



## Matériaux stratégiques, quelles alternatives ?

*Mercredi 9 mars 2011 – Amphithéâtre Desvallières*

### Solutions technologiques pour la DGA

**Bruno MORTAIGNE**

Responsable du domaine scientifique Matériaux-Chimie-Energie  
à la Mission pour la recherche et l'innovation scientifiques  
Ministère de la Défense, DGA

Je tiens tout d'abord à préciser que la DGA n'est pas un acheteur de matériaux en tant que tels au sens où ses missions sont d'acheter des matériels, de spécifier des performances, en plus de préparer le futur et de promouvoir les exportations. On laisse la responsabilité du choix des matériaux aux industriels et c'est principalement eux qui nous proposeront un matériel pour répondre à nos spécifications et qui décideront des matériaux qu'ils vont utiliser dans toute leur chaîne de fabrication.

Par contre, la DGA intervient toutefois pour valider les choix qui lui seront proposés, en prenant en compte tout un ensemble de paramètres comme 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. Dans le choix des solutions que l'on retiendra, on aura plutôt tendance à favoriser des sources française ou européenne de manière à s'affranchir des réglementations liées aux exportations et à mieux contrôler les évolutions futures, et vers des solutions qui sont également utilisées dans le milieu civil pour limiter les risques stratégiques.

En second point, il est nécessaire de bien prendre conscience que la démarche actuelle de développement d'un matériau 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. A ce délai, il faudra encore ajouter environ cinq ans pour la fabrication d'une pièce et sa certification pour une mise en service. Le matériel dans la Défense est utilisé 30 ans, 40 ans voire 50 ans, et il faudra qu'au cours de toute cette durée de vie on puisse s'assurer d'avoir des solutions pérennes, avec toute la maintenance, tout le maintien en condition opérationnel qu'il y aura à faire. Ceci signifie que 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, il est nécessaire d'anticiper très fortement les recherches amont à réaliser. De plus, du fait de cette durée de conception / utilisation, il y a très peu de chance de conserver pendant toute la durée d'un programme la solution qui a été définie initialement en bureau d'études. A titre d'exemple, sur la durée de mise en application d'une solution technologique matériau, on peut préciser que les premiers travaux menés sur le remplacement du Cadmium concernaient le développement de la solution zinc-nickel. Ils ont été lancés au début des années 1990 et aujourd'hui, cette solution, qui constitue pourtant une alternative pertinente, bien que provisoire, n'est toujours pas qualifiée. Les premiers travaux sur le remplacement de l'Oxydation Anodique Chromique ont commencé à la même période et il n'existe toujours pas de solution efficace pour le colmatage. L'alternative Oxydation Anodique Sulfo-Tartrique développée par Airbus est moins performante. De nombreux travaux sur les sol-gels ou autres solutions ne déboucheront pas avant plusieurs années.

Quel est le 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 volume de matières premières, 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 au niveau de nos concepts tout ce qui est lié à la multi-fonctionnalité, c'est-à-dire des matériaux qui vont assurer à la fois de la tenue structurale, de la protection balistique et de la maîtrise des signatures. On va avoir à utiliser des matériaux, les combiner les uns aux autres de manière à avoir cette multi-fonctionnalité qui apparaît. Dans ce cadre là, quand on aura une solution de remplacement à valider, il faudra essayer au mieux de retrouver cette multi-fonctionnalité, ce qui n'est pas toujours très facile. 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)...

De ce fait, on peut difficilement avoir une incidence sur les marchés.

Aujourd'hui, en ce qui nous concerne, nous avons pu identifier 3 menaces majeures susceptibles de nous impacter et nous rendre dépendant envers les fournisseurs, et pour lesquelles nous essayons de mettre en place des solutions technologiques pour être impacté le moins possible :

- ✓ un risque lié aux stratégies d'entreprise (achat, modification des stratégies industrielles, variabilité des formulations).

C'est tout les regroupements qui peuvent avoir lieu au cours de l'évolution. Cas de l'aluminium avec Péchiney qui est passé sous Alcan, puis est devenu Rio Tinto.

Pour l'acier, nous avons le cas du groupe Arcelor Mittal.

Aujourd'hui, on lit dans la presse le regroupement des aciéristes japonais Nippon Steel et Sumimoto Steel pour contrer les Coréens et le Chinois.

Les fournisseurs de matière première ont tendance en cas de difficulté (approvisionnement, perte de compétence interne, ...) à se recentrer sur des marchés plus porteurs financièrement.

- ✓ un risque lié à la géopolitique (embargo sur les matières, variation des prix en raison de la spéculation) ; cuivre, terres rares, aciers – conjoncturel et difficilement prévisible.

- ✓ un risque lié aux règlements internationaux sur l'utilisation des matériaux (Reach, Rohs) et sur les ventes d'armes ou de matériels sensibles (International Traffic in Arms Regulations...). C'est le cas rencontré régulièrement dans nos échanges avec les USA ; c'est le cas pour l'approvisionnement des fibres de carbone à partir du Japon il y a 2-3 ans (leur constitution n'autorise pas de participer à la fabrication d'armes).

La menace la plus forte aujourd'hui est celle liées aux réglementations : Reach et Rohs en particulier, même si, comme dans le cas du Béryllium, c'est la limitation des seuils autorisés pour les poussières lors de l'usinage qui vont poser problème.

Quelles sont les solutions que l'on peut mettre en place ?

Au niveau de la stratégie d'entreprise : essayer de faire prendre en compte nos besoins par les industriels (sachant qu'on représente des marchés très faible, donc ce n'est pas évident). On peut pour les PME intervenir en soutien d'une activité avant qu'elle disparaisse ; pour les grands groupes, avant la fusion, on peut établir des accords pour une fourniture sur la durée de vie du programme.

Au niveau de la partie géopolitique - ITAR : on subit et on s'appuie sur les solutions développées pour le civil. On essaie, lorsque cela est possible de privilégier des centres de recherche hors capitaux américains ; on évite les délocalisations des chaînes de fabrication/transformation vers l'étranger.

Au niveau des réglementations - REACH : on essaie d'anticiper sur le développement des solutions plus innovantes, mais on va rencontrer des difficultés du fait de l'évolution régulière de la liste des interdits et l'on aura les mêmes risques à gérer avec les substituants qu'avec les produits initialement impactés.

Quelles sont les solutions que l'on peut appliquer pour réduire les risques ?

Très souvent les obsolescences peuvent être compensées par les solutions rencontrées dans le civil mais les difficultés en ce qui nous concerne sont les coûts de requalifications. On essaiera autant que possible d'utiliser des solutions qui auront été développées pour le civil, même si dans un premier temps cela

implique une perte de performance. Le marché du civil est beaucoup plus important que le marché de la Défense et souvent des solutions technologiques de substitution sont étudiées et peuvent être déclinées dans un premier temps. Par exemple, l'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. Autre exemple avec les mastics d'assemblage utilisés lors de la fabrication des cellules des avions, qui ont été arrêtés de fabrication par le joint Français ; ceux-ci sont maintenant remplacés par les mêmes mastics que ceux employés en construction aéronautique civile, mais il a fallu les qualifier dans nos conceptions.

Dans les solutions possibles, on s'intéresse également au développement des nouvelles technologies, comme par exemple les solutions apportées par la fabrication de pièces en thermoplastique pour remplacer des pièces fabriquées avec des résines thermodurcissables, aux possibilités apportées par les fibres « vertes » comme le lin ou le chanvre en tant que renfort dans des pièces d'éléments de structure.

Pour anticiper les programmes qui seront impactés, on tentera d'élaborer la cartographie des matériaux utilisés dans les matériels. Mais il est difficile de les établir car il faut les élaborer dans le détail : par exemple 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 sa technologie d'élaboration intervient également au premier plan. Pour gérer en totalité les risques, il est nécessaire de recueillir les informations non seulement au niveau du maître d'œuvre industriel de rang un, mais également auprès de tous ses sous-traitants à des rangs 2, 3, 4 ...

Pour les aciers, il n'y a pas de risque d'approvisionnement en général pour la Défense, mais si l'on parle du 100HLES, les risques identifiés sur la sécurité d'approvisionnement sont nettement plus forts.

Ces cartographies pourraient également avoir un intérêt pour le démantèlement en fin de vie et pour le recyclage, mais à condition de pouvoir gérer les évolutions en service en fonction des standards, des réparations... Elles doivent contribuer aux travaux qui seront faits dans le cadre du COMES pour essayer de mieux prévoir les risques.

Une autre solution qui est regardée plus spécialement par la DGA consiste à favoriser le développement de solutions innovantes par les PME, de pousser la recherche par des thèses, des travaux avec l'ANR sur des solutions de substitutions en fonction de nos connaissances et des contraintes actuellement connues. Pour des TRL un peu plus élevés, nous disposons de mécanismes d'études comme le RAPID sur l'innovation duale. Par exemple, on travaille avec Nexter à identifier des solutions pour durcir les métaux sans utiliser de Cobalt qui risque d'être interdit prochainement dans certaines applications. On travaille avec plusieurs industriels sur les solutions possibles pour se prémunir des interdictions de la réglementation Reach. On essaiera également de favoriser les travaux en coopération internationale, comme avec la société SGL en Allemagne pour les fibres de carbone ou les fibres de carbure de silicium, on essaiera de sécuriser les approvisionnements en favorisant le rapprochement entre les industriels utilisateurs et les groupes fournisseurs de matière première comme cela a été le cas entre UKTMP et Aubert et Duval pour les sources de titane. Mais on ne peut pas garantir que les résultats de ces recherches seront pérennes à 50 ans ce qui constitue une difficulté réelle.

En conclusion, il n'y a 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, et avec des quantités de matière utilisées très faibles.

- ✓ Pour du court terme, on s'oriente essentiellement sur 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, on peut essayer d'anticiper en favorisant le développement de solutions innovantes en rupture technologique, ou 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 de manière similaire à ce qui se fait au niveau du civil, mais il ne faut pas oublier que très souvent on demande des matériaux avec de très hautes performances.

- ✓ Enfin, je rappelle que les solutions technologiques à mettre en place pour sécuriser les approvisionnements sont de la responsabilité des industriels, qui se doivent de se prémunir de ces risques comme des autres risques technologiques, et que la DGA, même si elle essaie de les aider, doit avoir avant toute chose une fonction de contrôle – validation des solutions proposées.

Je vous remercie.