



Contrainte énergétique et changement climatique pour les armées : de la nécessité d'un « plan C »

Recherches & Documents

N°05/2023

Aurélien Trébouvil

Chef d'escadron, Officier de l'armée de Terre

Mai 2023

www.frstrategie.org

FONDATION
pour la **RECHERCHE**
STRATÉGIQUE

SOMMAIRE

RESUME.....	3
INTRODUCTION.....	5
PROPOS PRELIMINAIRE.....	6
1. DU RISQUE D'AGGRAVATION DES FAIBLESSES STRUCTURELLES.....	8
2. DES LIMITES DES STRATEGIES MISES EN ŒUVRE.....	11
2.1 DE LA COMPREHENSION DU PROBLEME.....	12
2.2 DES LIMITES DU « PLAN A »	12
2.3 DES LIMITES DU « PLAN B »	13
3. DE LA NECESSITE D'UN « PLAN C »	16
3.1 DE L'USAGE DES SCENARIOS EXISTANTS.....	17
3.2 DU ROLE DES LOW TECH DANS LA RESILIENCE DES ARMEES.....	19
3.3 DES MESURES PRAGMATIQUES DE RESILIENCE.....	21
CONCLUSION.....	24

Contrainte énergétique et changement climatique pour les armées : de la nécessité d'un « plan C »

Résumé

La raréfaction des ressources fossiles ainsi que le changement climatique pressent les armées de revoir leurs modèles de réflexion sur l'ensemble de la chaîne logistique mais aussi à adapter leurs équipements en conséquence. La pensée majoritairement avancée jusqu'à présent est celle d'une adaptation du système par une compensation technologique. Or, cette compensation reste également soumise d'une part à des contraintes physiques (raréfaction d'autres ressources annexes, telles que les terres rares nécessaires à la fabrication des technologies en question), d'autre part à des résultats parfois contre-productifs d'un point de vue économique, de l'efficacité énergétique ou encore sécuritaire.

Partant de ce constat, les risques identifiés seraient un manque de consistance dans les efforts à fournir, car ceux-ci seraient, en l'état, trop dilués et mal cadrés au regard des missions et enjeux auxquels l'armée française doit faire face. De fait, trois scénarios sont envisagés ici, avec chacun son fil de pensée, ses opportunités et ses limites.

- Le plan A envisage l'inertie du système énergétique et capacitaire sur la base actuelle, supposé tenir jusqu'en 2050, et incite à approfondir les méthodologies existantes de sécurisation des approvisionnements en énergies fossiles dont l'utilisation devra perdurer encore quelques décennies (par exemple par la constitution de stocks stratégiques, etc.).
- Le plan B correspond à la volonté de répondre aux enjeux climatiques et énergétiques par de nouvelles technologies de type *high tech* et propose par exemple la recherche de carburants alternatifs, d'hybridation des systèmes ; néanmoins, les résultats finaux peuvent être amenés à devenir contre-productifs en raison de nouvelles contraintes liées (rapport poids/puissance, accumulation de systèmes complexes, etc.).
- La proposition d'un plan C donne une ouverture sur des pistes de réflexion complémentaires qui offriraient certaines opportunités jusqu'à présent (quasi) absentes des textes doctrinaux, normes ou autres documents militaires. En effet, les projections entrevoyant des risques systémiques croissants sur l'approvisionnement en ressources, il s'agirait alors de mettre en valeur les notions de résilience des

systèmes et de sobriété énergétique (usage du *low tech*, logistique anticipatrice, etc.).

En somme, la combinaison de ces trois scénarios dans une réflexion transverse et complète au sein des armées permettrait d'éviter les risques de dilution des efforts en matière énergétique et face aux changements climatiques. Cette piste de réflexion invite à une coordination des efforts primant sur la recherche de « faire plus avec moins », particulièrement autour des questions de mobilité (exemple : recours plus fréquent au ferroviaire sur le territoire national), l'engagement humain (entre autres par l'augmentation du nombre de réservistes), la prolongation de la vie de certains équipements.

Introduction*

« Les cinquante prochaines années verront s'exacerber les tensions, les maladies, les pénuries ; nous n'avons plus le temps de développer de nouvelles filières, de nouveaux médicaments, de nouvelles règles du jeu »¹.

« Deux facteurs en se combinant définissent les limites à la croissance : la limite des sources et la limite des exutoires présents sur Terre »².

La prévision de Jacques Blamont et le constat de Dennis Meadows exprimés en 2004³ semblent avoir gagné en pertinence ces dernières années et interrogent sur l'existence de « limites à la croissance ». Les « surprises » stratégiques se multiplient⁴ et créent des crises complexes, simultanées, aux effets cumulatifs : contraction économique, crise sociale, crise des approvisionnements énergétiques en métropole ou en opérations, crise des frontières en Europe de l'Est ou dans les Balkans, attentats djihadistes en Europe de l'Ouest, crise sanitaire globale, événements climatiques extrêmes, etc. Dans un contexte où par ailleurs tous les agrégats mondiaux croissent fortement⁵ et sont autant de signaux du dépassement des limites planétaires⁶, d'autres surprises se produiront et des scénarios inimaginables se dérouleront. Compte tenu des effectifs et des équipements disponibles, les forces armées peuvent très rapidement être mises à rude épreuve alors qu'elles sont déjà engagées à un très haut niveau⁷. Dans ce cadre, comment les Armées devraient-elles aborder le problème dans le but d'atténuer ces risques croissants ?

Le dépassement des limites planétaire⁸ (dont le dérèglement climatique et la contrainte énergétique sont deux signaux) et ses conséquences pourraient devenir, à court terme,

* Document clos en janvier 2023.

¹ Jacques Blamont, *Introduction au siècle des menaces*, Odile Jacob, Paris, 2004, p. 12. Ancien membre de l'Académie des sciences, professeur émérite à l'Université Paris VI, père de l'aventure spatiale française.

² L'auteur choisit d'inscrire son travail dans le cadre conceptuel des limites planétaires. Il explore les conséquences de ses applications directes et indirectes sur les Armées. Le concept des limites planétaire propose un cadre de développement volontairement limité pour les activités humaines afin de pérenniser une existence dans des conditions jugées favorables. Les auteurs soutenant cette thèse sont notamment Rockström *et al.*, « Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet », *Science*, Vol. 347, n° 6223, 15 janvier 2015 ; Dennis Meadows, Donella Meadows, Jorgen Randers, *Les limites à la croissance (dans un monde fini)*, *Le rapport Meadows trente ans après*, L'écopoche, Paris, 2004 (réédition du rapport de 1974), p. 46.

³ Ces auteurs ne sont pas isolés et de très nombreuses publications, récentes ou anciennes, alertent sur les limites de la science, du progrès technique et des processus en cours : Aurélien Barrau dans *Le plus grand défi de l'histoire de l'humanité* (2019), Jean-Marc Jancovici dans *Dormez tranquille jusqu'en 2100 et autres malentendus sur le climat et l'énergie* (2015), Jean Fourastié dans *Lettre ouverte à quatre milliards d'hommes* (1970), Paul Valéry dans *Regards sur le monde actuel* (1945).

⁴ Quelques exemples récents : éclatement de la « bulle internet » de mars 2000 à mars 2003, attentats du 11 septembre 2001, crise financière de 2008, conflits dans l'ex-URSS, ou encore crise de la Covid-19.

⁵ Dépenses d'armement, croissance démographique, déficits et dettes des États, consommation d'énergie et de matières premières, niveaux de pollution, événements climatiques extrêmes, perte de biodiversité, etc.

⁶ Dennis Meadows et Jorgen Randers estiment dans la seconde mise à jour de leur rapport de 1972 (édition de 2004 ; p. 31) qu'il « faudra encore dix ans pour pouvoir observer clairement les conséquences du dépassement et vingt ans pour que le dépassement soit accepté comme un état de fait », c'est-à-dire 2014 et 2024.

⁷ *Revue stratégique de défense et de sécurité nationale*, octobre 2017, DICOD, p. 29.

⁸ « Une population et une économie sont en dépassement lorsqu'elles puisent des ressources et émettent des polluants à un rythme non soutenable, mais ne se trouvent pas encore dans la situation où le stress qu'elles imposent aux systèmes vitaux est suffisamment fort pour qu'elles soient contraintes de réduire leur

l'ennemi majeur des Armées françaises puisqu'il est capable de rendre inopérants ou inutiles tout ou partie des capacités des Armées. Sur cette base, les Armées ne peuvent pas se passer d'un plan de résilience complémentaire aux stratégies actuelles de remontée en capacité initiées par l'actualisation de la Loi de programmation militaire (LPM) de 2015⁹, la Revue stratégique de 2017, son actualisation de 2021 et la Revue nationale stratégique de 2022, ainsi que la LPM 2019-2025¹⁰. Il s'agit ainsi, par l'ajout d'un pan stratégique supplémentaire, de couvrir tout le champ des possibles, de la très haute technologie au « *low tech* » et à la sobriété, et de ne pas se contenter du « solutionnisme technologique » et du « *greenwashing* » ambiants, ou encore du simple espoir de jours meilleurs. Il s'agit de s'inscrire dans l'esprit voulu par le général Burkhard : « *Face à cette tendance de fond [contexte international dégradé], il faut en permanence faire preuve de la plus grande agilité : embrasser les changements contre lesquels on ne peut agir, et saisir toutes les opportunités pour défendre les intérêts stratégiques de la France et de l'Europe* »¹¹.

Après un propos préliminaire, il s'agira de souligner la nécessité de ne pas aggraver les faiblesses actuelles des Armées, en particulier de l'armée de Terre, puis de souligner les limites de deux approches actuelles, avant de présenter une direction complémentaire qui devrait enrichir le débat sur la préparation de l'avenir.

Propos préliminaire

Afin d'examiner de la manière la plus juste possible les enjeux du dépassement des limites planétaires, et donc les questions climat et énergie pour les Armées, il est nécessaire de s'accorder sur des écueils à éviter pour ne pas tomber dans des analyses biaisées qui représenteraient « des chemins qui ne mènent nulle part » et n'auraient donc pas ou peu d'utilité pour les Armées.

Le premier écueil est de ne pas prendre en compte le caractère global et irréversible des risques liés au dépassement des limites planétaires, tel qu'il est exprimé dans le rapport Meadows, dont le dérèglement climatique et l'épuisement progressif des ressources sont des conséquences¹².

Ensuite, le questionnement se doit d'être intégré dans une vision systémique du monde : « *Nous considérons les nombreux éléments constitutifs de la démographie, de l'économie et de l'environnement comme un seul et unique système planétaire aux innombrables interactions. Nous voyons des stocks, des flux, des rétroactions et des limites dans les*

consommation ou leurs émissions. [...] Le dépassement s'explique par un retard dans la réaction. [...] Si une société ne considère que les signaux relatifs à la disponibilité des stocks et non ceux portant sur la vitesse de reconstitution de ces derniers, elle est condamnée au dépassement » (Meadows, Randers, *op. cit.*, pp. 289-290).

⁹ La Loi de programmation militaire (LPM) 2014-2019 a été modifiée en 2015 dans le sens d'un accroissement des ressources des Armées à la suite des attentats djihadistes.

¹⁰ Ces différents documents ont été complétés par la stratégie énergétique de défense en 2020 et par la stratégie climat et défense en 2022. Ces deux documents seront abordés plus loin.

¹¹ Général d'Armée Thierry Burkhard, *Vision stratégique du CEMA*, EMA COM, octobre 2021, p. 3.

¹² Travaux de l'Académie des Sciences, travaux de Météo France, rapports du GIEC, rapport Meadows, rapports du *Shift Project*, rapports de l'Agence internationale de l'énergie, etc.

interrelations, et tout cela influe sur la façon dont le système va se comporter à l'avenir et donc sur les mesures que nous pourrions prendre pour modifier son comportement »¹³. Ainsi, il est nécessaire de ne pas raisonner *toutes choses égales par ailleurs*, car par ailleurs, tout est mouvant. Il convient donc de raisonner et d'aborder le problème de manière dynamique et systémique, ce qui est plus complexe mais plus enrichissant.

De ce fait, les solutions ne peuvent devenir pertinentes que si la réflexion qui les a fait naître a été transdisciplinaire : civil / militaire, tacticien / logisticien, ingénieur / scientifique / chercheur, praticien / théoricien, haut / bas de la hiérarchie, sciences humaines / sciences, etc. Des réflexions menées sans cette diversité ne peuvent que mener à des erreurs ou à des biais. Énergie, climat, innovation ou encore logistique, transport et économie ne doivent pas être pensés séparément afin de ne pas passer à côté de l'identification des problèmes et des risques associés, et donc des solutions pertinentes. Il convient donc de ne pas se limiter à considérer chaque sujet en silo mais plutôt de manière articulée et cohérente.

En outre, il n'est pas réaliste de s'aveugler d'« utopies technologiques ». En effet, superposer une solution technologique à un problème technologique a peu de chance de simplifier les choses. Jacques Blamont nous alertait dès 2004 : « *La seconde moitié du XXème siècle a démontré la fausseté de l'idée que la science guérirait les maux de l'humanité, une idée que j'ai moi-même longtemps chérie. Comparable à la langue d'Esopé, la science guérit des maux mais en engendre d'autres que nous ne savons guérir, car les remèdes seraient politiques. Et ceux-là mêmes qui devraient les appliquer n'oseraient en prendre le risque* »¹⁴. De plus, une innovation pertinente sur un prototype est souvent inapplicable lorsqu'elle est rapportée à l'échelle du problème. De ce point de vue, la prise en compte des effets rebonds¹⁵ et des effets de seuil¹⁶ des solutions envisagées doit être systématique.

De la même manière, il est nécessaire de comprendre que les solutions souvent séduisantes dans le monde civil sont peu applicables ou peu adaptées au monde militaire et inversement. À titre d'illustration, l'utilisation du biocarburant pour les 45 millions de véhicules immatriculés en France¹⁷ semble illusoire compte tenu des volumes correspondants tandis qu'elle pourrait être davantage pertinente pour les besoins des 21 000 véhicules terrestres de l'armée de Terre.

Ce point rejoint un autre préalable qui est celui de maîtriser les ordres de grandeur du sujet abordé. Il n'y a que 222 chars Leclerc dans l'armée de Terre¹⁸ ; baisser, par exemple, leur

¹³ Meadows, Meadows, Randers, *op. cit.*, pp. 39-40.

¹⁴ Blamont, *op. cit.*, p. 534.

¹⁵ Effet qui supprime un gain d'efficacité d'une technologie (économie d'énergie ou de ressources par exemple) par une adaptation (augmentation de consommation) du comportement de la société ou du consommateur. Cet effet a été énoncé par William Stanley Jevons, économiste britannique en 1865 dans son ouvrage *The coal question*.

¹⁶ Effets de seuil qui peuvent être illustrés par exemple par la formule bien connue dans la logistique : « 1 = 0 ». Il ne faut donc jamais descendre à un moyen unique mais toujours conserver une redondance avec deux moyens. Par ailleurs, des effets de seuil sont nombreux dans la logistique : par exemple, soutenir un système ou plusieurs systèmes nécessitera globalement les mêmes ressources avec plusieurs seuils non proportionnels.

¹⁷ Il y a environ 38 millions de voitures en circulation en France, 6 millions de véhicules utilitaires légers et 600 000 poids lourds, dont 300 000 camions.

¹⁸ Ministère des Armées, *Les chiffres clés de la Défense*, août 2020, p. 22.

consommation de 10 % en les hybridant ne changera que peu de chose au problème « énergie – climat – logistique » mais ajoutera complexité, risque de défaillance, surcoût, obsolescence rapide, etc. Les avantages liés à une hypothétique furtivité ou à un surplus de puissance ponctuel semblent bien légers face à la prise en compte du cycle de vie complet de la solution envisagée.

Par ailleurs, le ministère des Armées doit être considéré dans deux périmètres différents : celui de la vie courante et celui de la vie opérationnelle. Ces deux périmètres doivent être abordés différemment dans les études qui peuvent être menées. Par exemple, la vie courante des Armées peut être soumise à une transition des usages notamment en termes de mobilité (télé-activité, réunions audio, co-voiturage, etc.) tandis que la vie opérationnelle fondée sur la mobilité est difficilement compatible avec de nouveaux usages.

Au final, il ne faut pas « insulter l'avenir » en écartant d'emblée certaines pistes de réflexion qui peuvent paraître atypiques de prime abord. Aussi, chercher à avoir le plus de cordes possibles à son arc devrait être une ligne de conduite évidente. C'est tout l'enjeu des propos qui vont suivre.

1. Du risque d'aggravation des faiblesses structurelles

« *Un allié puissant mais surmené* » – c'est ainsi qu'un rapport de 2021 de la RAND Corporation pointe le « manque de profondeur » des forces armées françaises dans la perspective d'un conflit conventionnel dans la durée : « *France currently possesses one of Western Europe's most capable militaries, owing to the country's commitment to maintaining as wide a range of military capabilities as possible and preserving its capacity to handle any kind of conflict, including high-intensity conventional warfare, without the necessity of allies. (...) However, the French, because of their strategic priorities, still have a greater range of capabilities than most other European militaries. France's capacity to sustain a high-end, conventional conflict nonetheless is limited. The French military might be able to accomplish all its assigned missions at once, but it lacks depth, meaning that such demanding operations would quickly exhaust both its human and material resources* »¹⁹.

Partant de ce constat, l'augmentation du budget des Armées en cours depuis 2015 ne suffit pas à affronter les défis à venir. La mise en place dans l'ensemble des Armées et services de nouveaux équipements plus complexes et plus consommateurs d'énergie que la génération précédente fait peser sur les fonctions logistiques un poids croissant qui les positionne à la limite de la rupture²⁰. En effet, la logistique demeure une fonction opérationnelle stratégique insuffisamment pensée par le haut commandement militaire²¹. Les scénarii d'affrontement de haute intensité font prendre conscience de cette faiblesse structurelle. Il reste cependant encore une marche importante à franchir entre la prise de conscience du

¹⁹ Stéphanie Pezard, Michael Shurkin, David Ochmanek, *A Strong Ally Stretched Thin. An Overview of France's Defense Capabilities from a Burdensharing Perspective*, RAND Corporation, Santa Monica, 2021, p. 9.

²⁰ L'exemple des acheminements stratégiques illustre bien ce point. Un avion Antonov-124 peut transporter six VAB mais seulement trois Griffon ; un porte-engin blindé peut embarquer deux VAB mais seulement un Griffon.

²¹ Olivier Kempf, *La logistique, une fonction opérationnelle oubliée*, L'Harmattan, Paris, 2012.

problème et la mise en œuvre de solutions. C'est ce que souligne le général Vincent Desportes dans une note de 2021 : « *Nos belles armées ont d'immenses qualités, dont celle de l'excellence. Elles ont quelques défauts, le moindre n'étant pas leur manque d'épaisseur, donc leur manque de résilience et de capacité à durer dès lors que les opérations changeraient de nature, de volume et de rythme* »²².

Si, en plus de ce « manque de profondeur » structurel, les Armées se contraignent par des restrictions sur les émissions de gaz à effet de serre (GES) et par un rôle plus important dans les interventions post-catastrophes naturelles²³, le risque est d'aggraver encore la situation délicate de l'outil militaire. Les moyens qui seraient alloués à ces deux objectifs pourraient être consacrés plus efficacement à d'autres postes de dépenses du ministère.

D'une part, pour le ministère des Armées, la réduction de l'empreinte carbone ne peut porter que sur les activités de la vie courante du ministère ou être une externalité positive des travaux sur la transition énergétique dans le volet opérationnel des Armées. En effet, les risques sont trop importants aujourd'hui, dans un contexte international dégradé, pour faire porter un effort de réduction d'empreinte carbone sur les activités opérationnelles des Armées qui sont en charge de la survie de la Nation. Par ailleurs, un effort de réduction de l'empreinte carbone est d'autant plus difficile à comprendre que la part du ministère des Armées ne représente que 0,8 %²⁴ dans la consommation pétrolière nationale (utilisée à 7 % pour la mobilité²⁵ et à 27 % pour les infrastructures). Cette position a notamment été soulignée par le général Lecointre, ancien chef d'Etat-major des Armées²⁶, et par Nicolas Regaud, conseiller climat du Major général des armées²⁷, lors d'un colloque organisé à l'École militaire par le Centre interarmées de concepts, de doctrines et d'expérimentations (CICDE) en mai 2021. En somme, la France, en qualité de puissance d'équilibre, dotée de l'arme nucléaire, se doit de rester crédible et efficace. Ainsi, les Armées (volet opérationnel), qui sont l'*ultima ratio* de la Nation, ne doivent pas être une cible privilégiée du besoin de faire des économies de consommation de carburants ou de réduire la « pollution » de manière générale²⁸. Ce point est d'autant plus vrai que dans leur volet opérationnel, les

²² Vincent Desportes, « Reconstruire la défense du territoire », *Revue Défense Nationale*, n° 837, février 2021, pp. 61-68.

²³ Préconisations énoncées dans : François Gemenne, Julia Tasse, Sofia Kabej, Roman Monange, Fanny Babalone, *Rapport d'étude n° 15 : Intégration des enjeux climato-environnementaux par les forces armées*, IRIS, Observatoire géopolitique des enjeux des changements climatiques en termes de sécurité et de défense, janvier 2021 ; mais aussi dans la Déclaration conjointe lors du Forum de Paris sur la Paix le 12 novembre 2021 intitulée « Changement climatique et forces armées », qui met en avant les Armées comme acteur engagé de la lutte contre le changement climatique avec un volet « atténuation » (« *reduction measures* »), qui vise à réduire les émissions de GES des Armées.

²⁴ Le ministère des Armées est majoritaire dans la consommation de l'État et l'exemplarité est cruciale pour appuyer les efforts de tous les secteurs en termes d'atténuation des émissions de GES. Cependant, il convient de prendre en compte la position particulière des Armées (protection des intérêts supérieurs de la nation) par rapport à d'autres secteurs non régaliens.

²⁵ Pour la mobilité (73 % des 0,8 %), la répartition est la suivante : 50 % pour l'aéronautique, 25 % pour la Marine, 20 % pour l'armée de Terre et 5 % pour d'autres usages.

²⁶ L'adaptation des Armées pour contribuer à la lutte contre le changement climatique ne doit pas remettre en cause l'efficacité opérationnelle des Armées, qui est supérieure aux enjeux environnementaux.

²⁷ La logique de réduction des émissions de gaz à effet de serre pour les Armées alourdit considérablement leur fonctionnement pour un résultat insignifiant au regard des enjeux.

²⁸ Cette particularité a également été reconnue dans la loi de transition énergétique de 2015 (actualisée par la loi d'orientation des mobilités de décembre 2019), qui précise que les véhicules d'intérêt général (Police,

Armées ont déjà optimisé leur mobilité et les marges restantes sont faibles. En effet, agir sur le nombre de déplacements est quasi impossible car cette donnée est indépendante de la volonté des Armées et s'inscrit en réaction. Par ailleurs, on ne peut pas réduire les vitesses de circulation des véhicules, des navires et des aéronefs puisqu'il s'agit d'une grande partie de leur assurance-vie. En outre, agir sur les modes de déplacement pour aller vers des modes actifs (marche à pied, vélo) et partagés (« co-voiturage ») est déjà la règle dans les Armées. Contrairement au monde civil, les déplacements militaires de courte, moyenne ou longue distance se font dans des engins militaires occupés au maximum de leur capacité (véhicules de transport de troupes, autocars, véhicules légers, navires, trains, etc.) et les engins lourds sont transportés sur porte-engins, sur des trains, dans des navires ou des avions. En outre, la simulation est utilisée à grande échelle depuis plus d'une quinzaine d'années et, là aussi, les marges d'augmentation sont limitées car la confrontation au réel est irremplaçable. De même, les équipements militaires, compte tenu de leur coût élevé et de la nécessité de les maintenir en condition opérationnelle sur une très longue période, disposent d'une maintenabilité élevée. Leur fabrication est essentiellement française ou européenne et consomme donc une électricité décarbonée (en France) avec des standards de fabrication normés. Les derniers efforts que pourraient mettre en œuvre les Armées pourraient porter sur les profils environnementaux des véhicules, navires ou aéronefs, mais cela est peu réaliste à moyen terme du fait, notamment, de la course mondiale à l'armement et à l'innovation *high tech* et de la très longue durée de vie des programmes d'armement.

D'autre part, en ce qui concerne les interventions post-catastrophes naturelles, les Armées ne pourront jamais pallier les lacunes des acteurs du monde civil. Ce sont avant tout les responsables menants qui doivent augmenter leurs capacités. Il s'agit notamment du ministère de l'Intérieur et du ministère des Affaires étrangères et de leurs cellules de crise, mais aussi du Centre opérationnel de gestion interministérielle des crises (COGIC), des organismes divers tels que l'Office national des forêts (ONF), et, enfin, le maillage des collectivités locales (Direction de l'entretien des infrastructures par exemple) et des entreprises de service public comme EDF ou les opérateurs téléphoniques. Cet aspect est souligné par le Centre interarmées de concepts, de doctrines et d'expérimentations (CICDE), qui précise que : « *En premier lieu, ses [l'État] capacités de sécurité civile devront être repensées en adéquation avec les vulnérabilités climatiques de son territoire et les besoins de projection pour répondre aux interventions extérieures de secours d'urgence* »²⁹. Le ministère des Armées doit, de ce point de vue, conserver sa place de « concourant » (coopération interministérielle) avec ses moyens duaux (civil/militaire) lorsque les autres capacités font défaut³⁰. Cependant, il se doit de partager ses analyses d'anticipation avec les autres ministères afin que tous les acteurs prennent bien en compte les défis à relever. Dans le même temps, il ne faut pas tomber dans la naïveté, et cette contribution des Armées doit rester un domaine de réflexion pour elles malgré leur taux d'engagement opérationnel très

Gendarmerie, Douanes, administrations pénitentiaires, etc.) ne sont pas soumis au taux de 50 % de renouvellement de la flotte au profit de véhicules à faibles émissions.

²⁹ Centre interarmées de concepts, de doctrines et d'expérimentations (CICDE), *Changements climatiques et enjeux pour les forces armées françaises*, Éclairant thématique interarmées, septembre 2021, p. 25.

³⁰ *Ibid.*, p. 20 (la règle des « quatre I » de l'instruction ministérielle 10100 du 14 novembre 2017 : inexistant, insuffisant, inadapté, indisponible).

élevé depuis de nombreuses années (« cœur du métier »), incomparable avec d'autres armées européennes³¹.

Enfin, le recours à la coopération européenne ou internationale, bien que nécessaire, ne doit pas faire croire que les solutions majeures viendront par ce biais³². Les tensions avec le Royaume-Uni et les États-Unis, les difficultés à dégager des positions européennes communes (Covid-19, immigration, Europe de la défense, politique énergétique...) ou encore les réponses modestes des pays européens au recours par la France, après les attentats de 2015, à l'article 42.7 du Traité de l'Union européenne³³ illustrent les limites de la coopération lors de crises ou de ruptures majeures. Ces dernières nécessitent, au moins dans un premier temps, des réactions rapides et donc, souvent, autonomes. Le delta temporel est donc l'enjeu majeur.

Les Armées ont au final intérêt à se préoccuper de leur faible « épaisseur » et des contraintes énergétique et climatique avec pour priorité la résilience afin d'être en capacité d'assurer en toutes circonstances la défense des intérêts stratégiques de la France, en commençant par la protection du territoire national. Ainsi, les Armées ne devraient pas se disperser, notamment par un effort disproportionné sur la réduction des émissions de GES ou sur le développement de capacités d'intervention post-catastrophes naturelles, mais au contraire se concentrer sur un nombre très restreint de priorités compte tenu du manque de temps et de ressources humaines à consacrer à ces questions³⁴. Un cadre de réflexion doit être fixé face aux risques portés par le dépassement des limites planétaires dont le dérèglement climatique³⁵ et la contrainte énergétique sont des conséquences.

2. Des limites des stratégies mises en œuvre

« Le dérèglement climatique agit comme un catalyseur pouvant exposer l'Homme [et les États] à des tensions sociales, des situations hydro-conflictuelles, des tensions sécuritaires, etc. Celles-ci peuvent dégénérer en crise sécuritaire, sanitaire, économique, migratoire, voire en crises multifactorielles », pointe le CICDE³⁶. La stratégie générale du ministère des Armées est en place³⁷. Elle est cependant parcellaire, notamment dans la prise en compte des limites planétaires telles que présentées dans le rapport Meadows et appliquées aux Armées. Comprendre le problème du dépassement de celles-ci, sanctuariser l'ère du pétrole,

³¹ Plus de 30 000 militaires français engagés dans des déploiements opérationnels (Ministère des Armées, *Les chiffres clés de la Défense*, édition août 2020, p. 21).

³² Le besoin de coopération a été mis en avant une nouvelle fois dans la Déclaration conjointe à l'issue du Forum de Paris sur la Paix le 12 novembre 2021 intitulée « Changement climatique et forces armées ».

³³ Traité de Lisbonne, article relatif à la défense mutuelle (solidarité en cas d'agression).

³⁴ Idéalement, il serait possible de chercher encore des marges par des méthodes « agiles » pour accélérer les boucles doctrines-formations-équipements.

³⁵ Qui se caractérise par la vitesse et l'intensité du changement dont l'intensité et la fréquence des événements climatiques extrêmes qui se démarquent du changement climatique « naturel ».

³⁶ CICDE, *op. cit.*, p. 14.

³⁷ Revue stratégique de défense, vision stratégique du CEMA, stratégie énergétique de défense, stratégie climat et défense, etc.

rechercher des solutions énergétiques alternatives représentent trois priorités qui ne sont pour autant pas suffisantes.

2.1 De la compréhension du problème

Pour que la réponse stratégique soit cohérente, le problème doit être parfaitement compris. Or, l'appropriation par les principaux acteurs du ministère des Armées du problème des limites planétaires, bien que mis en exergue depuis quelques années, ne semble pas suffisante. La priorité est de mieux intégrer, dans les travaux de réflexion en cours au sein du ministère, le fait que le dépassement des limites planétaires et l'effondrement, au sens d'un processus lent ponctué de ruptures, sont en cours. Il convient cependant de noter que les pays occidentaux sont pour l'instant moins affectés que d'autres pays davantage exposés³⁸. Faire comprendre le problème doit donc passer par la diffusion d'une culture « énergie – climat » adaptée à chaque étape de la carrière des officiers mais aussi à tous les personnels du ministère (civils et militaires)³⁹.

2.2 Des limites du « plan A »

L'essence d'une armée dans son volet « vie opérationnelle » est la mobilité et donc la logistique associée. S'il n'y a pas de mobilité, il faut des moyens de contre-mobilité et accepter potentiellement une forte attrition. Or, les moyens de contre-mobilité sont très réduits dans les Armées et une forte attrition semble inenvisageable compte tenu du manque de profondeur humaine et matérielle évoqué précédemment⁴⁰. Il faut donc être mobile, ce qui signifie aujourd'hui disposer de carburant fossile. La question de l'énergie s'est peu posée aux chefs militaires jusqu'à la fin des années 2010. Or, l'ère du pétrole abondant et peu coûteux semble révolue même si elle devrait encore durer de longues années⁴¹.

Dans ce domaine, la stratégie énergétique de défense issue des conclusions du groupe de travail « énergie » rendues en septembre 2020 dresse, dans un premier temps, des constats justes, en particulier sur les difficultés d'approvisionnement à venir. Cette anticipation donne lieu, dans un second temps, au développement d'une stratégie d'adaptation fondée notamment sur ce que l'on peut appeler trivialement un « plan A » et un « plan B ». Le « plan A » consiste à s'accommoder de l'inertie du système énergétique et capacitaire actuel qui est censé tenir au moins jusqu'en 2050 – 2050 correspondant au moment où une alternative énergétique crédible pourrait exister. Il est explicité dans la stratégie énergétique de défense et synthétisé par deux expressions : « consommer sûr » et « consommer moins ».

³⁸ Aurélien Barrau, *Le plus grand défi de l'histoire de l'humanité*, Michel Lafon, Neuilly-sur-Seine, 2020.

³⁹ Aurélien Trébouvil, « Contrainte énergétique et changement climatique : éléments de réflexion pour les Armées », *Notes de la FRS*, n° 64/2020, 22 octobre 2020, pp. 7-8.

⁴⁰ Pezard, Shurkin, Ochmanek, *op. cit.*

⁴¹ Rapport du *Shift Project* pour la DGRIS intitulé *Approvisionnement pétrolier futur de l'Union européenne : état des réserves et perspectives de production des principaux pays fournisseurs*, mai 2021.

Ce « plan A » est parfaitement nécessaire pour les trente prochaines années compte tenu de la composition des capacités des Armées qui se met en place⁴² et de la doctrine d'emploi afférente, toutes deux fondées sur toujours plus de consommation énergétique. Cette stratégie énergétique propose, face à la mono-dépendance au pétrole du ministère des Armées dans son volet opérationnel, d'étayer encore davantage notre résilience pétrolière. Cela passe en particulier par le maintien de la politique du carburant unique⁴³, l'augmentation des stocks stratégiques, la diversification des sources d'approvisionnement et la sécurisation des flux, ou encore la diminution de la consommation, le déploiement d'un plan cyber sécurité pour les systèmes numériques liés à l'énergie, etc. En résumé, il faut renforcer ce qui est connu et maîtrisé, c'est-à-dire faire avec l'énergie fossile, héritage du XXème siècle. La limite principale de ce plan est qu'il ne prévoit pas de ruptures majeures en termes d'approvisionnement ou de distribution de pétrole, ruptures qui pourraient survenir à tout moment.

En outre, il ne faudra pas sous-estimer les transformations industrielles à venir dans le secteur automobile⁴⁴ et leurs conséquences pour les équipements des Armées et leur soutien. En effet, l'objectif de décarbonation complète des transports d'ici 2050 n'est que peu compatible avec la mise en service actuelle des équipements des Armées qui devront être soutenus jusqu'en 2060 dans un cadre industriel où les motorisations thermiques auraient disparu. Dans un tel contexte, à horizon 2050, les capacités de l'industrie militaire à soutenir une « armée fossile » seront très limitées et/ou se réaliseront à des tarifs exorbitants compte tenu des liens indissociables qui existent avec l'industrie civile. Dans un tel contexte, il pourrait alors être nécessaire de faire appel – jusqu'à un certain point – à des entreprises extra-européennes avec les risques associés.

2.3 Des limites du « plan B »

La stratégie énergétique de défense met également en place un « plan B » résumé par trois actions : « consommer moins, coopérer et s'organiser ». Ce « plan B » est une voie exploratoire intéressante mais il est très fragile et ne serait mature qu'au mieux en 2050.

Ce plan est celui des nouvelles technologies et de l'optimisme. Il est porté au niveau national à la fois par les Armées, par la Direction générale de l'armement (DGA) et par la base industrielle et technologique de défense (BITD). Au niveau international, il est développé en particulier au sein de l'OTAN par le *NATO Energy Security Centre of Excellence*⁴⁵. Ce plan vise à « *favoriser l'emploi de nouvelles technologies et des carburants de nouvelle génération afin d'améliorer les performances opérationnelles et la résilience énergétique des forces* »⁴⁶. Il

⁴² Il s'agit notamment des modèles d'Armée de Terre Scorpion puis Titan, dont le projet de char « MGCS », et du projet d'avion « SCAF » pour l'armée de l'Air et de l'Espace.

⁴³ Politique « otanienne » qui vise l'interopérabilité opérationnelle entre alliés.

⁴⁴ Les tendances civiles devraient aller vers la mise en circulation de véhicules sobres (aérodynamisme, efficacité des moteurs), plus légers, d'un nombre croissant de véhicules électriques, avec une recherche de baisse des émissions de CO₂ à l'usage mais aussi à la fabrication.

⁴⁵ Voir en particulier Ana Gogoreliani, Fabio Indeo, Teimuraz Puluzashvili, « Energy efficiency and renewable energy solutions in NATO and PfP countries' military operations », Vilnius (Lituanie), juillet 2021.

⁴⁶ Dossier de presse, *Stratégie énergétique de défense*, Centre média du ministère des Armées, p. 7.

repose sur la recherche d'énergies alternatives, et de combinaisons de celles-ci entre elles ou avec le pétrole, pour faire fonctionner l'ensemble de nos systèmes d'armes. Les Armées sont engagées dans une course technologique. Ainsi, pour le général d'Armée Schill, « [l']armée de Terre pressent qu'en 2040, elle sera robotisée comme elle pressentait à la fin de la Première Guerre mondiale qu'elle allait devenir blindée. Une erreur serait de mal négocier le virage tactique, voire la rupture, porté par des évolutions technologiques »⁴⁷. Cette position semble optimiste et ne pas prendre en compte les risques à venir de dégradations, cumulatives ou simultanées, de la situation générale (économique, énergétique, sociale, etc.).

De plus, ce plan B se fonde sur une « fuite en avant technologique » (empilement de technologies) et sur certains écueils d'ailleurs énoncés dans le propos préliminaire (prise en compte insuffisante des ordres de grandeur, des effets de seuil...). L'exemple caricatural est celui de la motorisation hybride des véhicules militaires. La question peut en effet se poser de l'utilité d'hybrider un véhicule pour économiser hypothétiquement 10 % de carburant lorsque celui-ci consomme nativement en moyenne 30 % de plus que la génération précédente. Les technologies de motorisation hybride⁴⁸ empilent deux systèmes (le système électrique étant plus ou moins important selon le niveau d'hybridation retenu) et donc augmentent mécaniquement les risques de défaillances et les difficultés logistiques pour, au final, une réduction de la consommation et de l'empreinte carbone quasi inexistante.

En outre, les risques sont bien rappelés dans la stratégie énergétique de défense, notamment celui de déplacer le problème en remplaçant une dépendance au pétrole par une dépendance à des technologies et à des minerais stratégiques ou encore aux brevets étrangers. Jusqu'à quand pourra-t-on produire et entretenir des équipements nécessitant des quantités croissantes de minerais dont l'extraction, le raffinage, etc. reposent sur des fondements qui sont de plus en plus fragiles (taux décroissant de minerai par tonne de roche, par exemple)⁴⁹ ? Pour autant, ces risques semblent peu pris en compte pour une vraie stratégie de résilience. D'ailleurs, le pari de la maîtrise technologique semble raisonnable tant que l'on dispose de la supériorité opérationnelle, mais combien de temps pourrait durer cette supériorité dans un conflit symétrique ou asymétrique dès lors que les pertes physiques, et donc les difficultés logistiques et morales (au sens du moral des troupes), commenceront à s'accumuler tous azimuts ?

Ces deux plans (A et B) sont accompagnés de mesures visant davantage de performance, d'efficacité ou encore d'optimisation. La stratégie énergétique de défense contient aussi un volet qui vise à développer une culture de la sobriété énergétique. Il s'agit en particulier d'appliquer la norme ISO 50001⁵⁰ notamment en opérations extérieures. Ces mesures sont intéressantes mais insuffisantes pour régler le problème, et risquées par l'ajout de couches

⁴⁷ Général d'Armée Pierre Schill, chef d'état-major de l'armée de Terre, « Conflits de haute intensité, l'armée de Terre se prépare », *Défense et sécurité internationale*, Hors-série n° 80, octobre-novembre 2021, p. 13.

⁴⁸ Un démonstrateur de Griffon hybride est prévu pour 2022-2025.

⁴⁹ Sur ce domaine, consulter les rapports d'étude publiés par l'association « SystExt » (Systèmes extractifs et environnement) : systext.org.

⁵⁰ Organisation internationale de normalisation, *ISO 50001 : Management de l'énergie, vise à faire un usage plus efficace et plus rationnel de l'énergie*, cette norme promeut l'utilisation de nouvelles technologies à haut rendement énergétique, la limitation du gaspillage, l'amélioration des processus pour réduire la facture énergétique, etc., 2018.

supplémentaires de complexité technologique. Dans ce domaine, les calculs, présentés dans le rapport de l'entreprise Réseau de transport d'électricité (RTE) d'octobre 2021⁵¹, concernant la consommation électrique précisent que la sobriété ne pourrait représenter qu'une économie de 15 % de la consommation globale. Ce chiffre peut être raisonnablement repris par extension pour les Armées et la consommation de carburant (mobilité) ou d'électricité (infrastructures). Pour les Armées, économiser 15 % de consommation « énergétique » par l'addition de systèmes complexes visant la sobriété ne peut qu'accentuer les difficultés. Un exemple concret est le projet d'éco-camp présenté dans la stratégie énergétique de défense. Celui-ci doit théoriquement permettre de réduire de 40 % d'ici 2030 la consommation énergétique globale d'un camp militaire déployé en opération par l'ajout de technologies d'optimisation de la consommation, et de production électrique à base d'éolien et de solaire avec des solutions de stockage. Ce système laisse un « reliquat » de 60 % de consommation « traditionnelle », c'est-à-dire à base de carburant fossile. Or, compte tenu du risque de défaillance du système énergétique qui produit 40 %, il ne serait pas raisonnable pour un chef militaire de prendre le risque de ne pas disposer d'un système redondant capable de compenser la défaillance⁵². Il y aura donc, ici comme ailleurs, empilement de systèmes pour un résultat risqué, du fait de l'emploi des Armées et de leur besoin énergétique « en tous temps et en tous lieux ». De telles avancées technologiques représentent-elles un réel progrès ?

En outre, la climato-conception (conception adaptée à un monde à + 2° C), l'écoconception⁵³ (qui est portée par la DGA) ainsi que le recours au biocarburant sont les trois pistes les plus évidentes, car « simples », et les plus prometteuses, car ayant un niveau de maturité suffisant pour envisager un emploi croissant à moyen terme. Cependant, hormis pour quelques programmes mineurs, les effets de la climato-conception et de l'écoconception sont des effets à long terme, qui ne porteront leurs fruits (quantitativement) que sur la prochaine génération d'armements, c'est-à-dire après 2050-2060. Cette échéance est trop lointaine pour ne pas envisager des alternatives. Par ailleurs, le recours au biocarburant est la piste la plus évidente à court et moyen terme et la plus explorée. En effet, afin d'atteindre l'objectif d'incorporation dans le carburant fossile à hauteur de 5 % en 2030 et de 50 % en 2050⁵⁴, le recours aux biocarburants aéronautiques synthétiques de deuxième génération (non issue de production agricole alimentaire mais de résidus de végétaux ou de bois) semble nécessaire pour les Armées mais ne pourra jamais être un moyen de substitution complet. Par ailleurs, le rendement énergétique (rapport entre la quantité d'énergie obtenue et la quantité d'énergie de départ consommée) de ce biocarburant de deuxième génération n'est pas satisfaisant, de même que la soutenabilité d'une telle solution (filrière d'approvisionnement en biomasse et localisation de la production).

⁵¹ RTE, *Futurs énergétiques 2050, principaux résultats, résumé exécutif*, octobre 2021, p. 20.

⁵² Avec les actuels groupes électrogènes, la solution de redondance est de dimensionner d'emblée le nombre de groupes électrogènes en tenant compte d'éventuelles défaillances. La solution technique est donc la même.

⁵³ L'intégration des aspects environnementaux dans la conception et le développement de produits peut être appelée écoconception. La référence en la matière est la norme ISO 14062, qui décrit les concepts et les pratiques ayant trait à l'intégration des aspects environnementaux dans la conception et le développement de produits ou services. Pour les Armées, il s'agit surtout de traiter, dans le domaine des équipements, des économies d'énergie, des substances dangereuses et du démantèlement.

⁵⁴ Selon la feuille de route ministérielle du secteur aérien des Armées.

Par ailleurs, les technologies 100 % électrique ou hydrogène pour des usages de mobilité posent d'énormes problèmes d'intégration dans les véhicules et de logistique (approvisionnement en matières premières, fabrication, stockage, transport, ravitaillement, réseau et infrastructures, réglementation, compétences, autonomie, etc.) et dépendent de trop nombreuses ruptures technologiques (électrolyseurs, piles à combustible, batteries, etc.) pour être crédibles à moyen terme pour les Armées.

Enfin, les réflexions de la *Red Team* de l'Agence Innovation Défense (AID) sont également nécessaires mais insuffisantes. La qualité des scénarios est indéniable ; leur développement sur de longues durées (2030 à 2060) avec plusieurs étapes est appréciable et donne une profondeur dans la réflexion. Les menaces imaginées sont crédibles, cependant les scénarios font preuve d'un très fort tropisme technologique et se développent à partir d'hypothèses de départ qui s'ancrent bien sur des faits plausibles (par exemple l'évolution de *Facebook* vers *Méta*, ou encore la montée des eaux) mais demeurent éloignées des scénarios plus prosaïques publiés par d'autres organismes qui seront évoqués ultérieurement.

Compte tenu des limites remarquables de ces deux plans (A et B), de l'absence de « solution miracle » à l'échelle des Armées et des ruptures de plus en plus fortes qui se succèdent, la France devrait se doter d'une troisième voie.

3. De la nécessité d'un « plan C »

D'abord, « *en contexte de pénurie de moyens, une supériorité technologique sur l'adversaire acquise au prix d'une consommation énergétique toujours croissante reste-t-elle un facteur de supériorité opérationnelle pertinent dans le cadre de conflits armés de 'basse intensité' dont l'asymétrie est par ailleurs nivelée par l'environnement ?* »⁵⁵. Cette question pourrait également s'appliquer aux conflits de haute intensité symétrique.

Ensuite, la complexité technologique est-elle plutôt gage de résilience ou source de vulnérabilités ? En cas de pénuries, ou à mesure que les contraintes écologiques et de ressources vont se resserrer, comment la situation sera-t-elle gérée collectivement, comment les Armées peuvent-elles se positionner dans un tel scénario ?

Par conséquent, les limites des stratégies évoquées *supra* rendent impératif l'ajout d'un volet supplémentaire à la réflexion stratégique afin de faire face plus efficacement aux « surprises » qui se succèdent. L'objectif serait de rechercher la complémentarité des différents niveaux de radicalité des approches « pro-technologie » ou « pro-sobriété ». Afin de boucler la boucle d'une stratégie globale, il s'agirait donc de préparer un « plan C » qui s'appuierait sur une résilience à base de pragmatisme, de sobriété et de *low tech*. Ce « plan C » serait le plan du réalisme, de la lucidité et de la responsabilité, c'est-à-dire une assurance supplémentaire qui constituerait finalement le véritable « plan B » en attendant 2050.

⁵⁵ Angélique Palle, Edouard Jolly, « L'environnement comme problème stratégique, transition énergétique et changement climatique dans les armées françaises », *Champs de Mars*, n° 35, 2/2020, p. 98.

3.1 De l'usage des scénarios existants

Le recours aux scénarios existants dans divers documents de référence devrait servir de base à la mise en place d'une stratégie prospective de réflexion agile en les appliquant spécifiquement aux Armées françaises avant de chercher à imaginer des scénarios nouveaux ou alternatifs.

L'objectif est d'inscrire dès le départ la réflexion dans le cadre des limites physiques planétaires et ainsi de raisonner dans le cadre d'un « gâteau » qui ne croît pas perpétuellement et qu'il faut partager avec les autres (optimisation sous contrainte globale). Il convient de s'inscrire également dans le contexte d'un monde qui, à horizon 2050, devrait avoir fortement avancé sur la voie de la neutralité carbone. Cette démarche pourrait se prolonger jusqu'à une hypothèse de moyens constants voire décroissants pour les Armées qui devrait garantir tout de même un niveau de défense acceptable mais qui impliquerait *de facto* une réduction des ambitions françaises. Ce raisonnement pourrait sembler logique compte tenu des prévisions de croissance démographique et économique à horizon 2030 et 2050⁵⁶. Ainsi, il pourrait être utile de planifier de ne plus avoir d'intérêts vitaux dans les régions qui sont et vont être fortement concernées par les conséquences du changement climatique. En effet, l'expression « en tous temps et en tous lieux » pourrait donc être remise en cause du fait des difficultés à mener à bien une intervention militaire dans des conditions acceptables pour qu'elle soit efficace (température, niveau d'humidité, événements climatiques extrêmes, maladies, etc.)⁵⁷.

Un axe de prospection pour élaborer cette stratégie complémentaire part des limites des approches actuelles. Deux limites concernent en particulier les Armées. La première consiste à se fonder sur une approche prédictive utilisant souvent des hypothèses sous-jacentes de prolongation tendancielle sans rupture⁵⁸. La seconde limite consiste à ne pas suffisamment prendre en compte les interdépendances entre les différents secteurs et activités des Armées et donc les flux physiques. En revanche, les Armées ont deux points forts déjà acquis : elles disposent d'une stratégie à moyen terme (au-delà de cinq ans) et elles intègrent progressivement les enjeux du changement climatique dans leurs activités.

Une approche par scénario n'est pas inédite dans les Armées. En effet, les Armées mènent déjà de tels travaux à travers différents organismes. Deux références dans ce domaine sont la *Red Team* de l'AID, qui établit des scénarios de menaces pour la période 2030 à 2060, et le CICDE, à travers ses analyses prospectives qui éclairent à horizon 2035-2040.

Cependant, cette démarche prospective s'établit à horizon 2030-2060. Or, il serait nécessaire d'avoir recours à des scénarios déjà existants qui pourraient survenir dès à présent dans un contexte où les plans A et B ne sont pas encore en place. Il s'agirait pour cela d'utiliser et de fusionner les scénarios existants les plus extrêmes. En premier lieu, les

⁵⁶ Toutes choses égales par ailleurs : la France passerait de la 22^{ème} population mondiale en 2019 à la 28^{ème} en 2050 et du 5^{ème} rang au PIB mondial en 2021 au 9^{ème} en 2050 malgré une progression des chiffres en valeur absolue.

⁵⁷ Palle, Jolly, *op. cit.*, pp. 95-96.

⁵⁸ Par exemple, les conséquences sur le budget des Armées de l'apparition soudaine d'une inflation forte en 2022 n'avait pas été anticipée à ce niveau notamment dans la LPM 2019-2025.

rapports des groupes de travail (n° 1, 2 et 3⁵⁹) du sixième cycle d'évaluation (AR6) du GIEC publiés en août 2021, février 2022 et avril 2022 présentent un panel de projections et de solutions. Une deuxième source majeure de scénarios est constituée par les scénarios macroscopiques développés dans *Les limites à la croissance (dans un monde fini)*. Enfin, de nombreux scénarios facilement accessibles constituent d'ores et déjà un *corpus* riche d'enseignements pour les Armées : rapports démographiques de l'ONU, rapports climatiques de Météo France, rapport énergie et climat du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) et du Centre national de la recherche scientifique (CNRS) ou encore rapports du *Shift Project*⁶⁰ et de l'Académie des Sciences⁶¹.

Comment les Armées pourraient-elles remplir leurs missions dans les scénarios les plus extrêmes dès à présent, à horizon 2030, puis à horizon 2040 et 2050 ? Comment faire face à des crises multiples avec moins d'énergie fossiles, avec des budgets contraints tout en affrontant des successions d'évènements extrêmes (climatiques, sociaux, etc.) ? Est-ce que les stratégies en cours restent efficaces dans de tels scénarios à ces différentes échéances ?

Un groupe de travail d'un niveau intermédiaire (état-major de chaque Armée, Direction et Service) semi-permanent composé d'un socle d'experts pourrait imaginer, dans le détail, les réponses aux possibles ruptures décrites dans les scénarios « extrêmes » évoqués précédemment (effondrement à court terme et hausse très rapide des températures). En effet, les scénarios « intermédiaires » sont déjà globalement pris en compte dans les stratégies existantes et les travaux récents (CICDE, stratégie énergétique de défense, Revue stratégique de 2017 actualisée en 2021, etc.). Ce travail viendrait en complément des travaux régulièrement mis en œuvre au sein des Armées (Livre Blanc, revue de Défense, Loi de programmation militaire, etc.).

Concrètement, les forces aéroterrestres ont été très souvent confrontées à des crises majeures lors d'interventions extérieures (rupture d'approvisionnement en carburant, évènements climatiques extrêmes, population hostile, épidémies, ennemis offensifs, communications perturbées ou coupées, etc.). Cependant, de tels évènements se sont produits la plupart du temps avec un niveau de menace ou de catastrophe qui n'était pas très élevé ou qui ne s'inscrivait pas dans la durée. Ainsi, il n'y a pas eu de « Bérézina » récente, or, « [...] on ne tire de véritables leçons que des défaites ; les victoires au contraire contiennent de nombreux germes de mort »⁶². Les documents de retour d'expérience devraient être exploités à travers un filtre dédié « climat – énergie – logistique » afin de prendre en compte les défaillances déjà constatées et en les extrapolant à une situation climatique et énergétique décrite dans les scénarios existants (GIEC, Météo France, etc.).

⁵⁹ Le groupe de travail n° 2 est en charge des conséquences de l'évolution du climat, de l'adaptation et de la vulnérabilité ; le groupe de travail n° 3 est en charge de l'atténuation du changement climatique.

⁶⁰ Rapport du *Shift Project* pour la DGRIS, *op. cit.*

⁶¹ Colloque de l'Académie des Sciences, *Face au changement climatique, le champ des possibles*, 28 et 29 janvier 2020.

⁶² Général André Beaufre, *Le drame de 1940*, édition originale de 1965, mai 2020 pour la présente édition, Perrin, Paris, p. 133.

3.2 Du rôle des low tech dans la résilience des Armées

Dans le contexte évoqué *supra*, le recours à une réflexion parallèle paraît donc nécessaire car il semble périlleux de tout miser sur l'innovation technologique et les *high tech* même si elles sont *green* ou *smart*⁶³. Il s'agirait donc d'initier une réflexion *low tech*⁶⁴ faite de « techno-discernement » (recentrage sur les besoins essentiels et réels et non sur tous les besoins hypothétiques) face aux excès technologiques. Les *low tech* ne sont pas des technologies *low cost* (les produits *low tech* peuvent être plus coûteux que des produits *high tech*), ni des équipements sans technologies (*no tech*)⁶⁵.

Ce besoin de discernement dans l'emploi de la technologie n'est pas nouveau. Dès 1922, l'armée française s'interrogeait et concluait dans un cours de tactique que « [l']importance capitale du 'machinisme' n'est donc pas discutable aujourd'hui. L'erreur serait de croire qu'il pourrait suffire à tout »⁶⁶. Les scénarios probables nécessitent de s'interroger sur comment vaincre avec des équipements moins lourds (masse physique) et moins puissants (puissance moteur) donc moins consommateurs d'énergie, moins protégés, moins armés. Les réponses se trouvent dans des éléments qui nécessitent peu de moyens :

- la masse humaine (plus d'hommes qui nécessiteraient par ailleurs plus d'infrastructures, d'alimentation, d'équipements de base) ;
- le développement des forces intellectuelles et des forces morales ;
- la planification, l'anticipation.

La démarche consiste d'abord à questionner les besoins (fondamentaux vs superflus), la durée de vie des produits (réemploi, réparation, esthétique moindre) et la manière de produire (production locale). L'écoconception, insuffisante à court terme, s'inscrit pleinement dans cette démarche.

Les *low tech* peuvent parfois s'inspirer des techniques et savoir-faire anciens mais elles ont aussi recours aux savoirs les plus modernes, à l'imagination et à l'ingéniosité. Cette démarche peut également s'inspirer de solutions développées et expérimentées dans les pays en développement que le contexte oblige à recourir à des solutions sobres, robustes, simples, réparables et accessibles au plus grand nombre : « Il s'agit bien de rechercher, d'une façon humble et lucide, intensive en savoirs et savoir-faire, les technologies et les modèles de fonctionnement les plus appropriés, passés, présents ou futurs, de repenser nos activités dans une logique de résilience collective »⁶⁷.

⁶³ Ces technologies occultent les risques sur la disponibilité des ressources et le cortège de dégâts environnementaux, sociétaux et humains causés par l'extraction des ressources et le traitement des déchets.

⁶⁴ Cet antonyme de *high tech* désigne des innovations durables (produits ou services) prenant mieux en compte les contraintes sur les ressources, se focalisant sur les technologies sobres, agiles et résilientes mais aussi sur les composantes organisationnelles, sociales, commerciales, systémiques, etc. Ces idées sont portées notamment par Philippe Bihoux dans *L'âge des low tech. Vers une civilisation techniquement soutenable*, Seuil, Paris, 2014.

⁶⁵ *Vers des technologies sobres et résilientes – pourquoi et comment développer l'innovation « low-tech » ?*, La Fabrique écologique, note n° 31, 14 avril 2019.

⁶⁶ Ministère de la Guerre, Écoles Militaires, *Cours de Tactique, Tome II, Les forces morales*, Imprimerie nationale, Paris, 1922, p. 4. Ce document a été réédité au début des années 2000 sous l'égide du général Bezacier.

⁶⁷ La Fabrique écologique, *op. cit.*, p. 15.

Le changement des conditions climatiques et environnementales dans un grand nombre de régions où des intérêts français se situent est un autre paramètre qui devrait inciter au développement d'équipements *low tech*. Cela fait écho au questionnement d'Angélique Palle et d'Edouard Jolly : « [...] dans ce type d'environnement dégradé, faut-il privilégier l'utilisation de matériels très intensifs en technologie et dont le maintien en condition opérationnelle est complexe et coûteux avec parfois à la clé des impossibilités d'emploi ou bien faut-il envisager le développement et l'acquisition de matériels plus 'low tech' dont la rusticité permet une meilleure adaptation à des conditions d'engagement dans un environnement plus dur et sans que le conflit ne soit de haute intensité ? »⁶⁸. Les concurrences accrues pour des ressources naturelles (eau, alimentation comme lors des émeutes de la faim en Afrique en 2008) nécessiteraient, selon le contexte, plutôt des moyens « légers » pour un déploiement de capacités militaires adaptées pour des missions préventives, de maintien de la paix ou de rétablissement de la paix sous mandat ONU par exemple⁶⁹. Certaines interventions sur le territoire national ne nécessitent également que des moyens légers mais adaptés (par exemple la mission HARPIE en Guyane)⁷⁰.

Des innovations *low tech* faciles à mettre en œuvre et exploitables dès à présent existent. Il s'agit par exemple de l'emploi du vélo électrique ou à assistance électrique (VAE) avec ou sans remorque. Pour certaines missions de combat, d'appui ou de soutien (« cyclologistique »⁷¹), à la place ou en complément de l'utilisation de véhicules 4x4, ces machines permettraient agilité et résilience. Aussi, en raisonnant à l'échelle d'un département ou d'une zone d'opération, ce mode de déplacement pourrait être parfaitement pertinent (furtivité, vitesse, autonomie, rusticité, fiabilité, capacité de traction de remorque). L'emploi de vélos dans les Armées remonte à la fin du XIX^e siècle⁷². Plusieurs pays ont eu recours, par le passé, à des unités d'infanterie cyclistes : au Royaume-Uni à partir de 1880, mais aussi en France, où le décret du 2 avril 1892 intègre les cyclistes dans les corps de chasseurs ; durant les guerres d'Indochine et du Vietnam, les vélos sont employés par la guérilla communiste ; enfin, l'armée suisse a utilisé des cyclistes jusqu'en 2004 (transport de lance-roquettes, de mines, de mitrailleuses, etc.). En résumé, les missions qui leur étaient dévolues se concentraient sur le soutien à la cavalerie, le renseignement, la liaison et le transport⁷³. En outre, quelques exemples historiques en matière d'équipements militaires *low tech* peuvent être rappelés : le fusil d'assaut AK-47 Kalachnikov, les chars de la Seconde Guerre mondiale T34 (soviétiques) ou M4 Sherman (américains)⁷⁴, ou encore la Jeep Willys et sa remorque.

⁶⁸ Palle, Jolly, *op. cit.*, p. 21.

⁶⁹ Ainsi, pour le CICDE, « l'émergence de situations hydro-conflictuelles pouvant dégénérer en guerres de l'eau dans le courant du XXI^e siècle est très probable et pourrait nécessiter le déploiement d'une force armée » (*op. cit.*, p. 22).

⁷⁰ « L'insécurité, le pillage des ressources naturelles, la montée des actes malveillants ou terroristes, l'instrumentalisation de sa population, ou encore les troubles à l'ordre public pouvant être occasionnés directement ou indirectement par les changements climatiques obligent l'État à renforcer et adapter ses capacités de surveillance, de maintien de l'ordre et de protection des sites névralgiques » (*Ibid.*, p. 24).

⁷¹ En France, la création de la Fédération professionnelle de cyclologistique a été officialisée en novembre 2022. Elle regroupe 160 entreprises spécialisées dans la livraison à vélo.

⁷² Jim Fitzpatrick, *The bicycle in wartime: an illustrated history*, Brassey's, 1998.

⁷³ Les vélos électriques sont employés aujourd'hui notamment par l'armée ukrainienne et l'armée australienne.

⁷⁴ Il est simple d'utilisation, produit de manière très standardisée et en très grandes séries, ce qui réduit fortement le temps de formation et les coûts. Aux États-Unis, l'équation militaire de performance des matériels à la base du

De nombreuses références civiles pourraient constituer une première base de réflexion : *lowtechinstitute.org* (institut américain spécialisé dans le textile, l'alimentation et le logement), *lowtechlab.org* (partage de solutions *low tech* en France) ou encore *lowtechmagazine.com* (initiative espagnole qui promeut un mélange d'anciennes connaissances techniques et de technologies et matériaux modernes pour créer des solutions *low tech* viables). Enfin, il est à noter que deux grandes écoles d'ingénieurs, l'Ecole centrale Nantes et l'Ecole nationale supérieure de l'énergie, l'eau et l'environnement (ENSE3) de l'Institut polytechnique (INP) de Grenoble, proposent respectivement une option « projet ingénierie des *low techs* » (592 heures)⁷⁵ et un semestre « pour une ingénierie sobre techno- et éco-responsable » (480 heures)⁷⁶.

Les résultats de cette démarche seraient donc mesurables à court terme (utilisation des innovations *low tech* existantes) et à plus long terme (écoconception des équipements, recherche et développement d'innovations qui n'existent pas encore dans le domaine de la Défense). Pour autant, les *low tech* ne pourront pas couvrir l'ensemble des besoins actuels des Armées. Il s'agit donc surtout d'ouvrir un champ de solutions alternatives et complémentaires offrant diversité et donc résilience accrue.

3.3 Des mesures pragmatiques de résilience

Généralement, la résilience ne signifie pas faire plus avec moins. Ainsi, il s'agirait d'affecter une partie de l'accroissement actuel du budget des Armées aux volets de résilience. Certains points sont déjà connus et développés par ailleurs⁷⁷ et il s'agit surtout ici de les rappeler dans un souci de cohérence, et de préciser l'importance d'adapter les décisions dans ces domaines aux conclusions des analyses par scénarios évoquées précédemment.

En premier lieu, dans le domaine de la mobilité, des pistes de réflexion existent. Dans le cadre des travaux d'analyse de l'exposition des infrastructures militaires au changement climatique, une analyse pourrait être menée en vue de réorganiser la répartition territoriale des unités militaires (à l'échelle régionale, nationale et européenne). L'objectif serait de réduire les distances de déplacement pour l'entraînement mais aussi pour faire face à des menaces sur le territoire national. Un des critères devrait être l'implantation le long des axes décarbonés structurants de demain (voies ferrées et fluviales notamment). Dans le domaine des acheminements stratégiques, les Armées pourraient approfondir leurs compétences et leurs capacités dans le domaine du ferroviaire⁷⁸, dont les interconnexions rail/route, et initier une réflexion sur les déplacements par voie fluviale et côtière⁷⁹.

système de R&T des forces américaines est : grande série + facilité d'utilisation = baisse tendancielle des coûts du matériel.

⁷⁵ <https://ense3.grenoble-inp.fr/fr/formation/piste> consulté le 25 octobre 2022.

⁷⁶ <https://www.ec-nantes.fr/formation/les-options-de-2e-et-3e-annee/option-projet-ingenierie-des-low-techs> consulté le 25 octobre 2022.

⁷⁷ Trébouvil, *op. cit.*, pp. 5-11.

⁷⁸ *Ibid.*, p. 6.

⁷⁹ Dans ces domaines, se référer au rapport « Assurer le fret dans un monde fini », *Shift Project*, mars 2022.

En deuxième lieu, concernant les effectifs, l'enjeu est de réussir à mettre en œuvre à la fois la dissuasion nucléaire, une intervention majeure hors du territoire national (« corps expéditionnaire ») et la protection du pré carré national. L'objectif est donc de pouvoir affronter des menaces sur le territoire national (attentats, attaques sur nos réseaux logistiques, organisation d'agitation sociale, assassinats ciblés, etc.) et de disposer de « marges de manœuvre » en termes de ressource humaine. Ce manque de prise en compte du territoire national est souligné par le général Vincent Desportes dans plusieurs articles de la Revue Défense Nationale de 2021, l'idée générale étant la suivante : « *Il faut donc revaloriser l'idée de défense opérationnelle du territoire. Elle est devenue aujourd'hui un concept creux, sans substance, puisque dépouillé de moyens d'action sérieux. La puissance de nos armées doit au contraire reposer sur une base arrière solide, dotée de forces d'active dédiées à sa protection* »⁸⁰.

Dès lors, comment redonner de l'épaisseur « humaine » et « matérielle » à l'armée française pour lui rendre ses qualités de résilience sur le territoire national mais aussi en vue d'une hypothèse d'engagement majeur (HEM) hors de nos frontières ?

À court terme, des pistes d'optimisation pour dégager des marges de manœuvre dans les unités existantes pourraient être déployées. Il s'agirait d'abord de renforcer la constitution de doublures partielles de chaque commandement de grandes unités (régiment, base aérienne, état-major de brigade, etc.) par des réservistes capables de commander le reliquat d'effectifs non projetables. Ces réservistes devraient eux-mêmes disposer d'un système de répartition de leurs tâches en interne pour ne pas créer des déstabilisations supplémentaires. Cette montée en puissance des réserves est en chantier dans les Armées⁸¹ et doit se poursuivre.

Cependant, lente et complexe, cette ambition pourrait être utilement complétée par la création de nouvelles unités territoriales comme proposé par le général Desportes : « *connaissant parfaitement leur terrain, rustiques et robustes, autonomes, équipées d'un matériel performant mais sans sophistication inutile* »⁸². Cela passerait par le rétablissement d'un service militaire volontaire limité qui fournirait des recrues sélectionnées pour composer les nouvelles unités encadrées par des militaires d'active. Ces troupes pourraient en cas de besoin prendre le relais des militaires du « corps expéditionnaire » pour les missions de garde des emprises militaires mais aussi pour les missions sur le territoire national. Les équipements nécessaires pourraient être pris dans un premier temps sur les réserves existantes et par la prolongation de la durée de vie de certains équipements. En cas d'urgence, certains équipements pourraient être obtenus par la réquisition de moyens civils (camions citernes, camions logistiques, autocars, véhicules tout terrain, infrastructures, etc.). L'épisode des taxis de la Marne en 1914 ou les réquisitions de 1940 durant la campagne de France dans le Nord⁸³ ont montré que l'initiative et le pragmatisme étaient nécessaires et pouvaient être gage de succès. Cependant, ils ne remplacent pas une préparation minutieuse et complète.

⁸⁰ Desportes, « Reconstruire la défense du territoire », *op. cit.*, p. 67.

⁸¹ *Défense et sécurité internationale*, *op. cit.*, pp. 30-33.

⁸² Desportes, « Reconstruire la défense du territoire », *op. cit.*, p. 65.

⁸³ Marc Bloch, *L'étrange défaite*, rapport sur les ravitaillements à la 1^{re} Armée, Folio histoire, Gallimard, 1990, p. 293.

Dans le même temps, la prise en charge des familles des militaires d'active (et de réserve dans un second temps) devrait être renforcée. Le Plan famille initié en 2017 contribue partiellement à ce besoin. Il s'agirait ici d'améliorer encore la disponibilité des militaires d'active en les libérant d'une partie des contingences matérielles qui pourraient les retenir « au quartier » (garde d'enfants, soutien d'un parent isolé ou malade, etc.).

Par ailleurs, la préparation morale et intellectuelle est capitale et nécessite peu de moyens. La préparation morale est prise en compte notamment au sein de l'armée de Terre à travers les deux projets « forces morales » et « force de la communauté Terre » de la vision stratégique du CEMAT⁸⁴. Cette préoccupation n'est pas nouvelle⁸⁵ mais doit bien être remise en avant et actualisée. La nouveauté aujourd'hui consiste dans la préparation morale à accepter et à se préparer à la prise de risques mesurés mais aussi à considérer les pertes humaines et matérielles comme « normales ».

Plus précisément, les forces armées se composent de forces matérielles (armement, effectifs, infrastructures, etc.), de forces intellectuelles (préparation, organisation, commandement, habileté manœuvrière, etc.) et de forces morales (courage, honneur, patriotisme, optimisme, exemplarité, etc.). « *La force matérielle n'est rien si elle n'est pas animée par la force intellectuelle, mais l'ensemble des forces matérielles et intellectuelles n'est rien lui-même sans la force morale, qui brise la résistance des penchants égoïstes et décide les combattants à faire le sacrifice de leur vie* »⁸⁶. Comment accroître les forces morales ? Les leviers sont nombreux. Ils sont parfaitement décrits dans ce cours de tactique de 1922 précédemment cité. Il s'agit d'abord pour les chefs de connaître l'Homme, « *instrument premier du combat* », socle de la force morale, à travers ses aspects psychologiques et physiologiques. Ensuite, la connaissance du Français (au sens de l'identité et du caractère), de la foule et de la troupe complète par la prise en compte du collectif, la prise en compte de l'individualité.

En outre, pour la préparation intellectuelle, des procédés plus particuliers pour contourner la masse et la puissance adverses peuvent être envisagés comme la ruse⁸⁷ et le piégeage ou encore des méthodes de guérilla qu'il pourrait être utile de s'approprier en dernier ressort. Dans *Le drame de 1940*, le général Beaufre fait référence au livre de Liddell Hart, *Les guerres victorieuses de l'histoire*, et décrit synthétiquement sa compréhension de cette œuvre : « *La guerre n'était pas un jeu qui se gagne au poids, mais par l'intelligence et la finesse des chefs. L'essentiel pour battre l'ennemi n'est pas la force, mais la ruse : il faut tromper l'ennemi, l'inquiéter, le désorganiser par une approche imprévue, créer ainsi un point faible et l'exploiter à fond. En un mot, le jeu stratégique est l'essentiel. La tactique, dont la doctrine française faisait la base de tout [dans les années 1920 et 1930], ne devait être que la servante d'une stratégie supérieure* »⁸⁸.

⁸⁴ *Défense et sécurité internationale*, op. cit., pp. 10-17 ; vision stratégique 2020 mise à jour en 2021.

⁸⁵ *Cours de Tactique, Tome II, Les forces morales*, op. cit.

⁸⁶ *Ibid.*, p. 6.

⁸⁷ Jean-Vincent Holeindre, *La ruse et la force, une autre histoire de la stratégie*, Perrin, Paris, 2017.

⁸⁸ Beaufre, op. cit., p. 94.

Enfin, l'amélioration de la logistique et du soutien de manière générale est une nécessité avec pour objectif davantage d'autonomie et de capacité de réactivité. En effet, la disponibilité des hommes doit s'accompagner d'une disponibilité des moyens de base pour être résilient, en particulier des moyens de ravitaillement, de maintenance et de commandement. Il s'agirait de décider d'une liste restreinte de besoins fondamentaux et d'y consacrer davantage de ressources financières.

Conclusion

En 1940, l'historien et résistant Marc Bloch analyse l'échec français face à l'invasion allemande, notamment à travers une recommandation intemporelle qu'il convient de garder à l'esprit en observant la situation actuelle : *« C'était avant l'événement qu'il aurait fallu savoir analyser les nouvelles données du problème stratégique. Or, s'adapter, par avance, à une réalité simplement prévue et analysée par les seules forces de l'esprit, c'est là probablement, pour la plupart des hommes, un exercice mental singulièrement plus difficile que de modeler leur action au fur et à mesure, sur des faits directement observés »*⁸⁹. Les limites planétaires ne pourront pas être durablement dépassées. Dès lors des risques systémiques vont profondément affecter l'environnement des Armées, qui devront être prêtes. Or à ce jour, la stratégie mise en place, bien que déjà très avancée dans la prise en compte des défis à venir, n'est pas complète. Les Armées devraient se doter d'un volet supplémentaire de réflexion à base d'analyse de scénarios existants afin d'anticiper les évolutions et ruptures susceptibles de survenir dès à présent et dont les dernières années ont donné des exemples majeurs. Ce volet d'analyse devrait ensuite aboutir à un plan d'action complémentaire articulé autour des notions de résilience, de *low tech* et, surtout, de mesures pragmatiques simples.

⁸⁹ Bloch, *op. cit.*, p. 153.