



La certification porte sur tous les éléments techniques (fonctionnels ou non-fonctionnels) : composants, structures et systèmes informatiques. La question de la certification des matériels pour résister aux environnements spécifiques de la défense a été identifiée depuis longtemps comme une source de sur-spécifications et donc de surcoûts potentiels dans les programmes d'armement. La première rationalisation a donc consisté à définir au plus juste les spécifications des programmes de défense. Aujourd'hui, dans le cadre de la dualité, la question se déplace : pour être utilisés dans l'environnement civil, certains matériels militaires doivent être aussi certifiés par les autorités civiles. Les industriels doivent travailler en faisant coexister des logiques de certification divergentes et sont conduits à gérer en parallèle des contraintes nouvelles d'adaptation aux milieux civils et militaires. Préserver le potentiel de dualité conduit alors à introduire une convergence entre autorités de certification civiles et militaires (par exemple l'agence de certification militaire commune aux pays qui ont commandé l'A400M, qui travaille étroitement avec l'AESA). Les différentes couches de réglementation introduisent des niveaux de complexité très importants, en particulier dans le registre des spécifications non-fonctionnelles qui viennent augmenter les coûts de développement et de maintenance.

Cette question de la certification va au-delà des questions de coûts. Elle touche au cœur même de la définition de modèles d'affaires. Pour une entreprise, tirer parti de la dualité pourrait être facilement mis en place pour des matériels similaires (par exemple l'avionique de vol). Mais en réalité, elle doit prendre en compte des contraintes de certification et de suivi des activités industrielles très différentes, d'autant que cette démarche est souvent rendue plus complexe par la superposition des couches logicielles des systèmes. La logique de certification réduit alors le potentiel de dualité de l'industriel militaire, confronté à un dilemme :

- ▶ ne pas tenir compte de la certification civile lui ouvre tous les domaines des possibles pour l'innovation dans le domaine militaire. Mais cela revient à scinder durablement les activités civiles et militaires et impose le plus souvent de reprendre les développements civils *ab initio* ;
- ▶ tenir compte de la certification civile lui permet de jouer sur les deux marchés. Mais, la mutualisation du développement des couches logicielles génère des niveaux de complexité très élevés et des coûts exponentiels pour satisfaire aux exigences de traçabilité et de vérification induites par la certification.

## LA DUALITÉ DANS LES STRATÉGIES D'ENTREPRISE : LA RECHERCHE DU « BON COMPROMIS »

La prise en compte du potentiel de dualité dans les modèles d'affaires des entreprises est indissociable de la prise en compte de critères clés, qui sont présents dans les réflexions des entreprises dès le lancement des projets. L'équation stratégique d'une entreprise confrontée à la dualité retient quatre critères importants :

- ▶ la gestion de l'incertitude, qui conduit à arbitrer entre des logiques d'autofinancement et des financements publics ;

- ▶ les effets de séries : la longueur des séries génère des impacts directs sur la possibilité d'atteindre le point mort et la rentabilité des projets ;
- ▶ les structures de coûts : l'importance relative des coûts récurrents par rapport aux coûts non-récurrents conditionne la construction des modèles d'affaires ;
- ▶ la valeur d'usage de la technologie : est-elle critique pour l'utilisateur final ?

Ces critères sont généralement très différents entre les marchés commerciaux et les marchés de défense. La décision d'une diversification stratégique repose donc sur la capacité des entreprises à mettre en pratique le « bon compromis » entre ces critères.

Enfin, ce « bon compromis » doit également tenir compte de l'environnement de l'entreprise. La stratégie et le modèle d'affaires sont fortement dépendants des formes de relations qui existent dans l'écosystème de la production militaire : les entreprises se situent à la fois dans une situation de concurrence et de collaboration. Elles mettent en œuvre des stratégies de diversification stratégique, plus ou moins compatibles entre elles. L'enjeu est majeur lorsque les activités de co-développement mobilisent étroitement donneurs d'ordres et équipementiers. La stratégie de dualité fait alors directement partie des discussions entre acteurs et toutes les décisions ont des conséquences directes sur la soutenabilité des stratégies de diversification de chaque entreprise.

### Encadré 1 : Le dispositif RAPID

Le dispositif RAPID (Régime d'Appui à l'Innovation Duale) est spécifiquement dédié au financement des projets de recherche et développement à fort potentiel technologique, présentant des applications à la fois sur les marchés civils et militaires. Il est ouvert à toute entreprise de moins de 2000 salariés. Ce dispositif est mis en œuvre par la Direction générale de l'armement\* (ministère de la Défense) et la Direction générale des entreprises (ministère de l'Économie).

RAPID intervient sous la forme d'une subvention, dont le montant s'élève au maximum à 80% des dépenses éligibles. Ce montant est fonction de plusieurs éléments :

- ▶ la nature du projet : la subvention peut aller jusqu'à 50% des dépenses éligibles pour un projet de recherche industrielle et 25% pour du développement expérimental ;
- ▶ la taille de la société : le montant de la subvention est majorée de 20 points de pourcentage pour les entreprises de moins de 50 salariés et de 10 points pour les entreprises de moins de 250 salariés ;
- ▶ l'aspect collaboratif du projet. Les projets collaboratifs peuvent obtenir une majoration :
  - de 15 points de pourcentage pour les PME,
  - de 5 points de pourcentage pour les entreprises de taille intermédiaire indépendantes s'il s'agit d'une collaboration avec une autre entreprise ou 10 points de pourcentage si c'est avec un laboratoire.

\* Direction générale de l'armement / Direction de la Stratégie / Sous-direction PME.

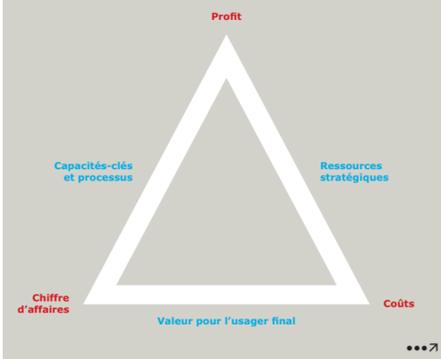
Les dossiers de candidature peuvent être déposés « au fil de l'eau » tout au long de l'année. L'éligibilité est examinée sous une semaine. Un projet éligible est instruit durant 5 à 9 semaines après son dépôt.

Plus de 220 projets ont pu voir le jour depuis la création du dispositif (ouvert en 2009). Le montant de la dotation annuelle est passé de 40 à 50 millions d'euros entre 2013 et 2015. Exemples de projets soutenus :

- ▶ le Gravier de l'entreprise Muquans a bénéficié d'un financement de 450 000 euros. Après un an, ce gravimètre<sup>5</sup>, qui revendique une précision inégalée, est opérationnel. Les premiers débouchés visent la géophysique ;
- ▶ la start-up Delair-Tech, qui fabrique des drones depuis sa création en 2011, a obtenu un financement de 500 000 euros pour développer son projet DERIC. Il s'agit de la production en série d'un petit drone dual de moins de 10kg, baptisé DT-26. Ce drone pourra servir aussi bien pour la reconnaissance militaire que pour la surveillance industrielle (pipelines, lignes électriques...) au profit de groupes civils comme EDF.

### Encadré 2 : L'équation stratégique des modèles d'affaires

L'analyse des modèles d'affaires fait partie de la définition des grands enjeux stratégiques d'une firme ou d'un groupe industriel. Trois pôles de raisonnement sont identifiés dans l'analyse : l'existence d'un **débouché**, c'est-à-dire un marché-cible et des prix-cibles qui permettent de calculer un chiffre d'affaires, une **structure de coûts** (avec les trois facteurs de production classiques : capital, travail et temps) et, par différence, la **marge nette** (toutes les définitions du profit opérationnel, avant ou après coûts financiers, et avant ou après impôt). La prise en compte de ces trois éléments requiert des chiffrages et permet ensuite d'introduire des appréciations chiffrées sur la soutenabilité du modèle d'affaires.



<sup>5</sup> Instrument destiné à des mesures géophysiques (vulcanologie, sismologie, hydrologie), ainsi qu'à l'exploration pétrolière et minière.

Les vraies questions stratégiques se situent pourtant ailleurs. Même si les aspects comptables et les appréciations financières sont importants, ils ne représentent que la conséquence des vraies questions stratégiques qui figurent sur les côtés du triangle.

Le chiffre d'affaires existe parce que l'entreprise aura su trouver une position de marché procurant de la **valeur à un usager final** : le soldat qui utilise un système d'armes pour générer une supériorité sur le champ de bataille. L'adéquation entre la structure de coûts et le marché repose sur une appréciation de la qualité perçue par le consommateur-usager, et sur l'arbitrage entre le prix et le niveau de service.

Les ressorts de la création de valeur vont aussi se traduire dans des **capacités-clés**, c'est-à-dire des éléments qui permettent à l'entreprise de proposer un portefeuille de produits rares, non substituables, robustes et non-imitables. Ces propriétés expliquent que l'entreprise détienne un avantage concurrentiel.

La structure de coûts va aussi permettre d'identifier des **ressources stratégiques** (compétences, matières premières, processus de production) qui permettent à l'entreprise d'être compétitive. L'analyse de la productivité des facteurs représente le point de départ de l'analyse des ressorts du profit.

Valérie MÉRINDOL et David W. VERSAILLES

Ce travail est issu d'une étude prospective et stratégique commanditée et financée par le ministère de la Défense.

Il a été piloté par l'Observatoire économique de la défense, en collaboration avec la Direction générale de l'armement. Il est le résultat d'un travail de recherche bibliographique et d'entretiens de terrain.

L'intégralité du rapport est disponible sur le site : [defense.gouv.fr](http://defense.gouv.fr)

« La dualité dans les entreprises de défense », EPS n°2013-42, rapport d'étude, ESGMS, janvier 2015.

Observatoire Économique de la Défense (SGA/DAF/QEFI/OED)  
14 rue Saint-Dominique • 75700 Paris SP 07  
Directeur de la publication : Hugues Bied-Charretton  
Pour vous abonner : Mèl : [daf.oed.fct@intradef.gouv.fr](mailto:daf.oed.fct@intradef.gouv.fr)  
Rédacteur en chef : Christian Calzada

Conception graphique : © Pascal Illic - SGA/com 2015  
Réalisation : Stéphanie Parinaud - SGA/com 2015  
Impression : SGA/SPAC/PGP - Tél : 01 42 19 40 91  
ISSN 1293-4348



LE BULLETIN DE L'OBSERVATOIRE ÉCONOMIQUE DE LA DÉFENSE (SGA/DAF/OED)

ÉTUDES

# LA DUALITÉ DANS LA STRATÉGIE DES ENTREPRISES

**Une entreprise duale produit à la fois pour des marchés civils et militaires. Elle construit un business model visant à tirer parti simultanément de son positionnement sur les deux marchés. Ce faisant, elle doit gérer une équation stratégique incluant plusieurs critères, comme les préférences des consommateurs, les conditions de financement ou, de plus en plus, les contraintes réglementaires. Ces critères étant généralement différents entre les marchés civils et militaires, la diversification repose sur la mise en pratique d'un compromis propre à chaque modèle d'entreprise.**

Pour une entreprise, la dualité consiste à tirer parti de l'exploitation de compétences, de technologies, de produits et de procédés communs pour satisfaire des besoins exprimés sur des marchés différents, civils et militaires. Aujourd'hui, la forte croissance des activités sur les marchés commerciaux, d'une part, et la variété des technologies sur les marchés liés à la Défense, d'autre part, font de la dualité un enjeu clé de la stratégie des entreprises.

La sphère Défense a commencé à parler de dualité à la fin de la guerre froide pour marquer que les frontières entre l'écosystème de l'armement et les marchés civils n'étaient plus étanches. Vingt-cinq ans plus tard, tous les industriels ne sont pas encore totalement engagés dans une stratégie de dualité. Pour l'acteur public, l'enjeu se situe sur deux plans principaux : contribuer à préserver un outil industriel quand il n'est plus possible de le faire vivre par la seule commande publique et s'insérer dans les dynamiques de l'innovation liées aux écosystèmes civils de façon à bénéficier des avancées technologiques (sur ce dernier point, voir l'exemple du dispositif RAPID, encadré 1).

Ainsi, l'étude vise à identifier les enjeux de la dualité en termes de positionnement stratégique pour l'industrie, pour mieux comprendre comment construire un modèle d'affaires « dual » à partir des spécificités associées à chaque marché (civil et militaire). Tout d'abord, l'étude considère la place de la dualité dans le potentiel stratégique de l'entreprise, en soulignant que la dualité n'est qu'une manière d'aborder la question de la diversification des marchés et des clients à partir de trois dimensions clés : les capacités, les structures de coûts et de production. La deuxième partie aborde la question de la dualité sous l'angle de la relation entre les cycles de vie de la technologie et les besoins de financement de l'activité d'une entreprise. Enfin, ce prisme permettra de souligner que les questions de la divergence entre marchés civils et de défense se sont renouvelées.

## POTENTIEL DE DUALITÉ ET POSITIONNEMENT STRATÉGIQUE DES ENTREPRISES

La question de la dualité des produits ou des technologies représente un cas particulier de l'analyse des stratégies de développement ou de diversification que vit toute entreprise. Pour une entreprise spécialisée dans les marchés de la défense, cela signifie aller chercher des clients sur des marchés connexes ou sur les marchés civils commerciaux. Pour les entreprises qui ont l'habitude de travailler pour les marchés grand public, cela signifie adapter leurs produits et leurs technologies pour les marchés de la défense.

### La diversification des entreprises

Les outils modernes du management stratégique ont l'habitude de présenter ces enjeux sous la forme d'une matrice de développement qui relie les marchés (en ordonnées) et les produits (en abscisses) à partir des travaux d'Ansoff (figure 1). Par exemple, une firme de l'informatique qui vise une entrée sur le marché de la défense va proposer ses produits en s'appuyant sur les bonnes pratiques ou des méthodes de travail issues du civil commercial. Elle adapte alors son offre à un nouveau client à partir des produits, services et compétences maîtrisées sur un autre marché, en prenant en compte les contraintes propres de son environnement.



Valérie MÉRINDOL et David W. VERSAILLES professeurs à l'ESG Management School et co-directeurs de la chaire newPIC (new Practices for Innovation and Creativity)

L'observatoire économique de la défense diffuse Ecodef par messagerie électronique (format pdf).

Si vous êtes intéressés par cette formule, veuillez adresser votre courriel à :

[daf.oed.fct@intradef.gouv.fr](mailto:daf.oed.fct@intradef.gouv.fr)

Découvrez toutes les publications du secrétariat général pour l'administration sur :

Internet > [www.defense.gouv.fr/sga](http://www.defense.gouv.fr/sga)

Intranet > [www.sga.defense.gouv.fr](http://www.sga.defense.gouv.fr)

ou sur simple demande à

SGA/Com au 01 42 19 77 46

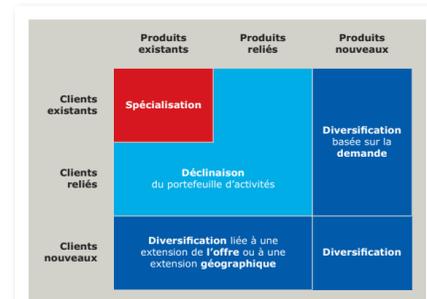




La situation inverse consiste à voir une entreprise, leader sur le marché de la défense, se positionner sur de nouveaux marchés commerciaux. Elle aussi mobilisera des compétences, technologies et savoir-faire qu'elle va redéployer pour de nouveaux usages.

Elle va concevoir de nouveaux produits à partir des compétences existantes. À titre d'illustration, une entreprise qui décline des jumelles de visée nocturne se positionnera dans une extension de son portefeuille de produits vers un nouveau marché. La logique de développement stratégique ira plus ou moins loin en fonction de la distance avec les produits initiaux.

Figure 1 : Stratégies de développement et/ou de diversification



Source : «Matrice d'Ansoff», cf. Johnson G. & Whittington R. Scholes K. (2011) Exploring Strategy, Harlow UK: Prentice Hall, Chapitre 7

La dualité s'inscrit donc dans une réflexion stratégique de diversification des activités d'une entreprise qui s'appuie sur une ouverture vers de nouveaux clients ou vers le développement de nouveaux produits, ou encore sur les deux en même temps. Plus une entreprise combine la diversification des clients et des produits, plus elle s'éloigne de son cœur initial d'activité, et plus elle doit engager des ressources. La mise en œuvre de cette stratégie de changement va constituer en elle-même un pari risqué. Toute stratégie de diversification implique aussi pour l'entreprise la prise en compte de nouveaux cadres institutionnels et réglementaires. La prise en compte du potentiel de dualité dans les modèles d'affaires s'analyse donc à un niveau stratégique.

Dans cette stratégie, les cas extrêmes de diversification (à la fois de produits et de marchés) sont peu nombreux dans l'industrie. Le plus souvent, les entreprises gèrent des adaptations de produits vers des marchés proches, ou elles recherchent des nouveaux clients qui expriment des besoins (fonctions et usages) proches de ce que l'entreprise traite initialement dans son modèle d'affaires. Les entreprises travaillant pour les marchés de l'armement seront le plus souvent spécialisées dans des technologies très avancées et des spécifications techniques pointues, particulières aux utilisations des systèmes d'armes en conditions opérationnelles. La prise en compte du potentiel de dualité se heurtera alors à une double analyse : celle des déclinisations des technologies militaires pour des marchés hors armement et celle de la transformation des usages militaires en usages adaptés à des marchés commerciaux pour le grand public ou les professionnels.

Les trois dimensions clés de la dualité

En première analyse, la mise en place d'une stratégie de dualité renvoie à l'identification de clients potentiels et des chiffres d'affaires qu'ils peuvent générer. En réalité, le raisonnement est plus large et prend en compte toutes les dimensions de l'équation stratégique d'un modèle d'affaires (encadré 2). La réflexion sur les rouages de la diversification va largement se concentrer sur l'analyse de la compatibilité entre les capacités stratégiques, les contraintes de coût et les structures de production qui sont respectivement associées aux usagers civils et militaires.

Pour ce qui concerne les structures de production, les industriels ne sont pas confrontés aux mêmes enjeux sur les marchés civils et militaires. Sur les marchés commerciaux reposant sur une production de masse, la logique générale renvoie à des produits standardisés. La recherche d'automatisation de la production et de réduction des coûts de production y constituent des préoccupations clés de l'entreprise. Par contraste, le secteur de l'armement dépend de logiques de production où les séries restent «multi-unitaires». Cette situation devient explicite dans la comparaison entre les composants de l'avionique ou du cockpit utilisés sur le Rafale (Dassault Aviation) ou sur les avions de la gamme commerciale d'Airbus. Lorsque la commande totale de Rafale aura été livrée, la série totale pour la France représentera moins de 200 appareils pour un programme dont le premier prototype a volé en 1988. Airbus raisonne aujourd'hui sur une production mensuelle de plus de 50 avions A 320. Alors que le premier vol du prototype A 320 a eu lieu en février 1987, plus de 6000 avions sont déjà en service et le carnet de commandes représente plus de 11000 avions. L'effet de série est simple à caractériser du point de vue de la stratégie des entreprises : le modèle d'affaires civil des marchés de masse conduit à amortir les investissements de départ (R&D et outils de production) sur des séries longues qui permettent de réduire les coûts de production moyens et marginaux.

Pour ce qui concerne les structures de coût, l'analyse porte sur l'ensemble des éléments qui font partie de la fonction de production. Dans le marché de l'armement, les coûts non-récurrents sont importants (R&D, mise en place des outils de production, construction des compétences individuelles et collectives). La fixation des prix y renvoie plus à des considérations budgétaires qu'à des mécanismes proprement économiques, ce qui conduit d'ailleurs à raisonner sur la sélection des spécifications techniques du programme par rapport à l'enveloppe budgétaire disponible (processus de «design to cost»), en complément des aspects opérationnels (d'interopérabilité en particulier) et stratégiques (d'autonomie notamment) dans l'architecture des systèmes de force. Dans les marchés civils, le modèle d'affaires est structuré par l'analyse des coûts récurrents (tous les coûts fixes et variables). L'industriel analyse sa position sur le marché en comparant le prix de vente à son coût marginal de production, dans un contexte où la fixation des prix reflète les contraintes économiques vécues par les parties prenantes. Dans ce cadre, une entreprise qui propose des diversifications stratégiques analysera en réalité le décalage entre les prix et les structures de coûts dans les marchés sur lesquels elle veut entrer pour se diversifier. La décision de diversification reposera sur la compatibilité entre les structures de coûts et les prix de vente possibles sur le marché historique et le nouveau marché.

Au niveau des capacités-clés, l'entreprise va travailler sur l'ensemble des ressources organisationnelles, financières, technologiques et humaines qui lui permettent de générer un avantage compétitif sur le marché et, donc, de proposer une offre originale

(rare, difficile à imiter, non-substituable, robuste dans le temps). L'un des enjeux associés à ces capacités-clés concerne les compétences des équipes, à la fois dans les dimensions techniques et commerciales. Le ressort de la diversification repose sur l'utilisation de capacités-clés identiques ou facilement redéployables pour alimenter des débouchés différents, mais sans les dénaturer. L'objectif majeur est alors d'éviter tout impact négatif sur les structures de coûts. Lorsqu'au milieu des années 1960, Aérospatiale a utilisé une partie de ses capacités de production inutilisées pour produire des caravanes sous la marque Caravelair. Elle a tenté de redéployer des personnels hautement spécialisés en apportant dans ses ateliers un plan de charge hors de l'aéronautique, mais en reproduisant des procédés de fabrication de l'aéronautique. Après très peu d'années, cela a conduit Aérospatiale à vendre Caravelair et à délocaliser la production, car le coût de production et le prix de vente des caravanes étaient trop élevés. Le découplage des capacités-clés était patent : à fabriquer des caravanes, les compétences des chaudronniers de l'aéronautique étaient sous-employées, leur coût était trop élevé par rapport aux structures de coût et aux prix de vente du marché des caravanes et, de surcroît, leurs compétences n'étaient pas entretenues pour préserver leur ré-employabilité dans l'aéronautique.

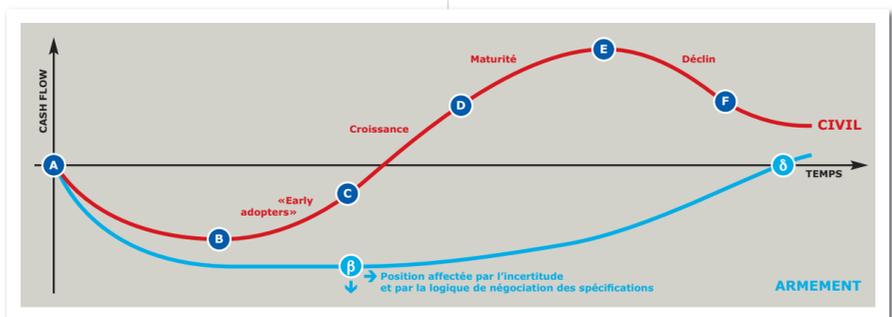
Au niveau des entreprises, le succès d'une stratégie de dualité privilégiée souvent une gestion de la diversification stratégique qui repose sur l'opportunité de trouver des débouchés qui valorisent les mêmes structures de production et de coûts, ainsi que les mêmes capacités-clés, pour des marchés différents.

POTENTIEL DE DUALITÉ ET BESOINS DE FINANCEMENT

Lorsqu'une entreprise se positionne sur un marché avec de nouveaux produits, elle doit mettre en relation les cycles de vie des produits et de la technologie, ainsi que sa stratégie de financement.

L'analyse des modèles d'affaires touche ici un point lié à la diffusion des produits et des technologies. Sur les marchés civils commerciaux, le client choisit en fonction de sa valeur d'usage. Cela conditionne la dynamique d'adoption de la technologie et, donc, la diffusion des produits. Certains segments de marché, comme par exemple les technologies de l'information, dépendent ainsi de l'appétence des acteurs et de leur capacité à s'approprier des usages concrets (ce qui variera fortement selon les activités des clients, ou de leurs âges). La logique de diffusion sera facile à comprendre à partir d'une courbe en S (figure 2). Elle différencie les «early adopters»<sup>1</sup> de la masse des consommateurs faciles à convaincre (mais réticents à remettre en cause leurs habitudes de comportements) ou des «laggards»<sup>2</sup>. Sur le graphique, ces éléments sont représentés sur la courbe qui représente les clients du marché civil.

Figure 2 : Cycles de vie de la technologie et des flux de trésorerie (cash flow)



Source : Valérie MÉRINDOL et David W. VERSAILLES

La dynamique de diffusion de la technologie traverse plusieurs phases. Ces phases ont un impact direct sur les contraintes de financement.

- ▶ Entre A et B : une phase d'investissement en R&D. L'entreprise doit couvrir un besoin de financement net car le produit et la technologie n'est pas encore mis sur le marché.
- ▶ Entre B et C : une réduction des besoins de financement car le produit rencontre les «early adopters». Leur demande va générer du chiffre d'affaires, mais le volume de clients ne permet pas de couvrir les divers coûts rencontrés dans les phases initiales de la vie du produit.

- ▶ À partir du point C, le produit est confronté à la majorité des consommateurs. Entre C et D, au moment où la courbe croise l'axe des abscisses, le point mort est passé : le chiffre d'affaires généré permet de couvrir l'ensemble des coûts initiaux du projet. Après le point mort, l'entreprise réalise des marges nettes positives sur le produit. Dans la progression vers les points D et E, le produit devient très demandé. Il matérialise l'image positive de l'entreprise auprès des consommateurs et génère beaucoup de trésorerie.

<sup>1</sup> «Adopteurs précoces», ou individus qui ont l'habitude d'acheter les nouveautés avant le grand public.  
<sup>2</sup> «Trainards», ou individus qui manifestent un attachement aux technologies plus anciennes et rechignent à acheter les nouveautés.

- ▶ À partir du point E, l'intérêt du projet commence à décliner et la technologie sera assez rapidement remplacée par la suivante. Le produit est progressivement diffusé vers l'ensemble des autres clients potentiels et des «laggards». Il devient très rentable et génère encore plus de trésorerie pour permettre les investissements à venir. Au-delà du point F, il devient trop cher à maintenir en catalogue.

Dans le domaine de la défense, le choix d'un système d'armes repose sur une valeur d'usage qui vise la supériorité opérationnelle mais la question de l'adoption de la technologie n'est pas liée à la décision isolée de consommateurs. Cette question est traitée dans les forces, à travers la mise en place d'une doctrine d'emploi du système d'armes et de programmes de formation. Les «early adopters» seront chargés de réfléchir à la mise en place et à la codification de la doctrine d'emploi après avoir, très souvent, contribué au processus d'innovation lui-même (c'est, par exemple, le rôle du Centre d'expériences aériennes militaires dans l'Armée de l'air). Dès que la technologie est mise en place dans les forces, tous l'utilisent. Elle ne suit pas une «courbe en S» similaire à celle qui est rencontrée sur les marchés commerciaux.

De plus, l'adoption de la technologie par les militaires ne dépend que de la livraison des systèmes aux forces, et donc en grande partie des contraintes budgétaires associées aux livraisons. Pour les programmes d'armement, la question de la trésorerie se pose donc de façon très différente par rapport au monde civil. Les flux de trésorerie dépendent entièrement des calendriers liés à la commande publique, dans le cadre de séries courtes. Idéalement, les enveloppes budgétaires sont alors calculées au plus juste par rapport aux spécifications et visent à atteindre le point mort (point  $\delta$  sur le graphique). Elles sont souvent renégociées lorsque des spécifications techniques supplémentaires sont introduites ou lorsque les phases de R&D ou de production coûtent plus que prévu. La possibilité de générer des recettes supplémentaires dépend souvent des ventes à l'export (d'où, sur la figure, la partie de la courbe qui va au-delà du point  $\delta$ ). Dans la comparaison entre les cycles de vie de la technologie et des financements, deux points doivent être encore singularisés. Dès que le programme visera des innovations importantes, le point  $\beta$  manifesterait un besoin de trésorerie fort (il sera bas sur l'axe des ordonnées) et un délai important par rapport au début du programme (il sera à droite sur la figure 2). Or, dans le monde de l'armement, les calendriers de succession des matériels majeurs imposent de gérer des ruptures plus importantes. Au contraire, le monde commercial civil gère toujours la succession des générations de matériels pour préserver le point B du graphique dans des niveaux de risque maîtrisables.

ADOPTION DE LA TECHNOLOGIE ET FINANCEMENT

L'analyse de la contrainte de financement sur le potentiel de dualité permet de dégager quatre configurations.

La première configuration concerne l'adaptation au monde civil d'un produit déjà développé dans le cadre de la défense. Dans les cas où les usages se ressemblent fortement, comme par exemple pour les usages du radar, le soutien des marchés publics (à la fois civils et militaires) permet de réaliser très vite des investissements en R&D et de préempter des parts de

marché dans les secteurs civils connexes (par exemple, dans le management du trafic aérien). Dans les cas où les usages convergent malgré des spécificités de milieu, faire porter le risque d'innover par les budgets publics permet de découpler les deux courbes de besoin de trésorerie : plus le financement de la partie militaire de la technologie est important, plus le besoin de financement sera faible pour la partie civile - et, donc, facile à associer à une démarche d'autofinancement ou à couvrir par une logique de retour sur investissement.

Le deuxième cas de figure concerne la transition symétrique, avec un produit qui va du monde civil vers la défense. Il implique d'adapter la technologie à un milieu donné, qui porte en lui-même ses propres contraintes d'usage. C'est le cas pour l'usage de tablettes informatiques ou d'écrans dans le monde aéronautique. Dans un cockpit d'A350 et d'A380, l'écran informatique ressemblera volontiers à celui qu'on trouve sur n'importe quel bureau mais la dalle de l'écran n'aura pas les mêmes propriétés physiques. Elle sera adaptée à une utilisation à des niveaux de pression atmosphérique et de température très différents de ceux que requiert le poste de travail d'un employé de bureau. Pour l'avion de transport militaire A400M, l'écran devra en plus résister à des taux de roulis de 35° par seconde et des angles d'incidence de 40°, ou des pentes qui vont jusqu'à 120° d'inclinaison. Ces situations induisent des contraintes physiques sur le matériel et la transposition directe d'un matériel civil dans un environnement militaire reste donc très rare. Elle requiert des adaptations et des développements originaux qui «durcissent» le matériel pour l'emploi dans un cadre opérationnel militaire. Ces spécifications génèrent des besoins de financement spécifiques très souvent irrécupérables sur un marché civil.

La troisième configuration concerne les situations de forte similarité apparente entre environnements civils et militaires, alors qu'en réalité les contraintes fonctionnelles (liées aux exigences du client) et non fonctionnelles (liées aux contraintes de l'environnement, comme l'environnement aéronautique par exemple) sont très différentes. Un cas emblématique concerne l'informatique embarquée de l'A400M par rapport à celle des avions de la gamme commerciale d'Airbus. Bien que les cockpits des appareils se ressemblent, les fonctions informatiques sous-jacentes sont différentes (le système informatique doit prévoir le ravitaillement en vol, l'activation de l'auto-protection de l'appareil ou l'assistance pour porter l'assaut, par exemple). Ainsi, un développement totalement nouveau est requis à cause du volume très supérieur des exigences fonctionnelles sur la version militaire et du niveau de complexité très supérieur autour de la fusion d'informations. Cet exemple montre que les besoins de financement couvrent des contenus très différents d'un avion à l'autre et que la recherche de synergie dans le domaine fonctionnel ne permet pas automatiquement d'atteindre une meilleure efficacité financière en matière de gestion du programme.

Le quatrième cas concerne les questions de certification, tout à fait prégnantes dans les environnements où l'attention à la sûreté de fonctionnement est primordiale. Par exemple, l'insertion d'un avion dans la circulation aérienne civile nécessite qu'il soit certifié par des autorités nationales (la DGAC du ministère des transports en France) et internationales (la FAA aux États-Unis ou l'AESA en Europe<sup>3</sup>).

<sup>3</sup> DGAC pour Direction de l'aviation civile, FAA pour Federal aviation administration, AESA pour Agence européenne de la sécurité aérienne.