



MINISTÈRE DE LA DÉFENSE  
ET DES ANCIENS COMBATTANTS

## Table ronde IHEDN

Matériaux stratégiques quelles alternatives ?

Solutions technologiques pour la DGA

B Mortaigne,  
RDS Matériaux, Chimie, Energie



DIRECTION GÉNÉRALE DE L'ARMEMENT



## Positionnement de la DGA

- DGA n'est pas un acheteur de matériaux en tant que tels
  - ses missions sont d'acheter des matériels,
  - de spécifier des performances,
  - de préparer le futur et de promouvoir les exportations.

La responsabilité du choix des matériaux est laissée aux industriels fournisseurs de matériel.
- La DGA intervient toutefois pour valider les choix qui lui seront proposés,
  - en prenant en compte tout un ensemble de paramètres
    - les propriétés mécaniques,
    - la tenue au vieillissement,
    - les difficultés de mise en œuvre,
    - le coût global
    - et bien entendu les risques que l'on peut avoir sur les approvisionnements.

Risques à limiter par les solutions technologiques
- Dans le choix des solutions que l'on retiendra, on favorisera :
  - des sources française ou européenne de manière à s'affranchir des réglementations sur les exportations et à mieux contrôler les évolutions futures des solutions « matériaux civils » pour limiter les risques stratégiques.



# Durée de développement d'un matériau – Cycle d'utilisation

- Prendre conscience que la démarche actuelle de développement d'un matériau /technologie pour une application donnée dans un système de Défense s'étend sur une période relativement longue.
  - Il est possible d'estimer celle-ci à une quinzaine d'années :
    - le développement au niveau d'un laboratoire avec une évaluation des potentialités prend environ dix années.
    - ajouter environ cinq ans pour la fabrication d'une pièce et sa certification pour une mise en service.
      - Remplacement Cd par NiZn débuté en 1990 et non encore abouti en 2011
      - Remplacement OAC : début 1990 ; OAST moins performant et sol-gel non abouti
- Pour pouvoir disposer d'une solution innovante fiable et pérenne pour un système et lui donner un avantage technologique, en répondant à des spécifications précises, nécessité d'anticiper très fortement les recherches amont à réaliser.

**La problématique d'approvisionnement et de sécurisation d'une source avec le choix d'un matériau se situe donc à cette échéance de 10-15 ans, avec ensuite de 30 à 50 ans de garantie à assurer lors de l'utilisation pour le MCO.**

**Très peu de chance de conserver pendant toute la durée d'un programme la solution qui a été élaborée en tout premier au bureau d'étude :**

**assurer des évolutions et gérer des obsolescences.**



# Applications matériaux : déclinaison des solutions civiles mais avec des spécificités



SNLE NG - Le redoutable



BPC Mistral



DGA/DS/MRIS



09/03/2011



Exocet

Diapositive N°4 / 000



## Marché « matériau » pour la Défense

- L'industrie de Défense est un **consommateur relativement modeste des ressources naturelles**, par comparaison à l'industrie automobile ou à l'industrie chimique.
  - Si elle n'est pas le consommateur le plus important en termes de quantité, elle exprime des exigences souvent plus contraignantes en termes de qualité, qui traduisent le besoin en performances accrues (légèreté, résistance, durée de vie, sécurité...).
  - On recherchera de la multifonctionnalité en ajoutant à la tenue structurale de la protection balistique, de la maîtrise des signatures.  
**Cette multi fonctionnalité recherchée peut être un frein à la disponibilité de solutions technologiques pertinentes dans la gestion des obsolescences.**
- Par rapport aux marchés mondial, les matériaux utilisés pour des applications de défense correspondent à **de très petits marchés de niche**
  - du fait de leurs spécificités (matériaux spéciaux pour tenue en température, au choc, en fluage, ..., avec des propriétés spécifiques comme la furtivité, l'amagnétisme...);
  - on se situe sur des matériaux avec des nuances particulières qui ont permis d'atteindre des performances spécifiques très élevées que ce soit des performances mécaniques ou de durée de vie (tenue à la corrosion)...



# 3 menaces majeures susceptibles de nous impacter et nous rendre dépendant envers les fournisseurs

- un risque lié **aux stratégies d'entreprise**
  - achat, modification des stratégies industrielles, variabilité des formulations
    - Péchiney, Alcan, Rio Tinto
    - Arcelor Mittal
    - aciéristes Japonnais Nippon Steel et Sumimoto Steel pour contrer les Coréens et le Chinois
- un risque lié à la **géopolitique**
  - embargo sur les matières, variation des prix en raison de la spéculation
    - Cuivre
    - Terres rares
    - Fibres de carbone : blocage du Japon sur le PAN
- un risque lié aux **règlements internationaux**
  - REACH, RoHS
  - ITAR
  - Autres règlements européens : poussières usinage du Bérillium



Aube monocristalline



## Solutions que l'on peut mettre en place ?

- Stratégie d'entreprise :
  - essayer de faire prendre en compte nos besoins.
  - pour les PME : intervenir en soutien d'une activité avant qu'elle disparaisse ;
  - pour grand groupe, avant la fusion : établir des accords pour une fourniture sur la durée de vie du programme.

Les fournisseurs de matière première ont tendance en cas de difficulté à se recentrer sur des marchés plus porteurs financièrement.

- Géopolitique - ITAR :
  - on subit et on s'appuie sur les solutions développées pour le civil.
  - privilégier des centres de recherche hors capitaux américains ; on évite les délocalisations des chaînes de fabrication/transformation vers l'étranger.
- REACH, RoHS :
  - anticiper sur le développement de solutions plus innovantes
  - difficulté du fait de l'évolution régulière de la liste des interdits
  - Même risque à gérer avec les substituents qu'avec le produit impacté



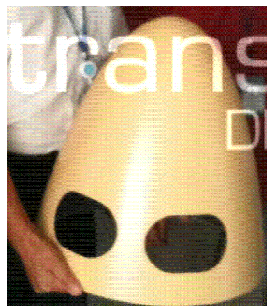
# Solutions appliquées pour réduire les risques

**Très souvent les obsolescences peuvent être compensées par :  
Solutions rencontrées dans le civil → difficulté majeure concerne les coûts de requalification.**

- Utiliser des solutions qui auront été développées pour le civil, même si dans un premier temps cela implique une perte de performance (+ fortes pour la Défense : T, HR).
  - Le marché du civil est beaucoup plus important que le marché de la Défense et souvent des solutions technologiques de substitution sont étudiées.
    - Interdiction d'emploi du Cadmium dans les connecteurs électriques se traduira à court terme par l'utilisation de solutions moins robustes/matures, impliquant a minima des contrôles plus fréquents et donc une disponibilité opérationnelle plus faible.
    - Mastic d'assemblage des avions arrêtés de fabrication par le joint Français sont remplacés par les mastics en construction aéronautique civile.
    - Développement des solutions composites thermoplastique
    - Recherche de fibres autres que le carbone ou le verre, avec accès facilité et recyclage amélioré (lin, chanvre...)



Capotages en lin pour X3  
Photos Eurocopter



DGA/DS/MRIS



Moyeu Epoxy/Carbone  
d'aviation légère  
(Duqueine composite)





# Solutions appliquées pour réduire les risques

## Cartographier les matériaux utilisés dans les systèmes d'arme

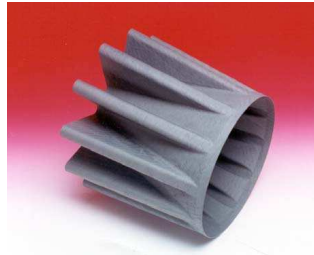
- Elaborer la cartographie est une solution séduisante mais difficile à établir :
  - il faut les élaborer dans le détail :
    - Savoir qu'une pièce est en aluminium ne suffit pas, il faut préciser la série de celui-ci, voir ses traitements thermiques car on peut avoir des obsolescences qui apparaissent sur les technologies.
    - Un matériau, c'est de la matière mais également sa technologie d'élaboration.
  - besoin de connaître les matériaux employés dans les éléments des sous traitants (rang 2, 3, 4...)
- Les cartographies pourraient également avoir un intérêt pour le démantèlement en fin de vie et pour le recyclage,
  - à condition de pouvoir gérer les évolutions en service en fonction des standards, des réparations...
- Solution « cartographie » doit contribuer aux travaux qui seront fait dans le cadre du COMES pour essayer de mieux prévoir les risques.



# Solutions appliquées pour réduire les risques

**Favoriser le développement de solutions innovantes sur des solutions de substitutions en fonction de nos connaissances et des contraintes actuellement connues**

par les PME,  
recherche par des thèses,  
travaux avec l'ANR.



ZrO<sub>2</sub>/ZrO<sub>2</sub>(xY<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)/Acier

Elaboration par technologie  
Spark Plasma Sintering

Pour des TRL un peu plus élevés,

- mécanismes d'études comme le RAPID sur l'innovation duale.
- Travaux interministériels dans le cadre du FUI
- Travaux d'études amont définis avec les programmes DGA
  - identifier des solutions pour durcir les métaux sans utiliser de Cobalt qui risque d'être interdit (Nexter).
  - solutions possibles pour se prémunir des interdictions de la réglementation Reach.
  - nouvelles technologies de mise en œuvre pour limiter l'utilisation de certaines substances (terres rares, céramiques)
- Favoriser les travaux en coopération internationale
  - Fibres de carbone avec société SGL en Allemagne
  - Sécurisation titane : filière UKTMP et Aubert et Duval (société UKAD)

**Mais on ne peut pas garantir que les résultats de ces recherches seront pérennes à 50 ans.**



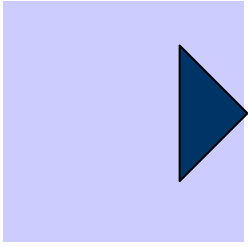
# Conclusions

**Pas de solution technologique miracle qui nous permet de nous prémunir des obsolescences à long terme sur les matériaux, surtout que par rapport au civil**

- nous sommes sur une échelle de temps totalement différente,
  - avec des quantités de matière utilisées très faibles.
- Pour du court terme
  - des solutions développées en commun avec l'industrie civile, quitte à perdre en performance dans un premier temps, puis on essaiera d'améliorer ces solutions pour les adapter à nos besoins.
  - les difficultés que l'on rencontre sont essentiellement les coûts de requalification des matériels, qui sont multipliés avec chaque nouvelle solution.
- Pour du plus long terme, lorsque l'on a connaissance d'un risque fort d'obsolescence
  - essayer d'anticiper en favorisant le développement de solutions innovantes en rupture technologique,
  - en interagissant auprès des industriels fournisseurs si il s'agit d'un risque lié aux stratégies d'entreprise.
- Au niveau du recyclage, on pourra utiliser les matériaux réintroduits dans les cycles de production :
  - utiliser les mêmes voies que le civil
  - ne pas oublier que très souvent on demande des matériaux avec de très hautes performances
  - difficulté dans la collecte – traitement des matériaux à recycler.
- Solutions technologiques – sécurisation des approvisionnements
  - responsabilité des industriels fournisseur de matériel
  - « contrôle – validation » des solutions proposées par la DGA

Départ Clémenceau pour déconstruction





Je vous remercie pour votre attention

