

Sécurité énergétique militaire

*Concept exploratoire rédigé dans le cadre du séminaire
« Participation des forces armées à la sécurité énergétique »*

Travail collectif du groupe n°16 d'enseignement optionnel

Directeur : Col CHAUVANCY – CICDE

Mars 2009

Fiche documentaire

1 – Concept exploratoire sur la sécurité énergétique militaire

2 – CID2009_securite_energetique_militaire.pdf

3 – Groupe d'option n°16 – 16^{ème} promotion du CID

4 – 1^{er} avril 2009

5 – sans objet

6 – Mémoire collectif d'enseignement optionnel

7 – L'énergie est une ressource stratégique, aux implications économiques, géostratégiques et environnementales pour la nation et aux implications opérationnelles pour les forces armées. Les tensions possibles sur les approvisionnements en énergie sont ainsi abordées par le Livre Blanc sur la Défense et la Sécurité Nationale qui aborde la notion de sécurité énergétique nationale.

Il apparaît vital, pour assurer la pérennité de l'action de nos forces, ainsi que leur efficacité, d'ébaucher un concept exploratoire et prospectif sur la sécurité énergétique militaire. La stratégie à adopter passe alors par une prise en compte de cette problématique à tous les niveaux de planification et de conduite (action court terme) et parallèlement par une réduction de la demande et le développement d'équipements améliorant peu à peu l'autonomie des forces (action long terme).

8 – sécurité énergétique – sécurité énergétique militaire - autonomie énergétique – technologie – hydrocarbures – hydrogène – pile à combustible - nucléaire

SOMMAIRE

INTRODUCTION

PREMIERE PARTIE - Un sujet pertinent dont il est urgent de prendre conscience au niveau militaire

SECONDE PARTIE - Un impératif immédiat : la prise en compte effective à tous les niveaux

TROISIEME PARTIE – La nécessité d'améliorer l'autonomie énergétique des forces : la réponse technologique

CONCLUSION

« Dans les temps modernes, l'énergie s'avérera surdéterminante »

Général Lucien POIRIER

« More fight, less fuel »

Rapport DoD Task Force (US) 2008

INTRODUCTION

L'énergie est une ressource stratégique, aux implications économiques, géostratégiques et environnementales pour la nation et aux implications opérationnelles pour les forces armées. Les tensions possibles sur les approvisionnements en énergie sont ainsi abordées par le Livre Blanc sur la Défense et la Sécurité Nationale qui aborde la notion de sécurité énergétique nationale.

Il apparaît vital, pour assurer la pérennité de l'action de nos forces, ainsi que leur efficacité, d'ébaucher un concept exploratoire et prospectif sur la sécurité énergétique militaire.

La sécurité énergétique militaire pourrait se définir comme la capacité (des hommes+des équipements+une doctrine+un entraînement) à assurer en tout temps et en tous lieux l'alimentation en énergie (électricité et carburant) des installations militaires et des systèmes d'armes déployés, même en cas de rupture des flux externalisés (concept actuel du soutien pétrolier), pendant une durée minimum fixée (notion d'autonomie).

Cette capacité « Sécurité Energétique » doit être fondée sur une vision prospective ambitieuse à long terme (état final recherché), qui pourrait être : à l'horizon 2050, les armées sont indépendantes du pétrole.

La stratégie à adopter passe alors par une prise en compte de cette problématique à tous les niveaux de planification et de conduite (action court terme) et parallèlement par une réduction de la demande et le développement d'équipements améliorant peu à peu l'autonomie des forces (action long terme).

Après avoir souligné l'urgence de la prise en compte de la notion de sécurité énergétique militaire, cette étude tentera de proposer des actions possibles dès maintenant, à tous les niveaux de conception et de planification puis dressera l'état de l'art dans les possibilités d'améliorer l'autonomie énergétique des forces armées.

1 UN SUJET PERTINENT DONT IL EST URGENT DE PRENDRE CONSCIENCE AU NIVEAU MILITAIRE

Alors que la réflexion sur la sécurité énergétique militaire est aujourd'hui peu développée, un contexte de plus en plus contraint – disparition annoncée des hydrocarbures et simultanément durcissement des engagements – pourrait entraîner les armées vers une situation d'insécurité énergétique. Pour pallier ce risque, les armées doivent rechercher toujours plus d'autonomie énergétique.

1.1 Une notion militaire non définie

La sécurité énergétique d'un Etat est une notion bien définie qui fait l'objet de nombreuses études et de politiques nationales. Ainsi, reconnaissant que les tensions à venir sur les ressources stratégiques comme l'énergie en particulier peuvent engendrer directement des crises majeures, le Livre Blanc sur la Défense et la Sécurité Nationale indique que la sécurité énergétique nationale ne peut se concevoir qu'à l'échelle globale. En effet, dans la mesure où les sociétés occidentales sont aujourd'hui totalement dépendantes de l'énergie pour le fonctionnement de leurs technologies, leur sécurité énergétique consiste à garantir la permanence de la mise à disposition, en quantité et en qualité, de l'énergie nécessaire à leur fonctionnement nominal.

En revanche, il n'en va pas de même pour la sécurité énergétique militaire. Comme définie dans l'introduction, il s'agit de la capacité à assurer en tout temps et en tout lieu l'alimentation en énergie des systèmes d'armes déployés et des installations militaires, même en cas de rupture des flux externalisés (concept actuel du soutien pétrolier français) pendant une durée minimum fixée (autonomie minimale). La capacité doit être comprise ici comme étant un ensemble cohérent d'hommes, de moyens et de doctrines organisé pour produire un effet.

Les deux notions précédentes ne sont pas automatiquement liées. De fait, si la sécurité énergétique nationale est menacée, le volet militaire, qui représente un faible pourcentage de la consommation nationale¹, ne serait pas immédiatement remis en cause et probablement préservé au maximum lors de crises graves. Néanmoins, dans la durée, si les flux énergétiques nationaux s'avéraient sévèrement et longtemps

¹ La consommation du Service des Essences des Armées (SEA) françaises représente actuellement 1,6% de la consommation nationale. Les armées américaines, quant à elles, consomment 0,8% de la consommation totale d'énergie américaine.

perturbés, bien évidemment les armées se retrouveraient en situation d'insécurité énergétique. A court terme, les approvisionnements nationaux sont peu menacés car des scénarios alternatifs existent au travers des stocks stratégiques et de la diversification des provenances énergétiques. Ainsi, comme l'a souligné Claude MANDIL ancien secrétaire général de l'AIE (Agence Internationale de l'Energie) dans son *Rapport sur la sécurité énergétique de la France* de 2008, les approvisionnements de la France ne sont pas sérieusement menacés au moins jusqu'en 2013.

Si jusqu'à présent, la problématique de la sécurité énergétique militaire a été éludée, c'est avant tout parce qu'au niveau stratégique et a fortiori sur le territoire national, elle est directement liée à la sécurité énergétique nationale. En revanche, hors du territoire sur les théâtres d'opération de l'armée française au niveau tactico-opératif, la sécurité énergétique militaire ne va pas de soi. En effet, elle peut être menacée. Les grandes organisations militaires et l'armée française participent à la sécurisation des flux énergétiques, mais se soucient peu de leur propre sécurité énergétique. Ainsi, aucune publication n'a été trouvée concernant ce sujet. La délégation aux affaires stratégiques prévoit seulement un sujet d'étude pour le second semestre 2009 (CCEP 0986 : quelles énergies pour les matériels de défense à l'horizon 2020 ?). Le Livre Blanc sur la Défense et la Sécurité Nationale ne décrit aucune rupture technologique dans ce domaine, en particulier celui de l'autonomie énergétique, quand il décrit toutes celles attendues à l'horizon 2020 – 2030, alors qu'elles existent (cf partie 3 de l'étude) ! Pourtant le général IRASTORZA aborde le sujet, sous l'angle technologique, devant le CEDIT² le 3 décembre 2008 :

« Préparer la guerre future, c'est aussi concentrer nos efforts autour de 3 axes qui reprennent les priorités du Livre Blanc. [...] Enfin, rechercher des pistes d'économie dans le domaine de la consommation de carburant et de la consommation d'énergie en général, en poursuivant les recherches sur la miniaturisation des motorisations, l'allongement de leur durée de vie et la production d'énergies renouvelables sur le terrain. »

² Comité d'Evaluation et de Diffusion des Innovations Technologiques

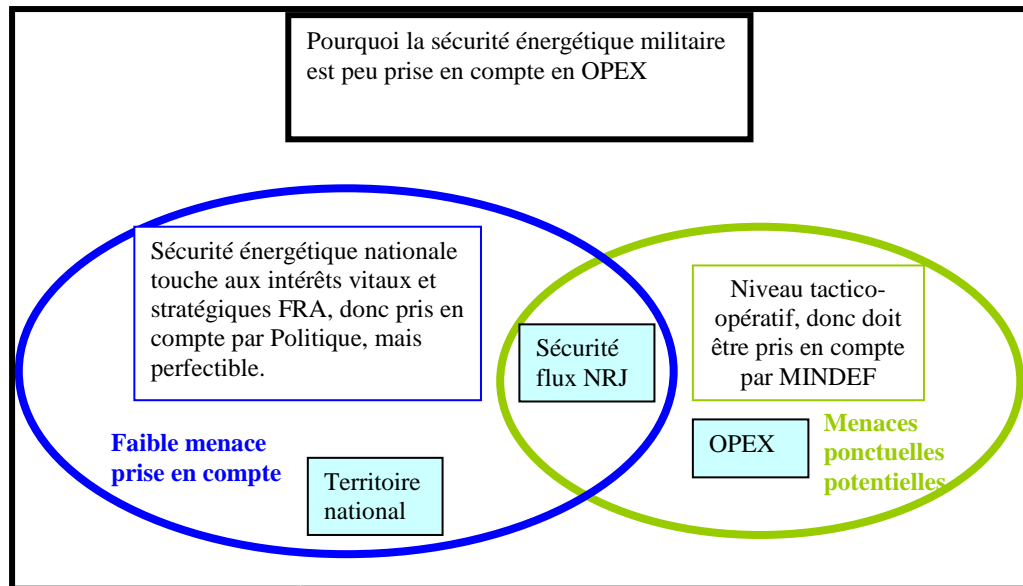


Figure 1 : Interdépendance des notions de sécurité énergétique

1.2 Pourtant le contexte énergétique mondial l'impose...

Vers la fin du règne du roi pétrole

Le XXe siècle aura été celui d'une révolution technologique sans précédent dans l'Histoire : de la machine à vapeur et des balbutiements du moteur à explosion en 1914, le siècle s'est achevé avec des fusées capables d'aller sur la Lune et une généralisation de l'automobile... Les armées ont suivi le mouvement voire entraîné la course à la technologie. Finalement, à l'aube du XXIe siècle le monde dépend énormément de la technologie. En soi, ce n'est pas réellement un problème. En revanche, la technologie est quasiment exclusivement liée aux hydrocarbures. Si bien que l'approvisionnement en hydrocarbures est l'un des enjeux stratégiques majeurs de la planète. Ce phénomène a déjà marqué tout le XXe siècle et en particulier les deux conflits mondiaux. En effet, comme l'écrit Christophe-Alexandre Paillard « durant la Première Guerre mondiale, ils [les Etats-Unis] ont été les seuls et uniques pourvoyeurs de carburant pour les armées françaises. Durant la Seconde Guerre mondiale, sans le pétrole américain, il n'y aurait pas eu de victoire alliée. Le pétrole a donc une dimension particulière, notamment liée aux victoires militaires. ». A présent, l'épuisement à échéance prévisible des hydrocarbures bouleverse le monde, même si les différentes théories sur le « pic » du pétrole ne sont pas toutes en accord. Les armées n'échapperont pas à ce phénomène. Il est nécessaire de remarquer que cet épuisement des ressources énergétiques concerne à terme les autres sources d'énergie comme le gaz naturel et l'uranium.

Prendre en compte l'environnement

De surcroît, la préoccupation environnementale de plus en plus prégnante pousse la société vers une ère nouvelle rompant avec « le tout pétrole ». Cette évolution sociétale va bien entendu obliger les armées à se tourner vers de nouvelles énergies. Plus que la protection de l'environnement, c'est le développement durable, inscrit dans la constitution française, qui devient une priorité.

1.3 ...ainsi que le durcissement des engagements.

Dans les opérations militaires actuelles règne un climat d'insécurité énergétique. La réponse est de préserver l'autonomie des forces armées en opération pour garantir la liberté d'action militaire.

Une situation difficile sur le terrain

A l'heure actuelle, les armées occidentales, habituées à disposer de la suprématie face à leurs adversaires, sont confrontées au durcissement d'engagements asymétriques type guérilla et terrorisme (Afghanistan), à leur durée (continuum des opérations), à l'élongation du flux logistique (Congo) -maillon faible des dispositifs sciemment ciblé- ainsi qu'à un environnement régional versatile fragilisant de facto l'externalisation locale du soutien (frontière afghano-pakistanaise).

Force est de constater que la sécurité énergétique se limite à diversifier localement le portefeuille d'approvisionnement ainsi qu'à effectuer un contrôle qualité élevé. Telle est la politique du Service des Essences des Armées (SEA) qui externalise intégralement ses approvisionnements sur les théâtres d'opération (Kosovo, Afghanistan) en raison d'une part du coût financier du transport depuis la métropole et d'autre part d'une menace appréciée comme faible sur nos théâtres d'engagement. Ainsi, la sécurité du transport et du stockage n'apparaissent pas prioritaires : les convois civils de citernes d'hydrocarbures ne sont pas escortés, les zones de stockage ne sont pas durcies (bacs souples légèrement abrités par des merlons comme au Tchad ou au Kosovo), la récente prise en compte du nécessaire blindage pour les véhicules logistiques se limite au blindage de la cabine des camions citernes français face aux tirs d'armes légères d'infanterie ; mais quid de la protection de la citerne face à la menace des roquettes ?



Figure 2 : « fuel farm » au Koweït en 1991

Notre vulnérabilité est illustrée également par le début de pénurie en carburant qui a touché les forces occidentales en Afghanistan pendant l'hiver 2004-2005³. La neige avait été abondante, la route de Jalalabad était fermée. Les camions citerne civils qui approvisionnaient les forces étaient bloqués au Pakistan. Les stocks ont baissé au point d'atteindre une semaine de fonctionnement et d'inquiéter sérieusement le commandement.



Figure 3 : convoi logistique entre l'Afghanistan et le Pakistan

Toutefois, cette approche trouve ses limites dans la mesure où elle repose sur un niveau seuil d'insécurité qui garantit la fiabilité de l'externalisation locale. Ce seuil

³ Exemple rapporté par CBA Christophe Achte – La Haute Qualité Durable – EMSST (mémoire de fin de scolarité)

n'ayant pas été franchi aujourd'hui, la défense se penche assez peu sur d'autres aspects de la sécurité énergétique militaire : autonomie et protection visant à préserver la liberté d'action des forces armées lors des déploiements.

La réaction américaine

Ainsi, l'armée américaine davantage concernée par cette menace a d'ores et déjà pris en compte l'insécurité énergétique militaire notamment depuis son engagement en Irak. Le lieutenant-colonel Goya explique dans son ouvrage *Irak les armées du chaos* que : « Les convois les plus sensibles (munitions, carburant) font l'objet de véritables opérations interarmes, intégrant des sections de police militaire et nécessitant une étroite coordination avec les unités des secteurs traversés. » Le retour d'expériences des Américains, dont celui du général Zilmer⁴ appelant au développement urgent d'énergies alternatives, à propos de la vulnérabilité des flux de carburants au cours des conflits d'Irak et d'Afghanistan, les ont amenés à créer le Department of Defense Energy Security Task Force en 2006, dont la mission est de coordonner toutes les initiatives prises pour assurer la sécurité énergétique de leurs forces.



Figure 4 : Convoi logistique américain en Irak

Ce domaine est alors une des 25 priorités de la réforme du Department of Defense. Chaque armée a ensuite décliné à son niveau une Energy Security Task Force.

⁴ « *reducing the military's dependence on fuel for power generation could reduce the number of road-bound convoys...without this solution [renewable energy systems], personnel loss rates are likely to continue at their current rate. Continued casualty accumulation exhibits potential to jeopardize mission success...* » Maj. Gen. Richard Zilmer - Defense News - août 2006.

Au-delà de l'aspect sécuritaire, la pénurie annoncée de pétrole génère des recherches technologiques : l'armée américaine s'intéresse aux énergies renouvelables, aux carburants de synthèse et aux biocarburants.

Les principes de la guerre

Encouragée par l'exemple américain et inquiète des tensions sur le marché pétrolier, l'armée française prend aujourd'hui conscience de l'enjeu de la sécurité énergétique militaire. Dans cette perspective, la préservation de la liberté d'action passe par l'amélioration de l'autonomie énergétique. Remarquons qu'elle se décline en une liberté d'action militaire, celle du chef sur le théâtre d'opération, mais aussi en une liberté d'action politique, celle du chef de l'Etat, ayant alors dans sa main un outil d'intervention plus autonome. Le principe de sûreté sera renforcé par la protection des installations et par l'économie des moyens qui inclue tout simplement les économies d'énergie.

Des enjeux indiscutables

Ainsi la capacité « Sécurité Énergétique Militaire » permettra :

- de diminuer la dépendance énergétique du pays (enjeu stratégique),
- de pouvoir intervenir dans des conditions plus difficiles : « plus loin, plus longtemps » (enjeu opératif),
- d'améliorer la liberté d'action des acteurs sur le terrain en limitant les opérations de ravitaillement et en diminuant les vulnérabilités dues à ces opérations (moins de convois logistiques – moins de points de stockage) (enjeu tactique).

La protection physique des approvisionnements et des stocks – guère à l'ordre du jour – nécessite de définir dès à présent les besoins des armées en terme de sécurité énergétique et de cerner les limites d'emploi des forces dans ce nouveau contexte.

2 UN IMPERATIF IMMEDIAT : LA PRISE EN COMPTE EFFECTIVE A TOUS LES NIVEAUX

La partie précédente démontre bien l'urgence qu'il y a à prendre en compte cette notion de sécurité énergétique militaire. Cette prise en compte doit se faire à tous les niveaux hiérarchiques militaires français de façon à imprimer à ce domaine une réelle dynamique efficace.

2.1 Les attendus

A terme, le but est de doter les forces françaises d'une réelle capacité de Sécurité Énergétique Militaire (SEM), c'est-à-dire un ensemble cohérent composé d'équipements, d'une doctrine, d'un entraînement et d'hommes assurant cette fonction.

L'objectif énoncé en introduction est très ambitieux, mais certaines actions immédiates, concrètes peuvent être engagées dès maintenant pour commencer à réduire notre dépendance vis-à-vis du pétrole.

Il est tout d'abord indispensable de prendre en compte le coût énergétique de l'ensemble de nos actions. Ce coût est en général connu pour les systèmes d'armes ou les véhicules, mais d'importantes économies d'échelle sont possibles pour toutes les installations déployées, comme les bases de théâtre, les bases avancées. Le coût global est également connu. Mais des audits précis et exhaustifs doivent être menés, pour par exemple distinguer sur une base de théâtre, ce qui est consommé par les moyens informatiques, la climatisation, le chauffage... Plus cela sera précis, plus il sera facile ensuite de différencier les actions à mener pour gagner sur tel ou tel poste. Ce coût énergétique doit de plus devenir un critère de choix pour nos futurs matériels et donc être une spécification incontournable des cahiers des charges.

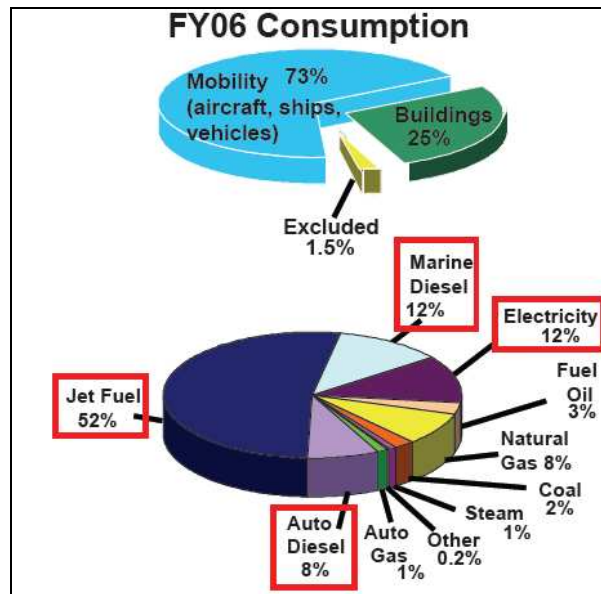


Figure 5 : Consommation des armées US, par catégories et par fonction (2006)⁵.

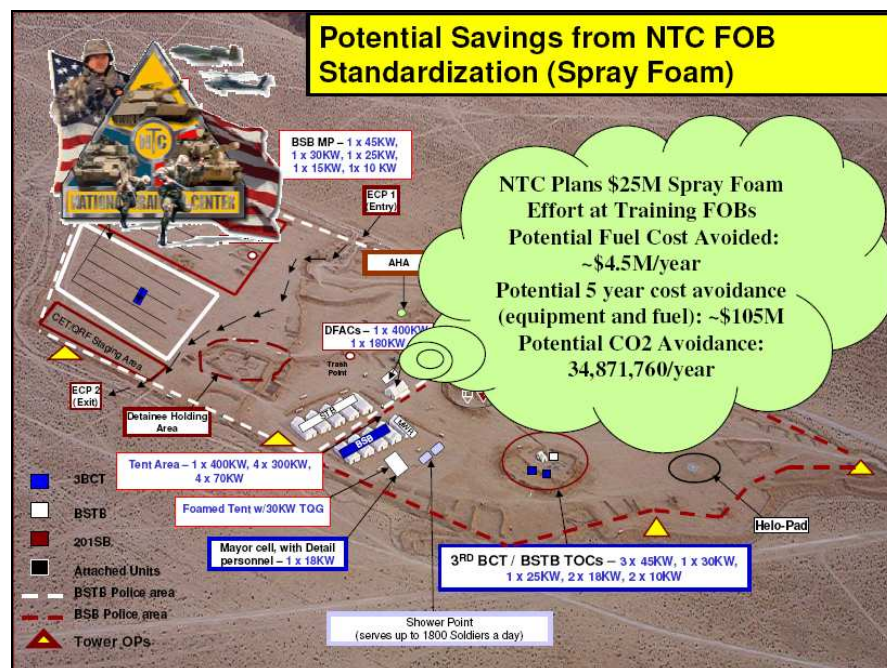


Figure 6 : Exemple d'audit d'économies d'énergie possibles sur une base avancée⁶

Ensuite, il est d'ores et déjà possible de développer une culture de l'économie d'énergie, comme l'ont initié les Américains, dont le dernier rapport (2008) du Department of Defence porte le titre évocateur « Less fuel, more fight ». Le principe est simple, il s'agit de consommer moins et dépenser mieux, de réduire la demande en

⁵ Power Surety For Enduring Operations - Dan Nolan - Power Surety Task Force - U.S. Army Rapid Equipping Force

⁶ o.p

énergie. Tout un ensemble de procédures opérationnelles, adaptées à chaque armée, à chaque système d'armes doivent être pensées et rédigées pour permettre des économies d'énergies. Cela ne doit pas être vu comme un effet de mode. Ces économies, que l'on peut intégrer dans le principe d'économie des moyens, sont un moyen d'augmenter l'efficacité opérationnelle : ce qui est gagné d'un côté pourra être utilisé de l'autre.

Enfin, pour anticiper toute évolution dans l'environnement « énergétique », une veille active doit être mise en place. Cette « situation awareness » suivra en permanence la volatilité des marchés des énergies, les événements pouvant avoir des conséquences sur les approvisionnements du pays ou plus localement sur les approvisionnements d'une force déployée et sera à même de proposer des mesures permettant d'atténuer ces mêmes conséquences.

2.2 La prise en compte au niveau conception

La réalisation des objectifs qui viennent d'être décrits, en matière d'acquisition d'une capacité que nous avons appelé « sécurité énergétique des forces », nécessite pour les armées de mettre en place à un niveau de conception stratégique et opérationnelle des moyens d'analyse et d'anticipation de cette problématique qui doivent leur permettre de réagir rapidement aux ruptures inévitables qui apparaîtront dans le domaine de la sécurité énergétique et dans l'emploi de nos forces armées.

2.2.1 Une vision géostratégique orientée vers les forces armées : création d'une cellule de veille

La prise de conscience du risque énergétique que peut subir nos forces dépendra de la précision de la connaissance que nous aurons des problèmes énergétiques qui concernent les armées. C'est pourquoi nous préconisons la création d'un comité d'anticipation qui aura pour rôle, outre sa mission de veille et d'analyse de la situation, d'impulser des orientations ambitieuses, si nécessaire, pour assurer à court terme comme à long terme notre liberté d'action. Ce comité doit être bien entendu pluridisciplinaire (SEA, DGA, STBFT, DRM, DAS...) et placé à un niveau décisionnel suffisant (Ministère de la Défense) pour lui permettre d'influer sur la conception et la planification, mais il doit être piloté par l'Etat Major des Armées afin

de s'assurer que les travaux du comité débouchent bien sur des recommandations concrètes s'adressant aux armées, et fixe des orientations militaires. D'ailleurs, nous remarquons que les USA ont déjà créé le DoD Energy Security Task Force dont la mission est de définir globalement les axes d'effort en matière d'économie d'énergie et de réduction de la dépendance énergétique des forces déployées et de préconiser des mesures extrêmement concrètes. De même, parmi les quelques domaines dans lesquels l'OTAN pense pouvoir jouer un rôle en matière de sécurité énergétique, on trouve « l'évaluation de la situation », comme il existe un comité traitant de la menace terroriste. Il s'agirait de coordonner le renseignement, d'évaluer la menace, de suivre les événements pouvant influencer sur la sécurité énergétique globale de l'alliance et par voie de conséquence des forces armées.

2.2.2 Une élaboration de concepts et doctrines tenant compte de la sécurité énergétique

Il n'est donc pas trop tôt pour commencer à définir les concepts d'emploi de nos forces armées au moins sous le prisme de l'économie d'énergie, de l'accroissement de l'autonomie énergétique de nos forces projetés et peut être de la lutte contre l'insécurité énergétique. La DAS a programmé l'étude au second semestre 2009 de ces questions sous le thème « quelles énergies pour les matériels de défense à l'horizon 2020 », le CICDE devrait profiter de cette dynamique pour évaluer la pertinence, qui ne fait plus de doute selon nous, de conceptualiser cette problématique qui devra être rapidement et concrètement déclinée par armées dans les doctrines d'emploi.

Ces concepts et doctrines doivent particulièrement tenir compte, comme cela a déjà été évoqué, de l'enjeu constitué par le coût énergétique et son évolution dans le temps pour assurer la liberté d'emploi politique de forces armées, donc des aspects d'économie d'énergie, d'efficacité énergétique, de gain en autonomie, de réduction de la dépendance énergétique et de la robustesse de nos forces face au déficit énergétique, voire à leur résilience face à la destruction des capacités énergétiques. Du fantassin au poste de commandement de théâtre, les mesures et orientations ne doivent pas tarder.

2.2.3 Un enjeu pour la planification

La réalisation de la mission de nos forces dépend de notre capacité à planifier en tenant compte des risques énergétiques comme du coût énergétique. Ces notions étant

relativement nouvelles et les enjeux nous semblant majeurs, il convient d'identifier correctement dans l'organisation du groupe de planification une fonction « sécurité énergétique » à l'instar de la fonction « protection de la force » par exemple, dans le but d'orienter toute planification sous le prisme de l'énergie qui ne manquera pas à terme de devenir une des contraintes principales dans l'envoi et la conduite de la force. Nous devons passer d'une conception purement logistique de notre soutien en énergie de la force définie à une génération de force dépendant de notre capacité énergétique.

Par ailleurs, très concrètement, il conviendra de planifier par anticipation des opérations « offensives » liées à la sécurité énergétique de nos forces : interdiction de l'utilisation de l'énergie par l'ennemi, contrôle voire prise de contrôle des infrastructures énergétiques de théâtre, escorte de convois terrestres ou maritimes, pont aérien axé sur l'énergie, etc. Il est notable que ces actions peuvent être transposées et adaptées à la sécurité énergétique globale de nos nations.

2.3 La prise en compte sur les théâtres d'opération

Il est possible d'appliquer dès maintenant quelques principes sur les théâtres d'opération en cours pour initier cette capacité SEM.

2.3.1 Par des actions concrètes immédiates

Evoquées en tête de cette partie, les procédures américaines récentes destinées à consommer moins d'énergie peuvent être étudiées et adaptées à nos forces (cf Annexe 2).

Dans le domaine de la protection, peut-être est-il utile de se pencher sur la vulnérabilité des « fuel farms », alignement de réservoirs souples juste entourés de merlon, peu protégés d'éventuels tirs de mortier ou de roquettes ?

2.3.2 Par la valorisation de nos OPEX actuelles

Il est nécessaire que le réseau RETEX animé par l'EMA, fasse des analyses orientées vers la sécurité énergétique militaire.

Toutes les initiatives permettant soit de diminuer nos vulnérabilités, soit de faire des économies doivent être encouragées. En effet, il est tout à fait possible d'envisager par exemple des dispositifs d'énergie alternative adaptés à une ou quelques installations militaires particulières que seul le chef sur le terrain peut imaginer ou concevoir. C'est dans cet esprit qu'ont été récompensé du prix de l'Audace 2008, dans le cadre de la

mission innovation, deux sous-officiers de l'armée de Terre pour leurs recherches sur un module adapté de recharge solaire (MARS). Le concept est de pouvoir alimenter des matériels de transmission radio et des outils informatiques grâce à un ensemble composé d'un panneau solaire souple, léger et pliable et d'accumulateurs associés à un chargeur. Dans le même esprit, le 6^{ème} Régiment du Matériel a expérimenté un shelter PC alimenté par une éolienne (voir annexe 1) : les résultats montrent la crédibilité de ce type de solution.⁷

2.3.3 En s'orientant vers des modèles de bases de théâtre optimisées en énergie

La base de théâtre constitue certainement le cœur de la capacité énergétique des forces projetées. De la base aérienne projetée à la FOB, les enjeux constituant l'optimisation des ressources énergétiques sont majeurs. Déjà les problématiques ne manquent pas et l'on perçoit que le long terme, avec la raréfaction des énergies fossiles, sera encore plus problématique. Là encore la solution n'est pas unique : les points clés à développer sont la diversification des sources énergétiques autant en matière de ressource primaire, que de fournisseurs ou de voies d'approvisionnement, nos capacités de transformation et de stockage sur le théâtre, la distribution enfin. La souplesse et l'adaptation dans l'utilisation de l'énergie doivent permettre de diminuer un certain nombre de risques évoqués plus haut. De la production sur le théâtre à l'approvisionnement par largage, la mission ne doit pas souffrir d'un manque d'énergie.

Dès maintenant, nos armées doivent s'engager vers une énergie commune multi-fonction/multi-utilisation, c'est-à-dire le carburant unique dans un premier temps, d'autres formes d'énergie ensuite que la recherche technologique permettra.

Le concept de développement durable dans nos opérations doit absolument être intégré : la réponse ne peut pas être uniquement technologique. Ainsi il est concevable de construire des infrastructures durables⁸, adaptées aux contextes locaux, pour nos forces projetées. En plus des gains énergétiques, cela profite à la force, qui apparaît moins comme une force d'occupation, et aux populations locales, qui peuvent au désengagement de la force reprendre les bâtiments, à la construction desquels elles auront participé.

⁷ I.E.F Clad – Rapport sur l'expérimentation d'une éolienne Windside® au 6ème RMAT de Besançon – Juin 2006

⁸ CBA Christophe Achte – La Haute Qualité Durable – EMSST (rapport de fin de scolarité) - 2007

Les technologies géo-architecturales

Officier du Génie et ingénieur en bâtiment, le chef de bataillon Achte, a effectué des recherches sur la possibilité de construire des bâtiments durables, en Afghanistan, à base de matériau terre.

Les avantages de ces constructions sont alors les suivants :

- Adaptabilité à des contextes opérationnels très différents,*
- Implication des populations locales/coopération,*
- Possibilité d'implantation durable,*
- Confort thermique optimisable/Bioclimatisme,*
- Optimisation de l'usage de l'énergie solaire,*
- Protection balistique par mur épais,*
- Intégration des infrastructures dans l'environnement,*
- Reconversion possible d'installations militaires à des fins civiles.*

Tous ces avantages peuvent être obtenus grâce à des solutions géo-architecturales dont les technologies sont très diverses.

Figure 7 : illustration de l'application du concept de développement durable dans un contexte opérationne

3 LA NECESSITE D'AMELIORER L'AUTONOMIE ENERGETIQUE : LA REPONSE TECHNOLOGIQUE

3.1 Le spectre de l'autonomie

Le dictionnaire indique pour le mot autonomie : « distance parcourue sans ravitaillement – durée maximum d'utilisation d'un appareil sans ravitaillement ». C'est donc une quantité mesurable. Appliquée à une force, de quelques nature et taille que ce soit, on pourrait définir l'autonomie comme la durée pendant laquelle cette force, cette « entité de combat », peut combattre sans être ravitaillée.

Cependant cette notion se décline en plusieurs niveaux (figure 3). Tout d'abord, il existe une autonomie stratégique, au niveau du pays : c'est la faculté qu'ont les forces de pouvoir en permanence être ravitaillées par des sources d'énergie provenant du pays. En état de sécurité énergétique, c'est-à-dire sans menace sur nos approvisionnements, on peut considérer que globalement nos forces sont autonomes : il suffit de transporter vers les éléments projetés les quantités d'énergie nécessaire pour leur bon fonctionnement. Cet aspect de la définition concerne plutôt le niveau politique, ou géopolitique et est peu maîtrisable par les militaires eux-mêmes. Ensuite, en zoomant au niveau de la force même, on peut définir une autonomie « macroscopique ». Cette notion peut s'appliquer à des forces isolées d'une voie d'approvisionnement. Ainsi tout détachement terrestre isolé possède une certaine réserve de carburant, lui autorisant une certaine autonomie. Le concept de soutien interarmées prévoit que toute force projetée est autonome 30 jours. Le principe est ensuite d'externaliser dans la mesure du possible les approvisionnements. Enfin, il est nécessaire de définir l'autonomie « microscopique » : c'est celle du véhicule, du combattant... Cette déclinaison est importante parce que ces notions ne sont pas nécessairement liées. Ainsi, ce n'est pas parce qu'une force sera autonome 30 jours que chaque élément la composant le sera. Il sera donc nécessaire d'étudier les solutions possibles à chaque niveau :

- Comment améliorer l'autonomie énergétique au niveau stratégique,
- Existe-il des capacités de production ou d'accès à des sources d'énergie pour une force interarmées,
- Comment rendre le plus autonome possible certains éléments « microscopiques » ?

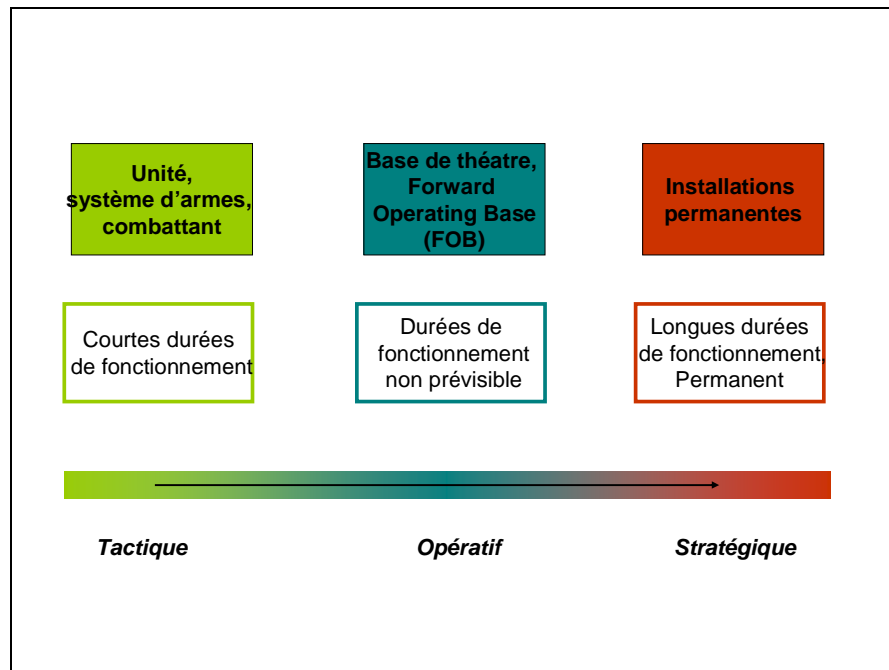


Figure 8 : Le spectre de l'autonomie

Il s'agit donc, pour cette réponse technologique d'identifier des besoins opérationnels et de développer les capacités correspondantes, pour ne pas avoir de maillon faible.

3.2 Court terme : les améliorations possibles et les nouvelles énergies

3.2.1 Les améliorations possibles

La raréfaction des énergies fossiles incite logiquement à trouver la meilleure efficacité énergétique possible. Deux pistes sont clairement définies : il s'agit tout d'abord de modifier les comportements ce qui a déjà été évoqué et ensuite de trouver des adaptations technologiques pour un meilleur rendement.

Les adaptations technologiques concernent aussi bien le processus de restitution de l'énergie que la consommation des installations.

Il n'y a pas un procédé unique pour améliorer le processus de restitution de l'énergie. A chaque domaine, sa réponse. Dans le cas des navires, les progrès de l'électronique de puissance ont permis de mutualiser tous les alternateurs. Il y avait, jusqu'à présent, des diesels réservés à la fourniture électrique du bord et des diesels ou turbines dédiés à la propulsion. Avec l'électronique de puissance, aujourd'hui sur les navires « tout électriques », les alternateurs servent aussi bien à la propulsion qu'à la fourniture d'électricité. Ils sont mis en fonction suivant la demande et tournent à un régime optimum. Dans le cas des véhicules terrestres, les propulsions hybrides combinant un moteur thermique et un moteur électrique sont déjà commercialisées.

La consommation énergétique des installations et des matériels est une seconde voie d'optimisation. Là encore, il n'y a pas une solution unique. Exemple souvent cité, les lampes vont être progressivement remplacées par des LED (light-emitting diode) très économes et tout aussi efficaces. Le secteur des nanosciences (1 nanomètre : 10⁻⁹ mètre) semble prometteur dans le domaine des économies d'énergie. Très attendus, les résultats pratiques des nanotechnologies devraient arriver dans la prochaine décennie.

3.2.2 Les « nouvelles » énergies

L'expression « nouvelles énergies » trouvent plusieurs définitions suivant les rédacteurs. Dans ce document, nous considérons qu'il s'agit d'un bouquet comprenant l'énergie solaire, l'énergie éolienne, l'énergie de la biomasse et l'énergie géothermique.

L'énergie géothermique exploite la chaleur contenue dans les sols ou produite par les volcans. La biomasse est un terme générique qui recouvre aussi bien la production de bois que de carburants végétaux ou marins. Ces deux nouvelles énergies ne présentent aucune application mobile. Leurs applications sont exclusivement statiques et peuvent s'envisager pour des bases ou des camps.

L'énergie solaire exploite les radiations solaires et aboutit à la production de chaleur ou d'électricité. L'énergie éolienne transforme l'énergie du vent en électricité. Ces deux formes d'énergies trouvent des applications mobiles ou statiques. Le rayonnement solaire et le vent n'ont rien de régulier et ces technologies de transformation de l'énergie ont un faible rendement. Pour l'énergie solaire, les panneaux commercialisés réussissent au mieux à transformer 20% de l'énergie reçue. L'énergie éolienne est, quant-à elle, directement proportionnelle à la surface balayée par les pâles. Ces technologies encore coûteuses peuvent sans conteste participer à améliorer l'autonomie des forces armées. La faible rentabilité de ces technologies en fait des sources d'énergie d'appoint très mineures et plaide en réalité pour un développement de matériels peu gourmands en énergie.

3.3 *Moyen terme : le nucléaire et la pile à combustible*

3.3.1 La fission nucléaire : un palliatif.

L'énergie nucléaire productrice d'électricité semble être la solution idéale pour apporter dans de nombreux cas l'autonomie énergétique recherchée pour les forces armées. Technologiquement, la réduction des dimensions, et donc de puissance, d'un réacteur nucléaire ne pose pas de difficultés particulières. Les navires et les installations à terre peuvent, par exemple, être équipés de ce type de source d'énergie

dès demain. Les USA ont ainsi de l'expérience dans ce domaine⁹ : de 1968 à 1976, un réacteur de 45 MW était installé sur une barge, le *Sturgis* (cf figure 9) et mis en œuvre par l'Army au profit de la communauté du canal de Panama. D'autres réacteurs portables ont été utilisés dans le Wyoming, le Greenland et l'Antarctique. L'application à des véhicules terrestres ou aériens semble plus problématique. Ces réacteurs de petites tailles pourraient être déplacés et installés sans aucun problème. Il s'agit là d'un choix politique que freinent le coût encore bon marché des filières en service et le risque de favoriser une certaine prolifération de matières nucléaires.



Figure 9 : MH-1A *Sturgis*

Par ailleurs, et plus généralement, l'énergie nucléaire est un palliatif évident à la raréfaction des énergies fossiles mais, compte tenu d'une ressource limitée en combustible nucléaire, l'optimisation de la filière nucléaire dans le domaine de la fission est indispensable. La fission nucléaire présente l'intérêt de pouvoir répondre à l'énorme besoin en énergie et sa technologie est suffisamment maîtrisée pour être adaptée à de nouveaux types de demandes. Elle ne fournit certainement pas la réponse sur plusieurs générations, mais les avantages opérationnels sont indéniables¹⁰.

⁹ *Nuclear Power: An Option for the Army's Future* - **Robert A. Pfeffer and William A. Macon, Jr** - available at www.almc.army.mil/alog/issues/SepOct01/MS684.htm - 2001

¹⁰ *Mobile Nuclear Power for Future Land Combat* - **Marvin Baker Schaffer (RAND Corp.) and Ike Chang (independent consultant)** – publié dans JFQ – mars 2009

3.3.2 *Les piles à combustible : une énergie d'appoint.*

Depuis quelques années, les secteurs « Recherche et Développement » s'impliquent dans la technologie déjà ancienne des piles à combustible. A partir d'oxygène et d'hydrogène, ces piles sont en mesure de produire de l'électricité, de la chaleur et de l'eau. Ces piles fonctionnent sur le principe inverse de l'électrolyse de l'eau. D'un point de vue théorique, elles ont un excellent rendement c'est-à-dire qu'elles restituent efficacement l'énergie contenue dans le dihydrogène.

Les piles à combustible connaissent actuellement trois grandes applications :

- de dimensions très modestes, elles peuvent alimenter les matériels du secteur de l'électronique ou de la micro-informatique
- développées à un stade intermédiaire, elles sont en mesure aujourd'hui d'apporter une énergie d'appoint dans le domaine automobile, aérien voire sous-marin
- à grande échelle, des projets d'alimentation électrique d'immeubles existent déjà mais, en contre partie, les dimensions des installations sont très importantes

D'une façon générale, actuellement, le coût des piles à combustible ne rend pas encore cette filière économiquement viable. Cette technologie possède certes des applications domestiques voire locales mais l'exploitation à des fins militaires ne peut cependant être envisagée que pour fournir une énergie d'appoint. Ainsi, fin 2008, même les Américains estiment qu'aucun des systèmes testés jusqu'à ce jour ne sont prêts à être produits en nombre et achetés par l'armée américaine, bien que certains systèmes soient jugés prometteurs¹¹.

3.4 *Long terme : la rupture technologique*

Les énergies fossiles ont présenté pendant longtemps de nombreux avantages : abondance, faible prix, traitement facile. La raréfaction de l'offre et les risques environnementaux obligent à imaginer l'avenir sans cette forme d'énergie. La rupture va donc consister à trouver une substitution. Les énergies renouvelables et l'énergie nucléaire avec la fission sont connues mais en marge, le vecteur énergétique hydrogène suscite de plus en plus d'intérêt. La véritable rupture consisterait à remplacer les carburants issus des énergies fossiles par l'hydrogène-combustible.

¹¹ www.armytimes.com : Fuel cells dominate DoD wearable power contest – William Matthews – novembre 2008

3.4.1 *L'hydrogène-combustible : une alternative aux hydrocarbures ?*

L'hydrogène, plus précisément le dihydrogène (H₂), est actuellement produit à partir des énergies fossiles pour des applications chimiques dans l'industrie. Il s'agit là d'un hydrogène-industriel encore dépendant des énergies fossiles.

L'hydrogène peut cependant être produit indépendamment des énergies fossiles et peut connaître des applications énergétiques comme par exemple la pile à combustible. Il s'agit là d'un hydrogène-combustible non émetteur de carbone que certains imaginent remplacer à terme les énergies fossiles. Nous passerions d'une économie-fossile émettrice de CO₂ à une économie-hydrogène plus propre. Il faut préciser que, d'un point de vue thermodynamique et moyennant des adaptations mineures, les moteurs thermiques (moteur ou turbine) peuvent fonctionner avec de l'hydrogène.

Dans le cadre d'un développement à grande échelle des applications de l'hydrogène-combustible, la production, le stockage et le transport de ce nouveau vecteur énergétique restent un défi technologique.

3.4.2 *Le défi de la production massive d'hydrogène-combustible*

L'enjeu de la production d'hydrogène consiste à atteindre d'énormes quantités aptes à répondre aux besoins en vecteur énergétique.

La production d'hydrogène s'obtient de plusieurs façons :

- à partir des hydrocarbures
- à partir de la décomposition de l'eau avec un apport d'énergie
- à partir de la biomasse ou de bactéries

La production d'hydrogène à partir d'hydrocarbures renvoie la problématique à la dépendance des énergies fossiles. La biomasse et les bactéries produisent certes de l'hydrogène dans les laboratoires mais aucune production massive n'est envisageable pour l'instant. La filière la plus crédible concerne actuellement la production d'hydrogène à partir de l'eau et d'un apport énergie.

L'énergie fossile éliminée, les énergies renouvelables et l'énergie nucléaire sont candidates à cet apport énergétique nécessaire à la production d'hydrogène à partir de l'eau. Dans le cadre d'une application opérationnelle, c'est-à-dire mobile et relativement compacte, les réacteurs nucléaires sont particulièrement bien placés¹².

L'intérêt de mettre au point des réacteurs nucléaires à la fois producteurs d'hydrogène-combustible et d'électricité a été identifié par les Etats impliqués dans des programmes nucléaires. Nous sommes actuellement dans une période charnière

¹² Marvin Baker Schaffer (RAND Corp.) and Ike Chang (independent consultant) - op

qui consiste à déterminer quelle option technologique aura le meilleur avenir économique permettant une bascule vers l'économie tout hydrogène.

Sur le plan purement militaire, une volonté politique forte de voir aboutir une force armée fonctionnant à l'hydrogène pourrait voir le jour assez rapidement. En effet, les besoins d'une force armée en énergie restent très inférieurs au besoin d'une économie tout entière. Cependant les coûts inhérents à cette démarche ne sont pas conciliables avec la recherche d'efficacité. Il paraît probable que le matériel militaire profitera de l'effet de bascule vers l'économie tout hydrogène et ne bénéficiera pas du développement d'une filière particulière trop coûteuse.

CONCLUSION

Dans son dernier essai¹³, Jean Marc Jancovici appelle à un fort volontarisme pour faire face au « big bang » que provoquera l'épuisement des énergies fossiles et le changement climatique. Sans dessein et sans ce minimum de volontarisme, nos institutions ne résisteront pas aux menaces à venir.

Le ministère de la Défense, les armées doivent donc impérativement sentir ces changements à venir, qui ne manqueront pas d'avoir des conséquences opérationnelles certaines.

Ce concept exploratoire a donc pour but essentiel, au delà de proposer des pistes de solutions, certainement perfectibles, d'alerter sur l'urgence et la nécessité de se construire une capacité de sécurité énergétique militaire. Celle-ci ne doit pas seulement s'appuyer sur des évolutions technologiques encore hypothétiques, mais surtout sur une révolution des mentalités qui doit intégrer cette notion dans le principe plus large du développement durable.

¹³ J.M Jancovici et Alain Grand-Jean – C'est maintenant, trois ans pour sauver le monde – Editions Seuil – Janvier 2009

BIBLIOGRAPHIE

Géopolitique

Europe et sécurité énergétique – **IHEDN** – mai 2006

Energie et géopolitique – rapport de l'**Assemblée Nationale** – novembre 2006

Energy Security as multidimensional concept – **Florian BAUMAN** – Center for Applied Policy Research – mars 2008

Energy and environmental challenges to security - **Jacques PERCEBOIS** – CREDEN – Université de Montpellier – avril 2008

Pétrole : quelques raisons d'espérer - **Jan H. KEPPLER** – IFRI – juin 2008

Sécurité énergétique, développement durable, quelle place pour le nucléaire dans le monde ? – **CEA** – mars 2006

Les enjeux géopolitiques liés aux ressources rares au XXIème siècle : les cas de l'eau, du gaz et du pétrole – actes du colloque CEREM – mai 2006

Sécurité énergétique France

Sécurité des activités d'importance vitale : une nouvelle démarche - **Réunion des SIDPC de la zone de défense Sud** - avril 2008

Rapport d'évaluation sécurité des approvisionnements pétroliers français – **Etat-Major de la Marine** – février 2008

Sécurité énergétique militaire

Comment les armées peuvent elles se prémunier contre une pénurie majeure de pétrole ? – **Annie JAFALIAN, Cédric PAULIN** – DAS – 2005

OTAN

Can energy security cooperation help Turkey, Georgia and Azerbaijan to strengthen western oriented links? – **Massimo GAUDIANO** – NATO defense college - 2007

Energy Security: NATO's Limited, Complementary Role - **Andrew MONAGHAN** - Research Division - NATO Defense College, Rome - No. 36 – may 2008

Sécurité énergétique UE

Changements climatiques et sécurité internationale – **Mr J. SOLANA** – UE - 14 mars 2008

Regards sur la politique européenne intérieure et extérieure de l'énergie - **Jacques LESOURNE** – IFRI - mars 2008

Sécurité énergétique et union européenne, propositions pour la présidence française – Rapport au 1^{er} Ministre – Claude MANDIL – avril 2008

Le débat sur les propositions législatives de la Commission européenne concernant l'énergie - Cécile KEREBEL – IFRI - mai 2008

Technologie : Documents généralistes

Recherches et technologies du futur : quelles orientations pour la production et la consommation d'énergie - Rapport présenté par Mme Marie-Odile PAULET - Conseil Economique et Social – 2006

Bilan énergétique de la France pour 2007 - DGEMP/OE/RL/CGM – 24 avril 2008

Mémento sur l'énergie – CEA – 2008

Rapport sur « définition et implications du concept de voiture propre » - MM Christian CABAL et Claude GATIGNOL - Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques - Décembre 2005

Energies d'aujourd'hui et de demain – CEA

Les sources d'énergie du 21e siècle - Sébastien Balibar, Sylvain David, Ionel Solomon – 2005

Technologie : sur les carburants synthétiques

Green diesel production with Fischer-Tropsch synthesis - Dr H.Boerrigter, ECN Biomass – Business Meeting Bio-Energy, mai 2003

Defense Energy Support Center and Army test turning waste into fuel - Defense logistics agency (US) – octobre 2008

Potentials of different biomass to liquid (BTL) fuel options - Institut für Energetik und Umwelt gGmbH for FUIRORE (future road vehicle research) (D) – Novembre 2003

Germany's synthetic fuel industries 1927-1945 - Anthony Stranges - Texas A&M University – Department of History – Avril 2003

Proceedings of the 1st Army Waste to Energy Workshop - **Franklin H.Holcomb** - US Army Corps of Engineers– Août 2008

Waste to Energy Project Vol 1 - **Gonzalo Perez** - US Army Corps of Engineers – Avril 2006

Nouveaux carburants aviation, quels sont les défis, quelles sont les options ? - **Mike Farmery**, gestionnaire de la qualité technique des carburants - Shell Aviation – Septembre 2006

Technologie : sur la filière hydrogène

Production de bio-hydrogène par transformation thermochimique de la biomasse - **Gérard Claudet** (CEA) - Association Française de l'Hydrogène (AFH2) – Octobre 2003

Production d'hydrogène par dissociation de l'eau à partir d'un réacteur nucléaire - **F.Werkoff** (CEA) - Association Française de l'Hydrogène (AFH2)- Mars 2007.

Bio production d'hydrogène par des microorganismes photosynthétiques - **J.Legrand** (GEPEA) - Association Française de l'Hydrogène (AFH2) – Octobre 2003

Les applications aéronautiques et spatiales de l'hydrogène – **Th Alleau** - Association Française de l'Hydrogène (AFH2) – Mai 2007

Production d'hydrogène par électrolyse de l'eau – d'après **TOTAL** - Association Française de l'Hydrogène (AFH2) – Mars 2003

Production d'hydrogène à partir des combustibles fossiles - **J.P.Jonchère** - Association Française de l'Hydrogène (AFH2) – Mars 2003

Photo électrolyse de l'eau – **Th. Alleau** - Association Française de l'Hydrogène (AFH2) – Mars 2007

Moteurs thermiques à hydrogène - Association Française de l'Hydrogène (AFH2) – Mars 2007

Etude technico économique prospective sur le coût de l'hydrogène - D'après **IFP, TOTAL, AFH2, CEA** - Association Française de l'Hydrogène (AFH2) – Avril 2008

Technologie : sur les piles à combustibles

Les piles à combustibles – **Th. Alleau** - Association Française de l'Hydrogène (AFH2) – Avril 2008

La pile PAFC (Phosphoric Acid Fuel Cell) – **Th. Alleau** - Association Française de l'Hydrogène (AFH2) – Avril 2008

La pile SOFC (Solid Oxide Fuel Cell) – **Th. Alleau** - Association Française de l'Hydrogène (AFH2) – Janvier 2004

La pile MCFC (Molten Carbonate Fuel Cell) – **Th. Alleau** - Association Française de l'Hydrogène (AFH2) – Janvier 2004

Les programmes dans les équipements portables – **Th. Alleau** - Association Française de l'Hydrogène (AFH2) – Avril 2008

Applications marines et sous-marines des piles à combustible - **Th. Alleau** - Association Française de l'Hydrogène (AFH2) – Mai 2005

US Army CERDEC Development of Battlefield Fuel Cell Power - **Beth Bostic** - US Army CERDEC Fuel Cell Team, Research Development Engineering Command – février 2009

Technologie : sur les réacteurs nucléaires

Réacteurs de Quatrième Génération - **Premières appréciations et actions de l'IRSN** - mars 2007

Mobile Nuclear Power for Future Land Combat - **Marvin Baker Schaffer (RAND Corp.) and Ike Chang (independent consultant)** – publié dans JFQ – mars 2009

Nuclear Power: An Option for the Army's Future - **Robert A. Pfeffer and William A. Macon, Jr** - available at www.almc.army.mil/alog/issues/SepOct01/MS684.htm - 2001

Sur les recherches américaines dans le domaine de l'amélioration de l'autonomie des forces

Proceedings of the 1st Army Installation Energy Security and Independence Conference - **Thomas J. Hartranft, Frank Yeboah, Dennis Grady, Roch Ducey** - US Army Corps of Engineers – Mars 2007

DoD Energy Security task Force - **Mr Al Shaffer**, Executive director, Defense Energy Security Task Force Director, Plans and Programs Office of Director, Defense Research and Engineering – Mai 2007

Energy Security: an IMCOM Perspective - **Paul M. Volkman** - Energy and Utilities Program Manager, HQ Installation Management Command (IMCOM) - Décembre 2006

Getting started with energy security and DEPPM92-1 - **Eileen Westervelt** - ERDC-CERL
Engineer Research and Development Center, Construction Engineering Research Laboratory – Août 2005

Distributed Electrical Power Generation, Summary of Alternative Available Technologies - **Sarah J. Scott, Franklin H. Holcomb, and Nicholas M. Josefik** - US Army Corps of Engineers – Septembre 2003

A national strategy for energy security: recommendations to the nation on reducing US oil dependence - **Energy Security Leadership council** – Septembre 2008

Army Installation Renewable Energy Program - **Andy Valentine** - ADC Defense policy forum – Mai 2007

Army Energy Security: "The Way Ahead" - **Paul P. Bollinger**, Senior Energy Executive, Deputy Assistant Secretary of the Army – Octobre 2008

Highlights of DoD's Energy Security Efforts – auteur non mentionné – 2008

Energy Security for Enduring Operations – **Dan Nolan** – DoD Power Surety Task Force – Octobre 2008

Fuel Efficiency ground vehicle demonstrator vision - **Thomas M. Mathes** - Executive director, Product Development, Tank Automotive Research, Development and Engineering Center – Septembre 2008

Ramgen Power System for Military Engine Applications - **Franklin H. Holcomb, Chang W. Sohn, Gunnar Tamm, Daniel Brown, Daniel Mahoney, Peter Baldwin, Karen Belshaw, Aaron Koopman, Dennis Witmer** – US Army Corps of Engineers – Mai 2007

The militarization of Energy Security - **James Russell, Daniel Moran** - Department of National Security Affairs – Naval Postgraduate School – Juin 2008

War Without Oil : a Catalyst for True Transformation - **Michael J. Hornitschek**, Lt Col, USAF - Air War College – Air University –Février 2006

Teaching an Old Dog New Tricks - **Gregory J. Lengyel**, Colonel, USAF – Department of Defense Energy Strategy – Août 2007.

ENTRETIENS EFFECTUES

- Colonel NEBOIS, OCO à l'EMA : les grandes lignes du PP30 2009 et les raisons pour lesquels la SEM n'est pas assez prise en compte
- Mr Hubert SANSOT, DGA: présentation du Projet Fédérateur Energie 2009
- Mr Denis LE FERS, DAS: la DAS prend-t-elle en compte la SEM?
- IC1 WEBER, représentant du SEA à l'EMA : les directives du SEA et généralités sur la signification de la sécurité énergétique pour la France et l'OTAN.
- Jean-François BOSSU – chef-adjoint SXTN (service technique mixte des chaufferies nucléaire de propulsion navale) – CEA – janvier 2009-03-27 : crédibilité des réacteurs nucléaires transportables.
- CNE SAINT-GUILHEM – EMA/EMPLOI – Existence de Retex sur la sécurité énergétique ? (février 2009)
- Lcl NOULENS – SHD
- CDT GUE – SHD
- Monsieur VAUDABLE – Documentaliste au SHD
- Monsieur LEGRAND Nicolas – Dépôt pétrolier de Chalons
- Ingénieur Principal CHEVALLIER – SEA Paris
- Ingénieur en chef e 2^{nde} classe NOVIANT – SEA Paris
- Ingénieur principal MAILLOT – SEA Paris

TABLE DES MATIERES

1	UN SUJET PERTINENT DONT IL EST URGENT DE PRENDRE CONSCIENCE AU NIVEAU MILITAIRE	2
1.1	Une notion militaire non définie	2
1.2	Pourtant le contexte énergétique mondial l'impose.	4
1.3	...ainsi que le durcissement des engagements.	5
2	UN IMPERATIF IMMEDIAT : LA PRISE EN COMPTE EFFECTIVE A TOUS LES NIVEAUX.....	9
2.1	Les attendus	9
2.2	La prise en compte au niveau conception	11
2.2.1	Une vision géostratégique orientée vers les forces armées : création d'une cellule de veille	11
2.2.2	Une élaboration de concepts et doctrines tenant compte de la sécurité énergétique	12
2.2.3	Un enjeu pour la planification	12
2.3	La prise en compte sur les théâtres d'opération.....	13
2.3.1	Par des actions concrètes immédiates.....	13
2.3.2	Par la valorisation de nos OPEX actuelles	13
2.3.3	En s'orientant vers des modèles de bases de théâtre optimisées en énergie.....	14
3	LA NECESSITE D'AMELIORER L'AUTONOMIE ENERGETIQUE : LA REPOSE TECHNOLOGIQUE	16
3.1	Le spectre de l'autonomie	16
3.2	Court terme : les améliorations possibles et les nouvelles énergies.....	17
3.2.1	Les améliorations possibles	17
3.2.2	Les « nouvelles » énergies.....	18
3.3	Moyen terme : le nucléaire et la pile à combustible.....	18
3.3.1	La fission nucléaire : un palliatif.	18
3.3.2	Les piles à combustible : une énergie d'appoint.....	20

3.4	Long terme : la rupture technologique	20
3.4.1	L'hydrogène-combustible : une alternative aux hydrocarbures ?.....	21
3.4.2	Le défi de la production massive d'hydrogène-combustible	21

ANNEXE 1

Le développement durable au service de l'opérationnel : un projet dans le vent à Besançon ...

Sous le patronage du haut fonctionnaire développement durable du ministère de la Défense, la garnison de Besançon a mis en place en 2004, au sein du 6^e régiment du matériel, une démarche expérimentale de pilotage par le développement durable (voir TIM octobre 2005). Il s'agit d'adopter une vision à long terme visant simultanément et à part égale l'efficacité économique, le progrès social et la protection de l'environnement.

Un bilan carbone® a permis de mesurer la sensibilité aux combustibles fossiles et de valider un plan d'action dont l'axe stratégique est la lutte contre le réchauffement climatique.

Il existe trois domaines d'action qui permettent de réduire les émissions de gaz à effet de serre des procédés énergétiques :

- la maîtrise de la demande en énergie,
- l'amélioration de l'efficacité énergétique,
- le développement des énergies renouvelables.

Ces dernières font appel aux différents éléments naturels que sont le soleil, le vent, l'eau, la biomasse, et présentent un double intérêt:

- stratégique et économique, en anticipant l'épuisement des réserves fossiles (pétrole, gaz, ...) ou fissiles (uranium),
- environnemental et socio-sanitaire, en évitant les émissions de gaz responsables des "pluies acides" (SO₂, NO_x, ...) ou de l'effet de serre (CO₂, CH₄, N₂O, ...).

Les émissions de polluants se limitent alors aux activités liées à la fabrication et à l'installation des matériels et sont très faibles.

C'est dans ce contexte que le 6^e RMAT, sous le patronage du général commandant la 1^{re} brigade logistique, envisage de tester l'emploi de l'énergie éolienne pour alimenter le

PC de sa 2^e compagnie de maintenance mobilité au cours d'un FTX qui se déroulera en avril 2006. Le matériel embarqué sera mis à disposition par la société CAP-ENR : il s'agit d'un aérogénérateur Windside® à axe vertical, primé au salon Pollutec 2005, et qui est déjà en service dans d'autres armées professionnelles (scandinaves et américaine en particulier). Cet équipement est utilisable dans des conditions extrêmes et pour des vitesses de vent variant de 1 m/s à 60 m/s selon les modèles, d'où une efficacité de 30 à 50 % supérieure à celle des éoliennes à axe horizontal, et ne génère pas de bruit (infrasons y compris). Au-delà de la réduction des pollutions, discrétion et robustesse, opérations de maintenance limitées sont des caractéristiques éminemment intéressantes pour le militaire. Une limitation des parcs de groupes électrogènes pourrait aussi être étudiée en amont. Rendez-vous en avril pour l'expérimentation.

□

**Monsieur CLAD Ingénieur d'études
et de fabrication au 6^e
RMAT**

**Revue HERACLES n°14 –
Mars/Avril**

2006

ANNEXE 2 :

Procédures américaines préconisées pour la réduction de la consommation énergétique¹⁴

Aircraft

- Reduce unnecessary equipment aboard aircraft to reduce weight and accurately manage cargo center of gravity.
- Avoid tank “top off” when not needed.
- Use single engine taxiing.
- Avoid use of afterburners as much as possible.
- Plan and execute efficient flight routing.
- Make more extensive use of simulators.
- Refuel in-flight only when absolutely necessary.
- Move fuel by air as little as possible.
- Plan missions to minimize any need to “dump” fuel.

Ships

- Slow steam ships on only one engine running at peak efficiency instead of multiple engines at lower efficiency.

Ground Forces

- Reduce battery re-supply in the field through use of lightweight portable photovoltaic systems.
- Reduce air conditioning losses at hot weather FOBs through tent insulation.

Logistics and Planning

- Make maximum use of ocean shipping to avoid the need for air shipping.
- Plan air logistics transport to maximize load factors.

Aircraft and Ground Vehicles

- Use Auxiliary Power Units (APUs), or batteries when power is needed for stationary vehicles instead of running main propulsion engines.

Facilities and Shipboard Hotel Loads

- Use only Energy Star or Federal Energy Management Program (FEMP) designated efficient products where available.
- Maintain heating and cooling systems in top performance through continuous commissioning.
- Manage thermostat settings.
- Use compact fluorescent light bulbs or solid state / light-emitting diode (LED) lighting.
- Use occupancy sensors to turn lights on and off.
- Eliminate requirement for computer systems to be on 24/7 through better scheduling of software updates and other maintenance activities.

¹⁴ Report of the Defense Science Board Task Force on DoD Energy Strategy “More Fight – Less Fuel”- 2008

ANNEXE 3: LISTE DES MEMOIRES INDIVIDUELS

BEAUDOIN	CBA	France	Peut-on identifier les limites de la sécurité énergétique pour une force en projection (opérations militaires de guerre) ?
LEDUC	CBA	France	A travers le Livre Blanc et les grandes directives nationales, dans quelle mesure la sécurité énergétique s'intègre-t-elle dans les concepts d'intérêts vitaux et stratégiques, et surtout comment la sécurité énergétique militaire est-elle prise en compte ?
LEROY	CEN	France	L'autonomie énergétique : nouvel enjeu majeur de la liberté d'action des forces armées.
UHRICH	LT-COL	France	Comment la politique de sécurité énergétique militaire propre à l'OTAN influe-t-elle sur une action nécessairement plus globale ?
PAUPY	CDT (TA)	France	Sécurité énergétique d'une force projetée : conserver la liberté d'action de la composante aérienne.
RATTO	CDT	France	Dans quelles mesures, la sécurité énergétique peut-elle influencer sur la planification et la conduite des opérations au niveau opératif ?
SAULNIER	CDT (TA)	France	Créer une insécurité énergétique sur une force opposée.
DREO	CC	France	Autonomie énergétique d'une force navale
SAVOYANT	CC	France	Les énergies renouvelables au service d'une force projetée.
TRAN	LT-COL	VIETNAM	Quelles peuvent être les contributions des forces armées à la sécurisation des sources d'approvisionnements énergétiques ?
HAUSKEN	CF	NORVEGE	Dans quelle mesure la sécurité énergétique militaire peut-elle être assurée dans le cadre de l'UE ?
LEYGUE	CNE	France	Quelles sont les énergies nécessaires à la sécurité énergétique militaire d'une force interarmées, les évolutions technologiques en cours ou souhaitables à court (5-15 ans), moyen (15-30 ans) et long (> 30 ans) termes ?
FORESTIER	CBA	France	Quelle place pour le pétrole dans les conflits armés ?