

DGA-CHEAr

Etude EPMES

La prise en compte de la dimension environ-
nementale dans les programmes d'armement

Rapport final

Bernard Bellot

Serge Sidoroff

Stanislas Nösperger

Jean-Baptiste Vaillant

20 janvier 2003

Huit points à retenir

1

La prise en compte des contraintes environnementales au sein de la DGA, comme ailleurs, ne peut résulter que d'une décision politique forte prise par les plus hautes instances afin de motiver l'ensemble de l'organisation autour d'un projet clair et collectif.

2

Un tel projet s'inscrit nécessairement dans **une vision à moyen et long terme**. Il est crucial d'anticiper les impacts des équipements tout au long de leur **cycle de vie** et d'intégrer les conséquences que pourrait avoir une non-prise en compte des enjeux environnementaux en termes de litiges, de surcoûts et d'image auprès des citoyens.

3

Une **démarche proactive** s'avère techniquement plus efficace et opérationnellement plus pertinente, car elle permet de participer aux évolutions (au lieu de les subir) et d'éviter de remettre en question des choix antérieurs (avec un coût d'adaptation souvent élevé).

4

Une démarche adaptée nécessite **une bonne information**, voire une formation des personnes de manière à les impliquer pleinement dans la mise en place d'une approche intégrant les contraintes environnementales, comme le montre les expériences initiées dans d'autres pays.

5

Les personnes impliquées doivent avoir **connaissances des enjeux et outils**, être informés sur les **évolutions juridiques** (actuelles ou en gestation), avoir accès aux **bases de données idoines** (notamment sur les recherches scientifiques et techniques sur les matériaux), bénéficier d'un **retour d'expérience** sur les avancées réalisées dans le civil et sur les matériels au cours de leur cycle de vie...

6

La DGA doit aussi avoir un **rôle-moteur auprès de ses partenaires industriels** afin de les motiver à s'impliquer dans cette démarche, notamment en leur montrant les avantages qui en découlent d'un point de vue concurrentiel à l'exportation et la réduction des coûts globaux (cycle de vie des systèmes).

7

La **dualité** apparaît comme un **facteur-clé de la réussite**, tant dans le rapprochement des normes civiles (lorsque cela est possible) que dans le partage des investissements en R&D et des expériences techniques. Une telle stratégie ne doit pas être perçue comme un pis-aller, mais comme le reflet d'une communauté d'intérêts au service de l'intérêt général.

8

La DGA a pris du **retard par rapport à ses partenaires**, qui ont compris l'avantage concurrentiel qu'ils pouvaient en tirer, mais rien n'est inéluctable. Un rattrapage est non seulement souhaitable, mais essentiel pour l'avenir de la DGA. Ceci passe par **une démarche volontariste et la mobilisation de ressources** pour former les personnels et avoir l'accompagnement d'experts pour intégrer cette nouvelle dimension des missions de la DGA.

Sommaire

1	<u>Synthèse</u>	5
2	<u>Executive summary</u>	11
3	<u>Les travaux réalisés par Nodal Consultants</u>	17
4	<u>Les enjeux de la prise en compte de l'impact environnemental dans les programmes d'armement</u>	20
4.1	<u>Les enjeux pour la DGA</u>	20
4.2	<u>La multiplication des directives européennes</u>	21
4.3	<u>Les Etats Unis, précurseurs au fort pouvoir d'influence</u>	26
5	<u>Les pratiques actuelles de prise en compte des contraintes environnementales dans la conception des systèmes d'armes</u>	27
5.1	<u>Une prise en compte générale de l'environnement très récente et des actions souvent dispersées</u>	27
5.2	<u>Un faible niveau de prise en compte de l'environnement dans la conception des systèmes d'armes</u>	28
5.3	<u>Le processus d'intégration des contraintes environnementales</u>	33
5.4	<u>Exemples de programmes d'équipements</u>	37
5.5	<u>Principaux défis</u>	40
6	<u>La prise en compte de l'environnement par les industriels civils</u>	42
6.1	<u>Les motivations des industriels civils sont aujourd'hui principalement réglementaires</u>	42
6.2	<u>L'industrie civile est soumise à des contraintes environnementales croissantes</u>	43
6.3	<u>Une organisation interne adaptée aux motivations</u>	46
6.4	<u>Des outils d'éco-conception plus approfondis dans le civil</u>	51
6.5	<u>Des enjeux économiques et techniques difficiles à appréhender</u>	56
7	<u>La prise en compte de l'environnement par les industriels partenaires de la DGA</u>	59
7.1	<u>Chez les industriels duaux, les pratiques industrielles civiles influent positivement sur l'éco-conception dans l'industrie de défense</u>	59
7.2	<u>Un retard chez les industriels purement militaires</u>	61

8	<u>Comparaison internationale</u>	63
8.1	<u>Le rôle de l'OTAN</u>	63
8.2	<u>La prise en compte de l'environnement dans les programmes d'armement aux Etats-Unis</u>	64
8.3	<u>Le Canada</u>	69
8.4	<u>L'Allemagne</u>	71
8.5	<u>La Suisse</u>	72
9	<u>Synthèse de la situation</u>	74
9.1	<u>Résumé</u>	74
9.2	<u>Les industriels utilisent des outils plus ou moins développés selon leur motivation et leur stratégie</u>	75
9.3	<u>Comparatif de la réglementation, outils et pratiques de prise en compte de la dimension environnementale</u>	76
9.4	<u>Facteurs clefs de succès de la DGA pour la prise en compte de l'environnement</u>	77
9.5	<u>Positionnement actuel de la DGA par rapport aux facteurs clefs de succès</u>	81
10	<u>Recommandations</u>	82
10.1	<u>Trois niveaux de recommandations</u>	82
10.2	<u>Priorités des recommandations</u>	89
11	<u>Entretiens réalisés</u>	91
11.1	<u>Industriels</u>	91
11.2	<u>Institutions françaises</u>	94
11.3	<u>Institutions étrangères et internationales</u>	94
12	<u>Annexes (document séparé)</u>	96

1. Synthèse

Introduction

- ❑ La Délégation Générale pour l'Armement (DGA) souhaite développer la **prise en compte de la dimension environnementale dès la conception des systèmes d'armes**.
- ❑ La place de l'environnement dans les activités humaines représente des enjeux sociétaux, technologiques, économiques et stratégiques de plus en plus importants.
- ❑ Plus particulièrement pour la DGA et l'industrie de l'armement, une approche **globale basée sur la prise en compte de la dimension environnementale dès le stade de conception** des systèmes d'armes présente de nombreux avantages :
 - meilleure satisfaction des contraintes liées à la fin des exceptions militaires, et des besoins d'interopérabilité des matériels
 - pour les forces armées, réduction des coûts de possession des matériels, voire dans certains cas amélioration des performances
 - apport aux industriels d'avantages concurrentiels pour l'accès à de nouveaux marchés.
- ❑ L'approche de Nodal Consultants pour cette étude a été basée sur :
 - un diagnostic du niveau de prise en compte des préoccupations environnementales par les acteurs nationaux, et notamment par la DGA
 - l'évaluation des pratiques, besoins et projets des acteurs industriels par une approche directe
 - un "benchmark" des pratiques internationales et de la réglementation, et de leurs évolutions
 - l'élaboration de propositions de recommandations d'actions pour la DGA.

Le diagnostic

- ❑ Le niveau de prise en compte de l'environnement par la DGA dans ses activités est récent et très faible :
 - une absence d'approche globale, qui peut s'expliquer par un manque de volonté stratégique à haut niveau et par le poids des habitudes
 - une organisation peu adaptée (absence de fonctions, responsabilités et procédures clairement définies) et une information insuffisante (sur les normes, les experts, les outils)
 - le niveau de prise en compte est plus élevé pour les armements navals (directive élaborée par l'Etat Major de la Marine, respect des contraintes liées à Marpol).
- ❑ Cette prise en compte se limite aujourd'hui à :
 - quelques actions ponctuelles, telles que : la constitution de groupes de travail, des études, démarches ISO 14000, la participation à des travaux de l'Otan, la signature d'une convention le ministère de l'environnement et l'application des législations civiles à certaines installations militaires

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- des actions organisationnelles, par exemple la création d'un bureau de l'environnement et d'un poste spécialisé à la DSP, et l'amorce de développement d'outils (bases de données).
- La culture environnementale, l'organisation et les outils correspondants sont quasi-inexistants à la DGA, et plus particulièrement en conception :
 - une prise en compte très fragmentée, à la discrétion des directeurs de programmes et souvent basée sur des initiatives individuelles
 - l'absence d'objectifs de performances environnementales et de responsabilités pour l'atteinte de ces objectifs
 - la faiblesse des outils et des procédures :
 - absence de chapitre environnement dans les documents de conception
 - fonctions environnementales peu ou pas exprimées en tant que telles
 - absence ou faiblesse d'outils d'éco-conception et d'analyse des coûts du cycle de vie.

Les industriels civils

- Les industriels civils ont pris en compte l'environnement dans la conception de produit à des degrés divers depuis une dizaine d'années :
 - leurs motivations de l'éco-conception sont principalement réglementaires ou normatives, notamment pour la gestion de sites et l'utilisation de matériaux. Ces normes et directives portant sur les équipements civils concernent progressivement les équipements militaires
 - plus rarement, la prise en compte environnementale constitue un argument commercial ou un avantage concurrentiel
 - l'incitation d'un partenaire, une filiale, une maison mère ou client potentiel, par exemple scandinave, est à l'origine d'une démarche approfondie d'éco-conception
 - à noter que dans certains cas, l'amélioration des performances générales peut avoir une incidence favorable sur les impacts environnementaux du produit.
- Le niveau de motivation des industriels conditionne les outils et l'organisation mis en place :
 - dans le cas d'une recherche de conformité, l'ampleur et l'impact de la démarche de prise en compte de l'environnement sont limités :
 - moyens mis en œuvre réduits à des outils d'identification de matériaux interdits ou réglementés, en particulier pour la fin de vie, et optimisation d'une contrainte environnementale isolée
 - démarche de gestion environnementale de site et de produits réalisées indépendamment
 - en cas de démarche volontariste, par exemple pour dégager un atout concurrentiel (technique ou d'image), la démarche est de plus grande ampleur et associée en général à des ruptures technologiques ou de pratiques :
 - approche des impacts environnementaux systématique sur l'ensemble du cycle de vie du produit et soutenue par des outils spécialisés et adéquats (analyse du cycle de vie et des coûts de possession, même si l'évaluation de ces derniers reste problématique)

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- application des pratiques et de la certification ISO 14001 accompagnant l'effort d'éco-conception des bureaux d'études par retour d'expérience et de besoins environnementaux opérationnels des responsables de site.

Les industriels partenaires de la DGA

- ❑ Chez les industriels duaux, la collaboration et la communication systématique entre les divisions civiles et militaires a fortement favorisé le transfert de compétences en éco-conception, en particulier :
 - dans l'industrie électronique, où la DGA a substitué le plus souvent des spécifications civiles aux spécifications militaires
 - dans l'aéronautique, où la prise en compte de l'environnement relève d'une décision de stratégie d'entreprise globale, applicable à toutes les divisions.
- ❑ Le transfert de compétences entre les divisions civiles et militaires des industriels duaux se heurte cependant à plusieurs problèmes :
 - l'obsolescence des composants des systèmes militaires à longue durée de vie, qui impose des travaux de re-conception de cartes électroniques lors des révisions générales ou retro-fits
 - la confidentialité de certains sujets militaires, où les experts civils d'éco-conception ne peuvent pas intervenir a priori
 - la différence de taille de séries, souvent beaucoup plus importante dans le civil que dans le militaire.
- ❑ Les industriels « purement » militaires ou sans grande communication entre divisions civiles et militaires présentent en général un retard dans leurs pratiques d'éco-conception sur les industriels civils :
 - strict respect des contraintes
 - peu d'anticipation des évolutions normatives et réglementaires
 - peu ou pas d'outils d'analyse du cycle de vie ou de coûts

Les enjeux économiques

- ❑ Les surcoûts environnementaux originels concernant la DGA ou les industriels de la défense, qui peuvent intervenir tout au long du cycle de vie des armements engendrent en général des économies et une productivité plus importantes.
- ❑ Les coûts d'acquisition plus élevés, provenant par exemple d'un effort de R&T supplémentaire ou d'une refonte des lignes de production, peut engendrer des économies d'échelles par la réalisation de versions export à destination des pays très concernés par la protection de l'environnement (Scandinavie en particulier).
- ❑ Les coûts de possession liés à l'environnement ont en général une incidence positive sur les comptes d'exploitation, si l'environnement a été pris en compte dès la conception :
 - gain de consommation de carburant durant l'exploitation pouvant atteindre 40%

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- valorisation du capital immobilier par la limitation de la pollution et/ou la valorisation des rejets sur les sites militaires (centres d'essais par exemple)
- réduction des coûts de fin de vie (0,5% à 2% du coût total du système) liés au retrait de service et à la valorisation.

Les démarches institutionnelles internationales

- ❑ Les directives environnementales de la Commission Européenne représentent plus de la moitié des textes français. Au moins 24 directives environnementales en cours de discussion ou en vigueur peuvent concerner la conception des systèmes d'armes, dans la mesure où les exceptions défense sont plus rares et concernent plutôt un report de délai d'application.
- ❑ L'Otan établit, après discussions entre Etats membres, des standards d'applications de technologies ou de méthodologies. Un Stanag traitant déjà des aspects généraux de la gestion environnementale devrait être complété en 2003 par un Stanag orienté vers l'éco-conception.

Les démarches nationales

- ❑ Les Etats-Unis, la Suisse et la Suède sont les pays industrialisés occidentaux les plus avancés
- ❑ Le Département de la Défense Américain (DoD) s'est fortement impliqué dans la prise en compte de l'environnement en exploitation et en conception :
 - un sous-secrétariat spécialisé traite directement des affaires environnementales du DoD et fixe des objectifs généraux à atteindre
 - chaque directeur de programme se voit assigner des objectifs environnementaux à respecter et l'impact environnemental d'un système est considéré comme un critère de performances
 - le DoD a décidé d'adopter de principe des contraintes identiques au civil
 - une méthodologie d'éco-conception et d'analyse d'impact environnemental systématique a été mise en place
- ❑ Pour la période 2000-2003, le département de la défense canadien met en place les éléments permettant de formaliser la prise en compte des contraintes environnementales dans la conception des systèmes d'armes et définit, à l'instar du DoD, des performances environnementales pour les nouveaux systèmes d'armes.
- ❑ Le département de la défense suédois pratique une politique de prise en compte de l'environnement aussi directive que le DoD.
- ❑ Le département allemand de la défense dispose d'un institut spécialisé dans l'analyse des impacts environnementaux des matériaux et de quelques outils d'analyse de cycle de vie, mais restreint son approche au strict respect des contraintes environnementales.
- ❑ Le Département helvétique de la Défense (Protection de la population et des Sports) a entamé une démarche d'éco-conception en même temps que sa démarche de certification ISO 14000. L'impact environnemental de chacune de ses activités est systématiquement évalué.

Les facteurs clef de succès et les recommandations d'action pour la DGA

- ❑ **Les facteurs clés de succès "amont"** sont liés aux orientations stratégiques de la DGA, et en particulier à l'implication à haut niveau de la DGA dans la prise en compte de l'environnement dans ses programmes. Les actions correspondantes sont :
 - la mise en oeuvre d'une démarche volontariste et globale inscrite dans les orientations stratégiques de la DGA et soutenue par son ministère de tutelle
 - la globalisation progressive de l'approche environnementale de la DGA et le passage aux normes ISO 14001 et ISO 14062 pour l'éco-conception
 - la prise en compte de l'environnement dans les programmes de R&T de la DGA, notamment par une plus grande implication dans les approches "duales" pour identifier des technologies "de rupture", et développer en amont des technologies "propres".
- ❑ **L'évolution de la culture, des méthodes et de l'organisation "environnementale" de la DGA relèvent d'un deuxième niveau de facteurs clés de succès** permettant l'effectivité des décisions stratégiques de prise en compte de l'environnement dans les programmes d'armement. Les actions correspondantes à engager par la DGA sont :
 - l'aménagement de l'organisation et des procédures :
 - définition des responsabilités (dans les directions des programmes et les directions transverses) et des objectifs de performance environnementale des matériels
 - procédures de conception intégrant la prise en compte fonctionnelle systématique de ces performances environnementales dans les cahiers des charges
 - le développement et la mise en œuvre d'outils et moyens "environnementaux" adaptés :
 - outils d'éco-conception, grilles environnementales et outils d'analyse de cycle de vie compatibles avec ceux des partenaires industriels,
 - moyens juridiques pour l'étude et la limitation des risques sur l'environnement liés aux systèmes d'armes
 - l'évolution de la culture et des compétences des concepteurs et directeurs de programmes par des actions de sensibilisation, de communication et formation :
 - des directeurs
 - des opérationnels.
- ❑ **Enfin, les facteurs de succès « opérationnels »** concernent l'intégration des apports du civil par un renforcement de l'approche partenariale et des coopérations internationales de la DGA :
 - intégration des produits et des compétences du civil, déjà fortement soumis aux normes et directives environnementales :
 - priorité aux spécifications civiles, lorsque c'est possible, et à l'intégration de produits civils déjà "éco-conçus"
 - introduction d'un volet environnemental dans les appels d'offres
 - refonte de l'approche "technologies duales" de la DGA, pour une meilleure prise en compte de l'environnement, en particulier avec des partenaires représentatifs tels le Gifas
 - renforcement de l'implication directe de la DGA avec les industriels dans l'éco-conception lors des programmes d'armement, par exemple par :
 - le lancement de PEA spécifiques à l'environnement et aux technologies rattachées

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- la capitalisation des retours d'expérience des responsables de sites de l'armée et des industriels, par exemple lors de la certification ISO14001 des sites militaires
- l'incitation des industriels de l'armement à signer une charte environnementale, semblable par exemple à l'engagement des industriels du PVC
- une démarche volontariste de développement de l'éco-conception avec les partenaires internationaux permettra à la DGA de bénéficier des expériences de ses homologues et des industriels de l'armement plus avancés :
 - homologues américains et européens, à la suite des actions déjà initiées par la DSP
 - institutions supranationales (OMI et Otan), avec en particulier la nomination d'observateurs de la DGA sur les démarches internationales d'éco-certification
 - participation à des programmes militaires d'études amont internationaux de type Eurofinder ou Euclide.

Les priorités d'action pour la DGA

- Des priorités d'action pour la DGA ont été établies en tenant compte de trois critères majeurs :
 - champ d'action des partenaires concernés par l'action
 - facilité de mise en œuvre
 - état d'avancement de la DGA dans le domaine concerné.
 - Selon ces critères, les cinq domaines d'action prioritaires correspondants identifiés par Nodal pour favoriser la prise en compte de l'environnement à la conception dans les programmes de défense sont les suivants : affirmation d'une volonté politique de prise en compte environnementale de la part de la DGA ou de son ministère de tutelle
 - globalisation progressive de l'approche environnementale de la DGA
 - développement d'outils d'éco-conception spécifiques
 - évolution des pratiques des concepteurs
 - collaboration internationale et programmes internationaux d'éco-conception.

2. Executive summary

Introduction

- ❑ The French Délégation Générale pour l'Armement (DGA) wishes to develop its environmental awareness as early as the design stage of defense systems.
- ❑ The place occupied by environment in the human activities represents major social, technical, economical and strategic stakes of growing importance.
- ❑ More especially for DGA and the defence industry, a global, environmentally-sound approach since the design stage of defense systems has many advantages :
 - a better fit with the constraints related to the end of « military exceptions », and the needs of inter-operable systems
 - for military forces, a reduction of the owning cost of the materials, or even sometimes a improvement in performance
 - a competitive advantage for manufacturers, especially to access new markets.
- ❑ The approach of Nodal Consultants for this study was based on:
 - a diagnosis of the level of environmental concerns by national stakeholders (including DGA)
 - the assessment of operations, needs and projects of industrial companies through a direct approach,
 - a benchmarking of international legislations and of their evolution,
 - the elaboration of a set of recommendations for DGA.

Diagnosis

- ❑ The level of environmental awareness in DGA's activity is recent and very low:
 - a lack of global approach, which can be explained by a lack of strategic will at the top level and the weight of inherited habits
 - a poorly-suited organisation (missing or insufficiently defined functions, responsibilities and procedures) and insufficient information (on existing standards, experts and tools)
 - the level of environmental awareness is higher for naval armaments (e.g. a directive elaborated by the Naval staff, the compliance with Marpol-related constraints).
- ❑ This environmental awareness is yet limited to:
 - few isolated actions, e.g. constitution of working groups, studies, ISO 14000 certification, participation in NATO works, a related convention with the Ministry of Environment and application of civil legislation to some military plants

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- the emergence of an organisational reshuffle within DGA, e.g. the creation of an environment department and a dedicated position at the Direction des Systèmes de Force et Prospective (DSP), the launching of specific tools (data bases)
- The environmental culture, corresponding organisation and tools are almost completely missing at DGA, and more specifically at the design stage:
 - a very parcelled account of environmental stakes, depending of the willingness of each program director, often based on personal initiatives
 - the lack of environmental performance goals and the attribution of relevant responsibilities to reach them
 - the weakness of tools and procedures:
 - the lack of a chapter on environment in the design documents
 - environmental functions poorly or not expressed as such
 - missing or weak tools. for eco-design and for the analysis of life cycle global costs.

Commercial enterprises

- Commercial enterprises have taken the environment into account in their product design process at various stages for about ten years:
 - their motivation for eco-design is mainly driven by legislation or standards, through site management and materials use. These regulations and standards concerning civil equipments are progressively extended to military equipments.
 - more rarely, environmental awareness is viewed as a marketing argument or a competitive advantage
 - incentives from a partner, a subsidiary company, a mother company or a potential customer, e.g. Scandinavian, can be the starting point of a thorough eco-design approach
 - in some cases the improvement in the general performance level of a product may influence positively its environmental impact.
- The motivation of the firms determines its tools and internal organisation:
 - in the case of a mere legal or regulatory compliance, the scope and the impact of the environmental awareness are limited:
 - the implemented means are limited to tools for identification of forbidden or restricted substances, especially for the late life cycle, and for optimising a single environmental constraint
 - site and product environmental management systems are operating independently.
 - in the case of a voluntary approach, e.g. to get a competitive advantage (technical or commercial), the action is wider and generally coupled with the implementation of "disrupting" technologies or operations:
 - a systematic approach of the environmental impacts throughout the whole life cycle, supported by specific and relevant tools (LCA and owning costs analysis, even if their assessment remains problematic)

- implementing ISO 14001 certification scheme to complement (through a feed-back from users and site managers) the eco-design effort made by designers.

Industrial partners of DGA

- ❑ A systematic co-operation and communication between civil and defense divisions of "dual" firms has strongly promoted the transfer of eco-design competence, especially:
 - in electronics, where DGA has most often replaced military specifications by civil ones
 - in aerospace, where environmental awareness is linked to a global corporate-level strategic decision applicable widely within the firm.
- ❑ However the transfer of competences from civil to military sectors of "dual" firms faces several problems:
 - the obsolescence of long-lifetime military systems, which require a re-design work, e.g. on electronic cards, during overhauls or retrofits
 - requirements of the confidentiality for some military topics, where civilian eco-design experts cannot intervene a priori
 - the scale of series, often much more important in civil activities than in defense.
- ❑ The "purely" defense firms, or the ones without many communication between their civil and defense departments, are generally less advanced regarding their eco-design practice than civil companies, i.e.:
 - environmental awareness is limited to a strict respect of constraints
 - standards and legislation evolutions are not anticipated
 - few or no LCA or cost assessment tools are implemented.

Economical stakes

- ❑ Initial environmental additional costs regarding DGA or defense firms which may occur during the whole life cycle of systems lead generally to more important financial savings and an increased productivity of equipment.
- ❑ Higher acquisition costs from an additional R&T effort or a re-design of manufacturing process may lead to scale savings through for instance the elaboration of export versions for environment-sensitive countries (especially in Scandinavia).
- ❑ If the system is eco-designed, environment-related owning costs generally affect positively its operating costs:
 - fuel saving during the active period (up to 40 %)
 - value improvement of real estate by limiting pollution and/or re-use of releases on military sites (e.g. proving grounds)
 - reduced end of life deposit or recycling costs (0.5 to 2 % of the total system owning cost).

International institutional approaches

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- ❑ The national translation of European Commission environmental directives represents more than half of French legal laws on environment. At least 24 among them, which went are enforced or still under discussion, may impact on the design of defense systems, as far as “defense exceptions” become scarcer and concern rather an implementation delay.
- ❑ After discussions between member States, NATO sets up application standards for technologies or methodologies. A Stanag dealing with general aspects of environmental management should be completed in 2003 by an eco-design oriented Stanag.

National approaches

- ❑ USA, Switzerland and Sweden are the most advanced western countries on environment issues in defense.
- ❑ The US Department of Defence (DoD) is deeply involved in environmental awareness during the design and deployment phases of defense systems:
 - a specialised Under-Secretary is dealing with DoD environmental affairs and sets up the general goals to be reached,
 - each program director has environmental tasks to carry out and the environmental impact of a system is considered as a performance criterion,
 - the DoD decided to adopt environmental constraints identical with civil ones,
 - a methodology for eco-design and systematic environmental impact assessment has been implemented.
- ❑ For the 2000-2003 period, the Canadian Department of Defence is formalising the implementation of environmental account in the design of defense systems and, as the DoD, requires environmental performance for new defense systems.
- ❑ The Swedish Department of Defence applies an environmental awareness policy as advanced as the DoD.
- ❑ The German Department of Defence has created a specific institute devoted to the environmental impacts of materials and uses LCA tools, but limits its approach to a strict respect of legal constraints.
- ❑ At the same time as it started to implement an ISO 14000 certification scheme, the Swiss Department of Defence started an eco-design approach where the environmental impacts of each of its activities is systematically assessed.

Key factors of success and recommendations

- ❑ **Upstream key factors of success** : the strategic orientations of DGA, and especially the involvement of its top management in the introduction of environmental awareness into its programs. Corresponding actions are:
 - the implementation of a voluntary and global approach registered as a strategic orientation of DGA and supported by the Ministry of Defense,
 - the progressive globalisation in the environmental approach of DGA and its transition toward ISO 14001 and ISO 14062 standards for eco-design,

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- the introduction of environmental awareness into R&T programs, especially through a higher involvement into “dual” approaches to identify disrupting technologies and develop upstream “clean” technologies.
- **A second level of key factors of success: the evolution of DGA culture, methods and environmental organisation**, allowing effective strategic decisions to be made concerning the introduction of environmental account into defense programs. The corresponding actions to be taken by DGA are:
 - to adapt its organisation and procedures:
 - definition of responsibilities (in programs and functional directions) and environmental performance goals of equipment
 - design procedures integrating the systematic functional account of these environmental performances into specification lists
 - to develop and implement environmentally-sound tools and resources:
 - eco-design tools, environmental grids and LCA tools compatible with those of DGA industrial partners,
 - legal means of studying and limiting environmental risks related to defense systems.
 - to facilitate the evolution of the culture and competences of designers and program directors through consciousness-raising, communication and training actions for:
 - directors and managers
 - operational personnel.
- **Operational factors of success**, to integrate civil inputs through a reinforcement of partnership and international co-operations of DGA:
 - integration of civil products and competences, already strongly submitted to environmental standards and directives:
 - whenever possible, a priority to civil specifications and to the integration of civil already eco-designed products,
 - introduction of an environmental chapter into DGA calls for tenders,
 - reinforcement of “dual technologies” approach for a better environmental awareness, especially in collaboration with representative partners such as Gifas,
 - reinforcement of the direct involvement of DGA with its industrial partners in eco-design during defense programs, e.g. through:
 - the launching of "Plans d'Etudes Amont" specific to environment and related technologies,
 - the capitalisation of feedback from users to managers of military and industrial sites, e.g. during the ISO14001 certification of military sites,
 - the incitement of defense companies to sign an environment chart e.g. similar to the European PVC manufacturers chart,
 - a voluntary approach to develop eco-design with international partners will allow DGA to draw benefit of the experience of its homologues and the more advanced defense firms:
 - American and European homologues, following actions already initiated by DSP,
 - supranational institutions (OMI and NATO), including especially the designation of DGA observers of international eco-certification approaches,

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- participation in international R&D programmes such as Eurofinder or Euclide.

Priority actions

- Priority actions for DGA have been established by integrating three main criteria:
 - number and importance of DGA partners involved in these actions,
 - implementation feasibility,
 - progress of DGA within concerned domains.
 - According to these criteria, five corresponding domains have been identified by Nodal to promote the introduction of environmental awareness into defense programs:
 - a political involvement of environmental awareness from DGA and its tutelary Ministry,
 - a progressive globalisation of its environmental approach,
 - the development of specific eco-design tools,
 - the evolution of DGA designers practices,
 - a stronger involvement of DGA in international collaborations and eco-design programs.
-

3. Les travaux réalisés par Nodal Consultants

Lancement de l'étude

- ❑ Préparation et animation de la première réunion du comité de pilotage le 2 mai 2002
- ❑ A la suite de cette réunion, Nodal a mis à jour :
 - la méthodologie de l'étude (guides d'entretien, typologie des contacts, grandes lignes du mémorandum fonctionnel de l'impact environnemental des systèmes d'armes)
 - le plan de travail détaillé de l'intervention
 - la liste des contacts clefs à réaliser

Structuration de la démarche et recherche documentaire

- ❑ Nodal a analysé trois études internes de la DGA afin d'enrichir les guides d'entretiens utilisés en deuxième phase d'étude.
- ❑ Nodal Consultants a recueilli et analysé des informations bibliographiques en vue de l'établissement d'un mémorandum fonctionnel des impacts environnementaux :
 - Life-Cycle Impact Assessment Demonstration for the BBU-24, United States Environmental Protection Agency
 - Rapport environnemental du Département de la Protection de la Population et des Sports de la Confédération Helvétique
 - Des activités environnementales respectueuses de l'environnement, de la Défense Nationale du Canada
- ❑ Nodal a mené une étude succincte des normes et des directives et a établi un recueil des normes pouvant concerner a priori la conception des systèmes d'armes.
- ❑ En complément, Nodal a recueilli les documents relatifs aux risques environnementaux et aux activités matériaux de la DGA réalisés lors du séminaire de la filière "Matériaux Structuraux" du 25 et 26 mars 2002 à l'AIA de Cuers Pierrefeu.
- ❑ A partir des informations recueillies, Nodal a réalisé avec les experts associés à l'étude, les grilles fonctionnelles pour la structuration d'un mémorandum fonctionnel des impacts environnementaux des systèmes d'armes. Les grilles sont destinées à être renseignées au cours des entretiens avec les directeurs et responsables de programmes et à partir des informations externes disponibles (origine des pollutions notamment).
- ❑ Nodal a élaboré deux guides d'entretiens (voir en annexe) pour les contacts :
 - au sein des institutions (Ministère de la Défense en particulier)

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- auprès des industriels.
- Au cours d'entretiens d'orientation avec Monsieur Bellais et Madame Aulotte, trois programmes de la DGA ont été sélectionnés pour être pris en exemple lors des entretiens avec les industriels et les responsables de programmes pour l'analyse environnementale et la réalisation du mémorandum :
 - le programme Roland valorisé de défense sol-air
 - le programme Tigre d'hélicoptère de combat de nouvelle génération
 - le programme Nouveau Transport de Chalands de Débarquement (BPC).
- Des entretiens d'orientation avec différents membres du comité de pilotage ont permis l'identification des contacts institutionnels—clefs qui ont été réalisés.

Point de vue des institutionnels

- Au cours de la phase d'entretiens auprès des institutionnels, Nodal a rencontré :
 - Madame Hélène Bergès, Chef du Bureau de la protection de l'environnement
 - Monsieur Claude Eon, Adjoint spécialisé au directeur des Systèmes de Force et Prospective (DSP)
 - Madame Sylvie Ruschetta, Direction des Affaires Juridiques au ministère de la Défense
 - Monsieur Jourzac, Service d'Architecture des Systèmes de Forces
 - Laurent Letot, Service d'Architecture des Systèmes de Forces
 - Alain Dunaud, Service d'Architecture des Systèmes de Forces
 - François Pintard, manager SACP/SAMP et coordinateur national du programme Roland valorisé
 - Gérard Rivoal, DGA/SPN, responsable du programme NTCD/BPC
 - Pascal Oliver, Directeur du programme Tigre
 - Marc Billard, Sous-directeur de la Prospective du SASF (DSP)
 - Madame Cros et Monsieur Holstein du SGCI /ITEC.

Point de vue des industriels

- Au cours de la phase d'entretiens auprès d'industriels, Nodal a rencontré :
 - M. Anselme, Responsable prospective et nouveaux domaines, MBDA
 - Patrick Dubots, Affaires extérieures\Environnement Produits (Fédération des Industries Electriques, Electroniques et de Communication, FIEEC), Alcatel
 - Bernard Boime, Chef du département Ingénierie et technologies de l'information, EADS-CCR
 - Alain Lasalmonie, Direction Technique\Matériaux (Président commission matériaux AAAF), Snecma

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- Bruno Costes, Responsable Environnement, Airbus France
 - M. Guérin, Responsable d'affaires VT1, Thales
 - Ludovic Mezière, Direction Technique\Département Matériaux et techniques associées, Turboméca
 - M. Varigny, Coordinateur Environnement et M. Picard, Environnement site Saint Priest Renault VI
 - Guy Lefèvre, Direction Qualité Totale, Dassault
 - M. Audren Stan, Sagem
 - MM. Morvan et Courtois, Environnement Site, DCN,
 - M. Polychroniadis, Direction de la R&D, Eurocopter,
 - M. Renard, Responsable Eco-conception, Faurecia
 - Sophie Richet, Direction Matériaux et procédés\Service Recyclage, PSA
 - Alain Coûtrot, responsable R&D, Snecma
 - Alain Bugat, Directeur des technologies avancées, CEA
 - Alain Davenas, Directeur scientifique, SNPE
 - Yvon Le Gall, Chantiers de l'Atlantique.
- ☐ Au cours de la phase d'entretiens auprès d'institutionnels, Nodal a contacté :
- Mme Cosmao, responsable Roland, OCCAR
 - Jean Fournet, secrétaire adjoint pour les affaires scientifiques et l'environnement, OTAN
 - M. Fornage, Management Hygiène Sécurité Environnement à la Direction Valorisation et Formation, Ineris,
 - M. Reiner, Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung (Allemagne)
 - M. Scheppler, Groupe de l'approvisionnement du Département de la Défense, de la Protection de la Population et des Sports (Suisse)
 - Mme Roy, Direction technique et technologies de l'information, Gifas
 - Mme Boeglin, Qualité écologique des produits, Ademe.

Points d'avancement et synthèse

- ☐ Plusieurs réunions et points d'avancement téléphoniques ont été réalisés avec M. Renaud Belais et Mme Sophie Aulotte
- ☐ Une réunion intermédiaire avec le Comité de Pilotage a été organisée par Nodal le 11 septembre 2002
- ☐ Les éléments de synthèse et de recommandation de l'étude et des entretiens réalisés font l'objet du présent rapport final.
- ☐ La réunion finale du comité de pilotage du 19 décembre a permis de valider ces résultats.

4. Les enjeux de la prise en compte de l'impact environnemental dans les programmes d'armement

- ❑ La prise en compte de l'environnement dès la conception des systèmes d'armes se justifie par l'importance des enjeux et des contraintes qui lui sont liés :
 - enjeux sociétaux, technologiques, politiques et stratégiques
 - contraintes opérationnelles : incidence sur les performances et la disponibilité des systèmes d'armes
 - enjeux économiques et commerciaux : incidence sur le coût de possession et de mise en conformité, exportation des matériels
- ❑ Cette prise en compte est favorisée par l'évolution de la réglementation et des pratiques internationales :
 - la multiplication des directives européennes sur la protection de l'environnement
 - des pressions croissantes au sein de l'OTAN, par exemple :
 - le pouvoir d'influence des Etats Unis, qui montrent une réelle avance dans l'analyse du cycle de vie des systèmes d'armes et de l'intégration des contraintes environnementales dès la conception des systèmes
 - la pression d'alliés de la France au sein de l'OTAN pour des raisons techniques ou politiques
 - des conventions internationales, telle Marpol sur les rejets en mer, que leur origine soit civile ou militaire, peuvent concerner la DGA. La convention Marpol pourrait d'ailleurs à moyen terme être transcrite en une directive européenne.

4.1. Les enjeux pour la DGA

- ❑ La négociation des exceptions et dispositions particulières pour la Défense devrait s'avérer plus difficile à l'avenir :
 - le recours aux exceptions Défense n'est plus systématique et devrait devenir de plus en plus rare
 - les dispositions particulières à la Défense qui resteraient pourraient concerner à court terme des applications uniquement militaires et pourraient être rendues caduques en cas de technologies duales
 - les dispositions particulières concernant la DGA pourront davantage concerner des délais d'intégration des directives plutôt qu'une exemption pure et simple.
- ❑ En s'impliquant davantage dans la négociation des exceptions ou aménagements particuliers, la DGA pourra s'assurer qu'elle maîtrise la mise en conformité aux directives et décisions, par exemple :
 - la décision sur le recensement des substances prioritaires de ne plus rejeter dans l'eau a été effectuée sans information préalable de la DGA, et le DAJ n'a pu négocier qu'un délai d'application de cinq ans

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- ❑ Une meilleure connaissance des directives environnementales en vigueur ou en cours de discussion concernant les systèmes d'armes s'avère prioritaire afin que celles-ci soient prises en compte dès la phase de conception. Or, la DGA ne semble pas mener de démarche proactive vis à vis des directives et normes environnementales :
 - le flux d'informations entre la Direction des Affaires Juridiques et la DGA est faible,
 - la présence de la DGA en amont des négociations est à renforcer et les liens avec le SGCI (Secrétariat général du comité interministériel) sont irréguliers.
- ❑ En cas d'anticipation insuffisante de l'évolution des normes et directives de la part de la DGA, des systèmes d'armes pourraient devenir non conformes à la législation en vigueur :
 - les systèmes d'armes pourraient engendrer un coût de possession supplémentaire par les pénalités que l'armée devrait payer suivant le principe du "pollueur / payeur" : par exemple changement des joints en amiante, réhabilitation de sites
 - des matériels et systèmes d'armes pourraient être frappés d'interdiction d'utilisation sur tout ou partie du territoire et à l'international
 - certains produits radioactifs pour des pièces en alliage renforcé sur le Mirage IV, pourrait aujourd'hui manquer, et rendre indisponibles certains engins
- ❑ La gestion des substances dangereuses et toxiques, en particulier en phase de démantèlement, provoque un surcoût bien supérieur au coût d'achat du matériel :
 - l'achat d'un € de substance toxique engendre une dépense de 123 € de dépenses environnementales (source : Bio Intelligence Service et US Air Force)
 - le traitement environnemental de substances et matériaux courants engendre un surcoût de 5 à 7 € par € dépensé à l'achat (source : Bio Intelligence Service et General Motors)
- ❑ Les économies dégagées par la prise en compte des contraintes environnementales dans la conception de systèmes d'armes permettraient de compenser, au moins partiellement, la diminution des budgets militaires.
- ❑ L'amélioration des performances environnementales, par les efforts de conception qu'elle impose peut engendrer une progression sensible de certaines performances opérationnelles (source Bio-Intelligence Service et OTAN) ; ainsi par exemple :
 - Le nettoyage des composants vitaux des avions de combat est plus efficace avec des solutions fondées sur l'eau à haute pression qu'avec les produits nuisibles à la couche d'ozone utilisés précédemment
 - Les nouvelles méthodes pour enlever la peinture des avions de combat, fondées sur la projection de billes plastiques, s'avèrent plus rapides que les solutions traditionnelles fondées sur des produits agressifs (quelques heures contre quelques jours).

4.2. La multiplication des directives européennes

4.2.1. Le cycle d'élaboration des directives européennes

- ❑ L'impact de la Commission Européenne sur la législation française est croissant et la transposition des directives européennes en droit national représente déjà plus de la moitié des textes législatifs français.
- ❑ Le cycle de négociation des normes environnementales se déroule en deux temps : une négociation nationale suivie d'une discussion à Bruxelles.
- ❑ La négociation nationale vise à définir les revendications françaises concernant la norme environnementale :
 - les différents ministères nationaux expriment leurs avis et leurs attentes concernant la directive envisagée. Le Ministère de la Défense est représenté par sa Direction des Affaires Juridiques qui :
 - informe la DGA sur les directives environnementales envisagées et collecte les attentes et les thèmes de négociation,
 - transmet au SGCI les différentes attentes de la DGA.
 - le SGCI, lié au cabinet du Premier Ministre, arbitre les revendications des différents ministères (Environnement, Défense, Affaires Sociales)
 - la négociation des directives environnementales au sein de la Commission Européenne est ensuite confiée à des membres du Ministère de l'Environnement ou du Travail, peu enclins en général à promouvoir les revendications du Ministère de la Défense et en particulier à négocier des "conditions d'exception pour la Défense".
- ❑ La mise en forme des directives environnementales demande ensuite un délai assez long, de l'ordre de 18 mois :
 - le Parlement, après une première lecture, propose des amendements,
 - le Conseil prend note des amendements et revoit le texte,
 - le Parlement réagit sur la nouvelle version de la directive et apporte de nouveaux commentaires s'il ne l'adopte pas,
 - la phase de conciliation vise à faire converger les positions du Parlement et du Conseil.
- ❑ La législation concernant le matériel nucléaire de Défense relève encore exclusivement des compétences nationales.

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

4.2.2. Les directives européennes en vigueur et en cours de négociations

- Le tableau suivant présente les directives en cours de discussion ou en vigueur qui concernent ou pourraient concerner la conception des systèmes d'armes.

Numéro	Nature et titre du texte
Com (2002) 17	Proposition de directive du Parlement européen et du Conseil sur la responsabilité environnementale en vue de la prévention et de la répartition des dommages environnementaux
Com (2001) 88	Livre blanc sur la stratégie d'une politique future des produits chimiques
Com (2001) 42	Directive du Parlement européen et du Conseil du 27 juin 2001 relative à l'évolution des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement
D é c i s i o n 2455/2001	Décision établissant la liste des substances prioritaires dans le domaine de l'eau
Com (2001) 274	Communication interprétative de la Commission sur le droit communautaire applicable aux marchés publics et les possibilités d'intégrer des considérations environnementales dans lesdits marchés
Com (2001) 803	Proposition de règlement du Conseil concernant les exportations et importations de produits chimiques dangereux
Com (2000) 840	Proposition de directive du Parlement européen et du Conseil modifiant la directive 97/68/CE sur le rapprochement des législations des Etats membres relatives aux mesures contre les émissions de gaz et particules polluante provenant des moteurs à combustion interne destinés aux engins mobiles non routiers
Com (2000) 347	Proposition de directive relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques Proposition de directive du Parlement européen et du Conseil relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques
COM (2000) 402	Proposition de directive du Parlement européen et du Conseil concernant l'accès du public à l'information environnementale
Com (1999) 190	Proposition de décision du Conseil concernant l'approbation, au nom de la Communauté, de la nouvelle annexe V à la Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est, relative à la protection et la conservation des écosystèmes et de la diversité biologique de la zone maritime, l'appendice 3 correspondant et l'accord sur le sens de certains concepts figurant Proposition de décision du Conseil concernant l'approbation au nom de la Communauté, de la décision OSPAR 98/2 relative à l'immersion des déchets radioactifs Proposition de décision du Conseil concernant l'approbation, au nom de la communauté de décision OSPAR 98/3 relative à l'élimination des installations offshore désaffectées Proposition de décision du Conseil concernant l'approbation au nom de la communauté, de la décision OSPAR 98/4 relative aux plafonds d'émission ou de rejet applicables à la fabrication de chlorure de vinyle monomère et de la décision OSPAR 98/5 relative aux plafonds d'émission et de rejet dans le secteur du chlorure de vinyle
Com (1999) 92	Directive du Parlement européen et du Conseil concernant les prescriptions minimales visant à améliorer la protection en matière de sécurité et de santé des travailleurs susceptibles d'être exposés au risque d'atmosphères explosives
Com (1997) 23	Directive du Parlement Européen et du Conseil relative au rapprochement des législations des États membres concernant les équipements sous pression
Com 1996 (82)	Directive concernant la maîtrise des dangers liés aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

SEC (1995) 2275	Projet de décision du Conseil approuvant la conclusion, par la Commission d'un échange de notes entre l'EURATOM et le gouvernement des USA concernant les transferts de composants nucléaires
COM (1995) 172	Proposition modifiée de directive du Conseil instaurant une taxe sur les émissions de CO2 et sur l'énergie
Com (1994) 9	Directive du Parlement européen et du Conseil concernant le rapprochement des législations des États membres pour les appareils et les systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosibles
Com (1992) 43	Directive concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages
Com (1992) 42	Directive concernant les exigences de rendement pour les nouvelles chaudières à eau chaude alimentées en combustibles liquides ou gazeux
Com (1990) 396	Directive relative au rapprochement des législations des États membres concernant les appareils à gaz
Com (1990) 219	Directive relative à l'utilisation confinée de micro-organismes génétiquement modifiés
Com (1987) 404	Directive concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux récipients à pression simples
Com (1985)/ 337	Directive concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement
Com (1979) 196	Directive du Conseil, du 6 février 1979, concernant le rapprochement des législations des États membres relatives au matériel électrique utilisable en atmosphère explosible mettant en oeuvre certains modes de protection
Com 1979 (409)	Directive du conseil concernant la conservation des oies sauvages

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- ☐ L'état d'avancement et les éventuelles exceptions ou aménagements pour la défense sont présentés dans le tableau suivant.

Numéro	Etat	Exception ou aménagement pour la défense
Com (2002) 17	1ère lecture par le Parlement	Ne s'applique pas aux activités dont le seul objet est la défense nationale
Com (2001) 274	1ère lecture par le Parlement achevée	Pas d'exception a priori
Com 2001/42	En vigueur	Ne s'applique pas aux plans et programmes destinés uniquement à des fins de défense nationale et de protection civile
Com (2001) 803	Phase de conciliation	Ne s'applique pas aux armes chimiques (couvertes par la réglementation EC 1334/2000 et les substances radioactives couvertes par la directive Euratom 96/29
Décision 2455/2001	En vigueur	Aucune
Com (2000) 402/1407	2ème lecture par le parlement	Ne s'applique pas quand la divulgation des informations pourrait porter atteinte à la défense nationale
Com (2000) 840	Phase de conciliation	Pas de disposition particulière a priori
Com (2000) 0839	En vigueur	Aucune
Com (2000) 347	Phase de conciliation	Pas d'aménagement prévu pour le moment
Com (1999) 190	En vigueur	Information non disponible
Com (1999) 92	En vigueur	Aucune
Com (1997) 23	En vigueur	Aucune
Com 1996 (82)	En vigueur	Sont exclus de l'application de la présente directive les établissements, installations ou aires de stockage militaires
Com (1996) 61	En vigueur	Aucune
SEC (1995) 2275	Information non disponible	Information non disponible
COM (1995) 172	Information non disponible	Information non disponible
Com (1994) 9	En vigueur	Aucune
Com (1992) 43	En vigueur	Ne s'applique pas aux plans et programmes destinés uniquement à des fins de défense nationale et de protection civile
Com (1992) 42	En vigueur	Aucune
Com (1990) 396	En vigueur	Aucune
Com (1990) 219	En vigueur	Aucune
Com (1987) 404	En vigueur	Aucune
Com (1985) 337	En vigueur	Aucune
Com (1979) 196	En vigueur	Aucune

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

Com (1979) 409	En vigueur	Ne s'applique pas aux plans et programmes destinés uniquement à des fins de défense nationale et de protection civile
----------------	------------	---

4.3. Les Etats Unis, précurseurs au fort pouvoir d'influence

- ❑ L'implication environnementale du Ministère de la Défense (DoD) est rendue nécessaire par le contexte normatif et réglementaire américain :
 - le DoD est soumis aux mêmes réglementations fédérales et locales que le civil pour la réhabilitation des sols pollués et la protection de l'environnement
 - dans certains Etats, la réglementation rend impossible l'utilisation de certains matériels militaires et souligne ainsi la nécessité de prendre en compte les contraintes environnementales qui pèsent sur les systèmes d'armes dès leur conception
- ❑ Le DoD a défini sa politique environnementale suivant cinq axes :
 - la réhabilitation des sols pollués
 - la mise en conformité des sites
 - la prévention des pollutions
 - le développement des technologies de l'environnement
 - la préservation des ressources naturelles
- ❑ Le DoD a engagé 2% de son budget dans la protection de l'environnement, pour des actions de mise en conformité, de réhabilitation des sols et de conception :
 - étude des technologies de l'environnement, en particulier pour la prévention des pollutions et la réduction des produits toxiques sur l'ensemble du cycle de vie du systèmes d'armes
 - prévention des pollutions par l'éco-conception
- ❑ Les Etats Unis ont initié un transfert de méthodologie d'éco-conception avec des pays d'Europe de l'Est et la Russie, et ils pourraient à terme imposer à leurs alliés de l'OTAN d'engager uniquement des systèmes d'armes aux performances environnementales comparables aux leurs.
- ❑ La DGA doit donc anticiper l'obligation de prise en compte de l'environnement dans la conception des systèmes d'armes sous peine de marginaliser les armées françaises comme le montrent deux exemples isolés :
 - le porte-avions Foch n'a pas le droit d'accès à certains petits ports italiens de l'Adriatique (exemple : Trieste), qui n'ont pas la capacité de faire face à autant de rejets d'eaux usées
 - dans le Pacifique (USA et Canada), l'interdiction de rejets de gaz dans les ports rendra impossible à terme leur accès par certains bâtiments français

5. Les pratiques actuelles de prise en compte des contraintes environnementales dans la conception des systèmes d'armes

- ❑ La prise en compte de l'environnement par la DGA est récente et existe essentiellement sous la forme d'actions isolées. La Marine apparaît cependant comme le fer de lance de la DGA en éco-conception et pourrait servir de référence pour les autres armes. Une généralisation de la prise en compte de l'environnement dans la conception des systèmes d'armes se heurte cependant à des défis économiques et culturels.

5.1. Une prise en compte générale de l'environnement très récente et des actions souvent dispersées

- ❑ La prise en compte de la notion d'environnement par la DGA est récente. Elle est essentiellement due :
 - à la disparition des dérogations pour la Défense dans les directives européennes,
 - à la montée de la pression de l'opinion publique en faveur du respect de l'environnement.
- ❑ Des opérations isolées et souvent peu coordonnées ont été menées au sein du Ministère de la Défense pour la protection de l'environnement, par exemple :
 - une directive sur la protection de l'environnement maritime a été élaborée par l'Etat-Major de la Marine,
 - la Direction Centrale du Génie a dirigé un groupe de travail sur la gestion des déchets en opérations extérieures,
 - une convention entre le Ministère de la Défense et le Ministère de l'Environnement a été signée en 1997 pour la préservation de la faune et de la flore des différents terrains
 - quelques instances du Ministère de la Défense ont participé à des travaux de l'OTAN sur la prévention des pollutions par les activités militaires,
 - le Contrôle Général des Armées applique pour les installations militaires les nouvelles législations civiles sur la protection de l'environnement.
- ❑ La DGA a initié une démarche ISO 14000 pour la certification de ses centres d'expertise, d'essais et de maintenance, mais aucune certification environnementale n'est prévue à moyen terme pour les systèmes d'armes eux-mêmes.
- ❑ Un Fonds d'Intervention pour l'Environnement pour l'armement a été créé en 1994 :
 - Il soutient des actions nouvelles en faveur de la protection de l'environnement, souvent médiatiques mais finalement isolées :
 - un projet sur la protection des forêts
 - un projet de formation et de sensibilisation à l'environnement destiné aux responsables de centres dans le cadre de la généralisation de la certification ISO 14000
 - les possibilités d'action de ce fonds sont limitées par son faible budget, de l'ordre de 460 k€/an

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- ❑ Des séminaires de formation sur l'environnement sont proposés régulièrement au sein de la DGA, mais leurs effets n'ont pas encore été évalués ni contrôlés.
- ❑ Une vingtaine d'études sur l'environnement au sein de l'armée française ont été réalisées entre 1997 et 2000 et portent sur les trois armes.

5.2. Un faible niveau de prise en compte de l'environnement dans la conception des systèmes d'armes

- ❑ La prise en compte de l'environnement dans les programmes d'armement souffre d'un manque d'actions concertées au sein de la DGA, relevant de décisions stratégiques globales et s'appliquant à l'ensemble des armées et des programmes. La prise en compte de l'environnement consiste le plus souvent à l'heure actuelle à des actions isolées :
 - dans le temps : l'objectif est alors de respecter des normes et contraintes environnementales ponctuelles
 - dans un service ou direction : une démarche approfondie d'éco-conception provenant alors d'initiatives personnelles.

5.2.1. Organisation

- ❑ Le Bureau de la Protection de l'environnement a été créé afin de coordonner et de structurer les actions atomisées en faveur de l'environnement au sein de la DGA. Il est actuellement dirigé par Madame Hélène Bergès.
- ❑ Le directeur des systèmes de forces et de la prospective est chargé de veiller à ce que la protection de l'environnement soit prise en compte dans la phase de préparation des programmes. Cette tâche a été plus particulièrement assignée à un de ses adjoints (actuellement M. Claude EON) ; sa lettre de mission précise qu'il est chargé d'orienter le volet préparation du futur de l'action de la DGA en matière de protection de l'environnement et de proposer une organisation adaptée.
- ❑ A la lumière des premiers entretiens réalisés auprès des responsables de programme, la prise en compte de l'environnement est très décentralisée et ne relève pas d'une fonction particulière. Le responsable s'appuie principalement sur les ingénieurs ou experts et ne possède pas de vision synthétique. Il a peu de contacts avec le Bureau de la Protection de l'Environnement ou le responsable environnement du DSP.
- ❑ Le cloisonnement des budgets de programmes entre coûts d'investissement et coûts de fonctionnement gêne toute démarche d'analyse de coût global en fonction des différentes phases du cycle de vie du système.
- ❑ La responsabilité juridique et environnementale de la DGA reste mal identifiée :
 - en cas de catastrophe écologique ou d'impact négatif important, la responsabilité de la DGA en tant qu'acheteur et utilisateur du matériel fautif reste mal évaluée, en l'absence d'experts juridiques sur les questions environnementales
 - les concepteurs au sein d'équipes de programme ne semblent pas connaître les obligations légales de l'armée française vis à vis de l'environnement en cas de conflits de faible et moyenne intensité (typiquement dans le cas d'opérations de maintien de la paix)

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- la DGA ne semble pas avoir entrepris de définir la notion de système d'arme "éco-labellé", lui retirant toute vulnérabilité auprès de l'opinion publique ou en cas d'enquête publique sur l'impact environnemental des activités de la DGA

5.2.2. Les supports actuels à l'éco-conception

- ❑ Des premiers outils d'aide à l'éco-conception sont déjà disponibles ou en cours de développement. Il existe cependant de grandes disparités dans la prise en compte de l'environnement suivant les armes.
- ❑ Les résultats des études sur l'impact environnemental sont disponibles au sein de la DGA et peuvent servir de support en phase de conception pour :
 - mieux percevoir les problèmes liés à la fin de vie d'un système d'armes
 - disposer d'études exemplaires d'impact environnementaux (par exemple : le missile)
 - évaluer les impacts environnementaux d'une gamme de matériaux (métaux, peintures)
- ❑ Le Bureau de la Protection de l'Environnement travaille sur la conception d'une base de données pour identifier tous les matériaux polluants et leurs sources (y compris en phase de maintenance) afin de proposer aux concepteurs un outil complet d'évaluation des impacts environnementaux des matériaux utile au choix du matériau le plus performant.

5.2.3. La Marine, figure de proue de l'armée française pour la prise en compte de l'environnement dans la conception des systèmes d'armes

- ❑ L'environnement est devenu une préoccupation majeure au sein de la Marine :
 - Depuis 1994, les bâtiments sont soumis à la convention Marpol 73/78/97
 - Les services de conception du SASF doivent prouver leurs efforts de prise en compte de l'environnement dans la conception des systèmes d'armes
- ❑ Les actions menées dans la Marine visent à mettre en place un concept de navire respectueux de l'environnement :
 - par la définition du plan structurant "Adaptation au milieu marin et respect des réglementations", réalisé par le SPN, qui comprend :
 - un ensemble d'études et de recherches amont sur les différents impacts des navires sur l'environnement marin. Cette analyse se fonde sur **six impacts environnementaux majeurs** (voir tableau ci-dessous),
 - une phase de recherche de solutions minimisant les impacts environnementaux identifiés.
 - par l'acquisition de technologies génériques pour l'amélioration de certaines pollutions. Les impacts environnementaux majeurs sont définis dans le tableau suivant.

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

Impact environnemental	Exemples d'origine des impacts	Texte de référence	Solutions recherchées
Destruction de la couche d'ozone stratosphérique	liquides frigorigènes (CFC, HCFC) (alimentaire, autres équipements)	Protocole de Montréal	trouver des systèmes / des produits de substitution à des coûts accessibles
	Halons (produits pour éteindre les incendies)		
Pollution atmosphérique	NOx, SOx, particules, imbrûlés émis par les moteurs Diesel des bateaux	Convention Marpol	améliorer la combustion des moteurs traiter en aval les carburants
Réchauffement global	Emission de gaz à effet de serre (CO ₂ , etc.)	Protocole de Kyoto	meilleure combustion
Atteinte aux écosystèmes aquatiques	Peintures "antifouling" (TBTE) : dispersent dans l'eau des biocides à base d'étain		remplacer l'étain, en cherchant des solutions dans d'autres domaines comme l'offshore pétrolier
	Biocides utilisés pour enrayer la corrosion des canalisations de refroidissement		
Déchets solides	Vie à bord		incinération propre
			compactage et stockage
	Amiante (joints de moteurs)	Réglementation HSCT	remplacer pièces
Rejets liquides	Eaux brunes : issues de la vie à bord	Convention Marpol	développer des traitements à bord (filtration, chimie, ...)
	Eaux noires issues de la mauvaise séparation hydrocarbures / eau		fiabiliser le procédé de séparation

☐ La Marine souhaite faire intervenir significativement la recherche civile :

- des collaborations de recherche sont déjà menées avec des industriels du secteur civil pour limiter l'impact environnemental des systèmes en cours de conception
- la Marine étudie l'intégration de technologies civiles à terme pour l'amélioration de certaines pollutions, par exemple :
 - le navire tout électrique
 - les piles à combustible pour assurer l'autonomie énergétique autour des ports
- faute de crédits suffisants, la Marine devra s'appuyer sur la R&D civile pour les impacts environnementaux, et la DGA n'investira que dans l'adaptation des technologies identifiées et développées dans ce cadre.

5.2.4. La prise en compte de l'impact environnemental dans la conception des systèmes d'armes de l'Armée de Terre

- ❑ La prise en compte de l'environnement dans la conception des systèmes d'armes apparaît encore comme une action isolée, même s'il existe des exemples probants :
 - la future gamme de camions tactiques prend en compte des normes civiles de pollution
 - la recherche d'une alternative aux mines place l'environnement au cœur même du sujet de la recherche
 - les bureaux d'études ont initié une recherche sur des dispositifs de neutralisation de munitions non explosées
 - en général, la conception des véhicules à roues susceptibles d'emprunter les routes intègre le respect des normes et réglementations civiles sur l'environnement
- ❑ La démarche d'éco-conception est cependant loin d'être systématique :
 - l'étude des impacts environnementaux n'est pas une tâche clairement identifiée dans les dossiers au niveau de la phase de préparation,
 - les Etats Majors ne semblent pas définir des objectifs environnementaux clairs pour les systèmes d'armes,
 - l'analyse fonctionnelle de systèmes d'armes concernant l'environnement est peu pratiquée et reste très orientée vers le contrôle du respect de la législation environnementale,
 - l'approche du cycle de vie des systèmes d'armes est marginale,
 - les cahiers des charges fournis aux industriels ne définissent pas systématiquement des critères environnementaux pour l'évaluation des performances de systèmes d'armes, ou ces critères sont considérés comme annexes.
- ❑ La conception des systèmes d'armes prévoit le respect de la réglementation environnementale en cours au moment de la signature des contrats avec les industriels
 - l'évolution de la réglementation en cours de contrat pose un problème d'anticipation à la DGA même si la conformité du système d'arme aux évolutions de la réglementation est évaluée en début de programme. En cas d'évolution des exigences réglementaires non anticipée par la DGA (par exemple, les niveaux d'émission des véhicules de transport) ,
 - il faut renégocier avec l'industriel et avec les Etats-Majors : la poursuite du contrat dépend de l'ampleur du surcoût,
 - en dernier ressort, l'Etat assume le surcoût si le système d'armes est incontournable
 - l'étude des niveaux d'exigences environnementales à respecter au cours de chaque phase du cycle de vie du produit reste le point central des pratiques actuelles d'intégration des contraintes environnementales en phase de conception. Ainsi le concepteur prend en compte :
 - pour la fabrication, les niveaux d'exigences environnementales en vigueur dans le pays de fabrication

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- pour l'utilisation, les niveaux d'exigences environnementales en vigueur dans les pays d'utilisation
 - la phase d'essais est primordiale car ceux-ci font l'objet d'études de sécurité préalables concernant la sécurité et les dommages aux biens (par exemple les risques d'incendie lors de tirs d'essais) et aux personnes. Ces études permettent au directeur de centre de prendre ses responsabilités en connaissance de cause
- ☐ A titre d'exemple, l'étude de l'impact environnemental par fonction et par phase du cycle de vie du missile Roland est assez simple :

	Analyse et localisation	Pilotage et mobilité du système d'armes	Système de tir	Munitions
<i>Fabrication</i>			Amiante des joints thermiques	Coulage du bloc de poudres
<i>Essais</i>				
<i>Utilisation</i>			Rejets de gaz (propulsion)	Rejets de gaz Dispersion des débris
<i>Maintenance</i>				
<i>Fin de vie</i>	Elimination de composants électroniques	Elimination de composants électroniques		

5.2.5. Le nucléaire, source d'inspiration

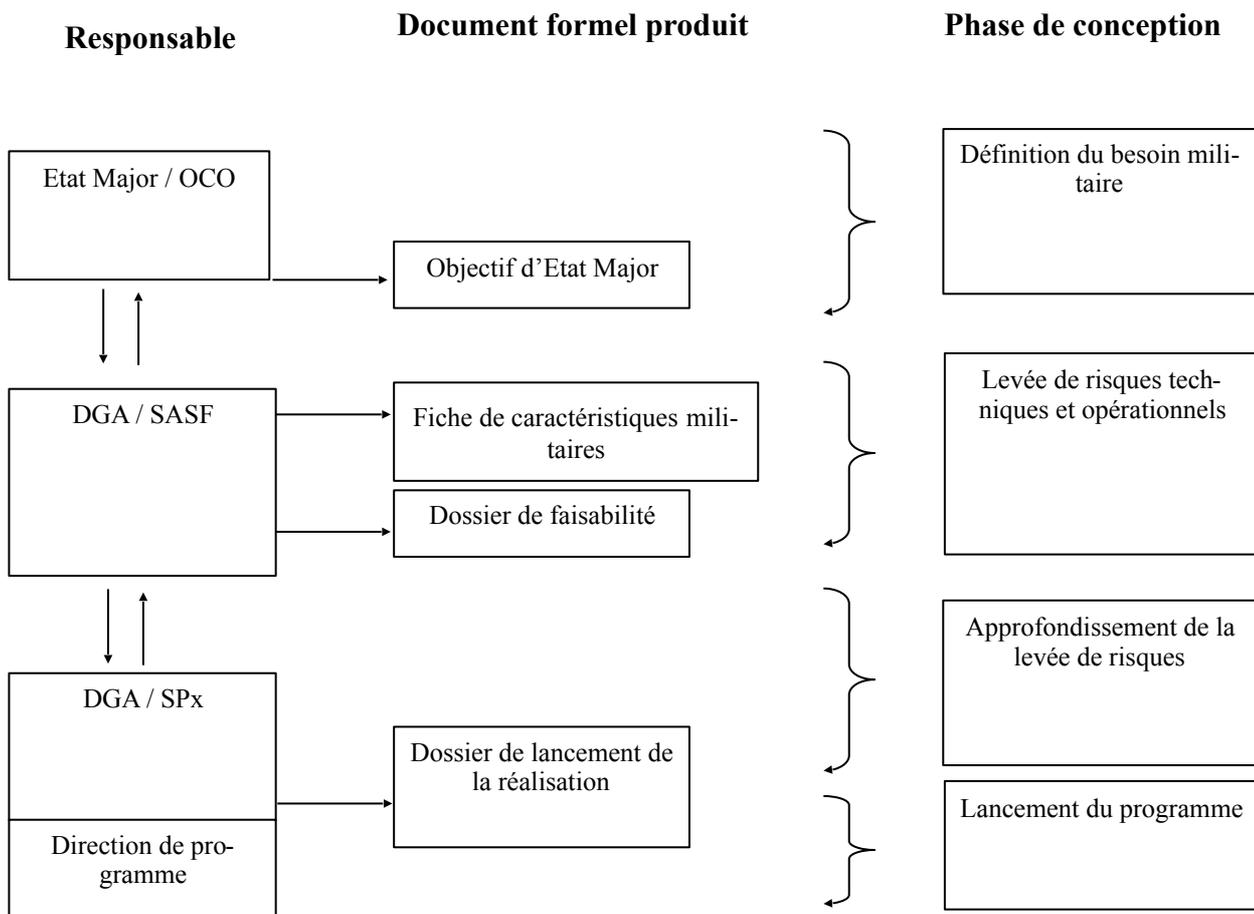
- ☐ La conception de systèmes nucléaires comprend systématiquement une analyse du risque de fonctionnement lors de la conception d'un système :
- l'armée a l'obligation d'assurer la sécurité civile liée au système d'armes
 - le nucléaire possède une image plutôt négative auprès du public et l'armée doit attacher particulièrement d'importance à rassurer la population par une analyse des nuisances très poussée
- ☐ Pour les systèmes d'armes nucléaires, il existe une méthodologie d'analyse des risques comparable à l'analyse des impacts environnementaux :
- prise en compte de l'ensemble du cycle de vie du système : fabrication, utilisation, maintenance, utilisation en cas de guerre et démantèlement
 - identification des fonctions du système d'armes et des risques liés aux fonctions
 - en cas de substitution technologique, prise en compte de l'ensemble des retombées en risque du nouveau choix technologique pour l'actualisation de l'évaluation des risques : par exemple le choix d'un matériau peut entraîner une diminution du risque et des nuisances en opération, mais présenter un surplus de nuisances en fabrication

- définition des nuisances acceptables, en temps de paix et en cas de l'utilisation de l'arme : arbitrage éventuel entre la nuisance liée à l'utilisation et la nuisance consécutive à sa non-utilisation

5.3. Le processus d'intégration des contraintes environnementales

5.3.1. Au sein de la DGA

- Les phases de conception des systèmes d'armes peuvent être schématisées sous la forme suivante :



La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- ❑ Il existe actuellement peu d'éléments structurants pour la prise en compte de l'environnement dans la conception des systèmes d'armes :
 - les plans-types des documents formalisant les phases de conception ne comportent pas de chapitres dédiés aux impacts environnementaux
 - la responsabilité des performances environnementales dans les scénarii techniques n'est pas définie dans les services impliqués dans la conception
 - dans la Marine, le Service des Programmes Navals a pris l'initiative de la gestion environnementale en définissant des plans structurants.
- ❑ Il n'existe pas actuellement d'outils standards pour l'identification des enjeux et des impacts de la prise en compte de l'environnement dans la conception des systèmes d'armes.
 - la méconnaissance des contraintes légales et normatives pour le respect de l'environnement est notamment due à l'absence :
 - d'interlocuteur spécifique au sein de la DGA pour la DAJ
 - d'organe de transmission de l'information réglementaire pour l'environnement vers les services impliqués dans le processus de conception
 - les services ne disposent pas d'aide méthodologique standard, tel qu'un mémorandum, pour l'analyse des impacts environnementaux par fonction et par phase du cycle de vie, ni pour l'évaluation des surcoûts environnementaux
- ❑ Le dossier de faisabilité comprend l'arbitrage des différentes solutions technologiques par des méthodologies d'analyse fonctionnelle et d'analyse de la valeur. Dans ces dossiers, la fonction "respect de l'environnement" n'est souvent traitée que pour le seul respect de la réglementation.
- ❑ L'analyse des coûts des programmes et systèmes d'armes semble de qualité inégale :
 - les coûts de production sont souvent bien estimés
 - les coûts de possession du programme, en pratique sont moins bien évalués car ils dépendent du mode et de la durée d'utilisation
 - les coûts de démantèlement et de gestion de fin de vie des équipements sont souvent peu évalués
- ❑ Ces coûts évalués sont liés aux choix technologiques et ne prennent pas directement en compte les surcoûts environnementaux
- ❑ Les responsabilités "environnement" au sein de la DGA ne sont pas clairement identifiées ; elles semblent peu formalisées et très décentralisées auprès des experts et ingénieurs DCE. Par ailleurs, si le bureau de la protection de l'environnement et les fonctions de M. Eon au sein de la DSP semblent connus des architectes et directeurs de programmes, leur création récente ne permet pas d'évaluer leur rôle dans le processus de conception. En particulier, la liaison entre les phases préparatoires de programmes et les programmes eux-mêmes reste à ce jour assez floue.

5.3.2. Le cas particulier des programmes bilatéraux ou multilatéraux

- ❑ L'Occar (Organisation Conjointe de Coopération en matière d'ARmement) a été créée en 1996. Basée à Bonn et occupant 180 personnes, elle a obtenu son existence juridique seulement le 28 Janvier 2001. L'OCCAR regroupe la France, l'Allemagne, l'Italie et la Grande Bretagne et a pour mission de rationaliser la coopération et conduire les programmes d'armement selon les méthodes correspondant aux meilleures pratiques :
 - constitution d'équipes de programmes transnationales
 - consolidation et développement de la base industrielle et technologique de défense européenne
 - attribution de priorité aux acquisitions des matériels au développement desquels ont participé les pays membres de l'Occar
- ❑ L'Occar ne semble pas entretenir de relations très étroites avec la Commission européenne
- ❑ Dans le cas de programmes multilatéraux, comme le missile Roland, la DGA délègue la gestion technique du programme et donc l'intégration des contraintes environnementales dans la conception :
 - l'Occar se charge de la rédaction du cahier des charges technique et fonctionnel du système d'armes en traduisant les normes et directives environnementales à respecter en spécifications techniques
 - l'Occar est responsable du suivi du développement du système d'armes par l'industriel, et en particulier de son intégration des contraintes environnementales
- ❑ L'Occar adopte en général les contraintes environnementales civiles pour les applications militaires, en particulier pour les véhicules de transport de matériel (camions) ou les véhicules susceptibles d'utiliser les voies civiles (chars). Cependant, l'Occar gère des programmes multilatéraux et :
 - intègre les contraintes les plus exigeantes en provenance des pays participant aux programmes. Par exemple, le ministère allemand de la défense était plus impliqué que la DGA dans la définition des contraintes environnementales, et en particulier pour le bruit. La nuisance sonore du Roland est fixée entre 60 et 80 dB suivant les fréquences
 - prend en compte les incitations et prescriptions (Stanag) provenant de l'Otan, régulièrement mis à jour pour assurer l'interopérabilité du matériel.

5.3.3. Les contraintes environnementales ne sont pas reprises systématiquement dans le cahier des charges

- ❑ Les Etats Majors de la DGA définissent les besoins opérationnels et choisissent de respecter ou non les normes ou directives environnementales auxquelles le matériel de défense n'est pas obligatoirement soumis :
 - l'Etat Major de la Marine a choisi d'appliquer de principe les normes de la convention Marpol au NTCD (récemment renommé BPC)

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- les services spécialisés, comme le SPN, recensent les normes à respecter découlant des décisions de principe de l'Etat Major et les inscrivent dans les besoins techniques complémentaires.
- L'industriel ou le service partenaire de la DGA (par exemple, la DCN) applique scrupuleusement les contraintes à respecter sans analyse globale du produit sur l'ensemble du cycle de vie. La prise en compte itérative des normes environnementales à respecter au cours du cycle de vie risque de mener à des solutions adaptatives ponctuelles et risquant de déboucher sur une solution légalement acceptable pour chaque norme mais écologiquement et technologiquement moins performante que les résultats issus d'une analyse globale.
- La prise en compte de l'environnement par la DGA consiste actuellement au recensement des normes et directives à respecter, qui sont transmis aux partenaires de développement en général sans analyse détaillée des impacts sur la conception.

5.3.4. L'intégration des aspects environnementaux chez l'industriel responsable de la réalisation du système d'armes

- Suivant l'organisation des industriels, l'intégration des contraintes environnementales dans la conception des systèmes d'armes est réalisée par les bureaux d'études de l'industriel :
 - dans les cas où l'intégration est la moins approfondie, les concepteurs vérifient les normes environnementales à respecter et recherchent des solutions alternatives
 - lorsque la prise en compte de l'environnement est plus efficace,
 - des responsables environnement décentralisés sont chargés de suivre le respect des contraintes fixées au moyen de grilles d'impact
 - le service de R&D de l'industriel peut accompagner le concepteur dans la recherche de technologies de rupture
 - les responsables sur site transmettent aux concepteurs le retour des impacts environnementaux
- Dans de nombreux cas, les grands groupes industriels transmettent à leurs sous-traitants et fournisseurs la mise en conformité de la conception du système d'armes en diffusant une liste exhaustive des contraintes et normes environnementales à respecter :
 - lorsque le fournisseur a une activité de conception et de développement autonome sur un sous-ensemble complet
 - le sous-traitant apporte un soutien à la conception, en particulier en ce qui concerne les procédés de fabrication. La prise en compte de l'environnement relève davantage d'une démarche de co-développement
 - les industriels partenaires de la DGA peuvent également développer par eux-mêmes des technologies permettant le respect des contraintes environnementales, par exemple en partenariat avec des centres de recherche comme le CEA-Leti, et choisir des équipements en fonction des ruptures technologiques engendrées par l'intégration de la dimension environnementale dans la conception.

5.4. Exemples de programmes d'équipements

5.4.1. Cas du programme Tigre

- ❑ Le programme Tigre est ancien, ce qui explique en partie une prise en compte très limitée de la dimension environnementale.
- ❑ L'analyse des impacts environnementaux, résumée dans le tableau ci-dessous, reste sommaire.

	Pilotage et mobilité du système d'armes	Système de tir et roquettes	Munitions	Protection et revêtements
Fabrication	Titane et nickel dans les rotors			Peintures et solvants
Essais			Munitions non récupérées	
Utilisation		Emanations du substances toxiques du système de propulsion (chlore)	Munitions non récupérées	Fréon pour système de climatisation
Maintenance				Peintures et solvants
Fin de vie	Eléments en composites			Peintures et solvants

- ❑ La prise en compte de l'environnement dans la conception des systèmes d'armes concerne essentiellement la définition et l'identification de normes et règlements à respecter durant les principales phases du cycle de vie
 - la conception des systèmes d'armes prévoit la transcription des réglementations civiles environnementales en phase de fabrication sous la forme de spécifications imposées dans les contrats avec les industriels :
 - les contrats de production comprennent des clauses qualitatives (engagement de l'industriel à identifier, ne pas utiliser de produits dangereux, de produits radioactifs ; la compatibilité avec l'environnement est un critère de choix de matériaux...) en principe, ce qui était non conforme a été éliminé au stade de la conception
 - le respect de l'interdiction d'emploi de l'amiante dans le choix des matériaux et dans la fabrication des systèmes d'armes constitue un point clef dans la phase de conception qui a abouti par exemple au remplacement des cloisons inter-moteurs et des protections balistiques initiales en amiante par des céramiques
 - la conception des systèmes d'armes prévoit également le respect des règlements liés à l'environnement en phase d'utilisation.
 - par contre, la conception des systèmes d'armes prend insuffisamment en compte la fin de vie des équipements et leur retrait de service : seules des études de vieillissement des composants sont effectuées.

5.4.2. Le programme Roland valorisé

- ❑ Le missile Roland a été développé dans les années 1970 alors que la prise en compte de l'environnement dans la conception était balbutiante dans les applications civiles. La valorisation du Roland, réalisée dans les années 1990, a intégré certaines contraintes environnementales et des normes et directives en vigueur.
- ❑ Sous l'impulsion de l'Allemagne, l'Occar a décidé lors de retrofits, d'intégrer l'ensemble des directives environnementales de la Commission Européenne sans bénéficier de l'exception défense en :
 - s'assurant de la conformité de l'utilisation de matériaux aux directives européennes
 - intégrant les démarches d'analyse de fin de vie et en définissant des procédures de recyclage (par exemple, les écrans cathodiques)
- ❑ Les contraintes environnementales sont spécifiées dans le cahier des charges rédigé par la DGA et l'Occar et soumis aux industriels (Thalès, SNPE). Les concepteurs militaires ne disposent cependant pas :
 - du détail de la méthodologie appliquée par les industriels pour prendre en compte les contraintes environnementales dans la conception. En particulier, l'industriel est seul maître de l'arbitrage technologique pour la réalisation d'un système donné
 - du bilan environnemental du système livré. Les industriels s'engagent simplement à respecter les spécifications du cahier des charges
- ❑ La prise en compte de l'environnement dans la conception du Roland n'a pas fait appel à des outils spécifiques (grille d'analyse du cycle de vie, base de données d'impact environnemental des matériaux), mais uniquement à des méthodes empiriques issues de l'expérience des ingénieurs. De plus, les performances environnementales ne sont pas considérées à valeur égale des performances opérationnelles.
- ❑ La prise en compte a posteriori des contraintes environnementales pour des équipements du Roland a coûté l'équivalent de leur coût d'acquisition :
 - le remplacement du système de climatisation au fréon des porteurs du missile a coûté 1 M€ pour 36 porteurs
 - il a été nécessaire de reconcevoir le système de climatisation.

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- Une analyse environnementale préliminaire du Roland a été effectuée et est présentée dans le tableau ci-dessous.

	Organe de déplacement et de positionnement	Moteur et propulsion	Aide à la navigation	Stockage carburant
<i>Effet de serre</i>		Rejet de CO2		
<i>C o u c h e d'ozone</i>	Anciennement : fr é o n d e climatisation			
<i>Acidification</i>				
<i>Eutrophisation</i>				
<i>Formation d'ozone photochimique</i>				
<i>Toxicité humaine</i>				
<i>Eco-toxicité</i>		Rejet d'huile lors de maintenance	Métaux lourds d'écrans cathodiques lors du recyclage	
<i>Bruit</i>		Bruit de 60 à 80 dB		
<i>Odeur</i>		Rejet d'huile lors de maintenance		

5.4.3. Le programme BPC (Bâtiment de Projection et de Commandement, ex-NTCD)

- L'Etat Major a décidé de développer un nouveau moyen de transport maritime, le NTCD, en adoptant d'emblée la décision de respecter la convention MARPOL :
- MARPOL est édictée par l'Organisation Maritime Internationale (l'OMI) pour les navires civils et ne concerne pas a priori les bâtiments de la défense. Cependant, l'accès des navires -de toute nature- aux ports américains nécessite l'observation des prescriptions de Marpol
 - L'OTAN édicte également des documents informatifs sur les caractéristiques environnementales à respecter, mais les dispositions conseillées sont moins contraignantes que Marpol
 - A l'instar du DoD américain, le SPN a adopté la majorité des spécifications civiles pour la définition du BPC, pour anticiper des dispositions plus sévères à l'égard des bâtiments militaires
- A la suite de la définition des besoins opérationnels, en particulier l'alignement sur Marpol, par les Etats Majors :

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- la DGA/SPN a défini dans le cahier des charges, transmis à la DCN, les besoins techniques complémentaires découlant du respect des normes Marpol.
 - la DCN analyse l'impact des différentes spécifications de MARPOL, les incorpore dans la définition du bâtiment et les transmet aux Chantiers de l'Atlantique, responsable de la réalisation du BPC
 - le Bureau Veritas atteste la conformité du bâtiment aux normes Marpol.
- ❑ La prise en compte des contraintes environnementales consiste uniquement en la transcription de Marpol, et concerne seulement les rejets en mer. La DGA et la DCN définissent :
- les capacités de stockage des déchets en prenant en compte les autorisations de rejet dont la nature et la quantité dépendent des zones maritimes
 - les équipements nécessaires pour le traitement des matériaux avant leur rejet (eau mazoutuse, huile).
- ❑ Aucune contrainte environnementale non spécifiée par une norme n'a été prise en compte. Par exemple, il ne semble pas que la DGA ou ses partenaires aient entamé une démarche d'analyse de cycle de vie, et en particulier d'étude d'impact environnemental, lors du démantèlement du navire.

5.5. Principaux défis

- ❑ La DGA manque d'outils normalisés pour une éco-conception efficace :
- la base de données des impacts environnementaux des matériaux reste insuffisante et ne sera complétée qu'à moyen terme (deux à cinq ans). La diffusion et la promotion de cette base de données restent à définir.
 - il existe plusieurs grilles analyses d'impacts environnementaux croisant fonctions et cycles de vie, mais leur diffusion et leur utilisation semblent limitées. L'analyse environnementale consiste généralement à repérer les substances toxiques et à comparer les rejets avec les niveaux autorisés.
 - il n'existe pas d'outils d'évaluation des surcoûts environnementaux de production et de possession permettant une évaluation fiable des coûts globaux
- ❑ La prise en compte des contraintes environnementales dans la conception des systèmes d'armes demande une évolution de la culture des concepteurs de la DGA :
- les performances environnementales - lorsqu'elles sont définies - sont secondaires, et en général ne sont prises en compte que quand elles ne gênent pas les performances opérationnelles requises,
 - les objectifs environnementaux à moyen/long terme et leur priorité ne semblent pas encore clairement définis par les Etats-Majors,
 - malgré des séminaires de formation en environnement, les pratiques de gestion environnementale des différents concepteurs, architectes et décideurs des programmes semblent encore lacunaires :

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

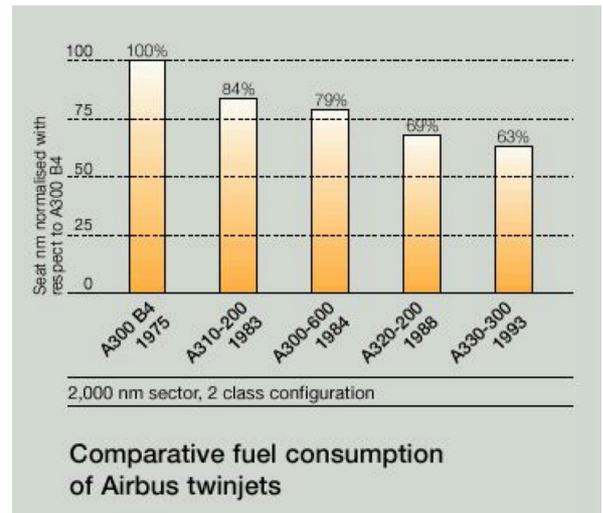
- il est admis que les munitions "polluant" mais les architectes ne semblent pas avoir réalisé une évaluation préliminaire de leur impact environnemental (écotoxicité, odeur, acidification),
 - l'amiante des joints thermiques du missile Roland est identifiée comme source de pollution, mais il ne semble pas exister d'analyse détaillée de leur impact environnemental,
 - seule la Marine dispose d'outils de gestion environnementale par ses plans structurants "Adaptation au milieu marin et respect des réglementations".
- ❑ Les relations de la DGA avec la Direction des Affaires Juridiques et le SGCI semblent insuffisamment formalisées pour assurer correctement :
- au sein de la DGA, un flux d'information sur les directives environnementales en préparation, en particulier pour leur anticipation en phase de conception des systèmes d'armes,
 - la remontée vers le SGCI et la DAJ des revendications d'"exception militaires" sollicitées par la DGA, afin d'assurer des aménagements rendant la prise en compte des contraintes environnementales compatibles avec les attentes opérationnelles de la DGA.
- ❑ Dans les cas où la prise en compte de l'environnement est la plus avancée, elle se résume à l'étude et à la transcription de normes et directives civiles en vigueur, sans démarche réelle d'éco-conception. Avec cette méthodologie, les aspects environnementaux ne peuvent représenter qu'une contrainte et non une opportunité d'aboutir à des solutions technologiques de rupture :
- l'analyse des contraintes est réalisée point par point, sans réelle approche générale, et peut aboutir sur une solution moins bonne du point de vue de l'environnement. Par exemple, le choix d'une technologie améliorant le rejet en mer peut conduire à des matériaux plus difficilement recyclables
 - en abordant les contraintes au cas par cas, les concepteurs définissent des adaptations supplémentaires de produits existants qui sont coûteuses, au lieu de solutions de rupture. Par exemple, l'emploi de composites dans l'aéronautique facilite, par leur bonne tenue aux attaques chimiques, la résolution de problèmes liés aux revêtements anti-corrosion de pièces métalliques.
-

6. La prise en compte de l'environnement par les industriels civils

6.1. Les motivations des industriels civils sont aujourd'hui principalement réglementaires

- Les industriels prennent depuis longtemps en compte l'environnement quand il représente des objectifs **non-contradictaires**, entre l'amélioration générale des produits et l'amélioration des performances environnementales. Ce cas se présente en particulier pour la phase d'utilisation des systèmes par les clients, par exemple chez Airbus:

- réduction de 37% en 20 ans de la consommation d'énergie durant la phase d'utilisation des avions de la famille Airbus
- réduction de la masse de 20% sur la famille A320 et réduction du nombre de matières premières utilisées



- L'ensemble des industriels prend en compte l'environnement dès la conception **par contrainte réglementaire** :
 - les industriels les moins avancés **subissent les réglementations**, la prise en compte pendant la phase de conception, n'est alors qu'une réaction. Faurecia, par exemple agit dans l'urgence pour l'application des directives, et est loin d'une démarche volontaire
 - les industriels ayant une vision plus long terme **anticipent l'évolution des réglementations**
- Les industriels les plus avancés utilisent l'environnement comme **atout commercial**, tel Airbus pour des demandes d'une quantité significative du marché (en particulier des compagnies aériennes telle Finnair).
- Dans certains cas particuliers, des **partenaires** peuvent inciter des industriels à initier une démarche environnementale plus importante que le simple respect des réglementations. Par exemple :
 - Renault VI, a construit un plan et édite un bilan environnemental depuis la prise de contrôle par Volvo
 - Eurocopter a démontré la mise en place d'un réel système de management environnemental.

6.2. L'industrie civile est soumise à des contraintes environnementales croissantes

- ❑ Les contraintes réglementaires que les industriels prennent en compte concernent principalement :
 - les **sites industriels**, pour la **phase de fabrication des produits**
 - les **matériaux** qui composent les produits, pour les phases d'**utilisation** et de **fin de vie**
 - **les rejets**, pouvant concerner toutes les phases du cycle de vie
- ❑ L'ensemble du cycle de vie des produits (fabrication, utilisation, fin de vie), étant couvert par des réglementations civiles, la démarche de prise en compte de l'environnement dans la conception a donc été plus précoce parmi les industriels du civil partenaires de la DGA.

6.2.1. Les contraintes sur la phase de fabrication : l'hygiène de travail et la protection des employés

- ❑ Les contraintes et directives régissant l'hygiène de travail ont incité la réalisation d'analyse d'impact environnemental lors des procédés de fabrication. L'objectif des directives sanitaires concernait essentiellement la protection des employés, mais elles ont également permis la réduction des impacts environnementaux des produits au cours des cycles de fabrication.
- ❑ Les directives régissant les conditions d'hygiène du travail concernent les procédés de fabrication sans distinction de finalité civile ou militaire des produits, par exemple :
 - la suppression du plomb lors de l'assemblage de cartes électronique devait être imposée aux sociétés européennes d'ici 2005. Des solutions de brasage sans plomb ont été développées, mais restent coûteuses.
 - les fabricants de pièces en composites thermodurcissables sont confrontés aux réglementations nationales limitant les émissions de COV à 50 ppm en France (30 ppm en Allemagne et dans les pays scandinaves)
 - la fabrication de Polychlorure de Vinyle est soumise à des contraintes européennes fixant la quantité et la nature d'émission admissible
 - la protection des employés exposés à une atmosphère explosive ou des substances dangereuses engendre chez les industriels une analyse environnementale lors du procédé de fabrication

6.2.2. Les directives sur la phase d'utilisation des produits

- ❑ Les principales directives environnementales liées à la phase d'utilisation des produits concernent essentiellement le fonctionnement des produits civils et ont amené les concepteurs à dégager de nouvelles options technologiques, en particulier dans l'automobile :
 - la limitation des rejets de gaz des automobiles a favorisé l'émergence :
 - de matériaux plus légers afin de réduire la consommation. Les plastiques et les composites ont donc constamment été intégrés pour la réalisation de sous-ensembles réalisés précédemment en acier (pièces de carrosserie par exemple). Les nouveaux choix tech-

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

nologiques ont par ailleurs permis une plus grande souplesse de forme et une réduction des couches de protection

- de nouveaux carburants afin de respecter la limitation de diffusion de plomb
 - un décret national a incité les industriels à développer des nouvelles chaudières à combustible liquide ou gazeux pour améliorer le rendement et donc le coût d'utilisation
 - les dispositifs nationaux de réduction d'émission d'ozone peuvent amener les pouvoirs publics à interdire la circulation de véhicules polluants au profit de ceux aux technologies de propulsion jugées plus écologiques (voiture électrique, au gaz, véhicules à pots catalytiques)
 - une directive européenne a amené les constructeurs automobiles à étudier le principe de ravitaillement en carburant afin de limiter les émanations de COV
- ❑ Certaines conventions définissent des contraintes environnementales en phase d'utilisation liées à l'exploitation du matériel et au fonctionnement du système. Par exemple Marpol régit les rejets en mer des produits issus de la propulsion des navires mais règle également le rejet des déchets issus de la vie quotidienne à bord.

6.2.3. La gestion de la fin de vie

- ❑ La gestion de la fin de vie des produits et matériaux a fait l'objet de plusieurs normes et directives européennes et internationales et qui ont pu ou peuvent influencer les concepteurs vers des choix technologiques qui sont moins bons pour les autres performances opérationnelles. Ainsi les composites, aux applications potentielles dans l'automobile, ont un avenir incertain dans le marché automobile à cause des difficultés que pose leur recyclage, au profit de solutions traditionnelles et moins performantes (acier, aluminium).
- ❑ Les possibilités de recyclage et de valorisation des matériaux sont définies par deux classifications internationales :
- la liste de l'OCDE, appelée « liste verte/ambre/rouge », la liste rouge correspondant aux produits les plus dangereux ;
 - la liste de la Convention de Bâle, distinguant deux groupes, A et B (la plus néfaste) ;
- ❑ La classification des matériaux dans la liste la plus contraignante (liste B ou rouge) pose de nombreuses contraintes à la gestion de leur recyclage :
- leur mise en décharge est interdite
 - leur valorisation énergétique par incinération est menacée à moyen terme (2 à 5 ans)
 - le transport international des déchets, vers un centre de recyclage, est soumis à une réglementation stricte
- ❑ La directive 2000-53-CE du 18 septembre 2000 relative aux véhicules hors d'usage (valorisation à terme à 95%) définit aux constructeurs automobiles des objectifs de recyclabilité des véhicules en fin de vie. La durée de vie d'un véhicule étant d'une dizaine d'année, la modification de gestion du cycle de fin de vie des véhicules automobiles devra être prise en compte dès 2004 par les constructeurs afin qu'à l'horizon 2015, 95% du véhicule soit valorisé :

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- 85% des constituants devront être réutilisés ou recyclés ;
 - 10% des constituants « verts » pourront être valorisés énergiquement, toutefois les composites, considérés comme dangereux, ne devraient pas pouvoir être incinérés ;
 - les 5% restants des constituants, issus de l'opération de recyclage, pourront être mis en décharge (enfouis).
- ❑ Les concepteurs d'équipements de grande envergure comme les installations pétrolières maritimes doivent également tenir compte des directives européennes pour leur démantèlement.

6.2.4. Un contexte normatif et informatif de plus en plus complet

- ❑ Les structures normatives françaises et internationales ont mis en place des méthodologies de procédures de gestion environnementales
- les premières normes ISO 14000 désignaient des pratiques de gestion environnementales des sites de production
 - les éco-labels, initiés par les pouvoirs publics français et européens, et intégrés dans le contexte normatif international sous la référence ISO 14024 garantissent :
 - les performances environnementales d'un produit à l'usage
 - les caractéristiques écologiques au cours de sa fabrication et de son recyclage
 - de nouvelles normes ISO, finalisées au printemps 2002 et en vigueur à titre expérimental depuis septembre 2002, indiquent les principales étapes d'une bonne méthodologie de prise en compte de l'environnement dans la conception.
- ❑ Les normes environnementales orientées éco-conception sont relativement méconnues des concepteurs :
- elles sont beaucoup plus récentes que les normes ISO14000 orientées vers la gestion de site
 - elles ne donnent pas lieu à des certifications, contrairement à la norme ISO 14001 mais consistent simplement en des recommandations de bonnes pratiques.
 - en effet, la mise en place d'une certification serait fastidieuse car à renouveler pour chaque produit
 - l'absence de certification rend plus problématiques les exigences des donneurs d'ordres vis à vis des fournisseurs : les clients ne peuvent pas exiger de preuves officielles de management environnementales, mais uniquement des engagements de bonne pratique suivant la norme ISO 14062.
- ❑ Le tableau suivant, édité par l'Ademe, indique les principales normes environnementales. Une démarche d'éco-conception suppose au préalable une démarche de gestion environnementale de site, dans la mesure où les méthodologies mises en place sont semblables.

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

Champs	Organisme et site	Produit (bien ou service)
<i>Mise en œuvre d'une politique environnementale</i>	Système de Management Environnemental (SME), lignes directrices : ISO 14004, 14061	Prise en compte de l'environnement dans la conception: XP ISO/TR 14062
<i>Démonstration</i>	Système de Management Environnemental (SME), spécifications : ISO 14001	Etiquetage environnemental : Série ISO 14020
<i>Outils d'évaluation</i>	Audit environnemental : Séries ISO 14010	Analyse de cycle de vie : Série ISO 14040
	Evaluation des performances environnementales : Série ISO 14030	
<i>Terminologie</i>	Termes et définition : ISO 14050	

6.3. Une organisation interne adaptée aux motivations

6.3.1. L'organisation mise place chez les industriels reflète l'enjeu et les motivations des industriels

- Entre elles, les entreprises se sont organisées en fonction de leur motivation :

Motivation	Stratégie	Exemple
<i>Motivation réglementaire</i>	Regroupements des industriels concurrents	Alcatel, via la FIEC
<i>L'environnement est un atout concurrentiel</i>	Gestion environnementale isolée et transmission du savoir faire aux fournisseurs	Airbus Eurocopter (Pour l'acoustique)

- La prise de décision est **souvent représentée à haut niveau**, par exemple :
- Alcatel organise une « Environment Task Force » pour les prises de décisions stratégiques. Elle est composée de représentants "corporate" des achats, du juridique, de la communication, et de la stratégie ainsi que des représentants environnementaux rattachés à la direction commerciale et des affaires extérieures
 - la fin de vie, enjeu majeur de l'automobile, est représenté à la Direction Stratégie Produit Groupe de PSA
 - un représentant de l'environnement produit est représenté au comité général Renault Trust, qui oriente la politique groupe
- L'approche opérationnelle **distingue souvent « site » et « produit »**, avec des entités séparées et plus ou moins connectées, selon la qualité de la gestion environnementale.

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- Renault VI semble avoir cependant connecté ses approches « site » et « produit », en s'**inspirant de l'organisation de son partenaire suédois Volvo** :
 - sur chaque site, un ou plusieurs « représentants environnement », appartenant à la fonction la plus polluante (au total 30 personnes pour le groupe), par exemple le département peinture sur le site de Saint-Priest, remonte l'information au SEI
 - le SEI centralise les données du **retour d'expérience** pour établir des procédures internes, négocier des dérogations internes aux objectifs fixés, lister l'ensemble des produits chimiques et ingrédients à éviter, vérifier le respect des exigences, conseiller les bureaux d'études et les départements achats
 - le bureau d'étude a ainsi obtenu du SEI une liste de matériaux à éviter
 - certains industriels, se recentrant sur la définition des systèmes et ayant externalisé la production, connectent l'approche produit et l'approche site grâce à leurs fournisseurs, par exemple la base de données pour l'éco-conception utilisée par Alcatel est alimentée par les sous-traitants, pour les impacts liés à la fabrication.
- **L'approche opérationnelle « produit »** est elle-même souvent assumée dans les bureaux d'études par les entités les plus concernées :
- les départements matériaux sont souvent responsables de l'environnement (Turbomeca, Snecma)
 - la direction Environnement d'Airbus, est représentée au niveau N-2, avec 3 sous entités : Bruit/émission, business et industriel/matériaux/procédés
 - PSA a attribué des responsabilités par phase du cycle de vie :

Phase du cycle concernée	Fabrication	Utilisation	Fin de vie
<i>Entité responsable</i>	M a n a g e m e n t environnemental du site, dépendant de la Direction juridique	BE Moteurs et matériaux	Direction matériaux et procédés

- les responsabilités chez Eurocopter, sont attribuées :
 - pour l'acoustique, à la Direction Technique
 - pour les matériaux, à la Direction Technique et à la Direction Industrielle.
- La gestion environnementale des sites est ancienne, mais souvent **plus curative que préventive**, et focalisée sur le **remaniement d'un procédé par un autre**, indépendamment du produit lui-même :
- l'Ineris remarque que sur les audits de sites industriels, même de niveau médiocre d'un point de vue environnemental (de l'ordre de 900 non conformités), la remise à niveau remet très rarement en cause le produit lui-même. Il est souvent possible de trouver un procédé alternatif approprié, sauf pour le cas de certains matériaux

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- Renault VI optimise parfois l'impact des rejets de fabrication en sous-traitant le problème à des professionnels tel Onyx, par des projets de remplacement de chaîne de revalorisation de rejets de l'ordre de 500 k€/an, entièrement rentabilisés par l'économie d'énergie, de taxes et de logistique pour la mise en décharge
- ❑ Les donneurs d'ordre civils sont souvent présents, soit directement, soit par l'intermédiaire de leurs fédérations, lors des négociations à la Commission européenne, ou de retranscriptions nationales auprès du ministère de l'environnement pour des **aménagements, des délais ou des dérogations des directives**, par exemple :
 - les constructeurs automobiles, tels PSA et Renault, via l'ACEA et l'ADSIG, ont obtenu une dérogation sur le Chrome 6 pour les revêtements anti-corrosion, jusqu'en 2007, car l'état de l'art ne permet pas aujourd'hui de mesurer précisément les taux d'utilisation dans les procédés
 - la directive interdisant le plomb à partir du 1^{er} juillet 2006, pour les équipements électriques, a été aménagée pour les équipements télécoms et informatiques avec un délai supplémentaire de 4 ans équivalent au temps nécessaire pour développer de nouvelles technologies
 - Snecma a participé avec le Ministère à un projet de réduction des COV pour l'activité peinture

6.3.2. Les industriels ont mis l'accent sur la formation et le travail collaboratif

- ❑ Alcatel a élaboré avec ses partenaires la **définition d'un langage commun** et de **standards** pour une meilleure communication entre industriels sur l'environnement, et surtout pour un **choix plus facile et rigoureux des sous-traitants sur ces critères**
- ❑ Renault VI a souhaité organiser sa gestion environnementale sans faire appel à du conseil extérieur pour laisser un temps nécessaire d'appropriation des méthodes par les employés
- ❑ Airbus, par exemple :
 - a organisé 75 000 heures de **formation du personnel interne** sur l'environnement en 2001, représentant un budget estimé à 8,5 M€ et a édité un support
 - a organisé la **formation de sous-traitants**
 - construit actuellement le **système d'information Enrol**, à disposition de tous les employés d'Airbus
- ❑ Faurecia a, par exemple, mis en place :
 - des "workshops", pour faire le « point environnemental » sur les projets
 - une entité environnement supporte les équipes projets des bureaux d'études
 - une « check list environnement »
 - une revue des nomenclatures vis à vis de ses fournisseurs

6.3.3. L'intégration des fournisseurs, sous-traitants et partenaires à la démarche d'éco-conception

- ❑ Certaines entreprises entreprennent une démarche d'éco-conception en considérant non seulement l'ensemble du cycle de vie des produits, mais encore en intégrant à la démarche les principaux fournisseurs et sous-traitants concernés par le produit au cours de son cycle de vie.
- ❑ Dans l'automobile, confronté à un contexte environnemental exigeant et devant soigner son image "environnementale grand public", des acteurs ont entrepris une démarche approfondie et constituent des exemples de bonnes pratiques. Souhaitant réaliser une démarche d'éco-conception, Renault a développé une démarche d'évaluation environnementale de produits et incite ses fournisseurs et sous-traitants à l'utiliser. Le tableau suivant concerne les fournisseurs d'emballages de Renault (source Ademe).

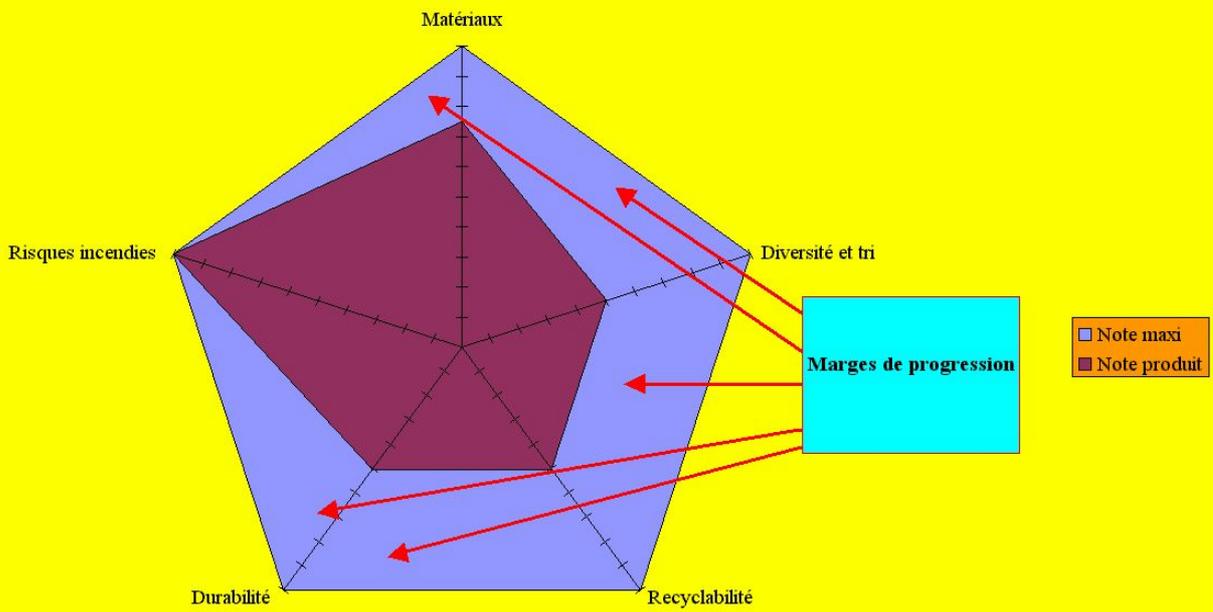
Composants perdus	Composants durables	Commentaires
Contour et intercalaires en carton Deux pièces en quinconce emmaillotées dans la douffine	Panier grillage en acier	Douffine sans filière de recyclage
Critères		Pénalités
Respect des certifications matériaux		5
Diversité et tri à la source des composants perdus		10
Recyclabilité de l'emballage		10
Durabilité de l'emballage		10
Risques incendies liés aux matériaux plastiques		0
Adéquation de l'emballage aux besoins		0
Somme des pénalités de l'emballage		35
Indice de l'emballage (complément à 100)		65

- ❑ Une telle évaluation permet :
 - un développement itératif des solutions de réduction des impacts environnementaux pour les critères les mieux respectés
 - d'identifier les impacts clefs à maîtriser et les éventuelles technologies de rupture à développer et mettre en œuvre

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

☐ Le schéma suivant illustre les marges de manœuvre par critère :

Notes environnementales de l'emballage pour différents critères du cycle de vie



D'après Ademe

6.4. Des outils d'éco-conception plus approfondis dans le civil

6.4.1. Cadre des contraintes prises en compte

- L'ensemble des impacts environnementaux pris en compte par les industriels est souvent comparable au mémorandum réalisé par Nodal. Alcatel, par exemple, a formalisé une liste analogue de 11 impacts, pour les 4 phases principales du cycle de vie.

Impact	Fabrication	Distributio n	Utilisation	Fin de vie
<i>Consommation de matières</i>				
<i>Consommation d'énergie</i>				
<i>Consommation d'eau</i>				
<i>Echauffement</i>				
<i>Ozone</i>				
<i>Toxicité de l'air</i>				
<i>Ozone photochimique</i>				
<i>Acidification de l'air</i>				
<i>Toxicité de l'eau</i>				
<i>Eutrophisation de l'eau</i>				
<i>Prod. Mat. dangereuses</i>				

6.4.2. Des outils normatifs

- Les outils normatifs ou réglementaires reflètent les motivations et l'état d'avancement des industriels :
- les industriels les moins avancés, n'ont établi que des **outils de reporting** pour les 2 sources réglementaires les plus pressantes : les **sites** et les **matériaux**

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- les industriels les plus avancés ont établi des outils d'**anticipation des contraintes**

6.4.3. Logiciels et méthodes d'ACV : Analyse et arbitrage quantitatif des impacts environnementaux

- Les logiciels d'analyse du cycle de vie (ACV) sont anciens, mais d'utilisation encore difficile :
 - une ACV complète sur un produit d'Alcatel en 1994 coûtait de 100 k€ à 150 k€ et durait 6 mois, l'ACV était alors jugée :
 - trop chère
 - pas assez flexible comparée aux besoins de réactivité des bureaux d'études de l'ordre du jour ou de la semaine
 - une ACV coûte aujourd'hui de 15 à quelques dizaines de k€, mais reste peu flexible
- Les ACV sont souvent utilisées aujourd'hui par les industriels :
 - ponctuellement, sur toute la vie des produits, pour **identifier les points sur lesquels il faut concentrer les efforts**
 - plus régulièrement, sur une seule phase du cycle de vie, pour **comparer 2 solutions techniques**, par exemple chez Alcatel :

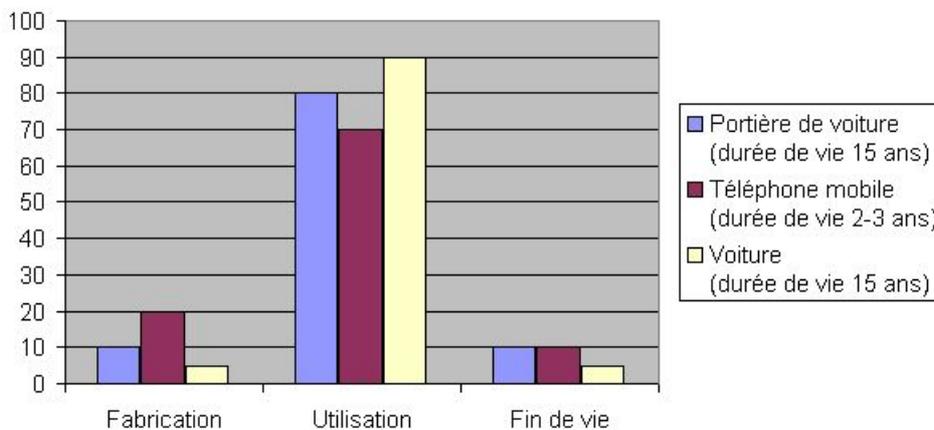


- La base de données EIME, Environment and Management Explorer, construite par les industriels du secteur des équipements électriques, semble être un outil performant d'éco-conception adapté aux besoins de définition rapide des systèmes et de comparaison de choix techniques, dès les études amont :
 - EIME a été conçue par modules de sous-ensembles, volontairement génériques, pour rester ouvert à des utilisateurs non-spécialistes au sein des bureaux d'études. Elle permet de :
 - décrire par sous-ensemble les matériaux utilisés pour la conception d'un produit, ce qui permet de connecter cet outil à la veille réglementaire matériaux
 - décrire chaque composant ses 11 impacts par phase du cycle de vie
 - décrire les procédés utilisés par sous-ensemble choisi
 - EIME est alimentée depuis 1995 et a coûté environ 150 k€ (information confidentielle) :
 - alimentée par les grands donneurs d'ordre
 - alimentée aujourd'hui par les fournisseurs pour les phases de fabrication

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

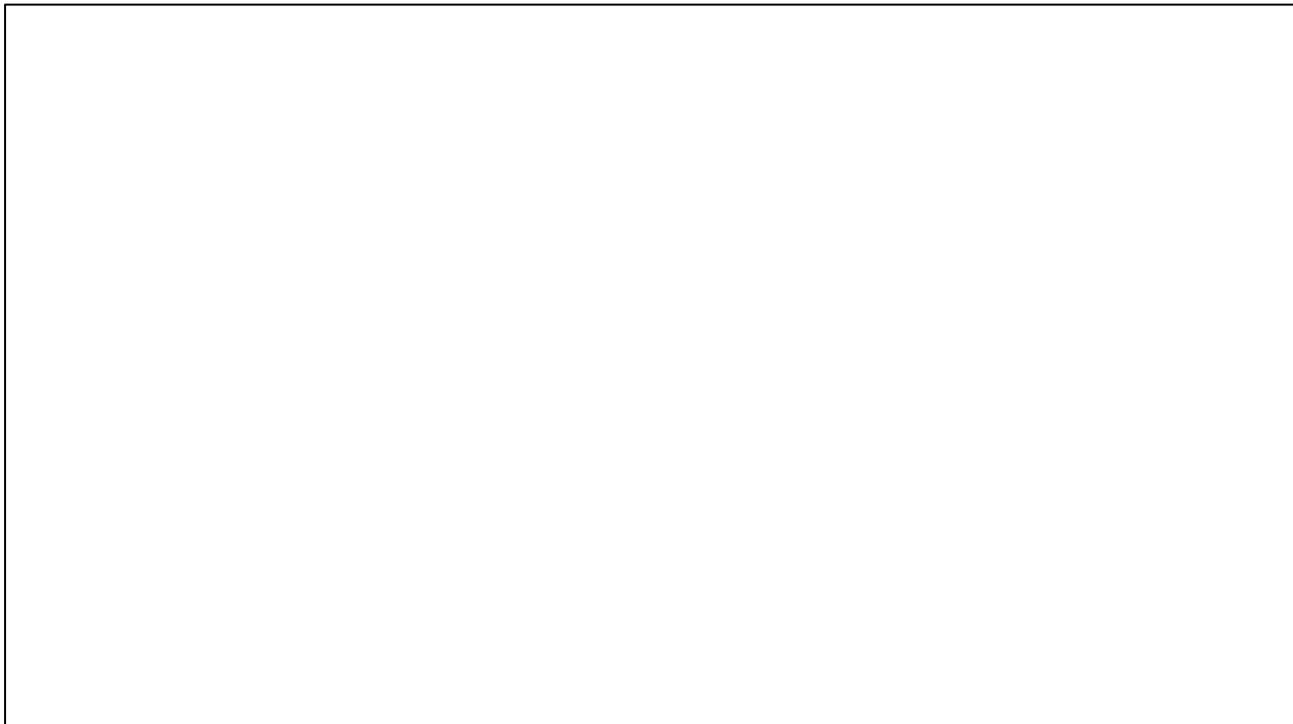
- les axes d'améliorations retenus pour EIME sont :
 - l'amélioration des indicateurs de valorisation fin de vie
 - l'intégration d'un outil d'évaluations des coûts
- ☐ Eurocopter dispose d'une base de données semblable à l'EIME, qui devrait à terme être intégrée aux outils de CAO des bureaux d'études
- ☐ Grâce aux ACV, les industriels ont pu remarquer que pour la plupart des systèmes et quelle que soit leur durée de vie, la phase d'utilisation est toujours la plus polluante.

Exemple de répartition de l'impact environnemental par phase du cycle de vie



- ☐ A titre d'exemple :
 - les systèmes de climatisation des véhicules ont été repensés par les services de conception de DK Teknik (Danemark) pour éliminer la consommation de CFC. L'analyse du cycle de vie complet a permis d'apprécier l'apport d'une technologie de rupture, la climatisation par effet Peltier. En plus de l'élimination des émissions de Fréon, le nouveau climatiseur, plus léger, a permis une économie de 10% de la consommation d'essence sur la durée de vie du véhicule, soit 1 000 litres
 - l'IKP de Stuttgart a réalisé pour des constructeurs automobiles une étude d'analyse d'impact environnemental des procédés de peinture. La démarche réalisée est présentée ci-après et a concerné l'ensemble du cycle de vie du produit.

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement



Source : Ademe

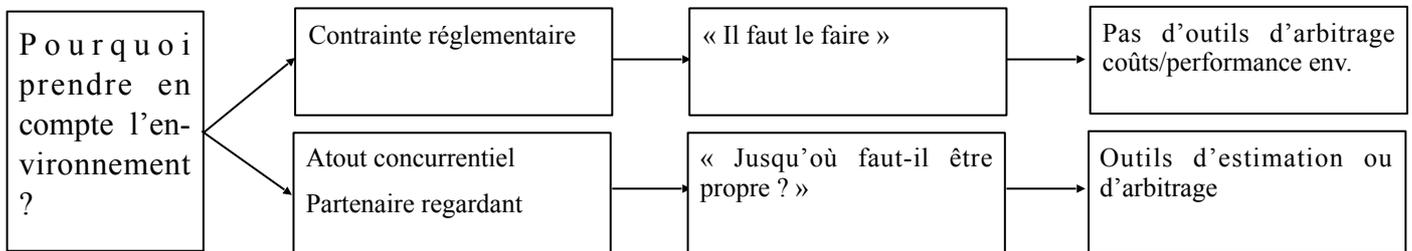
- le choix d'une nouvelle technologie de peinture de poudres à la place de la solution classique à solvant a permis :
 - de pratiquement supprimer les émissions de COV
 - de réduire sensiblement l'énergie de fabrication

Critère	Technique initiale peinture solvant	Peinture poudre	Amélioration
<i>Energie de fabrication</i>	767 MJ/véhicule	639 MJ/véhicule	20%
<i>Emissions de COV</i>	0,742 kg/véhicule	0,015 kg/véhicule	95%

Source : Ademe

6.4.4. Les outils d'arbitrage entre performances environnementales et coûts

- ❑ Les seuls industriels qui ont développé des outils d'arbitrage coûts/performance environnementale sont ceux qui ont une action volontaire et non contrainte :



- la base EIME a été conçue par tout un secteur et n'intègre pas encore les coûts.
 - cette amélioration est envisagée, mais pourrait coûter environ 150k€ soit l'équivalent du système
 - l'intégration des coûts dans une telle base de données est plutôt spécifique à une industrie et ses fournisseurs, alors que EIME a été conçue pour tout un secteur.
- ❑ Certaines directives imposent cependant aux industriels d'estimer des coûts futurs, à intégrer dès aujourd'hui dans leurs prix de vente, de telles directives obligeant les industriels à assumer la fin de vie des produits :
 - le coût de la valorisation en fin de vie est très difficile à estimer, il dépend notamment :
 - des technologies disponibles à long terme
 - des contraintes qui pèseront à long terme
 - de l'organisation de la filière logistique et de valorisation qui n'est encore souvent pas vraiment définie
 - Alcatel estime cependant que le surcoût lié à la gestion de la fin de vie pourrait représenter de 0,5% à 2% du coût des produits sur la majorité des équipements, et jusqu'à 6% pour certains produits
 - l'optimisation du surcoût environnemental est parfois tout simplement assurée par le principe de concurrence entre fournisseurs, sans réel effort de la part des donneurs d'ordre.
- ❑ Les industriels devant « maîtriser la surenchère de propreté », tel Airbus, travaillent sur ce thème qui devrait permettre :
 - de mesurer les efforts en fonction de ce qu'ils coûtent
 - de comparer aux gains escomptés (nouveaux clients, hausse du prix de l'avion s'il consomme moins)
- ❑ Eurocopter est capable depuis 20 ans de mesurer le gain d'utilisation pour le client en fonction de l'impact acoustique de l'hélicoptère, mais cette approche est très focalisée et ne peut pas être étendue de façon générique à tous les impacts.

6.4.5. Documents internes pour la conception et cahiers des charges

- ❑ Les industriels formalisent les objectifs environnementaux au travers :
 - de documents internes pour la conception
 - une grille générique qualitative et quantitative, utilisée par les chefs de produits d'Alcatel à chaque étape de la conception
 - une liste de procédures
 - des cahiers des charges pour leurs fournisseurs
 - dans le secteur électronique/électrique, l'environnement est un chapitre séparé autonome dans les cahiers des charges
 - PSA a inséré un chapitre fin de vie dans l'ensemble de ses références produits
 - le politique DFE, Design For Environment, d'Airbus s'étend jusqu'aux cahiers des charges

6.4.6. Défis particuliers

- ❑ Les problèmes identifiés par la DSP, sur l'impact de la très longue durée de vie des systèmes sur l'anticipation des contraintes réglementaires, en particulier sur les matériaux, sont aussi rencontrés par les industriels pour des durées de vie plus courtes (jusqu'à 20 ans) :
 - des outils de prévision matériaux à très long terme
 - selon Alcatel, l'évaluation en fin de vie est difficile, par méconnaissance des procédés futurs de valorisation pour des produits de durée de vie jusqu'à 30 ans comme les commutateurs
 - la filière de fin de vie est difficilement prévisible, selon l'Ineris, à plus de 5 ans
 - Eurocopter et Snecma, dont la durée de vie des systèmes est de l'ordre de 30 ans n'ont pas encore pris en compte la fin de vie de façon précise. Selon le département matériaux de Snecma, au delà de 10 ans, on ne peut pas prévoir l'évolution réglementaire et technique des matériaux
- ❑ Quelques outils tentent cependant d'apporter une solution, notamment l'industrie aéronautique avec la mise en place de listes de matériaux par priorité de précaution :
 - Snecma, avec la liste « NRJ », identifie les matériaux à interdire, enlever à court terme (3 ans), éviter à moyen terme (10 ans)
 - Eurocopter a une liste « black/gray » sur le même modèle
- ❑ Les problèmes liés à l'appréciation des coûts environnementaux semblent difficiles à appréhender, d'où le nombre limité d'informations anticipées à ce sujet.

6.5. Des enjeux économiques et techniques difficiles à appréhender

6.5.1. Enjeux économiques

- ❑ Les enjeux économiques sont difficiles à apprécier autrement que par des exemples.
- ❑ La question environnementale engendre un coût non récurrent lié à l'organisation :

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- sensibilisation et formation des employés
 - établissement de nouvelles procédures
 - outils informatiques et bases de données.
- ❑ Le « surcoût d'acquisition » peut éventuellement être composé de R&D complémentaire à mener et d'un surcoût de fabrication
- le coût de R&D, qui sera réparti sur les appareils, est constitué de projets de recherche de solutions alternatives, par exemple :
 - une solution alternative de traitement de surface au chrome a fait l'objet d'un projet de recherche de 8 M€ mené par Eurocopter
 - selon l'ONU, une solution innovante de peinture de l'acier ayant été développée par la société polonaise Ostrowiec. L'investissement nécessaire, de 13 k€, a pu être amorti en 4 mois
 - le coût de fabrication peut être par exemple :
 - la substitution de certains matériaux par d'autres plus onéreux
 - la refonte totale d'une ligne de production, quand celle-ci s'avère trop polluante peut prendre de 1 à 3 ans et centaines de milliers d'Euros
- ❑ Le coût de possession, lié à l'utilisation, peut être considérablement réduit, même pour des systèmes à faible durée de vie.
- les constructeurs de téléviseurs ont permis depuis les années 1995 une réduction de 50% des coûts d'utilisation des téléviseurs par une division par 10 de la consommation en mode veille
 - la baisse de 37% de la consommation des avions de la famille Airbus depuis 20 ans, représente une économie égale sur les budgets « kérosène » annuels des compagnies aériennes n'ayant que des avions de nouvelle génération
- ❑ La fin de vie peut représenter des coûts importants sur la logistique, les taxes et la mise en décharge, mais des projets de recherche menés en amont peuvent permettre de réduire ce surcoût. Une étude de l'ONU a montré qu'un procédé propre innovant pour le recyclage du Chrome, ayant nécessité un investissement initial de 40 k€, avait généré un coût opérationnel de 30 k€/an, mais un gain annuel sur les taxes de rejets et le système de récupération de 73 k€, soit une rentabilisation en 11 mois.
- ❑ Des coûts difficilement estimables doivent aussi être considérés, notamment :
- le passif environnemental d'une entreprise est un passif immatériel qui est pris en compte pour les cessions d'actifs et pourrait devenir de plus en plus important
 - la pollution des terrains peut représenter une baisse significative de la valeur du parc immobilier
 - les poursuites judiciaires peuvent représenter une dette potentielle significative
 - le coût de la non-prise en compte est important, par exemple, Turbomeca a dû revoir 250 références produits pour le respect de la réforme amiante
- ❑ L'éco-conception se souvent fait à iso-coût des systèmes par les industriels

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- dans l'automobile et l'électronique, les consommateurs ne sont pas prêts à payer plus cher pour un système plus propre
- l'expression « surcoût environnemental » est souvent refusée par la plupart des industriels en avance sur ce thème.
 - ils trouvent des solutions plus propres pour un coût équivalent
 - ils trouvent des solutions équivalentes un gain sur une phase compensant l'investissement ou le surcoût sur une autre.

6.5.2. Enjeux stratégiques

- ❑ Le principal enjeu stratégique de la prise en compte de l'écologie dans la conception par les industriels civils est souvent l'accès à de nouveaux marchés ou le maintien sur les marchés actuels, par exemple :
 - la position favorable d'Eurocopter sur l'acoustique, en respectant les normes contraignantes des parcs nationaux américains, lui permet de mieux pénétrer le marché US
 - le respect par les équipementiers automobiles des contraintes sur les métaux lourds est une condition de survie.
 - ❑ Même en cas d'exceptions ou dérogations obtenues par du lobbying auprès des institutionnels, il existe un risque :
 - de mauvais d'approvisionnement ou de surcoût en cas de chute de production (par perte de l'économie d'échelle), par exemple :
 - une dérogation de 4 ans pour le Plomb a été obtenue pour les équipements de télécommunications, mais tous les fournisseurs abandonnent cette solution
 - Turboméca a manqué de certaines pièces spécifiques pour la maintenance
 - les projets de recherche parfois nécessaires pour trouver des solutions alternatives peuvent engendrer une inertie calendaire, identifiée par Eurocopter, qui pourraient retarder certains programmes.
-

7. La prise en compte de l'environnement par les industriels partenaires de la DGA

7.1. Chez les industriels duaux, les pratiques industrielles civiles influent positivement sur l'éco-conception dans l'industrie de défense

7.1.1. Les industries duales à production de masse pour le civil

- ❑ La défense ne développe plus de spécifications militaires pour les composants et sous-systèmes électroniques. Les industries électroniques de la défense doivent désormais intégrer dans la conception des systèmes d'armes les contraintes environnementales civiles pour les équipements courants :
 - les procédés de brasage sans plomb seront mis en place d'ici 2005 et les équipements de défense profiteront des lignes sans plomb standard pour les composants courants. Le surcoût environnemental sera faible grâce à l'intégration des produits militaires dans des lignes de production de plus grande série.
 - le retraitement et le recyclage des matériaux et des métaux sont définis dès la conception afin de respecter les normes françaises, sans distinction des applications (civiles ou militaires)
 - le recyclage du béryllium est particulièrement étudié par les bureaux d'études, qui cherchent à en limiter l'utilisation
 - les contraintes de traitement et de recyclage des batteries et des électrolytes en particulier sont valables pour la défense et le civil.
 - les concepteurs adaptent le traitement de surface et l'utilisation des métaux lourds aux contraintes environnementales
 - la conception de systèmes d'armes intègre de nombreux équipements issus du civil, réalisés par les sous-traitants et respectant les normes environnementales civiles car ils ne font l'objet d'aucune spécification militaire. Le travail des concepteurs consiste alors à déterminer la faisabilité de l'utilisation d'équipements standards achetés sur étagère
- ❑ La prise en compte complète des contraintes environnementales dans la conception des systèmes d'armes complets par les industriels de l'électronique duaux se heurte à plusieurs barrières :
 - la mise en place de procédés de fabrication sans plomb pour des composants spécifiques se heurte aux coûts de mise en place, mal amortis par les petites séries militaires
 - il existe rarement une démarche d'analyse de coûts d'intégration de l'environnement et d'analyse de coûts de possession
 - chez certains industriels duaux, le manque de communication et de synergie entre les départements civils et militaires
- ❑ Au delà des contraintes de recyclage, les recherches des concepteurs pour améliorer la rentabilité économique peuvent avoir des retombées bénéfiques sur l'environnement : par exemple, la

recherche pour limiter la consommation d'énergie des systèmes qui rentre surtout dans une démarche économique réduit l'impact sur l'environnement.

7.1.2. L'aéronautique

- Eurocopter a une politique environnementale à axes multiples, motivée principalement par les marchés civils et spécifiquement militaire pour l'Australie et certains pays scandinaves (Suède) :
 - l'impact environnemental acoustique est la motivation la plus ancienne, principalement réglementaire et concurrentielle pour le civil
 - pour les hélicoptères civils, l'acoustique est gérée comme un aspect environnemental et réglementaire (OACI)
 - dans les cahiers des charges militaires pour la France et l'Allemagne, il n'est lié qu'à la détectabilité
 - pour la version militaire export, certains pays scandinaves ont demandé un positionnement du NH 90 par rapport aux normes civiles OACI
 - les matériaux/ingrédients pour les phases de fabrication, maintenance et fin de vie, est une préoccupation nouvelle, motivée par une demande pour l'export militaire, traite suivant les références réglementaires civiles en particulier les directives européennes et US (Clean Air Act) :
 - les matériaux/ingrédients à proscrire, pour une étape de diagnostique en cours, ont permis d'identifier que le Cadmium des connecteurs doit être enlevé du Tigre
 - pour une anticipation à moyen terme des matériaux/ingrédients à éviter pour les nouveaux systèmes.
- Les programmes militaires bénéficient des activités et méthodologies développées dans le civil pour prendre en compte les contraintes environnementales dans la conception des systèmes d'armes :
 - les équipes de conception de produits militaires bénéficient de l'expérience des bureaux d'études civils qui ont été confrontés à des problèmes d'obsolescence de composants suite à une modification du contexte normatif
 - les concepteurs civils prescrivent leurs méthodologies de prise en compte de l'environnement dans la conception à leurs collègues spécialisés dans les applications militaires et intègrent directement les technologies acceptables dans le civil
 - la recherche de solutions alternatives au Cadmium profitera au Tigre
 - les véhicules militaires de Renault VI sont aux normes de rejets Euro5, car ils bénéficient des mêmes technologies pour la motorisation que les véhicules civils
 - les projets de recherche, financés par des groupes d'industriels tel Airbus, Eurocopter et Dassault, la commission européenne ou d'autres partenaires institutionnels civils (telle la DPAC), profiteront aux applications militaires, mais pourraient ne pas suffire.
- La plupart des industriels aéronautiques duaux ont reçu la certification ISO 14000 et envisagent actuellement d'approfondir leur démarche de l'éco-conception de produits. Les concepteurs du civil et du militaire sont associés en même temps à cette démarche et la méthodologie

développée analysant l'ensemble du cycle de vie- est appliquée indistinctement aux produits civils et militaires.

- ❑ Eurocopter fera bénéficier les produits militaires de son Système de Management Environnemental

7.1.3. Les limites de l'influence des pratiques civiles

- ❑ Certaines pièces spécifiques au militaire ne bénéficieront pas des effets d'échelle des technologies amorties sur l'ensemble de l'activité des industriels duaux, par exemple, certaines pièces en composites du M 88 de Snecma pour le Rafale ont demandé des investissements non transférables vers l'activité civile.
- ❑ Le transfert de compétences environnementales dans la conception du civil vers le militaire reste cependant limité par :
 - la confidentialité du sujet technique (par exemple la propulsion nucléaire). Au delà d'un niveau de secret :
 - l'analyse du cycle de vie et la quantification des rejets restent systématiquement appliquées
 - les résultats de l'analyse sont communiqués à un public restreint et confidentiel au sein de l'entreprise et de la DGA
 - l'arbitrage technologique favorise de nouveau les performances opérationnelles : il s'agit en général de systèmes d'armes de dernier recours où l'élimination de la menace est prioritaire sur le respect de l'environnement
- ❑ L'intégration de spécifications civiles dans la conception des équipements électroniques militaires risque d'engendrer un problème d'obsolescence lié à l'évolution des normes et directives environnementales.
 - le coût de révision générale risque d'être amplifié par des coûts de reconception du composant, voire du système complet.
 - la conception initiale doit donc intégrer, quand cela est possible, une facilité de remplacement des composants ou des cartes électroniques.

7.2. Un retard chez les industriels purement militaires

- ❑ L'implication des industriels à l'activité purement militaire, comme les missiliers, dans la prise en compte des contraintes environnementales dans la conception est très réduite :
 - la seule finalité de l'analyse environnementale réalisée est le respect des normes inscrites au cahier des charges, qui concernent en général le recyclage de matériaux particuliers (métaux lourds, électrolytes)
 - le choix entre technologie polluante/non polluante est souvent éclipsé par un arbitrage orienté "performance/coûts"
 - il n'existe pas en général de service "environnement" transversal ou représenté au sein de chaque division par une personne spécialisée en environnement.
 - les services de prospective paraissent peu sensibilisés sur le sujet.

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- ❑ La démarche environnementale des industriels militaires en France semble très limitée :
 - l'analyse de cycle de vie et de retombées environnementales ne semble pas réalisée
 - en France, les concepteurs ne semblent pas usuellement utiliser de mémorandum ou de liste de points à vérifier au cours des projets, comme par exemple les questions "types" élaborées par le DoD pour les directeurs de programmes américains
- ❑ Eurocopter constate que ses concurrents à plus forte composante militaire sont en retard sur la prise en compte des impacts environnementaux majeurs du marché, tel l'acoustique. Les concurrents purement civils ne semblent pas en mesure de rattraper à court terme la position d'Eurocopter qui maintient une activité civile à 50% et un leadership sur ce thème grâce à son activité civile.
- ❑ Les industriels militaires "purs" prennent en compte l'environnement dans la conception uniquement s'il existe des clauses "environnementales" dans les cahiers des charges de la DGA, par exemple liées à la toxicité.
- ❑ Les industriels militaires français montrent une attitude "attentiste" et modifieront leurs structures et leur démarche de prise en compte de la dimension environnementale dans la conception des systèmes d'armes que sur demande expresse de la DGA. Même si elles existent, les clauses environnementales :
 - ne sont pas prioritaires par rapport aux performances
 - n'imposent pas d'organisation structurée au sein des maîtres d'œuvre
- ❑ Les concepteurs prennent en compte l'environnement dans la conception de systèmes d'armes dans certains cas lorsqu'il existe des clauses de sécurité d'utilisation :
 - par exemple les lasers des systèmes de guidage optique doivent être dans une certaine plage de longueurs d'ondes
 - dans ce cas, les performances en sécurité sont prioritaires devant les capacités opérationnelles : les lasers "sûrs" (longueur d'ondes de 1,54 microns) sont moins efficaces pour la télémétrie que les lasers à longueur d'onde inférieure (1,06 microns)
 - les concepteurs anticipent les nouvelles normes de sécurité en travaillant directement avec les centres de recherche spécialisés, comme le CTA de la DGA, à l'origine des nouvelles normes de sécurité
- ❑ L'approche environnementale « sites », souvent respectée pour cause de réglementation d'hygiène et sécurité du travail n'est pas connectée à l'approche « produits » ; par exemple la DCN :
 - a mis en place un code pour le respect des normes environnementales sur les sites et un système de veille réglementaire pour son actualisation
 - a nommé des responsables environnement sur chaque site,
 - a mis en place une procédure de centralisation de l'information, mais sans liaison avec les bureaux d'études.

8. Comparaison internationale

- ❑ La prise en compte de l'environnement dans la conception des systèmes d'armes est une démarche récente en France, mais déjà établie dans certaines armées, alliées de l'OTAN ou indépendantes.

8.1. Le rôle de l'OTAN

- ❑ L'OTAN a entamé depuis une quinzaine d'années des études de l'impact sur la population du bruit dégagé par les systèmes d'armes :
 - bruit des avions militaires et de son impact sur la société à la demande des autorités allemandes, elles-mêmes sous pression populaire
 - armes à feu
 - nuisances sonores des hélicoptères de la défense (intérêt du Danemark et de la Norvège)
- ❑ L'Agence de la Recherche et de la Technologie (Research Technology Agency) de l'OTAN participe aux études sur les impacts environnementaux des systèmes d'armes en partenariat avec des institutions nationales (ministères) et européennes (OSCE) sur :
 - les nuisances sonores
 - les politiques environnementales des différents ministères de la défense des Etats membres
 - la pollution des mers : les directives de l'OTAN sur les rejets en mer correspondent globalement à la convention Marpol de l'OMI, tout en restant moins exigeantes
- ❑ L'OTAN a édité une prescription (Stanag - Standardisation Agreement ou accords de normalisation) dans le cadre de l'"Environment Protection Policy" pour que chaque armée membre développe une démarche de prise en compte de l'environnement :
 - le Stanag 7146 insiste sur les principes génériques de l'intégration de l'environnement dans la conception des systèmes d'armes sans méthodologie précise. Des performances environnementales minimales ont été définies pour l'interopérabilité. Les conditions d'interopérabilité restent d'ailleurs assez longues à définir, du fait de conflits d'intérêt et de préoccupations entre Etats membres
 - une nouvelle prescription est actuellement en cours de finition et sera disponible mi-2003 ; elle sera plus précise et plus directive que la Stanag 7146
- ❑ En plus des Stanag, l'OTAN édite des notes d'information (AMEP) dont certaines traitent de l'environnement. Ces notes ne sont cependant pas directives.
- ❑ L'AQAP 110 (Allied Quality Assurance Publication) présente les avantages liés à une analyse du cycle de vie de l'équipement en phase de conception, sans toutefois aborder en profondeur le thème environnemental. L'AQAP 110 décrit simplement une démarche de conception par cycle de vie.

8.2. La prise en compte de l'environnement dans les programmes d'armement aux Etats-Unis

8.2.1. Une démarche engagée

- ❑ L'implication environnementale du Ministère de la Défense (DoD) est rendue nécessaire par le contexte normatif et réglementaire américain :
 - depuis 1992 le DoD est soumis aux mêmes réglementations fédérales et locales que le civil pour la réhabilitation des sols pollués et la protection de l'environnement
 - le DoD est exempt de certaines lois environnementales comme celles sur la protection des mammifères marins, sur la protection de l'air et des eaux, mais ces exemptions devraient être provisoires
 - les terrains militaires représentent 25 millions d'hectares et imposent au DoD une grande responsabilité dans la gestion des sites et des équipements utilisés
 - dans certains Etats, la réglementation rend impossible l'utilisation de certains matériels militaires et souligne ainsi la nécessité de prendre en compte les contraintes environnementales qui pèsent sur les systèmes d'armes dès leur conception
- ❑ Le DoD a engagé 2% de son budget dans la protection de l'environnement, pour des actions de mise en conformité, de réhabilitation des sols et de conception :
 - étude des technologies de l'environnement, en particulier pour la prévention des pollutions et la réduction des produits toxiques sur l'ensemble du cycle de vie du système d'armes
 - prévention des pollutions par l'éco-conception
- ❑ Les premiers résultats des études entreprises par le DoD ont montré l'importance de l'éco-conception de systèmes d'armes pour éviter des impossibilités techniques et financières levées par la dépollution a posteriori :
 - parmi les 28000 sites pollués, 6% présentent une pollution susceptible de menacer des populations
 - au delà des coûts, mal évalués, les dépollutions posent de sérieux problèmes techniques :
 - présence de munitions non explosées
 - nappes phréatiques difficilement réhabilitables
 - larges étendues de sols contaminés
 - Les contaminants les plus fréquemment retrouvés sont :
 - pour des produits standards : les dérivés d'hydrocarbures (solvants, peintures), les métaux lourds (plomb, cadmium, chrome)
 - pour des produits spécifiquement militaires : explosifs, toxiques chimiques
- ❑ Le DoD fixe les objectifs environnementaux qualitatifs et quantitatifs à atteindre par les programmes d'armement.
 - les performances environnementales de chaque programme sont évaluées selon des indicateurs quantitatifs précis fixés par la politique générale du DoD et donc valables pour tous les programmes.

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- des dérogations sont possibles, par exemple pour l'utilisation d'un matériau interdit mais irremplaçable, mais doivent être justifiées et sont considérées comme exceptionnelles
 - un sous secrétaire d'Etat spécialement affecté aux questions environnementales suit les efforts consentis et les progrès réalisés
- Le DoD a mis en place une méthodologie d'éco-conception des systèmes d'armes reposant sur :
- l'analyse de l'impact environnemental au cours du cycle de vie, et en particulier l'identification des produits toxiques au cours de la production et de la maintenance des systèmes d'armes, phases responsables de 80% des émanations toxiques
 - l'identification de spécifications militaires substituables par des spécifications civiles, afin de bénéficier des efforts d'éco-conception déjà effectués par l'industrie civile, en particulier pour réduire les émissions toxiques non spécifiques (hydrocarbures, métaux)
 - la limitation des produits toxiques au cours de la fabrication et la maintenance des systèmes d'armes, en particulier par une recherche systématique de substitution des spécifications militaires par des spécifications civiles
 - l'introduction de l'impact environnemental comme critère de performances d'un système d'armes, en particulier :
 - l'introduction de l'évaluation du coût total du système d'armes au cours du cycle de vie et en particulier des coûts de possession et des coûts liés à l'impact environnemental
 - une formation des directeurs de programme sur l'éco-conception
- Chaque directeur de programme doit justifier lors des étapes de réalisation et de revue de programme de leur approche environnementale et de leur démarche d'éco-conception. Un véritable questionnaire leur est fourni et traite :
- de l'organisation de la prise en compte de l'environnement dans le programme et de la planification des tâches à réaliser
 - des plans de dépollution ou de maîtrise d'impacts spécifiques (matériaux nocif, gaz destructeurs de couche d'ozone)
 - des analyses de risques réalisées, en particulier la détermination de matériaux potentiellement dangereux
 - de l'analyse des risques humains, industriels et environnementaux
 - de l'analyse de coûts liés à l'éco-conception :
 - démarche d'évaluation des coûts globaux sur le cycle de vie du système et son évolution depuis le début du programme
 - estimation des coûts liés aux équipements et au personnel nécessaire pour assurer la conformité environnementale et sanitaire de l'équipement au cours du cycle de vie
 - des coûts liés à l'amélioration de dispositions environnementales et sanitaires précédentes

8.2.2. un exemple : l'évaluation de l'impact environnemental du missile GBU 24

- ❑ Le DoD a entamé avec le Strategic Environmental Research and Development Program (SERDP), le Department of Energy (DoE) et l'Environmental Protection Agency (EPA) un programme pour mettre en place des méthodes de production propres de propergols, de matériaux pyrotechniques et énergétiques.
- ❑ Une analyse des impacts environnementaux du missile "Guided Bomb Unit 24" (GBU-24) au cours du cycle de vie a été réalisée pour démontrer la faisabilité et l'apport d'une telle démarche.
- ❑ L'analyse des impacts environnementaux –bien que centrée sur la production en tant que telle du missile, sans égard pour les phases utilisation et démantèlement- a été nettement plus poussée que les analyses pour les programmes européens et a combiné plusieurs approches :
 - L'évaluation d'équivalences d'impact environnemental :
 - les données sont agrégées en facteurs d'impact individuels
 - par exemple, quantification de la destruction de la couche d'ozone ou du potentiel d'acidification. Une diminution des substances chimiques avec le plus grand facteur est considérée comme positive
 - L'estimation de la toxicité, de sa persistance et de son accumulation :
 - les données de quantification de substances toxiques sont regroupées suivant leurs propriétés physiques, chimiques, et toxicologiques
 - une solution diminuant les matériaux avec le plus grand potentiel d'impact est considérée comme positive
- ❑ Une évaluation des impacts environnementaux est réalisée pour chaque substance impliquée dans le cycle de vie du GBU-24 à partir de résultats expérimentaux et consignés dans un tableau dont la table suivante représente un extrait.

	Acide chlorhydrique	Acide sulfurique	Aluminium (rebut)	CFC	Styrène	Pétrole	Plomb
<i>Smog</i>							
<i>Destruction couche d'ozone</i>				1			
<i>Pluies acides</i>		1					
<i>Réchauffement global</i>	0,88			3,4			
<i>P o u v o i r carcinogène</i>					3,5	3,5	3,5
<i>Eutrophisation</i>							
<i>Toxico.humaine (respirée)</i>	14,82	30	15,6		3,74	n.d.	15,24
<i>Eco toxicité terre</i>	5,74	3,5		n.d.	6,51	n.d.	6,41

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

<i>Eco toxicité (mer)</i>	13,86	15		n.d.	22,04	15	27,06
<i>Consommation d'espace</i>			6,58 exp -4		N o n disponible		
<i>Consommation de ressources</i>						2,01 esp (-2)	

Source : Environmental Protection Agency, USA

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- Une fois définis, les impacts environnementaux sont regroupés en fonction de l'étendue géographique de leur impact : national, régional ou local. Une "valeur de normalisation" est ensuite définie à partir de l'étendue géographique de l'impact. Ces valeurs sont représentées dans le tableau ci-dessous.

Catégorie d'impact	Etendue géographique	Valeur de normalisation
<i>Couche d'ozone</i>	Global (total des émissions par produit chimique et par an)	4,78 exp (6)
<i>Réchauffement</i>	Global (total des émissions par produit chimique et par an)	1,03 exp (14)
<i>Consommation de ressources</i>	Global (production annuelle globale par type de ressources eux US)	2,26 exp (19)
<i>Pluies acides</i>	Régional (total des émissions par produit chimique et par an aux US)	5,24 exp 15
<i>Smog</i>	Régional (total des émissions par état maximal par produit chimique et par an aux US)	2,57 exp (8)
<i>Toxico humaine</i>	Local (total des émissions aquatiques par usine par produit chimique et par an aux US)	1,52 exp (10)
<i>Pouvoir carcinogène</i>	Régional (total des émissions par état maximal par produit chimique et par an aux US)	4,54 exp (8)
<i>Consommation d'espace pour déchets</i>	Régional (volume de déchets solides par état maximal par an aux US)	5,22 exp (7)
<i>Eco-toxicité (terrestre)</i>	Local (total des émissions solides par usine par produit chimique et par an aux US)	2,16 exp (7)
<i>Eco toxicité (aquatique)</i>	Local (total des émissions aquatiques par usine par produit chimique et par an aux US)	3,85 exp (6)
<i>Eutrophisation</i>	Régional (total des émissions par état maximal par produit chimique et par an aux US)	8,91 exp (3)

Source : EPA

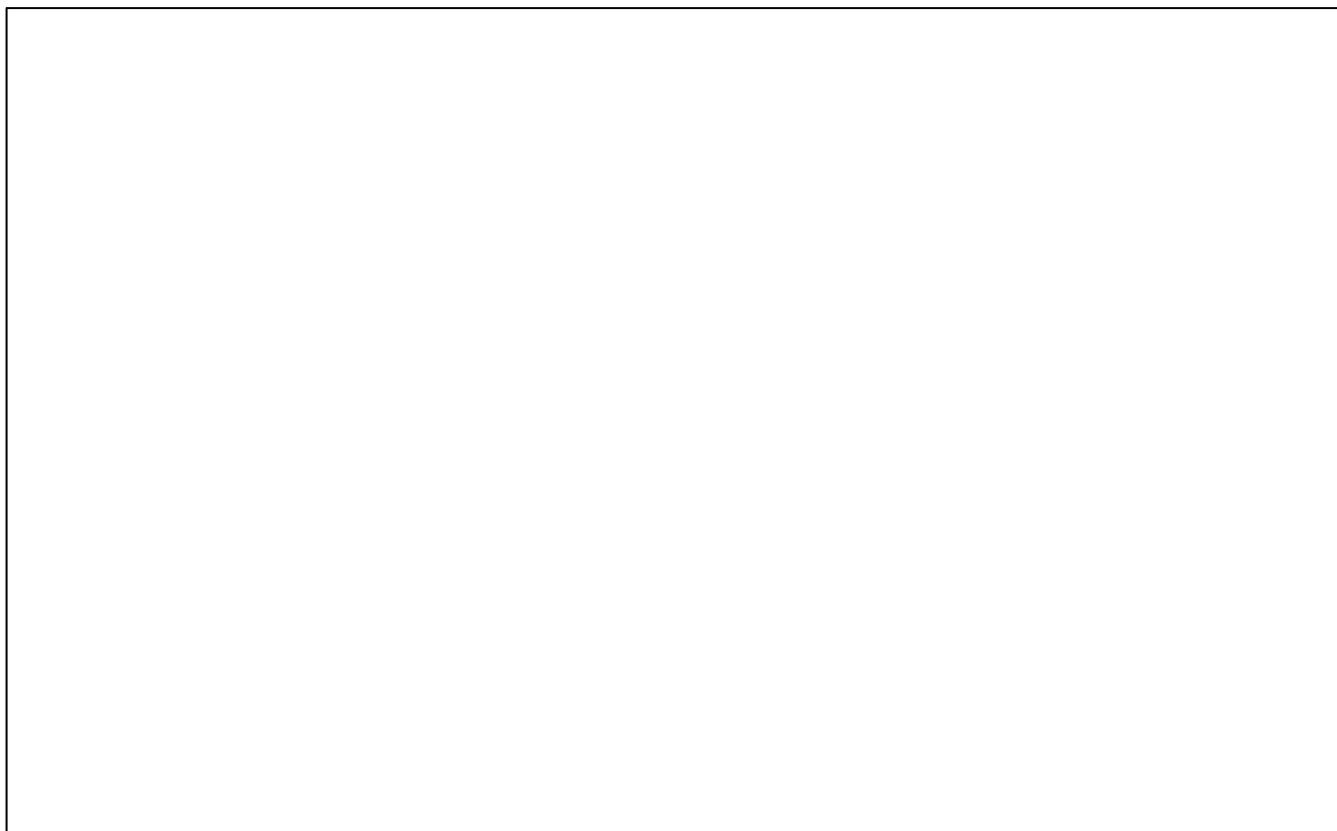
- Pour chaque impact environnemental considéré, le score lié à chaque substance et à chaque étape du cycle de vie est évalué et synthétisé dans un tableau analogue à celui ci-dessous. Il est normalisé par rapport aux valeurs de références précédemment établies. Un exemple est donné dans le tableau suivant pour l'éco-toxicité terrestre.

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

Substance	Facteur	Procédé (hors site)	Procédé de matériaux in situ	Production d'énergie in situ	Transport	Gestion des déchets hors site	Production d'énergie hors site	Total	Score normalisé (ref : 2,16 exp (7))
<i>Acide sulfurique</i>	3,5	1,62						1,62	7,47 exp (-7)
<i>Styrène</i>	4,04		1,14					1,14	8,4 exp (-7)

Source : EPA

- Les résultats des impacts environnementaux sont obtenus par agrégation dans chaque catégorie. Ils sont présentés dans le diagramme ci-dessous.



Source : EPA

- L'analyse est à compléter par les autres phases du cycle de vie du GBU-24 mais donne un aperçu des méthodologies développées par le DoD pour déterminer les impacts environnementaux.

8.3. Le Canada

8.3.1. Une démarche environnementale datant de 1997

- ❑ En 1997, le ministère de la défense nationale a mis en place sa première stratégie de développement durable (SDD) et a entamé une démarche de gestion environnementale des sites suivant les prescriptions de la norme ISO 14001.
- ❑ A la suite de l'étude des activités de la défense nationale, le ministère a identifié six impacts environnementaux majeurs affectés par les activités de l'armée et à traiter en priorité :
 - les écosystèmes et l'éco-toxicité
 - protection des espèces rares et menacées
 - protection des terres humides
 - maîtrise du nombre d'insectes et d'animaux nuisibles affectés par les activités militaires
 - la pollution de l'air par la lutte contre la pollution des systèmes d'armes dès leur conception (démarche proactive). La conception des nouveaux équipements et systèmes doit conduire à la réduction :
 - des matières et déchets dangereux
 - des déchets solides et effluents liquides
 - des installations d'entreposage de carburant
 - des déversements
 - de l'utilisation de l'eau
 - les changements climatiques, l'appauvrissement de la couche d'ozone et la qualité de l'air :
 - réduction des gaz à effet de serre
 - choix des sources d'énergies des systèmes
 - gestion de l'entraînement et de l'utilisation des parcs de véhicules, des avions et des navires
 - identification des gaz utilisés appauvrissant la couche d'ozone
 - la gestion de l'environnement et en particulier la détermination d'approvisionnements écologiques.
- ❑ Pour résoudre les problèmes prioritaires identifiés, le ministère de la défense a défini une ligne directrice générale complétée par des plans d'actions spécifiques aux six problèmes majeurs posés. La ligne directrice comporte :
 - une formation et une sensibilisation du personnel aux contraintes environnementales
 - la fourniture d'outils efficaces pour évaluer les impacts environnementaux d'une activité et d'un équipement
 - la recherche et le test de produits, technologies et méthodes susceptibles de diminuer l'impact environnemental
 - l'évaluation de l'impact environnemental des solutions alternatives au cours du cycle de vie
 - la détermination et la validation de la répercussion de l'éco-conception et de la gestion environnementale sur les ressources matérielles et financières

8.3.2. Plan d'action et éco-conception

- ❑ Lors de la période 2000-2003, l'armée canadienne met en place les éléments permettant de guider puis de formaliser la prise en compte des contraintes environnementales dans la conception des systèmes d'armes en formalisant les objectifs environnementaux des nouveaux systèmes d'armes que l'éco-conception doit permettre.
- ❑ Les objectifs de la lutte contre la pollution sont la diminution de la toxicité humaine et de l'éco-toxicité engendrées par les systèmes d'armes :
 - réduction de la consommation des ressources non renouvelables
 - réduction de l'utilisation de matériaux identifiés comme dangereux
 - maximisation des possibilités de recyclage des matériaux et de réutilisation des emballages
- ❑ Les objectifs de la lutte contre les changements climatiques, l'appauvrissement de la couche d'ozone et de la qualité de l'air sont :
 - la réduction des impacts des émissions sur la qualité de l'air
 - la réduction de la consommation ou de l'émission des gaz à effet de serre et des substances toxiques susceptibles d'appauvrir la couche d'ozone
- ❑ Le tableau suivant, issu de la défense nationale canadienne, présente les objectifs à prendre en compte au cours de la conception des systèmes d'armes.

Objectif général	Echéance	Indicateurs	Mesures à prendre en compte lors de la conception des systèmes
<i>Pollution</i>	Réduire de 15% l'utilisation des matières dangereuses à haut risque désignées d'ici 2001	Pourcentage des matières dangereuses à haut risque désignées qui ne sont plus utilisées	Publication de 350 matériaux et matières à éviter
	Recycler ou valoriser les biphényles polychlorés (BPC) lors de la fin de vie	Quantité de BPC éliminés Quantité de BPC valorisé	Concevoir lors de la conception la stratégie d'élimination du BPC
	Réduire en 2004 la quantité de déchets dangereux déposés en fin de vie de 5% par rapport à 2000	Pourcentage de déchets dangereux déposés	Recherche et évaluation de solutions technologiques de rechange à élimination directe et sans déchet dangereux
	Assurer la conformité des systèmes de stockage de carburant aux lignes directrices fédérales	Pourcentage de réservoirs de carburants conformes	Concevoir des réservoirs de carburant conformes
	Réduire d'ici 2004 la consommation d'eau traitée de 3% par rapport à 2001	Volume d'eau traitée consommée par année	Intégrer des méthodes permettant des économies d'eau examiner des procédés industriels utilisant des volumes d'eau traitée importants par des solutions de rechange
<i>Atmosphère</i>	Éliminer les produits et équipements contenant des halocarbures	Potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone des halocarbures encore en service	Élaborer des équipements et systèmes pouvant se substituer aux équipements et systèmes à halocarbures

8.4.L'Allemagne

- ❑ En plus de posséder une administration semblable à la DGA (Hauptabteilung Rüstung), la Bundeswehr dispose de centres de recherche réunis au sein de l'Office Fédéral de la Technique Militaire et des approvisionnements (Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung)
- ❑ Le BWB devrait se concentrer sur la gestion des systèmes d'armes aux différents échelons y compris la passation de commandes aux industriels de l'armement. La recherche et technologie, en particulier celle liée à la protection de l'environnement, est confiée à des centres techniques spécialisés tel celui de la protection de l'environnement et de la sécurité du travail.
- ❑ Le centre technique sur la protection de l'environnement et la sécurité du travail effectue l'analyse chimique des impacts environnementaux des différents matériaux :
 - pesticides, bioxydes utilisés pour la protection des textiles
 - émissions de gaz et de fumées
 - composants électroniques, graisses, peintures et carburants
- ❑ Les impacts environnementaux identifiés sont consignés et transmis au siège central du BWB, où ils sont pris en compte par les concepteurs, qui déterminent les substances maximales admissibles.
- ❑ Lors de la conception, le BWB établit un cahier des charges décrivant :
 - les normes et directives à respecter. Par défaut, toutes les contraintes civiles sont applicables aux équipements militaires
 - les matériaux considérés comme dangereux et à limiter, voire supprimer. Lorsque ces matériaux dangereux se révèlent incontournables, le BWB exige de l'industriel de concevoir les traitements adéquats
 - les contraintes sur le recyclage et le traitement des matériaux en fin de vie, comme les plastiques, les matériaux agressifs, les solvants
- ❑ La prise en compte de la conception des systèmes d'armes, encore limitée à l'établissement d'une liste de contraintes et de matériaux dangereux, n'intègre que rarement une démarche d'analyse de risques sur l'ensemble du cycle de vie :
 - le BWB, à l'instar de la DGA, s'est trouvé confronté à des coûts de reconception importants afin de supprimer l'amiante des capots moteurs, qui apportaient une protection thermique et contre le feu
 - les industriels partenaires du BWB, tous deux, ont même tendance à recommander des solutions technologiques plus respectueuses de l'environnement que le BWB
 - les outils capables de sous-tendre une éco-conception suivant une analyse de cycle de vie existent, le BWB disposant d'un centre de recherche spécialisé. Le coût d'une démarche systématique d'éco-conception reste mal évalué.

8.5. La Suisse

- ❑ Bien que de dimension modeste, l'armée suisse, sous l'égide du Département de la Défense, Protection de la population et des Sports (DDPS) a entamé une démarche d'éco-conception en même temps que le DDPS publie un bilan environnemental fonctionnel suite à sa démarche de certification ISO 14 000. L'impact environnemental de chaque activité est évalué.
- ❑ Avec vingt-cinq pays, la Suisse participe à un programme de "Systèmes de Gestion de l'environnement dans le domaine militaire".
- ❑ Les impacts environnementaux de chaque activité du DDPS ont été répertoriés et classifiés par niveau de priorité (formation, engagement subsidiaire, infrastructure, matériel et administration).

- ❑ Les principaux impacts identifiés comme à maîtriser en priorité sont le bruit, la pollution de l'air (NOx), les déchets et la consommation d'énergie.
- ❑ A côté de l'analyse globale des activités du DDPS, le Gruppe Rüstung und Materiel Wirtschaft, analogue à la DGA, a développé un système d'évaluation environnementale des systèmes d'armes, actuels ou en conception.
- ❑ L'évaluation environnementale comporte :

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- des bilans écologiques qualitatifs et quantitatifs pour chaque phase (fabrication, utilisation, démantèlement)
 - une analyse environnementale simplifiée
 - un module automatisé d'enregistrement et de traitement des impacts environnementaux pour une évaluation environnementale globale
 - à partir du premier trimestre 2003, un module d'évaluation des coûts de possession liés à l'environnement.
-

9. Synthèse de la situation

9.1. Résumé

- ❑ La situation de la prise en compte actuelle de la dimension environnementale pour la conception des systèmes d'armes peut se résumer de la façon suivante :
 - **Chez les industriels**
 - des motivations qui restent surtout réglementaires
 - mais avec des disparités en fonction de la stratégie et du domaine
 - une industrie civile soumise à des contraintes croissantes
 - des transferts du civil vers la défense chez les industriels duaux, qui sont plus avancés que les entreprises travaillant uniquement pour la défense
 - peu d'éléments chiffrés sur les enjeux, gains et coûts sont disponibles
 - **Les contraintes réglementaires et les pratiques sont différentes selon les pays**
 - les USA et le Canada sont les plus avancés
 - la France est en retard par rapport à des pays européens tels que la Suisse et l'Allemagne
 - **A la DGA, le niveau de prise en compte est limité et fragmenté :**
 - la motivation principale est le respect de la réglementation
 - un niveau inégal selon les armes
 - peu d'outils spécifiques et une organisation en cours d'évolution
 - une prise en compte non systématique dans les cahiers des charges
 - une synergie limitée sur ce thème avec ses partenaires industriels
- ❑ Ces conclusions sont schématisées ci-dessous :

9.2. Les industriels utilisent des outils plus ou moins développés selon leur motivation et leur stratégie

- ❑ Pour les industriels civils ou duaux, les outils mis en place et les actions menées sont au minimum adaptés aux réglementations civiles et souvent plus performants suivant l'ambition environnementale



La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

Motivations		Exemples			
Démarche volontaire	Profiter d'une avance générale sur la gestion de l'environnement comme avantage concurrentiel			Dassault (Analyse menée par la direction de la qualité totale)	Airbus (consommation, hygiène)
	Profiter d'une question environnementale comme avantage concurrentiel		PSA (consommation des véhicules)	Eurocopter (acoustique) Arbitrage Acoustique\coûts\gains	Eurocopter (projets de recherche de solutions alternatives)
Démarche contrainte	Respecter aujourd'hui les réglementations futures	Renault VI (retour expérience « site » pour outils de conception)			
	Respecter dans l'urgence les réglementations	DCN (diagnostic matériaux)	Snecma en contact avec Ministère pour aménagement de réglementations		
		Outils/actions de diagnostic	Outils/actions d'anticipation	Outils/actions d'arbitrage performance/coûts isolés sur l'impact étudié	Outils/actions génériques d'arbitrage performances/coûts
Outils ou actions					

9.3. Comparatif de la réglementation, outils et pratiques de prise en compte de la dimension environnementale

	Etats Unis	Canada	Allemagne	Suisse	France
<i>Certification ISO 14000 ou gestion environnementale des sites</i>	Oui	Oui en cours	Oui	Oui	Oui, en cours sur les sites
<i>Pratique des exceptions militaires des directives et contraintes environnementales</i>	Marginale	Oui, mais limitation systématique	Non	Non	Oui, mais limitation systématique
<i>Etendue de la prise en compte de l'environnement dans la conception des systèmes d'armes</i>	Développement d'une approche globale sur tout le cycle de vie	Normes et contraintes environnementales au cas par cas	Normes et contraintes environnementales au cas par cas	Développement d'une approche globale sur tout le cycle de vie	Normes et contraintes environnementales au cas par cas
<i>Outils existants</i>	Grille d'analyse du cycle de vie des impacts environnementaux Base de données des impacts environnementaux des matériaux	Base de données des impacts environnementaux des matériaux en cours de réalisation	Base de données des impacts environnementaux des matériaux	Grille d'analyse du cycle de vie des impacts environnementaux	Grille d'analyse du cycle de vie pour la sécurité du nucléaire Base de données d'impacts environnementaux par matériaux en cours de réalisation
<i>Anticipation de nouvelles normes environnementales</i>	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
<i>Implication dans la R&T orientée environnement</i>	Oui, une partie de 45 M\$ spécifique à l'environnement	Non ou faible	Oui, institut spécialisé dans l'analyse des impacts environnementaux des matériaux	Non ou faible	Non ou faible (sauf pour la sécurité du nucléaire)
<i>Implication dans l'éco-conception</i>	Forte	Transcription de spécifications au cahier des charges	Inscription de spécifications au cahier des charges	Inscription de spécifications au cahier des charges Interaction avec fournisseurs	Inscription de spécifications au cahier des charges

9.4. Facteurs clés de succès de la DGA pour la prise en compte de l'environnement

9.4.1. Orientation stratégique de la R&D de la DGA

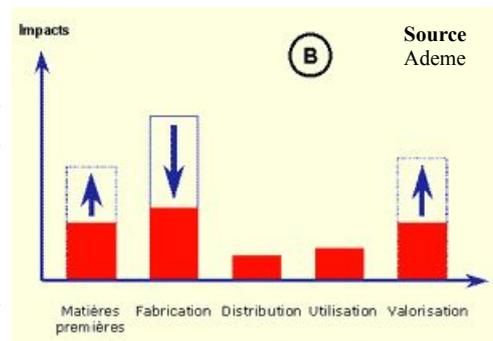
Affirmation d'une stratégie générale de prise en compte de l'environnement

- ❑ L'exemple du DoD montre qu'un fort engagement environnemental à haut niveau peut avoir une forte incidence sur l'implication de tous les intervenants pour la mise en place d'une méthodologie de prise en compte de l'environnement dans la conception de programmes.
- ❑ La démarche proactive de prise en compte globale de l'environnement dans les programmes d'armement, pour être efficace, doit correspondre à une volonté stratégique de la DGA et de son ministère de tutelle, qui définiront ainsi les objectifs globaux à atteindre, les moyens à mettre en œuvre et les principes d'évaluation des progrès accomplis.

Prise en compte globale des contraintes environnementales du système dès la conception

- ❑ L'intégration des normes dans la conception des systèmes d'armes représente une démarche plus active que la prise en compte a posteriori dans des systèmes d'armes en service, mais les concepteurs continuent à subir les contraintes environnementales :

- l'intégration des contraintes est étudiée phase par phase avec le risque de résoudre un problème environnemental d'une phase avec une technologie augmentant la pollution dans une autre phase
- dans le meilleur des cas, le système d'arme conçu sera conforme aux normes du jour de la finalisation de la conception, mais sera exposé à des risques d'interdiction ou de surcoûts environnementaux lorsque les normes changeront. Par exemple, les systèmes de climatisation des camions portant le missile Roland ont dû être entièrement reconçus suite à un changement des normes environnementales ; les coûts induits représentent 25 000 € de coût d'achat, avec des coûts de conception, non évalués.



- ❑ Une démarche proactive, définissant des objectifs de performances environnementales volontaristes - tout en conservant les mêmes objectifs opérationnels - sur l'ensemble du cycle de vie des produits permettra de :
 - chercher des solutions technologiques de rupture, qui pourraient avoir également une incidence bénéfique sur les performances techniques et la rentabilité du système, telles :
 - la consommation des systèmes
 - la réduction de la masse des systèmes
 - assurer une capitalisation d'expérience de prise en compte de l'ensemble de vie du produit, en particulier concernant les méthodologies appliquées, plus efficace qu'une collection de "recettes", ou des solutions techniques ponctuelles pour pallier les carences ou défaillances par rapport à une norme donnée

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- garantir l'interopérabilité des systèmes, en particulier avec des pays alliés aux contraintes plus sévères :
 - l'accès des navires aux ports canadiens ou américains
 - le survol des hélicoptères des sols suisses, australiens ou suédois

Renforcement de la participation de la DGA aux technologies duales sur l'environnement

- ❑ En adoptant la même démarche environnementale que le civil, la DGA pourra mutualiser avec les acteurs civils ses moyens de la recherche amont (R&T) :
- ❑ Les technologies développées ou explorées en amont par la DGA avec ses partenaires civils pourraient devenir des technologies clefs d'ici dix à quinze ans. L'analyse de leurs impacts environnementaux permettra :
 - d'éliminer ou écarter les technologies qui risqueraient de poser des problèmes écologiques trop lourds ou à la résolution peu rentable
 - d'identifier les points environnementaux problématiques et donc d'évaluer la faisabilité économique et technique de leur résolution, et les technologies secondaires à développer
- ❑ Les partenaires civils actuels ou potentiels de la DGA apporteront leur savoir-faire dans l'identification des problèmes environnementaux posés par leurs approches méthodologiques et leurs moyens d'essais :
 - partenaires de recherche institutionnels habituels de la DGA (CEA, Onera)
 - partenaires de recherche industriels les plus avancés, agences spécialisées (Ineris, Ademe)

9.4.2. Méthodologie***Outils spécifiques aux systèmes d'armes et complets***

- ❑ Une prise en compte efficace de l'environnement dans la conception des systèmes d'armes suppose l'utilisation d'outils spécifiques développés par la DGA ou adaptés à ses besoins :
 - durée de vie du matériel souvent plus longue que dans le civil : problèmes d'évolutions normatives mais gains économiques potentiels plus importants sur la phase d'utilisation
 - petites séries industrielles, posant les problèmes de rentabilité économique d'une technologie propre mais trop spécifique au militaire
 - performances en milieu extrême, entraînant une « sur-qualité » par rapport aux systèmes civils
- ❑ Les outils accompagnant valablement la prise en compte de l'environnement dans la conception des systèmes d'armes sont :
 - un outil d'analyse de décomposition du cycle de vie
 - des outils d'analyse d'impact environnemental, par matériaux et par phase de vie, avec une base de données de solutions alternatives

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- un outil d'analyse de coûts, en particulier pour identifier les coûts environnementaux et pour les comparer aux coûts objectifs

Une organisation adaptée

- ❑ La prise en compte de l'environnement pour la conception des systèmes d'armes nécessite une utilisation efficace des outils d'éco-conception :
 - utilisation par un personnel formé à la démarche
 - mutualisation des efforts pour développer et enrichir les outils existants
 - adoption de standards environnementaux communs aux services de la DGA et entre la DGA et ses partenaires
- ❑ Une organisation claire, où les responsabilités environnementales sont clairement définies et positionnées à un niveau suffisant dans la hiérarchie, permettront aux concepteurs de disposer de repères et d'experts facilement identifiables pour le soutenir.
- ❑ Sans ces prérequis, l'éco-conception des systèmes d'armes risque de donner lieu à des actions isolées, non standardisées et sans effet d'expérience. De plus, avec un standard d'éco-conception, la DGA aura un pouvoir de persuasion et une crédibilité plus forte si une méthodologie commune venait à être discutée au sein de l'OTAN, dans le cadre d'une formalisation de Stanag par exemple.

Culture et compétence de la DGA

- ❑ Les outils et l'organisation pour l'éco-conception supposent également une motivation des concepteurs et des services de la DGA pour leur mise en œuvre.
- ❑ La pratique de l'éco-conception devrait à terme devenir aussi naturelle que l'analyse fonctionnelle, qui est en général bien appréhendée par les services de conception de la DGA. A défaut, la démarche interne de la DGA risque d'apparaître comme une contrainte à contourner ou dont il faut minimiser les effets, et non d'une opportunité d'amélioration.

9.4.3. Opérationnel***Intégration des apports du civil***

- ❑ L'industrie et la recherche civiles ont effectué des progrès sensibles en prise en compte de l'environnement dans la conception des systèmes et disposent de références méthodologiques que la DGA pourrait adopter :
 - outils d'analyse de cycle de vie
 - outils d'analyse d'impact environnemental
 - méthodes d'analyse de coûts complets, de la fabrication au démantèlement

- ❑ Les technologies développées par le civil prennent *de facto* en compte les contraintes environnementales et pourraient constituer un socle technologique fiable pour la DGA pour ses performances environnementales. L'intégration directe de ces technologies par la DGA assurera un premier niveau d'intégration des contraintes environnementales dans la conception des systèmes d'armes, à court terme et moindres coûts

Implication avec les industriels

- ❑ L'utilisation des compétences technologiques et méthodologiques en éco-conception des industriels suppose un partenariat actif entre la DGA et ses partenaires sur le sujet et non une simple délégation des responsabilités environnementales par la rédaction de spécifications dans le cahier des charges
- ❑ L'implication des industriels, en particulier duaux, pour l'anticipation des contraintes environnementales à prendre en compte dès la définition des systèmes, permettrait notamment :
 - d'anticiper plus facilement les contraintes environnementales les plus contraignantes
 - de générer des économies budgétaires par une anticipation commune des évolutions des contraintes
 - de favoriser l'atout concurrentiel pour les industriels associés sur les versions export, qui pourrait engendrer une économie d'échelle, répercutée sur les coûts d'acquisition de l'armée française
- ❑ Chez les industriels duaux les plus réticents, une motivation des industriels par la DGA semble nécessaire :
 - pour assurer leur participation aux développements méthodologiques d'éco-conception
 - pour favoriser les échanges internes entre divisions civiles et militaires, actuellement insuffisants sur la prise en compte de l'environnement dans la conception

Ouverture à l'international

- ❑ De nombreux pays ont une prévenance culturelle pour l'environnement, qui s'est répercuté sur leur équipement militaire, au sein des industries militaires, des centres de recherche et des services de conception militaires eux-mêmes.
- ❑ Dans la mesure où la plupart des pays en avance sur la France pour l'éco-conception du matériel militaire sont alliés ou partenaires potentiels (cas de la Suisse), la DGA pourra profiter valablement de leur expérience pour bâtir sa propre méthodologie.
- ❑ De tels partenariats internationaux aideront la DGA à s'adapter aux standards communs à l'OTAN sur l'éco-conception qui pourraient être définis un jour. Un Stanag sur la gestion environnementale est déjà en cours, mais pourrait être complété par des normes plus précises et plus directives.

9.5. Positionnement actuel de la DGA par rapport aux facteurs clés de succès

Niveau de facteur	Facteurs clés de succès	Situation actuelle	Implications sur la prise en compte de l'environnement lors de la conception	Domaine d'application
Orientation stratégique de la R&D de la DGA	Affirmation d'une stratégie générale de prise en compte de l'environnement	S t r a t é g i e actuellement peu marquée	Définition de repères, d'objectifs à atteindre et d'outils d'évaluation à destination des directions de programmes	Contexte amont Recherche amont
	Prise en compte globale des contraintes environnementales du système dès la conception	Prise en compte partielle, contrainte par contrainte	Identification de technologies de ruptures, plus efficaces pour les performances environnementales, économiques et opérationnelles	
	Renforcement de la participation de la DGA aux technologies duales sur l'environnement	Implication insuffisante de la DGA, en particulier sur l'environnement	Développement en amont de technologies "propres" facilitant leur sélection dans la procédure de conception et aux résultats environnementaux identifiés	
Méthodologie	Outils spécifiques aux systèmes d'armes et complets	G r i l l e s environnementales diverses Pas d'outils d'analyse de coûts environnementaux adéquats	Cohérence des outils et supports de conception avec la démarche générale de R&D de la DGA de prise en compte de l'environnement	Contexte général de la R&T et de la conception de la DGA
	Une organisation adéquate	Responsabilités environnementales éclatées et mal identifiées	Accessibilité des experts et supports méthodologiques spécialisés en éco-conception	
	Culture et compétences de la DGA	Culture très peu orientée vers l'éco-conception Compétences des concepteurs insuffisants	Intégration de l'éco-conception dans les pratiques usuelles des concepteurs de la DGA, au même titre que l'analyse fonctionnelle	
Opérationnelle	Intégration des apports du civil	Peu ou prou de synergies avec les industriels	Synergie immédiate de la DGA avec ses partenaires industriels duaux pour profiter à court terme de leur expertise en éco-conception	Programmes
	Implication avec les industriels	Simple décharge des responsabilités environnementales par cahier des charges	Synergie immédiate de la DGA avec ses partenaires industriels pour acquérir en interne leur expertise en éco-conception	
	Ouverture à l'international	Manque d'ouverture internationale de la DGA sur l'environnement	Synergie de la DGA avec ses partenaires internationaux pour profiter de leur expertise et participer à la réalisation de standards internationaux d'éco-conception et l'anticiper	

10.Recommandations

10.1.Trois niveaux de recommandations

- ❑ Les recommandations proposées à la DGA pour le développement de la prise en compte environnementale dans les programmes d'armement concernent trois niveaux :
 - stratégique : orientations de la politique R&D et industrielle
 - méthodologique, organisationnel et culturel
 - opérationnel et partenarial.
- ❑ Ces recommandations couvrent des actions :
 - internes à la DGA
 - externes auprès des acteurs concernés : industriels, organismes professionnels, institutionnels et normatifs, équivalents européens et internationaux de la DGA, gouvernements clients

10.1.1. Orientation stratégique de la DGA

Affirmation de l'objectif de prise en compte de l'environnement

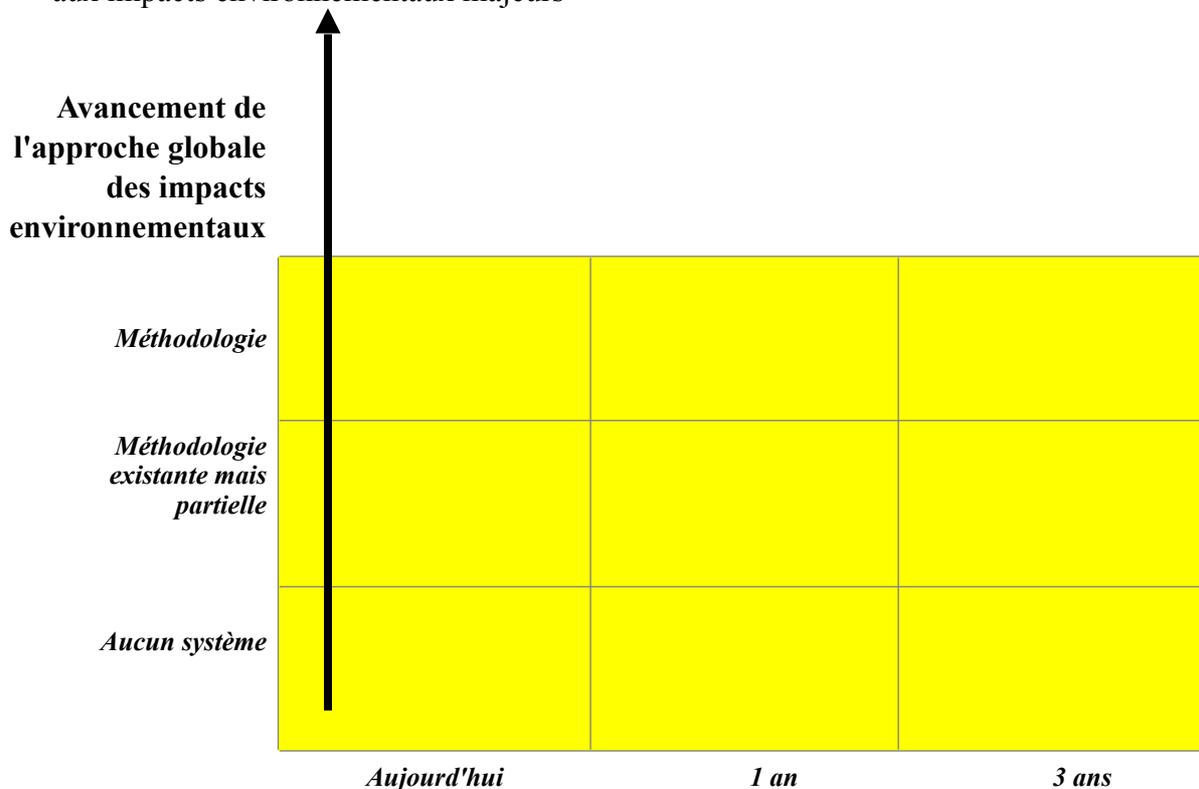
- ❑ Pour être efficace, la prise en compte de l'environnement dans les programmes d'armement doit correspondre à une volonté politique et stratégique au plus haut niveau clairement exprimée par la DGA et par son ministère de tutelle.
- ❑ La définition d'une stratégie volontariste de prise en compte de l'environnement, à l'instar de la politique du DoD, pourra consister en :
 - la définition d'objectifs généraux, qualitatifs mais précis : par exemple
 - une reconnaissance de l'analyse environnementale du cycle de vie des produits
 - la limitation au possible de la pratique des exceptions militaires
 - l'adoption progressive et à terme systématique des normes environnementales ISO14001 et 14 062
 - la définition de priorités à prendre en compte pour tous les programmes :
 - définition d'objectifs quantitatifs de performances environnementales à atteindre (quantité de rejets, de consommation)
 - définition d'indicateurs de performance, globaux et par programme
 - la mise en place de procédures de rapports environnementaux internes :
 - pour l'ensemble des activités de la DGA, par exemple sous la forme d'un rapport environnemental analogue à celui du DDPS suisse
 - par programmes d'armement

Globalisation progressive de l'approche environnementale de la DGA

- ❑ La démarche environnementale doit être initiée à un niveau politique et suivie par un soutien financier correspondant aux ambitions.

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- ❑ Des projets structurants imposant des applications systématiques de normes ou d'objectifs internes devraient être initiés, notamment :
 - le passage à la norme ISO 14 001 des sites initierait les opérationnels à la démarche d'analyse globale du site
 - un suivi de l'ISO 14 001, pour la capitalisation de l'expérience des responsables de site sur les problèmes rencontrés et les solutions développées
 - le passage à la norme ISO 14 062, qui indique les bonnes pratiques d'éco-conception. Les directeurs de sites ayant mis en pratique de la norme ISO 14 001, orientée gestion de site, pourront partager leur expérience auprès des concepteurs :
 - par retour de besoins opérationnels intégrant des contraintes environnementales
 - par partage d'expérience lors de séminaires, dans la mesure où la démarche et l'analyse à effectuer sont analogues pour ISO 14 001 et 14 062.
- ❑ Eventuellement, l'analyse environnementale d'un système d'arme sur son cycle de vie complet pourra être mise en place par étapes :
 - prise en compte dispersée : prendre en compte certains critères, essentiellement réglementaires à certaines étapes du cycle de vie
 - prise en compte spécialisée : retenir un impact clef et réduire l'impact clef sur toutes les étapes du cycle de vie du produit
 - prise en compte globale : une fois la méthodologie mise au point pour un impact, l'appliquer aux impacts environnementaux majeurs



Horizon de temps

Participation à l'identification et maîtrise des impacts environnementaux des technologies duales

- ❑ La DGA pourrait mettre en place des PEA avec des nouveaux partenaires (Ineris, Ademe) et les partenaires habituels (Onera) en vue de substituer des technologies incontournables et polluantes par des technologies "propres" aux meilleures performances environnementales.
- ❑ La DGA pourra identifier ou acquérir de nouvelles technologies complémentaires aux capacités technologiques actuelles et aux meilleures performances environnementales en participant à des programmes nationaux et internationaux de recherche (ex Réseaux Nationaux de Recherche), aux réseaux de recherche et d'innovation technologique (en particulier, eau, technologies de l'environnement, pollutions marines accidentelles)
- ❑ Création ou soutien actif d'un institut spécialisé dans l'analyse des impacts environnementaux des matériaux, pour :
 - identifier des effets nocifs non prévus et dégager des facteurs d'impacts, comme le GBU-24
 - prévoir au plus juste les quantités admissibles

10.1.2. Méthodologie, culture et organisation**Développement d'outils d'éco-conception spécifiques**

- ❑ Une prise en compte systématique de l'environnement dans la conception des systèmes d'armes nécessite la réalisation complète d'une palette d'outils de gestion environnementale :
 - un mémorandum des impacts environnementaux, croisant les fonctions principales du système d'armes avec les retombées environnementales pour chaque phase du cycle de vie pourrait être fourni aux architectes pour la vérification des précautions environnementales mises en œuvre
 - la grille d'analyse des impacts environnementaux d'un système d'armes sera d'avantage une synthèse de l'analyse environnementale et un support à la décision. Sa confection suppose en priorité :
 - la disponibilité d'une base de données croisant les matériaux avec leurs impacts environnementaux, en cours de développement, qui facilitera l'effort d'analyse environnementale fourni par les concepteurs, peu familiarisés avec cette démarche
 - la mise en place d'une méthodologie d'analyse fonctionnelle permettant une décomposition systématique et normalisée de chaque système d'armes. Pour chaque fonction, le concepteur disposera d'outils pour évaluer les performances environnementales de chaque solution technologique en répercutant directement les impacts liés à chaque matériau et en déterminant les retombées indirectes (production d'énergie, fuites)
- ❑ Une première étape pourrait être la réalisation de modèles d'impacts environnementaux par produit et par module, pour chaque phase du cycle de vie, et déclinés suivant plusieurs variantes technologiques. Ces modèles seront moins approfondis qu'une analyse complète, mais auront l'avantage d'être réalisables rapidement pour des phases très amont de définition par une équipe dédiée et utilisable par la plupart des concepteurs dans de nombreux cas de conception de systèmes d'armes.

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- ❑ Une base de données matériaux comme celle en cours de construction par la DGA, devrait être complétée à moyen terme avec des industriels et enrichie en continu
- ❑ A plus long terme, des outils d'évaluation et de suivi de coûts complets, pour évaluer les surcoûts ou gains liés à des technologies propres, devront être construits avec des partenaires universitaires dans un premier temps (Université de Cergy, Ensam Chambéry, Ademe, Ineris)
- ❑ Un outil d'analyse de cycle de vie standard et spécifique à la DGA et commun autant que possible à l'ensemble des systèmes d'armes pourrait être mis en place :
 - en s'inspirant des outils d'analyse de risques développés par le nucléaire
 - par un seul service pour bénéficier des effets d'expérience
 - en partenariat avec les industriels les plus avancés (Renault, PSA, EADS).

Adaptation de l'organisation

- ❑ Les équipes des directeurs de programmes pourraient comporter un responsable de la prise en compte de l'environnement. Ce rôle serait comparable à celui du responsable qualité existant, et sous la responsabilité d'un responsable "transverse" aux programmes.
- ❑ La DGA doit adapter son organisation pour la problématique environnementale à l'organisation déjà adoptée par les industriels, afin de simplifier les échanges, par exemple :
 - une entité pour les matériaux
 - une entité pour l'acoustique, sur les futurs programmes d'hélicoptères
- ❑ Une fonction d'information sur la législation, interface entre la SGCI, la DAJ et les acteurs impliqués dans la conception favoriserait une meilleure connaissance et une anticipation des contraintes environnementales.
 - cette fonction pourrait être rattachée au service spécialisé de l'environnement à la DSP, déjà en contact avec les architectes et les directeurs de programme,
 - elle devra en particulier s'assurer que les textes des projets de normes et directives européennes sont transmis à temps aux architectes pour permettre la formulation des revendications de la DGA sur des aménagements éventuels.
- ❑ Les architectes amélioreront leur capacité de prise en compte de l'environnement dans la conception des systèmes d'armes en disposant d'études amont sur les solutions technologiques "moins polluantes" et sur leurs retombées :
 - le choix de batteries innovantes (photovoltaïques, PAC) doit intégrer les études de retombées environnementales dans leur fabrication, comme les rejets de cadmium par exemple,
 - les études des matériaux et technologies innovantes pourront être réalisées dans le cadre de la R&T de la DGA ou en partenariat avec des centres de recherche civils.
- ❑ Les acteurs impliqués dans le processus de conception pourraient avoir la responsabilité de l'aspect environnemental à travers les documents formels de définition des systèmes. L'aspect environnemental pourrait notamment être intégré dans les plans types des documents suivants :
 - Objectif d'Etat Major (Chapitres Caractéristiques principales, Autres Besoins ou Capacités Opérationnelles),

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- Dossier de faisabilité (comme critère supplémentaire dans la comparaison des solutions),
 - Dossier de lancement du développement et d'industrialisation
 - Guide de conduite des programmes et des produits ("1514") qui ne prend pas en compte les phases du cycle de vie au delà de l'utilisation
- Le recrutement de juristes spécialisés aux responsabilités environnementales, facilement identifiables et accessibles pour toutes les directions de programmes permettra :
- d'identifier les responsabilités environnementales de la DGA en tant qu'acheteur de matériel et en fonction du cadre de l'utilisation des matériels
 - de définir les modalités de mise en place d'un éco-label pour le matériel militaire et les conditions de validité et de crédibilité nationale et internationale
 - d'identifier les possibilités d'insertion de critères environnementaux précis dans les cahiers des charges fonctionnels utilisés pour les appels d'offres pour des systèmes d'armes afin de rester en conformité avec le Code des Marchés Publics
 - d'identifier les recours légaux auprès des fournisseurs et équipementiers de la DGA en cas de non-respect de contraintes environnementales
- La mise en place des certifications ISO 14001 dans les sites de la DGA pourra s'inspirer de la démarche ISO 9001 déjà entreprise. La culture environnementale sera ainsi intégrée par les directeurs de sites, qui intégreront implicitement la dimension environnementale lorsqu'ils feront remonter leurs besoins opérationnels auprès des directions de programmes.
- La loi organique du 1^{er} août 2001 (organisation des lois de finances) permet de regrouper des crédits en un programme commun d'actions cohérentes. La répartition du budget entre les actions est assez flexible à condition que les objectifs soient clairement définis par action. Les programmes peuvent être regroupés en missions intra ou interministérielles. La DGA pourrait profiter de cette loi organique pour :
- intégrer la démarche d'analyse de cycle de vie et d'approche de coût global
 - en regroupant dans un seul budget des lignes comptables auparavant dispersées dans différents budgets
 - en identifiant les coûts de maintenance et de possession liés à l'environnement
 - affecter un poste budgétaire spécifique à la prise en compte de l'environnement selon des objectifs définis.

Relations avec les fournisseurs

- La DGA pourrait envisager par exemple, la substitution d'un critère "performances environnementales", litigieux, par une clause de performance environnementale minimale et quantifiée dans les cahiers des charges utilisés pour les appels d'offres.
- L'implication des fournisseurs et équipementiers de la DGA dans la démarche d'éco-conception pourra être contractualisée par :
- l'obligation de déclaration des quantités de matériaux sensibles présents dans un système d'arme (traçabilité)

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- la fourniture d'un rapport environnemental du système d'armes, réalisé par les équipementiers impliqués :
 - performances prévues en phase de conception et améliorations envisagées
 - performances atteintes par les prototypes et actions correctives envisagées
 - résultats définitifs et identification de points sensibles
- l'obligation de certification ISO 14 001 et de pratique selon la norme ISO 14 062

Evolution des pratiques des concepteurs

- ❑ Les acteurs impliqués (directeurs de programmes, ingénieurs de conception) pourraient recevoir des formations sur l'éco-conception et en particulier :
 - les outils qui la sous-tendent devront être présentés : analyse fonctionnelle, analyse de cycle de vie, analyse des impacts environnementaux
 - les concepteurs devront être particulièrement sensibilisés aux études d'impacts environnementaux
 - en phase de fabrication, en particulier pour l'hygiène du personnel
 - en phase d'utilisation, pour les gains potentiels
 - en fin de vie, en phase de démantèlement, souvent ignorée par les quelques analyses environnementales existantes des systèmes d'armes terrestres et aériens
- ❑ Un décloisonnement et une meilleure communication entre les différents services de la DGA impliqués dans l'environnement permettra une meilleure circulation et une meilleure efficacité de l'information sur le sujet (études disponibles, actions réalisées) à l'intérieur de la DGA.
- ❑ La mise en place d'un rapport environnemental des programmes en parallèle des rapports d'avancement, intégrant les questions du DoD pour une évaluation environnementale évoluant en même temps que le système, permettrait de coupler une approche systématique et un suivi.

10.1.3. Recommandations opérationnelles et partenariales***Intégration des produits et compétences du civil***

- ❑ La DGA pourrait coordonner ses outils avec les outils déjà mis en place par les industriels
 - la base de données matériaux et impacts devrait correspondre aux bases communes mises en place chez les industriels
 - les cahiers des charges, les référentiels et le langage pour l'environnement devraient être conformes à la standardisation déjà adoptée dans l'industrie
- ❑ La DGA pourrait :
 - dans un premier temps mettre en œuvre ce rapprochement avec un industriel en avance sur les enjeux environnementaux sur un programme pilote de préférence court, qui permettrait :
 - de développer en parallèle une méthodologie d'éco-conception
 - de comprendre les attentes de l'industriel

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- lier son approche environnementale à l'approche dualité avec des partenaires tel le Gifas et les autres organismes professionnels des industries de défense, ce qui permettrait de généraliser l'approche « programme pilote »

Implication avec les industriels dans l'éco-conception des programmes

- ❑ Les Plans Etudes Amont préliminaires devraient inclure systématiquement un aspect environnemental
- ❑ La DGA devrait définir des contraintes environnementales militaires cohérentes avec les contraintes civiles françaises ou des pays susceptibles d'acheter des versions export, en partenariat avec des industriels, en particulier :
 - certaines normes pourraient être identiques
 - le processus de qualification militaire pourrait être cohérent avec les processus de certification civile ou du marché (il représente 20% du coût d'un hélicoptère)
- ❑ Dans la consultation pour le développement d'un équipement, la DGA pourrait inclure :
 - une grille d'évaluation environnementale pour les candidats, comme dans l'automobile
 - la nécessité de mise en place chez l'industriel d'un système de « reporting » pour les questions environnementales
 - l'organisation à adopter du côté DGA pour « l'éco-définition » d'un système, en fonction de l'organisation de l'industriel partenaire
- ❑ Enfin il paraît souhaitable que la DGA engage vis à vis des industriels de l'armement des démarches d'incitation à la signature de charte environnementale, par exemple du type de l'engagement "Vinyl 2010", signé entre les industriels du PVC en mars 2000 et comprenant des engagements portant sur (voir détails en annexes) :
 - le management
 - la production (audits, certifications, matières premières et matériaux)
 - la gestion des déchets
 - la R&D et les nouvelles technologies.

Développement de l'éco-conception militaire avec les partenaires internationaux

- ❑ La DGA pourrait rencontrer dans un premier temps, comme la DSP l'a engagé, ses homologues européens et américains pour :
 - la prise de conscience des efforts à fournir
 - l'identification des outils opérationnels les plus efficaces
 - l'évolution des contraintes future d'interopérabilité
 - organiser des programmes bilatéraux.
- ❑ La DGA pourrait participer aux efforts de recherche internationaux sur l'environnement :
 - avec des institutions supranationales comme l'OMI et l'OTAN

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- dans les programmes « Eurofinder-Euclide » (PEA européens) en favorisant les volets « environnement ».
- Etant donné le retard relatif de la France en éco-armement, il serait souhaitable que la DGA ait des représentants au sein des commissions de l'OTAN, chargées du suivi de l'élaboration et de la mise en place au niveau international d'une éco-certification des armements, afin d'anticiper et de maîtriser les contraintes futures, notamment pour l'interopérabilité des matériels.

10.2. Priorités des recommandations

Niveau de facteur	Axes de recommandation	Champ de couverture	Facilité de mise en oeuvre	Etat d'avancement au sein de la DGA	Notation
Orientations stratégiques de la DGA	Affirmation d'une volonté politique	+3 Globale au sein de la DGA	+2 Assez facile, références existantes (USA), mais nécessité d'un fort engagement	+3 Peu avancée, volonté peu marquée	+18
	Globalisation progressive de l'approche environnementale	+3 Globale au sein de la DGA	+2 Assez facile, avec des partenaires extérieurs	+3 Peu avancée, prise en compte partielle, contrainte par contrainte	+18
	Participation aux volets identification et maîtrise des impacts environnementaux des technologies duales	+2 Programme par programme	+2 Assez facile, à intégrer dans des PEA de technologies duales	+3 Peu avancée, implication insuffisante de la DGA, en particulier sur l'environnement	+12
Méthodologie organisation et culture	Développement d'outils d'éco-conception spécifiques	+3 Globale au sein de la DGA	+2 Assez facile, avec des partenaires extérieurs et à partir d'outils existants	+3 Peu avancé, outils dispersés, incomplets et non standardisés	+18
	Adaptation de l'organisation	+3 Globale au sein de la DGA	+2 Réorganisation assez facile, car structures existantes	+2 En cours, structures existantes mais responsabilités environnementales mal identifiées	+12
	Evolution des pratiques des concepteurs	+3 Globale au sein de la DGA	+2 Assez facile, modules de formation internes existants mais inerties culturelles et externes	+3 Peu avancée, culture très peu orientée vers l'éco-conception Compétences	+18
	Relations avec les fournisseurs	+2 Programme par programme	+1 Difficile, nécessite l'adaptation des fournisseurs	+3 actuellement inexistant	+6
Opérationnel et partenarial	Intégration des produits et compétences du civil	+1 Ponctuelle et non en profondeur de l'éco-conception	+3 Facile, pour de nombreux équipements duaux (transport, électronique)	+2 En cours, peu de collaboration avec les industriels mais intégration des spécificités civiles existantes	+6
	Implication avec les industriels dans l'éco-conception des programmes	+2 Programme par programme	+1 Difficile, remise en cause des procédures et critères d'achat	+3 Peu avancée, délégation de la prise en compte par le cahier des charges	+6
	Développement de l'éco-conception militaire avec les partenaires internationaux	+3 Globale au sein de la DGA	+3 Facile, actions auprès de partenaires ou alliés	+3 Peu avancé peu de collaborations sur ce domaine	+27

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

- ❑ Trois critères de hiérarchisation de ces recommandations ont été utilisés :
 - Etendue du champ de couverture des actions
 - Faisabilité de l'action
 - Etat d'avancement de la DGA pour l'action concernée.
- ❑ Chaque critère fait l'objet d'une notation de 1 à 3 ; la note globale est obtenue en multipliant les trois notes individuelles.
- ❑ Le tableau fait ressortir cinq types d'actions prioritaires pour la DGA :
 - Affirmation d'une volonté politique de prise en compte environnementale de la part de la DGA ou de son ministère de tutelle
 - Globalisation progressive de l'approche environnementale de la DGA
 - Développement d'outils d'éco-conception spécifiques
 - Evolution des pratiques des concepteurs
 - Développement de l'éco-conception internationale.

11. Entretiens réalisés

11.1. Industriels

11.1.1. Sagem

Jean-Thierry Audren
Chef de Produit
Direction du développement
61 rue Salvador Allende
F-92751 Nanterre
Tel : 01 58 12 41 35
Fax : +1 53 23 79 27
Jean-thierry.audren@sagem.com

11.1.2. Snecma

Alain Lasalmonie
Rond-Point René Ravaud
77550 Moissy Cramayel
Tél : 01 60 59 77 04

Alain Coutrot
Responsable R&D
Rond-point René Ravaud-Réau
F-77550 Moissy Cramaye
Tel : 01 60 59 74 35 - alain.coutrot@snecma.fr

11.1.3. EADS Launch Vehicles

Hervé Hollanders
66 route de Verneuil
BP 3002 78133 Les Mureaux Cedex
Tel : 01 39 06 13 68
Fax : 01 39 06 11 75
Herve.hollanders@launchers.eads.net

11.1.4. SNPE

M. Gilles Gonthier
Centre de Recherche du Bouchet
9 Rue Lavoisier
91710 Vert le petit
Tél. : 01.64.99.13 83
Fax : 01.64.93.50.57

11.1.5. Thales

Monsieur Yves le Goff
Direction des domaines nouveaux
Domaine de Corbeville
F-91404 Orsay cedex
Tel : 01 69 33 92 03

M. Guérin
Chargé d'affaires VT1
19 rue de la Fontaine
92221 Bagneux Cedex
Tél. : 01.40.84.20.00
Fax : 01.40.84.15.00

11.1.6. Eurocopter

M. Polychroniadis
Eurocopter
Aéroport International Marseille Provence
13725 Marignane Cedex France
Tél : 0442856466

M. Hajek
Eurocopter Deutschland GmbH
Postfach 1353 Industriestrasse 4
D-86609 Donauwörth
Tel : +49 89 60 00 70 60
manfred.hajek@eurocopter.com

11.1.7. Chantiers de l'Atlantique

M. Yvon Le Gall
Avenue Antoine Bourdelle
44608 SAINT NAZAIRE CEDEX
Tél. : 02.51.10.93.89
Fax : 02.51.10.97.97
yvon.le-gall@marine.alstom.com

11.1.8. CEA

Daniel Amingual
Correspondant DGA pour la DRT
17, rue des Martyrs
38054 Grenoble Cedex 9
Tel : 04 38 78 35 97

11.1.9. DCN

M. Tard
11 Rue Jules Le Grand 9
56100 LORIENT
Tél. : 02.97.12.22.94
Fax : 02 98 22 77 31

M. Morvan
2 rue Sextus-Michel
00304 Armées Paris 15
Tél : 01 40 59 50 00

11.1.10. MBDA

M. Anselme
37, avenue Louis Breguet
78140 Velizy
Tel. : 01 34 88 30 00

11.1.11. Alcatel

Patrick Dubots
54 rue de la Boétie
75008 Paris
Tél : 01 40 76 14 01

11.1.12. EADS-CCR

Bernard Boime
12 rue Pasteur
92152 Suresne
Tél : 01 46 97 32 42

11.1.13. Renault VI

M. Varigny
Route de Lyon
69 806 Saint-Priest Cédex
Tel : 04 72 96 50 74

11.1.14. PSA

Sophie Richet
54 rue Veuve_lanoix
92250 La garenne Colombe
Tél : 01 56 47 32 03

11.1.15. Faurecia

M. Renard
Beaulieu Valentigney
25707 Valentigney
Tél : 03.81.37.60.72

11.1.16. Airbus France

Bruno Costes
316 rte de Bayonne
31060 Toulouse

11.1.17. Turboméca

Ludovic Mézière
64511 Bordes Cedex
Tél : 05 59 12 50 00

11.1.18. Dassault

Guy Lefèvre
Quai Marcel Dassault
92552 Saint-Cloud
Tél : 01 47 11 53 00

11.2. Institutions françaises

11.2.1. Gifas

Anne Marie Roy
4 rue Galilée
75782 Paris cedex 16
Tel : 01 44 43 17 80
Fax : 01 44 43 17 82
Anne-marie.roy@gifas.asso.fr

11.2.2. Université de Cergy Pontoise

Jean François Patingre
DESS Eco-conception
Département des Sciences de la Terre,
2 Avenue du Parc - Bat I –
95031 Cergy-Pontoise CEDEX
Tel : 01 39 59 66 18

11.2.3. Ademe

Nadia Boeglin
Qualité écologique des produits

T 01 47 65 20 61
F 01 40 95 75 43
nadia.boeglin@ademe.fr

11.2.4. Ineris

M. Fornage
Parc Technologique Alata
60 550 Verneuil-en-halatte
Tél : 03 44 55 63 19

11.3. Institutions étrangères et internationales

11.3.1. Otan

Brigitte Beten
CCMS
Boulevard Léopold III
B-1110 BRUXELLES
Tel : + 32 2 707 42 09
ccms@hq.nato.int

11.3.2. Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung (Allemagne)

Dietmar Reiner
Gefahrstoffmessstelle Süd+Mitte der Bundeswehr
Dezernat 750, Dienstort Erding
Tel : +49 81 22 57 261
Fax : +49 81 22 57 376
DietmarReiner@Bundeswehr.org

11.3.3. Groupe de l'approvisionnement du Département de la Défense, de la Protection de la population et des sports (DDPS, Suisse)

B. Scheppler
Chef Sektion Systembetreuung/Koordination
Kasernenstr 19/21,
CH-3003 Bern
Tel : +41 31 324 96 20
Bruno.Scheppler@gr.admin.ch

11.3.4. Occar

M. Jaminet
M. Ebner
24, rue Galliéni
92500 Rueil-Malmaison
Téléphone +33 1 47 32 34 00
Télécopie +33 1 45 52 67 81

La prise en compte de la dimension environnementale dans les programmes d'armement

bjaminet@occar-ea.org

12. Annexes (document séparé)

- ❑ Grille d'analyse d'impact environnemental, utilisée pour chaque phase du cycle de vie :
 - fabrication
 - utilisation (en et hors période de guerre)
 - maintenance
 - fin de vie
- ❑ Guides d'entretiens :
 - Institutionnels et services internes DGA
 - Industriels
- ❑ Vinyl 2010 : l'Engagement volontaire de l'industrie du PVC