

## MAINTIEN EN CONDITION OPERATIONNELLE (MCO) DES MATÉRIELS DE DÉFENSE : POUR UN CADRE D'ANALYSE ISSU DE L'ÉCONOMIE SPATIALE

La disponibilité des matériels de défense est une condition sine qua non de la capacité opérationnelle d'un pays notamment parce qu'il s'agit d'un paramètre clé lors d'une intervention militaire sur la scène internationale. Or, une « crise de disponibilité » affecte les matériels français depuis le début des années 2000 [Droff, 2013].

En articulant les impératifs techniques et économiques, le MCO vise à assurer la disponibilité des matériels avec un rapport efficacité/coût de soutien optimal après correction des effets de leur emploi, de leur vieillissement et des défauts constatés. Il s'agit donc d'une fonction stratégique visant à assurer un niveau acceptable de disponibilité sous contrainte de coût. C'est dans la perspective d'une meilleure compréhension des mécanismes sous-jacents que s'inscrit cette analyse, notamment en introduisant le facteur spatial. En partant d'un constat sur l'évolution des coûts des matériels de défense, cet article discute des enjeux posés par la réorganisation du MCO dans le but d'en améliorer l'efficacité. En se focalisant sur la dimension spatiale de la réorganisation du MCO, il propose une « grille de lecture » synthétique des principales forces en œuvre dans l'organisation spatiale de ces activités stratégiques pour la France.

### L'AUGMENTATION DES COÛTS DU MCO : MISE EN EVIDENCE ET FACTEURS EXPLICATIFS

Les crédits d'Entretien Programmé des Matériels (EPM) sont composés des dépenses en contrats avec les industriels, des achats de pièces de rechange et de la documentation. Ces crédits représentent environ 55 % des dépenses totales du MCO. La main-d'œuvre interne au ministère en représente quant à elle environ 40 % et les dépenses d'investissement et d'entretien des infrastructures environ 5 % [Cour des comptes, 2014]. Bien qu'imparfaits pour une étude du « coût complet » du MCO, l'analyse des crédits d'EPM permet néanmoins de dégager de grandes tendances.

Le coût du MCO a augmenté depuis le début des années 2000 et pèse de plus en plus sur le budget des armées. Entre 2003 et 2015, les crédits EPM en volume ont augmenté de 25 % (Figure 1). Ce constat est valable pour tous les matériels. Les matériels aéronautiques sont ceux qui consomment le plus de crédits, devant les matériels navals puis terrestres. Les parts des crédits EPM alloués aux matériels aéronautiques, navals et terrestres restent stables sur la période, soit respectivement 59 %, 29 % et 12 % des crédits EPM (dissuasion inclus). Cette tendance haussière se poursuit et la loi de programmation militaire 2014-2019 prévoit une augmentation annuelle de 4,3 % des crédits EPM en valeur [Marty et Recalde, 2015]. Toutefois, ce montant pourrait s'avérer insuffisant puisque les prévisions récentes montrent que les besoins pourraient s'élever à 4,1 milliards d'euros en valeur par an sur la période 2014-2019 [Cour des comptes, 2014]. Si on s'intéresse au poids du MCO dans le budget de la défense, l'EPM représentait au début des années 2000 un peu moins de 8 % du budget de la défense (hors pensions) contre environ 10 % en 2014. En se basant sur les prévisions de la LPM 2014-2019, cette part pourrait dépasser les 12,5 %. En prenant en compte le coût de la main-d'œuvre interne au MCO, un rapide calcul permet de voir que le MCO représente en 2015 plus de 17 % du budget de la défense (hors pensions) [Marty et Recalde, 2015].

L'auteur remercie tout particulièrement Renaud Bellais et Julien Malizard pour leurs commentaires sur les versions antérieures de cet article.



**Josselin DROFF**  
Docteur en sciences économiques  
Chercheur associé à l'ENSTA Bretagne

L'Observatoire Économique de la Défense diffuse le bulletin EcoDef par messagerie électronique (format pdf).

Si vous êtes intéressés par cette formule, veuillez adresser un 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)

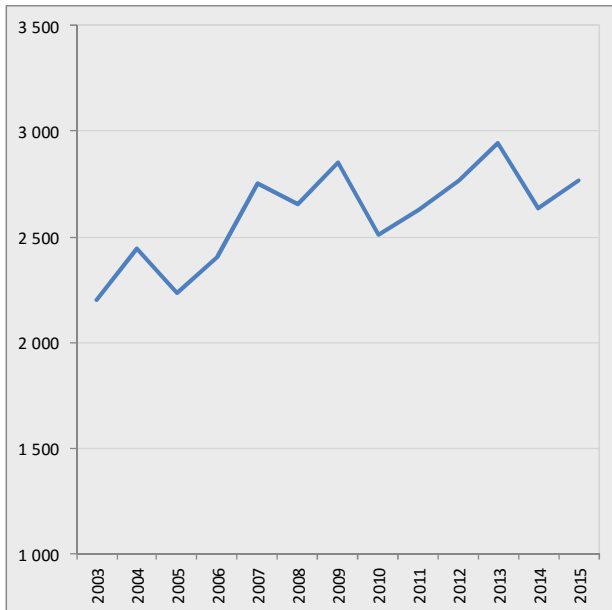
**Intranet :**  
[www.sga.defense.gouv.fr](http://www.sga.defense.gouv.fr)

ou simple demande à :

**SGA/Com au 09 88 68 62 39**

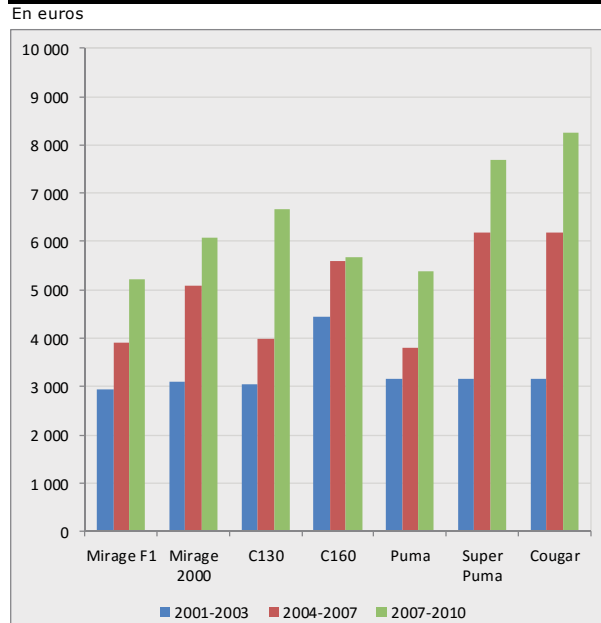


**Figure 1 : Crédits d'Entretien Programmé des Matériels (EPM)**  
Crédits de paiement en euros constants (2005)



Source : Josselin DROFF, données OED (2003-2013), Marty et Recalde (2015), p. 54.

**Figure 2 : Crédits d'Entretien Programmé des Matériels à l'heure de vol des aéronefs de l'armée de l'air**



Source : Josselin DROFF, d'après données SIMMAD.

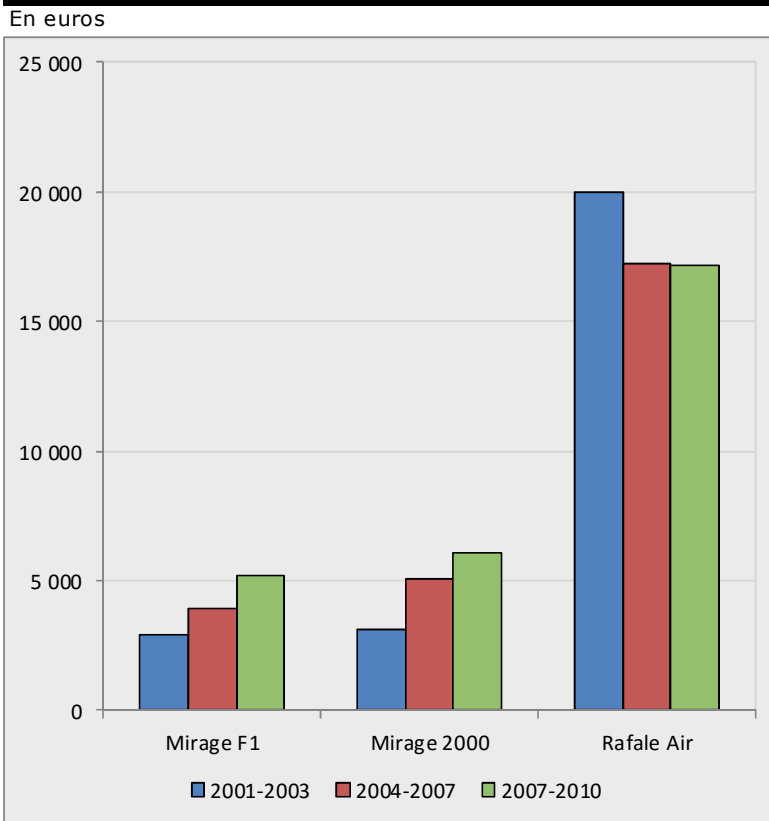
Concernant les plates-formes elles-mêmes, en France, selon la Direction générale de l'armement, les coûts de MCO se situeraient entre 35 % et 50 % du coût global de possession d'un matériel [Cour des comptes, 2013]. Les analystes britanniques et américains estiment parfois cette part à plus de 70 % pour certains matériels. Des variations dans les résultats peuvent être liées aux modalités de calcul des coûts. Néanmoins, deux faits ressortent des études sur le sujet : la part de la maintenance dans le coût global de possession d'un matériel est aujourd'hui relativement importante et elle a eu tendance à augmenter ces vingt dernières années (plus ou moins fortement selon les matériels). Nous pouvons regrouper les facteurs explicatifs de cette augmentation des coûts en trois catégories.

- Il y a d'abord **les facteurs liés au cycle de vie des matériels**. Le vieillissement et les obsolescences ainsi que les sollicitations importantes des matériels entraînent des besoins accrus en MCO. Certains matériels ont 30 ou 40 ans de service actif. Or, plusieurs études américaines montrent une augmentation des coûts et une baisse de la disponibilité lorsque l'âge des matériels augmente. D'autre part, les engagements de la France en Opérations extérieures (Opex) ont fortement augmenté sur la décennie 2000, ce qui accélère le vieillissement des matériels et entraîne des besoins accrus en MCO. Un moteur d'hélicoptère sera par exemple utilisé 3 000 heures dans des conditions nominales en métropole contre seulement 300 heures en Opex [Marty et Recalde, 2015]. Pour illustrer, considérons les évolutions de coût à l'heure de vol sur la décennie 2000 des principaux matériels aéronautiques « vieillissants » de l'armée de l'air. L'augmentation de ces coûts est expliquée non seulement par le cycle de vie des matériels (la maintenance d'équipements anciens étant plus exigeante que pour des matériels neufs), mais aussi par les engagements de la France en opérations extérieures (Opex) qui ont fortement augmenté sur la décennie 2000, ce qui accélère le vieillissement des matériels et entraîne des besoins accrus en MCO (**Figure 2**).

- Il y a ensuite **les facteurs générationnels**, chaque génération de matériel étant caractérisée par des sauts technologiques qui contribuent à leur tour à accroître les coûts de maintenance. En effet, ces derniers nécessitent une main-d'œuvre et des infrastructures spécifiques qui sont souvent très coûteuses. La part croissante de l'électronique, de l'informatique ou encore des matériaux composites peut ici être considérée comme un facteur explicatif. Ainsi, le coût à l'heure de vol en EPM du Rafale était en moyenne près de trois fois supérieur à celui d'un avion de combat d'une génération antérieure comme le Mirage 2000 ou le Mirage F1 (**Figure 3**). Cela n'exclut en rien que des baisses de coût puissent être observées au cours des cycles de vie des matériels pour une même génération de matériel (cf. **Figure 3** et les coûts à l'heure de vol du Rafale qui diminuent). Malgré l'absence de données aussi précises pour les matériels terrestres et navals, des évolutions de coûts similaires y sont observées [Lamour, 2011 ; Vinçon, 2001].

- Enfin, il convient de considérer **les réformes et les facteurs institutionnels**. Les réformes comme la professionnalisation des armées ou la restructuration des établissements industriels de défense ont engendré des « coûts de transition ». Par exemple, l'abandon de la conscription a joué un rôle dans l'augmentation du coût d'entretien et la baisse de la disponibilité des matériels dans l'armée de terre [Cour des comptes, 2004]. Ces marchés sont caractérisés par une intensité concurrentielle faible. En 2012 par exemple, plus de 85 % du volume des marchés notifiés en matière de MCO était passé sans mise en concurrence [Eckert et Launay, 2012]. De telles situations ont pu contribuer à la hausse des coûts.

**Figure 3 : Crédits d'Entretien Programmé des Matériels à l'heure de vol des avions de combat de l'armée de l'air**



Source : Josselin DROFF, d'après données SIMMAD.

Face à cette tendance haussière des coûts, de nouveaux outils de gestion et une réorganisation fonctionnelle ont été mis en place par le ministère de la défense : soutien logistique intégré, mise en place de contrats de partenariat visant la mise à disposition de capacités, recours à l'externalisation ou approche « par milieu » permettant de spécialiser les services en charge du MCO. Pour les matériels aéronautiques, il s'agit de la Structure Intégrée de Maintien en condition opérationnelle des Matériels Aéronautiques de la Défense (SIMMAD) en 2000 et du Service industriel de l'aéronautique (SIAé) en 2008. Pour les matériels terrestres, deux nouvelles structures ont été créées en 2010 : la Structure Intégrée du Maintien en condition opérationnelle des Matériels Terrestres (SIMMT) et le Service de la Maintenance Industrielle Terrestre (SMITer). Enfin, pour les matériels navals, le Service au Soutien de la Flotte (SSF) a été créé en 2000 et le Service Logistique de la Marine (SLM) en 2010. Ces réformes ont certes contribué à l'amélioration de la disponibilité depuis le début des années 2000, mais celle-ci demeure toujours à un niveau insuffisant [Cour des comptes, 2014]. De plus, le développement d'outils de comptabilité analytique plus poussée dans le MCO reste un enjeu majeur pour apprécier l'efficacité de ces réformes sur les coûts dont la maîtrise demeure incertaine [Cour des comptes, 2013, 2014].

La dimension spatiale n'a pas été nécessairement prise en compte dans les réformes de la défense sous l'angle de l'optimisation des coûts du MCO. Or, la fin de la guerre froide et de la conscription rendent le maintien d'une grande partie de l'organisation spatiale antérieure moins efficace. La question est donc de comprendre quels sont les paramètres dont il faut tenir compte pour repenser cette organisation spatiale.

## **UNE REORGANISATION SPATIALE DES ACTIVITES DE MCO POUR REpondre A L'AUGMENTATION DES COÛTS**

Dans les réformes du MCO, la question de la réorganisation spatiale est systématiquement évoquée. Celui se voit notamment lorsque le décideur public envisage des fermetures de sites de maintenance ou la densification d'autres sites en renforçant leur spécialisation relative. L'économie spatiale, en considérant l'espace comme un jeu de forces contradictoires, offre un cadre d'analyse pertinent pour aborder ces questions, car elle permet de comprendre quelles sont les forces centripètes favorisant la concentration spatiale des activités et quelles sont les forces centrifuges qui au contraire favorisent leur dispersion. L'analyse de ces paramètres doit permettre de contribuer à la réflexion sur les approches permettant à la fois de minimiser le coût du MCO tout en assurant un niveau acceptable de disponibilité des matériels.

Dans le cas du MCO, la mise en évidence de ces forces permet d'apporter des éléments de réponse aux questions suivantes : comment évolue la configuration spatiale du MCO ? Quels sont les paramètres qui influencent cette configuration spatiale ou devraient l'influencer ? La production de maintenance doit-elle être concentrée spatialement ou au contraire dispersée ? Pourquoi les activités économiques sont-elles localisées à tel endroit plutôt qu'à tel autre ?

• Dans les forces centripètes, nous trouvons les économies d'échelle, les économies de localisation et d'urbanisation ainsi que la géographie physique.

•• **Les économies d'échelle** sont particulièrement recherchées dans le MCO. La nature indivisible de certains facteurs de production est un élément d'explication à l'origine des économies d'échelle [Blaug, 1999]. Dans le MCO par exemple, il est impossible de n'utiliser que la moitié d'un banc d'essai ou d'un bassin de carénage. La division du travail est un autre facteur important d'économies d'échelle, notamment via la spécialisation de la main-d'œuvre qui est source de gains de productivité. De tels effets sont observables dans le MCO. Par exemple dans l'aéronautique, les sites du Service industriel de l'aéronautique tendent à être spécialisés par métiers dans le but explicite d'accroître la productivité des sites [Langlois, 1999]. Des phénomènes semblables sont observés dans le MCO terrestre ou naval. Enfin, une grande unité de production peut acquérir des facteurs de production à un coût plus faible du fait d'achat en grandes quantités. Ces économies ont aujourd'hui une importance notable via le regroupement d'équipements aux caractéristiques partagées au sein d'un même marché de MCO.

•• Les sources académiques montrent que l'agglomération est source d'externalités positives entre agents économiques. **Les économies de localisation** sont des économies externes à la firme mais internes à une industrie donnée (par exemple, l'industrie aéronautique). Ces économies sont liées à la taille de l'industrie. Les économies d'urbanisation sont quant à elles externes à la firme et externes à l'industrie à laquelle appartient la firme. Elles désignent les économies résultant de l'agglomération d'activités diverses et notamment celles produisant des effets inter-sectoriels au sein d'un espace donné. Elles sont liées à la dimension d'une agglomération (par exemple, une ville). Des mécanismes microéconomiques complémentaires de *sharing*, *matching* et *learning* permettent de mieux comprendre l'origine de ces économies d'agglomération [Duranton et Puga, 2004].

L'agglomération favorise tout d'abord **le partage** (*sharing*). La localisation sur un même site est un facteur de partage des indivisibilités entre agents d'un même secteur industriel dont les coûts individuels d'installation sont trop élevés, ce qui contribue à réduire les coûts individuels d'usage [Puga, 2010]. Parmi ces indivisibilités, on retrouve très fréquemment certains coûts fixes associés à la formation de la main-d'œuvre (par exemple des écoles spécialisées) ou aux infrastructures. Ce partage du coût des indivisibilités peut aussi se faire à l'échelle d'une ville. Des biens collectifs comme les infrastructures portuaires, les lignes à grande vitesse ou les aéroports peuvent alors être considérés comme des facteurs de production dans le MCO. Le partage du coût de ces indivisibilités entre des acteurs militaires ou civils peut aussi contribuer à réduire leur coût moyen. Le partage du coût des infrastructures des chantiers navals est ici intéressant à souligner (par exemple Saint-Nazaire). Ensuite, l'agglomération favorise le partage des fournisseurs. La présence au sein d'une localisation d'un grand nombre d'entreprises appartenant au même secteur d'activité permet d'accroître l'offre globale de biens et services intermédiaires. Lorsque ces derniers sont spécifiques, la proximité spatiale réduit les coûts de transaction. De plus, des activités civiles et militaires de MCO peuvent avoir des fournisseurs communs, notamment lorsque les matériels entretenus présentent un nombre important de caractéristiques identiques ou que de nombreuses tâches de MCO sont externalisées. Dans cette perspective duale, la localisation à proximité d'un vaste marché permet alors de bénéficier plus aisément de diverses activités très spécialisées (par exemple, le conseil juridique, l'expertise technique ou la recherche).

L'agglomération favorise ensuite **les appariements** (*matching*). Dans le MCO, le facteur temps est stratégique et les retards affectent la disponibilité des matériels. Le coût d'opportunité peut être élevé et la co-localisation permet de contenir ce coût. Les appariements peuvent se faire au niveau des fournisseurs, mais aussi sur le marché du travail. Dans le MCO, le temps nécessaire pour trouver et former une main-d'œuvre compétente comporte un coût d'opportunité important. Or, les possibilités de trouver une main-d'œuvre qualifiée et expérimentée sont plus grandes dans un lieu où se trouvent plusieurs établissements appartenant à la même industrie. La co-localisation peut donc réduire les temps d'embauche ou de mise en production, ce qui peut *in fine* contribuer à améliorer la réactivité du MCO et à réduire son coût. À l'échelle d'une agglomération dans son ensemble, le fait d'être localisé dans un bassin d'emploi plus grand et diversifié facilite le recrutement de travailleurs de tous types et de toutes qualifications, aussi bien dans des métiers purement spécialisés dans la maintenance (par exemple la mécanique, l'électronique, l'informatique) que dans des métiers « de soutien », mais néanmoins essentiels au fonctionnement du MCO (par exemple l'administration ou la gestion).

L'agglomération favorise enfin **l'apprentissage** (*learning*), à savoir des effets d'expérience, d'apprentissage et d'innovation favorisés par la diffusion de l'information et des connaissances au sein d'une agglomération. Parce qu'elle engendre des débordements d'information et de connaissance, l'agglomération favorise le partage d'information [Glaeser 1999]. Lorsque les informations ont un caractère tacite ou stratégique, la transmission de l'information requiert le face-à-face et les acteurs ont intérêt à se regrouper spatialement [Prager et Thisse, 2010]. Des études économiques montrent que cet argument est particulièrement important dans des activités « intenses en information » comme la finance ou les industries de haute technologie. Enfin, l'agglomération favorise l'accumulation des connaissances. Dans une perspective dynamique, le lieu où se regroupent les agents économiques devient en quelque sorte dépositaire des connaissances et surtout de l'expérience des agents vis-à-vis du processus de production. Cet aspect du *learning* est important dans la mesure où le MCO regroupe des activités mobilisant des savoirs et savoir-faire souvent complexes et tacites.

•• Enfin, si l'on s'intéresse à la question du lieu où s'effectuent les processus et aux choix initiaux de localisation, l'histoire et la géographie comptent plus que jamais. Les facteurs géographiques intrinsèques jouent alors un rôle déterminant dans la localisation des activités de MCO et leur agglomération. On retrouve ici les contraintes de l'accès à un littoral et à un port pour les matériels navals ou d'un espace au sol de taille suffisante pour accueillir une piste d'atterrissage pour les matériels aéronautiques.

Dans le MCO, ces facteurs géographiques intrinsèques sont toujours à considérer en association avec des facteurs géographico-stratégiques, à savoir des facteurs de localisation liés aux technologies de défense mobilisées et au territoire à défendre (notamment la taille du territoire et sa position relative par rapport à un ennemi avéré ou potentiel). Dans le secteur naval, du fait de leurs spécificités géographiques, les sites retenus pour l'accueil et l'entretien des matériels possèdent des avantages militaires reconnus (ex. de rades naturellement protégées). De ce point de vue, Brest, Lorient, Rochefort ou Toulon ont été des sites privilégiés pour l'implantation des activités navales militaires. Concernant les matériels terrestres, depuis la guerre franco-prussienne (1870-1871) et jusqu'à la fin de la guerre froide (1991), les unités prépositionnées au Nord et à l'Est de la France disposaient sur place de soutiens légers et moyens, tandis que les soutiens lourds étaient plutôt localisés dans le Centre et le Sud-Ouest du pays. Historiquement, il s'agit des dix arsenaux d'État de l'armée de terre. Pour l'aéronautique, dans une perspective historique, les performances des appareils et la menace identifiée à l'Est du pays imposaient le positionnement géographique des bases aériennes. Les implantations des bases aériennes montrent en effet que ces dernières étaient très concentrées dans le quart Nord-Est du pays. Concernant le MCO, on observe qu'aujourd'hui les Ateliers Industriels Aéronautiques (AIAé) sont surtout localisés dans la moitié Sud du pays et dans l'Ouest (le Nord-Ouest étant essentiellement dédié au MCO des matériels de l'aéronavale).

- Dans les forces centrifuges, nous trouvons les coûts liés à la distance avec les coûts de transport, le coût social opérationnel et les externalités négatives.

- Si nous considérons un lieu consommant du MCO (par exemple, une base militaire ou une unité militaire chargée de couvrir un territoire spécifique) distinct du lieu produisant le MCO, alors la distance entre les deux lieux va générer des **coûts de transport**. Ces derniers vont exercer une forme de « tyrannie de la distance » [Duranton, 1997]. Par exemple, les blindés lourds sont des matériels au coût de transport typiquement élevé, ce qui va limiter la concentration potentielle de leurs moyens de maintenance [Badellon, 2009]. Bien entendu, une intensification de la fréquence des échanges peut accroître le coût de transport et favoriser une dispersion spatiale du soutien. La situation sécuritaire compte et la fréquence des opérations de maintenance augmente à mesure que les opérations s'intensifient. Dans l'armée de terre par exemple, la projection de forces nécessite souvent l'implantation de moyens de maintenance à proximité du théâtre ou d'un nœud logistique. Mais la fréquence dépend aussi de la technologie. La fréquence des échanges peut augmenter lorsque les technologies mobilisées nécessitent des opérations de MCO plus répétées dans le temps. C'est notamment le cas des matériels les plus récents (Rafale ou Tigre par exemple) qui nécessitent des opérations de maintenance de moindre ampleur, mais plus nombreuses et répétées, qui peuvent amplifier les forces centrifuges.

- Une autre forme de coût joue fortement sur l'organisation spatiale des activités de défense. Pour les armées, la contrainte opérationnelle des matériels peut avoir plusieurs causes qui résultent d'états potentiels (par exemple l'état d'alerte, l'état d'entraînement ou l'état d'opération sur théâtre). La non-réalisation, réelle ou potentielle, d'un de ces états peut s'apparenter à un coût social qu'il est possible d'intégrer dans le raisonnement économique. Nous dirons que lorsque les armées ne peuvent pas remplir le contrat, il s'agit pour la société d'un **coût social opérationnel** (CSO), c'est-à-dire le coût d'une réelle ou potentielle non-intervention des forces. Au regard des critères sur lesquels sont jugées les armées dans l'exercice de leur mission, le CSO cherche à prendre en compte l'existence d'un dommage non-immédiat pour la Nation, lié notamment au fait que l'on puisse être en rupture de production de défense (par exemple parce qu'un matériel est indisponible). D'une certaine manière, plus les conséquences liées à une indisponibilité sont élevées, plus l'utilité sociale des armées est susceptible d'être affectée et plus le CSO sera élevé. Implanter rationnellement un centre de maintenance peut aussi consister à le rendre aussi accessible que possible pour les matériels qu'il dessert, ceci afin d'assurer une certaine disponibilité du matériel ou une proximité avec les lieux d'exercice ou les « théâtres ». Ce CSO entre un lieu de production de MCO et un lieu de consommation de MCO est supposé croissant en fonction de la distance. Donc, plus l'unité à desservir se situe loin de l'endroit où s'effectue la maintenance, plus le coût d'une potentielle non utilisation de l'unité est élevé. Le CSO amplifie ici les coûts liés à la distance et intervient comme perturbateur dans le jeu des forces décrites précédemment. Autrement dit, la dispersion en plusieurs lieux favorise l'opérationnalité, parfois au détriment d'économies d'agglomération potentielles.

- Enfin, d'autres forces centrifuges peuvent jouer et freiner la concentration spatiale. D'abord, la littérature montre que la concentration d'un nombre important d'agents économiques dans un lieu donné engendre des **externalités négatives** qui sont une « tyrannie de la proximité ».

Ces externalités peuvent être, par exemple, des effets d'encombrement, de congestion en matière de transport ou encore des formes de pollution. Elles peuvent avoir des effets contre-productifs dans les processus de production. Dans le MCO, il est tout à fait possible d'envisager que de tels effets puissent jouer comme un frein à la concentration spatiale. Par exemple, on peut très bien imaginer que, dans un contexte de menace forte et d'usage intensif des matériels, un grand centre de maintenance – optimal en période d'activité normale – soit victime d'effets d'encombrement, avec bien entendu des conséquences opérationnelles (retards, baisse de la disponibilité des matériels). Enfin, ce problème des externalités fait aussi écho à « l'acceptabilité sociale » des activités de maintenance. Une concentration excessive d'activités de MCO militaire peut engendrer un certain nombre de nuisances ou de pollutions diverses. Dans la chasse aérienne par exemple, les nuisances sonores sont parfois conséquentes pour les populations locales lorsque la taille des flottes dépasse un certain seuil. Enfin, pour les sites accueillants des activités de maintenance de matériels nucléaires (comme le porte-avions ou les sous-marins) sujettes à des risques majeurs, cette « acceptabilité sociale » peut jouer comme un frein à la concentration.



• La compréhension, la prise en compte et l'estimation des avantages et inconvénients liés à l'espace est au cœur des politiques d'organisation spatiale de la défense de la France et plus largement **d'une économie spatiale de la défense**. Au-delà des dimensions purement budgétaires fréquemment évoquées au travers de la hausse des crédits de maintenance, la réforme du MCO doit être fondée sur la prise en compte des critères spatiaux que nous avons évoqués. Nous pouvons alors proposer quelques principes généraux pouvant être utiles à la décision publique.

En matière de réforme du MCO, l'accent doit être mis sur la recherche d'économies d'échelle et de gamme lorsque cela est possible, celles-ci pouvant résulter notamment d'une réorganisation des activités par pôles (spécialisation) et d'une mutualisation de certaines parties du processus de maintenance avec l'industrie civile (dualité). Au même titre que l'exploitation des économies de localisation et d'urbanisation, la spécialisation territoriale est également une voie intéressante à explorer. L'étude des effets du regroupement des activités de MCO aéronautique récemment décidé autour de Bordeaux peut apporter un enseignement particulièrement utile pour la réorganisation du soutien des matériels navals ou terrestres.

S'agissant des effets d'agglomération, l'histoire industrielle et les spécialisations productives régionales peuvent aussi être des éléments particulièrement importants – voire déterminants – en matière de maîtrise des coûts du MCO et d'amélioration de la disponibilité des matériels. Or, une analyse géographique ou spatiale souligne que les implantations militaires ne sont pas suffisamment inscrites dans les territoires dans lesquelles elles sont localisées. Améliorer l'inscription des activités militaires dans les territoires, en particulier dans leurs dimensions industrielles, peut contribuer à développer des synergies mutuellement profitables.

Concernant les effets de la distance, notre cadre d'analyse met l'accent sur l'importance des coûts qui en résultent. Aussi, toute réorganisation spatiale des activités de MCO mérite-t-elle d'être accompagnée d'une réorganisation en profondeur des sites consommateurs de MCO dans le but de réduire les coûts de transports et le coût social opérationnel.

Mobilisable dans le cadre des réorganisations nationales du soutien, le cadre d'analyse général que nous proposons apporte aussi une vision nouvelle pour la compréhension des coopérations multinationales de défense. En effet, compte tenu de l'importance des coûts fixes dans l'entretien de certains matériels et de l'existence de flottes de petite, voire de très petite taille pour certains équipements par pays, il est fortement probable qu'aujourd'hui, la bonne échelle d'organisation est parfois non plus nationale, mais entre plusieurs pays [Droff et Bellais, 2014]. Outre la concentration spatiale, les effets de spécialisation (par exemple, par type de tâches entre des pays ayant les mêmes besoins) peuvent contribuer à l'optimisation du MCO.

#### Annexe 1 : Disponibilité des unités de la flotte

Type de matériel	Nombre de matériels en service	Taux de disponibilité technique* en %	Age moyen des matériels (années)	Coût de l'EPM en 2014
	Au 31/12/2014	Sur la durée de l'année 2014	Au 31/12/2014	Crédits de paiements en Mos d'euros
SNA	6	46,2	27	196,0
SNLE-NG	4	-	-	305,0
Porte-avions**	1	73,7	14	75,9
Bâtiment de projection et de commandement (BPC)	3	83,8	6	23,6
Transport de chalands de débarquement (TCD)	1	85,4	16	
Frégate Horizon	2	63,4	4	11,1
Frégate Multimissions	1	75,5	1	13,5
Frégate anti-sous-marine type F70ASM	5	89	29	35,1
Frégate antiaérienne type F70AA	2	74,8	25	26,7
Frégate La Fayette	5	84,7	17	34,9
Frégate de surveillance	6	77,5	22	43,1
Patrouilleur de haute mer	9	66,9	32	11,4
Patrouilleur type P400	4	62,3	28	-
Patrouilleur de service public type OPV54	3	75	17	-
Patrouilleur hauturier L'Adroit	1	15	3	-
Chasseur de mines tripartite	11	74,3	28	25,5
Pétrolier ravitailleur	4	91,3	30	-

\* Un bâtiment est « disponible techniquement » s'il n'est ni en arrêt technique programmé, ni indisponible pour aléas.

\*\* Hors MCO des coeurs et ingénierie des chaufferies, systèmes d'autodéfense et turbines à gaz

## REFERENCES

- BADELLON J.P., 2009, « Doit-on abandonner les chars ? », Revue Mines Ingénieurs, 442.
- BLAUG M., 1999, La pensée économique, 5<sup>ème</sup> édition, Economica, 950 p.
- COUR DES COMPTES, 2004, « Le maintien en condition opérationnelle des matériels des armées », Cour des comptes.
- COUR DES COMPTES, 2013, « Les achats de maintenance du ministère de la défense : un fort potentiel d'économies », Rapport public annuel 2013, Paris.
- COUR DES COMPTES, 2014, « Le maintien en condition opérationnelle des matériels militaires : des efforts à poursuivre », Rapport public thématique.
- DROFF J., 2013, Le facteur spatial en économie de la défense: application au Maintien en Condition Opérationnelle (MCO) des matériels de défense, Thèse pour le doctorat en sciences économiques, Brest, Université de Bretagne Occidentale / ENSTA Bretagne, 448 p..
- DROFF J., BELLAIS R., 2014, « Fleet management in European integration: The case of military helicopters support », International Conference « The future of the European defense industry at stake », Grenoble, France, 6-7th November.
- DURANTON G., 1997, « La nouvelle économie géographique: agglomération et dispersion », Économie et Prévision, 131, 5, pp. 1-24.
- DURANTON G., PUGA D., 2004, « Micro-Foundations of urban agglomeration economies », dans Handbook of Regional and Urban Economics, Amsterdam: North-Holland, pp. 2063-2117.
- ECKERT C., LAUNAY J., 2012, « Rapport n° 251 au nom de la commission des finances, de l'économie générale et du contrôle budgétaire sur le projet de loi de finances pour 2013 (n° 235) », 251, Assemblée Nationale.
- GLAESER E.L., 1999, « Learning in Cities », Journal of Urban Economics, 46, 2, pp. 254-277.
- LAMOUR M., 2011, « Rapport N° 3809 sur le projet de loi de finances pour 2012 (n° 3775), Tome V, Défense, Préparation et emploi des forces armées, Marine », 3809, Assemblée Nationale.
- LANGLOIS Y. (IGA), 1999, « Le SMA: de l'arsenal à l'entreprise », L'Armement, 66, pp. 59-64.
- MARTY A., RECALDE M., 2015, « Rapport d'information en conclusion des travaux d'une mission d'information sur les conséquences du rythme des opérations extérieures sur le maintien en condition opérationnelle des matériels », Rapport d'information, 3323, Assemblée Nationale.
- PRAGER J.-C., THISSE J.-F., 2010, Économie géographique du développement, La Découverte, (Repères)
- PUGA D., 2010, « The Magnitude and causes of agglomeration economies », Journal of Regional Science, 50, 1, pp. 203-219.
- VINÇON S., 2001, « Rapport N° 90 au nom de la commission des Affaires étrangères, de la défense et des forces armées sur le projet de loi de finances pour 2002, Tome VI, Défense-Forces terrestres », Sénat.

### Annexe 2 : Disponibilité des aéronefs

Type de matériel	Nombre de matériels en service	Taux de disponibilité en %	Âge moyen des matériels (années)	Coût de l'EPM en 2014
	Au 31/12/2014	Sur la durée de l'année 2014	Au 31/12/2014	Crédits de paiements en Mos d'euros
Rafale	93	47,7	5,8	226,4
Mirage 2000 D	73	38,7	17,8	-
Mirage 2000-5	29	37,5	25,9	-
Mirage 2000 C	15	46,3	22,3	293,5
Mirage 2000 B	7	41,7	22,5	-
Mirage 2000 N	29	*	24,0	-
Mirage F1	(1)	(1)	(1)	20,3
C 130	14	28,8	28,0	40,8
C 160 AG-NG	28	40,1	35,6	121,1
C 160 Gabriel	2	36,8	25,8	-
CN 235 Casa	27	55,6	12,6	26,0
KC 135	14	*	51,6	52,2
E3 F Awacs	4	46,7	24,1	43,4
Alphajet	136 (2)	40,8	32,8	160,4
Xingu	23	(3)	31,7	11,3
TBM 700	15	62,2	19,2	2,5
Drone SIDM	4	60,7	5,7	28,4
Drone Reaper	2	86,3	1,6	2,4
Alouette III	21	36,4	42,0	16,7
Gazelle	124	44,8	28,0	42,9
Fennec	58	42,4	23,0	25,7
Tigre	44	17,4	6,0	82,4
Cougar	28	14,5	24,0	28,9
Puma et Super Puma	120	34	40,0	107,9
EC 725 Caracal	19	35,9	7,0	53,1
Dauphin et Panther	27	49,5	20,0	33,2
Lynx	20	22,9	34,0	29,3
NH90 NFH Caiman	13	33,7	3,0	26,0
NH90 TTH Caiman	13	53	1,0	30,0

(1) Les Mirage F1 ont été retirés du service le 14 juillet 2014.

(2) Dont 29 Alphajet belges.

(3) La flotte des Xingu a été externalisée en 2013 dans le cadre d'un contrat qui ne prévoit pas le suivi du taux de disponibilité de ces aéronefs.

(4) Les deux drones Reaper acquis par la France en 2013 sont entrés en service au cours de l'année 2014.

\* donnée classifiée

### Annexe 3 : Disponibilité des matériels terrestres en 2014

Type de matériel	Nombre de matériels en service	Taux de disponibilité en %	Âge moyen des matériels	Coût de l'EPM en 2014
	Au 31/12/2014	Sur la durée de l'année 2014	Années	Crédits de paiements en Mos d'euros
PVP (petits véhicules protégés)	1 183	52	5	6,3
VBL - VB2L (véhicules blindés légers)	1 470	57	16	21,0
VHM (véhicules haute mobilité)	53	76	4	1,9
Chars LECLERC	226	74	10	77,3
AMX 10 RCR	248	48	30	14,5
VAB (véhicules de l'avant blindé)	3 034	55	31	72,4
VBCI (véhicules blindés de combat d'infanterie)	604	75	5	23,0
Mortiers 120 mm	140	non suivi	41	0,3
Canons CAESAR	77	72	6	2,2
SDTI (systèmes de drones tactiques intérimaires)	20	55	7	0,6



Le colloque d'économie de Défense 2015 sur le thème « *Les industries de Défense face aux enjeux internationaux* » s'est tenu mercredi 16 décembre 2015 à l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne. A l'occasion de cet événement co-organisé par l'Observatoire Économique de la Défense et la chaire économie de défense, le directeur des affaires financières a remis le prix d'économie de la Défense 2015 à M. Josselin Droff pour sa thèse doctorale intitulée « Le facteur spatial en économie de la défense : application au maintien en condition opérationnelle des matériels de défense » soutenue à l'Université de Bretagne Occidentale (février 2014). Ce prix récompense une thèse, un travail scientifique ou un mémoire universitaire de Master ou de Doctorat dédié à l'Économie de la Défense.

Le jury, présidé par M. l'administrateur général Hugues BIED-CHARRETON, directeur des affaires financières était composé de :

- M. l'ingénieur général de l'armement Christophe FOURNIER, direction générale de l'armement, directeur des plans, des programmes et du budget ;
- M. le général de division Gilles LILLO, état-major des armées, chef de la division plans - programmes - évaluation ;
- M. Guillaume SCHLUMBERGER, direction générale des relations internationales et de la stratégie, directeur de la stratégie de défense, prospective et contre-prolifération ;
- M. le Professeur Claude MÉNARD, Université Paris I Panthéon-Sorbonne ;
- M. le directeur de recherche du CNRS Thierry KIRAT, Université Paris IX Dauphine.

## DERNIERS ECODEF PARUS

- Les dépenses de R&D de la Base Industrielle et Technologique de Défense : une évaluation par le Crédit Impôt Recherche - EcoDef Statistiques n°74, novembre 2015
- Les entreprises fournisseurs de la Défense en 2014 - EcoDef Statistiques n°75, janvier 2016

## A PARAÎTRE

- Evolution des effectifs civils et militaires du ministère de la Défense - EcoDef Statistiques

### Observatoire Économique de la Défense (SGA/DAF/OED)

Balard parcelle Ouest  
60 Boulevard du Général Martial Valin • CS 21623 • 75509 Paris CEDEX 15  
Directeur de la publication : Hugues Bied-Charreton  
Rédacteur en chef : Christian Calzada  
Pour vous abonner > Mél : [daf.oed.fct@intradef.gouv.fr](mailto:daf.oed.fct@intradef.gouv.fr)

Impression > SGA/SPAC/SDTIR/BPGSI/PGP  
IISN 1293-4348