sécurité nationale
- MEDDTL Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement
- ONERC Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique
- PCRD Programme-cadre de recherche et de développement
- SNDD Stratégie nationale de développement durable
- STOA Science and technology options assessment
- VBCI Véhicule blindé de combat d'infanterie