



HAL
open science

L'internationalisation des chaînes de valeur dans l'industrie de défense : le cas du naval

Paul Hérault

► **To cite this version:**

Paul Hérault. L'internationalisation des chaînes de valeur dans l'industrie de défense : le cas du naval. Economies et finances. Université Paris sciences et lettres, 2018. Français. NNT : 2018PSLED005 . tel-03959065

HAL Id: tel-03959065

<https://theses.hal.science/tel-03959065>

Submitted on 27 Jan 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

THÈSE DE DOCTORAT

de l'Université de recherche Paris Sciences et Lettres
PSL Research University

Préparée à l'Université Paris-Dauphine

L'internationalisation des chaînes de valeur dans l'industrie
de défense : le cas du naval

École Doctorale de Dauphine — ED 543

Spécialité Sciences économiques

COMPOSITION DU JURY :

M. Jean-Marc SIROEN
Université Paris-Dauphine
Directeur de thèse

Mme Stéphanie DAMERON
Université Paris-Dauphine
Présidente du jury

Mme Marianne GUILLE
Université Paris II - Panthéon-Assas
Rapporteure

M. Damien TALBOT
Université de Clermont Auvergne
Rapporteur

M. Jean BELIN
Université de Bordeaux
Membre du jury

M. Pierre JEANNIN
Agence des Participations de l'Etat
Membre du jury

Soutenue le 13.02.2018
par Paul HÉRAULT

Dirigée par Jean-Marc SIROEN

Version finale



REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier mes supérieurs successifs à la Direction de la Stratégie de NAVAL GROUP (ex-DCNS) : particulièrement Andreas Loewenstein qui fut à l'initiative de ce projet de convention CIFRE sur l'internationalisation de l'industrie navale de défense et André Chérière qui a accompagné avec beaucoup d'attention et de bienveillance le début de mes recherches et mon immersion dans le groupe, puis Laurence Mégard et enfin Laure-Agnès Lernout pour sa relecture attentive et Guillaume Rochard. Je remercie aussi Bernard Huet, conseiller spécial du Président-Directeur Général pour ses relectures et critiques constructives.

Je remercie également mon directeur de thèse, Jean-Marc Siroen, pour son soutien lors de la mise en place du projet de thèse CIFRE, ainsi que pour ses conseils avisés pendant ces six longues années de thèse.

Je remercie aussi les rapporteurs et membres du jury de soutenance qui ont accepté de se pencher sur une thèse au croisement de l'économie internationale, de l'économie industrielle et des sciences de gestion. J'espère avoir réussi à transmettre un peu de l'intérêt et du plaisir que j'ai eu à étudier une filière industrielle souvent méconnue et au cœur de mutations économiques, technologiques et géopolitiques dont l'analyse est à la fois stimulante du point de vue de la recherche et nécessaire au vu des enjeux stratégiques qu'elle soulève. Je remercie tout particulièrement Jean Belin, présent dès la pré-soutenance et dont les commentaires et conseils m'ont été très utiles.

Je tiens également à remercier très chaleureusement les nombreux collègues de NAVAL GROUP sollicités pour mes recherches. Cette thèse doit beaucoup à leur disponibilité, à leurs connaissances et compétences, aussi bien techniques, industrielles que militaires. Elle doit aussi beaucoup à leurs talents de pédagogues et à leur passion communicative. Je remercie particulièrement celles et ceux qui m'ont accueilli lors de ma découverte des différents sites, spécifiquement à Lorient où j'ai pu me familiariser avec les métiers du Groupe, lors d'une semaine de découverte au contact des équipes des offres, de l'ingénierie, de la direction industrielle, de la direction du programme FREMM. Je remercie chaleureusement Bruno Richebé et Vincent Larnaudie-Eiffel pour leur relecture, leurs commentaires précis et leurs explications nombreuses sur les SNLE, la dissuasion, ainsi que Jérôme Pénicaud pour la partie consacrée au programme Scorpène Inde.

Last but not least, je remercie Mathilde, mon épouse, qui a toléré que cette thèse s'achève sur mon temps personnel – et donc familial – à l'issue de la convention CIFRE. Sans ces longues heures de travail en soirée, les week-ends et pendant les vacances, cette thèse





n'aurait jamais abouti. Je la remercie également de sa précieuse et attentive relecture *orthographique* !

Bien qu'ayant bénéficié de contributions aussi diverses qu'expertes, il est probable que ce travail recèle encore des erreurs. Celles-ci restent de la seule responsabilité de l'auteur qui au bout de six ans de labeur, ne put envisager que sa thèse atteigne l'âge de raison.





TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	3
TABLE DES MATIERES.....	5
ACRONYMES	7
INTRODUCTION	11
1. L'autonomie de l'industrie de défense à l'heure de l'internationalisation des chaînes de valeur.....	11
2. Des évolutions majeures qui favorisent l'internationalisation des industries de défense	15
3. Internationalisation des chaînes de valeur et « banalisation » des industries de défense ?	19
4. Structuration de la réflexion	24
1. CONCEPTS ET OUTILS MOBILISES POUR ANALYSER L'INTERNATIONALISATION DES CHAINES DE VALEUR.....	27
1. 1. L'internationalisation des chaînes de valeur : définitions, processus et enjeux	29
1. 1. 1. L'internationalisation des chaînes de valeur en commerce international... 29	
1. 1. 2. La chaîne de valeur en sciences de gestion..... 48	
1. 1. 3. Internationalisation des chaînes de valeur et architecture-produit..... 56	
1. 2. Méthodes d'évaluation de l'internationalisation des chaînes de valeur	67
1. 2. 1. Estimations macroéconomiques de l'internationalisation des chaînes de valeur	67
1. 2. 2. Etudes de cas ciblées sur un produit..... 74	
1. 2. 3. Quelle(s) méthode(s) pour analyser l'internationalisation des chaînes de valeur dans l'industrie de défense	78
1. 3. Caractérisation des chaînes de valeur du naval de défense	84
1. 3. 1. Les navires militaires : diversité, complexité, et structure de coûts	85
1. 3. 2. Phases et tâches de la chaîne de valeur d'un navire armé	90
1. 3. 3. Une structuration de la chaîne de valeur variable selon les produits, les programmes et les pays	101
2. ESTIMATIONS DE L'INTERNATIONALISATION DES CHAINES DE VALEUR DANS L'INDUSTRIE NAVALE DE DEFENSE FRANCAISE.....	123
2. 1. Les sous-marins nucléaires lanceurs d'engins (SNLE) : une production « made in France »	124
2. 1. 1. Présentation générale..... 125	
2. 1. 2. Une chaîne de valeur structurée autour d'industriels nationaux..... 129	
2. 1. 3. Estimation quantitative : des SNLE « made in France » à plus de 90%.. 134	
2. 2. L'internationalisation de programmes français de bâtiments de surface via les coopérations européennes.....	144
2. 2. 1. Les fréquences Horizon..... 144	
2. 2. 2. Les fréquences FREMM (anti-sous-marines)..... 146	
2. 3. Estimation de l'internationalisation de l'industrie navale française à partir de l'entreprise NAVAL GROUP	150
2. 3. 1. Présentation générale..... 150	
2. 3. 2. Méthode..... 155	
2. 3. 3. Résultats..... 158	





3. DES POLITIQUES D'ACQUISITION QUI RENFORCENT L'INTERNATIONALISATION DES CHAINES DE VALEUR	165
3. 1. Les programmes « Export » : exportation ou internationalisation ?	166
3. 1. 1. Des exigences croissantes en compensations (offsets)	166
3. 1. 2. Les compensations contractées par les entreprises américaines	172
3. 2. De l'exportation à l'indigénisation : le cas du programme de sous-marins Scorpène Inde.....	182
3. 2. 1. Présentation générale du programme	182
3. 2. 2. Une chaîne de valeur fragmentée et internationalisée	186
3. 2. 3. Une internationalisation qui induit une réorganisation de la chaîne de valeur.....	195
3. 3. Un programme australien internationalisé : les destroyers anti-aériens de la classe Hobart.....	201
3. 3. 1. Présentation du programme	201
3. 3. 2. Une chaîne de valeur fragmentée	203
3. 3. 3. Une chaîne de valeur internationalisée	206
4. DES DYNAMIQUES TECHNOLOGIQUES ET INDUSTRIELLES QUI ACCROISSENT L'INTERNATIONALISATION DES CHAINES DE VALEUR	215
4. 1. Des stratégies d'entreprise qui influencent l'internationalisation des chaînes de valeur.....	216
4. 1. 1. BAE SYSTEMS : un groupe multidomestique.....	216
4. 1. 2. DAMEN : un groupe transnational.....	222
4. 2. L'intégration croissante de composants et équipements aux chaînes de valeur internationalisées	228
4. 2. 1. Le recours croissant à des composants civils	228
4. 2. 2. L'internationalisation des approvisionnements en composants électroniques : exemples de programmes militaires américains	235
4. 2. 3. Conclusions.....	240
4. 3. La modularité : facteur de fragmentation et d'internationalisation des chaînes de valeur navales	244
4. 3. 1. La modularité dans l'industrie navale	245
4. 3. 2. Atouts et limites de la modularité	252
4. 3. 3. Modularité et internationalisation des chaînes de valeur navales de défense.....	260
CONCLUSION	277
1. Le degré d'internationalisation des chaînes de valeur du naval de défense français varie fortement d'un programme à l'autre	277
2. L'internationalisation des chaînes de valeur navales militaires est structurée par l'évolution des politiques d'acquisition, des technologies et des stratégies d'entreprise.....	280
3. L'internationalisation des chaînes de valeur d'armements présente de nombreuses similitudes avec celle de produits civils.....	285
4. L'internationalisation des chaînes de valeur se heurte néanmoins à certaines spécificités de l'industrie de défense.....	289
5. L'internationalisation des chaînes de valeur navales de défense conduit à un repositionnement des firmes et une redefinition des produits	295
SYNTHESE ET REFLEXIONS PROSPECTIVES	303
ANNEXE : EVOLUTION DES MARCHES DE DEFENSE.....	313
BIBLIOGRAPHIE.....	321





ACRONYMES

AIP	<i>Air Independant Propulsion</i>
BPC	Bâtiment de Projection et Commandement
BITD	Base Industrielle et Technologique de Défense
CMS	<i>Combat Management System</i>
CVM	Chaîne de Valeur Mondiale
FOC	<i>First of Class</i> (premier navire de la classe)
FREMM	Frégate Européenne Multi-Missions
IDE	Investissement Direct Etranger
IPER	Indisponibilité Périodique pour Entretien et Réparation
IPMS	Integrated Platform Management System
MCO	Maintien en Condition Opérationnelle
MDL	Mazagon Docks Limited
OCDE	Organisation pour la Coopération et le Développement Economique
OMC	Organisation Mondiale du Commerce
SNA	Sous-marin Nucléaire d'Attaque
SNLE	Sous-marin Nucléaire Lanceur d'Engin
TKMS	Thyssenkrupp Marine Systems







Ce travail est dédié aux cols blancs et cols bleus, qui ont fait les succès de l'industrie navale française et dont la vigilance et l'inventivité restent aujourd'hui indispensables à la pérennité et à la vitalité d'une filière stratégique pour la souveraineté de la France et un jour peut-être, pour une Europe puissante.







INTRODUCTION

1. L'AUTONOMIE DE L'INDUSTRIE DE DEFENSE A L'HEURE DE L'INTERNATIONALISATION DES CHAINES DE VALEUR

L'internationalisation des chaînes de valeur : une évolution profonde des processus productifs

Depuis plusieurs années, les chaînes de valeur mondiales (dénommées *Global Value Chains* en anglais), font l'objet de nombreuses recherches à la fois pour mieux décrire et pour mieux quantifier ce phénomène qui traduit une nouvelle forme de mondialisation des échanges. L'internationalisation des chaînes de valeur mondiales correspond à une nouvelle division internationale des processus productifs (DIPP) et repose sur plusieurs tendances à la fois distinctes et interdépendantes : désintégration dite « verticale », spécialisation accrue des acteurs et des territoires sur certaines tâches, accroissement des échanges internationaux de biens et services intermédiaires (notamment par le biais du commerce intra-firme), part croissante de services incorporés dans la production de biens manufacturés¹.

Cette division internationale des processus productifs a été illustrée par plusieurs études de cas devenues célèbres, notamment dans le domaine de l'informatique et des communications avec les produits de la firme APPLE, comme en témoignent les différents travaux de LINDEN G., DEDRICK J., KRAEMER K. L. ainsi que ceux d'organisations internationales comme l'OCDE ou l'OMC.² Compte tenu de ces évolutions du commerce international, de plus en plus de produits peuvent être qualifiés de « *made in World* » pour reprendre les mots de Pascal LAMY (2010).

Outre la compréhension du processus d'internationalisation des chaînes de valeur, un des enjeux majeurs consiste à en améliorer la quantification. Il s'agit plus particulièrement de mesurer le commerce international en fonction de la valeur ajoutée créée dans chaque Etat, et non plus uniquement en fonction de la valeur brute des échanges, dans la mesure où celle-ci incorpore souvent de nombreux intrants importés de l'étranger. La part importante des consommations intermédiaires tend en effet à surestimer la valeur nationale des exportations, particulièrement pour les pays en fin de chaîne où sont réalisées des tâches d'assemblage final à partir de consommations intermédiaires importées. C'est notamment

¹ Ce processus est parfois qualifié de « servicification ». Nous reviendrons en détail sur ces différents processus dans la première partie.

² A titre d'exemples : OCDE (2007), OCDE (2013) p.13 ; ESCAITH, INOMATA (Ed.), (2011), p. 105





le cas de la Chine dont les zones franches et autres *Export Processing Zones* ont stimulé le développement des exportations à partir d'importations de composants étrangers.¹

Cette nouvelle division internationale du travail repose fortement sur la désintégration dite verticale et la fragmentation des chaînes de valeur qui traduisent la spécialisation des entreprises sur des segments de chaînes plus circonscrits voire sur des tâches spécifiques, au point que les échanges mondiaux seraient moins définis par un commerce de *biens* ou « *trade in goods* » que par un commerce de *tâches* ou « *trade in tasks* », selon l'expression de G. M. GROSSMAN et E. ROSSI-HANSBERG (2008). Ainsi, l'étude des chaînes de valeur mondiales nécessite d'appréhender à la fois des phénomènes macroéconomiques et micro-économiques.

En effet, les stratégies des entreprises jouent un rôle majeur, tant à travers la définition de leur positionnement dans la chaîne de valeur, i.e. leur choix de faire ou faire faire, que par le choix de leur stratégie d'internationalisation et leur mode d'implantation à l'étranger (où localiser les activités de l'entreprise, à quelle échelle envisager la sélection des fournisseurs et sous-traitants ?)

Aussi déterminantes que soient les stratégies d'entreprises, celles-ci ne peuvent pour autant s'abstraire ou faire oublier l'importance d'évolutions macroéconomiques globales : baisse des tarifs douaniers, diminution des coûts et temps de transport et de communication contribuant à réduire les coûts de transaction des échanges internationaux (OCDE, 2013).²

Par ailleurs, ces processus de désintégration et de fragmentation des chaînes de valeur nécessitent de s'interroger sur la « sécabilité » de ces chaînes. A partir du moment où l'on considère que la transformation du commerce international s'oriente vers un commerce de tâches, ne faut-il pas s'interroger à la fois sur ce qui rend ces tâches séparables entre elles et aussi sur ce qui les rend distribuables entre plusieurs localisations et/ou entre plusieurs entreprises ? Dans une réflexion de nature économique, ne doit-on pas également s'interroger sur les conditions qui rendent cette fragmentation et cette internationalisation plus performantes et plus économes en ressources : dans quelle mesure et sous quelles conditions le surcoût engendré par la coordination de tâches effectuées par des entités distinctes et dans des pays différents est-il compensé par le gain issu de la spécialisation

1 Pour plus de précisions sur la notion de commerce en valeur ajoutée et pour accéder aux études et à la base de données de l'OCDE et de l'OMC : <http://www.oecd.org/sti/ind/measuringtradeinvalue-addedanoecd-wtojointinitiative.htm> (22 juillet 2014)

Voir à cet égard notamment : <http://www.oecd.org/fr/sti/ind/38558122.pdf>

² Page 11 et suivantes.





des acteurs et des territoires ? (R. BALDWIN, 2013). Ce travail cherchera plus particulièrement à approfondir cette question de la fragmentation des tâches en tenant compte des facteurs techniques, organisationnels, cognitifs et humains. Dans cette perspective, les recherches conduites sur la *modularité* seront particulièrement utiles dans la mesure où elles permettent de distinguer et structurer l'articulation entre l'architecture des produits et l'architecture de l'organisation industrielle qui les produit en s'appuyant notamment sur une caractérisation des différentes natures d'interfaces (K. ULRICH, 1995 ; T. J. STURGEON, 2002 ; V. FRIGANT, 2013).

La compréhension de ces différents processus caractéristiques de l'internationalisation des chaînes de valeur nécessite donc de mobiliser une littérature assez large empruntant aussi bien à l'économie du commerce international qu'à l'économie industrielle et aux sciences de gestion pour la stratégie d'entreprise. En effet, la question de la désintégration verticale et celle du commerce intra-firme posent aussi la question de l'évolution du périmètre des firmes (notamment à travers l'économie des coûts de transaction), de l'organisation des relations entre acteurs tout au long de la chaîne de valeur, ainsi que des stratégies d'internationalisation. Nous reviendrons sur ces différents apports théoriques dans la partie 1.

L'internationalisation des chaînes de valeur dans l'industrie de défense

Comme nous l'avons évoqué, de nombreuses études de cas ont été réalisées pour analyser l'internationalisation des chaînes de valeur dans l'informatique, l'électronique ou l'aéronautique mais très peu de recherches s'intéressent à des cas de productions militaires. Ce secteur resterait-il à l'écart des chaînes de valeur mondiales ?

A première vue, l'internationalisation des chaînes de valeur observée à l'échelle mondiale semble très éloignée du fonctionnement de l'industrie de défense dans la mesure où de nombreux Etats souhaitent maintenir ou acquérir une certaine sécurité d'approvisionnement en développant ou maintenant une base industrielle et technologique de défense (BITD) nationale la plus autonome possible. En effet, certains Etats comme la France, visent une autonomie d'appréciation, de décision et d'action pour garantir leur souveraineté vis-à-vis de puissances étrangères pour promouvoir leurs valeurs et leurs intérêts. Ce principe de souveraineté et cette recherche d'autonomie conduisent de nombreux Etats à se doter des ressources technologiques et industrielles permettant de concevoir, réaliser et entretenir des capacités militaires autonomes.

Or, cette ambition d'autonomie requiert de fortes garanties en matière de sécurité d'approvisionnement. Que vaut une armée si la disponibilité de ses matériels et ses capacités d'intervention dépendent d'Etats étrangers (pour disposer de pièces de





rechanges et entretenir les matériels, par exemple) ? En fonction du degré d'autonomie visé par un Etat, le développement de capacités technologiques et industrielles nationales peut s'appliquer à tout ou partie de la chaîne de valeur (conception, réalisation, maintenance) et un périmètre variable de capacités militaires.

Ce lien entre souveraineté nationale et autonomie de la BITD est particulièrement prégnant en France. De nombreux textes officiels en témoignent comme le Livre Blanc sur la Défense et la Sécurité Nationale de 2013 qui considère que :

« L'industrie de défense est une composante essentielle de l'autonomie stratégique de la France. Elle participe aussi d'une volonté politique, diplomatique et économique. Elle seule peut garantir notre sécurité d'approvisionnement en équipements de souveraineté et en systèmes d'armes critiques, comme leur adaptation aux besoins opérationnels, tels qu'ils sont définis par le ministère de la Défense. [...] Fruit d'un investissement continu porté, de longue date, par une ambition nationale d'autonomie stratégique et technologique, l'industrie de défense française couvre l'ensemble des secteurs concourant à la construction d'un outil de défense cohérent (nucléaire, aéronautique, spatial, missiles, naval, terrestre, électronique, optique, etc.). »¹

Cette relation entre souveraineté et industrie de défense est également résumée par le titre même du rapport que le Sénat a consacré en 2012 aux « *capacités industrielles souveraines / capacités industrielles militaires critiques* ». ²

Ainsi, les exigences élevées en matière de sécurité d'approvisionnement pourraient laisser penser que l'industrie de défense forme un secteur à part, autosuffisant et déconnecté de la mondialisation. Aussi pourrait-on penser que l'industrie de défense constitue une exception venant confirmer la règle d'une économie mondialisée dans laquelle les chaînes de valeur civiles sont fragmentées géographiquement.

Mais on peut aussi s'interroger quant à la réalité économique et industrielle de ces ambitions politiques : l'industrie de défense échappe-t-elle au processus d'internationalisation des chaînes de valeur ? Plusieurs tendances incitent à approfondir l'hypothèse d'une internationalisation des chaînes de valeur dans l'industrie de défense.

¹ Livre Blanc sur la Défense et la Sécurité Nationale (2013), p.124

² Sénat (2014)





2. DES EVOLUTIONS MAJEURES QUI FAVORISENT L'INTERNATIONALISATION DES INDUSTRIES DE DEFENSE

Un des premiers facteurs d'accroissement des échanges internationaux se situe dans le déplacement progressif de la demande mondiale d'armement par rapport aux pays producteurs (cf. Annexe). Bien que déterminant, ce facteur ne suffit pas à provoquer une internationalisation des chaînes de valeur. Car le déplacement de la demande par rapport aux zones de production accroît les échanges internationaux en favorisant les exportations (ou importations, selon le point de vue). Mais cette tendance n'induit pas nécessairement une internationalisation des chaînes de valeur. Ces échanges pourraient simplement se traduire par davantage d'exportations de produits finis sans que cela ne vienne transformer la chaîne de valeur de ces produits. En effet, des exportations de produits finis « classiques » ne modifient pas nécessairement la répartition de la valeur ajoutée entre territoires et entre acteurs, ni la segmentation des tâches constitutives de la chaîne de valeur. Par conséquent, l'évolution de la répartition de la demande et de l'offre entre pays est un facteur important d'accroissement des échanges internationaux d'armement, mais il ne suffit pas à expliquer une éventuelle internationalisation des chaînes de valeur. Toutefois d'autres facteurs peuvent influencer l'internationalisation des chaînes de valeur.

— Des exigences d'innovation qui se heurtent à de fortes contraintes budgétaires

En premier lieu, la croissance de la complexité et du niveau d'exigence technique des systèmes et équipements militaires rendent *a priori* particulièrement avantageuse une forte spécialisation des acteurs afin de bénéficier d'avantages comparatifs. En effet, garantir la performance et la fiabilité des matériels de guerre nécessite un haut niveau de technicité et souvent dans des domaines d'expertise très différents : ingénierie de systèmes complexes, systèmes à logiciels prépondérants, électronique, électrochimie, optronique, mécanique, hydrodynamique, aérodynamique, acoustique, matériaux composite, nucléaire, etc. Par conséquent, la complexification des matériels de guerre pourrait s'accompagner d'une désintégration verticale des firmes, à travers leur spécialisation sur quelques activités ou sous-systèmes-clés et conduire ainsi à une fragmentation des chaînes de valeur qui faciliterait leur internationalisation en fonction d'avantages comparatifs.

De plus, les contraintes budgétaires des Etats (cf. graphiques ci-dessous) entraînent des pressions accrues sur les coûts de production des programmes d'armement et renforcent l'intérêt d'intégrer des équipements et composants civils « achetés sur étagère » (COTS, *commercial off-the-shelf*). Par ailleurs, les stratégies de diversification conduisent certaines



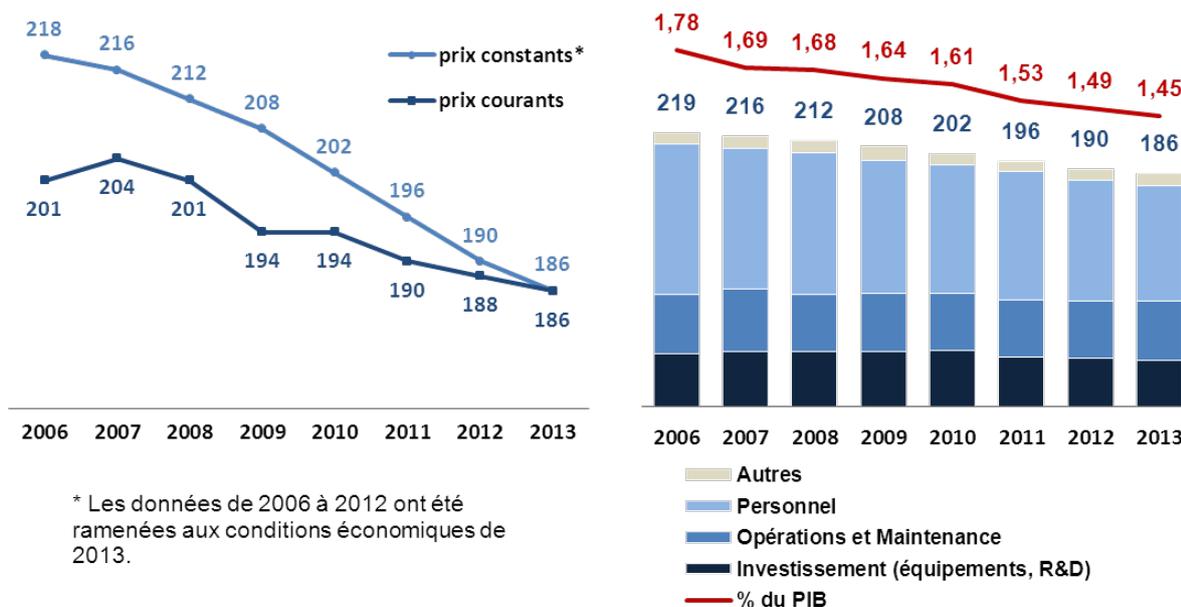


entreprises à valoriser sur des marchés civils (robotique, drones, énergie, etc.), les compétences développées pour les systèmes militaires ; ce accroît la dualité des chaînes de valeur.

Or les chaînes de valeur de composants et équipements civils connaissent elles-mêmes une forte internationalisation. C'est particulièrement le cas de l'électronique et des technologies de l'information et de la communication (TIC) dont les innovations sont aujourd'hui davantage portées par les marchés civils que militaires. L'intégration croissante de ces technologies dans des systèmes militaires dits « réseaux-centrés » (*network-centric warfare*) renforce la probabilité d'une internationalisation des approvisionnements.¹

Une diminution des budgets de défense européens renforcée depuis les crises économiques et financières :

Dépenses de défense des 27 Etats membres de l'Agence Européenne de Défense en Milliards d'euros et en % du PIB



Source : d'après les données de l'Agence Européenne de Défense, *Defence Data 2013*

✈ Une libéralisation croissante des échanges internationaux d'armement

Les transferts d'armement sont très strictement encadrés et le commerce des armes reste interdit : il ne peut avoir lieu que sur la base d'autorisations gouvernementales qui varient en fonction du client final et des matériels concernés. Toutefois on observe depuis plusieurs

¹ Cf. partie 4. Pour plus d'exemples sur l'internationalisation des approvisionnements d'équipements militaires américains, on pourra consulter : <http://americanmanufacturing.org/press-releases/report-says-us-military-dangerously-dependent-foreign-suppliers>.





années, une forme de libéralisation des transferts d'armement à travers des accords bilatéraux ou régionaux qui tendent à faciliter les échanges entre Etats. C'est notamment le cas avec les différents accords ACSA (*Acquisition and Cross Servicing Agreement*) signés entre les Etats-Unis et leurs alliés, qu'il s'agisse d'Etats ou d'organisations internationales comme l'OTAN et l'Union Européenne.¹ Ces accords visent à faciliter les échanges logistiques et les approvisionnements. Premier marché d'acquisition au monde, les Etats-Unis, ont signé plus de vingt accords bilatéraux (*Reciprocal Defense procurement Memoranda of Understanding*) pour renforcer leur sécurité d'approvisionnement avec des Etats fournisseurs et mieux intégrer les marchés de défense. Cette libéralisation est également à l'œuvre au sein de l'Union Européenne avec le « paquet défense » comprenant la directive 2009/43/CE sur les transferts intra-communautaires qui vise à favoriser les transferts intra-communautaires par des licences globales d'exportation (limitant ainsi les coûts de transactions liés au contrôle export), ainsi que la directive 2009/81/CE sur les marchés publics de défense et sécurité qui conduit notamment à limiter le recours à l'article 346 du traité sur le fonctionnement de l'Union Européenne² permettant aux Etats-membres de faire valoir leur intérêts essentiels de sécurité dans la sélection d'un fournisseur national.

Des stratégies d'acquisition favorisant l'internationalisation du secteur

Les stratégies d'indigénisation mises en œuvre par les Etats importateurs modifient fortement l'organisation industrielle des programmes longtemps qualifiés d'« export » et qui s'inscrivent de moins en moins dans une logique d'exportation de produits finis. En effet, les compensations (*offsets*) exigées par les clients accroissent la part de valeur ajoutée générée localement à travers les transferts de technologie, de savoir-faire, de production, et l'intégration de fournisseurs locaux dans la chaîne d'approvisionnement. Sur les marchés ouverts à la concurrence internationale, la tendance est donc de moins en moins à l'exportation de produits finis et de plus en plus à l'internationalisation des chaînes de valeur. Ces politiques publiques d'acquisition ont une influence sur les stratégies d'internationalisation des groupes désireux de capter des parts de marché à l'international,

¹ D'après la Maison Blanche un accord de ce type était en préparation au premier semestre 2014 : <http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2014/03/26/fact-sheet-us-eu-cooperation-common-security-and-defense-policy>

² Article 346 – 1.b) « Tout Etat membre peut prendre les mesures qu'il estime nécessaires à la protection des intérêts essentiels de sa sécurité et qui se rapportent à la production ou au commerce d'armes, de munitions et de matériel de guerre [...] »





particulièrement lorsqu'ils doivent compenser le faible dynamisme de leurs marchés domestiques.

Par ailleurs, on pourrait également s'interroger sur les conséquences technologiques et industrielles des évolutions doctrinales intervenues post-2001 avec la promotion d'un continuum de sécurité entre sécurité intérieure et extérieure¹ face aux menaces terroristes, ainsi que la mise en avant du concept de sécurité nationale. Suite à ces évolutions, la croissance du marché de la sécurité alors que les budgets défense étaient en contraction n'a-t-elle pas modifié non seulement l'offre mais également l'organisation des industries de défense et de leurs chaînes d'approvisionnement notamment via la dualité des technologies mobilisées et des processus de R&D ?²

Des mouvements capitalistiques qui font évoluer la géographie des groupes de défense

Au-delà des accords internationaux, les processus de fusion-acquisition et de restructuration industrielle qui ont été particulièrement importants aux Etats-Unis, et en Europe, ont conduit à l'émergence de groupes transnationaux, européens et/ou transatlantiques dont la nationalité est parfois difficile à établir et dont les implantations industrielles se déploient bien au-delà des frontières de leur base nationale historique. Des groupes comme AIRBUS, BAE SYSTEMS, FINCANTIERI, GENERAL ELECTRIC, THALES en fournissent plusieurs exemples.

L'influence de ces alliances capitalistiques sur l'internationalisation des chaînes de valeur doit cependant être précisée en fonction de l'organisation et de la stratégie des groupes concernés qui peuvent tendre vers un modèle multidomestique (duplication d'implantations nationales relativement autonomes les unes des autres) ou transnational (implantations nationales plus spécialisées et interdépendantes les unes des autres). Le but de ces alliances capitalistiques étant souvent de générer des synergies de revenus, mais aussi de coûts et d'investissement, la suppression des doublons internes et la promotion d'une forme de spécialisation transnationale à l'échelle de ces groupes semble logique et susceptible de favoriser une internationalisation accrue des chaînes de valeur.

¹ Livre Blanc sur la Défense et la Sécurité Nationale (2013), pages 68 et 104, notamment.

² Sur ce sujet, on pourra consulter l'article de FIOTT Daniel (2014), « The three effects of dual use : Firms capabilities, and gouvernance », European Union Institute for Security Studies, Brief Issue n° 21, July 2014, 4 p.





3. INTERNATIONALISATION DES CHAINES DE VALEUR ET « BANALISATION » DES INDUSTRIES DE DEFENSE ?

Les termes du sujet

Avant de préciser la problématique, il est utile de définir plus clairement les termes du sujet. Compte tenu de la diversité des champs de recherche mobilisés et de l'hétérogénéité des définitions consultées, nous justifierons plus en détails dans la partie 1 les choix opérés.

Une *chaîne de valeur* peut être définie comme un ensemble de tâches interdépendantes qui aboutissent à la vente d'un produit ou service donné et génèrent de la valeur ajoutée. Nous nous focaliserons plus particulièrement sur les tâches de la chaîne de valeur allant de la conception du produit à sa mise sur le marché. Autrement dit, les activités de services après-vente et de maintien en condition opérationnelle sont peu abordées ici. En revanche, nous nous intéressons à l'intégralité des acteurs participants à cette chaîne de valeur (cf. *filière*).

L'*internationalisation de la chaîne de valeur* s'opère lorsqu'au moins deux tâches de cette chaîne sont effectuées dans des pays différents et génèrent ainsi de la valeur ajoutée dans plusieurs Etats. Nous nous intéressons donc prioritairement à l'internationalisation de l'ensemble de la chaîne de valeur et non directement à l'internationalisation des entreprises de défense, sujet plus fréquemment abordé (SKÖNS, WULF, 1994 ; CARRINCAZEAUX, FRIGANT, 2006). Cette distinction est importante car nous verrons que l'internationalisation de la chaîne de valeur peut s'opérer sans internationalisation de l'entreprise (par des achats à l'étranger, par exemple). Inversement, l'internationalisation d'une entreprise s'opère de différentes manières (clients, effectifs, implantations, actionnariat, gouvernance, etc.) et ne se traduit pas nécessairement pas une forte internationalisation des chaînes de valeur auxquelles elle s'intègre (particulièrement dans le cas d'une stratégie multidomestique).

Par conséquent, nous chercherons à mettre en valeur cette articulation entre internationalisation des entreprises de défense et internationalisation des chaînes de valeur d'armements. De plus, nous nous attacherons à analyser le plus finement possible le processus de fragmentation des chaînes de valeur en observant le lien entre la décomposition des tâches (fragmentation fonctionnelle) et leur dispersion internationale (fragmentation géographique), ainsi que leur effet sur l'évolution du périmètre des entreprises.

Précisons également que le terme d'*internationalisation* des chaînes de valeur a été privilégié volontairement par rapport à celui de *mondialisation* ou de *globalisation* parce qu'il n'existe pas de marché mondial de l'armement homogène à l'échelle mondiale mais





d'avantage une somme de marchés domestiques sur lesquels les clients (majoritairement étatiques) s'approvisionnent en ouvrant plus ou moins la compétition à des acteurs étrangers. En effet les demandes des marines restent encore assez spécifiques, particulièrement pour les navires de combat. L'homogénéité de la demande et celle de l'offre sont donc très limitées. Plusieurs facteurs contribuent au morcellement du marché mondial :

- la diversité des besoins capacitaires : les besoins clients diffèrent fortement selon l'environnement stratégique (nature des menaces : piraterie, navires étrangers), le milieu marin (eaux profondes ou peu profondes), les contraintes d'interopérabilité (OTAN, non-OTAN), le niveau d'ambitions nationales, régionales voire internationales (intervention, combat naval, projection de forces), les missions confiées à la marine ;
- la taille et la structure de l'équipage : la culture locale (religion, structure des grades, traditions militaires), mais aussi le niveau de formation ou la facilité à recruter des marins, le niveau d'exigence de confort vont influencer la taille de l'équipage, le degré d'automatisation, l'organisation des locaux et espaces de vie, et donc la conception du navire qui n'est pas réductible à un matériel de guerre ou un équipement mais représente aussi un lieu de vie, contrairement à la plupart des autres plateformes militaires ;
- le degré d'ouverture des marchés : dans certains cas, les Etats mettent en concurrence plusieurs industriels étrangers mais parfois, des accords d'Etat à Etat interviennent avant toute mise en concurrence. La proximité stratégique et les relations historiques influencent très fortement les processus d'acquisition, si bien que les industriels se retrouvent rarement tous en compétition sur les mêmes marchés.
- la dimension politique et stratégique des ventes d'armement : dans le cadre de contrats internationaux, les réglementations de contrôle des exportations d'armement déterminent ce qui est exportable ou pas vers un pays donné et chaque pays dispose de sa propre évaluation. La configuration du navire vendu dépend donc à la fois du pays importateur et du pays exportateur ce qui conduit à une grande diversité de situations possibles dans le monde, pour un même besoin initial.

Ainsi, il est quasiment impossible de parler d'un marché mondial sur lequel se rencontreraient une offre et une demande globalisées. Autrement dit, nous ne traiterons pas de la mondialisation de l'industrie de défense, mais de l'internationalisation de ses chaînes de valeur.

Nos recherches se concentreront sur l'industrie de défense et plus particulièrement sur l'industrie navale qui est beaucoup moins étudiée que l'industrie aéronautique, en dépit de





quelques travaux novateurs (DROFF, 2013). Mais l'industrie de défense ne constitue pas un ensemble statistique aisément identifiable (tout comme l'industrie navale de défense) et les contours de la BITD sont souvent difficiles à esquisser (P. HERAULT, 2015).¹ Par conséquent, nous privilégierons la notion de *filière* au sein de laquelle nous intégrons l'ensemble des acteurs participant à la chaîne de valeur d'un système militaire, sans discrimination de taille ou de rang. Ainsi, nous comptons aussi dans la filière navale de défense les fournisseurs dont le chiffre d'affaires « défense » est marginal mais dont la valeur ajoutée est intégrée dans un navire militaire.

Banalisation des industries de défense

Comme nous l'avons vu, l'industrie de défense est traversée par des exigences et tendances assez contradictoires et susceptibles de transformer en profondeur ses processus productifs : exigences d'autonomie nécessitant d'assurer une sécurité d'approvisionnement via des sources nationales, contraintes de coûts et dynamiques d'innovation conduisant à intégrer des composants sur étagère ou des technologies duales dont les chaînes de valeur sont fortement internationalisées, nécessité d'exporter pour compenser le faible dynamisme des marchés domestiques tout en s'adaptant aux exigences de compensations qui réduisent la part de valeur ajoutée créée sur la base domestique d'origine.

Par conséquent, il est difficile de savoir *a priori* quelles tendances peuvent l'emporter et quelle est leur répercussion sur les processus productifs. Ces évolutions conduisent à poser la question d'une éventuelle « banalisation » des industries de défense qui traduirait une perte de spécificité de filières industrielles de défense par rapport aux filières civiles, pour autant que celles-ci présentent des caractéristiques homogènes.

Cette interrogation sur la banalisation des industries de défense n'est pas récente. En 1999, déjà, F. SACHWALD évoquait « la fin de l'exception militaire » du fait des restrictions budgétaires et des dynamiques technologiques. Elle défendait « l'idée d'une certaine banalisation économique des industries de défense. »² Dans sa thèse de doctorat, intitulée « l'impossible banalisation des industries de défense [...] », S. MOURA a précisé cette notion de *banalisation* en ciblant plus spécifiquement quatre domaines dans lesquels cette

¹ Si certaines entreprises comme NAVAL GROUP, MBDA ou NEXTER ont une activité essentiellement militaire, que dire d'AIRBUS, DASSAULT AVIATION ou THALES dont la part de la production civile est significative voire majoritaire. Au-delà des grands Groupes, cette difficulté à dessiner les contours précis de l'industrie de défense se renforce si l'on s'intéresse aux sous-traitants.

² SACHWALD (1999), p. 13 et p. 55.





banalisation peut s'observer : le mode de financement de l'industrie, le processus de spécification des produits, les relations inter-firmes et le statut des salariés.

Dans le cas présent, cette *banalisation* sera traitée sous le seul angle de l'internationalisation des chaînes de valeur, qui ne rejoint donc qu'un seul des aspects de la *banalisation* telle qu'elle fut abordée par S. MOURA : celui des relations inter-firmes.

Autrement dit, l'objectif premier ne sera pas de traiter de la *banalisation* de l'industrie de défense dans son ensemble, mais de déterminer si l'internationalisation des chaînes de valeur telle qu'elle est observée dans le reste de l'économie s'applique également aux industries de défense ou si ces dernières demeurent encore solidement ancrées sur des bases nationales. Les recherches effectuées conduiront d'ailleurs à mettre l'accent sur la diversité des filières plutôt que sur une homogénéité de l'industrie de défense, notamment du fait de notre focalisation particulière sur l'industrie navale de défense.

Cette focalisation sur les chaînes de valeur de l'industrie de défense s'explique aussi par l'intérêt d'améliorer la compréhension de la complexité des chaînes de valeur, comme le souligne K. HARTLEY (2000) :

« The complexity of supply chains. Typically, studies of defence industries focus on the major prime contractors to the neglect of their suppliers at the first, second and third tier. Little is known about supply chains: for example the technical capabilities of subcontractors, their location, their dependence on defence business and their importance in local labour markets. »

Internationalisation des industries de défense

Si cette thèse ne traite pas de l'ensemble des éléments concourant au débat sur la banalisation, elle ne traite pas non plus de l'ensemble des caractéristiques ayant trait à l'internationalisation. En effet, l'internationalisation d'une entreprise, d'une filière ou d'un secteur d'activité peut être observée sous divers aspects tels que :

- l'adaptation de l'offre aux besoins de nouveaux segments de marché international,
- l'accroissement des ventes et donc du chiffre d'affaires à l'étranger,
- l'ouverture du capital et/ou la prise de contrôle (partielle ou totale) par des actionnaires étrangers,
- la localisation d'une part des activités à l'étranger,
- la diversification du recrutement en matière de ressources humaines,
- le financement de l'innovation via des programmes et subventions étrangers ou multilatéraux,
- l'élargissement du panel de fournisseurs et sous-traitants à des entreprises étrangères (non-résidentes).





Ici, l'objet principal de la recherche est l'internationalisation des chaînes de valeur. Il s'agit donc d'analyser la répartition de la valeur ajoutée entre plusieurs pays lors l'élaboration d'un produit fini : bâtiment de surface ou sous-marin. Les autres éléments ayant trait à l'internationalisation ne seront donc abordés que lorsqu'ils permettent de mieux comprendre ce processus de répartition de la valeur ajoutée entre plusieurs pays. L'intégration d'acteurs étrangers dans la chaîne d'approvisionnement et la localisation d'activités à l'étranger seront prises en compte car elles influent directement sur la répartition de la valeur ajoutée. De même, l'évolution de l'actionnariat et les investissements directs réalisés à l'étranger (IDE) font partie de l'analyse dans la mesure où ils peuvent expliquer le développement d'un commerce international intra-firme ou des échanges plus importants entre filières industrielles nationales.

— Une banalisation par l'internationalisation ?

Si cette recherche n'aborde ni l'intégralité de la notion de *banalisation*, ni l'intégralité de celle d'*internationalisation*, elle se concentre sur leur intersection et le rapport qui peut exister entre ces deux processus. Autrement dit, observe-t-on une forme de banalisation des chaînes de valeur de l'industrie de défense qui conduit à leur internationalisation ? Et réciproquement, l'internationalisation des chaînes de valeur de l'armement se traduit-elle par une banalisation de l'industrie de défense ? Ceci nous invite à approfondir l'analyse qualitative et quantitative du processus d'internationalisation lui-même : l'internationalisation des chaînes de valeur est-elle moins forte dans les industries de défense que dans d'autres secteurs et/ou s'y déroule-t-elle différemment ? Au-delà de l'analyse du processus, il s'agit également d'en identifier les causes et les effets.

Cette thèse vise donc à examiner l'éventualité d'une spécificité de l'internationalisation des chaînes de valeur dans l'industrie de défense, qu'il s'agisse des causes de cette internationalisation, de son degré ou encore de ses modalités.

Compte tenu des tendances évoquées précédemment (dualité des technologies intégrées, accroissement des échanges internationaux, libéralisation des échanges, exigences de compensation), l'hypothèse d'une absence totale d'internationalisation des chaînes de valeur d'équipements militaires ne peut être retenue. Nous démontrerons qu'il existe bien une tendance à l'internationalisation des chaînes de valeur des industries de défense mais que son degré est variable. En revanche nous approfondirons les spécificités du processus dans les industries de défense par rapport aux secteurs civils.

A défaut d'apporter une réponse valable pour l'ensemble de l'industrie de défense, ces recherches permettront d'en montrer la diversité, y compris pour l'industrie navale elle-





même. Si l'on renonce en partie à apporter une réponse générale, valable pour l'ensemble de l'industrie de défense, les recherches menées permettront néanmoins de tendre vers une généralisation en expliquant comment le lien entre architecture technique d'un produit et l'organisation industrielle de sa chaîne de valeur peut expliquer l'internationalisation des chaînes de valeur.

4. STRUCTURATION DE LA REFLEXION

Afin de répondre à la problématique identifiée, la **première partie** est consacrée à un approfondissement des différents processus et concepts mobilisés afin de définir la méthodologie la plus adaptée. Dans la mesure où l'on s'interroge sur une éventuelle *banalisation* des chaînes de valeur de l'armement par rapport aux industries civiles, il est indispensable de commencer par caractériser plus précisément les processus à l'œuvre au niveau macroéconomique dans les branches civiles pour déterminer ensuite si les chaînes de valeur de l'industrie de défense s'en rapprochent ou s'en éloignent.

Outre la littérature macro-économique relative au commerce international, nous exposons également l'apport des sciences de gestion pour analyser l'influence des stratégies d'internationalisation sur l'internationalisation des chaînes de valeur. De plus, nous présentons le concept de modularité utilisé pour approfondir le lien entre l'architecture technique des produits et l'organisation industrielle de leur chaîne de valeur.

Dans un deuxième temps, cette partie évalue dans quelle mesure les ressources théoriques et les méthodes communément utilisées peuvent être appliquées à l'industrie de défense et l'industrie navale en particulier, compte tenu des informations disponibles et publiables.

Enfin, cette première partie apporte une description plus précise de l'objet de recherche : les chaînes de valeur de l'industrie navale de défense. Après une présentation rapide des produits finis (i.e. les différents types de bâtiments de surface et sous-marins), leur chaîne de valeur est présentée à travers les différentes tâches qui la constituent et les acteurs qui les réalisent. Une analyse comparative est utilisée pour montrer la grande diversité de structuration de ces chaînes de valeur navales de défense.

Après ce cadrage méthodologique et cette caractérisation des chaînes de valeur navales de défense, l'objectif de la **seconde partie** est d'évaluer le degré d'internationalisation de l'industrie navale française. Il s'agit de définir dans quelle mesure l'internationalisation des chaînes de valeur concerne également la production navale militaire française.





Pour ce faire, nous débutons avec l'exemple de la dissuasion océanique à travers une étude de cas sur les SNLE dont les chaînes de valeur doivent refléter l'exigence d'autonomie technologique et industrielle. Cette évaluation quantitative est effectuée avec précision en mobilisant des données industrielles spécifiques aux programmes de sous-marins nucléaires et aux programmes de dissuasion.

Nous abordons ensuite le cas des bâtiments de surface à travers deux programmes de frégates réalisés dans le cadre de coopérations européennes : programmes HORIZON et FREMM.

Enfin, nous évaluons le degré d'internationalisation de l'ensemble de l'activité de construction neuve et de services destinée aussi bien à des clients français qu'étrangers, en partant de l'activité générée par NAVAL GROUP et sa filière de fournisseurs et sous-traitants. Cette partie mobilise des données rares et originales du groupe NAVAL GROUP couplées aux tableaux d'entrées-sorties de l'INSEE.

Outre les programmes domestiques, la part croissante des contrats signés avec des clients étrangers conduit à s'interroger sur l'évolution de la chaîne de valeur et son internationalisation dans le cadre de programmes exécutés pour des clients étrangers. Ainsi la **troisième partie** s'intéresse à l'évolution des besoins des Etats importateurs et examine plus particulièrement les conséquences de leurs exigences en matière de compensations (*offsets*) sur l'internationalisation de la chaîne de valeur : demandes de contenu local et de transferts de technologies pour différentes tâches de la chaîne de valeur.

L'objectif est de mettre en valeur le fait qu'une part croissante de valeur ajoutée est créée à l'international, mais aussi que cette internationalisation modifie en profondeur la structuration de la chaîne de valeur et le positionnement des entreprises. En s'appuyant sur des études de cas de programmes de sous-marins (Scorpène Inde) et de bâtiments de surface (destroyers australiens), nous montrerons aussi la transformation des biens et services qui sont exportés.

Cette partie met ainsi l'accent sur le rôle des Etats importateurs dont la quête d'autonomie favorise l'internationalisation des chaînes de valeur.

Si les premières parties mettent l'accent sur le rôle des Etats dans la localisation de la valeur ajoutée, la **quatrième partie** se focalise sur les facteurs technologiques et industriels qui favorisent l'internationalisation des chaînes de valeur dans l'industrie de défense et dans le naval en particulier.





En reprenant la typologie de A. W. HARZING (2000), nous montrons que la stratégie d'internationalisation et le modèle d'organisation industrielle adopté par une entreprise influence fortement le niveau d'internationalisation des chaînes de valeur.

Outre les stratégies industrielles, l'évolution des technologies incorporées dans les armements et les dynamiques d'innovation conduisent à une intégration croissante de composants et équipements dont les chaînes de valeur sont façonnées par des marchés civils et fortement internationalisées. Plusieurs études de cas de chaînes d'approvisionnements de grands programmes américains viendront étayer ce propos en faisant ressortir le rôle spécifique des approvisionnements en composants électroniques. Enfin cette dernière partie apporte des précisions sur le lien entre l'architecture des produits et l'organisation industrielle de leurs chaînes de valeur.

Ainsi, ces recherches apportent plusieurs contributions à la compréhension de l'internationalisation des chaînes de valeur en montrant la réalité et la spécificité de ce processus dans le cas de productions militaires. Les études de cas réalisées mobilisent des données rares qui renforcent l'originalité de ces travaux.

En se focalisant sur l'industrie de défense et l'industrie navale en particulier, ces analyses contribuent au développement de l'économie de défense et à la mise en valeur des spécificités de l'industrie navale.

Pour autant, les enseignements tirés ne se limitent pas à la défense. L'analyse de la relation entre stratégies d'internationalisation et chaînes de valeur mondiales et celle de l'influence de l'internationalisation de ces chaînes sur l'évolution du périmètre des firmes répondent à des problématiques communes avec les sciences de gestion.

De plus, ces travaux montrent que les choix de conception peuvent influencer sur la fragmentation des chaînes de valeur et leur internationalisation, et même que l'objectif d'internationalisation peut conduire une entreprise à modifier l'architecture de ses produits dans la perspective d'une internationalisation accrue de sa chaîne de valeur. Ces conclusions éclairent les conditions techniques de la fragmentation des chaînes de valeur mondiales.





1. CONCEPTS ET OUTILS MOBILISÉS POUR ANALYSER L'INTERNATIONALISATION DES CHAINES DE VALEUR

Depuis plusieurs années, l'internationalisation des chaînes de valeur fait l'objet de nombreux travaux de recherche relevant de thématiques aux intitulés variés : *Global Commodity Chains* (GCC), *Global Supply Chains* (GSC), *Global Value Chains* (GVC), *Global Production Networks* (GPN), etc. Ces travaux ont en commun de s'intéresser à la fragmentation des tâches constituant les processus productifs et à leur dispersion géographique, mais ils s'inscrivent dans des domaines assez différents, aussi bien en économie (économie du commerce international, économie statistique, économie géographique, économie industrielle) qu'en sciences de gestion (analyse des *business models*, *supply chain management*, *risk management*). Ses travaux se distinguent également par les problématiques abordées : mesurer le commerce international en valeur ajoutée, évaluer l'impact de la mondialisation sur l'emploi ou sur l'environnement, comprendre les mécanismes de gouvernance et de coordination des acteurs participant à un même réseau productif, analyser les stratégies d'entreprises, réduire les risques liés à l'internationalisation des approvisionnements, améliorer le financement des échanges internationaux, etc. De même, les méthodes d'analyse diffèrent fortement : recours aux statistiques publiques nationales, création de matrice d'entrées-sorties régionales ou internationales, études de cas spécifiques à un secteur, un produit, ou une entreprise, enquêtes auprès de praticiens, etc. ¹

Compte tenu de cette diversité, il est intéressant de s'inspirer de ces travaux pour définir les outils méthodologiques les plus adaptés à l'analyse de l'internationalisation des chaînes de valeur dans l'industrie de défense. Outre leur apport méthodologique, ces travaux sont également utiles pour répondre à la question d'une éventuelle « banalisation » de l'industrie de défense du fait de l'internationalisation de ses chaînes de valeur. Car pour définir s'il y a banalisation, encore faut-il caractériser ce qui est banal : quels sont les processus à l'œuvre dans l'internationalisation des chaînes de valeur ? Quelles en sont les causes ? Observe-t-on de fortes disparités ou au contraire une homogénéité entre différents secteurs ?

Ainsi, nous commencerons par caractériser le processus d'internationalisation des chaînes de valeur (causes, mesure, dynamiques à l'œuvre) et les enjeux analytiques et stratégiques de ce phénomène, tels qu'ils sont abordés en économie internationale et en sciences de

¹ Pour une présentation plus approfondie des différentes approches d'analyse des chaînes de valeurs mondiales, on pourra se référer à l'intéressante et très complète revue de littérature réalisée par PARK A., NAVYAR G., et LOW P. qui a été publiée en 2013 par l'OMC et le Fung Global Institute.





gestion. Ces premiers éléments de cadrage permettront également de souligner certaines limites des différentes approches abordées et de justifier l'intérêt d'une réflexion introduisant davantage les déterminants techniques et industriels dans l'analyse de la fragmentation des tâches et de leur dispersion.

Par la suite, nous présenterons quelques méthodes utilisées pour analyser l'internationalisation des chaînes de valeur, aussi bien au niveau macroéconomique que microéconomique. Il s'agira alors d'en extraire les éléments utiles et transposables aux chaînes de valeur de l'industrie de défense.

Enfin, nous présenterons plus en détails l'objet de recherche auquel ces méthodes seront appliquées : les chaînes de valeur de l'industrie de défense, et de l'industrie navale de défense en particulier (produits concernés, tâches et étapes constitutives de la chaîne de valeur, acteurs impliqués). Il sera alors utile de montrer et d'expliquer l'importante hétérogénéité des chaînes de valeur navales, en termes de répartition de la valeur ajoutée entre les différents sous-ensembles constitutifs d'un navire, mais aussi entre les différents acteurs.

A l'issue de cette partie 1, les concepts, méthodes et précisions apportées sur le naval de défense seront mobilisés dans la partie 2 qui est dédiée à l'internationalisation des chaînes de valeur de l'industrie navale de défense française.





1. 1. L'INTERNATIONALISATION DES CHAINES DE VALEUR : DEFINITIONS, PROCESSUS ET ENJEUX

1. 1. 1. L'internationalisation des chaînes de valeur en commerce international

Définitions de la chaîne de valeur et de son internationalisation

La chaîne de valeur fait l'objet de définitions assez disparates en termes de périmètre. Elle a été définie dans des travaux de l'OMC comme :

« The sequence of activities that firms undertake to create value, including the various production steps (supply chain), but also all activities belonging to the demand chain, such as marketing, sales and customer service ». ESCAITH, INOMATA (Ed.), (2011), p. 115.

Cette définition permet d'emblée de préciser le périmètre des acteurs concernés : il ne s'agit pas d'étudier l'activité d'une seule entreprise, mais bien toutes les activités incorporées dans un produit ou service donné. Le périmètre est en revanche plus ambigu concernant les étapes du cycle de vie considérées : l'assimilation de la chaîne d'approvisionnement aux différentes étapes de production ne permet pas de savoir si toutes les étapes de R&D et de conception sont incluses dans la « production ». De plus, l'inclusion des services aux clients laisse penser que la chaîne de valeur ne s'applique pas uniquement à un produit fini et s'étend à l'ensemble du cycle de vie du produit (depuis sa conception jusqu'à sa déconstruction voire son recyclage), ou du moins, au-delà de la vente à un consommateur final. Par ailleurs, cette définition comporte une précision sur la dimension séquentielle de la chaîne de valeur et recourt à la notion d'*étape*. Cet aspect séquentiel se retrouve également dans de nombreux travaux et articles qui abordent l'internationalisation des chaînes de valeur :

« One of the most important changes involves the increasing interconnectedness of production processes in a vertical trading chain that stretches across many countries, with each country specializing in particular stages of a good's production sequence. This phenomenon — we follow Balassa and Findlay in calling it vertical specialization — has been studied quite extensively by trade economists. It has also been labeled quite extensively: “slicing up the value chain”, “outsourcing”, “disintegration of production”, “fragmentation”, “multi-stage production”, and “intra-product specialization” ». HUMMELS D., ISHI J., YI K.-M., (2001), p. 2

On observe à travers cette dernière citation que les notions de *séquence* et d'*étape* ne sont pas neutres puisqu'elles induisent une vision très chronologique et verticale de la chaîne de valeur. Cette vision verticale de la chaîne de valeur et surtout l'amalgame entre spécialisation verticale et internationalisation de la chaîne de valeur sont problématiques et





source de confusion entre des concepts qui ne sont pas équivalents : « fragmentation », « outsourcing », « multi-stage-production ».

D'abord, les notions d'intégration, de désintégration et de spécialisation verticales relèvent surtout de l'analyse du périmètre des firmes. Or pour analyser l'internationalisation des chaînes de valeur il est important de bien distinguer les différents processus à l'œuvre :

- fragmentation des tâches,
- dispersion géographique de ces tâches,
- évolution du périmètre des firmes (intégration ou désintégration verticale, ou horizontale),
- dynamique d'internationalisation des entreprises.

Le lien entre fragmentation des tâches, désintégration verticale de la firme (ou externalisation, *outsourcing*) et internationalisation des chaînes de valeur n'est pas évident. En effet, la fragmentation des tâches peut s'opérer au sein d'une même entreprise s'il y a un intérêt à spécialiser des équipes, sans pour autant conduire à l'externalisation ou à l'internationalisation d'une des tâches. De plus, l'internationalisation d'une tâche peut s'opérer au sein d'un même groupe (multinational) via des investissements directs étrangers (IDE), par exemple. L'internationalisation d'une chaîne de valeur ne s'accompagne donc pas nécessairement d'une désintégration verticale des entreprises. D'ailleurs, il est même tout à fait envisageable qu'une entreprise décide d'internaliser une tâche en amont ou en aval du processus productif par l'acquisition d'une entreprise localisée à l'étranger pour remplacer un fournisseur domestique. Dans ce cas, l'internationalisation de la chaîne de valeur s'accompagne d'un degré d'intégration verticale accru de l'entreprise.

De plus, une définition trop séquentielle et chronologique de la chaîne de valeur peut réduire considérablement l'appréhension de leur internationalisation. En effet plusieurs tâches concourant à la chaîne de valeur peuvent être réalisées dans des pays différents, et de manière simultanée, par la même entreprise ou par des entreprises différentes. En outre, les différents systèmes ou sous-systèmes d'un produit fini peuvent avoir des cycles de vie très différents et donc des phases de conception ou réalisation décalées qui ne permettent pas de définir des étapes chronologiques homogènes et communes à l'ensemble des consommations intermédiaires du produit fini. La possibilité de fragmenter des tâches pour les faire réaliser en parallèle par des équipes différentes (voire des entreprises) peut d'ailleurs être un atout pour réduire la durée de mise sur le marché et rendre le processus productif plus réactif à la demande. Cette réduction du « *time to*





market » peut renforcer la compétitivité d'une entreprise. Aussi est-il particulièrement important de ne pas exagérer la dimension verticale et séquentielle des chaînes de valeur. Cette distinction entre organisation séquentielle ou simultanée devrait plutôt faire l'objet de recherches et ne pas être posée comme un élément de définition. C'est pourquoi nous privilégierons la notion de *tâche* à celle d'étape.

Bien que plusieurs définitions et travaux insistent sur la dimension chronologique de la chaîne de valeur, il est étonnant de noter que peu d'auteurs s'interrogent sur la délimitation de ces séquences productives et les limites de la chaîne de valeur. Où commence-t-elle ? Et où finit-elle ? La définition de l'OMC citée plus haut ne se limite pas à la vente du produit fini et inclut les services au client ou services après-vente. Dans une autre publication de l'OMC, le périmètre est élargi aux activités liées à la fin de vie du produit.

« A value chain is defined as the full range of activities which are required to bring a product or service from conception, through the different phases of production (involving a combination of physical transformation and the input of various producer services), delivery to final consumers, and final disposal after use. [...] Furthermore, when these value chains span enterprises in more than one country, they are termed "global value chains". » PARK A., NAYYAR G., LOW P., (2013), p. 44.

La définition de l'INSEE qui parle de « chaîne d'activité mondial » mobilise la notion de tâche mais est plus ambiguë sur les limites de la chaîne de valeur :

« Les chaînes d'activité recouvrent la gamme complète des fonctions et des tâches qui sont nécessaires pour fournir un bien ou un service, de sa conception jusqu'à la livraison au consommateur final (y compris le service après-ventes) en passant par les différentes phases de la production.

Le qualificatif mondial signifie que ces fonctions sont mises en oeuvre dans des réseaux interentreprises à une échelle mondiale. Les chaînes d'activité peuvent toutefois être entièrement nationales. » (INSEE, 2013)

Si les bornes finales de la chaîne de valeur sont parfois évoquées, il n'y a pas de véritable consensus ; et surtout, les bornes initiales de la chaîne sont encore plus rarement définies. Alors que certaines définitions citées ciblent les étapes de production, d'autres intègrent bien la conception. Les limites amont de la chaîne sont donc également mal définies. Ce flou est d'autant plus dommageable que les activités de R&D sont fréquemment évoquées dans l'analyse de l'internationalisation des chaînes de valeur. Or si l'on s'intéresse à la R&D et surtout à la recherche amont ou à la recherche fondamentale, il est fort probable que les activités réalisées à un faible niveau de maturité technologique (*technology readiness level*, TRL) ne puissent pas être directement attribuées à un produit particulier.





Il est par conséquent difficile d'identifier précisément le début de la chaîne de valeur d'un produit : à partir de quelle tâche et quel niveau de maturité du concept doit-on faire débiter la chaîne de valeur d'un produit ? La question est sans doute tout aussi complexe voire plus, si l'on s'intéresse aux activités de services.

Compte tenu de ces différentes définitions et de leurs limites, celle de l'OCDE semble à la fois la plus simple et la plus juste :

« Une chaîne de valeur mondiale englobe l'ensemble des activités, de la conception à l'utilisation finale, menées par les entreprises, localement ou à l'étranger, pour mettre un produit sur le marché. » OCDE (2013) p. 10.

En s'arrêtant à la mise sur le marché d'un produit (ou service), cette définition n'étend pas la chaîne de valeur à l'ensemble du cycle de vie, contrairement aux deux définitions précédentes de l'OMC. Cette restriction est plus cohérente avec les méthodes statistiques couramment employées qui s'appliquent à des produits ou services finis. De plus on peut estimer que les services après-vente, voire la destruction, le démantèlement ou la déconstruction sont des services finis à part entière ayant leur propre chaîne de valeur. Cette définition de l'OCDE a donc le mérite d'éviter toute confusion entre la *chaîne de valeur* et le *cycle de vie*. Les « services après-vente » et donc le MCO et les modernisations dans le cas de programmes d'armement, disposent de leur propre chaîne de valeur.

Dans le travail de recherche présent, la chaîne de valeur est définie comme l'ensemble des tâches créatrices de valeur ajoutée qui contribuent à l'élaboration d'un produit (ou service) fini, jusqu'à son acquisition par le client final. Une chaîne de valeur est qualifiée de mondiale lorsque les tâches et la valeur ajoutée qu'elles génèrent sont localisées dans plusieurs pays. Ici, on substitue la notion de *tâche* à celle d'*étape* pour éviter tout jugement *a priori* quant au déroulement séquentiel ou simultané des différentes tâches. En outre, l'expression de « *trade in tasks* » en écho au « *trade in goods* » incite à privilégier cette notion de *tâche*.¹

Si l'on ne s'intéresse pas à l'ensemble du cycle de vie, nous tenterons néanmoins d'avoir une vision la plus complète possible des chaînes de valeur considérées : depuis les premiers stades de conception attribuables à un produit, jusqu'à sa réception par le client. Les services après-vente et de démantèlement ou déconstruction seront évoqués de manière distincte lorsque cela est possible. En effet, dans le cadre d'équipements militaires, il peut être intéressant de ne pas s'arrêter à l'utilisation par le client car une part importante

¹ En référence à un sous-titre d'une publication de l'OMC et du JETRO : « *From trade in goods to trade in tasks* », ESCAITH, INOMATA (Ed.), (2011).





de valeur ajoutée est générée après la livraison d'un navire, au cours de son maintien en condition opérationnelle et de modernisations successives, voire de son démantèlement et de sa déconstruction (particulièrement dans le cas des navires à propulsion nucléaire). De plus, la part croissante des systèmes critiques à logiciel prépondérant conduit à une mise à jour régulière des systèmes pour s'adapter à la menace (cyber, par exemple) et au rythme accéléré des innovations dans ce domaine. Dès lors, il sera de plus en plus difficile de parler d'un navire armé comme d'un « produit fini », dans la mesure où il est régulièrement mis à niveau et modernisé.

Enfin, précisons que si la chaîne de valeur n'est pas qu'une succession d'étapes, elle ne se résume pas non plus à une collection d'acteurs (maître d'œuvre, fournisseurs et sous-traitants de rang 1 à n). Il est important de distinguer ici la *chaîne de valeur* de la *filière* qui regroupe les entreprises d'un même secteur d'activité. En effet, la chaîne de valeur peut évoluer sous l'effet d'une reconfiguration des tâches qui la constituent, sans changement au niveau de la filière si cette reconfiguration a lieu au sein d'un seul et même acteur, par exemple. Inversement, un acteur de la filière peut être remplacé par un autre, sans altération des tâches constitutives de la chaîne. De même, en cas d'internationalisation de la chaîne de valeur, la part accrue de valeur ajoutée générée dans un pays n'implique pas nécessairement de recomposition du partage de la valeur ajoutée entre acteurs si cette valeur ajoutée est déplacée au sein du même groupe (commerce intra-firme). Alors que la chaîne de valeur est une *organisation productive*, la filière est une *organisation sociale* que l'on pourrait définir comme l'ensemble des firmes dont au moins une activité est intégrée dans la chaîne de valeur d'un produit (ou service) fini. Il est néanmoins intéressant de chercher à expliquer comment s'articule la fragmentation des tâches et les relations au sein de la filière. Ainsi, de nombreux travaux sont consacrés aux relations inter-entreprises et à la « gouvernance » : nature des relations entre les donneurs d'ordres et leurs fournisseurs ou sous-traitants, notion de firme « pivot », par exemple.¹

Après ces premiers éléments de définition de la chaîne de valeur, il est utile de préciser les processus impliqués dans son internationalisation.

¹ On peut citer notamment les travaux de GEREFFI G., HUMPHREY J., STURGEON T., (2005)





A l'origine : une interrogation sur la divergence entre croissance du PIB et croissance du commerce international

Depuis plus d'une dizaine d'années déjà, l'internationalisation des chaînes de valeur fait l'objet de nombreuses recherches. Le sujet a connu un important regain d'intérêt lorsque des économistes ont cherché à expliquer pourquoi l'augmentation du commerce international était supérieure à la croissance du PIB mondial puis pourquoi la crise de 2008 avait engendré une chute du commerce international supérieure à la baisse du PIB mondial, allant au-delà de l'effet d'amplification habituel. Ainsi en 2009, l'élasticité du commerce international de marchandises par rapport au PIB était estimée à 5 contre une moyenne de 1,6 sur la période 1960-2008 (A. MAURER, C. DEGAIN, 2010)¹. En 2016, la tendance semble s'est inversée.

Une des raisons majeures réside dans l'évolution de la nature des échanges. En effet, l'accroissement des échanges de biens et services intermédiaires est considéré par de nombreux auteurs comme un facteur déterminant de l'augmentation du commerce international : R. C. FEENSTRA (1998), G. H. HANSON, R. J. MATALONI, M. J. SLAUGHTER (2003), K.-M. YI (2003), G. DAUDIN., P. MONPERRUS-VERONI, C. RIFFLART, D. SCHWEISGUTH (2006). Les organisations internationales comme l'OCDE ou l'OMC qui consacrent de nombreuses recherches à ce sujet adoptent également ces conclusions.²

Ce commerce de biens et services intermédiaires, parfois qualifié de « commerce vertical » représentait 28% du commerce international en 2001 (et 29% du commerce français)³. Pour 2008, l'OMC l'évaluait à 40% des échanges de marchandises (hors hydrocarbures). Cette croissance du commerce international plus importante que la croissance du PIB s'explique notamment par une divergence entre la comptabilisation du PIB et des exportations. Alors que la valeur ajoutée constituée par les consommations intermédiaires n'est comptabilisée qu'une fois dans le PIB du pays où elle est produite, les échanges commerciaux (importations, exportations) sont comptabilisés selon leur valeur brute (prix du bien échangé) qui intègre les consommations intermédiaires étrangères. Autrement dit, la valeur ajoutée des consommations intermédiaires est comptabilisée à chaque passage de

¹ Ils citent également les travaux d'ESCAITH H., LINDENBERG N., MIROUDOT S., (2010), particulièrement sur la thématique de l'élasticité entre PIB et commerce.

² Pour plus de précisions sur les études et la base de données de l'OCDE et de l'OMC : <http://www.oecd.org/sti/ind/measuringtradeinvalue-addedanoecd-wtojointinitiative.htm> (22 juillet 2014)

³ DAUDIN G., MONPERRUS-VERONI P., RIFFLART C., SCHWEISGUTH D., (2006).





frontière lorsque l'on mesure les exportations ou importations alors qu'elle n'est comptabilisée qu'une fois lorsque l'on mesure le PIB d'un Etat.

Cette divergence statistique est exacerbée par l'évolution des processus productifs. Plus ils sont fragmentés et dispersés entre Etats, et plus la valeur brute du commerce international augmente, sans proportion avec la création de valeur ajoutée. Du fait de ces dynamiques de fragmentation et de dispersion géographique des processus productifs, la mesure du commerce international reflète de moins en moins la création de valeur ajoutée.

L'internationalisation des chaînes de valeur : objectifs et processus

Si l'on a cherché à bien définir ce que sont les chaînes de valeur, leur internationalisation, il reste à préciser les causes et processus qui conduisent à ce phénomène d'internationalisation des chaînes de valeur.¹

D'après de nombreux travaux, la recherche d'une productivité accrue, et l'accès à de nouveaux marchés sont les principaux moteurs de l'internationalisation des chaînes de valeur. « Le morcellement de la production dans les CVM [chaînes de valeur mondiales] constitue un moyen d'augmenter la productivité et la compétitivité. », et d'accéder à de nouveaux marchés. OCDE (2013), p. 10 et p. 12.

Plusieurs facteurs sont mis en avant pour expliquer les gains de compétitivité et de productivité générés par l'internationalisation des chaînes de valeur :²

- adaptation à une pression concurrentielle accrue,
- réalisation d'économies d'échelles via la captation de nouveaux marchés,
- spécialisation sur des segments de marchés plus précis (économie de gamme) mais pour un marché accessible plus vaste,
- réduction des coûts de production externes via une mise en concurrence des fournisseurs (élargissement du panel de fournisseurs à l'international),
- réduction des coûts de production internes en recourant à une main d'œuvre moins coûteuse,
- accès à de nouvelles ressources : connaissances, compétences, technologies, approvisionnements spécifiques.

Les travaux d'E. A. BOLER, A. MOXNES et K.H. ULLTVEIT-MOE (2015) ont également montré l'impact positif d'un accès facilité aux intrants étrangers sur la R&D et sur la compétitivité des firmes. Une des explications réside dans l'accroissement de

¹ Pour plus de précisions sur ce sujet, on pourra consulter les articles de Richard BALDWIN et notamment, BALDWIN R., (2013), pp. 13-59.

² Notamment dans la synthèse de l'OCDE (2013), pp.10, 12, 24, 27.





l'investissement en R&D grâce à l'augmentation des marges permise par les économies réalisées via l'internationalisation du sourcing.

L'internationalisation des chaînes de valeur présente un double intérêt : gagner en compétitivité coût d'une part et accroître les ventes d'autre part. Pour reprendre les termes propres à l'analyse du *business model* des entreprises, l'internationalisation des chaînes de valeur influence la structure de coûts et la structure de revenus mais aussi potentiellement la proposition de valeur (l'offre de produits et/ou services) et les activités-clés de l'entreprise.

Ces gains ne se réalisent qu'à travers une importante recomposition des processus productifs. Comme le montre R. BALDWIN (2013), l'internationalisation des chaînes de valeur repose sur deux dynamiques majeures : la fragmentation *fonctionnelle* des tâches et la fragmentation *géographique*.

La fragmentation *fonctionnelle* se traduit par la division d'une tâche en plusieurs tâches distinctes. Cette fragmentation fonctionnelle résulte d'un arbitrage entre le bénéfice tiré de la spécialisation sur des tâches plus circonscrites après leur division (focalisation des investissements, de la R&D, des compétences), d'une part, et le coût généré par la coordination de ces nouvelles tâches distinctes, d'autre part. Avec le développement des technologies de la communication, de la numérisation des processus productifs, de la production assistée par ordinateur, ces coûts de coordination ont fortement diminué, ce qui accroît les bénéfices potentiels d'une spécialisation et fragmentation accrue.

La fragmentation *géographique* se traduit par la dispersion des tâches dans plusieurs Etats. Cette fragmentation géographique résulte, quant à elle, d'un arbitrage entre les bénéfices que l'on peut tirer de l'agglomération de tâches distinctes en une unité de lieu (proximité avec le fournisseur, proximité entre ingénierie de conception et de production, proximité avec le client final pour mieux adapter le marketing, la distribution et les services après-vente aux clients locaux), et les bénéfices liés à la dispersion des tâches du fait de l'exploitation d'avantages comparatifs (localisation de tâches intensives en main d'œuvre peu qualifiée dans des pays où les salaires sont peu élevés, par exemple). Au cours des dernières décennies, la forte diminution des tarifs douaniers ainsi que la réduction du coût des transports internationaux ont réduit les coûts de la dispersion géographique et ont donc renforcé l'intérêt d'une internationalisation des différentes tâches.¹

¹ « The cost calculation involves a trade-off between direct factor costs and "separation" costs.
• The direct costs include wages, capital costs and implicit or explicit subsidies





Comme nous l'avons déjà précisé, ces dynamiques de fragmentation fonctionnelle et géographique ne sont pas nécessairement liées et peuvent s'opérer indépendamment de la redéfinition du périmètre de la firme. Même si plusieurs évolutions exogènes renforcent les bénéfices potentiels de la fragmentation (technologies, libéralisation commerciale, baisse des coûts de transport), l'internationalisation de la chaîne de valeur peut s'opérer de différentes manières. Cette internationalisation peut aussi être le fruit d'exigences des clients comme c'est parfois le cas dans l'industrie de défense où les demandes de compensations (*offsets*) et de contenu local tendent à favoriser l'internationalisation des chaînes de valeur.

Le cas d'une internationalisation impliquant à la fois fragmentation fonctionnelle et externalisation n'est qu'un cas d'internationalisation parmi plusieurs possibles :

- simple internationalisation des approvisionnements, sans fragmentation accrue des tâches ni altération du périmètre des firmes ;
- fragmentation d'une tâche confiée à un fournisseur domestique en plusieurs tâches dont au moins une est réalisée à l'étranger, mais sans incidence sur le périmètre de la firme,
- fragmentation d'une tâche réalisée en interne en plusieurs tâches dont au moins une est externalisée à un fournisseur à l'étranger ;
- fragmentation d'une tâche réalisée en interne en plusieurs tâches dont au moins une est délocalisée vers une entité étrangère du même groupe (par IDE) ;
- délocalisation d'une tâche réalisée en interne vers une entité étrangère du même groupe (par IDE), mais sans incidence sur la fragmentation de la chaîne de valeur et le périmètre de la firme ;
- internalisation au sein d'une entité étrangère du groupe, d'une tâche auparavant confiée à des fournisseurs domestiques ;
- externalisation et internationalisation d'une ou plusieurs tâches réalisées en interne, mais sans fragmentation accrue de la chaîne de valeur.

Outre la libéralisation du commerce international, les innovations technologiques et la diminution des coûts de transports, plusieurs auteurs notent que le développement du

• The separation costs should be broadly interpreted to include both transmission and transportation costs, increased risk and managerial time.

The location decision may also be influenced by local spillovers of various types. In some sectors and stages, say fashion clothing, proximity between designers and consumers may be critical. In others, product development stages may be made cheaper, faster and more effective by co-location with certain fabrication stages. Yet other stages and sectors are marked by strong technological spillovers that make clustering of producers the natural outcome. » BALDWIN R., (2013), p. 30.





commerce international et l'internationalisation des chaînes de valeur résultent d'une évolution des stratégies d'entreprise.¹ Les entreprises sont les principaux acteurs de l'internationalisation des chaînes de valeur, et les firmes multinationales tout particulièrement.

Le développement des firmes multinationales est un des éléments qui explique la croissance du commerce international de biens et services intermédiaires dans la mesure où ces firmes déploient leur réseau de fournisseurs, de production et de distribution dans plusieurs Etats. Ainsi, certaines sources indiquent que sur la période 1992-2004, les firmes multinationales représentaient 45 à 48% des importations et 31 à 32% des exportations des Etats-Unis.² D'autres avancent des parts encore plus élevées avec plus de 50% des exportations américaines attribuées à des firmes multinationales et une part de 93% d'échanges intermédiaires dans les exportations des maisons-mères américaines vers leurs filiales étrangères.³

Bien que significatif, ce commerce intra-firme ne constitue qu'une part des échanges internationaux de biens intermédiaires qui ont été renforcés par les stratégies de sous-traitance à l'international, notamment dans des pays à main d'œuvre bon marché. Cette évolution des processus productifs a également été stimulée par des politiques économiques et des incitations fiscales. Ainsi, en 2008-2009, près de 50% des exportations et un tiers des importations de la Chine étaient réalisées au sein d'*Export Processing Zones* ; c'est-à-dire des zones d'activité économique bénéficiant d'avantages spécifiques afin de faciliter les échanges commerciaux. Or, les deux tiers des échanges de ces zones sont attribués à des entreprises étrangères, soit près d'un tiers des exportations totales de la Chine et plus de 20% des importations du pays ; ce qui illustre à nouveau le poids des firmes multinationales.⁴

Ainsi, l'analyse de l'internationalisation des chaînes de valeur nécessite de s'intéresser aussi bien à des facteurs d'ordre macroéconomique (tarifs douaniers, coûts des transports, politiques commerciales, coûts relatifs des facteurs de production) qu'à des facteurs plus spécifiques à certains secteurs voire à certaines entreprises qui peuvent expliquer des

¹ « *Indeed, the increase in Trade elasticity observed after the late 1980's is probably due to a change in business model, where specific segments of manufacturing production has been progressively outsourced to other countries.* » MAURER A., DEGAIN C., (2010), p. 2.

² MAURER A., DEGAIN C., (2010), p. 10, citant les travaux d'AKRAM T., KHAN H. A., HOLLADAY J.S., (2007).

³ HANSON G. H., MATALONI Jr R. J., SLAUGHTER M. J., (2003), p.1.

⁴ MAURER A., DEGAIN C., (2010), p.8.





arbitrages différents dans le degré de fragmentation fonctionnelle et/ou géographique. Les stratégies d'entreprises influencent de près les modes d'internationalisation des chaînes de valeur : qu'il s'agisse de leur stratégie de positionnement dans la chaîne de valeur (faire ou faire faire) qui définit leur degré d'intégration verticale, ou qu'il s'agisse de leur stratégie internationale (développement vertical ou horizontal, niveau d'interconnexion des différentes filiales). La prise en compte des stratégies d'entreprise implique d'intégrer l'apport des sciences de gestion à l'analyse des chaînes de valeur.

Internationalisation des chaînes de valeur et développement des services

Les recherches sur l'internationalisation des chaînes de valeur montrent que ce processus d'internationalisation s'accompagne d'une incorporation croissante des activités de services dans les processus productifs et particulièrement pour l'internationalisation des chaînes de valeur industrielles. Ce phénomène est parfois qualifié de « servicification ». Derrière ces activités de services se cache une grande diversité d'activités :

- conseil et aide à la décision : études de marché, veille, due-diligence, conseil en stratégie, en organisation, juridique, fusions-acquisitions
- audit : certification, homologation
- finance et assurance : crédit, assurance-crédit, couverture
- gestion et ressources humaines : affacturage, comptabilité, gestion de paie, gestion documentaire, formation
- informatique : conception, développement logiciel, maintenance, administration de systèmes informatiques
- qualité, hygiène et sécurité : contrôle qualité, essais, gardiennage, vidéosurveillance
- recherche et développement : innovation, ingénierie, études spécialisées
- supply chain, logistique et transport : achats, transport, stockage, import/export, distribution
- etc.¹

La contribution de ces activités de services à l'internationalisation des chaînes de valeur fait peu de doute puisque « plus de 70 % des importations mondiales de services concernent des services intermédiaires »². La part de valeur ajoutée relevant des services et qui est incorporée dans les exportations est supérieure à 50% dans de nombreux pays. En 2009, les services constituaient environ 85% des exportations du Luxembourg et environ 50% de celles de la France, des Etats-Unis et de l'Allemagne. Dans plusieurs pays, une part

¹ KOMMERSKOLLEGIUM, (2012), p. 8 et p. 11.

² OCDE, (2013), p. 10.





importante de la valeur ajoutée des services est produite à l'étranger et parfois incorporée dans les exportations. A titre d'exemple, la part de valeur ajoutée étrangère dans les services dépasse plus de 25% des exportations totales de nombreux pays comme la Luxembourg (près de 50%), l'Irlande, l'Islande et Singapour.¹

La part des services incorporés dans les exportations de biens manufacturés est également très importante. Une étude réalisée sur quarante pays montre qu'en 2009, cette part des services dans les exportations de biens manufacturés était supérieure à 30% dans plusieurs secteurs comme l'alimentation, l'électronique, les matériels de transport.²

Si le développement des services est évident, le lien entre « servicification » et internationalisation des chaînes de valeur n'est pas toujours simple à établir. L'internationalisation de la localisation des différentes tâches accroît le besoin en services de transports, logistiques et gestion de la chaîne d'approvisionnement, ainsi qu'en assurance. L'implantation d'entités à l'étranger stimule également l'activité de conseil juridique, fiscal, financier, voire en traduction, etc.

Pour autant, le développement des services ne peut s'expliquer uniquement par l'internationalisation des chaînes de valeur. Le phénomène d'externalisation de certaines activités de soutien indirect ou hors production n'est pas récente. Nombre d'entreprises ont externalisé à des prestataires de services des activités de gardiennage, nettoyage, maintenance informatique, accueil, secrétariat, gestion documentaire, restauration, etc. Le recours à l'intérim, à de la sous-traitance de capacité en période de forte activité et à de la sous-traitance de spécialité (expertise spécifique) renforce également la part des services incorporés dans la production industrielle. C'est d'ailleurs un des facteurs fréquemment mis en avant pour expliquer la perte d'emplois industriels ayant migré vers le secteur des services sans pour autant avoir été délocalisés ou détruits.

Par conséquent, le phénomène de « servicification » ne se résume pas à l'internationalisation des chaînes de valeur : cette dernière n'est pas la seule explication. Encore une fois, il convient de ne pas simplifier la réalité en établissant des relations exclusives entre l'internationalisation des chaînes de valeur et des processus connexes. Ici encore, la « servicification » doit être analysée en lien avec l'évolution du périmètre des firmes et l'éventuelle recomposition des tâches à travers leur fragmentation fonctionnelle.

¹ OCDE, (2013), p. 22.

² ELMS, LOW (Ed.), (2013), p. 96





Enjeux politiques et stratégiques d'une analyse du commerce international en valeur ajoutée

Si l'analyse des chaînes de valeur mondiales, de leur causes, effets et mesures fait l'objet de travaux de recherche en économie internationale, géographique, industrielle, en statistique, en sciences de gestion, ces travaux sont souvent soutenus et/ou complétés par des travaux et initiatives institutionnelles de la part de *think tanks*, d'organisations publiques gouvernementales et surtout, internationales (OCDE, OMC). Au-delà de l'amélioration de la connaissance et des processus économiques, ces travaux visent également à formuler des recommandations en matière de politiques publiques, notamment commerciales.

Cette visée est légitime et utile dans la mesure où la bonne compréhension de l'internationalisation des chaînes de valeur peut fournir une vision plus juste du commerce international et conduire ainsi à définir des politiques publiques plus avisées. L'estimation du commerce international en valeur ajoutée et non plus en valeur brute est un progrès et un projet majeur qui conduit à reconsidérer la mesure des excédents ou déficits commerciaux bilatéraux, ainsi que l'identification des secteurs exportateurs les plus intensifs en valeur ajoutée domestique.¹ Concrètement, une meilleure analyse et mesure du phénomène de « spécialisation verticale » peut inciter à ne pas pénaliser des importations essentielles au développement des exportations ou à anticiper une évolution ou un choc sur un marché final tiers (étranger ou autre secteur) dont dépendent fortement des exportations domestiques de biens ou services intermédiaires.

Toutefois, les besoins de vulgarisation et le fait que l'internationalisation des chaînes de valeur puisse favoriser des gains de productivité tendent à faire de l'internationalisation des chaînes de valeur un objectif en soi, notamment pour les organisations en charge de la libéralisation des échanges commerciaux.

Les recommandations qui en découlent vont plutôt dans le sens d'une remise en cause du rôle des Etats. En effet, plus les économies nationales sont spécialisées « verticalement » et doivent importer pour exporter, moins les barrières tarifaires et les mesures protectionnistes sont pertinentes.² Renchérir les importations conduit à accroître le coût de production des biens et services exportés et induit donc une perte de compétitivité. L'intervention de l'Etat en faveur de la structuration de filières nationales est également

¹ En effet, la mesure du commerce international en valeur ajoutée change la perception du commerce mondial. Ainsi par exemple, « les exportations de l'Allemagne en 2009 ont dépassé celles des États-Unis de près de 40 % en termes bruts, mais seulement de 10 % en valeur ajoutée. » OCDE, (2013), p. 23.

² « L'émergence des CVM a de toute évidence rendu contreproductive l'approche mercantiliste qui encourage les exportations et restreint les importations, tout en considérant l'accès au marché comme une concession à octroyer en échange d'un accès réciproque au marché du partenaire. » OCDE, (2013), p. 33.





remise en cause.¹ Dans cette perspective, l'intervention des Etats est plutôt négative et leur intervention doit être limitée. Les Etats doivent principalement veiller à :

- faciliter les échanges en développant un bon réseau d'infrastructures, en réduisant la durée et des coûts de transaction (facilitation des formalités administratives, libéralisation des investissements) ;²
- sécuriser les transactions en garantissant la sécurité des biens et des personnes et le respect des contrats via une justice efficace et impartiale ;
- supporter le coût de l'adaptation du corps social à cette fluidité (voire volatilité) des échanges en investissant dans la formation et l'innovation, en accompagnant les reconversions et la flexibilité des parcours professionnels.

Cette libéralisation est un objectif important et la réduction des barrières commerciales reste un des éléments essentiels de l'internationalisation des chaînes de valeur car ces barrières induisent des coûts qui se cumulent à chaque franchissement de frontière et peuvent modifier l'arbitrage entre les bénéfices de l'agglomération des tâches et ceux de leur dispersion. Aussi n'est-il pas étonnant que l'OCDE et surtout l'OMC insistent sur la nécessité de réduire ces barrières.

Compte tenu de la forte diminution des barrières tarifaires, l'attention des organisations internationales comme l'OMC et l'OCDE se porte aujourd'hui sur les barrières non-tarifaires.

« Il ne faut pas sous-estimer la nécessité de protéger les consommateurs au moyen de normes de qualité appropriées, mais la complexité et surtout l'hétérogénéité de ces normes constituent aujourd'hui l'un des principaux obstacles à l'intégration dans les CVM, notamment pour les petites et moyennes entreprises. Les entreprises situées en amont qui fournissent un composant donné à plusieurs destinations peuvent être obligées de modifier leur procédé de production pour se conformer à des normes différentes, ou de se soumettre à des procédures de certification multiples pour un même produit. Dans les chaînes de valeur alimentaires, des normes de

¹ « À l'ère des CVM, [...], il n'est généralement guère judicieux, quand bien même ce serait possible, de créer une chaîne de valeur dans son intégralité. Mieux vaut inciter les entreprises à se fondre dans les chaînes de valeur mondiales existantes, solution plus rapide et économique que les exportations. Désormais, les pays peuvent devenir compétitifs à l'exportation, non plus en favorisant l'industrialisation par l'intégration verticale des secteurs (et en produisant des biens intermédiaires et finals), mais en se spécialisant dans des activités et tâches données. » OCDE, (2013), p. 41.

² « L'élimination des droits de douane est un point de départ qui offre aux entreprises de nouvelles possibilités d'échanges, mais il faut aussi que la chaîne de valeur dispose de services efficaces et de la possibilité de déplacer les personnes, les capitaux et les technologies d'un pays à l'autre. Les mesures prises doivent donc tenir compte des obstacles qui se dressent à tous les points de la chaîne de valeur et conserver leur neutralité à l'égard des stratégies mises en œuvre par les entreprises pour accéder aux intrants et aux marchés étrangers, c'est-à-dire qu'elles ne doivent privilégier aucun mode d'accès par rapport aux autres. » OCDE, (2013), p. 35.





procédé adaptées aux fournisseurs d'un pays peuvent empêcher l'exportation vers un autre pays. »¹

Une standardisation accrue et une homogénéisation des normes et réglementations nationales réduiraient encore les coûts de transaction liés au franchissement des frontières et faciliteraient ainsi l'internationalisation des chaînes de valeur.

Or, comme le note très justement Pascal LAMY, la réduction de ces barrières non-tarifaires n'implique pas d'abolir des normes et de faire tendre les droits de douanes vers zéro, mais de faire converger le contenu de ces normes. Cette homogénéisation se heurte aux « *préférences collectives* ». ² Dès lors, la promotion de l'internationalisation des chaînes de valeur n'est plus un sujet purement économique mais bien politique : au-delà des gains de productivité, c'est le primat de l'ordre économique sur les entités politiques qui est en jeu car la formulation de ces préférences collectives est l'expression de la démocratie et leur respect relève de la souveraineté. ³ Cette question de nature politique est d'ailleurs identifiée depuis longtemps :

« Plus fondamentalement, il faut porter le regard au-delà de l'OMC et réfléchir au type de contrat social qu'on veut établir à l'échelle de la planète. L'uniformisation des choix sociaux, à supposer qu'elle soit réalisable, n'est pas désirable, ni d'un point de vue politique, ni même d'un point de vue économique. »

Toutefois, *« dans certains cas, il n'est pas possible de préserver des préférences collectives nationales sans trouver un accord sur une "préférence collective collective" : c'est le cas, par exemple, de l'éthique des sciences de la vie et de la santé et de leurs applications technologiques et médicales, qui appellerait, sous peine de nullité, un "nouveau contrat social mondial". »⁴*

Plus de douze ans après ces premières réflexions, les enjeux tant économiques et financiers qu'éthiques et sociaux que comporte le « transhumanisme », ne font qu'accroître l'urgence et l'acuité de ce débat. Dans un tout autre registre, les questions soulevées par les négociations sur le Traité transatlantique de libre-échange (et particulièrement sur le règlement des différends entre Etats et firmes multinationales) témoignent de cette tension

¹ OCDE, (2013) p. 31.

² LAMY P., (2015). Pascal LAMY notait dès 2004 cette « évolution des échanges vers des biens et des services au « contenu idéologique » plus marqué : le développement des échanges agricoles met en jeu la question du rapport à la nature, à l'environnement ou à l'alimentation, que les ethnologues considèrent comme autant de marqueurs culturels ; celui des échanges de services, celle du mode de régulation des services publics ou du rapport à la culture. »

³ « Dans tous les systèmes politiques, la sauvegarde de ces "préférences collectives", en tant que marqueurs d'identité, est un devoir du souverain. » [...] « Elles sont fonction des valeurs, des repères culturels et religieux auxquels adhèrent les pays où elles ont été formées, mais aussi de leur vécu politique, de leur histoire longue ou courte, et de leur niveau de développement. » LAMY P., (2004).

⁴ LAMY, P., (2004).





croissante entre la nouvelle forme de globalisation commerciale induite par les chaînes de valeur mondiales et la préservation de systèmes politiques fondés sur la souveraineté nationale et la démocratie. En 2006, J.-M. SIROEN estimait que l'Etat-Nation restait encore légitimé par la mondialisation pour son rôle homogénéisateur, facteur de cohésion sociale interne.¹ Ainsi, même si les frontières de l'Etat ne délimitent plus celles du marché, et même s'il a parfois renoncé à en réguler le financement, à battre monnaie et à user du *policy mix*, l'Etat demeure le principal fournisseur de paix sociale. Ce rôle d'assureur, protecteur et redistributeur se heurte néanmoins à un coût d'autant plus élevé que la mondialisation exacerbe certaines inégalités internes (notamment territoriales) et à des difficultés de financement importantes dans la mesure où celui-ci repose en grande partie sur des entreprises et des salariés contraint de renforcer leur compétitivité face à des acteurs internationaux.

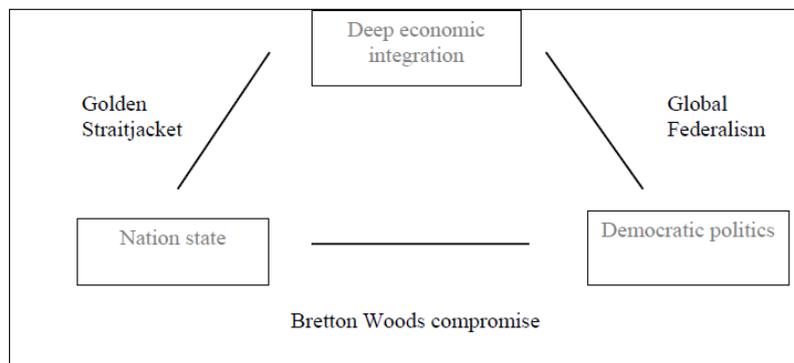
Cette question de l'articulation entre globalisation et pérennité de l'Etat-Nation est également au cœur des travaux de D. RODRIK (2007). Celui-ci a argumenté en faveur d'une préservation des prérogatives politiques et des préférences collectives face à une quête excessive de libéralisation des échanges dont l'efficacité économique en termes de croissance du PIB n'est pas toujours démontrée. Cette solution médiane au trilemme de RODRIK (cf. ci-dessous) vise à éviter un repli autarcique tel que celui observé à la fin de la première vague de mondialisation, dans les années 1930, tout en veillant aussi à ce que la globalisation n'affaiblisse pas la démocratie et la souveraineté des Etats du fait de sa tendance homogénéisatrice.

¹ « Aujourd'hui, comme hier, l'Etat reste un fournisseur d'homogénéité et, en premier lieu, d'homogénéité sociale. Mais cette fois, l'hétérogénéité n'est pas seulement héritée de l'histoire, mais créée par un environnement économique qui l'exacerbe. L'Etat-nation survivra à la mondialisation tant que la mondialisation affirmera son besoin d'Etat pour en compenser certains effets. » SIROEN, J.-M. (2006)





Trilemme de RODRIK : Globalisation – Souveraineté nationale - Démocratie



Source : Dani RODRIK (2007)

Le débat reste ouvert, d'autant que l'évolution des menaces transnationales comme le terrorisme facilite le retour à un Etat « hobbesien », moins social et plus sécuritaire.

Ces enjeux politiques liés à la résistance des « préférences collectives » ne sont pas la seule limite à l'internationalisation des chaînes de valeur.

Si les gains de productivité et de compétitivité sont largement mis en avant, l'évaluation de ces gains pour les entreprises et pour la collectivité n'est pas identique. En effet, les externalités négatives de l'internationalisation des chaînes de valeur sont peu prises en compte, notamment sous l'angle environnemental. Or, plusieurs éléments laissent supposer que cette internationalisation peut être négative. D'abord parce qu'il est possible que les productions les plus polluantes soient localisées vers des Etats moins-disant en matière environnementale et ensuite, à cause de l'accroissement des transports internationaux lié à l'augmentation du commerce de biens intermédiaires. Toutes choses égales par ailleurs, on peut donc facilement penser qu'une unité de valeur ajoutée génère davantage de gaz à effet de serre lorsque la chaîne de valeur est internationalisée. Tant que le coût de cette externalité négative n'est pas internalisé dans le coût des échanges, le gain de productivité évoqué n'est que partiel. Il faudrait intégrer l'ensemble des ressources consommées (y compris celles qui ne génèrent pas de coût de production) afin de disposer d'une évaluation complète et objective des gains de productivité potentiellement générés par les chaînes de valeur.

Outre l'impact environnemental, le coût social de l'internationalisation des chaînes de valeur et l'impact en termes d'emplois est difficile à évaluer. Il s'agit non seulement de l'impact quantitatif (création ou destruction nette d'emplois) et qualitatif (évolution des compétences,





mobilité des travailleurs, etc.). Si de nombreuses recommandations sont émises¹, le coût et la possibilité de l'adaptation des politiques publiques sont incertains. On peut notamment s'interroger sur la possibilité d'anticiper et accompagner des reconversions sectorielles, territoriales, personnelles qui requièrent souvent plusieurs années alors que l'internationalisation des chaînes de valeur implique des mécanismes d'investissement et de recombinaison des processus productifs beaucoup plus flexibles et rapides.

Par ailleurs, l'internationalisation des chaînes de valeur se traduit aussi par une vulnérabilité accrue des processus productifs et facilite la diffusion des crises lorsqu'un choc, une crise ou une catastrophe naturelle affecte un des maillons de la chaîne de valeur. Ce fut notamment le cas lors d'inondations en Asie (Japon, Thaïlande en 2011).² La forte spécialisation de certaines régions et leur forte part de marché sur des tâches ou intrants spécifiques rendent nombre de chaînes de valeur dépendantes de ces zones d'approvisionnement. De plus, la quête de processus productifs « *lean* », avec peu de stocks et fonctionnant à flux tendus accroît la transmission du choc aux autres maillons de la chaîne en cas de rupture d'approvisionnement. La fragmentation et la spécialisation des tâches, conjuguées à la recherche d'économies d'échelle favorisant les acteurs de grande taille, rend chaque acteur plus critique. Ainsi, le gain de productivité espéré s'accompagne aussi d'une plus grande vulnérabilité et d'un risque de diffusion des risques régionaux ou globaux accrus.³ Dès lors, un bilan global et objectif de l'apport des chaînes de valeur mondiales pour les entreprises comme pour les collectivités devrait inclure les coûts de maîtrise des risques, voire d'adaptation et de réajustement une fois ces événements survenus.

Enfin, à l'instar de R. BALDWIN (2013), on peut s'interroger sur les évolutions susceptibles de modifier l'arbitrage en faveur d'une fragmentation fonctionnelle et géographique des tâches. A titre d'exemple, les ruptures technologiques relatives à la robotisation, à la fabrication additive et à ce que l'on appelle communément « l'usine du futur », pourraient réduire considérablement l'intérêt de la fragmentation des tâches, et le recours à une main

¹ OCDE, (2013), p. 56 et suivantes

² OCDE, (2013).

³ « Le Japon occupe une place centrale dans la production mondiale de pièces détachées et de composants de haute technologie ; il représente 21 % de l'offre pour les semi-conducteurs, 49 % pour les composants optiques, 57 % pour les capteurs d'image, 40 % pour les microcontrôleurs, 33 % pour les pilotes d'affichage et 60 % pour les plaquettes de silicone. Les inondations survenues en Thaïlande ont provoqué un choc similaire dans les CVM en novembre 2011 : les zones sinistrées abritant 45 % des capacités mondiales de fabrication de disques durs d'ordinateurs, il en a résulté des perturbations mondiales dans les secteurs de l'informatique et de l'automobile. » OCDE, (2013), pp. 58-59.





d'œuvre peu qualifiée et bon marché pour l'assemblage de produits « manufacturés ». Ainsi, le recours à des moyens de production plus intensifs en capital, en connaissance et compétences et en même temps plus proches des consommateurs pourrait fortement modifier le degré de fragmentation et de dispersion des processus productifs. Dans certains cas, c'est la notion même de produit fini qui pourrait être remise en cause avec des produits imprimés en 3D par le consommateur final lui-même, voir partiellement conçus ou « personnalisés » par lui, sur la base de logiciels et plans téléchargeables à distance. Pour des impressions nécessitant une imprimante plus complexe, coûteuse et/ou volumineuse, on peut imaginer que des entreprises spécialisées déploient leurs réseaux d'imprimantes à proximité des consommateurs, sans être pour autant conceptrices d'objet et tout en pouvant imprimer des objets conçus par plusieurs designers différents. Dans de telles hypothèses, la fragmentation et l'internationalisation de la chaîne de valeur peuvent être assez limitées et se réduire à des échanges de matières premières, designs et logiciels. Par ailleurs, une robotisation accrue des tâches d'assemblage devrait remettre en cause l'avantage comparatif des pays disposant de faibles coûts de main d'œuvre et redessiner ainsi la géographie du commerce international et des chaînes de valeur mondiales.

En définitive, compte tenu :

- des questions politiques fondamentales soulevées par l'abaissement de barrières non-tarifaires touchant aux « préférences collectives »,
- de la difficulté à apporter une évaluation globale et objective des bienfaits de l'internationalisation des chaînes de valeur intégrant son impact social et environnemental,
- de la contribution de cette internationalisation à la diffusion de risques locaux ou systémiques,
- de certaines évolutions technologiques majeures pouvant affecter l'intérêt d'une fragmentation et dispersion accrues des processus productifs,

il semble nécessaire d'approfondir et élargir les recherches permettant de mieux comprendre ce processus d'internationalisation des chaînes de valeur, avant de promouvoir la poursuite et l'extension de ce processus. Ainsi pour cette thèse, nous nous limiterons à utiliser les travaux analytiques qui éclairent l'évolution du commerce international et des processus productifs, tout en restant prudents à l'égard des recommandations politiques qu'ils ont pu nourrir, et particulièrement dans le cas de secteurs spécifiques comme la défense où les critères de sécurité d'approvisionnement restent essentiels.





Enfin, les recherches en économie du commerce international mentionnent souvent le rôle des stratégies d'entreprise dans l'internationalisation des chaînes de valeur. Elles sont en effet les principaux responsables du choix de fragmenter et/ou disperser, ou non, les tâches de la chaîne de valeur. Aussi est-il utile de mobiliser quelques concepts et travaux développés en sciences de gestion.

1. 1. 2. La chaîne de valeur en sciences de gestion

En s'intéressant plus particulièrement aux stratégies d'entreprises, les sciences de gestion peuvent être très utiles à l'analyse et à la compréhension des chaînes de valeur mondiales, sur les sujets suivants :

- choix du positionnement des entreprises dans la chaîne de valeur,
- mode d'organisation des tâches : fragmentation ou fusion,
- stratégies de développement international,
- gestion de la chaîne d'approvisionnement (internationalisation des achats).

— Un positionnement dans la chaîne de valeur destiné à renforcer la compétitivité de l'entreprise

Bien avant que l'on s'intéresse à son internationalisation, la chaîne de valeur est un concept abondamment utilisé et vulgarisé par les sciences de gestion et les recherches en stratégie d'entreprise. M. PORTER a fortement contribué à l'émergence et à la diffusion du concept de chaîne de valeur depuis ses travaux des années 1980 (M. PORTER, 1985). Dans les recherches en stratégie d'entreprise et science de gestion, le périmètre considéré est le plus souvent limité à une entreprise donnée. En effet, l'objectif du positionnement et de l'organisation de la chaîne de valeur est d'améliorer la compétitivité d'une entreprise par rapport aux autres. D'ailleurs, la notion de chaîne de valeur est assez tôt associée par M. Porter à la notion d'avantage compétitif. En 1985, il publie un ouvrage qui précise le concept de chaîne de valeur et dont le titre est assez parlant : « *Competitive Advantage : Creating and Sustaining Superior Performance* ». ¹

Cette visée pratique et assez opérationnelle a sans doute contribué à la diffusion et à l'adoption du concept parmi les décideurs et stratèges du monde de l'entreprise, alors que les travaux macroéconomiques sur l'internationalisation des chaînes de valeur semblent trouver davantage d'écho auprès d'acteurs publics.

¹ PORTER M., (1985).





Ainsi, l'enjeu pour l'entreprise est d'optimiser son positionnement dans la chaîne de valeur de manière à en retirer un avantage comparatif. Les tâches ou activités constitutives de la chaîne de valeur se répartissent entre :

- des activités principales de production : logistique, opérations de production, distribution, marketing et vente, services après-vente
- des activités transverses de soutien à la production : gestion des infrastructures, ressources humaines, recherche et innovation, achats, etc.

La chaîne de valeur selon M. Porter



Source : d'après PORTER (1985)

A ces différentes activités génératrices de coûts de production (externes et internes, directs, indirects et de soutien), s'ajoute un dernier élément essentiel de la chaîne de valeur : la marge réalisée par l'entreprise.

La recherche du bon positionnement dans la chaîne de valeur directement liée à la question du degré d'intégration verticale de l'entreprise : ce qu'elle doit faire en interne ou acheter à l'extérieur (internaliser ou externaliser). De ces arbitrages réalisés par les entreprises d'une filière dépend le degré d'intégration ou de désintégration de l'ensemble de la chaîne de valeur d'un produit ou service fini.

Chaîne de valeur et *Business Model*

Plus largement, cette question du positionnement dans la chaîne de valeur rejoint la définition du *business model* de l'entreprise. S'il existe de nombreuses définitions du *business model*,¹ celle d'A. OSTERWALDER et Y. PIGNEUR est sans doute une des plus complète : « *a business model describes the rationale of how an organization creates,*

¹ PARK A., NAYYAR G., LOW P., (2013), p. 151.





delivers, and captures value. »¹ L'intérêt de cette définition est notamment d'apporter une conception assez riche de la *valeur* et de la valeur ajoutée, tant d'un point de vue quantitatif que qualitatif, et tant du point de vue des clients (ceux pour lesquels la valeur est *créée*) que de l'entreprise ou de ses actionnaires (ceux qui cherchent à capter de la valeur - rejoignant ainsi la marge dans le schéma de M. PORTER).

De plus, ces auteurs ont conceptualisé et distingué assez précisément neuf éléments constitutifs du *business model* et dont le contenu peut influencer directement la structuration de la chaîne de valeur. L'articulation des neuf éléments et leur cohérence d'ensemble est un des intérêts de cette approche systémique d'A. OSTERWALDER et d'Y. PIGNEUR.²

Un premier groupe d'éléments caractérise principalement l'aval de la chaîne, orienté vers les clients :

- le *segment de marché* vise d'abord à préciser le ou les types de clients ciblés de l'entreprise ;
- la *proposition de valeur* détermine la valeur apportée par l'offre de produits et/ou services de l'entreprise au client (service personnalisé, gain de temps, moindre coût, fiabilité, performance accrue : vitesse, capacité de stockage, silence, environnement, hygiène, etc.) ;
- les *canaux* précisent la manière dont la proposition de valeur de l'entreprise parvient au client, tant sous l'angle de la communication et de la publicité, que de la logistique et de la distribution du produit ou service ;
- la *relation-clients* caractérise l'adéquation entre les segments visés et le lien tissé entre l'entreprise et ses clients (logique *sell and forget*, fidélisation, co-conception du produit, assistance 24/24, conseil personnalisé, anonymat, etc.) ;

Une fois défini ce que vend l'entreprise, à qui et par quels moyens elle le vend, un deuxième groupe d'éléments précise la manière dont la valeur est produite, cette organisation productive est définie par :

- les *ressources-clés* qui constituent les actifs stratégiques dont l'entreprise ne peut se passer pour délivrer sa proposition de valeur aux segments cibles. Ces ressources peuvent être financières, humaines (compétences), intellectuelles (droits), matérielles (outils, infrastructures spécifiques), immatérielles (réputation) ;

¹ OSTERWALDER A., PIGNEUR Y., (2010), p.14.

² Pour davantage de précisions, se référer à OSTERWALDER A., PIGNEUR Y., (2010).





- les *activités-clés* qui délimitent ce que l'entreprise doit absolument maîtriser en propre : conception, production, gestion des stocks, relation client, services après-vente, etc. Cela rejoint à nouveau la question du « *make or buy* » et du positionnement dans la chaîne de valeur déjà abordée par M. PORTER ;
- les *partenaires-clés* qui représentent les acteurs externes dont l'entreprise a besoin pour se développer : atteindre ses clients (ex : réseau de distributeurs), conquérir un segment de marché (ex : alliance), apporter un élément différenciant à sa proposition de valeur (ex : via un fournisseur critique, centre de recherche), ou pour la produire de manière moins coûteuse, plus rapide, fiable, proche du client, etc.

Enfin, la définition de ces premiers ensembles doit aboutir à une équation de valeur permettant à l'entreprise de capter de la valeur ajoutée et notamment d'en redistribuer une partie à ces actionnaires. Cette équation articule :

- une *équation de revenus* spécifiant la manière dont l'entreprise se fait rémunérer pour sa proposition de valeur (abonnement, équipement compétitif associé à des consommables coûteux, publications ou services gratuits financés par la publicité, etc.) et la manière dont le prix est fixé (négociation, enchères, selon le volume, etc.)¹
- une *structure de coûts* identifiant toutes les charges fixes et variables, directes et indirectes, internes et externes dont l'entreprise doit s'acquitter afin de générer de la valeur pour ses clients (paiement des fournisseurs, salariés, crédits, etc.).

De ces équations de revenus et de coûts dépend la capacité de l'entreprise à générer des bénéfices, à rémunérer ses actionnaires, à motiver ses salariés, à investir dans son développement (R&D, opérations capitalistiques, etc.) mais aussi à financer son activité (besoin en fonds de roulement, flux trésorerie)

Plusieurs éléments constitutifs du *business model* sont directement en lien avec l'internationalisation des chaînes de valeur. L'analyse des *business models* permet en effet de mieux comprendre les stratégies d'entreprise qui favorisent l'internationalisation des chaînes de valeur.

¹ La structure de revenus est également intéressante et utile pour identifier le véritable client d'une entreprise et sa proposition de valeur en évitant de confondre utilisateur et client. Dans le cas de moteurs de recherche ou de journaux gratuits, par exemple, l'utilisateur (internaute ou lecteur) n'est pas le véritable client, il constitue plutôt la proposition de valeur de l'entreprise qui offre à des annonceurs privés un peu de l'attention de l'utilisateur en réservant des espaces publicitaires sur les pages web ou celles du journal. Les métadonnées laissées par l'utilisateur sont une part de la valeur ajoutée que peut proposer et monnayer l'entreprise à ses clients. Ainsi, dans ce cas, l'utilisateur est davantage un partenaire stratégique (plus ou moins conscient) qu'un client.





Ainsi, par exemple, une stratégie de différenciation par les coûts peut conduire à localiser certaines activités intensives en main d'œuvre peu qualifiée dans des pays dits « *low costs* ». Une entreprise dont les ressources-clés résident dans l'image de marque, et la conception des produits ou services peut décider d'externaliser et délocaliser certaines tâches à faible valeur ajoutée (comme Apple pour l'assemblage de ses produits). Une entreprise cherchant à se différencier par une couverture mondiale sur le marché de la logistique veillera à optimiser son réseau d'implantations et à nouer des partenariats internationaux. Une entreprise se focalisant sur un segment de marché très spécialisé (technologie de pointe, par exemple) avec une clientèle nationale assez rare, aura tout intérêt à atteindre des clients internationaux.

Ces modalités d'internationalisation rejoignent la distinction entre les chaînes de valeur davantage structurées par le marché (« *buyer driven* ») et celles davantage façonnées par les fournisseurs (« *producer driven* » ou « *supplier driven* »). En effet, l'internationalisation peut être axée sur l'aval de la chaîne de valeur (développement d'un réseau de commercialisation, distribution, services après-vente pour gagner des parts de marché, réaliser des économies d'échelle) et/ou sur l'amont de la chaîne de valeur (amélioration du processus productif, de la chaîne d'approvisionnement par l'élargissement de la base de fournisseurs, des implantations internationales) afin d'élargir l'offre et/ou de gagner en compétitivité.

Ainsi, le *business model* de l'entreprise, via son positionnement sur le marché et dans la chaîne de valeur notamment, influence fortement la stratégie d'internationalisation de l'entreprise. Cette stratégie d'internationalisation conduit à une internationalisation plus ou moins forte des chaînes de valeur.

— Stratégie d'entreprise et internationalisation des chaînes de valeur

Comme indiqué dans la première sous-partie, les recherches sur l'internationalisation des chaînes de valeur ont mis au jour le rôle important des firmes multinationales dans l'augmentation du commerce de biens et services intermédiaires. Cette analyse est cohérente avec les travaux réalisés sur l'internationalisation des (notamment ceux de GAZANIOL A., PELTRAUULT F., SIROEN J.-M., 2010) qui montrent de nombreuses disparités intra-sectorielles et révèlent une prime à la taille et à la productivité pour les entreprises d'un secteur qui exportent le plus et surtout pour celles qui sont implantées à l'étranger. Par conséquent, l'internationalisation des entreprises constitue un important facteur d'explication de l'internationalisation des chaînes de valeur.

Toutefois, l'internationalisation des entreprises n'est pas un phénomène homogène. Elle peut se traduire par une grande diversité de processus productifs et un degré variable





d'internationalisation des chaînes de valeur, selon les arbitrages effectués en matière de fragmentation fonctionnelle et surtout géographique.

Certains auteurs distinguent des stratégies de développement international horizontal et vertical, reprenant ainsi des notions employées pour qualifier le périmètre des firmes et leur positionnement sur la chaîne de valeur (BUIGUES, LACOSTE, 2011). Un développement *horizontal* vise principalement à réaliser les mêmes activités, mais dans un autre pays afin de pénétrer le marché local et croître. Un développement *vertical* vise à optimiser la localisation des tâches réalisées au sein d'un groupe, en fonction des avantages comparatifs de chaque pays afin de gagner en compétitivité. Ces modèles convergent avec les réflexions sur le mode de gouvernance des chaînes de valeur :

- le modèle horizontal correspond aux chaînes de valeur « *buyer driven* » ;
- le modèle vertical correspond aux chaînes de valeur « *supplier driven* » ou « *producer driven* »

Ce thème de la stratégie des entreprises et de leur mode de déploiement à l'international rejoint directement le débat sur le lien entre IDE et échanges internationaux. En effet, les économistes restent divisés sur le fait que les IDE se substituent aux échanges internationaux (exportations, notamment) ou au contraire, les stimulent (BUIGUES, LACOSTE, 2011). Or, si l'on tient compte de cette diversité de modèles d'internationalisation, on peut comprendre que dans une logique horizontale, une filiale tend à se substituer aux exportations puisqu'elle réalise des activités similaires à celles de la maison-mère. *A contrario*, dans une logique verticale, les interdépendances étant plus fortes sur le plan productif, les filiales peuvent stimuler les exportations de la maison-mère (ou d'autres entités). Lorsque les entités disséminées à travers le monde sont fortement spécialisées et dépendantes les unes des autres, de nombreux biens et/ou services intermédiaires peuvent être échangés, donnant ainsi lieu à un important commerce international intra-groupe. Ainsi, il y a une relation forte entre le mode d'internationalisation d'une firme, et le degré d'internationalisation des chaînes de valeurs auxquelles elle participe.

Au-delà de cette vision binaire et assez simple entre modèle horizontal et vertical, une typologie plus fine des firmes multinationales a été élaborée puis testée empiriquement par





A. W HARZING (2000) sur la base des travaux de C. A. BARTLET et S. GHOSHAL.¹ Ces travaux permettent de distinguer trois types de firmes multinationales (cf. tableau suivant) :

- la firme *multidomestique* vise des marchés nationaux segmentés et caractérisés par des besoins, comportements, normes spécifiques. Elle doit se différencier de la concurrence locale par sa capacité à s'adapter aux besoins locaux via une offre idoine. Son organisation est plutôt décentralisée et confère une forte autonomie aux entités locales afin d'accroître la réactivité et l'adaptation aux spécificités locales, tant sur le plan des orientations stratégiques (forte autonomie par rapport au siège), que des processus productifs (peu d'échanges intragroupes). Les entités sont donc assez indépendantes.
- la firme *globale* adresse un marché mondial caractérisé par des besoins, et comportements de consommateurs relativement homogènes à l'échelle mondiale. Elle doit se différencier des autres acteurs mondiaux par sa compétitivité (prix ou hors-prix). Son organisation est plutôt centralisée et confère peu d'autonomie aux entités locales qui sont surtout des entités commerciales chargées de vendre des volumes importants. Ces filiales sont peu autonomes et dépendantes des flux (informations, produits) diffusés depuis les centres décisionnels et productifs vers les périphéries. Les échanges intragroupes sont nombreux et les filiales assez dépendantes sur le plan stratégique et productif.
- la firme *transnationale* est un modèle hybride : elle doit adapter son offre et son marketing à des marchés nationaux, tout en ayant intérêt à optimiser son processus productif à l'échelle mondiale. Son organisation est très coordonnée pour donner la souplesse dont les entités locales ont besoin pour s'adapter aux spécificités nationales, tout en évitant des duplications des ressources (spécialisation des activités). Les filiales sont donc à la fois assez autonomes et très interdépendantes. Les échanges intragroupes sont nombreux.

Par conséquent, un modèle multidomestique implique une faible internationalisation de la chaîne de valeur, alors que les modèles global et transnational stimulent au contraire cette dynamique.

¹ A. W. HARZING (2000)





Typologie de firmes multinationales selon A. W. HARZING

		Firme multidomestique	Firme transnationale	Firme globale
environnement marché	périmètre du marché, et concurrence	national(e)	mondial(e)	mondial(e)
	spécificité des produits selon les pays	forte : offre locale spécifique	forte : offre locale spécifique	faible : offre mondiale homogène
	spécificité des modes de consommation	forte : marketing adapté localement	forte : marketing adapté localement	faible : marketing mondial
	importance de la réactivité locale	élevée	élevée	faible
stratégie et organisation	stratégie du groupe	différenciation par l'adaptation aux spécificités locales	différenciation par les coûts et par l'adaptation locale	différenciation par les coûts via des économies d'échelle
	structure organisationnelle	décentralisée, entités autonomes	relative autonomie, mais coordination	centralisée, entités peu autonomes
	échanges intragroupes (produits, personnes, informations)	limités	importants, entre toutes les entités	importants, surtout du siège vers les entités
	intérêt de moyens de R&D et production proche du client	oui, pour renforcer l'adaptation des produits, la réactivité	oui, pour renforcer l'adaptation des produits, la réactivité	non, inutile
	spécialisation des entités	limitée, importantes duplications	importante, peu de duplication	importante, forte optimisation
	part de VA produite sur le marché local	élevée	moyenne	faible
	coordination des processus productifs	entités nationales indépendantes	interdépendance entre entités spécialisées > dépendance.	dépendance (entités commerciales vs productives) > interdépendance
économies d'échelle		faibles	élevées	élevées

Source : d'après A. W. HARZING (2000), synthèse de l'auteur

Il est particulièrement intéressant de retenir cette typologie de modèles (multidomestique, transnational, global), pour analyser l'internationalisation des chaînes de valeur de l'industrie de défense. Les contraintes de contrôle export, la recherche de sécurité d'approvisionnement, les ambitions d'autonomie stratégique, autant que la volonté de maximiser les retombées économiques sur le territoire national tendent à favoriser des modèles multidomestiques.

Cependant, le secteur est également caractérisé par une forte intensité capitaliste (chaînes d'assemblage, chantiers navals, plateformes d'intégration, moyens d'essais) et souvent une difficulté à maintenir les compétences entre deux programmes. Ces facteurs incitent plutôt à se détourner d'un modèle multidomestique qui fait courir le risque de





duplications coûteuses, peu rentables, voire de pertes de compétences. Ils favoriseraient plutôt des organisations transnationales, à défaut de pouvoir être pleinement globales.

Les entreprises de défense doivent donc trouver un équilibre entre des objectifs de performance opérationnelle et de rentabilité qui incitent plutôt à tendre vers un modèle transnational ou global, et les exigences de contenu local et d'autonomie stratégique de leurs clients qui conduisent à une logique plus multidomestique.

Il sera donc particulièrement intéressant d'observer vers quel type de modèle tendent les entreprises de défense, si leurs stratégies d'internationalisation sont relativement homogènes ou pas, et en quoi ces stratégies influent sur l'internationalisation des chaînes de valeur. A titre illustratif, on peut noter qu'en 2013, J.-B. LEVY, PDG de THALES annonçait vouloir constituer un « groupe vraiment mondial, et plus seulement multidomestique ».¹

Si les stratégies d'internationalisation des firmes sont un facteur important pour comprendre l'internationalisation des chaînes de valeur, ces stratégies s'adaptent à la spécificité des marchés (national ou mondial) et des produits ou services échangés. Il convient donc également d'approfondir en quoi la nature de certains produits ou services peut conduire à une internationalisation plus ou moins importante de leur chaîne de valeur. Autrement dit, il s'agit d'interroger le lien entre les caractéristiques techniques d'un produit et son processus productif.

1. 1. 3. Internationalisation des chaînes de valeur et architecture-produit

— Une interrogation sur la « sécabilité » des chaînes de valeur

Qu'elle s'opère au sein du même groupe ou à travers des entreprises différentes, l'internationalisation des chaînes de valeur repose fortement sur leur fragmentation. Si certains auteurs comme R. BALDWIN analysent les facteurs qui motivent le choix d'une fragmentation fonctionnelle et/ou géographique plus ou moins importante, peu de travaux en économie du commerce international étudient ce qui rend cette fragmentation possible. De nombreux travaux soulignent l'apport des technologies de l'information et de la communication qui permettent de mieux coordonner les tâches fragmentées fonctionnellement et géographiquement, mais peu déterminent pourquoi et comment des tâches peuvent être séparées.

¹ Cité par LAMIGEON V. (2013).





Cette interrogation sur le caractère sécable ou non du processus productifs est pourtant effleurée par plusieurs économistes traitant de « divisibilité »,¹ de désintégration ou « de-verticalizing »². L'OCDE note également que « toutes les CVM ne sont pas également complexes ni étendues. Le degré de fractionnement de la production est lié aux caractéristiques techniques des produits et aux coûts induits par la dispersion de la production entre plusieurs lieux. Ainsi, les services sont moins susceptibles d'être morcelés que les produits manufacturés, notamment lorsqu'ils requièrent un contact direct entre le prestataire et le consommateur. »³ Dans leurs travaux, G. H. HANSON, R. J. MATALONI Jr et M. J. SLAUGHTER parlent quant à eux de « *technological separability of production* » pour expliquer la variation du niveau d'intégration verticale des processus productifs.⁴ Au-delà de la « sécabilité » technique, M. ENGMAN évoque le caractère échangeable ou non de certaines tâches qualifiées de « *tradeable* » ou « *non-tradeable* ». ⁵ En effet, même lorsque des tâches sont séparables, et externalisables, encore faut-il qu'il y ait un marché, ou du moins une mise en relation possible entre deux entreprises sur le périmètre de cette tâche, et la définition contractuelle des modalités de son exécution, de son prix, etc.

De même que la fragmentation peut être fonctionnelle et/ou géographique, cette question de la « sécabilité » est bien fonctionnelle et géographique. En effet, la fragmentation peut être impossible techniquement, lorsqu'une tâche n'est pas sécable en plusieurs tâches distinctes (du fait d'un procédé ou outillage spécifique, par exemple). Mais même lorsque des tâches peuvent être techniquement séparables, il peut être souhaitable voire nécessaire de les réaliser dans un même lieu. Les auteurs précités pensent alors principalement aux activités de services qui impliquent une proximité géographique entre le prestataire et le consommateur. Mais la nécessité de la proximité géographique et l'importance d'une coordination directe entre deux tâches n'est pas spécifique aux activités de services : ne peut-elle pas s'appliquer également à des produits manufacturés et des processus industriels ? C'est particulièrement le cas lorsque l'exécution des tâches requiert

¹ GLOBERMAN S. (2011), p. 21.

² STURGEON T. J., (2008), p. 2.

³ OCDE (2013), p. 13.

⁴ HANSON G. H., MATALONI Jr R. J., SLAUGHTER M. J., (2003), p. 2.

⁵ Celui-ci note en effet qu'une part importante des activités de services restent difficilement internationalisables : « It takes considerable investments and efforts for a company to manage the complex undertaking and most services remain non-tradable ». et plus loin : « Most BPS and ITS services will remain non-tradable since their provision requires face-to-face interaction, frequent communication or proximity to clients. » ENGMAN M., (2007), p. 7 et p. 49.





une forte expérience et des connaissances personnelles tacites, difficilement codifiables.¹ L'expression du « tour de main » illustre assez bien cette idée qui est également développée par M. POLANYI dans *Personal Knowledge* où il recourt à l'exemple de l'artisanat d'art.² La difficulté de spécifier une tâche de manière formalisée, compréhensible et si possible dans un langage standardisé constitue un obstacle majeur à la fragmentation du processus productif et à sa dispersion géographique. La réalisation de plusieurs tâches par un même acteur ou la co-localisation des acteurs réalisant des tâches distinctes peut alors être privilégiée.

Cette question du lien entre localisation des tâches et maîtrise technique est également soulevée par E. VON HIPPEL (1994) à travers son concept de « sticky information ». En partant du postulat que l'information technique peut être coûteuse à transférer et donc plus ou moins fluide ou visqueuse, E. VON HIPPEL montre que la localisation des activités de conception, d'innovation et de résolution de problèmes complexes dépend du nombre de sites où l'information « visqueuse » est détenue. Il montre aussi que des échanges itératifs coûteux entre plusieurs sites peuvent conduire à une redéfinition des processus et de la répartition des tâches. Dans certains cas, les coûts générés par ces échanges d'informations peuvent conduire à un effort de standardisation ou de création de nouvelles interfaces et outils (logiciels par exemple) afin de fluidifier l'information. Notons également que la fluidité ou la viscosité de l'information technique ne dépend pas uniquement du contenu informationnel lui-même, mais aussi de son émetteur et de son récepteur. Ainsi par exemple, les compétences et la capacité d'absorption du récepteur influencent directement le degré de viscosité de l'information ; de même que le souhait de l'émetteur de préserver certains secrets de conception ou fabrication. L'auteur s'appuie notamment sur les travaux de D. J. TEECE (1977) qui a analysé vingt-six cas de projets internationaux de transferts de technologies et mis en avant le coût de transfert des technologies. Alors que la part de ce coût est très limitée pour certains projets, elle représente plus de 50% des coûts d'autres projets.

Plus généralement, nous verrons l'intérêt que revêtent ces notions de connaissances tacites, d'informations non codifiables ou « visqueuses », et de savoir-faire personnels issus de l'expérience lors de l'analyse de programmes navals internationalisés impliquant des transferts de technologie et savoir-faire. La prise en compte de ces aspects cognitifs

¹ FRIGANT V., (2013), p. 32, p. 71, p. 134.

² « *It is pathetic to watch the endless efforts—equipped with microscopy and chemistry, with mathematics and electronics—to reproduce a single violin of the kind the half-literate Stradivarius turned out as a matter of routine more than 200 years ago.* » in POLANYI M. (1962), p. 53.





semble particulièrement importante dans une industrie où certains savoir-faire reposent sur des années de pratique et d'expérience.

« Sécabilité » et coordination des chaînes de valeur

La question de la « sécabilité » ou séparabilité des tâches a été approfondie par V. FRIGANT. S'intéressant à la désintégration verticale des processus productifs, il note la nécessité de distinguer la question du périmètre des firmes et de la séparabilité des tâches.¹ Si des facteurs techniques peuvent exister, force est de constater qu'au sein d'un même secteur, des entreprises concurrentes réalisant des produits relativement similaires optent pour des stratégies industrielles très différentes, tant dans le choix de l'externalisation, que de la localisation des tâches. Nous verrons plus loin que l'industrie navale militaire n'échappe pas à ce constat, tant le portefeuille d'activité et de compétences des firmes y est variable (cf. partie 1.3.3).

Penser la fragmentation et l'internationalisation des chaînes de valeur nécessite donc de s'interroger sur la « sécabilité » technique (fusion/scission des tâches), sociale (réalisation en interne/externe) et géographique des tâches (co-localisation/internationalisation). Si chaque arbitrage résulte d'un arbitrage stratégique entre les coûts et les bénéfices de chaque option, nous avons déjà souligné l'importance de la réduction des coûts de coordination qui favorise la fragmentation.² Or, on peut aller plus loin dans l'analyse de cette coordination des tâches. Plus ces tâches, produits ou prestations de services sont standardisées, moins il est risqué de les externaliser et plus il est facile de les échanger (vendre/acheter) sur le marché. *A contrario*, plus ils sont spécifiques, plus ils donnent lieu à une relation idiosyncratique et dense entre les acteurs et il devient alors plus complexe et plus coûteux de les coordonner. Cela étant, plus le produit ou la prestation est spécifique, plus il y a intérêt à exploiter les avantages de la spécialisation. Ainsi, les gains espérés augmentent, de même que les coûts de la coordination (mécanisme de co-spécification, rédaction et mise en œuvre de contrats complexes).

¹ « [...] réfléchir sur l'intégration verticale consiste à se demander si D et U doivent dépendre d'une firme unique ou de deux firmes séparées. Cet agenda de recherche est fondamentalement celui de la division sociale du travail mais il néglige une question en amont : comment et pourquoi les deux activités D et U sont séparées ? Cette disjonction des deux questions, avec un renvoi implicite de la seconde en dehors du champ de l'analyse économique, est toutefois problématique car elle exogénéise la question de la division du travail. [...] L'analyse doit mettre au cœur de son agenda la question technologique. La discussion sur la désintégration montrait qu'il faut penser les conditions permissives de la scission des unités de travail avant même de se poser la question de la possibilité organisationnelle d'externaliser. », in FRIGANT V., (2013), p. 10 et p. 13.

² Cf. références de R. BALDWIN (2013).





S'il se focalise sur l'analyse des cas de co-spécification, lorsque l'objet de la transaction ne préexiste pas à la relation qu'établissent les firmes, V. FRIGANT apporte un éclairage précieux en distinguant trois registres de la coordination : « contractuel, productif et cognitif - qui visent à résoudre la séparation marchande, la séparation physique des tâches de production et la séparation des lieux de production et d'utilisation des connaissances. »¹ Cette distinction permet de mieux appréhender les coûts de coordination associés à la fragmentation des tâches. La coordination cognitive nécessite de structurer les échanges de connaissances nécessaires à l'exécution des tâches et qui implique justement parfois des connaissances difficilement transmissibles car tacites, peu codifiables. La coordination productive est essentielle à l'organisation des flux intra et interentreprises et à l'allocation des ressources (optimisation de la livraison des *inputs* et de l'expédition de l'output de chaque tâche ainsi que des ressources mobilisées pour chaque tâche). La coordination contractuelle est spécifique aux relations inter-firmes et nécessaire à la spécification de la tâche et de ses modalités d'exécution, à la définition des droits et obligations de chaque partie. Ces éléments de coordination cognitive, productive et contractuelle déterminent en grande partie le coût de la coordination et varient fortement selon que la coordination a lieu au sein de la même entreprise ou non, dans un ou plusieurs pays. Ces registres de coordination seront donc mobilisés pour analyser l'internationalisation des chaînes de valeur de programmes navals.

Cette thématique de la coordination des tâches et des entreprises de la chaîne de valeur a déjà donné lieu à des travaux très intéressants sur les typologies de chaînes de valeur et les facteurs explicatifs de cette diversité. Ainsi, T. J. STURGEON a analysé l'évolution de l'industrie électronique et informatique américaine et qualifie leurs chaînes de valeur de « *modular production networks* ». ² Ici encore, la dimension cognitive de la coordination est un facteur majeur. T. J. STURGEON distingue en effet une fragmentation de la chaîne de valeur lorsque l'échange d'information est fortement formalisé et au contraire, une tendance à l'intégration dans le cas de relations tacites :

*« The locus of these value chain break points appear to be largely determined by technical factors, especially the open and de facto standards that determine the protocol for the hand-off of codified specifications ».*³

¹ On s'intéresse ici principalement à ce que V. FRIGANT qualifie de « coordination synchronique ». La coordination diachronique traite des différentes phases et tâches du processus productif que nous aborderons dans la partie suivante en décrivant les phases de programmes navals. FRIGANT V., (2013), p.17.

² STURGEON T. J. (2002).

³ STURGEON T. J. (2002), p. 6 et p. 7.





T. J. STURGEON explique ainsi l'externalisation de la production de firmes électroniques comme APPLE, qui se sont recentrées sur des activités de services (conception, marketing, services après-vente) et laissant à des fournisseurs-pivots le soin de produire ou approvisionner des équipements et composants majeurs, et d'assembler eux-mêmes les produits finis. Cette évolution a notamment permis de réduire fortement les coûts fixes d'investissement dans l'actif industriel à une époque où l'automatisation de la production nécessitait des fonds importants, et de passer à une structure de coûts variables, évoluant avec les volumes assemblés par les fournisseurs. Ceux-ci ne dépendant pas d'un seul client, ils peuvent consolider la demande et amortir leurs investissements sur des volumes importants.

Cette scission fonctionnelle et géographique importante est expliquée par le degré élevé de standardisation du secteur électronique (normes ISO et IEC, *International Electrotechnical Commission*). Cette standardisation réduit fortement la spécificité des actifs échangés et la fréquence des relations (besoins de coordination plus limités), deux facteurs explicatifs de l'intégration verticale en théorie des coûts de transaction.

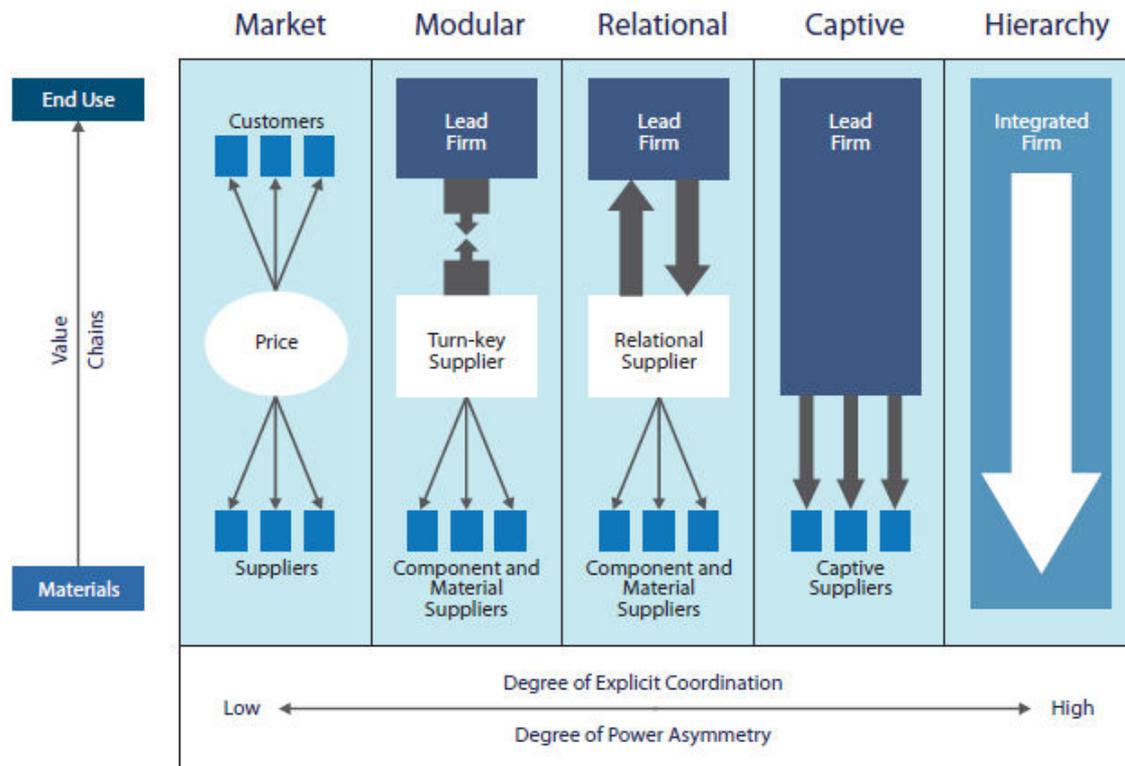
G. GEREFFI, J. HUMPHREY et T. J. STURGEON (2005) sont allés plus loin en détaillant une typologie des chaînes de valeur et de leur mode de gouvernance s'inspirant notamment de la théorie des coûts de transaction et fondée sur trois critères : complexité des transactions, caractère codifiable de ces transactions et niveau de compétence de la base de fournisseurs. En cohérence avec les travaux d'O. WILLIAMSON (1979, 1998), ils notent que la spécificité des actifs ou tâches échangés influent sur le mode de coordination (cf. tableau ci-dessous).

Les travaux réalisés sur l'aéronautique montrent que le secteur s'est structuré sur un modèle « modulaire » avec l'apparition de fournisseurs-pivots capables de concevoir des sous-ensembles, systèmes ou équipements majeurs (moteur, avionique, etc.) qu'ils vendent à l'architecte-intégrateur (BECUE M., BELIN J., TALBOT D., 2014). Ce dernier peut ainsi se focaliser sur son cœur de métier et confier une partie de l'organisation de la filière à des partenaires-clés.





Typologie des modes de gouvernance des chaînes de valeur



Source : GEREFFI, HUMPHREY, STURGEON (2005)

Architecture-produit et internationalisation des chaînes de valeur

La notion de modularité n'est pas récente. La modularité se caractérise par :

- une superposition des architectures fonctionnelle et physique du produit
- un découplage des interfaces.

« Une architecture sera modulaire lorsqu'il existe une identité entre composants physiques et fonctions et un découplage des interfaces reliant les composants. A l'inverse, une architecture produit sera "intégrée" lorsqu'il est impossible d'associer un composant physique à une fonction (on a une relation de un à plusieurs) et/ou que les interfaces entre les composants sont couplées. » (FRIGANT, 2004)¹

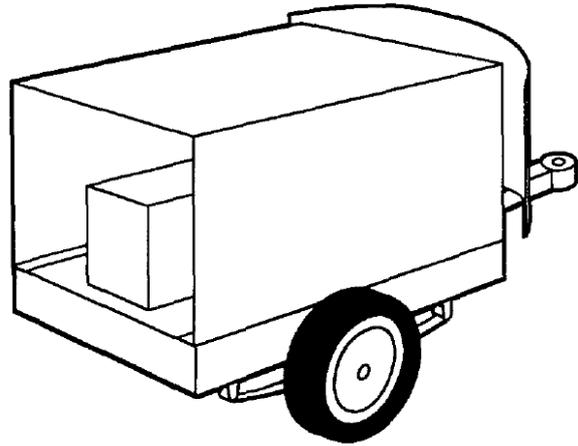
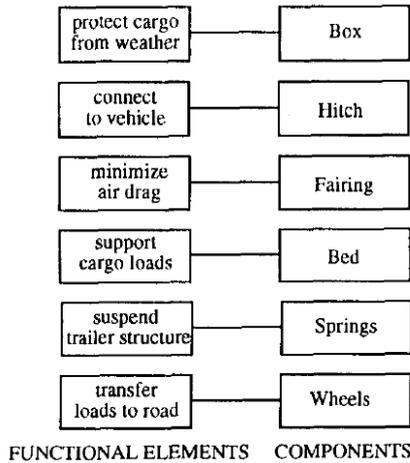
¹ Cette définition reprend essentiellement les critères et concepts définis dès 1995 par K. ULRICH (cf. bibliographie) et abondamment repris depuis dans les travaux sur la modularité.



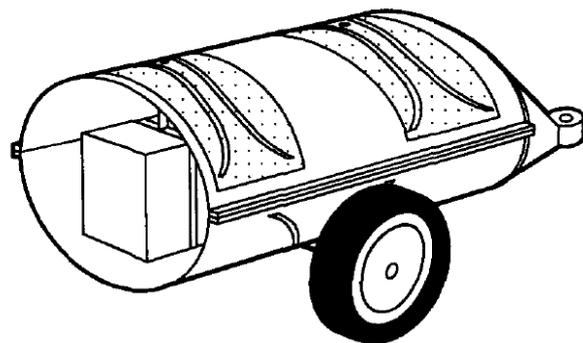
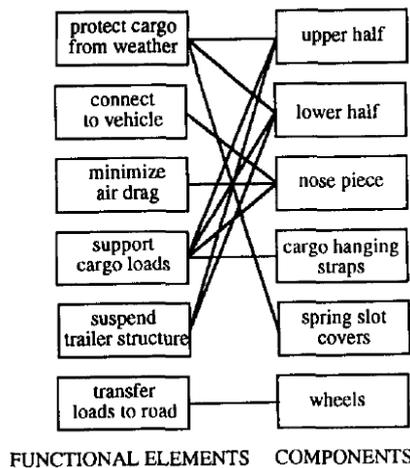


Relations entre architectures fonctionnelles et physiques :

Exemple d'une remorque modulaire ...



... et d'une remorque intégrée



Source : ULRICH K. (1995)

La modularité s'applique avant tout à l'architecture du produit, c'est-à-dire :

- l'organisation des *fonctions* entre elles,
- l'articulation entre *fonctions* et éléments *physiques* du produit,
- la nature des *interfaces* reliant les différents éléments physiques (sous-systèmes, systèmes et composants).

Ces interfaces peuvent être *couplées* (toute évolution d'un composant induit alors une modification du composant avec lequel il est interfacé) ou *découplées* (interfaces stables permettant de changer, modifier les composants de manière indépendantes). Les interfaces découplées peuvent être :

- *spécifiques* aux deux types de composants interfacés (architecture de type « slot »),
- *communes* à tous les composants du produit avec un composant commun le « bus » sur lequel se greffent tous les autres,





- communes à tous les composants, sans « bus » commun (architecture de type sectionnée)

Exemples d'architectures produits et d'interfaces pour une remorque et un bureau

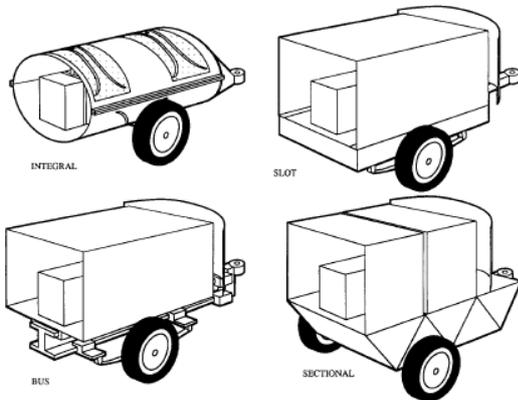


Fig. 5. Four trailer architectures.

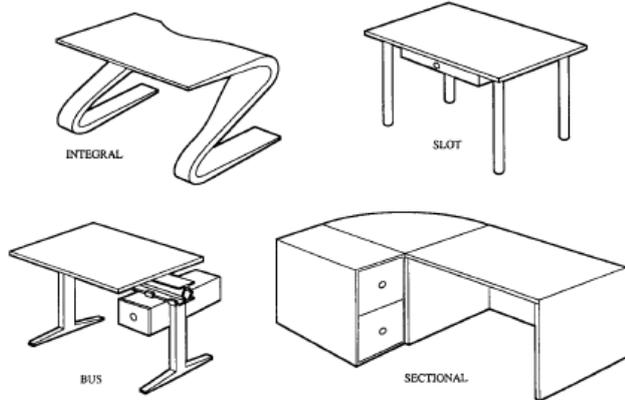


Fig. 6. Four desk architectures.

Source : ULRICH K. (1995)

Au-delà de la caractérisation de l'architecture produit, la notion de modularité intervient dans l'analyse des stratégies d'entreprises et de la structuration des filières industrielles comme nous l'avons vu avec les travaux de G. GEREFFI, J. HUMPHREY et T. STURGEON. La question principale est celle de l'isomorphisme entre l'architecture produit et l'architecture industrielle. Autrement dit, quel est l'influence des choix techniques et de conception (architecture produit), sur la structuration des filières et chaînes de valeur (architecture industrielle) ? Plus spécifiquement l'introduction de la modularité soulève plusieurs questions :

- La modularité n'engendre-t-elle pas une évolution du périmètre de la firme et un recentrage sur le cœur de métier ?
- Comment se structurent les relations verticales inter-firmes entre l'architecte d'ensemble et ses fournisseurs de modules ?
- Une architecture modulaire ne permet-elle pas d'enrichir l'offre, de la diversifier, à un moindre coût (développement d'un socle commun, puis ajout ou reconfiguration de modules optionnels) ; ce qui est un des facteurs avancés pour expliquer l'internationalisation des chaînes de valeur ?
- La modularité ne facilite-t-elle pas une fragmentation des processus productifs (production de modules en parallèle et en des lieux différents), de nature à faciliter leur internationalisation ?





Au vu de ces définitions et illustrations, on comprend qu'il peut y avoir un lien entre l'architecture du produit et sa chaîne de valeur. Dans le cas du bureau complètement intégré par exemple, il semble difficile de fragmenter la chaîne de valeur entre sous-ensembles et d'en confier la responsabilité à différents acteurs en différents lieux. *A contrario* si l'on prend le bureau de type « bus », n'importe quel sous-ensemble comprenant une interface standardisée peut être assemblé au bus. Cette standardisation rend plus facile une répartition de la conception et production de sous-ensemble par des acteurs différents, voire en des lieux différents. Le coût de coordination est alors très limité et les gains de la spécialisation importants.

Ainsi, comme l'a montré T. J. STURGEON, la forte modularité des produits et technologies électroniques et informatiques a conduit à l'émergence de firmes architectes et sans usine dont le cœur de métier est de :

- Savoir définir : conception de l'architecture-produit, choix technologiques conformes aux besoins du marché ;
- savoir vendre : connaissance des marchés, compréhension et anticipation des besoins clients, marketing et distribution, développement d'offre de services associés au produit ;
- savoir-acheter (coût, qualité, délais) : sélection, qualification, suivi et contrôle des fournisseurs, gestion de la chaîne d'approvisionnement de manière compétitive (mise en concurrence, reconfiguration), voire sous-traitance de l'assemblage.

Le cas d'Apple illustre bien ce modèle d'entreprise : recentrage sur la conception (design) et la commercialisation (marketing, effet marque, services) et externalisation du processus de production via la mise en concurrence des fournisseurs (écran tactile, écran, etc.), *sourcing* international et externalisation de l'assemblage vers FOXCON.

Néanmoins, la concurrence opposée aujourd'hui par un ancien fournisseur ayant réussi à se hisser dans la chaîne de valeur, SAMSUNG, incite à étudier plus en détails les risques et opportunités que peut induire la modularité.

Modularité et internationalisation

Lorsque l'architecture produit tend vers une forte modularité, la firme-architecte peut plus facilement se concentrer sur la conception générale du produit (adéquation avec les besoins du marché) et sa commercialisation. Dans la mesure où des standards et normes existent, la spécification des interfaces est très limitée et la firme architecte peut intégrer facilement différents modules en mettant en concurrence des fournisseurs spécialisés sur certains types de modules (cf. avionneurs VS motoristes). La conception détaillée relève alors des fournisseurs de modules.





Réciproquement, ces derniers peuvent exploiter la standardisation pour offrir un même module à différentes firmes architectes sans surcoûts de développement, et bénéficier ainsi d'économies d'échelle.

En effet, du fait d'une moindre spécificité des actifs échangés, les efforts et coûts de coordination et de transaction entre donneurs et preneurs d'ordre sont moins importants : tant sur le plan des processus de conception/production, qu'en matière de contractualisation, ou de partage des connaissances. Le module devient une « boîte noire » du point de vue de l'architecte.

In fine, la modularité facilite l'externalisation, la diversification du sourcing et plus généralement la fragmentation des chaînes de valeurs ainsi que leur internationalisation (répartition de la production des différents modules et de leur assemblage final), du fait d'une plus grande fluidité des interfaces.

Ces travaux de T. J. STURGEON comme ceux de V. FRIGANT invitent à approfondir le lien entre l'architecture technique du produit et la structuration de sa chaîne de valeur. La question d'un éventuel isomorphisme entre l'architecture du produit et son organisation productive est particulièrement fertile pour une réflexion sur l'internationalisation des chaînes de valeur. Ainsi on peut se demander si l'architecture des équipements militaires tend à faciliter l'internationalisation de leur chaîne de valeur ou si elle ne constitue pas un obstacle essentiel à cette internationalisation. Réciproquement, on peut aussi se demander si les exigences de transferts de technologies et de contenu local évoquées en introduction ne conduisent pas les industriels à modifier l'architecture de leur produit afin de faciliter la fragmentation, l'internationalisation et la coordination des chaînes de valeur de l'industrie de défense.

Pour y répondre nous mobiliserons le concept de modularité et les travaux de K. ULRICH et V. FRIGANT déjà cités. L'analyse des stratégies d'entreprises reprendra également la typologie d'A. W. HARZING exposée précédemment car elle permet de distinguer et articuler internationalisation des firmes et internationalisation des chaînes de valeur.

Mais avant de réutiliser ces concepts et outils, il semble encore nécessaire de définir une méthode d'analyse de ces chaînes de valeur, puis de les caractériser plus finement.





1. 2. METHODES D'EVALUATION DE L'INTERNATIONALISATION DES CHAINES DE VALEUR

De même que de nombreux champs d'études différents fournissent des concepts utiles à l'analyse de l'internationalisation des chaînes de valeur, des méthodes très variées sont employées pour estimer le degré d'internationalisation de ces chaînes de valeur. Plusieurs méthodes sont présentées ici afin de définir une méthode la plus adaptée à l'objet de recherche : les chaînes de valeur de l'industrie de défense et de l'industrie navale de défense, en particulier.

1. 2. 1. Estimations macroéconomiques de l'internationalisation des chaînes de valeur

✈ Enjeux et objectifs de la mesure du commerce internationale en valeur ajoutée

Jusqu'à la mise au jour du processus d'internationalisation des chaînes de valeur, les échanges internationaux de biens et services étaient principalement analysés à travers les flux d'importations et d'exportations et le positionnement des Etats, via leur balance commerciale. Or, cette mesure traditionnelle des exportations et importations d'un Etat n'est qu'une donnée brute cumulant la valeur de l'ensemble des consommations intermédiaires importées en amont des processus productifs. Cette mesure brute fausse l'analyse des échanges internationaux et peut induire aussi des erreurs de politique économique et commerciale. Cette mesure traditionnelle est particulièrement inadaptée pour évaluer les balances commerciales bilatérales et pour identifier les branches de l'économie les plus exportatrices.

En effet, les Etats dont l'activité est focalisée sur des tâches situées en aval des chaînes de valeur ont des valeurs d'exportations plus importantes que ceux qui se situent en amont. Même si deux Etats apportent un montant de valeur ajoutée égal pour un produit donné, celui qui est en aval de la chaîne et importe la production du premier bénéficie d'un volume d'exportation plus important. C'est notamment le cas de la Chine dont le montant élevé des exportations s'explique par son positionnement privilégié sur des activités d'assemblage à faible valeur ajoutée et nécessitant des intrants étrangers importants. Ainsi, par exemple, le déficit commercial entre la Chine et les Etats-Unis est faussé par ce positionnement. Le déficit commercial des Etats-Unis vis-à-vis de la Chine diminue de 30% pour 2005 et de 25% pour 2009 lorsqu'il est exprimé en valeur ajoutée et non en valeur brute.¹ Cette différence s'explique notamment par l'ajout au profit des Etats-Unis de la valeur ajoutée

¹ AHMAD N (2013), p. 98.



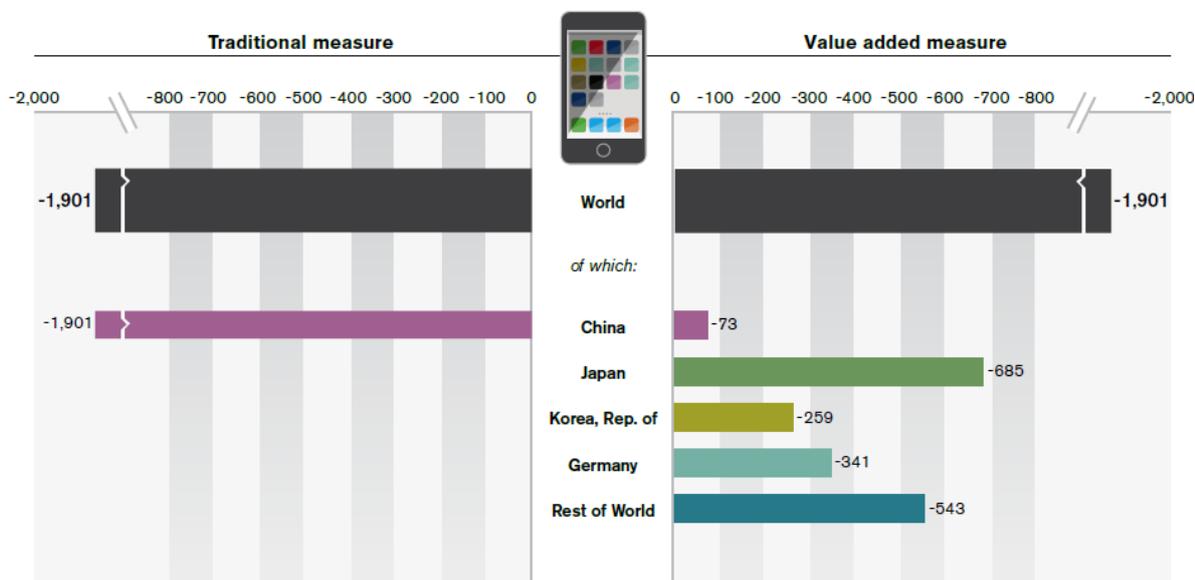


américaine contenue dans les exportations chinoises, ainsi que la déduction de la valeur ajoutée importée par la Chine pour produire les biens exportés vers les Etats-Unis (telles que les consommations intermédiaires provenant du Japon, de Corée du Sud).

A ce titre, l'exemple du déficit commercial américain généré par les iPhones est éloquent et révèle une réalité très différente selon que l'on mesure le commerce en valeur ajoutée ou de manière traditionnelle (cf. ci-dessous).

Balance commerciale américaine pour les importations d'iPhones

2009 US trade balance in iPhones (in millions of US\$)



Source : ESCAITH, INOMATA (Ed.), (2011), d'après les travaux de MENG et MIROUDOT

Outre la mesure des déficits bilatéraux, la mesure traditionnelle du commerce international biaise également la perception des avantages comparatifs d'un Etat et des secteurs exportateurs sur lesquels il est spécialisé. En effet, la simple comparaison des montants bruts des exportations de différentes branches peut inciter à privilégier le secteur dont le montant d'exportation est le plus élevé, même si celui-ci crée peu de valeur ajoutée et repose en grande partie sur des importations de consommations intermédiaires. Or, un secteur dont le montant d'exportation est égal, voire plus faible, peut en réalité générer davantage de valeur ajoutée sur le territoire national s'il consomme moins d'intrants étrangers. La prise en compte du contenu étranger des exportations nationales est donc un élément d'appréciation essentiel.





Indicateurs de l'internationalisation des chaînes de valeur : spécialisation verticale, participation des Etats, longueur des chaînes

Pour surmonter ces difficultés statistiques, l'OCDE et l'OMC ainsi que plusieurs *think tanks* et universités ont entrepris d'utiliser les tableaux d'entrées-sorties des économies nationales (méthode « *input-output* ») afin d'aboutir à une mesure du commerce en valeur ajoutée. Ces travaux permettent également d'évaluer le degré de spécialisation verticale des Etats et des branches de l'économie. Néanmoins, derrière ces expressions de « commerce vertical » et de « spécialisation verticale » se cachent des définitions et des périmètres parfois très différents entre les auteurs.

L'estimation la plus communément utilisée quantifie le contenu des exportations en importations. Autrement dit, il s'agit d'évaluer la part de valeur ajoutée étrangère incorporée au titre d'importations de consommations intermédiaires, dans les exportations d'un Etat.¹ D'autres travaux mentionnent également la part de valeur ajoutée nationale exportée qui est utilisée comme consommation intermédiaire dans des pays étrangers.

La somme de ces deux variables est utilisée comme indicateur de la participation d'un Etat aux chaînes de valeur mondiales (« *Global Value Chains Participation Index* »).² Cet indicateur évalue dans quelle mesure un Etat est à la fois consommateur et producteur de consommations intermédiaires.

Enfin, le commerce vertical est aussi apprécié parfois en estimant la part de valeur ajoutée nationale qui est réimportée, i. e. des consommations intermédiaires exportées et incorporées dans une production étrangère qui est ensuite elle-même réimportée en tant qu'intrant pour la production nationale³.

Ainsi, le commerce international concernerait de moins en moins des échanges de produits ou services finis et de plus en plus des tâches relevant de consommations intermédiaires. D'où l'idée que l'on assiste depuis plusieurs années à une transition d'un commerce de *biens* (« *trade in goods* ») à un commerce de *tâches* (« *trade in tasks* »). Cette tendance se traduit cependant très différemment en fonction des pays et des secteurs.

Outre le degré de spécialisation verticale et de participation des Etats, l'utilisation des tableaux d'entrées-sorties permet d'évaluer la « longueur » des chaînes de valeur. Plus qu'un indicateur du nombre de phases ou étapes du processus productif ou du nombre

¹ HUMMELS D., ISHII J., YI K.-M. (2001).

² MIROUDOT S., DE BACKER K., (2012).

³ DAUDIN G., RIFFLART C., SCHWEISGUTH D., (2009)





d'acteur, cet indicateur évalue avant tout le degré de fragmentation internationale. Cet indicateur permet également d'identifier le positionnement d'un Etat dans une « chaîne de valeur » (agrégée au niveau de secteurs) à travers la mesure de la « distance » par rapport à la demande finale (pays de consommation finale du bien ou service).¹

Une internationalisation des chaînes de valeur variable selon les pays

L'indicateur de participation des Etats montre bien que tous ne sont pas impliqués dans la même proportion et de la même manière dans l'internationalisation des chaînes de valeur. La part des importations (de consommations intermédiaires) incorporées dans les exportations d'un pays vers des pays tiers varie fortement. En 2002, elle était de près de 60% pour Singapour et de près de 50% pour la Chine alors qu'il s'établissait autour de 15% pour le Japon et pour les Etats-Unis. La tendance est nettement à la hausse sur la période 1985-2005.²

Plus globalement, l'indicateur de participation aux chaînes de valeur mondiale diffère beaucoup d'un pays à l'autre (cf. graphique ci-dessous). Ce graphique montre d'abord la grande diversité en termes de taux de participation totale (i. e. cumul de part des importations et de celle des exportations de biens intermédiaires exprimées en pourcents des exportations totales), y compris pour des pays développés. Alors que le Luxembourg atteint 70%, le Canada ou la Nouvelle-Zélande dépassent à peine les 30%. Par ailleurs, la composition de ce taux total varie aussi très fortement d'un Etat à l'autre. Si l'Estonie, la Norvège et la Slovaquie ont tous trois un total autour de 50 à 55%, les intrants étrangers ne représentent qu'environ 15% des exportations norvégiennes contre plus de 30% pour l'Estonie et la Slovaquie. Ces taux donnent donc des informations sur le positionnement global du pays dans les chaînes de valeur mondiales. Concernant la Norvège, on peut supposer que les matières premières (hydrocarbures représentent une part importante des exportations norvégiennes et se situent plutôt en début de chaîne de valeur, d'où une part importante des exportations servant d'intrants à des tiers. A l'inverse, si l'on suppose que le Luxembourg exporte beaucoup de services (notamment financiers), on comprend pourquoi il se situe plutôt en fin de chaîne d'approvisionnement et doit importer beaucoup pour exporter, d'autant que la taille de l'économie nationale est réduite.

¹ MIROUDOT S., DE BACKER K., (2012).

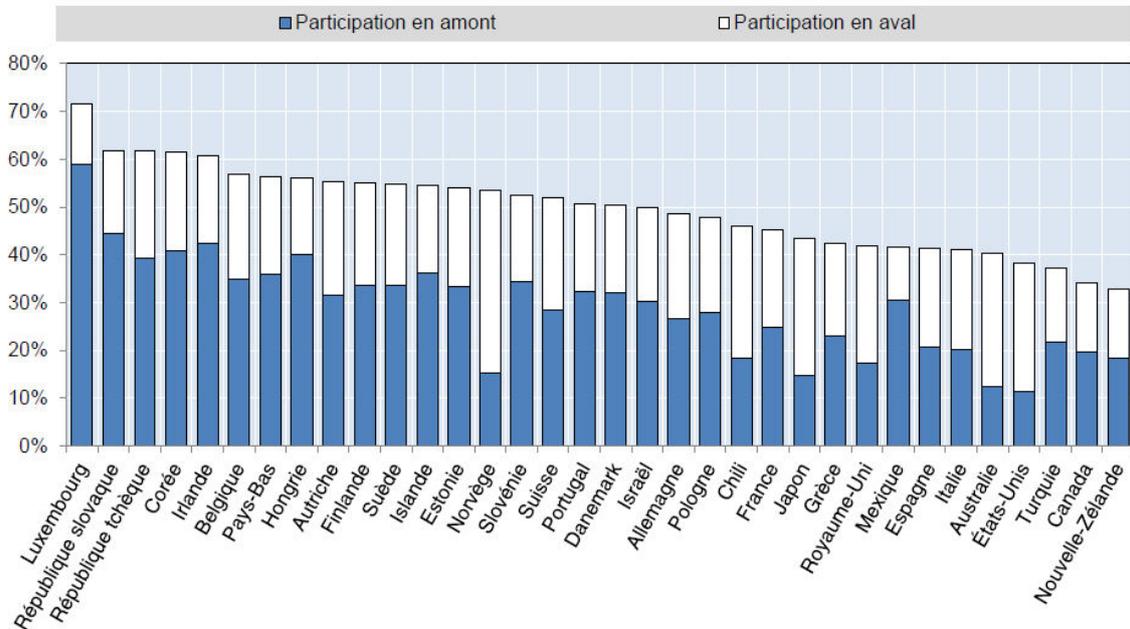
² ESCAITH, INOMATA (Ed.), (2011), p. 98





Participation aux chaînes de valeur mondiales en 2009

Intrants étrangers et intrants locaux incorporés dans les exportations de pays tiers, en pourcentage des exportations brutes
Pays de l'OCDE



Source : OCDE, (2013), p. 15.

La part de valeur ajoutée domestique incorporée dans les importations de consommations intermédiaires qui révèle le caractère parfois circulaire des chaînes de valeur mondiales est également significative dans certains pays. A titre d'exemple, des produits électroniques importés de Chine par les Etats-Unis peuvent comporter une part de valeur ajoutée américaine, notamment s'ils ont été conçus aux Etats-Unis avant d'être assemblés en Chine (licence de production exportée des Etats-Unis, par exemple). Les estimations issues de la base de données TiVA (*Trade in Value Added*) établie par l'OMC et l'OCDE, montrent que la part de valeur ajoutée domestique incorporée dans les importations s'élèverait à au moins 5% aux Etats-Unis et 7% pour la Chine (et même 12% dans le secteur électronique chinois).¹

— Une internationalisation des chaînes de valeur variable selon les secteurs

Si l'internationalisation des chaînes de valeur varie fortement d'un pays à l'autre, elle fluctue également selon les secteurs.

On note notamment que l'informatique et les secteurs recourant abondamment à l'électronique comptent parmi les plus ouverts aux échanges internationaux (importations et

¹ AHMAD, (2013), p. 97.





exportations). Comme le montre une étude de l'OCDE, les ordinateurs, les instruments scientifiques, l'aérospatial, les radios, TV, communications et autres machines électriques sont des secteurs fortement internationalisés : la part des importations et des exportations représente de 40% à près de 80% de la production. Ce pic est atteint pour les ordinateurs. *A contrario*, la construction navale fait justement partie des secteurs qui semblent les moins ouverts aux échanges avec moins de 20% de taux d'importation et environ 30% d'exportation.¹

Au-delà de la part des importations et exportation dans la production totale, l'analyse du commerce de biens intermédiaires montre encore une fois la forte internationalisation de l'électronique. L'analyse des exportations et importations de biens intermédiaires par la Chine et le Japon révèle en effet que les circuits intégrés et imprimés, les composants d'équipement de télévision, communication, traitement de données font partie des biens intermédiaires les plus échangés.² De même, la mesure du degré de spécialisation verticale de neuf économies asiatiques (Chine, Indonésie, Japon, République de Corée, Malaisie, Philippines, Singapour, Taïwan et Thaïlande) montre que les ordinateurs et équipements électroniques, ainsi que les autres équipements électriques constituent deux des trois secteurs ayant les niveaux de spécialisation verticale les plus élevés, parmi vingt-cinq secteurs étudiés. Pour ces pays, le degré de spécialisation verticale³ des ordinateurs et équipements électroniques avoisine les 50%, alors qu'il ne dépasse pas 10% dans l'agriculture, par exemple.⁴ Des comparaisons entre plusieurs pays et plusieurs secteurs montrent que pour un pays donné, la spécialisation verticale (mesurée comme la part des intrants importés dans les exportations) est généralement plus élevée dans l'électronique que dans le reste de l'économie ou que dans le secteur des équipements de transport par exemple.⁵

Une telle variété entre secteurs est étonnante car si la libéralisation des tarifs douaniers n'est pas toujours homogène entre pays et secteurs et peut expliquer une part de ces écarts intersectoriels, l'existence de facteurs techniques ou technologiques ne peut être totalement écartée. L'influence du facteur technologique sur la fragmentation des tâches et

¹ OCDE, (2007), p.9.

² ESCAITH, INOMATA (Ed), (2011), p. 90.

³ Le degré de spécialisation verticale est mesuré par l'OMC en sommant la part des intrants étrangers et celles des exportations locales incorporées dans les exportations de pays tiers, rapportées aux exportations brutes.

⁴ ESCAITH, INOMATA (Ed.), (2011), p. 100.

⁵ AHMAD N. (2013), p. 94.





l'internationalisation des chaînes de valeur devra donc être approfondie, surtout dans le cas de l'industrie de défense qui est réputée pour la complexité des équipements ou systèmes qu'elle intègre et qui comprennent justement de plus en plus d'électronique.

Les limites de ces méthodes

Si ces différentes estimations statistiques constituent des avancées majeures pour comprendre les évolutions du commerce international et disposer d'une analyse en valeur ajoutée plus fidèle à la réalité des échanges que leur mesure brute, il faut toutefois en mentionner quelques limites.

Ces méthodes utilisent d'abord des données très agrégées (par branches/secteurs des nomenclatures nationales) qui, même en s'affinant au progressivement, continuent de rassembler des produits ou services très hétérogènes dont la structuration des chaînes de valeur varie fortement. Ces matrices simplifient grandement les économies nationales et reviennent à considérer chaque branche ou secteur comme une seule et même entreprise ne produisant qu'un seul produit. Les parties suivantes montreront d'ailleurs qu'au sein même de l'industrie navale française, le degré d'internationalisation des chaînes de valeur est fort variable. Ces évaluations macroéconomiques sont utiles à l'analyse du commerce international mais ne permettent pas de distinguer entre gammes ou entre stratégies d'entreprises au sein d'un même secteur. Cette homogénéité des branches contraste fortement avec les différents travaux ayant modélisé ou démontré empiriquement l'hétérogénéité des firmes.¹

Par ailleurs, ces évaluations reposent sur l'hypothèse forte du principe de proportionnalité qui ne permet pas de différencier la part des importations en fonction de la destination de la production (consommation intermédiaire, consommation finale). Indépendamment de cette hypothèse, la fiabilité des estimations dépend fortement de la qualité des matrices, de leur cohérence et de leur relative stabilité dans le temps. Sur ces différents points, des exemples montrent que des fragilités existent parfois : incohérence entre la valeur des exportations de A vers B et la valeur des importations de B venant de A, évolution des normes de comptabilité, tout particulièrement sur les critères de changement de propriétaire, de frontière, et pour le traitement des biens exportés temporairement. Outre les instructions comptables, les nomenclatures elles-mêmes peuvent changer.

¹ Cf. MELITZ M. J. (2003), par exemple.





In fine, ces méthodes d'analyse macroéconomiques ciblent principalement des branches de l'économie et permettent de décrire l'interdépendance croissante entre différents secteurs et différents Etats. En revanche, ces études ne permettent pas d'appréhender la spécificité de certains produits ou services, lorsqu'ils ne correspondent pas à un agrégat statistique homogène. Ainsi, de nombreuses études de cas ont été réalisées pour analyser le processus d'internationalisation des chaînes de valeur à une échelle plus fine en ciblant des produits particuliers.

1. 2. 2. Etudes de cas ciblées sur un produit

Cette partie présente quelques exemples d'études de cas sur des chaînes de valeur internationalisées. L'objectif n'est pas tant de présenter leurs conclusions et résultats que d'en tirer des enseignements méthodologiques pour analyser ensuite des chaînes de valeur de l'industrie de défense, et plus spécifiquement de l'industrie navale de défense.

— Répartition de la valeur ajoutée des produits d'Apple

Les produits de la firme Apple sont devenus des exemples emblématiques de l'internationalisation des chaînes de valeur et ces cas ont été abondamment cités dans la presse, tout comme par les organisations internationales déjà citées (OMC, OCDE). Plusieurs travaux ont notamment été réalisés au *Personal Computing Industry Center* et particulièrement ceux de LINDEN G., KRAEMER K. L. et DEDRICK J. L'exemple de l'iPod offre un bon exemple de ces travaux, de l'approfondissement progressif de la méthodologie utilisée, ainsi que de ses prérequis et limites.

Dans un premier temps,¹ les auteurs ont commencé par décomposer le produit fini, l'iPod, pour en identifier les principaux composants constitutifs. Ce travail est facilité par la grande disponibilité de l'information dans le domaine (« *teardown reports* »). Différentes sources d'information spécialisées ont également permis de cartographier plus finement le produit en identifiant à la fois les fournisseurs des composants principaux, leur localisation et le coût de chaque composant. Ces données permettent donc d'estimer le chiffre d'affaires approximatif réalisé par chaque fournisseur.

Passer du chiffre d'affaires à la valeur ajoutée apportée par chaque acteur est déjà beaucoup plus complexe car cette valeur ajoutée se compose à la fois des coûts de production directs de l'entreprise (notamment la masse salariale) et de la marge brute de l'entreprise. Or, si les rapports financiers permettent assez facilement de connaître la marge brute d'un groupe, la masse salariale est rarement communiquée. En effet, les coûts

¹ LINDEN G., KRAEMER K. L., DEDRICK J. (2011)





associés à la production vendue (« *cost of sales* ») sont communiqués de manière agrégée et inclus de la valeur ajoutée (masse salariale) mais aussi des coûts externes (achats de matière, composants, prestations de sous-traitance, etc.). En l'absence de données d'entreprise, la reconstitution de la valeur ajoutée générée par une entreprise donnée est donc particulièrement difficile.

Aussi les auteurs ont-ils choisi dans cette première phase de leur recherche, de limiter leur analyse de la répartition de la valeur ajoutée à la seule composante « marge brute ». Pour ce faire, ils ont collecté le taux de marge brute des principales firmes participant à la chaîne de valeur de l'iPod puis ils ont appliqué ce taux au prix du composant produit par la firme en question. Cette part de valeur ajoutée estimée par le taux de marge brute est calculée pour les principaux composants, ainsi que pour Apple et les entreprises de distribution et commercialisation de l'iPod. Ces montants de valeur ajoutée ont ensuite été attribués à des Etats (Etats-Unis, Chine, Japon, etc.) sur la base de la localisation du siège social de chaque entreprise. Ces estimations montrent que dans le cas d'iPod commercialisés aux Etats-Unis, une part majoritaire de la valeur ajoutée est captée aux Etats-Unis. Ainsi, même dans le cas de produits assemblés en Asie et constitués de composants électroniques fabriqués en Asie, les Etats-Unis bénéficient de cette internationalisation en captant une part prépondérante de la valeur ajoutée. Ceci tient à la fois à la part élevée des marges pratiquées et à l'hypothèse retenue ici d'une distribution et commercialisation aux Etats-Unis (frais commerciaux).

Avec cette première estimation, les auteurs montrent que pour un iPod vendu aux Etats-Unis à environ 300\$, plus de la moitié de la valeur ajoutée est captée aux Etats-Unis. De plus, alors que le déficit commercial américain vis-à-vis de la Chine est estimé à environ 150\$ par iPod du fait de leur assemblage en Chine, l'analyse en termes de valeur ajoutée indique que la Chine ne capte en réalité que quelques dollars de valeur ajoutée contre plus de 150\$ captés par les Etats-Unis. La faible part de la Chine est également due à la part importante des consommations intermédiaires importées du Japon, de Corée du Sud ou de Taïwan avant leur assemblage en Chine.

Après ces premiers travaux ciblés sur la composante « marge brute » de la valeur ajoutée, les chercheurs ont poursuivi leur recherche en évaluant la répartition de la composante « masse salariale » de la valeur ajoutée de chaque entreprise. Dans cette deuxième phase, LINDEN G., DEDRICK J. et KRAEMER K. L. sont partis des emplois pour évaluer la répartition de la valeur ajoutée entre Etats.¹ Pour y parvenir, ils ont d'abord estimé la valeur

¹ LINDEN G., DEDRICK J., KRAEMER K. L., (2009)





globale des ventes d'iPod en multipliant le nombre total d'iPods vendus par leur prix unitaire. Ayant déjà identifié les entreprises impliquées dans la chaîne de valeur de l'iPod lors de la première phase de l'étude, ils ont estimé la part des iPods dans la production totale et/ou le chiffre d'affaires annuel des entreprises impliquées dans la chaîne de valeur. Ce ratio est ensuite appliqué au nombre d'employés des entreprises pour obtenir les effectifs impliqués dans la production de l'iPod.

Une fois les effectifs estimés pour les principales firmes intervenant dans la chaîne de valeur de l'iPod, il s'agit de les convertir en masse salariale afin d'aboutir à une mesure de la valeur ajoutée. La difficulté ici consiste à prendre en compte les différences de salaires entre fonction (production, ingénieurs, etc.) et entre Etats. Pour ces estimations, les auteurs ont d'abord recouru à des benchmarks industriels permettant de ventiler les effectifs des firmes entre emplois productifs ou de soutien (encadrement, direction) et pour distinguer les effectifs peu qualifiés (assemblage) des plus qualifiés (conception). A défaut de disposer de données d'entreprise, ils ont ensuite utilisé les statistiques du *Bureau of Labor Statistics* américain pour obtenir les coûts annuels moyens du travail dans chaque pays et selon les fonctions (vendeurs, ouvriers, cadres. La masse salariale est alors obtenue en multipliant les effectifs de chaque catégorie d'emploi et dans chaque pays par le revenu moyen correspondant.

Les résultats indiquent qu'un tiers des emplois de la chaîne de valeur des iPods vendus aux Etats-Unis est localisé aux Etats-Unis, particulièrement chez Apple. En revanche, en termes de masse salariale, les salaires versés à des employés américains représentent 70% du total des salaires incorporés dans la chaîne de valeur des iPods.

Au-delà de l'iPod, ces méthodes d'estimation de la répartition de la valeur ajoutée ont été appliquées pour d'autres produits : téléphones mobiles,¹ iPad et iPhone,² éoliennes.³

Contraintes et limites méthodologiques

Ces études de cas ciblées sur un produit donné sont très complémentaires des travaux plus macroéconomiques conduits à une échelle plus large. Même si l'on ne peut leur conférer une portée générale, ces cas sont très illustratifs et emblématiques de la fragmentation et de l'internationalisation des chaînes de valeur. Ils révèlent également de manière concrète que la mesure habituelle du commerce international ne permet pas d'estimer les échanges

¹ DEDRICK J., KRAEMER K. L., LINDEN G., (2010)

² KRAEMER K. L., LINDEN G., DEDRICK J. (2011) ; XING Y., DETERT N., (2010)

³ DEDRICK J., KRAEMER K. L., (2011)





en valeur ajoutée et offre une vision biaisée des déficits ou excédents commerciaux bilatéraux.

La méthode qui sous-tend ces études reste toutefois difficilement généralisable car elle repose sur des contraintes fortes. Les produits étudiés restent des produits relativement simples, très souvent constitués de quelques composants majeurs représentant l'essentiel des coûts de production. Ainsi, par exemple, dix-sept composants de l'iPod représentent 86% des achats de composants et le plus cher d'entre eux en représente plus de 60% à lui seul.¹ Dans le cas de l'éolienne, six composants majeurs constituent plus de 75% des coûts.²

Outre la relative simplicité des produits étudiés, la disponibilité de l'information est une des conditions essentielles. Ces études se fondent en effet sur des sources externes et notamment des rapports spécialisés (iSuppli, Portelligent) donnant la composition des produits, le coût de chaque composant et leur fournisseur. Or, une telle transparence est rare. De plus, même si les données publiques fournies par les entreprises sont incomplètes pour mesurer leur valeur ajoutée, notamment sur la composante « masse salariale » de la valeur ajoutée, ces études de cas peuvent le plus souvent s'appuyer sur des rapports annuels et des informations financières dont la disponibilité est accrue par le fait que bon nombre de ces entreprises sont de grandes multinationales cotées en bourse.

Appliquer ces méthodes à des produits plus complexes et/ou des produits dont la chaîne de valeur est moins connue (composants, coûts, fournisseur) serait beaucoup plus difficile.

Si ces méthodes sont limitées dans l'utilisation que l'on peut en faire, elles présentent également les limites méthodologiques intrinsèques. Il faut d'abord noter qu'en dehors de la décomposition des produits en composants et de l'identification de leurs fournisseurs, peu de données quantitatives sont propres à la chaîne de valeur du produit considéré. Même sur cette décomposition, l'analyse des consommations intermédiaires et des fournisseurs des rangs 2 à n reste très difficile et peu prise en compte dans ces études.

Par ailleurs, l'absence de données d'entreprises spécifiques au produit conduit à appliquer des ratios moyens ou des estimations en termes de taux de marge, par exemple. De même, l'évaluation de la masse salariale est problématique dans la mesure où elle repose sur des produits en croix (effectifs affectés proportionnellement aux ventes ou à la

¹ LINDEN G., KRAEMER K. L., DEDRICK J. (2007)

² DEDRICK J., KRAEMER K. L., (2011)





production du site) ne tenant pas compte d'éventuelles spécificités en termes de politique industrielle (faire ou acheter).

De plus, la décomposition des effectifs en différentes catégories et les données relatives au coût du travail sont issues de statistiques sectorielles ou nationales très génériques. Utiliser des paramètres aussi agrégés et peu spécifiques est problématique compte tenu des hétérogénéités sectorielles et régionales. Les travaux de M. J. MELITZ¹, notamment, ont mis à jour cette hétérogénéité des firmes d'un même secteur face à l'internationalisation.

1. 2. 3. Quelle(s) méthode(s) pour analyser l'internationalisation des chaînes de valeur dans l'industrie de défense

Ce tour d'horizon des méthodes d'analyse de l'internationalisation des chaînes de valeur ne permet pas d'aboutir à une méthode véritablement satisfaisante pour étudier l'industrie de défense et l'industrie navale de défense en particulier. Comme nous allons le voir, la difficulté voire l'impossibilité de transposer ces méthodes tient à la fois à leurs limites intrinsèques, et aux spécificités de l'industrie de défense.

Toutefois, nous montrerons qu'il est possible de s'inspirer de ces méthodes pour apporter des solutions originales d'analyse de l'internationalisation des chaînes de valeur dans l'industrie de défense.

Des approches macroéconomiques limitées par le manque de données fiables sur le commerce international d'équipements militaires

Les méthodes d'analyse de l'internationalisation des chaînes de valeur employées en macroéconomie reposent sur des données statistiques nombreuses et quasi exhaustives, tant en termes de secteurs couverts, que de couverture géographique, au moins pour les pays de l'OCDE. Lorsque ces données manquent, comme ce fut le cas pour étudier le commerce international en valeur ajoutée, des travaux conséquents ont été menés, notamment par l'OMC et l'OCDE pour développer des bases données afin d'appréhender le phénomène. Ainsi, la base de données « *Trade in Value Added* » (TiVA) fournit d'importantes ressources statistiques aux chercheurs désireux d'approfondir l'analyse de l'internationalisation des chaînes de valeur à une échelle macroéconomique. Nous avons d'ailleurs déjà mentionné précédemment plusieurs de ces travaux de mesure et de cartographie des chaînes de valeur mondiales (*global value chains*). Or, les données relatives à l'industrie de défense et aux échanges internationaux de matériels de guerre sont beaucoup plus rares.

¹ MELITZ M. J. (2003)





Sans même rechercher une mesure du commerce international d'équipements militaires en valeur ajoutée, la simple mesure des transferts internationaux d'armement reste encore aujourd'hui problématique. Il n'existe toujours pas de données internationales fiables sur les importations et exportations d'armement. Comme le note le SIPRI, « le nombre d'États déclarant leurs importations et exportations d'armes au registre des Nations unies sur les armes classiques (UNROCA) a diminué en 2014. À peine plus d'un quart des membres de l'ONU a répondu à la demande du Secrétaire général de soumettre les données de base sur les importations et les exportations. Sur la période 2009–13, plusieurs parmi les 10 plus grands fournisseurs d'armes conventionnelles majeures enregistrés par le SIPRI n'ont pas soumis de rapport à l'UNROCA chaque année et certains des plus grands importateurs ont été absents pendant les cinq années. La participation de certaines régions est restée constamment faible ces dernières années, en particulier en Afrique et au Moyen-Orient. »¹ Outre le fait que peu de pays publient ces données, il faut ajouter que les données publiques fournies par certains pays ne sont pas toujours homogènes entre différentes administrations, compte tenu de différences de périmètre. C'est notamment le cas pour les Etats-Unis qui sont le premier exportateur mondial d'armement selon le SIPRI, avec 31% des exportations sur la période 2010-2014.² En effet, le *Government Accountability Office* (GAO),³ a montré des différences méthodologiques importantes entre les données du Département d'Etat et du Département de la Défense.

La base de données du SIPRI répertorie les livraisons d'armement mais ne les évalue pas en fonction de leur valeur financière qui est souvent méconnue. Le SIPRI a élaboré un indicateur spécifique nommé « *Trade-Indicator Value* » (TIV). Cet indicateur ne vise pas à mesurer et comparer des transactions mais entend valoriser la « capacité militaire » des matériels échangés (P. HOLTOM, M. BROMLEY, V. SIMMEL, 2012). Ainsi, par exemple, les matériels d'occasion perdent 34% à 60% de leur valeur initiale estimée lorsqu'ils sont exprimés en TIV, selon qu'ils ont été rénovés ou pas avant leur vente. Cette décote peut sembler surprenante car les modernisations visent justement à mettre à niveau des systèmes et à renforcer leurs performances militaires.

Même si cette base de données fait souvent référence et est abondamment utilisée pour étudier les transferts d'armement, cette mesure en « TIV » ne permet de réaliser une analyse de la répartition de la valeur ajoutée entre acteurs et entre pays. Cette mesure est

¹ SIPRI & GRIP (2015), pp. 16-17.

² SIPRI & GRIP (2015), p. 17.

³ GAO (2010)





particulièrement problématique pour étudier les transferts de technologie et savoir-faire qui constituent pourtant une tendance de fond du commerce international de matériel de guerre (cf. introduction et partie 3). Dans le cas de programmes impliquant une part importante de contenu local, on peut aussi bien estimer que la valeur du transfert diminue parce qu'une partie est réalisée localement, ou qu'elle augmente dans la mesure où le transfert de technologies pourrait permettre au bénéficiaire de réaliser plus d'unités que celles qu'il a commandées. Même si l'accord de licence peut encadrer le nombre d'unités, la valeur du transfert de technologie dépasse souvent le programme lui-même car il fait économiser au bénéficiaire des années d'études et de développements coûteux.

De plus, les exportations d'armement recouvrent parfois des réalités très différentes. Il peut s'agir du montant des autorisations d'exportation de matériels de guerre, du montant des prises de commandes des entreprises de défense, du montant des livraisons effectuées.

L'absence de branche ou secteur « défense » dans les bases de données statistiques.

La difficulté à appliquer les outils statistiques et macroéconomiques décrits précédemment réside également dans l'absence de branche « défense » dans les bases de données statistiques officielles. Cette difficulté déjà soulevée par J.-P. HEBERT¹, a été soulignée par plusieurs chercheurs en économie de défense et récemment encore dans les travaux de J. BELIN (2016b). En effet, les nomenclatures actuelles ne permettent pas de distinguer les activités civiles et militaires. Ainsi, la construction navale regroupe aussi bien les navires civils (bateaux de pêche, de plaisance, de croisière, vraquiers, méthaniers, etc.) que les navires militaires (sous-marins, porte-avions, destroyers, frégates, etc.). Il en est de même dans l'aéronautique qui recouvre aussi bien les avions civils que militaires. Les systèmes, plateformes et équipements militaires se répartissent dans la construction de moyens de transports (aéronautique, transport terrestre, construction navale) ainsi que dans d'autres secteurs comme les machines et équipements électroniques, les études spécialisées, etc. L'industrie de défense ne constituant pas un agrégat statistique distinct, on ne peut utiliser les données habituelles et notamment les tableaux d'entrées-sorties, pour étudier le degré spécifique de fragmentation et d'internationalisation des chaînes de valeur de l'industrie de défense, contrairement à ce qui a été fait pour d'autres branches, au niveau macro-économique (cf. sous-parties précédentes).

Face à la rareté des données quantitatives sur l'industrie de défense et les échanges internationaux d'armement, les données individuelles des entreprises sont particulièrement

¹ HEBERT J.-P. (1995)





intéressantes à condition de pouvoir distinguer les activités civiles et militaires des firmes. Il reste que ces sources sont très souvent confidentielles.

L'impossibilité de réaliser des études cas sur le modèle des produits de la firme Apple

Compte tenu de cette rareté des données internationales ou par branches « défense », d'une part, et de la confidentialité des données d'entreprise, d'autre part, on pourrait envisager de recourir à des études de cas ciblées sur des produits, à l'instar de celles réalisées sur les produits d'APPLE (cf. sous-partie précédente). Néanmoins, la méthode utilisée pour les produits Apple n'est pas applicable pour des systèmes militaires tels que des navires armés par exemple. En effet, plusieurs conditions ne peuvent être remplies :

- *Possibilité de se limiter à un nombre restreint de composants représentatifs* : les études de cas de produits civils reposent surtout sur des produits relativement simples dont quelques composants représentent l'essentiel des coûts de production (écran tactile, disque dur, batterie, carte mémoire, processeur, etc.), et avec des opérations d'assemblage assez limitées : quelques tâches assez courtes, impliquant peu de personnes et peu coûteuses. Or les navires militaires, qu'il s'agisse de frégates fortement armées ou de sous-marins par exemple, sont composés de plusieurs centaines de milliers voire un million de pièces (cf. partie consacrée au SNLE). De plus, le coût des équipements n'est qu'un des éléments des coûts de production qui comprennent également de très nombreuses heures d'études d'ingénierie, d'industrialisation, de production, d'assemblage, d'intégration, d'essais, etc. Enfin, les coûts relatifs aux équipements sont beaucoup moins concentrés car on trouve à la fois des équipements dédiés au système de combat (radars, sonars, systèmes de communication, de guerre électronique, plusieurs systèmes de stockage et lancement d'armes et de leurres, etc.), et de nombreux équipements dédiés à la plateforme (turbine à gaz ou à vapeur, réducteurs, moteurs diesels, moteurs électriques, batteries, usine à oxygène, osmoseur, etc.)
- *Disponibilité des données sur les coûts et les fournisseurs de composants* : si les chercheurs qui se sont intéressés aux produits APPLE ont pu bénéficier de rapports publics spécialisés sur la liste des composants, leurs prix approximatifs et leurs fabricants potentiels, rien de tel n'est disponible pour les équipements militaires. Des catalogues et annuaires spécialisés tels que *Flotte de Combat* ou *IHS Jane's* permettent certes de connaître les principaux équipements d'un navire et de leur attribuer des fournisseurs. Mais le montant de ces équipements et la localisation de la production restent confidentiels. Lorsque les fournisseurs communiquent sur leur sélection dans le





cadre d'un programme et la signature d'un contrat, il est rare que le montant et le contenu précis du contrat soient divulgués. Ainsi, même lorsque des montants sont communiqués, il est impossible d'en déduire des prix standards tant le périmètre de la prestation peut varier d'un programme à l'autre : part des coûts non-récurrents liés au traitement d'obsolescences ou à de nouveaux développements, degré d'intervention de l'équipementier en matière d'intégration physique et fonctionnelle, niveau d'engagement sur les performances (et provisions associées), nature et durée des garanties, fourniture de rechanges, formation, entretien, éventuel transfert de technologie ou savoir-faire, assistance technique, etc.

Enfin, les coûts relatifs aux équipements, composants et matières premières ne constituent qu'une part des navires armés. Les études d'ingénierie relatives aux différents stades de conception, industrialisation et production représentent un coût important (cf. parties suivantes), de même que l'assemblage des navires, leur intégration physique, fonctionnelle et l'ensemble des essais nécessaires à la qualification du navire, à son acceptation par le client, puis à son admission au service actif au sein de la Marine.

Choix méthodologiques opérés

Compte tenu des méthodes employées pour l'analyse de l'internationalisation des chaînes de valeur de produits civils et des difficultés de transposition à l'industrie de défense et notamment à l'industrie navale de défense, il est nécessaire d'adapter les méthodes standard pour apporter des solutions méthodologiques idoines et originales.

C'est pourquoi l'étude de l'internationalisation des chaînes de valeur dans l'industrie de défense nous conduit à croiser à la fois plusieurs échelles d'analyse et à mobiliser des sources de natures différentes.

En termes d'échelle, l'hétérogénéité, la faible qualité ou l'absence de données suffisantes sur l'industrie de défense au niveau mondial conduit à renoncer à un tel niveau d'analyse, ce qui n'empêche pas pour autant d'étudier l'internationalisation des chaînes de valeur sur des périmètres plus ciblés. Ainsi, la partie 2 est consacrée à l'internationalisation des chaînes de valeur dans l'industrie navale de défense française. Cette analyse associe à la fois des études de cas ciblées sur des programmes nationaux spécifiques (SNLE, frégates) grâce à des données d'achats du maître d'œuvre principal, ainsi qu'une analyse plus large pour l'ensemble de l'activité générée par NAVAL GROUP et sa filière de fournisseurs et sous-traitants (aussi bien pour des contrats nationaux qu'internationaux). La partie 3 se focalise sur l'internationalisation de la chaîne de valeur de programmes de navires destinés à des clients étrangers. Après quelques précisions sur l'importance des mécanismes de compensation et leur conséquence en termes de fragmentation de la chaîne de valeur,





nous nous intéresserons à deux cas spécifiques : un programme de bâtiments de surface (destroyers *Hobart* australiens) et un programme de sous-marins conventionnels (*Scorpene* Inde), tous deux réalisés dans le cadre de transferts de technologie et d'une « indigénisation » du programme au profit de l'industrie locale. Enfin, la partie 4, consacrée aux stratégies d'entreprises et innovations technologiques, se fonde sur quelques exemples de firmes multinationales pour illustrer la typologie d'A. W. HARZING. Elle présente également un focus plus précis sur le secteur électronique dont le fort degré d'internationalisation induit une internationalisation des chaînes de valeur d'équipements militaires.

En conséquence, les données mobilisées sont très diverses et c'est souvent leur combinaison qui permet d'aboutir à des résultats intéressants : données d'entreprise, tableaux d'entrées-sorties, rapports d'audit officiels dédiés à certains programmes ou certaines thématiques (compensations, approvisionnements en électroniques), publications d'entreprise, presse spécialisée, publications techniques.





1. 3. CARACTERISATION DES CHAINES DE VALEUR DU NAVAL DE DEFENSE

Après avoir précisé les notions et processus principaux relatifs à l'internationalisation des chaînes de valeur, ainsi que les méthodes fréquemment utilisées pour les analyser, cette partie vise à décrire plus précisément l'objet même de cette recherche : les chaînes de valeur de l'industrie de défense et de l'industrie navale de défense en particulier.

En effet, avant d'étudier l'internationalisation de ces chaînes de valeur et donc l'évolution de la répartition de la valeur ajoutée entre territoires, il est nécessaire de comprendre comment celles-ci se structurent. Cette partie commencera donc par préciser ce que sont les navires armés et à en exposer la complexité avant d'en décrire le cycle de vie. Le déroulement d'un programme, les processus de conception et réalisation seront également abordés.

Une fois familiarisé avec les produits et processus industriels, il sera plus facile d'apporter des précisions sur la répartition de la valeur ajoutée entre :

- les différents éléments constitutifs d'un navire armé (décomposition en sous-systèmes) ;
- les différentes étapes et tâches permettant d'aboutir à un produit fini ;
- les différents acteurs intervenant tout au long de cette chaîne de valeur ou autrement dit, les acteurs de la filière situés aux rangs 1 à n et dont les valeurs ajoutées cumulées constituent le prix de vente du produit fini ;

Ainsi, une analyse fine de la chaîne de valeur nécessite idéalement une quadruple cartographie de la répartition de la valeur ajoutée : technique (entre sous-systèmes fonctionnels ou physiques), chronologique (entre phases et tâches), socio-industrielle (entre acteurs) et géographique (entre pays). Plus cette cartographie est fine et complète, plus il sera aisé de comprendre les causes et les effets de l'internationalisation de la chaîne de valeur, particulièrement pour étudier la fragmentation (ou désintégration dite « verticale »).

Compte tenu de la complexité d'une telle cartographie et de la triple contrainte de disponibilité, d'accessibilité et de confidentialité des informations, cette cartographie ne peut être parfaitement complète. L'objectif est néanmoins d'aboutir à une caractérisation la plus fine possible des chaînes de valeur du naval de défense. A défaut de pouvoir être exhaustif, nous insisterons sur la grande hétérogénéité de ces chaînes de valeur. La répartition de la valeur ajoutée entre sous-ensembles, tâches et acteurs varie fortement d'un navire à l'autre et même d'un programme à l'autre.





1. 3. 1. Les navires militaires : diversité, complexité, et structure de coûts

Diversité des navires armés

Les chaînes de valeur de l'industrie navale de défense ne forment pas un tout homogène compte tenu de la diversité des systèmes et navires qui sont conçus, réalisés, entretenus, modernisés puis démantelés par les acteurs de cette industrie. En effet, que trouver de commun entre un petit patrouilleur, un destroyer, un sous-marin nucléaire, ou un porte-avions ? Qu'il s'agisse de la dimension de ces navires, de leur tonnage, des missions qu'ils peuvent réaliser, des armes qu'ils peuvent mettre en œuvre, de la taille de l'équipage, de leur autonomie en mer, de leur vitesse, ou encore des systèmes et équipements intégrés, la diversité des navires est immense. De plus, les espaces maritimes dans lesquels ils évoluent sont variés : zones côtières et littorales, haute mer, eaux plus ou moins profondes. Leur capacité à durer en mer est encore une fois très variable. Cette diversité des produits se traduit sur le plan industriel par une grande diversité dans la durée et la complexité des processus, le degré de spécificité par rapport au naval civil, et par les acteurs mobilisés par ces processus.

Sans énumérer une nomenclature complète, on peut toutefois insister sur la distinction entre les navires de surface et les sous-marins. La segmentation des navires de surface est très large et les frontières parfois ténues (entre corvettes et frégates ou entre frégates et destroyers, par exemple). Ils comprennent aussi bien des intercepteurs de quelques mètres, des petits patrouilleurs, des patrouilleurs hauturiers, des corvettes plus ou moins armées, des frégates plus fortement armées, des destroyers très fortement armés, des porte-aéronefs, ainsi que des navires logistiques et/ou amphibies, des pétroliers ravitailleurs, etc. Le type de propulsion et la capacité à déployer des aéronefs à voilure tournante ou fixe influencent aussi cette nomenclature de navire. Quant aux sous-marins, la distinction entre sous-marins à propulsion conventionnelle (diesel - électrique) et sous-marins à propulsion nucléaire est majeure. Parmi les sous-marins conventionnels, les tailles et capacités varient fortement entre de petits sous-marins côtiers de quelques centaines de tonnes et des sous-marins océaniques d'environ 2000 tonnes. Pour les sous-marins nucléaires, l'éventail de taille et de missions est encore plus large entre des sous-marins nucléaires d'attaque de moins de 3 000 t. pour ceux de la classe *Rubis* en France, et des sous-marins nucléaires lanceurs d'engins (SNLE) emportant des missiles balistiques stratégiques et qui font plus de 15 000 t. aux Etats-Unis et même plus pour certains sous-marins russes (*Typhoon*, 18 500 t.).





Pour faire simple, on pourrait dire que le point commun de ces navires est d'être employés par des marines et/ou des organismes chargés de l'action de l'Etat en mer (fonction garde côte notamment). Si nous aborderons de manière privilégiée les navires fortement armés, il ne faut pas oublier pour autant l'importance des navires logistiques, amphibies et autres navires plus faiblement armés qui sont également indispensables à la défense des espaces maritimes et/ou au déploiement des forces navales, notamment pour la projection de force et de puissance sur des théâtres lointains. A défaut de pouvoir être exhaustif, nous veillerons néanmoins à traiter à la fois des navires de surfaces et des sous-marins.

La complexité des navires armés

Outre cette grande diversité entre navires, il convient également de rappeler la complexité exceptionnelle de certains navires, comme les SNLE qui sont parfois considérés comme les systèmes les plus complexes conçus et réalisés par l'Homme, en termes de nombre de composants et de délais de réalisations. Les données collectées par le Sénat australien illustrent bien cette complexité à la fois technique et industrielle des productions de l'industrie navale de défense (cf. ci-dessous). Cette complexité résulte de la conjonction de plusieurs facteurs :

- la taille, le volume et le poids de l'objet ;
- la diversité fonctionnelle : flottabilité, propulsion, habitabilité, navigation, chaînes fonctionnelles des différents domaines de lutte (sous-marine, surface, aérienne, action vers la terre, etc.). Cf. paragraphes suivants ;
- la densité technique : nombre d'équipements, pièces et composants intégrés dans des volumes réduits, spécifiquement sur sous-marins ;
- le nombre d'acteurs impliqués, la multitude des compétences requises, la durée des programmes et le volume d'activité représenté ;
- la présence durable et continue (24h/24h, 7j/7j) d'hommes et de femmes vivant à bord, en interaction avec des systèmes non seulement complexes mais potentiellement dangereux (radioactivité, pyrotechnie, hydrocarbures, ondes électromagnétiques, etc.) et dans un milieu marin qui reste hostile ;
- par ailleurs, les navires sont généralement réalisés en petite séries de quelques unités ce qui réduit l'effet de série et d'apprentissage.





Complexité technique et industrielle des navires armés

indicateurs	Char d'assaut	Boeing 777	Frégate	sous-marin conventionnel (Collins)
Poids (tonnes)	30	250	3 600	3 000
longueur (mètres)	7	60	118	78
nombre de sous-systèmes	25	40	60	108
nombre de fournisseurs	600	550	600	1 600
taille de l'équipage	4	10	163	43
durée de la patrouille (heures)	24	14	340	1 700
nombre de pièces à assembler	14 000	100 000	170 000	500 000
nombre d'heures personnes pour l'assemblage	5 500	50 000	1 200 000	2 500 000
durée de construction (mois)	7	14	22	60
prix (millions de dollars australiens)	4	300	600	1 000

Source : Commonwealth of Australia - Senate (2006, submission 20)

Ainsi les « produits » considérés autant que leur chaîne de valeur sont éminemment complexes. Si l'on a pu voir que les études de cas réalisées sur des objets de la marque APPLE comportent certaines simplifications et lacunes, on comprendra que les cartographies et données fournies ici sur les systèmes et chaînes de valeur de l'industrie navale de défense soit également simplifiées.

Cette complexité technique des navires armés se caractérise à la fois d'un point de vue physique et fonctionnel. En effet, les navires remplissent de nombreuses fonctions qui doivent être intégrées pour constituer un navire armé. La compréhension de ces fonctions et des systèmes qui permettent de les remplir, est particulièrement importante pour analyser le lien entre l'architecture des produits et la structuration de leurs chaînes de valeur (degré de fragmentation technique, sociale et géographique).

Certaines fonctions ayant trait à la plateforme sont relativement communes aux différents navires. Il s'agit notamment de disposer d'une plateforme capable de résister au niveau de choc prescrit, de rester stable en fonction de l'état de la mer. Cette plateforme doit également se propulser et générer suffisamment d'énergie pour l'ensemble de systèmes qui la constituent. Elle doit pouvoir naviguer, manœuvrer, sortir/rentrer au port, se repérer dans son environnement, se signaler, etc. Cette plateforme est généralement aussi une petite ville autonome : elle doit accueillir un équipage pouvant aller jusqu'à plusieurs milliers d'hommes sur un porte-avions, lui permettre de respirer un air sain, boire, manger, dormir, se chauffer, se soigner, se laver, voire se divertir.

Ces navires étant destinés au combat naval (pour la plupart), ils disposent de systèmes de combat plus ou moins développés et permettant de détecter des menaces et/ou engager des cibles qui peuvent être sous-marines, sur la surface, aériennes, voire à terre. Pour ce faire, ils doivent non seulement être en mesure d'élaborer une situation tactique fiable à





partir des différentes données issues des senseurs (sonars, radars, etc.) du navire, de systèmes déportés (drones) ou échangées avec l'extérieur (navires, hélicoptères, avions). Au-delà de l'élaboration de la situation tactique et de l'évaluation des menaces, le système de combat vise également à mettre en œuvre les armes adaptées à la cible ainsi que des leurres et contre-mesures permettant de protéger le navire. Dans certains cas, les navires doivent mettre en œuvre des hélicoptères ou gérer un véritable aérodrome militaire lorsqu'il s'agit de porte-aéronefs. Ces derniers doivent pouvoir entretenir et réparer ces aéronefs, les ravitailler, les armer et accueillir leur équipage. Compte tenu de leur mission très spécifique (dissuasion), les SNLE se distinguent par leur capacité à lancer des missiles balistiques stratégiques.

Ces fonctions ne peuvent être remplies que par l'intégration d'une multitude de systèmes et équipements ayant quant à eux un emplacement physique déterminé. Les chaînes fonctionnelles reposent sur des équipements pouvant être assez éloignés géographiquement au sein du navire, d'autant plus que les exigences de résilience impliquent de nombreuses redondances sur les navires exposés au combat. Les systèmes de ventilation, climatisation, réfrigération ou les réseaux d'eaux (potable, usées, etc.), d'air, d'huile, d'électricité traversent l'ensemble du navire. Outre leur éclatement géographique à bord du navire, les équipements d'une chaîne fonctionnelle sont très souvent approvisionnés auprès de fournisseurs distincts. Dans le cas du système propulsif par exemple, le fournisseur de l'hélice est rarement fournisseur de turbine à gaz ou à vapeur ; le fabricant de réducteurs ne réalise pas nécessairement la ligne d'arbres. Concernant le système de combat, les missiliers disposent rarement de tous les senseurs (radar, sonar, etc.) et systèmes de traitement nécessaires à la localisation et à l'identification des cibles.

Ajoutons que les navires armés doivent remplir ces différentes fonctions tout en respectant certaines contraintes transverses aux différents systèmes et en atteignant les performances d'ensemble attendues du navire. Assurer une vitesse élevée, garantir une certaine autonomie (durée des missions), réduire les signatures (visuelle, acoustique, électromagnétique, infra-rouge), maîtriser la compatibilité électromagnétique des différents équipements, sont des performances transverses aux chaînes fonctionnelles et équipements. Ainsi par exemple, la réduction des bruits mobilise l'intégralité du navire : son architecture, ses équipements. De même, la capacité à faire fonctionner des équipements de manière simultanée dépend en partie des études de compatibilité électromagnétique. Il apparaît donc clairement que les architectures fonctionnelle, physique (équipement), géographique (zone du navire), et sociale (acteurs impliqués) ne se superposent pas. Dès





lors, il est assez difficile d'isoler un module géographique constituant une unité physique et fonctionnelle homogène pour le confier à un acteur unique.

Si l'on reprend les critères de K. ULRICH (1995) déjà énoncés précédemment, on peut en conclure que l'architecture d'ensemble des navires armés est peu modulaire et plutôt intégrée car les architectures fonctionnelle et physique ne se superposent pas. Les propos tenus par des responsables de LOCKHEED MARTIN à des parlementaires australiens illustrent bien la nécessité d'appréhender un navire armé comme un ensemble intégré dont le tout est plus que la somme des parties :

« Indeed, officials from Lockheed Martin told the committee's delegation visiting the U.S. that with Australia's Air Warfare Destroyers (AWDs), the anti-air warfare system, the combat system and the ship need to be built as a single entity with the integrated Aegis system providing the basis for the ship design. They noted that Australia is 'buying an Aegis ship, not buying a ship and putting Aegis on it'. »¹

Cette citation montre bien la densité des interfaces entre les différents systèmes et la nécessité de concevoir les navires armés comme un tout intégré. Ici, LOCKHEED MARTIN insiste sur le fait que le système anti-aérien, le système de combat et la plateforme ne peuvent être conçus de manière complètement indépendante : il ne s'agit pas de mettre un système sur un navire mais bien de concevoir dès l'origine le navire et son système de manière intégrée.

Nous verrons cependant que cette réflexion n'a pas été pleinement prise en compte pour le programme des destroyers antiaériens australiens ; ce qui est peut-être une des sources des nombreuses difficultés rencontrées par la suite sur ce programme (cf. partie 3.3).

Répartition des coûts entre systèmes

Si les navires armés sont composés d'un nombre très important de systèmes, sous-systèmes, équipements, composants et matériaux, tous ne représentent pas la même importance en termes de coûts. A défaut de pouvoir fournir une structure de coûts très précise, certaines sources ouvertes permettent au moins de distinguer les systèmes relevant de la plateforme de ceux relevant du système de combat. Les graphiques ci-dessous montrent que pour des navires de combat, le système de combat représente une part très importante, pouvant approcher 50% du coût d'un navire.

Néanmoins cette structure de coût est très variable. Elle dépend beaucoup des nouveaux développements et donc des coûts non-récurrents qui peuvent être affectés au système de

¹ CoA – Sénat (2006), p.32.

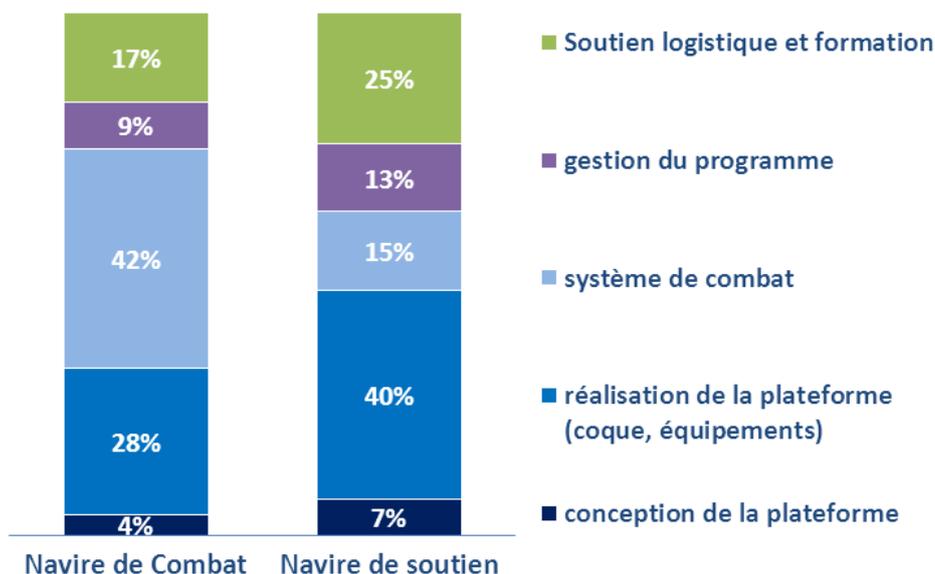




combat ou à la plateforme. Ainsi, par exemple, le développement d'un nouveau radar, d'un nouveau sonar ou d'un nouveau système de direction de combat (ou *Combat Management System*, CMS), vient renchérir le coût du navire dans son ensemble. De même, la nature de la propulsion influe sur la part des systèmes de plateforme. Pour un navire à propulsion nucléaire, on peut s'attendre à ce que la part des coûts relatifs à la plateforme propulsée soit plus importante que pour un navire à propulsion conventionnelle.

Enfin, cette répartition varie beaucoup en fonction du rôle des navires. Comme l'illustrent ces graphiques, les navires de soutien, généralement faiblement armés, ont une structure de coût dominée par la plateforme propulsée. Cette source ne propose pas de données pour des sous-marins mais on pourrait s'attendre à être dans une situation intermédiaire.

Diversité de la répartition des coûts entre navire de combat et navire de soutien



Source : d'après les données transmises par le ministère australien de la défense dans le cadre d'un rapport du sénat. Commonwealth of Australia – MoD, (2006), Submission 20.

Après avoir décrit les « produits » du naval de défense, abordons maintenant leur cycle de vie et plus particulièrement les tâches constitutives de leur chaîne de valeur.

1. 3. 2. Phases et tâches de la chaîne de valeur d'un navire armé

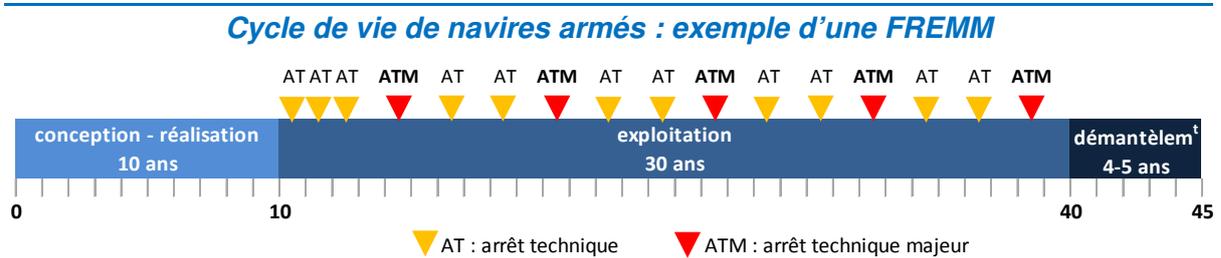
🚢 Cycle de vie d'un navire

Outre la diversité et la complexité des produits auxquels elles aboutissent, les chaînes de valeur du naval de défense se caractérisent aussi par leur épaisseur temporelle, tout comme la plupart des systèmes et équipements militaires. La conception de systèmes complexes s'étend sur plusieurs années, de même que leur construction. La période de service actif dure elle-même plusieurs décennies, rythmée par des phases d'entretien et





modernisation plus ou moins longues. Le graphique suivant montre le cycle de vie d'une frégate FREMM.



Source : reconstitution de l'auteur, d'après DUGAST (2013)

Au-delà de cette vision spécifique à un navire, la vision complète d'un programme représente une durée encore plus longue. Si l'on considère le programme américain des SSBN (SNLE) de la classe *Ohio*, on observe que l'acquisition de ces sous-marins a débuté en 1974 et que le dernier de la classe devrait être retiré du service actif à l'horizon 2040. Mais pour lancer la réalisation en 1974, les études de conception ont débuté bien plus tôt. Ainsi, le cycle de vie de ces sous-marins s'étend sur environ 70 ans.¹ De telles durées illustrent bien la nécessité pour les maîtres d'œuvre industriels de pouvoir s'appuyer sur une chaîne de fournisseurs et sous-traitants pérenne ; une recherche de stabilité qui contraste avec la quête de flexibilité et les recompositions permanentes qui caractérisent souvent l'internationalisation des chaînes de valeur.

Pour comprendre la chaîne de valeur d'un navire, il faut souvent s'intéresser à l'ensemble d'un programme. Car indépendamment des petits navires construits en série sans grande adaptation aux besoins du client, les navires plus complexes font généralement l'objet de programmes spécifiques visant à développer et réaliser des navires répondant aux besoins spécifiques du client. Contrairement à beaucoup de marchés, l'objet de la transaction préexiste rarement à l'échange et est adapté au client. Le prix, les caractéristiques techniques, les performances, les délais et garanties sont définis lors de négociations pouvant s'étaler sur plusieurs mois voire années avec l'enchaînement de *Request for Information* (RFI), *Request for Proposal* (RFP), etc. Le type de missions et de menace, le choix des missiles ou de certains équipements majeurs, la taille de l'équipage, ou la profondeur des eaux influencent la conception du navire souhaité. Au-delà de la capacité recherchée par le client, la structure de la marine, la hiérarchie, l'organisation des métiers, le degré de formation influencent également le produit et les services proposés.

¹ CONGRESSIONAL RESEARCH SERVICE (2016), p. 3.





Ainsi par exemple, certaines marines disposant de personnels hautement qualifiés ou rencontrant des difficultés de recrutement, ou bien cherchant à réduire leurs coûts, peuvent être intéressées par un fort degré d'automatisation des systèmes embarqués, notamment pour les systèmes de plateforme (propulsion, usine électrique, etc). *A contrario*, des marines disposant de marins moins qualifiés ou désireuses de maintenir des effectifs importants, peuvent privilégier des systèmes moins automatisés. Outre l'architecture des systèmes ces spécificités se répercutent de façon évidente sur les capacités d'hébergement, les locaux de vie, le traitement de l'eau, de l'air, etc.

De plus, dans le cas d'exportations, les instances de contrôle des exportations de matériels de guerre doivent se prononcer. Or, certaines capacités ou niveaux de performances offerts au client national peuvent être interdits à l'exportation ou varier en fonction du degré de proximité stratégique avec le pays importateur. Ce qui implique à nouveau des redéveloppements et donc des surcoûts.

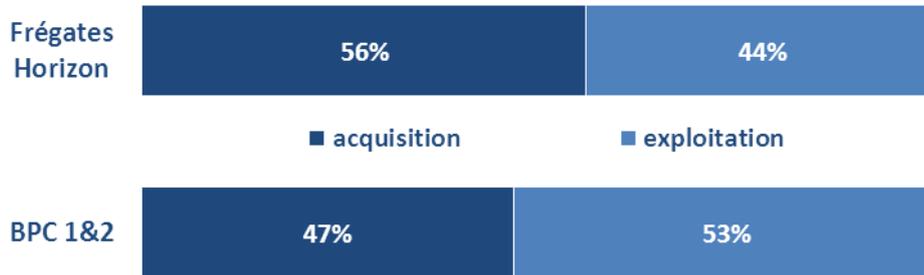
Par conséquent, qu'il s'agisse des besoins opérationnels, de la structure de la marine, du degré de contrainte budgétaire ou de délai de livraison, des autorisations d'exportation, des éventuelles exigences de contenu local et de transferts de technologies, tous ces facteurs concourent à une forte personnalisation et spécificité des produits et services fournis, ainsi que de l'organisation contractuelle et industrielle. Aussi est-il souvent difficile d'étudier la chaîne de valeur d'un *produit* navire armé. Dans de nombreux cas, il faut davantage parler de *programmes* même si les configurations et l'architecture des navires peuvent être plus ou moins similaires d'un programme à l'autre ou entre navires d'un même programme. Par conséquent, il est nécessaire de comprendre au moins les grandes lignes du déroulement d'un programme pour analyser les chaînes de valeur de l'industrie navale de défense : les tâches qui la constituent, les acteurs qui les réalisent, ainsi que la répartition de la valeur ajoutée par tâche et par acteur.

Avant de s'intéresser davantage au déroulement de programmes d'acquisition, précisons toutefois que l'acquisition (conception et réalisation) constitue environ 50% du coût global de possession. Si l'on considère la chaîne de valeur sur l'ensemble du cycle de vie du produit, environ 50% de la valeur est générée après l'admission au service actif (cf. graphiques ci-dessous). Le démantèlement (nucléaire) et la déconstruction peuvent représenter plusieurs millions d'euros. A titre d'exemple, le retrait du service actif des frégates Horizon était évalué à 6 millions d'euros en 2014 (COPRFA, 2014).





Répartition des coûts d'acquisition et d'exploitation



Source : traitement de l'auteur, d'après COPRFA (2006) et COPRFA (2014)

Déroulement d'un programme naval militaire

On ne saurait décrire ici de manière exhaustive et universelle l'organisation d'un programme naval, tant les processus sont complexes et diversifiés d'un pays à l'autre, voire d'un chantier à l'autre ou d'un navire à l'autre. Pour ne citer qu'un exemple, la frontière entre l'ingénierie de conception et le chantier de réalisation peut varier aussi bien en termes de responsabilités quant aux corrections de plans apportées et de degré de précisions dans les spécifications transmises au chantier. On se limitera donc ici à quelques grands principes généraux, utiles à la compréhension des chaînes de valeur navales militaires.

Le cycle en « V » illustre le déroulement global de conception et réalisation d'un navire. La « descente du « V » correspond à une définition de plus en plus précise du navire armé depuis la définition générale des exigences fonctionnelles, leur allocation par grands systèmes puis sous-systèmes du navire et jusqu'à la définition détaillée du navire par unités d'emménagement géographiques. A cette phase de définition succède une phase d'industrialisation du concept afin de segmenter le navire en sous-ensembles distincts pouvant être construits et pré-armés en parallèle avant leur assemblage, et pour décliner les données de conception en lots de production adaptés aux différents corps de métiers : chaudronniers, électriciens, soudeurs, etc. Cette phase d'industrialisation vise également à adapter l'organisation du chantier de réalisation en fonction de l'outil industriel (dimensions des formes, moyens de levage, notamment).

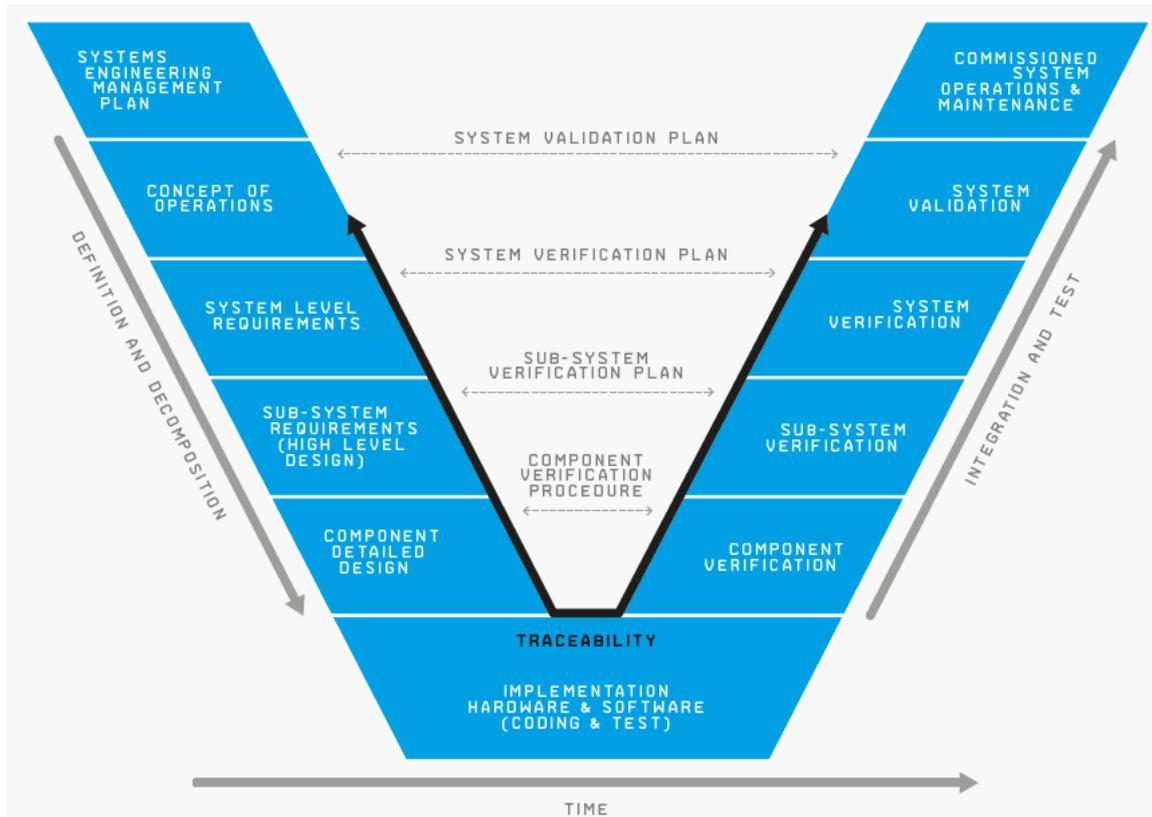
La « remontée du V » traduit une logique d'intégration graduelle des composants, sous-systèmes, systèmes et finalement, du navire armé. Cette intégration est d'abord physique avec l'assemblage des différents sous-ensembles constitutifs du navire (blocs, anneaux, etc.) et leur « jonctionnement ». Puis cette intégration est également fonctionnelle : il s'agit d'assurer que les fonctionnalités attendues et qui mobilisent plusieurs systèmes ou équipements remplissent leurs fonctions au niveau de performance attendu. Cette intégration spécifiée dès la conception à travers des plans d'intégration, vérification et





validation consiste à garantir la conformité du navire par rapport aux plans définis (vérification) et par rapport aux exigences fonctionnelles (validation). Elle passe par une mise en route progressive des installations, la création de plateformes d'intégration à terre pour les systèmes à logiciel prépondérant, ainsi que par de nombreux essais à quai puis en mer avant l'acceptation du navire par le client puis son admission au service actif.

Ingénierie de systèmes : le cycle de développement en « V »



Source : Commonwealth of Australia – Department of Defence (2013), p. 12

Ainsi décrit, le déroulement d'un programme semble assez linéaire et bien séquencé alors qu'en réalité, il peut y avoir de nombreux chevauchements. Ainsi par exemple, la conception ne s'achève pas nécessairement avec le début de la réalisation du navire. D'abord parce que la réalisation de certains ensembles peut être lancée en avance de phase, comme la coque par exemple. Ensuite parce qu'il n'existe pas de véritable « prototype » : le premier navire réalisé est vendu et utilisé par le client (normalement). Or, tant que le premier navire n'est pas achevé, la justesse des plans ne peut être pleinement garantie. Les incontournables difficultés et faits techniques rencontrés en phase de réalisation contribuent à améliorer le design du navire. De plus, la durée des programmes navals implique de gérer les obsolescences pour pallier la disparition de certains composants ou équipements. Par conséquent, les activités de conception et de réalisation





se déroulent en grande partie de manière parallèle, ou en biseau. Ceci montre aussi l'importance des échanges entre l'ingénierie et le chantier naval et pourrait expliquer l'intérêt d'une forte proximité géographique et générer des contraintes particulières lors de l'internationalisation des tâches de la chaîne de valeur.

Focus sur la conception

Les premières tâches de conception consistent à décliner un besoin militaire opérationnel en exigences fonctionnelles, puis à allouer et répartir les performances et exigences transverses aux différents systèmes et sous-systèmes du navire, selon l'arborescence fonctionnelle préalablement définie. Ainsi par exemple, le système aviation est structurant pour un porte-avions alors qu'il est inexistant pour un sous-marin. De même, le système de lutte sous-marine d'un sous-marin ou d'une frégate anti-sous-marine est particulièrement développé alors qu'il est plus limité voire inexistant sur d'autres bâtiments de surface (patrouilleurs, pétroliers ravitailleurs, etc.). Lors de ces phases amont, plusieurs concepts de navires peuvent être envisagés pour répondre à un même besoin (cf. phase de *concept* du schéma ci-dessous). La hiérarchisation des exigences, la prise en compte du niveau de maturité technologique et donc de risque associé aux solutions proposées, ou encore l'impact sur les infrastructures, ainsi que l'affinement des estimations budgétaires conduiront à choisir entre différents concepts alternatifs (cf. phase d'*assessment* du schéma).

Le développement progressif du concept conduit à passer d'une définition fonctionnelle du navire (par systèmes et sous-systèmes) à une définition physique (équipements) puis géographique (compartimentage, locaux) du navire en aboutissant à la conception détaillée de zones d'emménagement de plus en plus petites. En effet, comme nous l'avons déjà précisé, des systèmes peuvent mobiliser plusieurs équipements physiques répartis dans plusieurs zones distinctes. Pour prendre l'exemple de la lutte sous-marine, il s'agit non seulement de répartir différents senseurs (sonars d'étrave, remorqué, etc.) et effecteurs (torpilles, contre-mesures) localisés à différents endroits du navire tout en garantissant leur intégration physique (assemblage) mais aussi fonctionnelle en assurant la qualité de la détection sous-marine, la fiabilité de la tenue de situation tactique, ainsi qu'une mise en œuvre sûre et efficiente des armes.

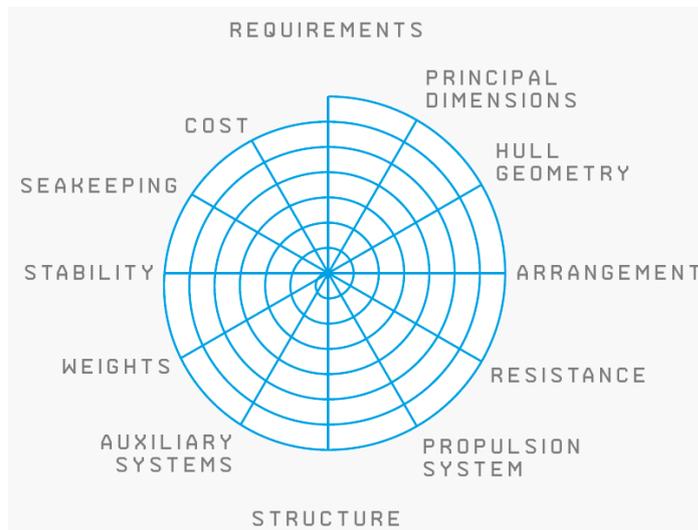
Cette description linéaire ne doit pas laisser penser que ces tâches de conception se déroulent de manière parfaitement chronologique. S'il y a effectivement des revues de définition et des jalons permettant d'aboutir à une définition fonctionnelle et physique de plus en plus fine et fiable du navire armé, il faut aussi souligner le caractère





fondamentalement itératif de certaines activités de conception du fait des interactions entre systèmes et des conséquences de ces interactions en matière de sûreté ou compatibilité électromagnétique, par exemple.

Un processus de conception itératif



Source : Commonwealth of Australia - DoD (2013), p. 51

Comme le montre le schéma ci-dessus, la maîtrise des grands bilans du navire (poids, stabilité, consommation électrique, etc.), des performances d'ensemble (vitesse, résistance aux chocs, signatures, etc.) ainsi que des coûts, nécessite des itérations fréquentes. Ce caractère itératif s'explique également par la nécessité de garantir la cohérence entre les différents niveaux d'arborescences fonctionnelle, physique et géographique : il ne s'agit pas uniquement de définir des systèmes et zones d'emménagement de plus en plus précises comme des « silos » mais bien d'anticiper et spécifier leur intégration physique et fonctionnelle pour garantir que les performances transverses à l'ensemble du navire armé seront atteintes et que celui-ci pourra alors effectivement répondre au besoin opérationnel initialement spécifié.

De plus, ces tâches de conception s'accompagnent d'une activité importante d'identification et sélection des fournisseurs de systèmes et équipements dont il faut assurer la conformité par rapport aux contraintes spécifiées : consommation énergétique, poids, volume, discrétion acoustique, par exemple. Dans de nombreux cas, les solutions sur étagères ne conviennent pas et ces systèmes ou équipements doivent être spécifiquement conçus pour s'adapter aux exigences techniques. En outre, certains systèmes majeurs, équipements, ou matériaux connaissent leur propre cycle de conception et nécessitent des approvisionnements à longs délais dont l'acquisition et la conception « sur mesure » ont lieu avant même que la décision de réalisation des navires ne soit prise. Ainsi, la





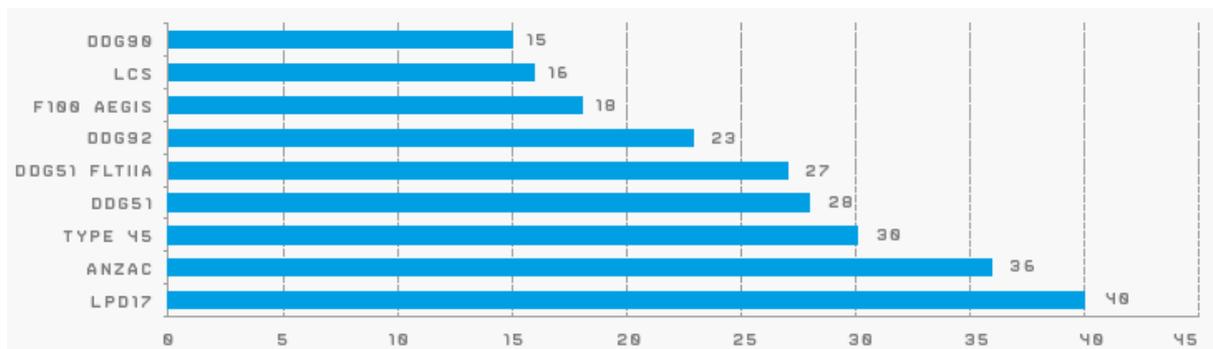
conception du navire est coordonnée avec celle de certains équipements ou sous-systèmes : la conception du navire et l'acquisition des systèmes nécessaires à sa réalisation ne sont pas des phases successives et se déroulent simultanément.

Une part importante de la conception se déroule avant la décision de lancement d'un programme proprement dit. De nombreuses études sont réalisées en phase d'avant-projet puis de projet pour déterminer la faisabilité technique, industrielle et budgétaire du programme. Si ces premières phases sont critiques (les choix opérés orientent la suite du programme), leur coût n'est pas toujours intégré dans les données budgétaires sur les coûts d'acquisition des programmes d'armement, ce qui complexifie l'analyse de la répartition de la valeur ajoutée sur l'ensemble du cycle de vie.

Durées de conception et de construction

Plusieurs exemples permettent d'illustrer la longue durée sur laquelle s'étendent les programmes navals et qui se compte en années, voire en décennies (cf. ci-dessous).

Durées de conception de bâtiments de surface (en mois) : de la revue de conception préliminaire à la construction



NB : les DDG et Types 45 sont des destroyers. Les LCS, F100 et ANZAC sont des frégates. Les LPD sont es bâtiments amphibies.

Source : Commonwealth of Australia – DoD – DMO (2013) p. 14

Pour autant, la conception ne s'achève véritablement qu'avec la qualification du premier navire de la classe (*first of class*) qui est à la fois le « prototype » et le premier navire livré. En l'absence de prototypage, il vaut mieux intégrer la durée de réalisation du premier navire pour avoir une idée plus juste des délais de conception. Ce n'est qu'une fois les essais réalisés (à quai et en mer), que l'on peut savoir si le dossier de conception définit effectivement un navire capable d'atteindre les performances exigées par le client. De plus, les chantiers peuvent lancer des navires en construction à des degrés très variables de maturité technique. Il est donc difficile de comparer des durées de conception qui n'aboutissent pas nécessairement au même type de livrables et au même niveau de

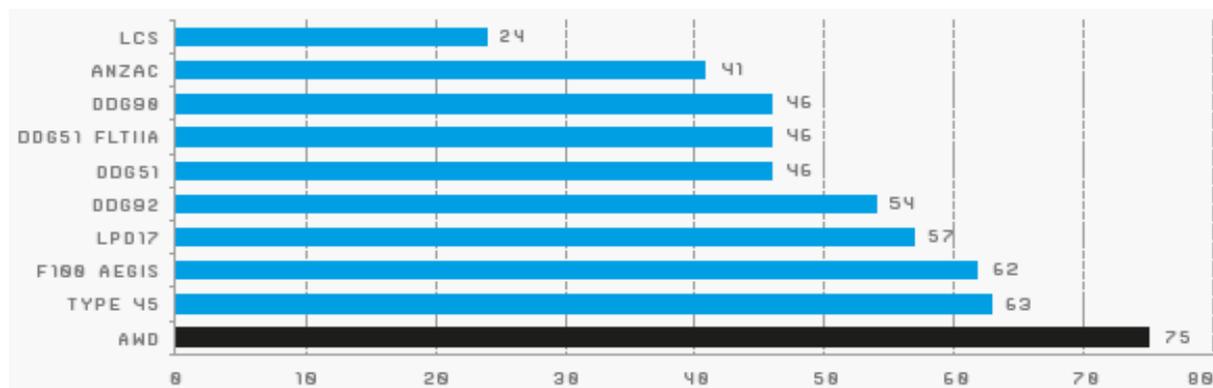




maturité. Par ailleurs, les études d'ingénierie se poursuivent généralement au-delà du premier de classe pour gérer les obsolescences, apporter des modifications, ou améliorations aux navires suivants.

Les délais de construction sont eux-aussi très variables et il est encore une fois difficile de dresser des comparaisons entre des pays dont les processus et jalons contractuels et industriels ne sont pas toujours identiques. Les données ci-dessous montrent que les bâtiments de surface fortement armés tels que les frégates et destroyers sont généralement construits en quatre à cinq ans. La durée excessive pour le destroyer AWD australien révèle des difficultés qui seront abordées ultérieurement.

Durée de construction de bâtiments de surface (en mois) : du début de la construction à la livraison



Source : Commonwealth of Australia – DoD – DMO (2013), p. 14

En comparaison, la durée de construction des sous-marins (cf. ci-dessous) est souvent plus longue : rarement moins de cinq ans et souvent sept à huit ans, voire plus. Cette différence s'explique probablement en partie par la densité technique des sous-marins et les exigences de sécurité qui sont généralement plus fortes que sur les bâtiments de surface. En effet, les contraintes d'emménagement sont particulièrement importantes sur les sous-marins où la gestion des masses et des volumes est particulièrement critique. De plus, la sécurité plongée du sous-marin conduit à des exigences élevées tant sur le plan technique que des processus et qui peuvent induire des délais supplémentaires par rapport aux bâtiments de surface.

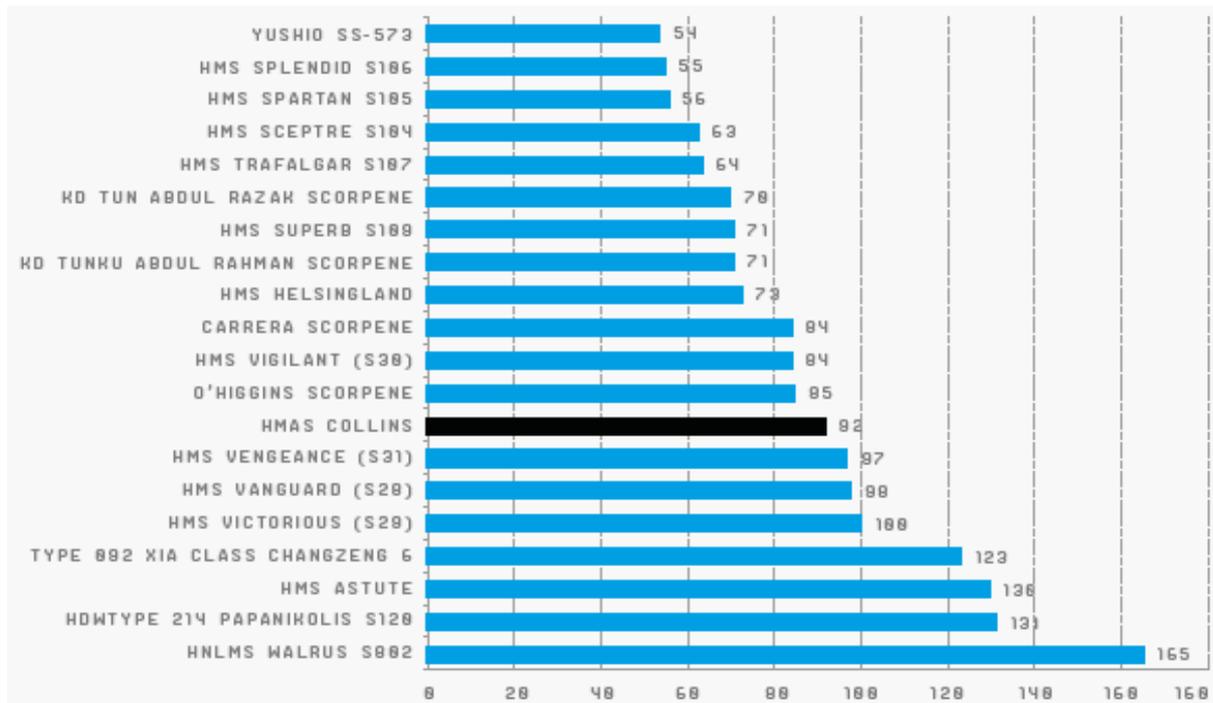
Toutefois, cette différence entre bâtiments de surface et sous-marins n'explique pas tout. D'autres facteurs doivent être pris en compte pour comprendre plus finement la durée de construction des navires et leur disparité : étalement budgétaire imposé par le client, faible expérience voir perte de compétences du chantier et/ou du concepteur du navire (cf. sous-marins nucléaires d'attaque britanniques de la classe *Astute*), organisation industrielle





sous-optimale (cf. destroyers antiaériens australiens de la classe *Hobart*), prise en compte de l'effet d'apprentissage (durée de construction du premier de classe généralement plus longue que celles des navires suivants), entre autres.

Durée de construction de sous-marins (en mois) : du début de la construction à la livraison



Source : Commonwealth of Australia – DoD – DMO (2013), p. 15

Toutes ces données illustrent bien la temporalité dans laquelle s'inscrivent les chaînes de valeur de l'industrie navale militaire : des durées de conception et construction de plusieurs années, une durée de vie de plusieurs décennies. Par conséquent, l'objet dont il est question ici est très différent des chaînes de valeur communément étudiées qui concernent généralement des biens de consommation dont les cycles de vie sont autrement plus courts. Au-delà de cette inscription dans la durée, les processus de l'industrie navale de défense se caractérisent également par de fortes irrégularités dans le volume des tâches à accomplir.

Compte tenu des évolutions technologiques, et du cycle de vie beaucoup plus court de nombreux équipements et composants intégrés, le traitement des obsolescences est une tâche importante. Ces durées impliquent aussi qu'il n'existe pas deux navires identiques et renforcent la nécessité d'assurer la gestion de configuration et la sécurité d'approvisionnement dans la durée : non seulement pour le premier navire, mais jusqu'au retrait du service actif du dernier navire, c'est-à-dire pendant plusieurs décennies. Par conséquent, la pérennité des acteurs et le maintien des compétences constituent un enjeu





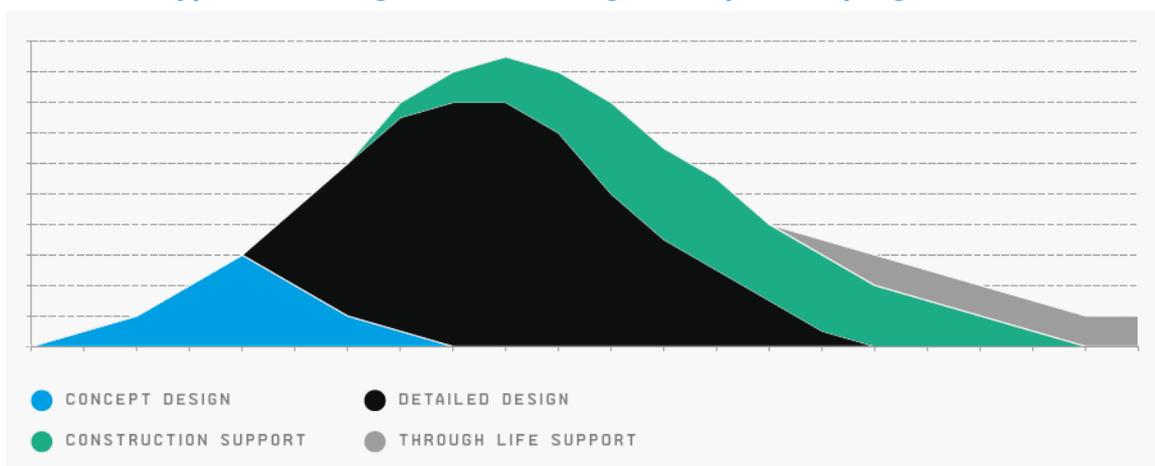
industriel majeur qui favorise la recherche d'une certaine stabilité de la chaîne de valeur, plus qu'une flexibilité accrue. Cette hétérogénéité des cycles de vie des différents systèmes pourrait inciter à développer des solutions plus modulaires pour remplacer plus facilement les composants trop anciens tout en limitant l'impact sur les autres systèmes, grâce à des interfaces standard, et pour autant que ces standards demeurent stables dans le temps.

Une industrie à fortes variations de charge : cycles longs et fortes amplitudes

Pour compléter cette description des chaînes de valeur navales, un focus sur le profil de charge peut s'avérer très éclairant. Le profil type établi par le ministère de la défense australien permet d'abord d'illustrer le caractère simultané des activités d'ingénierie entre elles, (*concept design* et *detailed design* par exemple), mais aussi avec le chevauchement entre la conception et la réalisation (*detailed design* et *construction support*), voire entre la construction et le soutien en service puisque le maintien en condition opérationnelle se prépare dès la conception du navire.

A défaut de données détaillées sur la répartition de la valeur ajoutée par phases et par tâches, ces graphiques apportent une certaine répartition des différentes tâches de la chaîne de valeur car ces heures d'ingénierie valorisées à un coût horaire se traduisent en coûts de production (masse salariale) et donc en valeur ajoutée. Ici on constate que les études de définition détaillée (*detailed design*) représentent beaucoup plus d'heures d'activité que les études de définition générale (*concept design*) et s'étendent sur une période plus longue.

Profil type de la charge d'activité d'ingénierie pour un programme naval



Source : Commonwealth of Australia – DoD – DMO (2013), p. 50

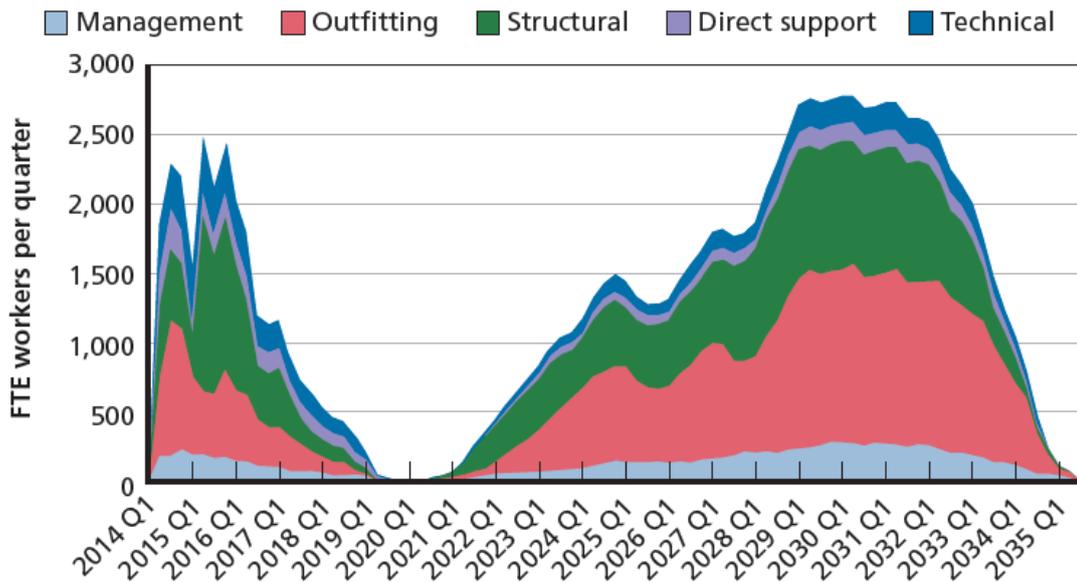
Ce graphique révèle également une autre caractéristique forte de l'industrie navale : les fortes variations de charge. Compte tenu de la durée de vie des navires, de tels pics puis





baisses de charge posent la question de la structuration d'une filière de fournisseurs et sous-traitants capable à la fois de monter en puissance lors de pics de charge et de maintenir les compétences critiques entre deux programmes (cf. graphique ci-dessous). Cette problématique explique aussi l'intérêt voire la nécessité qu'ont les Etats de favoriser les exportations pour maintenir leur propre industrie nationale.

Australie : niveau de charge prévisionnel en construction de bâtiments de surface



Source : BIRKLER (2015), p. xxviii

1. 3. 3. Une structuration de la chaîne de valeur variable selon les produits, les programmes et les pays

La caractérisation de la chaîne de valeur du naval de défense esquissée jusqu'ici pourrait laisser penser que ces chaînes de valeur sont assez « standardisées ». Or une analyse plus fine de différentes filières nationales et de différents programmes montre au contraire que la fragmentation des chaînes et la répartition des tâches entre acteurs varie fortement. Cette variation s'observe en fonction des Etats, des différents types de navires voire de différents programmes. A défaut d'être exhaustif, nous illustrerons ce propos en schématisant le positionnement des principaux industriels nationaux dans la chaîne de valeur de programmes domestiques. L'évolution de ce positionnement à l'export fera l'objet de développements plus approfondis en partie 3.

Pour comparer ces différences de positionnement, une représentation schématique et simplifiée de la chaîne de valeur du naval de défense a été établie (cf. ci-dessous). Conformément aux sous-parties précédentes, cette grille d'analyse distingue à la fois les grandes étapes d'un programme et phases du cycle de vie (à l'exception de la déconstruction), et se décline à différents niveaux d'agrégation : activités relatives à





l'ensemble du navire armé (i.e. pour les acteurs ayant une vision d'ensemble du navire), activités circonscrites à la plateforme ou au système de combat, activités de systémier ou équipementier (pour la plateforme ou le système de combat).

Représentation simplifiée de la chaîne de valeur du naval de défense

	Conception générale	Conception détaillée	Réalisation Intégration	Entretien (MCO)	Modernisation
Maître d'œuvre d'ensemble					
Plateforme					
Équipements Plateforme					
Système de Combat					
Combat Manag ^t System (CMS)					
Equipements Syst. de Combat					

Source : travaux de l'auteur

A défaut de remplir cette grille pour l'intégralité des programmes domestiques, il a été choisi de la décliner pour les programmes de navires fortement armés et pour les sous-marins. Les activités ainsi représentées ne représentent pas toutes la même part de valeur ajoutée. Comme l'illustre la figure ci-dessous, la part de valeur ajoutée que représentent ces activités peut fortement varier d'un type de navire à l'autre :





Répartition de la valeur ajoutée sur la chaîne de valeur par phases et par systèmes pour deux types de navires différents

		Conception générale	Conception détaillée	Réalisation Intégration
Bâtiment de Surface fortement armé	Maître d'œuvre d'ensemble	9%		
	Plateforme	4%		
	Équipements Plateforme	45%		
	Système de Combat	42 %		
	Combat Manag ^t System (CMS)			
	Equipements Syst. de Combat			
Bâtiment logistique	Maître d'œuvre d'ensemble	13%		
	Plateforme	7%		
	Équipements Plateforme	65%		
	Système de Combat	15%		
	Combat Manag ^t System (CMS)			
	Equipements Syst. de Combat			

Source : travaux de l'auteur, d'après les données transmises par le ministère australien de la défense pour un rapport du sénat. Commonwealth of Australia – MoD, (2006), Submission 20.

Il est évidemment impossible de positionner l'intégralité des acteurs impliqués sur des chaînes de valeur mobilisant des centaines voire des milliers d'entreprises, notamment au niveau des équipementiers. Par conséquent, seuls les principaux acteurs (de par leur rôle et la part d'activité qu'ils représentent) sont représentés. Ils sont positionnés en fonction des responsabilités qu'ils assument généralement sur des programmes domestiques et non pour un programme spécifique.

 **Une maîtrise d'œuvre d'ensemble du navire armé souvent fragmentée**

Si l'on s'intéresse à la première ligne de cette grille, on observe que la notion de maîtrise d'œuvre d'ensemble est un premier élément de distinction. Parfois cette maîtrise d'œuvre est difficilement identifiable et la Marine semble responsable de la cohérence du navire armé. Ainsi, aux Etats-Unis, le programme des *Littoral Combat Ship* (LCS) a par exemple été scindé en plusieurs projets distincts : deux projets de plateformes (« *seaframe* ») attribués respectivement à LOCKHEED MARTIN et AUSTAL, et un programme de plusieurs « modules mission » (guerre des mines, lutte anti-sous-marine, lutte au-dessus de la surface) attribué à NORTHROP GRUMMAN. Les difficultés de maîtrise des coûts, qualité





(intégration des différents systèmes), délais rencontrés sur ce programme témoignent à la fois de l'intérêt d'une maîtrise d'œuvre unique et des risques associés à cette responsabilité. Ainsi, lorsque la maîtrise d'œuvre d'ensemble existe, les responsabilités et risques afférents sont souvent partagés entre plusieurs acteurs.

Ce partage de risque peut s'effectuer entre industriels dans le cadre de partenariats contractuels comme l'illustrent les nombreux consortiums allemands (*Arbeitsgemeinschaften* ou « ARGE » : ARGE K-130, ARGE K-131, ARGE-F-125, ARGE 212, etc.), ou bien dans le cadre de partenariats capitalistiques comme le montre *ORIZZONTE SISTEMI NAVALI* qui réunit en Italie, le systémier LEONARDO (ex-FINMECCANICA) et le chantier naval FINCANTIERI. De même, en Allemagne, MTG MARINETECHNIK, réalise la conception amont des bâtiments de surface de la marine allemande et est détenue par plusieurs entreprises nationales : ATLAS ELEKTRONIK (intégré depuis à THYSSENKRUPP), LÜRSEN, RHODE&SCHWARTZ, SIEMENS, TKMS (THYSSENKRUPP MARINE SYSTEMS).

Il arrive aussi fréquemment que cette maîtrise d'œuvre d'ensemble réunisse des industriels et des acteurs publics au sein d'alliances *ad hoc*. C'est le cas en Australie, avec l'Alliance AWD qui associe la *Defence Material Organisation* du Ministère de la Défense, le chantier naval ASC et l'intégrateur du système de Combat, RAYTHEON. Au Royaume-Uni, l'*Aircraft Carrier Alliance* réunit une agence du ministère de la Défense (DE&S) et plusieurs industriels : BAE SYSTEMS, BABCOCK, THALES UK. Dans ces cas, la frontière entre maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre semble alors plus difficile à identifier.

Enfin, la maîtrise d'œuvre d'ensemble du navire armé est parfois assumée par un seul acteur industriel comme NAVAL GROUP pour les fréquences FREMM ou les bâtiments de projection et commandement (BPC), HUNTINGTON INGALLS INDUSTRIES pour les porte-avions et porte-hélicoptères américains, ou encore SAAB pour les sous-marins suédois A26, suite au rachat de KOCKUMS à TKMS.

L'existence d'une maîtrise d'œuvre d'ensemble et le nombre d'acteurs y contribuant n'est toutefois pas directement lié au niveau de risque assumé par chaque industriel. Ce niveau de risque varie fortement en fonction du mode de contractualisation. Aux Etats-Unis, par exemple, les contrats de type « *cost plus* » permettent de rembourser les surcoûts et d'adapter le niveau de marge de sorte qu'un industriel est difficilement menacé sur le plan financier, même s'il est le maître d'œuvre unique. *A contrario*, les contrats au forfait sont beaucoup plus risqués. En témoignent les difficultés financières rencontrées par BAE





SYSTEMS à la suite des surcoûts et délais du programme de sous-marins nucléaires d'attaque de la classe *Astute*. Le mode de contractualisation fut alors révisé.¹

Cette pluralité d'organisation de la maîtrise d'œuvre révèle la complexité des programmes navals et la difficulté à trouver des industriels capables de superviser l'ensemble d'un navire armé et des tâches relatives à sa conception, sa réalisation, son intégration, et au-delà, son maintien en condition opérationnelle, sa modernisation. En effet, la plupart des industriels voient leur compétence limitée à certaines phases ou certains sous-ensembles du navire armé.

Diversité du positionnement sur les différentes phases de la chaîne de valeur

Le secteur naval de défense présente une grande diversité de modèles d'entreprises avec notamment :

- des groupes civils et de défense très généralistes pour lesquels le naval militaire ne représente qu'une faible part du chiffre d'affaires (DAEWOO, HYUNDAI, MITSUBISHI, KAWASAKI, THYSSENKRUPP),
- des groupes spécialisés dans la construction de plateformes navales civiles et militaires (CSSC-CSIC, FINCANTIERI, DAMEN, LÜRSEN, PRIVINVEST),
- des groupes de défense généralistes disposant d'une activité navale incluant des chantiers (GENERAL DYNAMICS, BAE SYSTEMS, SAAB), ou focalisée sur les systèmes et équipements (LEONARDO, LOCKHEED MARTIN, RAYTHEON, THALES)
- des groupes dont l'activité navale de défense est très largement majoritaire (DCNS, NAVANTIA, OSK).

En outre, ces acteurs du naval de défense se distinguent fortement en termes de cœur de métier.

Certains groupes sont présentes sur l'ensemble du cycle de vie des navires, depuis la conception amont, jusqu'à leur déconstruction, en passant par leur réalisation, leur intégration, leur maintenance et leur modernisation. NAVAL GROUP en fournit un bon exemple : il débute la conception des SNLE de troisième génération, assure la maintenance et la modernisation des SNLE de deuxième génération (classe *Le Triomphant*) et déconstruit ceux de la première génération (classe *Le Redoutable*). *A contrario* BAE SYSTEMS qui est présent dès la conception des navires, n'en assure pas toujours la maintenance qui est réalisée par BABCOCK pour certains bâtiments de surface et pour les

¹ Cf. interview de Murray EASTON à Paul FRENCH dans NAVAL TECHNOLOGY (2007)





sous-marins nucléaires. Plus globalement, le positionnement des industriels sur les activités de maintenance dépend fortement des responsabilités et activités que souhaitent maîtriser ou externaliser les marines qui réalisent par elles-mêmes une part plus ou moins importante des activités de maintien en condition opérationnelle (MCO).

D'autres entreprises se focalisent sur certaines phases de la chaîne de valeur. Ainsi, il existe plusieurs bureaux d'études dont l'activité se concentre principalement sur la conception des navires, voire leur adaptation et modernisation. GIBBS&COX, BMT et MTG MARINETECHNIK sont des exemples de sociétés d'ingénierie capables de réaliser une part importante de la conception générale d'un navire, grâce à leurs ingénieurs navals et ingénieurs systèmes. Si ces sociétés sont souvent plus actives sur les bâtiments de surface que sur les sous-marins, certaines comme NEVESBU, au Pays-Bas, entretiennent quelques compétences de niches sur les sous-marins. D'autres sociétés se focalisent sur des domaines d'expertise transverses au navire comme INGEGNERIA DEI SISTEMI qui est plus particulièrement active dans le domaine de la compatibilité électromagnétique.

Enfin, certains groupes se spécialisent dans les services. Ainsi BABCOCK, réalise la maintenance et la modernisation des sous-marins nucléaires britanniques et a capté des contrats pour la gestion de bases navales et l'entretien de bâtiments de surface de la *Royal Navy*. Cette activité de services s'étend progressivement à la construction navale avec l'assemblage des porte-avions britanniques et d'OPV destinés à l'Irlande. Ce groupe, équipementier par ailleurs, propose également des services en ingénierie.

Diversité du positionnement sur les sous-ensembles de navires armés.

Alors que certains groupes sont quasi exclusivement des intégrateurs et disposent d'un portefeuille de systèmes et équipements très réduits, d'autres se focalisent au contraire sur les systèmes et équipements. D'autres encore conjuguent positionnement d'intégrateur et de systémier ou équipementier. De plus, ce positionnement varie fortement selon que l'on s'intéresse au navire dans son ensemble, à la plateforme propulsée, ou au système de combat.





Systémiers-intégrateurs de plateformes et systèmes de combat



Légende

BS SM

Compétence acquise

Compétence partielle

Compétence en (re-)développement



Compétence nucléaire

Activité défense hors naval

BS : Bâtiment de Surface ; SM : Sous-marin ; PF : Plateforme ; SdC : Système de Combat

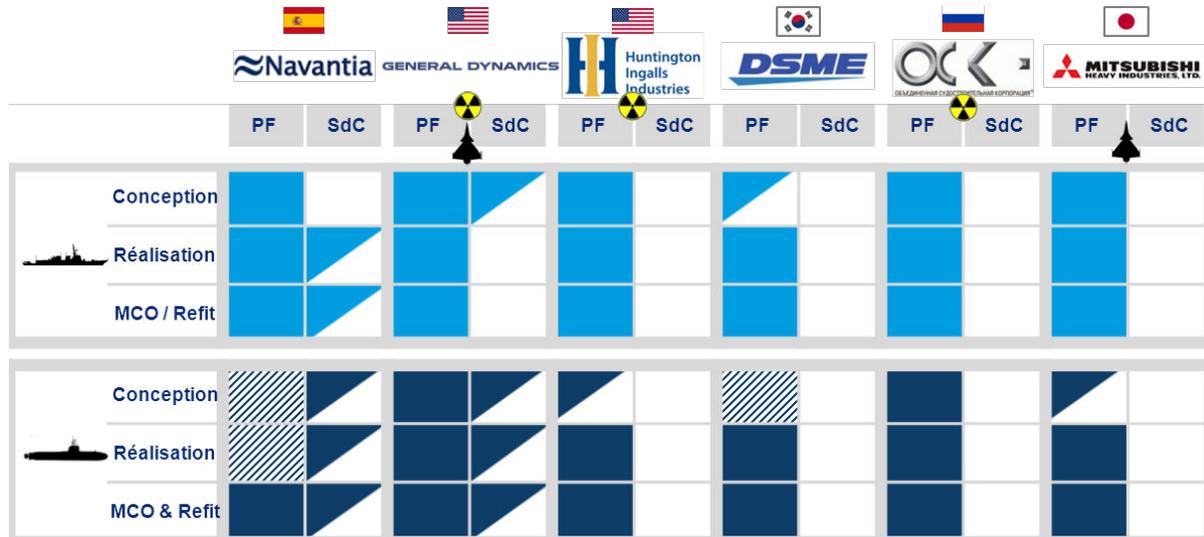
Source : travaux de l'auteur

Des acteurs comme BAE SYSTEMS, NAVAL GROUP, SAAB voire THYSSENKRUPP sont des exemples de systémiers-intégrateurs disposant également d'un portefeuille assez étendu de systèmes et équipements. BAE SYSTEMS conçoit et intègre des navires armés mais aussi des systèmes de combat : *combat management system*, radars, systèmes d'armes, etc.). Son activité équipementière concerne davantage le système de combat que la plateforme. Outre son activité d'intégrateur, NAVAL GROUP conçoit et réalise aussi des systèmes complexes à logiciel prépondérant, tant pour la plateforme avec les systèmes de gestion de la plateforme (*Integrated Platform Management System, IPMS*) que pour le système de combat avec les systèmes de direction de combat (Combat Management System, CMS). Le groupe a également développé un large portefeuille de systèmes et équipements de plateforme, plus spécifiquement pour les sous-marins (systèmes de manutention sécurisée et de lancement des armes par exemple). En revanche, il est probablement un des seuls intégrateurs de systèmes de combat qui ne dispose ni de ses propres radars, ni de ses propres sonars. Intégrateurs de plateforme et de systèmes de combat, SAAB et THYSSENKRUPP (via son entité MARINE SYSTEMS et sa participation dans ATLAS ELEKTRONIK) disposent quant à eux de nombreux systèmes et équipements du système de combat, au-delà du seul CMS : communications, systèmes d'armes sous-marines (torpilles, contre-mesures), drones, radar (pour SAAB) ou sonar (pour ATLAS ELEKTRONIK).





Systémiers-intégrateurs de plateformes : bâtiments de surface et sous-marins



Légende

BS SM

■ ■ Compétence acquise

▨ ▨ Compétence partielle

▨ ▨ Compétence en (re-)développement

☢ Compétence nucléaire

☛ Activité défense hors naval

BS : Bâtiment de Surface ; SM : Sous-marin ; PF : Plateforme ; SdC : Système de Combat

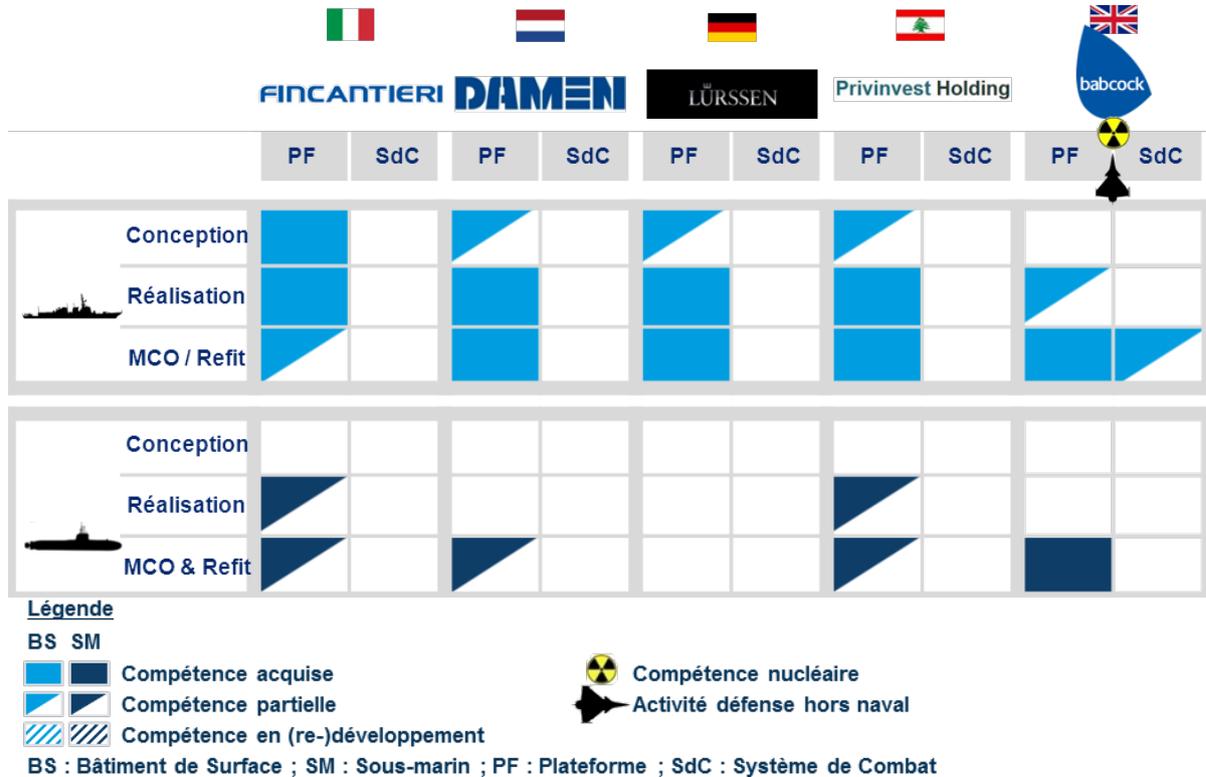
Source : travaux de l'auteur

A la différence de ces entreprises positionnées sur la plateforme et le système de combat, de nombreuses entreprises sont spécialisées sur la plateforme ou le système de combat. NAVANTIA, GENERAL DYNAMICS, HUNTINGTON INGALLS INDUSTRIES, DSME, HYUNDAI et MITSUBISHI sont des exemples de chantiers navals dont l'activité principale consiste à concevoir et intégrer des plateformes propulsées : bâtiments de surface et sous-marins. NAVANTIA et GENERAL DYNAMICS ont également développé des compétences en matière de systèmes de combat pour sous-marins. A l'exception des acteurs asiatiques (DSME, HYUNDAI, MITSUBISHI) qui constituent de larges conglomérats dont l'activité est principalement civile, ces autres acteurs ont une activité essentiellement militaire.





Systemiers-intégrateurs de plateformes : bâtiments de surface



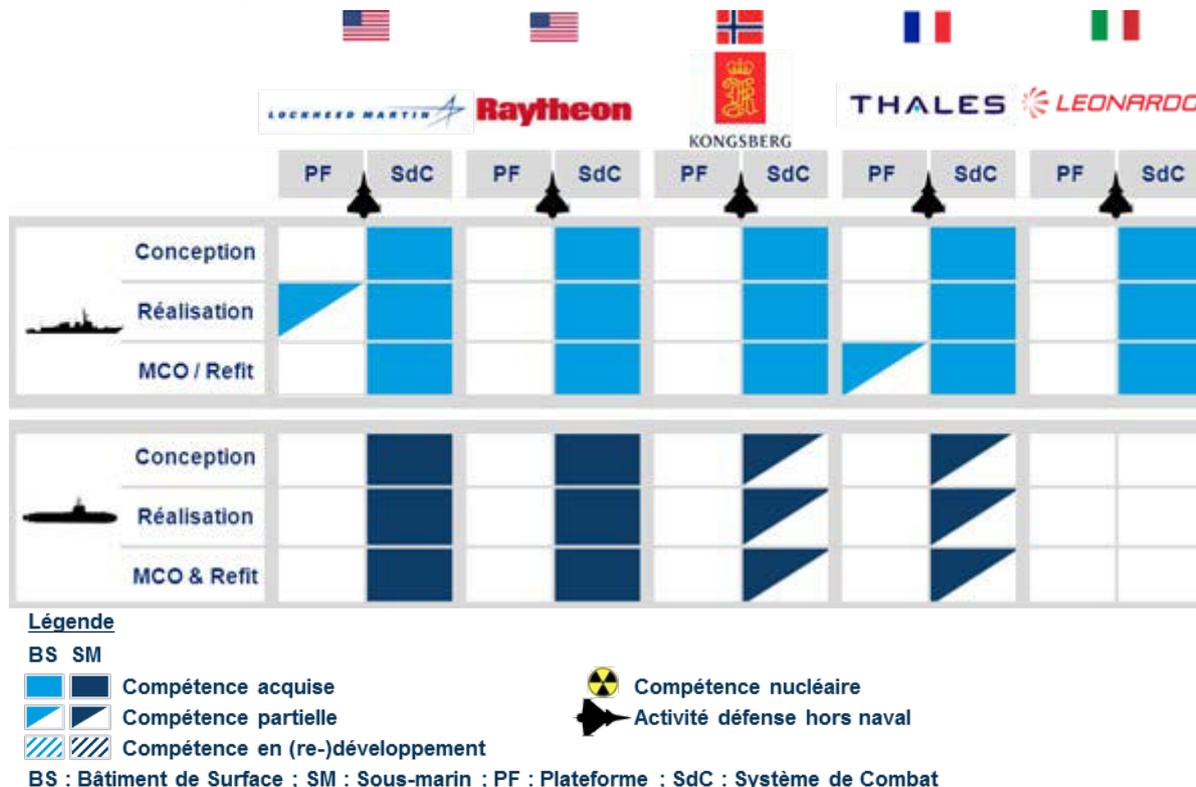
Source : travaux de l'auteur

D'autres plate-formistes se caractérisent par une forte activité navale civile et se focalisent sur les bâtiments de surface : FINCANTIERI, DAMEN, LÜRSEN, PRIVINVEST (qui compte CMN, GERMAN, NAVAL YARDS, HELLENIC SHIPYARDS) voire BABCOCK depuis peu. FINCANTIERI réalise certes des sous-marins pour la marine italienne, mais sous transferts de technologie allemands et ne conçoit pas de sous-marins de manière autonome. Au-delà de leur activité de chantier naval, ces acteurs sont souvent aussi des équipementiers. Ainsi par exemple, FINCANTIERI fabrique des systèmes de stabilisation et des moteurs (ISOTTA FRASCHINI MOTORI) et DAMEN produit des ancres, chaînes, tuyères, treuils hydrauliques. C'est aussi particulièrement le cas de BABCOCK dont l'activité de chantier naval est assez récente et qui dispose d'une activité équipementière importante depuis le rachat de STRACHAN & HENSHAW en 2008 : systèmes de manutention et de lancement d'armes tactiques pour sous-marins, notamment.





Les équipementiers-systémiers intégrateurs de systèmes de combat :



Source : travaux de l'auteur

Enfin, certains groupes sont spécialisés dans l'intégration de systèmes de combat et disposent à la fois de compétences en conception, réalisation, intégration de système de combat et d'un large portefeuille équipementier (radar, sonar, communication, artillerie, systèmes de lancement d'armes, conduite de tir, voire missiles et armes sous-marines). Ces activités et compétences en matière de systèmes et équipements sont généralement mises à profit sur d'autres marchés que la naval de défense, dans l'aéronautique et le terrestre.

Synthèse : diversité de la structuration des filières nationales

Pour illustrer comment ces différents profils d'acteurs s'articulent, se complètent ou entrent en concurrence sur la chaîne de valeur lors de programmes navals, plusieurs filières nationales sont brièvement représentées ici de manière schématique.

Chaîne de valeur de programmes navals américains

Les chaînes de valeur des programmes navals américains mobilisent plusieurs acteurs principaux et se caractérisent à la fois par le maintien de doublons et une certaine séparation entre activités de chantier naval et d'intégration de systèmes de combat.





GENERAL DYNAMICS et HUNTINGTON INGALLS INDUSTRIES concentrent l'essentiel des chantiers navals militaires privés. Ils disposent de capacités de conception et réalisation de navires nucléaires et travaillent souvent ensemble (programme de SNA *Virginia*, par exemple). S'ils intègrent aussi bien des sous-marins que des bâtiments de surface, GENERAL DYNAMICS se focalise davantage sur les futurs SNLE (classe *Columbia*) et les navires très fortement armés (destroyers) et HUNTINGTON INGALLS INDUSTRIES sur les SNA (classe *Virginia*) ainsi que sur les navires à grande coque (porte-hélicoptères, porte-avions nucléaires).

LOCKHEED MARTIN, RAYTHEON et NORTHROP GRUMMAN se concentrent quant à eux sur les systèmes de combat (AEGIS notamment pour LOCKHEED), leurs sous-systèmes et équipements : radar, sonar, conduite de tir, systèmes d'armes, communication, etc.

La filière navale de défense américaine

		Conception générale	Conception détaillée	Réalisation Intégration	Entretien (MCO)	Modernisation
Bâtiments de Surface fortement armés	Maître d'œuvre d'ensemble	Huntington Ingalls Industries LOCKHEED MARTIN GENERAL DYNAMICS	Huntington Ingalls Industries LOCKHEED MARTIN GENERAL DYNAMICS	Huntington Ingalls Industries LOCKHEED MARTIN GENERAL DYNAMICS	Huntington Ingalls Industries GENERAL DYNAMICS BAE SYSTEMS	Huntington Ingalls Industries GENERAL DYNAMICS BAE SYSTEMS
	Plateforme	Huntington Ingalls Industries GENERAL DYNAMICS	Huntington Ingalls Industries GENERAL DYNAMICS	Huntington Ingalls Industries GENERAL DYNAMICS FINCANTIERI	Huntington Ingalls Industries GENERAL DYNAMICS BAE SYSTEMS	Huntington Ingalls Industries GENERAL DYNAMICS BAE SYSTEMS
	Équipements Plateforme	GE Aviation Technologies				
	Système de Combat	LOCKHEED MARTIN				
	Combat Manag ^t System (CMS)	LOCKHEED MARTIN Raytheon				
	Équipements Syst. de Combat	NORTHROP GRUMMAN LOCKHEED MARTIN GENERAL DYNAMICS Raytheon BAE SYSTEMS				
Sous-marins	Maître d'œuvre d'ensemble	Huntington Ingalls Industries GENERAL DYNAMICS				
	Plateforme	Huntington Ingalls Industries GENERAL DYNAMICS				
	Équipements Plateforme	GENERAL ATOMICS Technologies				
	Système de Combat	GENERAL DYNAMICS Raytheon				
	Combat Manag ^t System (CMS)	GENERAL DYNAMICS Raytheon LOCKHEED MARTIN				
	Équipements Syst. de Combat + missiles strat.	NORTHROP GRUMMAN LOCKHEED MARTIN Raytheon				

Source : travaux de l'auteur

Pour plus de précisions sur l'organisation de la filière navale américaine, on peut consulter les différentes études de la RAND CORPORATION et notamment les travaux de John BIRKLER (1994, 1997).





Chaîne de valeur de programmes navals russes

La filière navale russe a été fortement réorganisée au cours des dernières années. La création de la Holding publique OSK (*United Shipbuilding Corporation*) en 2007 a permis un regroupement des nombreux bureaux d'études et chantiers navals russes répartis sur les côtes nord et ouest (mers baltique et blanche), orientale (pacifique) et sud (mers noire et caspienne). Si les capacités nationales de conception et construction navale civile et militaire sont donc réunies, l'activité d'intégration de systèmes de combat semble plus morcelée. Si peu de données sont disponibles, on peut toutefois noter qu'un des intégrateurs de systèmes de combat, AGAT MORINFORSYSTEM reste en dehors de l'OSK.

Enfin, la Russie tente actuellement de renforcer l'autonomie de sa filière navale suite aux ruptures d'approvisionnement en matériels étrangers occasionnées par la crise ukrainienne : moteurs allemands (MTU), turbines à gaz ukrainiennes (ZORYA-MASHPROEKT)

La filière navale de défense russe

		Conception générale	Conception détaillée	Réalisation Intégration	Entretien (MCO)	Modernisation
Bâtiments de Surface fortement armés	Maître d'œuvre d'ensemble					
	Plateforme					
	Équipements Plateforme					
	Système de Combat					
	Combat Manag ¹ System (CMS)					
	Equipements Syst. de Combat					
Sous-marins	Maître d'œuvre d'ensemble					
	Plateforme					
	Équipements Plateforme					
	Système de Combat					
	Combat Manag ¹ System (CMS)					
	Equipements Syst. de Combat					

Source : travaux de l'auteur





Chaîne de valeur de programmes navals britanniques

Le groupe BAE SYSTEMS a progressivement consolidé plusieurs entreprises du secteur aéronautique et défense britannique et tout particulièrement dans le naval à travers le rachat de GEC MARCONI, notamment. Ainsi BAE SYSTEMS concentre à la fois des activités de conception, fabrication et intégration de plateformes et de systèmes de combat. Le groupe dispose également d'un large portefeuille de systèmes et équipements (radar, communications, systèmes de lancement de missiles et torpilles, artillerie, systèmes de guerre électronique, etc.). Si BAE SYSTEMS et BABCOCK se partagent le MCO et les modernisations des bâtiments de surface, ceux des sous-marins nucléaires sont réalisés par BABCOCK qui fournit également des équipements de plateformes tels que les tubes lance-torpilles. De plus, BABCOCK développe son activité de conduite de chantier d'assemblage à travers la réalisation de patrouilleurs et au sein de l'*Aircraft Carrier Alliance*. Outre quelques acteurs comme ROLLS ROYCE ou THALES UK, le Royaume-Uni conserve plusieurs systémiers et équipementiers : GE-ALSTOM, McTAGGART SCOTT. Enfin BMT reste un bureau d'études indépendant disposant de compétences en conception.

La filière navale de défense britannique

		Conception générale	Conception détaillée	Réalisation Intégration	Entretien (MCO)	Modernisation
Bâtiments de Surface fortement armés	Maître d'œuvre d'ensemble	Alliance contractuelle BAE SYSTEMS	Alliance contractuelle BAE SYSTEMS	Alliance contractuelle BAE SYSTEMS	BAE SYSTEMS	BAE SYSTEMS
	Plateforme	BAE SYSTEMS	BAE SYSTEMS	BAE SYSTEMS	BAE SYSTEMS	BAE SYSTEMS
	Équipements Plateforme	 <small>Sebastian since 1978</small>	 <small>Sebastian since 1978</small>	 <small>Sebastian since 1978</small>	 <small>Sebastian since 1978</small>	 <small>Sebastian since 1978</small>
	Système de Combat	BAE SYSTEMS	BAE SYSTEMS	BAE SYSTEMS	BAE SYSTEMS	BAE SYSTEMS
	Combat Manag ^t System (CMS)	BAE SYSTEMS	BAE SYSTEMS	BAE SYSTEMS	BAE SYSTEMS	BAE SYSTEMS
	Equipements Syst. de Combat	BAE SYSTEMS THALES	BAE SYSTEMS THALES	BAE SYSTEMS THALES	BAE SYSTEMS THALES	BAE SYSTEMS THALES
Sous-marins	Maître d'œuvre d'ensemble	Plusieurs acteurs : MoD, BAE, Rolls Royce	Plusieurs acteurs : MoD, BAE, Rolls Royce	Plusieurs acteurs : MoD, BAE, Rolls Royce	Plusieurs acteurs : MoD, BAE, Rolls Royce	Plusieurs acteurs : MoD, BAE, Rolls Royce
	Plateforme	BAE SYSTEMS	BAE SYSTEMS	BAE SYSTEMS	BAE SYSTEMS	BAE SYSTEMS
	Équipements Plateforme	 <small>Sebastian since 1978</small>	 <small>Sebastian since 1978</small>	 <small>Sebastian since 1978</small>	 <small>Sebastian since 1978</small>	 <small>Sebastian since 1978</small>
	Système de Combat	BAE SYSTEMS	BAE SYSTEMS	BAE SYSTEMS	BAE SYSTEMS	BAE SYSTEMS
	Combat Manag ^t System (CMS)	BAE SYSTEMS	BAE SYSTEMS	BAE SYSTEMS	BAE SYSTEMS	BAE SYSTEMS
	Equipements Syst. de Combat	BAE SYSTEMS THALES	BAE SYSTEMS THALES	BAE SYSTEMS THALES	BAE SYSTEMS THALES	BAE SYSTEMS THALES

Source : travaux de l'auteur





Chaîne de valeur de programmes navals allemands

La chaîne de valeur des programmes allemands est probablement l'une des plus morcelées et diversifiées d'Europe. Si THYSSENKRUPP MARINE SYSTEMS (TKMS) conçoit et réalise les sous-marins, son implication est beaucoup plus limitée sur les bâtiments de surface car une partie de la conception est effectuée par MTG MARINETECHNIK et la fabrication des plateformes est confiée à des partenaires (en consortium) comme LÜRSSSEN ou GERMAN NAVAL YARDS (appartenant à PRIVINVEST). Détenu par THYSSENKRUPP, ATLAS ELEKTRONIK conçoit et intègre des systèmes et équipements de systèmes de combat, particulièrement pour les sous-marins. Il fournit ainsi des sonars, systèmes de communications (filiale HAGENUK), de lancement de torpilles lourdes et de direction de combat, par exemple. Au-delà de ces principaux acteurs, les intégrateurs peuvent s'appuyer sur un solide tissu de systémiers et équipementiers : SIEMENS, MTU, MAN, RENK pour le système énergie-propulsion, GABBLER (hissage de mâts), ROHDE&SCHWARZ (communications), DIEHL (missiles), RHEINMETALL (artillerie), AIRBUS D&S, etc.

La filière navale de défense allemande

		Conception générale	Conception détaillée	Réalisation Intégration	Entretien (MCO)	Modernisation
Bâtiments de Surface fortement armés	Maître d'œuvre d'ensemble	Consortia (ARGE) TKMS, ATLAS, LÜRSSSEN				
	Plateforme	MTG thyssenkrupp	thyssenkrupp	GERMAN NAVAL YARDS KIEL LÜRSSSEN	LÜRSSSEN thyssenkrupp	LÜRSSSEN thyssenkrupp
	Équipements Plateforme	mtu SIEMENS ELAC Nautik				
	Système de Combat	ATLAS ELEKTRONIK	ATLAS ELEKTRONIK	ATLAS ELEKTRONIK	ATLAS ELEKTRONIK THALES	ATLAS ELEKTRONIK
	Combat Manag ^t System (CMS)	ATLAS ELEKTRONIK				
	Equipements Syst. de Combat	ATLAS ELEKTRONIK ROHDE & SCHWARZ RHEINMETALL AIRBUS DEFENCE & SPACE	ATLAS ELEKTRONIK ROHDE & SCHWARZ RHEINMETALL AIRBUS DEFENCE & SPACE	ATLAS ELEKTRONIK ROHDE & SCHWARZ RHEINMETALL AIRBUS DEFENCE & SPACE	ATLAS ELEKTRONIK ROHDE & SCHWARZ RHEINMETALL AIRBUS DEFENCE & SPACE	ATLAS ELEKTRONIK ROHDE & SCHWARZ RHEINMETALL AIRBUS DEFENCE & SPACE
Sous-marins	Maître d'œuvre d'ensemble	Consortium (ARGE) TKMS, ATLAS, ...	Consortium (ARGE) TKMS, ATLAS, ...	Consortium (ARGE) TKMS, ATLAS, ...		
	Plateforme	thyssenkrupp	thyssenkrupp	thyssenkrupp	thyssenkrupp	thyssenkrupp
	Équipements Plateforme	GABLER SIEMENS ELAC Nautik				
	Système de Combat	ATLAS ELEKTRONIK				
	Combat Manag ^t System (CMS)	ATLAS ELEKTRONIK				
	Equipements Syst. de Combat	ATLAS ELEKTRONIK DIEHL ROHDE & SCHWARZ				

Source : travaux de l'auteur





Chaîne de valeur de programmes navals italiens

Les programmes navals italiens impliquent deux principaux industriels : le chantier naval FINCANTIERI et le systémier-équipementier LEONARDO (ex-FINMECCANICA). Ces deux groupes assument la maîtrise d'œuvre d'ensemble des programmes de bâtiments de surface à travers leur co-entreprise, ORIZZONTE SISTEMI NAVALI. FINCANTIERI se concentre plus spécifiquement sur la conception, la réalisation et l'intégration de la plateforme et est également systémier-équipementier : systèmes de gestion de plateforme, systèmes de stabilisation, moteurs (avec la filiale ISOTTA FRASCHINI MOTORI). LEONARDO est spécialisé sur le système de combat : systèmes de direction de combat pour bâtiments de surface (via SELEX), radars, artillerie (via OTO MELARA), systèmes de lancement de torpilles légères et lourdes (via WASS). Plusieurs équipementiers italiens intégrés à des groupes américains fournissent également des systèmes et équipements : GE-AVIO (turbines à gaz), L3-CALZONI (systèmes de hissage de mats et manutentions sécurisées). Enfin, bien que réalisés en Italie par FINCANTIERI, les sous-marins italiens sont de conception allemande (TKMS) et intègrent de nombreux équipements allemands.

La filière navale de défense italienne

				Conception générale	Conception détaillée	Réalisation Intégration	Entretien (MCO)	Modernisation
Bâtiments de Surface fortement armés	Maître d'œuvre d'ensemble	Orizzonte Sistemi Navali (Fincantieri – Leonardo)		Orizzonte Sistemi Navali (Fincantieri – Leonardo)	Orizzonte Sistemi Navali (Fincantieri – Leonardo)			
	Plateforme	FINCANTIERI		FINCANTIERI	FINCANTIERI	FINCANTIERI	FINCANTIERI	FINCANTIERI
	Équipements Plateforme	GE Aviation L3 CALZONI		GE Aviation L3 CALZONI	GE Aviation L3 CALZONI	GE Aviation L3 CALZONI	GE Aviation L3 CALZONI	GE Aviation L3 CALZONI
	Système de Combat	LEONARDO		LEONARDO	LEONARDO	LEONARDO	LEONARDO	LEONARDO
	Combat Manag ^t System (CMS)	LEONARDO		LEONARDO	LEONARDO	LEONARDO	LEONARDO	LEONARDO
	Equipements Syst. de Combat	LEONARDO		LEONARDO	LEONARDO	LEONARDO	LEONARDO	LEONARDO
Sous-marins	Maître d'œuvre d'ensemble					FINCANTIERI		
	Plateforme					FINCANTIERI		
	Équipements Plateforme	Les sous-marins italiens et leurs systèmes de combat sont réalisés en Italie à partir d'un design et de transferts de technologie allemands (TKMS, Atlas Elektronik)				L3 CALZONI	L3 CALZONI	L3 CALZONI
	Système de Combat							
	Combat Manag ^t System (CMS)							
	Equipements Syst. de Combat	LEONARDO		LEONARDO	LEONARDO	LEONARDO		

Source : travaux de l'auteur





Chaîne de valeur de programmes navals espagnols

NAVANTIA est l'acteur majeur de la filière navale espagnole. Le groupe dispose de plusieurs chantiers navals et se concentre principalement sur les plateformes propulsées dont il assure la conception, la réalisation, l'entretien et les modernisations. Les compétences en conception de plateformes sont mieux maîtrisées pour les bâtiments de surface que pour les sous-marins pour lesquels NAVANTIA rencontre d'importantes difficultés. Malgré le partenariat passé avec NAVAL GROUP sur les Scorpène puis l'assistance technique de GENERAL DYNAMICS, le programme S-80 connaît d'importants retards et surcoûts. BABCOCK fournit une part importante de l'avant du sous-marin (systèmes de manutention et lancement des armes). Outre ses activités de chantier naval, NAVANTIA réalise des équipements (particulièrement pour la propulsion) et se positionne sur le système de combat à travers son entité FABa. Mais l'essentiel de l'activité est réalisé par des partenaires espagnols comme INDRA et surtout américains : systèmes de combat AEGIS de LOCKHEED MARTIN pour les frégates et SUBICS de GENERAL DYNAMICS pour les sous-marins.

La filière navale de défense espagnole

		Conception générale	Conception détaillée	Réalisation Intégration	Entretien (MCO)	Modernisation
Bâtiments de Surface fortement armés	Maître d'œuvre d'ensemble	≈Navantia	≈Navantia	≈Navantia	≈Navantia	≈Navantia
	Plateforme	≈Navantia	≈Navantia	≈Navantia	≈Navantia	≈Navantia
	Équipements Plateforme	≈Navantia	≈Navantia	≈Navantia	≈Navantia	≈Navantia
	Système de Combat	Intégration de systèmes de combat américains en partenariat avec l'US Navy Exemple : systèmes AEGIS de Lockheed Martin pour les frégates espagnoles et celles exportées (Norvège)				
	Combat Manag ^t System (CMS)					
	Equipements Syst. de Combat	indra	indra	indra	indra	indra
Sous-marins	Maître d'œuvre d'ensemble	≈Navantia	≈Navantia	≈Navantia	≈Navantia	≈Navantia
	Plateforme	Avec assistance technique américaine de General Dynamics (problèmes rencontrés sur le programme S-80)			≈Navantia	≈Navantia
	Équipements Plateforme	≈Navantia	≈Navantia	≈Navantia	≈Navantia	≈Navantia
	Système de Combat	Système de combat réalisé en partenariat entre Navantia (Faba) et Lockheed Martin pour l'intégration du SUBICS				
	Combat Manag ^t System (CMS)					
	Equipements Syst. de Combat					

Source : travaux de l'auteur





Chaîne de valeur de programmes navals suédois

La filière navale suédoise est fortement concentrée autour du groupe SAAB qui a racheté KOCKUMS à l'allemand TKMS en 2014. Le nouveau groupe ainsi constitué peut assurer la maîtrise d'œuvre d'ensemble de programmes navals. L'activité apportée par KOCKUMS s'étend sur l'ensemble du cycle de vie des bâtiments de surface et sous-marins. L'entité dispose d'un chantier naval, et de compétences de systémier sur certains éléments majeurs comme le système de propulsion conventionnelle anaérobie *Stirling*. Les activités historiques de SAAB sont focalisées sur le système de combat : systèmes de direction de combat (CMS), systèmes de communication, radar, conduite de tir, systèmes d'armes (missiles, torpilles, artillerie). L'absence de sonars constitue une fragilité dans la reconquête d'une indépendance technologique vis-à-vis du groupe THYSSENKRUPP, particulièrement à l'international, en cas de concurrence avec TKMS. Pour les systèmes énergie-propulsion, SAAB-KOCKUMS peut s'appuyer sur des industriels suédois comme WARTSILA et VOLVO. Le programme de sous-marins suédois A26 en cours de réalisation permettra d'évaluer la capacité de SAAB-KOCKUMS à revenir sur le marché des sous-marins.

La filière navale de défense suédoise

						
		Conception générale	Conception détaillée	Réalisation Intégration	Entretien (MCO)	Modernisation
Bâtiments de Surface fortement armés	Maître d'œuvre d'ensemble					
	Plateforme					
	Équipements Plateforme					
	Système de Combat					
	Combat Manag ^t System (CMS)					
	Equipements Syst. de Combat					
Sous-marins	Maître d'œuvre d'ensemble	Remontée en compétence dans le cadre du programme A26				
	Plateforme	Remontée en compétence dans le cadre du programme A26				
	Équipements Plateforme					
	Système de Combat					
	Combat Manag ^t System (CMS)					
	Equipements Syst. de Combat					

Source : travaux de l'auteur





Chaîne de valeur de programmes navals français

La filière navale française est abordée de manière plus approfondie en partie 2. A l'image de BAE SYSTEMS ou SAAB, NAVAL GROUP concentre l'essentiel des activités de conception, réalisation, intégration, maintenance et modernisation de bâtiments de surface et sous-marins, aussi bien au niveau de la plateforme que du système de combat. En revanche NAVAL GROUP se distingue par un portefeuille équipementier peu développé sur le système de combat (ni radar, ni sonar), et plus important sur la plateforme : réducteurs, lignes d'arbres, composants de chaufferie nucléaires, systèmes de manutention sécurisée (mâts, armes, torpilles, hélicoptères). En outre le groupe s'appuie sur une large filière de fournisseurs et partenaires nationaux TECHNICATOME (propulsion nucléaire), THALES (radars, sonars, communications, guerre électronique), SAFRAN (optronique), MBDA (missiles), et de nombreux autres : JEUMONT et SCHNEIDER (énergie/propulsion), AIRBUS SAFRAN LAUNCHERS (armes stratégiques), etc. Sur les navires à grandes coques (BPC, porte-avions), STX est un acteur incontournable compte tenu de son outil industriel.





La filière navale de défense française

		Conception générale	Conception détaillée	Réalisation Intégration	Entretien (MCO)	Modernisation
Bâtiments de Surface fortement armés	Maître d'œuvre d'ensemble	NAVAL GROUP				
	Plateforme	NAVAL GROUP				
	Équipements Plateforme	NAVAL GROUP <small>JE JEUMONT</small>				
	Système de Combat	NAVAL GROUP				
	Combat Manag ^t System (CMS)	NAVAL GROUP				
	Equipements Syst. de Combat	THALES SAFRAN MBDA	THALES SAFRAN MBDA	THALES SAFRAN MBDA	THALES SAFRAN MBDA	THALES SAFRAN MBDA
Sous-marins	Maître d'œuvre d'ensemble	NAVAL TA GROUP <small>TechnicAtome</small>				
	Plateforme	NAVAL GROUP				
	Équipements Plateforme	NAVAL TA GROUP <small>TechnicAtome</small> <small>JE JEUMONT</small> <small>ALSTOM</small>				
	Système de Combat	NAVAL GROUP				
	Combat Manag ^t System (CMS)	NAVAL GROUP				
	Equipements Syst. de Combat	NAVAL THALES <small>ENIM</small> <small>ananeGROUP</small> <small>SAFRAN</small>				

Source : travaux de l'auteur





Conclusion

Ces dernières sous-parties consacrées à la description des chaînes de valeur navales militaires ont permis de faire ressortir plusieurs caractéristiques :

- longueur du cycle de vie, y compris des phases de conception et réalisation ;
- caractère itératif des tâches conception, imbrication de la conception et de la réalisation : absence de véritable prototypage (le premier bateau (first of class) n'est pas un véritable prototype puisqu'il est acheté par le client et admis au service actif) ;
- complexité technique : nombre de pièces, systèmes, densité, architectures fonctionnelle et physique, spécificité des actifs approvisionnés (contraintes de l'environnement marin et/ou nucléaire, exigences militaires : résistance aux chocs, réduction des signatures, etc.) ;
- complexité industrielle : faibles séries, variation des cible et rythme d'acquisition en cours de programme, cycles longs à fortes variations de charge, nécessité de maintenir une grande diversité des métiers et compétences en phase creuse et d'accompagner ensuite la remontée en puissance, nombre d'acteurs impliqués ;
- nécessité de maintenir une sécurité d'approvisionnement et de traiter les obsolescences pendant plusieurs décennies ;
- forte variabilité dans la répartition de la valeur ajoutée entre systèmes et entre acteurs, en fonction :
 - des types de navires : bâtiments de surface fortement armés, bâtiments logistiques et/ou amphibies, sous-marins ;
 - des navires d'un même programme : premier navire, navires de série (intégration d'adaptation et traitement d'obsolescences au cours du programme) ;
 - des programmes : client domestique, étranger, avec ou sans contenu local
 - des pays : implication des acteurs publiques dans la conception, la maintenance, diversité du positionnement des industriels (portefeuille de produits, services et équipements, plateforme / système de combat, etc.) ;
 - des organisations contractuelles : maîtrise d'œuvre unique ou partagée, alliances contractuelles ou capitalistiques,

Cette partie a également permis d'établir une grille d'analyse des chaînes de valeur navales militaires en tenant compte à la fois des principales tâches et des différents sous-ensembles d'un navire armé.





Plus largement, les concepts et outils méthodologiques présentés dans l'ensemble de cette première partie 1 seront mobilisés dans les parties suivantes :

- estimation quantitative de l'internationalisation de la filière navale française à partir des matrices d'entrées-sorties (partie suivante)
- analyse quantitative et qualitative de programmes navals internationalisés à travers des études de cas mobilisant les grilles et caractéristiques énoncées ici (partie 3)
- approfondissement des facteurs technologiques et industriels favorisant l'internationalisation des chaînes de valeur du naval de défense en exploitant la littérature sur la fragmentation des chaînes de valeur, les stratégies d'internationalisation des firmes et la relation entre architecture technique et architecture industrielle en mobilisant les notions de fragmentation fonctionnelle (BALDWIN), de codification des connaissances (STURGEON) et de modularité (ULRICH, FRIGANT) (partie 4).







2. ESTIMATIONS DE L'INTERNATIONALISATION DES CHAINES DE VALEUR DANS L'INDUSTRIE NAVALE DE DEFENSE FRANCAISE

« Il reste que la puissance nucléaire américaine ne répond pas nécessairement immédiatement à toutes les éventualités concernant l'Europe et la France. Ainsi, les principes et les conditions, les circonstances nous ont amené, nous ont déterminé à nous doter nous-même d'une force atomique qui nous soit propre. Bien entendu la France n'exclut pas du tout que soit combinée l'action de cette force-là avec l'action des forces analogues du même genre, de ses alliés. Mais pour nous l'intégration est une chose qui n'est pas imaginable dans l'espèce. Et en fait, comme on le sait, nous avons commencé par nos seuls et propres moyens à inventer, à expérimenter et à construire des bombes atomiques et les véhicules pour les lancer. »

Charles de Gaulle, Conférence de Presse du 14 janvier 1963

La première partie visait à préciser les concepts et méthodes permettant d'analyser et quantifier l'internationalisation des chaînes de valeur, ainsi qu'à caractériser plus précisément les chaînes de valeur de l'industrie navale de défense. Sur la base de ces premiers éléments, la deuxième partie apporte plusieurs évaluations du niveau d'internationalisation de l'industrie navale de défense française. L'objectif ici est d'identifier et quantifier la part de valeur ajoutée créée en France et celle créée à l'étranger.

Compte tenu de la diversité des programmes (domestiques et exports, bâtiments de surface et sous-marins, construction neuve et maintien en condition opérationnelle) ainsi que de la spécificité de chaque programme (cf. partie 1.3), il est difficile d'apporter une réponse unique valable pour tout type d'activité. Par conséquent, plusieurs éclairages seront apportés ici.

Nous nous intéresserons dans un premier temps à la chaîne de valeur des sous-marins nucléaires lanceurs d'engins SNLE dont la mission au service de la dissuasion nucléaire et l'ambition d'autonomie stratégique qu'ils expriment devraient se traduire par une forte autonomie industrielle et donc une très faible internationalisation de la chaîne de valeur. Sur la base de données de NAVAL GROUP, d'une analyse fine des dépenses d'achat de ce groupe, et en mobilisant les tableaux d'entrées-sorties, nous montrerons qu'au moins 90% de la valeur ajoutée est produite en France. Cet exemple témoigne ainsi du maintien de fortes spécificités et de capacités industrielles nationales, dans les domaines identifiés comme les plus stratégiques.

A la suite de ce premier exemple, nous verrons *a contrario* que les programmes d'acquisition en coopération présentent un degré d'internationalisation beaucoup plus





important. A défaut d'estimations fines, deux analyses de cas fondées sur les programmes de frégates Horizon et FREMM montrent une internationalisation significative de la chaîne de valeur au niveau d'équipements majeurs du système de combat et du système propulsif de ces frégates.

Au-delà de ces programmes nationaux de sous-marins nucléaires et de frégates, nous apporterons enfin une estimation quantitative de la part de valeur ajoutée générée en France par la filière navale de défense à partir de l'activité de NAVAL GROUP. Cette dernière partie couvre un périmètre d'activité plus large et inclut à la fois les programmes français et export, ceux de construction neuve et de maintien en condition opérationnelle. L'estimation réalisée aboutit à une part de valeur domestique de plus de 80% qui est certes bien inférieure à celle des activités de dissuasion mais reste toutefois très élevée par rapport à d'autres secteurs.

A partir de données rares et précises, cette partie apporte une analyse plus fine, détaillée et quantifiée de la filière navale française, que la synthèse dressée dans la partie 1.3.3. Elle démontre également l'effet structurant des politiques d'acquisition (programme domestique, ou en coopération) sur l'internationalisation des chaînes de valeur du naval de défense. Ce point sera approfondi dans la troisième partie.

2. 1. LES SOUS-MARINS NUCLEAIRES LANCEURS D'ENGINS (SNLE) : UNE PRODUCTION « MADE IN FRANCE »¹

Il peut sembler étrange de débiter une analyse de l'internationalisation de la filière navale de défense française en commençant par s'intéresser au cas des SNLE dont l'histoire est marquée par une très haute exigence d'autonomie technologique et industrielle. Pourtant, s'intéresser aux SNLE permet d'évaluer si cette autonomie relève aujourd'hui d'une ambition devenue inaccessible à l'ère de la globalisation et des chaînes de valeur mondiales, ou s'il elle revêt encore une certaine réalité. Cette étude de cas est essentielle pour répondre à la question d'une éventuelle « banalisation » de l'industrie de défense, i. e. son évolution vers des modes de production proches du civil. Elle est aussi très utile pour comprendre la structuration de l'industrie navale de défense française et le positionnement des différents acteurs dans la chaîne de valeur.

¹ Les données mobilisées pour cette partie ont également été exploitées dans une étude publiée par la Fondation pour la Recherche Stratégique consacrée à l'*impact économique de la filière industrielle « Composante océanique de la Dissuasion »* (MASSON H., 2017).





2. 1. 1. Présentation générale

SNLE : une chaîne de valeur façonnée par l'exigence d'autonomie stratégique

Compte tenu du caractère hautement stratégique des programmes ayant trait à la dissuasion nucléaire, les informations publiques et les données chiffrées sont particulièrement rares. Néanmoins, il est essentiel de s'intéresser à la chaîne de valeur des SNLE pour comprendre les spécificités de l'industrie navale de défense française en général, et son degré d'internationalisation en particulier. En effet, la mission « dissuasion » structure fortement les forces navales françaises et donc le marché naval domestique, aussi bien en termes de volume (format de la flotte), qu'en termes de nature des besoins (propulsion nucléaire, capacités de détection sous-marine, systèmes de navigation, communications, exigences d'invulnérabilité, etc.). Si la Marine contribue aux deux composantes de la dissuasion nucléaire : l'aérienne avec la Force Aéronavale Nucléaire (FANu), et l'océanique avec la Force Océanique Stratégique, (FOST), c'est surtout cette dernière qui influence le plus le format et la structure de la Marine.

Concrètement, la crédibilité de la dissuasion océanique impose de maintenir la posture de permanence à la mer. Compte tenu des cycles d'entretien des SNLE¹, disposer en permanence d'un SNLE opérationnel en mer nécessite une flotte d'au moins quatre SNLE.² De plus, le déploiement des SNLE mobilise d'autres capacités : sous-marins nucléaires d'attaque, frégates anti-sous-marines, chasseurs de mines, hélicoptères, avions de patrouille maritime. Dans l'analyse capacitaire, le format de ces forces conventionnelles dépend directement de la mission de dissuasion. La dissuasion nucléaire océanique influence donc également le format des forces conventionnelles, les performances attendues, leur fiabilité et leur disponibilité.

Par ailleurs, la Marine nationale dispose de capacités de projection de puissance et de force assez rares et étendues : groupe aéronaval formé autour du porte-avions, bâtiments de projection et de commandement (BPC), flotte logistique et de soutien, etc. Cette capacité à intervenir loin du territoire métropolitain en se soustrayant à tout chantage nucléaire bénéficie fortement de la permanence de la dissuasion nucléaire.³

¹ Indisponibilités courtes, intermédiaires, longues, refontes et mises à niveau, évolution des systèmes d'armes.

² Les auditions du Général de Villiers (Chef d'Etat-Major des Armées) et de l'Amiral Rogel (Chef d'Etat-Major de la Marine) réalisées au printemps 2014 par l'assemblée nationale apportent des précisions sur la posture de permanence à la mer.

³ En 1956, la crise de Suez rappela combien il peut être difficile de promouvoir ses intérêts stratégiques de manière autonome, en l'absence de dissuasion. A l'époque, la France avait dû retirer ses troupes suite à une menace russe et à l'absence de soutien américain.





Qu'il s'agisse des forces nucléaires ou des forces conventionnelles, la dissuasion océanique influence donc directement le format de la flotte et les niveaux de performance et de disponibilité attendus.

Au-delà de la Marine, la dissuasion nucléaire structure également très fortement la filière navale de défense française et tout particulièrement la localisation de la production sur le territoire national. En effet, l'objectif de cette filière n'est pas uniquement de livrer des sous-marins et d'assurer leur disponibilité. Bien que cela constitue déjà en soi un véritable défi technique et industriel que peu de pays sont capables de relever, il s'agit aussi dans le cas français de relever ce défi avec une pleine autonomie technique et industrielle. L'objectif d'autonomie politique et stratégique visé par la France à travers la dissuasion nucléaire se décline sur le plan industriel. Ce lien entre autonomies stratégique et industrielle repose sur un large consensus qui lie autonomies politique, militaire et industrielle. Ainsi, le Livre Blanc de 2013 énonce que « l'industrie de défense est une composante essentielle de l'autonomie stratégique de la France. [...] Elle seule peut garantir notre sécurité d'approvisionnement en équipements de souveraineté et en systèmes d'armes critiques [...] ». ¹ Quant au chef d'état-major de la Marine, il déclarait en 2014 que la crédibilité de la dissuasion « repose sur un très haut niveau d'expertise et une indépendance industrielle, fruit d'un long processus d'excellence que beaucoup de pays nous envient. » ². De même, le délégué général à l'armement, affirmait en 2014 que « le maintien d'une base industrielle et technologique de défense est indispensable pour disposer d'une dissuasion nucléaire indépendante et crédible. » ³

Par conséquent, l'ambition d'autonomie stratégique ne façonne pas uniquement les capacités navales elles-mêmes mais également la localisation de leur production et le contrôle exercé sur les actifs stratégiques nécessaires à leur conception, à leur réalisation et à leur disponibilité tout au long de leur cycle de vie. En effet, que serait la crédibilité de la dissuasion si une puissance étrangère pouvait remettre en cause la permanence à la mer en retardant la livraison de pièces de rechanges indispensables à la disponibilité des navires ? Des dépendances technologiques et industrielles ouvrent la voie à des pressions politiques remettant en cause l'autonomie d'appréciation, de décision et d'action visée par la France. Ainsi, à la différence de la plupart des industries civiles, il y a ici une forte cohérence entre l'usage final du produit et la localisation de sa chaîne de valeur.

¹ Livre Blanc sur la Défense et la Sécurité Nationale, 2013

² Amiral Rogel (2014), Audition à l'Assemblée Nationale, 16/04/2014

³ M. Collet-Billon (2014), Audition à l'Assemblée Nationale, 30/04/2014





Au-delà des ambitions et des discours, qu'en est-il de la réalité économique de cette « indépendance industrielle » évoquée plus haut ? Est-ce avant tout un objectif à atteindre ou une réalité avérée ? La chaîne de valeur des SNLE est-elle à 100% française, ou du moins suffisamment ancrée en France pour assurer la sécurité d'approvisionnement visée ? La question mérite d'être posée, puisque la dissuasion océanique n'est pas toujours synonyme d'indépendance technologique et industrielle : les programmes de sous-marins nucléaires britanniques autant que leurs missiles et les têtes nucléaires qu'ils contiennent révèlent de nombreuses dépendances vis-à-vis des Etats-Unis (O'ROURKE R., 2016 ; MILLS C., 2016). Par ailleurs, certains travaux ont pu remettre en cause l'idée d'une autonomie technologique et industrielle pleine et entière dans le cas français. Ainsi, J. LEWIS et B. TERTRAIS (2015) se sont intéressés à la coopération technologique franco-américaine dans le domaine de la dissuasion nucléaire et montrent qu'historiquement, la France a pu bénéficier d'un soutien américain. Notons toutefois, que :

- les informations concernent peu les SNLE ; ce qui s'explique peut-être par la chronologie et la période étudiée puisque l'essentiel de la coopération analysée commence au début des années 1970, alors que la première patrouille de SNLE a lieu en 1972 ;
- la logique même et le bénéfice de cette coopération restent imprécis et complexes à déterminer : les Etats-Unis souhaitaient-ils aider la France ou accompagner son accès à l'arme nucléaire pour mieux encadrer sa prise d'autonomie ? De plus, il semble aussi qu'avec le temps, la réciprocité de la coopération se soit accrue ;¹
- le contenu précis de l'apport technique reste mal défini : sources ouvertes, instructions négatives permettant d'indiquer ce qu'il ne faut pas faire mais pas directement ce qu'il faut faire, ventes d'ordinateurs, etc.

Par conséquent, cette contribution américaine est difficile à quantifier et à valoriser pour les SNLE. Mais surtout, ces éléments historiques ne permettent pas d'évaluer la situation actuelle. Indépendamment des échanges d'informations techniques, évaluer la part de valeur ajoutée générée en France conserve donc tout son intérêt.

¹ Les auteurs remarquent en effet qu'au cours de l'histoire les échanges étaient de plus en plus réciproques et que les Etats-Unis peuvent trouver un intérêt à cette coopération, notamment dans le domaine de la sûreté des sous-marins nucléaires, les normes militaires américaines de sûreté nucléaire n'étant pas aussi contraignantes que les normes de sûreté françaises. J. LEWIS et B. TERTRAIS. (2015), p. 16.





Complexité et crédibilité technologiques et industrielles

Pour analyser la chaîne de valeur d'un SNLE et ses différents constituants, il est d'abord important de comprendre ce qu'est cet objet très particulier que l'on pourrait qualifier de système « socio-technique » dans la mesure où il ne constitue pas uniquement un objet mais également un lieu de vie et d'activité humaine. En effet, la réussite des patrouilles dépend à la fois des qualités intrinsèques du SNLE et de celles de l'équipage qui le met en œuvre. De plus, la compréhension des spécificités de ce « produit » permet en grande partie d'expliquer la structure et la localisation de sa chaîne de valeur.

Concevoir, réaliser et maintenir un SNLE est d'abord un défi technique : il s'agit en effet de disposer d'une plateforme à propulsion nucléaire capable de mettre en œuvre seize missiles balistiques équipés de têtes nucléaires, opérée par une centaine d'hommes restant une dizaine de semaines sous l'eau et en autarcie, tout en assurant la discrétion, l'invulnérabilité, la sûreté et la sécurité de l'ensemble.

La complexité est également industrielle car le maître d'œuvre doit être en mesure de piloter un chantier industriel hors-norme de l'ordre de 14 millions d'heures, un million de composants, 30 000 tuyaux, 22 000 câbles.¹ Au-delà des chiffres, le formage et le soudage d'aciers hautement spécifiques (à haute limite d'élasticité soudable), l'intégration d'une chaufferie nucléaire ou la gestion de la co-activité dans des espaces très exigus témoignent d'une extrême complexité. Il s'agit également de gérer de nombreuses interfaces, avec plusieurs centaines de fournisseurs et sous-traitants, tout en maîtrisant les risques techniques, opérationnels, et financiers.

Enfin, ce défi technique et industriel ne s'arrête pas à l'admission au service actif du SNLE et à sa première patrouille. La crédibilité de la dissuasion repose sur la posture de permanence à la mer qui nécessite de garantir les performances, la sécurité, la sûreté et la disponibilité du navire pendant plus de trente-cinq ans. Le maintien en condition opérationnelle des SNLE, des missiles et des infrastructures associées nécessite donc de maintenir l'excellence dans la durée. Comme l'affirmait le chef d'état-major des armées en 2014, « la stratégie de dissuasion nucléaire, comme toute stratégie, est d'abord une dialectique des volontés ; elle repose en premier lieu sur l'expression de la permanence de cette volonté, confortée par une crédibilité politique, opérationnelle et technologique. »²

¹ Source NAVAL GROUP, citée par *La Dépêche* (2008)

² Général de Villiers (2014), Audition à l'Assemblée Nationale, 06/05/2014





Par conséquent, la doctrine et la posture ont des implications sur le plan industriel. La complexité technique inhérente aux SNLE et le maintien de la crédibilité technique dans la durée influencent la chaîne de valeur des SNLE.

Ainsi, par exemple, la complexité technique, les exigences de sûreté, de discrétion acoustique et les particularités de l'environnement marin (risque de corrosion) concourent à une forte spécificité des matériaux, composants, équipements et systèmes qui composent le SNLE. De même, cette nécessité de maintenir les performances pendant plusieurs décennies conduit à privilégier des relations partenariales durables entre industriels de la filière, tant les sources d'approvisionnement sont rares, et les alternatives parfois coûteuses lorsqu'elles nécessitent de qualifier de nouvelles solutions techniques. Enfin, les objectifs d'indépendance déjà détaillés, autant que les contraintes de classification de l'information (spécial France, confidentiel défense, secret défense) conduisent à recourir à des sources françaises. Ces contraintes conduisent donc à structurer une base de fournisseurs relativement stable dans le temps et très peu internationalisée. Sur l'ensemble de l'activité de NAVAL GROUP, les données collectées pour la période allant de 2010 à 2014 montrent qu'environ 90% du volume d'achats ont été contractés auprès d'entités localisées en France.¹

2. 1. 2. Une chaîne de valeur structurée autour d'industriels nationaux²

Avant de quantifier précisément la répartition et la localisation de la valeur ajoutée, plusieurs éléments qualitatifs permettent d'étayer l'hypothèse qu'une part très importante de la valeur ajoutée est générée en France. Ces éléments permettront également de mieux interpréter les résultats quantitatifs.

NAVAL GROUP, un systémier intégrateur à la fois concepteur et maître d'œuvre industriel des SNLE

L'activité réalisée par le groupe NAVAL GROUP est un élément essentiel de la chaîne de valeur et de son ancrage en France puisque les activités du groupe relatives à la dissuasion sont exclusivement effectuées sur le territoire national. Le volume d'activité captée par NAVAL GROUP est très important car le groupe assume à la fois conception et la maîtrise d'œuvre industrielle du SNLE. De plus, le groupe est présent sur l'ensemble du cycle de vie des SNLE : depuis les premières études amont et leur conception, jusqu'à leur

¹ Source NAVAL GROUP

² La structure et les étapes des programmes navals ont déjà été décrites de manière plus détaillée dans la partie 1.3, seuls quelques éléments succincts sont repris ici afin de préciser le rôle de chaque acteur, son positionnement dans la chaîne de valeur et donc *in fine*, la part de valeur ajoutée qu'il capte.





déconstruction, en passant par leur réalisation, leur maintien en condition opérationnelle (MCO), leur modernisation. En outre, il fournit de nombreux équipements et systèmes majeurs.

En tant que concepteur, NAVAL GROUP s'engage sur les performances d'ensemble du SNLE telles que la vitesse, la tenue aux chocs, les signatures (acoustique, radar, infrarouge, etc.). Il garantit également la sûreté, la sécurité ainsi que la conformité aux réglementations en vigueur. Compte tenu des risques techniques, industriels et financiers induits par de telles responsabilités, celles-ci ne peuvent être assumées que parce que le groupe dispose de l'expertise et des savoir-faire nécessaires pour concevoir un SNLE. Il s'agit notamment de maîtriser les interfaces entre systèmes pour assurer leur intégration physique et fonctionnelle. Concrètement, les différentes équipes d'ingénierie de NAVAL GROUP réalisent de nombreuses études pour concevoir les SNLE depuis les phases amont de la conception jusqu'aux études de définition détaillées, même si une part de ces dernières peut être sous-traitée. Outre la définition des sous-marins, l'ingénierie doit également spécifier les plans d'intégration, de vérification et de validation qui permettront au chantier d'intégrer les différents systèmes constitutifs du navire et de vérifier la conformité de la réalisation aux exigences du client. Ainsi, ces activités d'ingénierie recouvrent à la fois des études transverses à l'ensemble du navire armé et des études plus spécifiques, circonscrites soit à certains systèmes ou fonctions du navire, soit à certaines zones d'emménagement plus ou moins grandes. On retrouve ici la distinction faite par K. ULRICH (1995) entre architectures fonctionnelle et physique.

En tant que maître d'œuvre industriel, NAVAL GROUP est également en charge de l'assemblage et de l'intégration des SNLE. Ceci requiert d'importants investissements industriels (hall, surfaces, machines spécifiques, logiciels) et se traduit par une activité importante d'industrialisation, de préparation et d'organisation du chantier afin de traduire les plans détaillés en données assimilables par les différentes équipes et métiers (électriciens, chaudronniers, soudeurs, etc.). Outre la production de ces données techniques, il s'agit également de maîtriser les flux d'approvisionnement en matériaux, outils, équipements nécessaires à la réalisation d'un SNLE. Cette coordination dépasse les frontières du chantier d'intégration et celles de l'entreprise. La gestion des flux et des interfaces est une tâche conséquente : gestion contractuelle (vis-à-vis du client et des fournisseurs), gestion financière (trésorerie, provisions), maîtrise du planning, pilotage du chantier (flux d'activité entre équipes internes et externes, organisation de la co-activité à bord du sous-marin, etc.), réception et contrôle des approvisionnements, etc. La direction de programmes aussi complexes et dont la valeur s'élève à plusieurs milliards d'euros,





représentant des millions d'heures de travail pendant plusieurs décennies et impliquant des centaines d'entités différentes est une tâche fondamentale de la chaîne de valeur qui s'étend tout ou long du programme.

Outre ces activités d'ingénierie, de chantier naval et de gestion de programme, NAVAL GROUP est également fournisseur de certains systèmes et équipements spécifiques. Son degré d'intégration verticale est particulièrement élevé sur les sous-marins nucléaires. Ainsi le groupe est présent sur :

- la *coque et la structure* du sous-marin : le chantier de Cherbourg n'est pas uniquement un chantier d'assemblage et d'intégration d'équipements achetés à l'extérieur. Il réalise en propre un certain nombre d'éléments critiques, à commencer par la coque : découpage et formage de tôles en acier spécifique à Haute Limite d'Elasticité Soudable (HLES), soudage et confection des anneaux de coque qui seront ensuite pré-armés puis jonctionnés (assemblés) pour former des tronçons eux-mêmes soudés les uns aux autres pour aboutir à la fermeture du sous-marin. Le chantier fabrique également des brèches de coques (utilisées pour la maintenance), des cloisons étanches et portes de cofferdam permettant l'accès à certaines zones étanches. Outre ces éléments en aciers spécifiques, NAVAL GROUP produit des panneaux ou bulbes (sonar) en matériaux composites permettant notamment de respecter les exigences de transparence acoustique au bénéfice des différentes antennes sonars.
- des *équipements de plateforme* spécifiques qui mettent en jeu les performances d'ensemble du navire telles que la sécurité-plongée du sous-marin, sa discrétion, sa résistance aux chocs et/ou permettent de réaliser certaines manutentions de manière sécurisée. Parmi ces équipements on peut citer le système de manutention des armes tactiques et les tubes lance-armes associés qui occupent une part importante de l'avant du bateau et permettent la mise en œuvre de torpilles lourdes et missiles SM39. NAVAL GROUP réalise également les tubes lance-missiles nécessaires au stockage et à la mise en œuvre des missiles balistiques stratégiques (tubes externes, portes, systèmes de chasse des missiles). S'ajoutent également les systèmes permettant de hisser les mâts radar, optronique, communications, ainsi que le presse-étoupe de ligne d'arbres et de nombreux sectionnements de coque, par exemple.
- le *système énergie-propulsion* : NAVAL GROUP et TECHNICATOME sont co-traitants sur l'ensemble du SNLE et NAVAL GROUP est également présent sur la chaufferie, en sous-traitance de TECHNICATOME qui en assure la maîtrise d'œuvre. NAVAL GROUP confectionne certains équipements spécifiques de la chaufferie et de la chaîne cinématique (ligne d'arbres, butée, réducteurs). Les principales spécificités tiennent à la





navalisation d'un réacteur nucléaire sur un SNLE (sûreté, contraintes d'espace, refroidissement par eau de mer, environnement pyrotechnique et nucléaire très particulier : présence d'armes tactiques et stratégiques nécessitant d'assurer la sûreté mutuelle entre systèmes). S'y ajoutent des exigences spécifiquement militaires : discrétion acoustique, résistance aux chocs, etc. Ainsi, une part importante de l'arrière du sous-marin est réalisée par NAVAL GROUP. Les berceaux appareil-moteur sont conçus, développés, préassemblés et testés sur le site NAVAL GROUP de Nantes-Indret avant leur intégration à bord du SNLE puis envoyés à Cherbourg.

- le *système de combat* : NAVAL GROUP en réalise l'architecture, l'intégration, et développe plusieurs systèmes ou sous-systèmes comme le *Combat Management System* (CMS) et le système d'armes tactiques permettant notamment de mettre en œuvre les torpilles conçues et réalisées au sein du groupe par la BU Armes Sous-Marines. En outre, NAVAL GROUP réalise certains équipements, tels que des consoles et des baies spécifiques destinées au poste central navigation et opérations (PCNO) des sous-marins.

Ce positionnement distingue NAVAL GROUP d'autres acteurs comme BAE SYSTEMS qui réalise les SNLE britanniques. En effet, BAE SYSTEMS est beaucoup moins intégré verticalement que NAVAL GROUP et dispose d'une activité équipementière beaucoup plus réduite. Les compartiments missiles sont développés avec les Etats-Unis et la propulsion nucléaire relève principalement de Rolls-Royce, outre une aide américaine abondante. BABCOCK et MACTAGGART-SCOTT livrent à BAE SYSTEMS une part des équipements que NAVAL GROUP réalise en propre pour les SNLE français (tubes lance-torpilles, système de hissage des mâts, par exemple).

Ce fort degré d'intégration verticale de NAVAL GROUP est certes le fruit d'une histoire : celle d'une organisation héritière d'un arsenal étatique focalisé sur la satisfaction des besoins nationaux. Mais pas uniquement, car les équipements conçus et réalisés en interne par NAVAL GROUP répondent à des exigences particulières : discrétion acoustique, résistance aux chocs, sécurité-plongée, notamment. L'absence de solution sur étagère (civile mais aussi militaire), et la nécessité de sécuriser l'approvisionnement de ces sous-ensembles critiques pour les performances, la sûreté et la sécurité du SNLE, expliquent aussi le maintien de ces activités en interne. Cette verticalisation est ici particulièrement illustrative de la théorie des coûts de transaction d'O. WILLIAMSON qui fait de la spécificité des actifs un des critères majeurs expliquant le périmètre des firmes. Ainsi, ce fort degré d'intégration verticale peut être expliqué par le haut degré de spécificité des actifs évoqués. Précisons néanmoins que la frontière entre interne et externe peut varier entre les





équipements à la fois conçus et réalisés par NAVAL GROUP, et ceux qui sont conçus par NAVAL GROUP mais réalisés par un sous-traitant sur la base de plans et/ou de spécifications NAVAL GROUP.

Cette distinction invite à présent à analyser la part de valeur ajoutée générée par les autres acteurs de la filière.

Principaux acteurs de la filière SNLE

Compte tenu du nombre important de fournisseurs et sous-traitants intervenant dans la chaîne de valeur d'un SNLE (plus de mille), il est impossible de réaliser une analyse exhaustive. Cependant le rôle de certains acteurs majeurs mérite d'être souligné.

La mission des SNLE et les impératifs de discrétion se traduisent par des patrouilles de plusieurs semaines sans remonter à la surface. Le double besoin d'une puissance électrique élevée et en milieu anaérobie explique le choix de la propulsion nucléaire. En tant que maître d'œuvre de la chaufferie, TECHNICATOME réalise une part importante de ce système depuis sa conception jusqu'au démantèlement des SNLE. Les activités d'ingénierie, d'intégration et de réalisation des composants majeurs sont effectuées en France.

Le sous-marin étant « aveugle », la détection sous-marine joue un rôle fondamental, notamment pour la connaissance de l'environnement tactique, la détection et l'identification des menaces sur la base des bruits qu'elles émettent. La détection sous-marine est essentielle pour disposer de l'avantage acoustique face à ces potentielles menaces : entendre sans (ou avant) d'être entendu. Cette capacité repose sur le savoir-faire de THALES UNDERWATER SYSTEMS dans le domaine des sonars, et aussi sur celui de NAVAL GROUP car la qualité de l'intégration physique et fonctionnelle détermine également ces performances. Les entités du groupe THALES fournissent aussi des systèmes de communications, radar de veille et autres équipements dont la conception et la réalisation sont localisées en France.

Pour naviguer et mettre en œuvre ses missiles avec précision et fiabilité, les SNLE sont dotés d'un système de navigation inertielle de haute performance développé et réalisé par SAFRAN. Ce groupe équipe également les SNLE de mâts optroniques permettant de détecter au-dessus de la surface lorsque le sous-marin est à l'immersion périscopique.

Au-delà de ces grands groupes souvent connus et clairement identifiés comme acteurs de la base industrielle et technologique de défense (BITD), il faut également souligner l'importance des ETI ou PME. Concernant le compartiment missiles qui est une des spécificités des SNLE, les tubes internes fixes et membranes sont conçus et réalisés par CNIM dans le sud de la France. Sur le système énergie-propulsion, des entreprises comme





JEUMONT ou THERMODYN sont des fournisseurs majeurs et localisés en France (bien que le second soit une filiale du groupe américain GENERAL ELECTRIC).

Les spécificités des sous-marins et particulièrement des SNLE se traduisent aussi au niveau des matériaux employés : résistance à l'immersion, aux chocs, à la corrosion, discrétion acoustique, etc. Ainsi, l'acier est produit en France par INDUSTRIEL, aujourd'hui filiale d'ARCELOR MITTAL. De nombreuses ébauches sont approvisionnées auprès d'industriels français de la métallurgie. Par ailleurs, les efforts importants de réduction des bruits effectués pour les SNLE de deuxième génération ont conduit à des développements de composants et matériaux innovants : plots et liaisons flexibles empêchant la transmission des vibrations à la coque, par exemple. Ces solutions ont été développées avec de nombreuses entreprises localisées en France. D'autres exemples d'approvisionnements en France peuvent être cités dans le domaine des câbles, de la connectique, etc. (BAYLE N., 1995).

Ainsi qu'il s'agisse de la part de valeur ajoutée directement créée par NAVAL GROUP en France, ou de celle produite par sa filière de fournisseurs et sous-traitants, l'hypothèse qu'une part importante de la valeur ajoutée des SNLE est créée en France s'impose. Il reste néanmoins à en apporter une estimation chiffrée.

2. 1. 3. Estimation quantitative : des SNLE « made in France » à plus de 90%

Si les informations qualitatives fournies jusqu'à présent laissent penser qu'une part importante de la valeur ajoutée des SNLE est créée en France, il est utile d'en fournir une estimation quantitative la plus fiable et la plus précise possible. D'autant que ces éléments qualitatifs se sont limités à NAVAL GROUP et à quelques fournisseurs de rang 1 sans explorer l'intégralité de la filière. Compte tenu de la part importante de valeur ajoutée générée par NAVAL GROUP et en France, de l'importance de l'activité captée par de grands fournisseurs de rangs 1 français (TECHNICATOME, THALES, SAFRAN, etc.) et du fait que les entreprises de défense françaises réalisent en moyenne 42,8% de valeur ajoutée (voire 47% lorsqu'elles font de la R&D) d'après les travaux de J. BELIN (2016a), on peut s'attendre à ce que la part de valeur ajoutée française soit très largement majoritaire. S'agissant de programmes stratégiques réputés assurer l'indépendance nationale et ne souffrant aucune incertitude en matière de sécurité d'approvisionnement, il est nécessaire d'aller plus loin dans l'estimation, notamment en intégrant la valeur ajoutée des fournisseurs et sous-traitants de rang 2 à n.





Méthode d'estimation¹

L'accès aux données NAVAL GROUP permet d'inclure à la fois la valeur ajoutée produite en France par NAVAL GROUP et celle de l'ensemble de sa filière de fournisseurs et sous-traitants. Les données d'achats du maître d'œuvre des programmes de SNLE permettent d'analyser finement la répartition des achats en fonction de la localisation des entités et de leur branche. Par définition, seules les activités réalisées par NAVAL GROUP et ses fournisseurs, sous-traitants sont prises en compte ici. Autrement dit, les missiles balistiques et les têtes nucléaires ainsi que certains contrats directement passés par l'Etat ne sont pas pris en compte dans le périmètre d'analyse.

Actuellement, l'activité de construction neuve de SNLE est inexistante car le dernier SNLE réalisé (*Le Terrible*), a été admis au service actif en 2010 et la prochaine génération (SNLE-3G) devrait entrer en service au cours des années 2030. Utiliser les données du *Terrible*, remontant aux années 2000 serait peu pertinent pour apprécier la réalité actuelle. De plus, *Le Terrible* est le quatrième SNLE de 2^{ème} génération (classe *Triomphant*), mais le premier adapté pour mettre en œuvre le missile M51. Par conséquent, il était difficile de reconstituer de manière précise les coûts du programme relatifs à la conception de l'ensemble des SNLE de deuxième génération.

Toutefois, même en l'absence de programme de construction neuve, plusieurs programmes actuels permettent d'estimer de manière fiable la répartition de la valeur ajoutée et la composition des achats sur des programmes de SNLE. Le programme de sous-marins nucléaires d'attaque (SNA) Barracuda offre un exemple actuel de programme de construction de sous-marins nucléaires. Reste qu'un SNA est plus petit qu'un SNLE et ne dispose pas de compartiment missiles. Aussi est-il intéressant d'analyser également la composition des achats du programme d'IPER² adaptation au missile M51 (IA-M51) qui vise à moderniser les trois premiers SNLE de deuxième génération pour qu'ils emportent le missile M51, successeur du M45. Même si ce programme n'est pas assimilable à un programme de construction neuve, notamment en matière d'ingénierie (moins d'études de conception puisque le SNLE n'est pas intégralement redéveloppé) ou en matière de fabrication de coque, il représente un volume d'activité significatif d'environ 4 millions d'heures de travail par SNLE sur 30 mois, avec 30 000 matériels démontés, et plus d'un million de pièces détachées approvisionnées.³ Ainsi, en comparant ces deux programmes

¹ Cette estimation est fondée sur des données internes NAVAL GROUP utilisées dans le cadre d'une étude réalisée avec la Fondation pour la Recherche Stratégique (FRS).

² Indisponibilité Périodique pour Entretien et Réparation (IPER)

³ Source NAVAL GROUP.





(Barracuda et IA-M51), on peut obtenir une vision assez fine et assez fiable de la structure de la chaîne de d'approvisionnement d'un programme de SNLE et tout particulièrement de sa part de valeur ajoutée générée en France. Pour éviter des erreurs de comparaison et d'interprétation entre les montants de dépenses en valeur absolue (très différents entre SNA et SNLE, notamment), on se limitera à estimer la part de valeur ajoutée créée en France.

Les données d'entreprise NAVAL GROUP permettent de définir de manière fiable et précise la part de valeur ajoutée du maître d'œuvre (VA NAVAL GROUP) et la part de celle-ci générée en France (VA NAVAL GROUP FR) puisque l'intégralité de son activité dissuasion est implantée sur le territoire français. La part de valeur ajoutée générée par NAVAL GROUP est une donnée confidentielle. Sur le périmètre d'activité dissuasion, la part d'activité réalisée en interne par le groupe est plus élevée que la moyenne utilisée dans la première sous-partie et correspondant à l'ensemble de l'activité du groupe. Ceci s'explique par la différence déjà évoquée entre bâtiments de surface et sous-marins. Sur les bâtiments de surface fortement armés, le système de combat et ses équipements représentent une part importante du programme (de l'ordre de 50%¹) or NAVAL GROUP réalise très peu de ces équipements du système de combat, en dehors du *Combat Management System* et des études de conception et intégration. En revanche, sur les sous-marins, la part relative de la plateforme propulsée par rapport au système de combat est nettement plus importante. Or, on a déjà démontré que le degré d'intégration verticale de NAVAL GROUP sur les sous-marins, est très important, particulièrement sur les sous-marins nucléaires. Ces éléments expliquent une part de valeur ajoutée NAVAL GROUP (et donc de valeur ajoutée créée en France) particulièrement élevée.

A cette part de valeur ajoutée générée par NAVAL GROUP en France s'ajoute une part de valeur ajoutée française générée par la filière de fournisseurs et sous-traitants aux rangs 1 à n. Ainsi, l'estimation du pourcentage de valeur ajoutée française dans les programmes de SNLE est résumée par la formule suivante :

$$\begin{array}{c}
 \text{VA française générée} \\
 \text{directement par Naval Group} \qquad \qquad \qquad \text{VA française générée} \\
 \qquad \text{indirectement par les fournisseurs de rang 1 à n} \\
 \hline
 \text{VA SNLE FR} = \text{VA Naval Group} \times \text{VA Naval Group Fr} + (1 - \text{VA Naval Group}) \times \text{HA Naval Group Fr} \times \text{VA HA Fr} \\
 \begin{array}{ccccc}
 \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\
 \text{\% de VA Naval} & \text{\% de VA Naval} & \text{\% d'achats} & \text{\% d'achats} & \text{\% de VA Fr.} \\
 \text{Group} & \text{Group en Fr.} & & \text{en Fr.} & \text{dans achats Fr.}
 \end{array}
 \end{array}$$

¹ Cf. partie 1 et partie consacrée au programme de destroyers antiaériens australiens de la classe *Hobart* pour lequel les sources officielles indiquent que le système de combat représente 54% des coûts du programme.





Recours aux tableaux d'entrées-sorties (matrices input-output)

Si la part de valeur ajoutée française générée directement par NAVAL GROUP est facile à estimer, celle générée indirectement par les achats de NAVAL GROUP est plus difficile à évaluer. Les données d'entreprise NAVAL GROUP permettent d'identifier la part de valeur ajoutée qui est achetée ou sous-traitée au rang 1 ($1 - VA \text{ NAVAL GROUP}$). Les données d'entreprise permettent également d'identifier la part des achats commandés en France (HA NAVAL GROUP Fr.). Notons à ce titre que le taux de 99% constaté sur le programme IA-M51 est légèrement supérieur à celui observé sur le programme Barracuda, ce qui illustre bien l'exigence spécifique d'indépendance industrielle pour la dissuasion. Ces données donnent une idée du chiffre d'affaires capté par les fournisseurs de rang 1 mais ne permettent pas de calculer directement la valeur ajoutée créée en France par les acteurs des rangs 1 à n (vu de NAVAL GROUP).

Notons également, que l'estimation ne tient pas compte de la valeur ajoutée française incorporée dans des produits réimportés en France. Mais compte tenu du faible montant des importations au rang 1 (1% des achats), cette part de valeur ajoutée française est ici considérée comme négligeable.

Calculer de manière fiable la valeur ajoutée française dans les achats NAVAL GROUP nécessiterait d'accéder aux données d'entreprise de milliers d'entités différentes, sur plusieurs rangs et de pouvoir isoler ces informations sur le périmètre dissuasion de ces entités. A défaut de pouvoir accéder à de telles données, il est possible d'obtenir une estimation de la valeur ajoutée française générée aux rangs 1 à n à partir des tableaux d'entrées-sorties de l'économie nationale. Concrètement, il s'agit de décomposer les achats des programmes considérés (Barracuda et IA-M51) en différentes branches sectorielles selon les nomenclatures de l'INSEE (NAF révision 2). L'utilisation des numéros de SIREN des fournisseurs et sous-traitants permet d'attribuer le montant des achats à chaque code NAF. Cette décomposition des achats est indispensable car la part de valeur ajoutée et d'importation peut varier fortement d'une branche à l'autre. De plus, le recours au tableau d'entrées-sorties (version 2008) est le seul moyen de tenir compte de la structure des achats aux rangs 2 à n. Grâce aux coefficients techniques de ces matrices, il est possible de tenir compte des échanges de consommations intermédiaires au sein d'une même branche ou entre branches différentes. Cette méthode permet donc d'estimer la valeur ajoutée générée indirectement par l'activité de NAVAL GROUP au travers de ses fournisseurs et sous-traitants de rangs 1 à n.

Si cette méthode fondée sur les tableaux d'entrées-sorties est rigoureuse, il convient néanmoins d'en mentionner les hypothèses fortes et les éventuelles limites. Cette méthode





repose sur une structure de l'économie donnée et fixe : elle ne permet pas de tenir compte d'un éventuel impact de la dépense NAVAL GROUP sur la structure de l'économie. De plus, cette méthode suppose que la structure de la chaîne de valeur NAVAL GROUP est identique à celle du reste de l'économie. Autrement dit, elle induit par construction une forme de banalisation de la chaîne de valeur aux rangs inférieurs de la chaîne. Or, comme nous l'avons déjà mentionné, J. BELIN (2016a) a démontré que la part de valeur ajoutée des entreprises de défense françaises est supérieure à celle des autres entreprises françaises. Ainsi, la part de valeur ajoutée française produite au rang 1 par les entreprises de défense fournisseurs de NAVAL GROUP telles que THALES ou SAFRAN, est très certainement sous-estimée par cette méthode. De même, cette méthode ne permet pas de tenir compte des exigences de localisation en France pour les rangs 2 à n. Or, il est hautement probable que des fournisseurs de NAVAL GROUP comme TECHNICATOME, THALES ou SAFRAN veillent également à s'approvisionner auprès d'entreprises françaises, bien plus que d'autres firmes civiles du même secteur. Outre cette distinction entre chaînes d'approvisionnement civiles et militaires, il faut noter qu'au sein même de l'industrie navale de défense, la spécificité des actifs et la part d'importation peut fortement varier. Les réducteurs de navires NAVAL GROUP ne sont pas tous nécessairement produits en interne,¹ de même, on a déjà souligné la différence entre SNA et SNLE en termes de recours à des fournisseurs étrangers. Ainsi, ce qui peut être couramment importé pour le reste de l'économie, ou même pour des programmes de bâtiments de surface voire de SNA, est acheté en France pour les SNLE. Or, il est probable que cette logique soit valable pour d'autres acteurs de la filière que NAVAL GROUP, sans que ces spécificités industrielles soient intégrées dans les matrices d'entrées-sorties.

Par conséquent, cette méthode tend très probablement à minorer la part de valeur ajoutée produite en France par les fournisseurs de NAVAL GROUP aux rangs 1 à n.

Analyse de la filière de fournisseurs et sous-traitants des programmes Barracuda et IA-M51

Achats du programme Barracuda

L'analyse des achats du programme de SNA Barracuda concerne une valeur de 969 997 213 euros de commandes. Ce périmètre ne couvre pas l'ensemble des achats du programme car les six SNA prévus ne sont pas encore tous commandés : ils sont affermis par tranches. Ce volume de près d'un milliard d'euros comprend à la fois des achats relatifs aux études et aux premiers sous-marins du programme (principalement les trois premiers).

¹ C'est le cas pour les SNLE et aussi pour les FREMM.

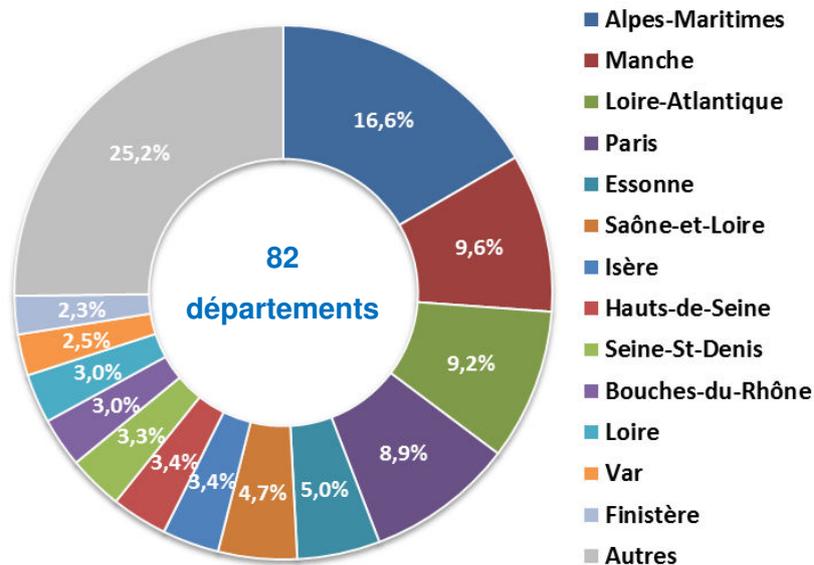




L'ampleur du volume autant que la diversité des activités qu'il recouvre en font un échantillon représentatif.

L'analyse de la répartition géographique de ces achats révèle qu'au moins 92% des achats ont été contractés auprès d'entités résidant en France. Une analyse plus fine, par département, a été réalisée sur un volume de 863 467 211,91 euros (soit 89% du total). Elle montre que les fournisseurs de rang 1 du programme Barracuda se répartissent dans au moins 82 départements français. Le positionnement des Alpes-Maritimes en tête du classement s'explique probablement par la présence du fournisseur de sonar, THALES UNDERWATER SYSTEMS, à Sophia Antipolis. La présence de la Manche et de la Loire-Atlantique dans le trio de tête révèle l'importance des achats locaux contractés autour des sites de Cherbourg (conception, fabrication et intégration des sous-marins) et de Nantes-Indret (propulsion nucléaire). Paris et l'ensemble de l'Île-de-France sont certainement surreprésentés à cause de la localisation de sièges sociaux.

Répartition des achats du programme Barracuda par départements



Source : auteur, d'après données NAVAL GROUP

La répartition des achats par branches d'activité (cf. ci-dessous) illustre la part importante des matériels informatiques, électroniques et optiques. Cette catégorie recouvre notamment différents équipements du système de combat (sonars, radar de veille, mâts, communications) et du système de navigation. L'activité relative à la plateforme propulsée est très importante, même si la partie propulsion est sans doute sous-estimée du fait de la part des achats directement effectués par TECHNICATOME sur la chaufferie nucléaire. En témoigne la part dévolue aux produits mécaniques, équipements électriques, à la métallurgie ainsi qu'aux produits en caoutchouc et plastiques qui jouent un rôle essentiel





dans la réduction des bruits afin de renforcer la discrétion acoustique et donc l'invulnérabilité du sous-marin. Les prestations techniques spécialisées représentent plus de 20% des achats, lorsque l'on additionne les activités d'architecture et d'ingénierie, de contrôle et analyse, les travaux de construction spécialisés, la programmation et le conseil informatiques.

Répartition des achats du programme Barracuda par branches



Source : auteur, d'après données NAVAL GROUP

Achats du programme IA-M51

L'analyse des achats du programme d'Indisponibilité Périodique pour Entretien et Réparation (IPER) des SNLE et d'adaptation au missile M51 se fonde sur un volume de 779 967 962,32 euros de commandes. Ce programme concerne trois des quatre SNLE de deuxième génération (classe *Triomphant*) car le dernier SNLE de cette classe, *Le Terrible* fut directement conçu pour emporter le missile M51. Ce volume d'achat ne couvre pas l'ensemble des achats du programme car celui-ci n'est pas encore finalisé. Néanmoins les approvisionnements de longue durée ont été anticipés et commandés en amont des IPER pour réduire la durée d'immobilisation des SNLE et assurer ainsi la posture de permanence à la mer. De plus, ce périmètre comprend à la fois des activités d'ingénierie, des prestations de chantier (sous-traitance) et des achats d'équipements ou matériaux. Par conséquent, le montant global comme la composition des achats sont représentatifs de cette activité de grand carénage et adaptation de SNLE.

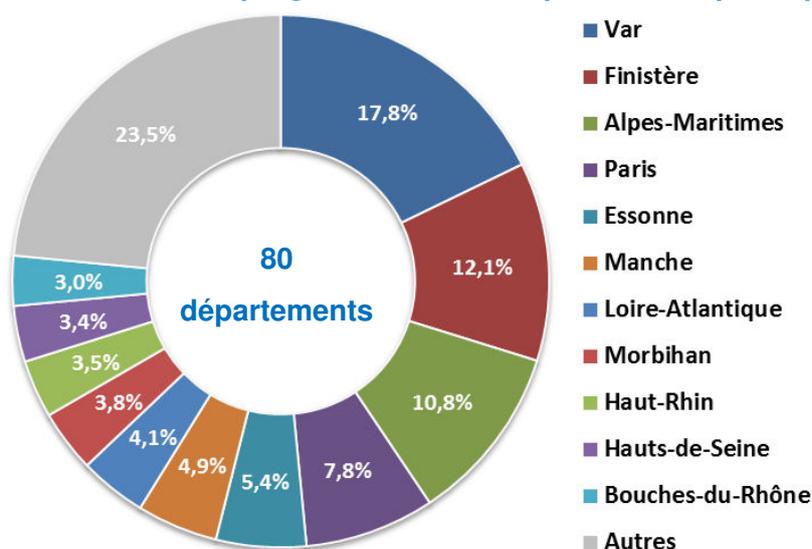
L'analyse de la répartition géographique de ces achats révèle qu'au moins 99% des achats ont été contractés auprès d'entités résidant en France. Une analyse plus fine, par département, a été réalisée sur un volume de 755 582 191,84 euros (soit 96,9% du total). Elle montre que les fournisseurs de rang 1 du programme IA-M51 se répartissent dans au moins 80 départements français. La position du Var en tête de classement peut s'expliquer





notamment par la présence du groupe CNIM à la Seyne-sur-Mer. Ce Groupe conçoit et réalise les tubes internes et les membranes des tubes lance-missiles (CNIM, 2011). De même, la position du Finistère en deuxième place montre la forte implication de l'écosystème local puisque le chantier de modernisation se déroule à Brest. On voit donc ici la spécificité de ce programme directement en lien avec la dissuasion par rapport au programme Barracuda analysé précédemment.

Répartition des achats du programme IPER Adaptation M51 par départements



Source : auteur, d'après données NAVAL GROUP

La répartition des achats par branches (cf. ci-dessous) reste assez proche de celle du programme Barracuda. Les différences les plus significatives concernent surtout la faible part des activités d'architecture et d'ingénierie et la part plus importante des travaux de construction spécialisés. Ces différences s'expliquent très probablement par la nature même du programme. S'agissant d'une modernisation, on peut supposer que le volume d'études d'ingénierie est proportionnellement moins important que sur un programme de construction neuve, même si ces IPER adaptation comportent aussi une part d'activités d'ingénierie.

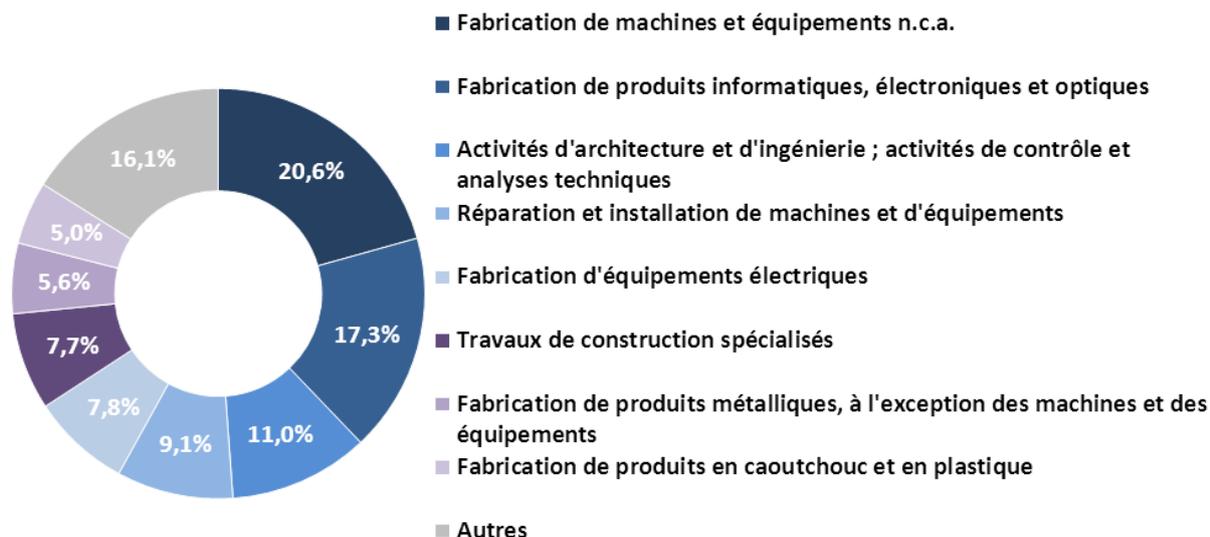
Notons que ce programme est très intensif en main d'œuvre compte tenu du nombre d'équipements à débarquer, contrôler, réparer ou changer puis à remonter. A la différence d'un programme de construction neuve, ce chantier s'effectue alors que le SNLE est déjà « jonctionné ». Les 4 millions d'heures par IPER (source NAVAL GROUP) représentent plus d'un quart des 14 millions d'heures que représente un SNLE, mais elles sont condensées sur une période beaucoup plus courte (environ 30 mois). Ces données industrielles expliquent un recours important à la sous-traitance de chantier et l'importance des branches suivantes : « réparation et installation de machines et équipements »,





« travaux de construction », « services divers ». Si l'on ajoute les contraintes imposées pour la nationalité des sous-traitants (particulièrement sur SNLE), on comprend mieux la part importante du volume d'achats (et de sous-traitance) approvisionné en France. Ces activités de services intensives en main-d'œuvre expliquent également le niveau élevé de valeur ajoutée française.

Répartition des achats du programme IPER Adaptation M51 par branches



Source : auteur, d'après données NAVAL GROUP

L'exploitation des données des programmes Barracuda et IA-M51 montre qu'ici, la légère différence en matière de répartition sectorielle est sans conséquence sur le taux de valeur ajoutée française générée par les achats NAVAL GROUP en France. La différence est inférieure à 0,2% et la valeur la plus faible a été retenue par souci de rigueur. En revanche, l'écart est un peu plus important concernant la part d'achats contractée auprès d'entités résidant en France. Dans ce cas, la donnée du programme IA-M51 a été conservée car ce programme correspond davantage à l'objet analysé : la chaîne de valeur d'un SNLE et non celle d'un SNA. Compte tenu de la part des achats et de l'écart limité entre les deux programmes, ce choix ne remet pas en cause le résultat final.

Résultats et conclusions

En utilisant les différentes données collectées ou calculées (cf. tableau) et en appliquant la formule ci-dessous, il est possible d'estimer la part de valeur ajoutée générée en France pour un SNLE :

$$VA_{SNLE\ FR} = VA_{NAVAL\ GROUP} \times VA_{NAVAL\ GROUP\ Fr} + (1 - VA_{NAVAL\ GROUP}) \times HA_{NAVAL\ GROUP\ Fr} \times VA_{HA\ Fr}$$





**Valeur ajoutée générée en France par les programmes de SNLE :
Résultats et sources**

intitulé	notation	valeur	source	périmètre
part de valeur ajoutée NAVAL GROUP	VA NAVAL GROUP	confidentiel	NAVAL GROUP	Activité SNLE NAVAL GROUP*
part de valeur ajoutée créée en France par NAVAL GROUP	VA NAVAL GROUP Fr	100,00%	NAVAL GROUP	Activité SNLE NAVAL GROUP*
part d'achats NAVAL GROUP	1 – VA NAVAL GROUP	confidentiel	NAVAL GROUP	Activité SNLE NAVAL GROUP*
part d'achats NAVAL GROUP en France	HA NAVAL GROUP Fr	99,25%	NAVAL GROUP	Programme IA- M51
part de valeur ajoutée créée en France par les achats NAVAL GROUP (en Fr)	VA HA Fr	72,52%	estimation input-output	Programme IA- M51 et Barracuda
Part totale de valeur ajoutée créée en France (NAVAL GROUP + filière)	VA SNLE FR	90,70%	calcul de l'auteur	SNLE

* projets et programmes de construction de SNLE, MCO, IPER, démantèlement/déconstruction de SNLE, (y. c. MCO missiles)

Sources : travaux de l'auteur, données NAVAL GROUP, INSEE

Le résultat obtenu indique que 90,7% de l'activité réalisée par NAVAL GROUP et sa filière de fournisseurs et sous-traitants pour un SNLE, est produite en France. Ainsi, le SNLE français est encore loin d'être « made in the world ». Au contraire, on pourrait même dire sans excès que le SNLE reste une production « made in France ». Par conséquent, l'ambition d'autonomie stratégique est aussi une réalité industrielle.

Si l'on a souligné le caractère structurant de la dissuasion océanique sur le format de la Marine et l'organisation de la filière navale de défense française, l'activité relative aux SNLE ne constitue qu'une part de l'activité de cette filière. Il est donc utile d'évaluer si l'autonomie industrielle et la faible internationalisation de la chaîne de valeur est spécifique aux SNLE ou si elles concernent également d'autres types de navires.

C'est pourquoi nous nous intéressons dans la sous-partie suivante à deux cas de fréquences fortement armées. Sans pouvoir appliquer la même méthode d'estimation quantitative, nous allons voir que les programmes de bâtiments de surface intègrent de nombreux systèmes et composants étrangers. Le choix de réaliser ces programmes dans le cadre de coopérations européennes explique en partie cette internationalisation de leur chaîne de valeur.





2. 2. L'INTERNATIONALISATION DE PROGRAMMES FRANÇAIS DE BATIMENTS DE SURFACE VIA LES COOPERATIONS EUROPEENNES

2. 2. 1. Les frégates Horizon

Un programme en coopération

Les frégates Horizon sont des frégates de défense aérienne. Deux unités ont été commandées par la France en 2000 pour remplacer les frégates *Suffren* et *Duquesne*. Les deux frégates Horizon (*Forbin* et *Chevalier Paul*) ont été admises au service actif en 2010 et 2011, puis rapidement employées dans le cadre d'opérations extérieures, notamment en Libye. Deux autres unités étaient initialement prévues pour remplacer les frégates *Cassard* et *Jean Bart* qui seront finalement remplacées par la version antiaérienne des frégates FREMM, les FREDAs.

Dès son origine, le programme s'inscrit dans le cadre d'une coopération multinationale, initiée à travers plusieurs accords entre la France, le Royaume-Uni et l'Italie (1992, 1994 et 1996). Cette coopération tripartite a évolué avec le retrait partiel du Royaume-Uni en 1999. Alors que la France et l'Italie ont maintenu leur coopération pour la réalisation de quatre navires (deux pour chacune des marines), le Royaume-Uni a lancé son propre programme et acquis six frégates Type 45. En parallèle de ces deux programmes (Horizon et T45), le volet tripartite a été maintenu et focalisé sur le système de défense aérienne PAAMS (*Principal Anti Air Missile System*).

Nous nous concentrons ici plus particulièrement sur le volet franco-italien. Cette coopération a notamment donné lieu à la création de structures communes dédiées au programme :

- HORIZON SAS, entité responsable de la maîtrise d'œuvre d'ensemble et qui réunit deux industriels français, NAVAL GROUP et THALES (regroupés au sein d'ARMARIS à partir de 2002 et jusqu'à ce que NAVAL GROUP l'acquiert en 2007), ainsi que deux industriels italiens, FINCANTIERI et FINMECCANICA devenu LEONARDO (unis au sein d'ORIZZONTE SISTEMI NAVALI) ;
- EUROSYSNAV SAS, société dédiée à la maîtrise d'œuvre du système de combat et qui regroupe NAVAL GROUP et FINCANTIERI.

Le coût des frégates Horizon, est inférieur à celui des T45 britanniques (Comité des Prix de Revient des Fabrications d'Armement, 2014). En effet, le coût unitaire moyen des frégates Horizon françaises (incluant l'amortissement des coûts de R&D) s'élève à 1 183 millions





d'euros (2012) contre 1 189 millions d'euros 2012¹ pour la T45. Compte tenu du nombre d'unités acquises (2 en France contre 6 au Royaume-Uni), le coût de production unitaire (hors frais de R&D) de la version française est donc bien inférieur à celui de la version britannique. Si les quatre navires ont été construits dans chacun des pays clients (deux en France et deux en Italie) et n'ont donc pas donné lieu à des effets d'apprentissage accrus en matière de réalisation, la coopération a toutefois permis de partager des coûts de développement et probablement de générer un léger effet de série sur les achats d'équipements (pour quatre unités au global au lieu de deux à l'échelle nationale).

Cette coopération sur les approvisionnements d'équipements permet de mettre au jour l'internationalisation de la chaîne de valeur de ce programme en coopération.

Une internationalisation des approvisionnements

A défaut de disposer des données nécessaires à une analyse quantitative exhaustive de la répartition des coûts de l'ensemble du programme et de l'intégralité des équipements aux différents rangs de sous-traitance, l'identification des principaux fournisseurs permet de démontrer une internationalisation de la chaîne de valeur du programme Horizon. Si le nombre important d'équipements approvisionnés auprès de fournisseurs italiens montre bien l'effet de cette coopération franco-italienne sur la chaîne d'approvisionnement, la présence d'autres fournisseurs étrangers, ni français, ni italiens, laisse penser que cette internationalisation de la chaîne de valeur ne résulte pas uniquement de cette coopération. En effet, dans certains cas, il n'existe pas ou plus d'industriels nationaux (artillerie navale, par exemple). Il arrive également que certains fournisseurs français soient rachetés par des groupes étrangers (moteurs PIELSTICK repris par MAN, par exemple).

¹ 965 millions de livres (2012) converties au taux annuel moyen de 0,811 euros pour une livre (source : Banque de France).





Internationalisation des approvisionnements de programmes en coopération : l'exemple des frégates Horizon



Source : reconstitution de l'auteur à partir de sources ouvertes – Photo : Marine Nationale

La cartographie réalisée révèle que plusieurs systèmes et équipements ont été achetés auprès d'entreprises italiennes pour le système de combat (radars de LEONARDO) mais aussi pour la plateforme (systèmes de stabilisation et moteurs du groupe FINCANTIERI). Plusieurs commandes ont été contractées auprès d'entreprises franco-italiennes : consortium SIGEN en THALES et ELETTRONICA pour la guerre électronique, GIEE EUROTORP pour les torpilles légères.

2. 2. 2. Les frégates FREMM (anti-sous-marines)

Un programme franco-italien

Le programme des frégates européennes multi-missions (FREMM) vise à remplacer les frégates anti-sous-marines F 67 et F 70. Déployées seules ou dans le cadre de forces navales, ces frégates de premier rang sont conçues pour participer à des combats navals. Elles sont également dotées de Missile de Croisière Naval (MdCN) permettant des frappes vers la terre. Alors que la cible d'acquisition initiale était de 17 frégates pour la France, celle-ci est passée à 11 en 2008 avant d'être réduite à 8. Les six premières frégates sont plus spécifiquement conçues pour la lutte sous-marine, et les deux suivantes (FREDA)





seront dédiées à la lutte anti-aérienne, en complément des frégates Horizon dont la cible fut réduite de 4 à 2 unités.

Outre ces changements de cibles d'acquisition, le programme a connu de fortes évolutions induites par les succès export des FREMM. Alors que la première FREMM (*l'Aquitaine*) a été livrée à la Marine nationale fin 2012, la deuxième unité a été vendue au Maroc. La troisième FREMM (*la Normandie*), initialement prévue pour être livrée à la Marine nationale a quant à elle été livrée à l'Égypte. Au total, 6 FREMM devront être livrées à la Marine nationale d'ici 2019. Suivront ensuite les FREDAs. Le coût global d'acquisition est estimé à 8 milliards d'euros 2016 (Sénat, 2016).

Ce programme s'inscrit depuis le début dans le cadre d'une coopération avec l'Italie. Signée en 2005, l'acquisition des FREMM est pilotée par l'OCCAr (Organisme Conjoint de Coopération et d'Armement) qui agit au bénéfice des maîtrises d'ouvrages nationales française et italienne. La maîtrise d'œuvre des frégates italiennes est assurée par ORIZZONTE SISTEMI NAVALI qui réunit FINCANTIERI (chantier naval concepteur et intégrateur de la plateforme) et LEONARDO (ex-FINMECCANICA, intégrateur et équipementier du système de combat). Côté français, la maîtrise d'œuvre d'ensemble fut confiée à ARMARIS (entité commune de THALES et NAVAL GROUP) avant que cette société ne soit intégralement reprise par NAVAL GROUP qui assure donc aujourd'hui cette responsabilité pour l'ensemble du navire armé (plateforme et système de combat). Malgré l'absence de maîtrise d'œuvre transnationale et alors que les deux concepts de navires diffèrent sensiblement (système de combat, radar, notamment), l'acquisition de certains équipements majeurs a fait l'objet d'une coopération.

Ainsi, comme pour le programme Horizon, l'essentiel des activités de conception, réalisation et intégration des navires armés est conduit de manière indépendante sur chacun des territoires nationaux. La coopération porte principalement sur les approvisionnements. Notons au passage qu'à la différence du programme Horizon, aucune société commune n'a été spécifiquement créée pour la maîtrise d'œuvre de ce programme (qu'il s'agisse de la plateforme ou du système de combat).

Une internationalisation des approvisionnements.

Comme pour le programme Horizon, l'internationalisation des approvisionnements ne résulte pas uniquement de la coopération franco-italienne. En témoignent les achats d'équipements allemands et norvégiens, par exemple. Toutefois, le nombre important de systèmes et équipements italiens ou codéveloppés par des entités franco-italiennes montre que cette coopération se traduit par une internationalisation de la chaîne de valeur.





Ainsi, alors que les systèmes de direction de combat ou *Combat Management System* (CMS) restent principalement nationaux, on observe que plusieurs équipements ou sous-systèmes font l'objet de coopérations : consortium SIGEN entre THALES et ELETTRONICA (déjà présent sur le programme Horizon) pour la guerre électronique, EUROTORP (réunissant depuis plusieurs années NAVAL GROUP, THALES et WASS, entité de LEONARDO) pour les torpilles légères MU 90 et leur système de lancement.

De plus, les FREMM françaises sont équipées de plusieurs équipements italiens fournis par LEONARDO pour le système de combat et par FINCANTIERI ou AVIO (groupe GENERAL ELECTRIC), pour des systèmes de la plateforme (stabilisation, turbine à gaz).

Internationalisation des approvisionnements de programmes en coopération : l'exemple des frégates FREMM



Source : reconstitution de l'auteur à partir de sources ouvertes – Photo : NAVAL GROUP

Au-delà de ce programme FREMM, la comparaison avec le programme Horizon montre une certaine continuité. Même si les domaines de coopération semblent plus limités, particulièrement sur le système de combat (aussi bien pour le CMS que pour des équipements majeurs comme les radars), on peut aussi noter la permanence de certaines coopérations au-delà d'un programme : torpilles légères, guerre électronique, par exemple. Dans certains cas, l'internationalisation de la chaîne de valeur de ces programmes s'explique moins par la recherche de coopération, que par des dépendances structurelles de la filière navale française. En effet, les compétences françaises en artillerie navale se sont fortement atrophiées, alors que l'Italie dispose avec OTO MELARA (LEONARDO) d'un





acteur d'envergure mondiale. De même, la filière navale française présente plusieurs lacunes dans le domaine de la propulsion : turbines à gaz, moteurs diesels.

Par conséquent, cette internationalisation des approvisionnements qui concourt directement à l'internationalisation des chaînes de valeur n'est pas complètement choisie et ne répond pas toujours à des stratégies de coopération : elle résulte aussi de dynamiques de marché ayant conduit à la disparition, ou au rachat et à l'intégration d'entreprises françaises par des groupes multinationaux.

Après avoir démontré dans un premier temps le faible degré d'internationalisation de la chaîne de valeur des programmes de SNLE, nous avons vu ici une internationalisation plus importante sur les programmes de frégates réalisés en coopération. Pour aller au-delà de ces deux analyses qui montrent la diversité des organisations industrielles et de leur degré d'internationalisation, nous allons apporter une estimation quantitative globale pour l'ensemble de la filière navale de défense française. Pour ce faire, il faut notamment inclure les activités de services et les programmes dédiés à des clients internationaux.





2. 3. ESTIMATION DE L'INTERNATIONALISATION DE L'INDUSTRIE NAVALE FRANÇAISE A PARTIR DE L'ENTREPRISE NAVAL GROUP

2. 3. 1. Présentation générale

— La filière navale française

L'industrie navale de défense française se compose d'une multitude d'entreprises très diverses : chantiers d'assemblage, bureaux d'études, systémiers, équipementiers, etc. Plusieurs chantiers navals plus ou moins importants réalisent ou entretiennent des navires militaires. C'est le cas de STX qui dispose à Saint-Nazaire d'infrastructures industrielles particulièrement adaptées aux navires de grande taille. Si ces infrastructures servent majoritairement à la construction de navires civils, elles sont également utilisées dans le cadre de programmes militaires (navires logistiques et amphibies par exemple), comme l'illustrent les Bâtiments de Projection et de Commandement (BPC). Par ailleurs, STX a déjà réalisé des frégates légères par le passé (frégates de surveillance). D'autres chantiers comme CMN, OCEA, PIRIOU, disposent d'une activité navale de défense. Mais généralement, la part entre activités civile et militaire fluctue significativement. De plus, ces acteurs se concentrent principalement sur les plateformes et non sur les systèmes de combat. Ils se spécialisent avant tout sur des navires faiblement armés, plus proches des standards civils : navires logistiques, patrouilleurs, chalands de débarquement, bâtiments destinés à la gendarmerie maritime ou aux douanes, etc.

L'absence de branche dédiée à la construction navale militaire rend difficile une analyse quantitative de cette filière. NAVAL GROUP relève de la sous-branche « construction de navires et de structures flottantes » (3011Z) qui comprend la construction navale et les plateformes civiles. D'autant plus que les navires militaires intègrent de nombreux systèmes et équipements produits par d'autres secteurs d'activité. Analyser la répartition de la valeur ajoutée nécessite donc de prendre en compte l'ensemble des consommations intermédiaires de la filière. A défaut de données statistiques agrégées pour la filière navale de défense, la solution la plus simple est de passer par l'analyse d'un des principaux groupes industriels du secteur.

— L'intérêt des données d'entreprise NAVAL GROUP

Pour analyser la filière navale de défense française, se focaliser sur NAVAL GROUP et sa chaîne de sous-traitance présente plusieurs avantages. NAVAL GROUP est d'abord le leader national du secteur et fait partie des premiers fournisseurs du ministère de la défense : son chiffre d'affaires dans le naval de défense est plus élevé que celui de tout





autre acteur français. De plus, près de 100% du chiffre d'affaires de NAVAL GROUP est effectué dans le secteur militaire, ce qui distingue le groupe de nombreux autres industriels de défense français dont l'activité est souvent à la fois civile et militaire (AIRBUS, DASSAULT, THALES, SAFRAN). En outre, NAVAL GROUP présente le portefeuille de produits et d'activités le plus étendu du secteur : bâtiments de surface et sous-marins (à propulsion conventionnelle et à propulsion nucléaire), présence sur l'ensemble de la chaîne de valeur, depuis la conception jusqu'au démantèlement et à la déconstruction de certains navires, en passant par leur réalisation, leur maintien en condition opérationnelle et leur modernisation. Enfin, le positionnement de NAVAL GROUP comme concepteur et maître d'œuvre d'ensemble du navire armé (i.e. plateforme propulsée et système de combat) induit qu'une part très importante des consommations intermédiaires achetées pour un navire armé sont directement ou indirectement achetées par NAVAL GROUP, aussi bien pour la plateforme propulsée que pour le système de combat. Seuls quelques systèmes ou équipements sont parfois achetés directement par le client (*Government Furnished Equipment*, GFE).

Ce positionnement de NAVAL GROUP comme maître d'œuvre d'ensemble, exercé sur l'intégralité du cycle de vie des navires permet d'analyser la chaîne de valeur de l'industrie navale de défense française à travers ce groupe. Le périmètre couvre ainsi la quasi-totalité de la chaîne de valeur du naval de défense, sur l'intégralité des tâches, étapes et sous-ensembles qui la constituent. Toutes ces caractéristiques confèrent à NAVAL GROUP un intérêt majeur pour étudier la filière navale de défense française et le degré d'internationalisation de sa chaîne de valeur.

Ainsi, se fonder sur les données du groupe NAVAL GROUP permet d'avoir une vision de la filière navale de défense beaucoup plus fine et juste qu'à partir du code NAF de référence « fabrication d'autres matériels de transport » qui ne permet ni d'appréhender les spécificités du naval, ni celles du secteur défense.

NAVAL GROUP

Les données utilisées dans cette partie provenant de NAVAL GROUP, il est utile d'apporter quelques précisions sur ses activités pour mieux comprendre et analyser les résultats.

Comme nous l'avons déjà souligné, NAVAL GROUP se distingue par :

- un chiffre d'affaires presque exclusivement militaire (les activités civiles dans l'énergie ne représentent que quelques pourcents du CA) ;
- un positionnement de systémier-intégrateur de l'ensemble du navire armé : systèmes de plateformes et systèmes du système de combat ;

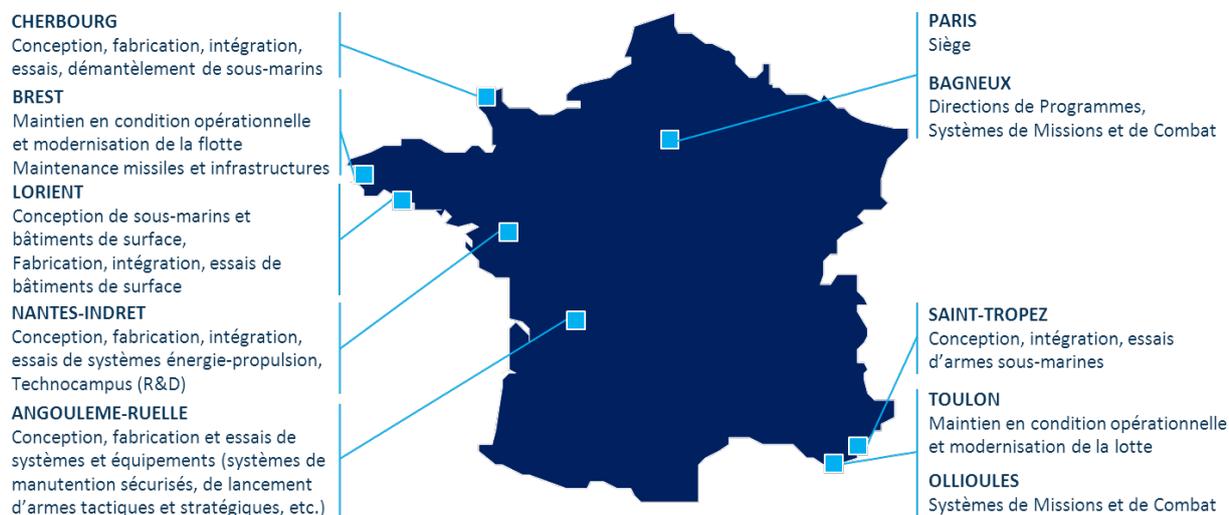




- une présence sur l'ensemble du cycle de vie : conception générale, conception détaillée, industrialisation, fabrication, assemblage, intégration, essais, MCO, modernisations, démantèlement/déconstruction ;
- un portefeuille de produits très large : sous-marins (conventionnels, nucléaires : SNA et SNLE), bâtiments de surface : de la petite corvette au porte-avions en passant par différents types de frégates et bâtiments logistiques ou amphibies.

Comme l'illustre la carte ci-dessous, ces activités sont réparties sur le territoire national.

Activités navales de NAVAL GROUP en France



Source : auteur, d'après données NAVAL GROUP

Cependant, depuis plusieurs années le groupe réalise environ le tiers de son activité pour des clients étrangers : Malaisie, Inde, Brésil, Maroc, Egypte, Arabie Saoudite, notamment.

Evolution et répartition du Chiffre d'affaires NAVAL GROUP en France et à l'export (en millions d'euros)



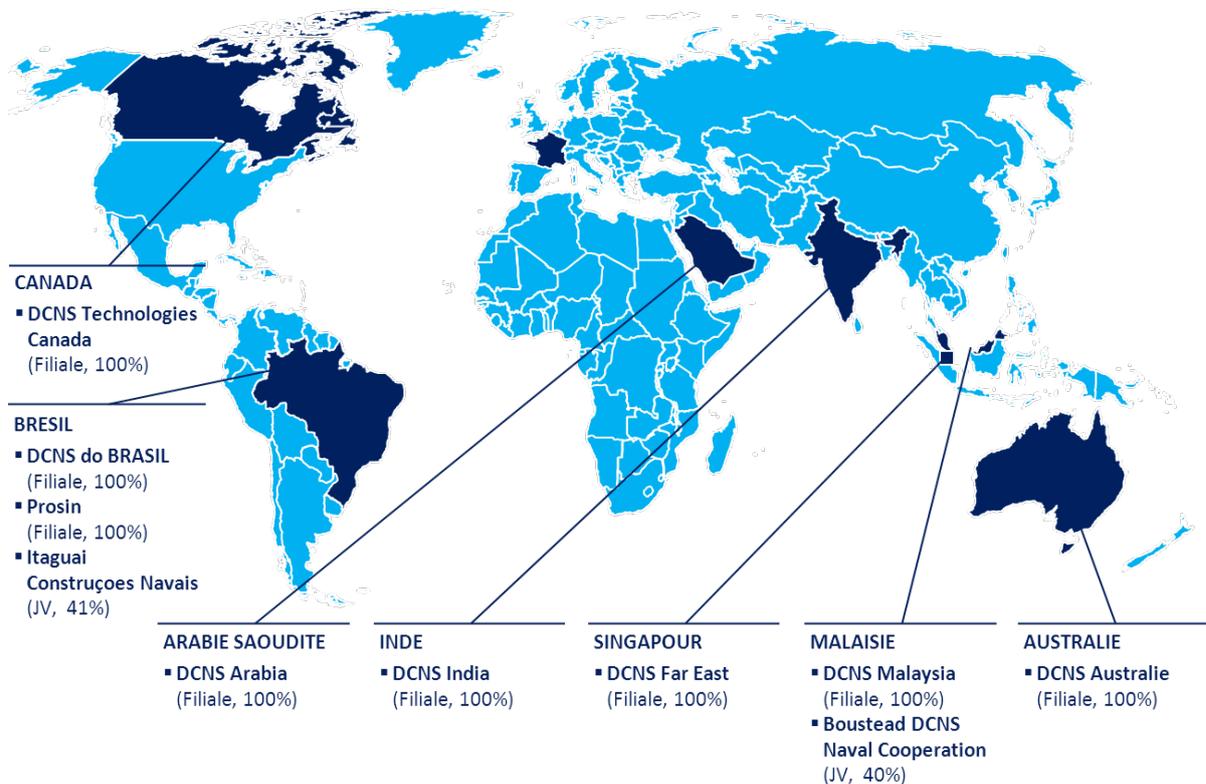
Source : Rapports annuels de NAVAL GROUP





Si une part de cette activité est effectuée en France, de nombreux programmes impliquent des partenaires locaux (cf. partie 3.2 pour une analyse du programme Scorpène Inde). Dans certains cas, NAVAL GROUP s'est implanté auprès du client par le biais de filiales ou co-entreprises (*Joint Ventures*). Alors que certaines de ces entités ont une activité principalement commerciale, d'autres contribuent directement et activement aux programmes navals locaux. En témoignent les études d'ingénierie et l'accompagnement de fournisseurs locaux effectués par la filiale NAVAL GROUP India, ou la co-entreprise brésilienne ICN dont le chantier assemble les sous-marins Scorpène vendus au Brésil.

Implantations internationales de NAVAL GROUP dans le naval de défense



Sources : Rapport annuel 2015, site internet NAVAL GROUP

Dans le cas présent, s'agissant de quantifier l'internationalisation de la chaîne de valeur de l'industrie navale de défense française, nous avons choisi de nous limiter aux achats de l'entité française NAVAL GROUP SA. Ceci permet de tenir compte de l'activité générée en France par les programmes export via NAVAL GROUP, sans toutefois intégrer les achats d'entités localisées à l'étranger et qui ne peuvent donc complètement être considérées comme faisant pleinement partie de la filière navale française.





Diversité de la chaîne de valeur de l'industrie navale de défense française

En outre, l'intérêt des données d'entreprise NAVAL GROUP est aussi de prendre en compte à la fois l'activité du maître d'œuvre d'ensemble et celle de ses fournisseurs et sous-traitants, y compris ceux dont l'activité n'est pas majoritairement ou spécifiquement liée à la défense. En effet, de nombreux acteurs interviennent dans la chaîne de valeur d'un navire, tout au long de son cycle de vie et ces fournisseurs et sous-traitants appartiennent à des secteurs très différents, reflétant la diversité des systèmes, équipements, composants, matériaux et services incorporés dans un navire armé. Quelques domaines peuvent être cités à titre d'exemple :

- matériaux : aciers de coque, blindages, matériaux composites, matériaux anéchoïques, revêtements et peintures spécifiques, matériaux d'apport pour le soudage, isolants et divers matériaux dédiés à la réduction des bruits propres du navire, etc.
- énergie-propulsion : hélices, lignes d'arbres et autres éléments de la chaîne cinématique, composants de la chaufferie nucléaire, turbines, alternateurs, moteurs, batteries, tableaux et réseau électriques, éléments de systèmes anaérobies, etc.
- équipements liés à la vie à bord : ventilation, climatisation, usine à oxygène, réfrigération, cuisine, sanitaires, cabines, équipements de divertissement, etc.
- divers systèmes de plateforme : appareils de manœuvre, stabilisation, conduite nautique du navire, navigation, signaux, détection et lutte incendie, fluides et réseaux (eaux, air, huile), câbles, connectique, etc.
- équipements du système de combat : radars, sonars, communications, systèmes de lancement (missiles, leurres, torpilles, contre-mesures), brouilleurs, baies, consoles, etc.
- prestations de sous-traitance d'ingénierie (études, développement logiciel), de chantier (échafaudage, sécurité, usinage, démontage/montage, assemblage, peinture, ...), etc.
- systèmes d'information : matériels et logiciels, assistance, etc.

Compte tenu de la spécificité de ces produits et services, la chaîne de valeur d'un navire peut faire intervenir plus d'un millier d'entités différentes au seul rang 1. L'utilisation des données d'entreprise NAVAL GROUP permet ainsi de prendre en compte un périmètre très large de consommations intermédiaires intégrées au navire armé et un panel étendu d'acteurs participant à son processus de conception, réalisation, entretien, modernisation, démantèlement, déconstruction, ainsi qu'aux activités indirectes associées (logistique, fonctions « support », par exemple).





2.3.2. Méthode

Distinguer la part propre du maître d'œuvre et la part d'achats

L'évaluation de l'internationalisation de l'industrie navale de défense française par le biais de l'entreprise NAVAL GROUP nécessite d'identifier la part d'activité générée en France, non seulement par NAVAL GROUP, mais également par sa filière de fournisseurs et sous-traitants. Concrètement, il s'agit :

- de quantifier le volume de production annuelle (chiffre d'affaires et stocks), aussi bien pour les programmes domestiques qu'internationaux ;
- d'identifier la répartition de valeur ajoutée entre la part propre réalisée par NAVAL GROUP et la part achetée à des fournisseurs et sous-traitants (achats de matières et équipements, prestations) ;
- de quantifier pour chacune de ces parts (NAVAL GROUP et filière), la proportion de valeur ajoutée qui est créée en France et celle produite à l'étranger.

Les données de NAVAL GROUP permettent à la fois de quantifier la part propre du groupe et la proportion de valeur ajoutée créée en France. La valeur utilisée ici est calculée à l'échelle du groupe mais cette valeur n'est pas homogène entre les programmes. Tout dépend en effet du positionnement contractuel de NAVAL GROUP et la politique industrielle retenue pour le programme (faire, ou faire faire, « *make or buy* »). Le cas des Bâtiments de Projection et Commandement (BPC) de type Mistral, est caractéristique de programmes à forte part externe puisque la réalisation de la coque, et l'assemblage du navire ont été réalisés par des chantiers partenaires (STX à Saint-Nazaire, ainsi qu'un chantier polonais). *A contrario*, les programmes de sous-marins nucléaires et tout particulièrement les programmes de sous-marins nucléaires lanceurs d'engins (SNLE) se caractérisent par un fort niveau d'internationalisation, justifié par la forte spécificité des systèmes et équipements (cf. partie 2.1 consacrée aux SNLE).

Quant aux programmes export, la part propre du groupe varie beaucoup selon l'organisation contractuelle et la part de contenu local générée dans le pays client. Ainsi par exemple, lorsqu'un client local souhaite acheter directement des équipements, le chiffre d'affaires de NAVAL GROUP est plus faible, mais sa part propre est plus importante. De plus, une part de la valeur ajoutée NAVAL GROUP peut être réalisée localement par une filiale ou au sein d'une co-entreprise : NAVAL GROUP INDIA, NAVAL GROUP MALAYSIA, BDNC, ICN, par exemple. S'agissant ici d'évaluer l'internationalisation de la filière française, nous rappelons que les données d'achats sont celles de NAVAL GROUP SA (France) qui constitue l'essentiel de l'activité du groupe.





Cependant, les données NAVAL GROUP ne permettent pas de connaître l'intégralité de la filière et sa part de production en France. En effet, les données d'achats du groupe donnent accès au volume et à la part des achats NAVAL GROUP, ainsi qu'à la localisation des fournisseurs et sous-traitants de rang 1 (pour NAVAL GROUP). En revanche, ces données n'apportent pas de précision sur les fournisseurs de rang 2 à n. Autrement dit, elles permettent d'évaluer la valeur ajoutée créée en France par NAVAL GROUP, mais pas celle créée en France au sein de la filière de fournisseurs et sous-traitants du groupe.

Estimation de la part de valeur ajoutée française dans les achats de NAVAL GROUP¹

Pour estimer la part de valeur ajoutée française dans les achats, il faut distinguer deux cas :

- les fournisseurs et sous-traitants de NAVAL GROUP résidant en France mais incorporant dans leur production une part de consommations intermédiaires étrangères : c'est particulièrement le cas lorsque NAVAL GROUP achète un équipement à la filiale française d'un groupe multinational dont l'activité de production est localisée à l'étranger, ou qui achète des composants à l'étranger ;
- les fournisseurs et sous-traitants de NAVAL GROUP établis dans un pays étranger mais incorporant dans leur production des consommations intermédiaires françaises.

Pour évaluer la part de valeur ajoutée produite en France aux différents rangs de la chaîne d'approvisionnement de NAVAL GROUP, il est nécessaire de recourir à des données statistiques plus générales issues des tableaux d'entrée-sorties de l'économie nationale. Ces données permettent d'estimer la part de valeur ajoutée française créée par la filière navale de défense en décomposant les achats de NAVAL GROUP en différentes branches (codes NAF révision 2 de l'INSEE). Cette décomposition par branche est essentielle car certaines sont plus ou moins intensives en valeur ajoutée et en contenu importé. Ainsi par exemple, les branches relevant de services spécialisés et intensifs en main d'œuvre qualifiée ont plus de chance de comporter une part élevée de valeur ajoutée française.

Cette évaluation repose néanmoins sur une hypothèse forte, car elle suppose que la part de valeur ajoutée créée en France par les fournisseurs et sous-traitants de NAVAL GROUP est identique à celle des branches auxquelles ils sont rattachés. Or, nous savons grâce aux travaux de J. BELIN (2016a) que les entreprises de défense française présentent une part de valeur ajoutée plus élevée que la moyenne. Par construction, la méthode employée ici induit donc une sorte de banalisation de la filière, à défaut de pouvoir mobiliser des statistiques spécifiques aux entreprises de défense.

¹ Nous reprenons ici la méthode appliquée pour les SNLE (partie 2.1)





De plus, plusieurs éléments laissent penser que la part des importations est plus faible dans les chaînes d'approvisionnement des filières industrielles de défense que dans les autres secteurs de l'économie. D'abord, certaines spécifications d'achats peuvent être confidentielles et classifiées. Ainsi, lorsqu'elle n'est pas tout simplement interdite, la communication de ces spécifications d'achat à des entités étrangères nécessite des autorisations gouvernementales, ce qui accroît les coûts de transaction en cas d'importation et favorise donc les sources d'approvisionnement françaises. Il arrive également que le client impose un critère de localisation de la source d'approvisionnement. Comme évoqué en introduction, les Etats cherchent généralement un maximum de sécurité d'approvisionnement et veulent éviter qu'un organisme de contrôle export étranger puisse bloquer l'approvisionnement d'un composant, équipement ou d'une prestation qui viendrait alors limiter les performances ou la disponibilité de leurs équipements militaires. Enfin, les industriels eux-mêmes veillent à assurer la sécurité de leurs approvisionnements pour éviter que des complications administratives puissent compromettre l'exécution de leurs commandes et donc la performance économique des programmes (retards de livraison, surcoûts liés à la recherche d'alternatives, à la qualification de nouvelles solutions techniques, etc.). Si ce risque existe pour des programmes domestiques français, il s'accroît dans le cadre de programmes à l'exportation, lorsque l'industriel français est en concurrence avec un autre industriel du pays dont il cherche à importer certains équipements. Le risque est alors que ces importations de consommations intermédiaires étrangères soient bloquées ou du moins retardées par les aléas administratifs du contrôle export de ce pays étranger.

Malgré ces limites, le recours aux tableaux d'entrées-sorties présente de nombreux atouts. Il permet notamment de tenir compte de la spécificité de chaque branche : part de valeur ajoutée et répartition de la valeur ajoutée (masse salariale, excédent brut d'exploitation), répartition des consommations intermédiaires entre secteurs, part des importations dans les consommations intermédiaires. Ainsi, même si cette estimation repose sur l'hypothèse que les fournisseurs et sous-traitants de NAVAL GROUP ont une structure de coûts et d'achats assimilable à celle de leur branche, elle se fonde aussi sur la structure spécifique de la base fournisseurs de NAVAL GROUP en tenant compte du poids relatif des différentes branches.

Cette analyse par branche est rendue possible grâce au retraitement des données d'achats de NAVAL GROUP. Les numéros de SIREN des fournisseurs et sous-traitants permettent de répartir et agréger les achats du groupe par code NAF.





construction, les prestations d'ingénierie sont limitées et la sous-traitance de chantier augmente pour renforcer temporairement la capacité des sites NAVAL GROUP.

Sur la période concernée (2010, 2011, 2012), l'activité de NAVAL GROUP est assez équilibrée et permet d'appréhender la diversité de l'industrie navale française avec :

- environ un tiers d'activité générée par des contrats export et deux tiers par le marché français ;
- des programmes de bâtiments de surface très diversifiés avec la fin de la conception des FREMM et la livraison de la première de la classe (*l'Aquitaine*), la finalisation des BPC ainsi que le début du programme de corvettes Gowind Malaisie ;
- plusieurs programmes de sous-marins à propulsion nucléaire (conception et réalisation des premiers SNA Barracuda) et à propulsion conventionnelle (conception et réalisation partielle de Scorpène, assemblés en Inde et au Brésil) ;
- une activité de services importante (représentant environ un tiers du chiffre d'affaires) et diversifiée avec notamment les Indisponibilités Périodiques pour Entretien et Réparation (IPER) des SNA de la classe *Rubis* et des premiers SNLE de la classe *Triomphant* (incluant leur adaptation au missile balistique M51 pour les trois premiers), auxquelles il faut ajouter le maintien en condition opérationnelle (MCO) des SNA, SNLE, du porte-avions et de plusieurs classes de bâtiments de surface : frégates anti-aériennes, frégates anti-sous-marines, frégates légères furtives, bâtiments de projection et commandement, etc.

Pour réaliser cette estimation quantitative de la part de valeur ajoutée créée en France et à l'étranger, plusieurs informations sont nécessaires.

- *part de valeur ajoutée NAVAL GROUP* : cette information vise à distinguer la part de valeur ajoutée directement générée par le maître d'œuvre NAVAL GROUP, de celle créée par sa filière de fournisseurs puis incorporée dans la production de NAVAL GROUP. La valeur ajoutée de NAVAL GROUP comprend les coûts de production internes et la marge brute. Cette valeur ajoutée est exprimée en pourcentage de la production annuelle totale qui comprend la production vendue (chiffre d'affaires de l'entreprise) et la variation des stocks (flux de production stockée ou déstockée).
- *part de valeur ajoutée créée en France par NAVAL GROUP* : cette donnée a été estimée à partir des effectifs du groupe en calculant la part des effectifs des sociétés françaises dans les effectifs totaux du groupe.
- *part d'achats NAVAL GROUP* : il s'agit de la part de la production totale annuelle qui est externalisée soit sous la forme d'achats de matières et équipements, soit sous la forme





de prestations (études, sécurité, peinture, par exemple). Cette part d'achats est répartie entre les achats contractés auprès d'entités résidant en France (*part d'achats NAVAL GROUP en France*) et ceux importés auprès d'entités étrangères.

- *part de valeur ajoutée française réimportée* : les achats réalisés auprès d'entités étrangères peuvent eux-mêmes contenir des consommations intermédiaires françaises. Cette valeur ajoutée réimportée est calculée sur la base des achats étrangers de NAVAL GROUP et du taux de réimportation de valeur ajoutée française dans les importations françaises fourni par la base de données TiVA (*Trade in Value Added*) pour l'ensemble de l'économie française.

Comme évoqué plus haut, l'estimation de la valeur ajoutée générée en France par les achats de NAVAL GROUP nécessite de recourir aux tableaux d'entrées-sorties. S'agissant de mesurer l'internationalisation des chaînes de valeur de l'industrie navale de défense française, le périmètre retenu est généralement celui de NAVAL GROUP SA, ce qui permet d'extraire l'impact des filiales étrangères du groupe.

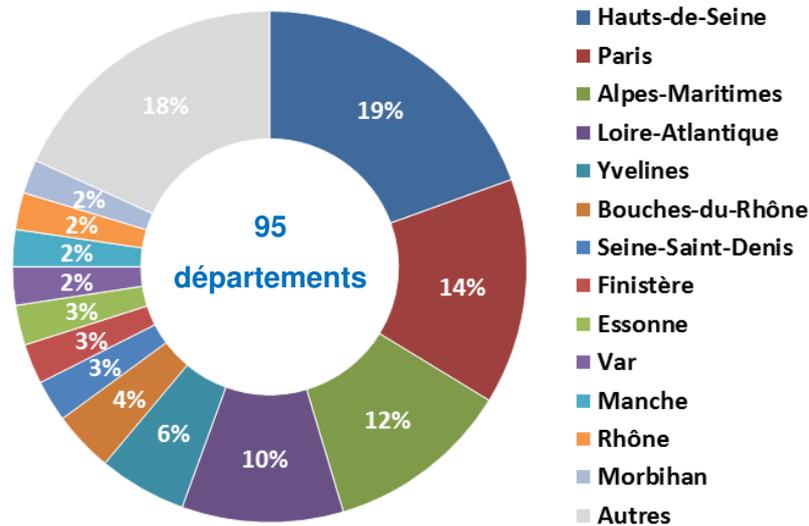
Répartition des achats par départements et par branches

La répartition des achats moyens (2010, 2011, 2012) a été étudiée sur un volume de plus d'1,8 milliard d'euros. Ces achats ont été passés auprès d'entités localisées dans 95 départements soit la quasi intégralité du territoire national. Malgré cette forte couverture géographique, l'essentiel des achats est capté par quelques départements : les quatre premiers représentent plus de 50% du volume et les dix premiers, 75% du total.





Répartition des achats de NAVAL GROUP par départements



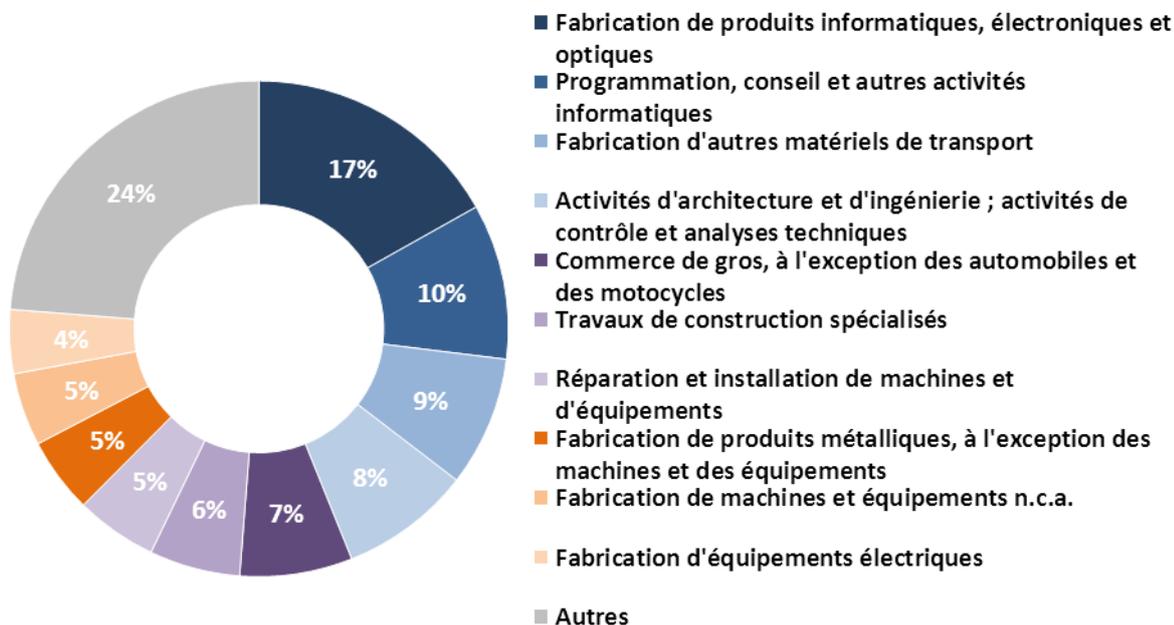
Source : auteur, d'après données NAVAL GROUP

Si la localisation des sièges sociaux tend à surreprésenter les départements d'Île de France, les départements d'implantation du groupe NAVAL GROUP sont également fortement représentés : Loire-Atlantique (Nantes-Indret), Finistère (Brest), Var (Toulon-Ollioules, Saint-Tropez), Manche (Cherbourg), Morbihan (Lorient). Ces éléments témoignent d'une forte régionalisation ou agglomération de l'activité de la filière. Ces données traduisent aussi probablement l'importance de certains partenaires majeurs comme THALES UNDERWATER SYSTEMS (Alpes-Maritimes) ou STX (Loire-Atlantique). Ce volume de plus d'1,8 milliard d'euros d'achats a également été ventilé par branches pour pouvoir en déduire la part de valeur ajoutée générée en France par chaque branche à partir des tableaux d'entrées-sorties. Cette répartition met en lumière le fort contenu des systèmes navals en équipements informatiques, électroniques, et optiques ainsi que l'importance des activités de conseil, services informatiques et d'ingénierie ou d'analyses techniques. On retrouve ici des indicateurs de la complexité des systèmes navals, déjà évoquée en première partie. La fabrication de produits métalliques n'arrive qu'en huitième position avec 5% des achats, signe que la filière navale de défense ne se résume pas à une activité de métallurgie. Cette répartition met aussi en valeur l'importance des échanges intra-branche avec la « fabrication d'autres matériels de transport » : une importance peut être conjoncturelle et liée à l'importance de l'activité sous-traitée à STX dans le cadre des programmes de BPC.





Répartition des achats de NAVAL GROUP par branches



Source : auteur, d'après données NAVAL GROUP

✈ Résultats de l'estimation de la valeur ajoutée française générée par la filière navale de défense française via NAVAL GROUP

Avant d'analyser la localisation de la valeur ajoutée, on peut noter que sur cette période, environ 90% du volume d'achats est contracté auprès d'entités localisées en France. En nombre, ces entités localisées en France représentent plus de 85% du total : une donnée supérieure aux 81% de fournisseurs localisés au Royaume-Uni pour les sous-marins britanniques (ARENA et Alii, 2005).





**Valeur ajoutée générée en France par la filière navale de défense française :
Résultats et sources**

intitulé	notation	valeur	source	périmètre
part de valeur ajoutée NAVAL GROUP	VA NAVAL Grp	confidentiel	NAVAL GROUP	moyenne 2010-12, NAVAL GROUP SA, (hors nucléaire)
part de valeur ajoutée créée en France par NAVAL GROUP	VA NAVAL Grp Fr	97,96%	NAVAL GROUP	effectifs NAVAL GROUP
part d'achats NAVAL GROUP	(1-VA NAVAL Grp)	confidentiel	NAVAL GROUP	moyenne 2010-12, NAVAL GROUP SA, (hors nucléaire)
part d'achats NAVAL GROUP en France	HA Fr	91,70%	NAVAL GROUP	NAVAL GROUP SA moyenne 2010-2012
part de valeur ajoutée créée en France par les achats NAVAL GROUP en Fr	VA HA Fr	76,75%	NAVAL GROUP, INSEE	Achats NAVAL GROUP 2010-12, TES INSEE
part de valeur ajoutée française réimportée	VA Fr I	0,33%	Base de données TIVA	moyenne 2010-2011, Economie française
Part totale de valeur ajoutée créée en France (NAVAL GROUP + filière)	VA FR	81,79%	calcul de l'auteur	NAVAL GROUP et Filière

Sources : travaux de l'auteur, données NAVAL GROUP, INSEE, base de données TIVA

In fine, on estime que plus de 80% de la valeur ajoutée produite par la filière navale de défense est générée en France, soit directement par NAVAL GROUP, soit indirectement par ses fournisseurs et sous-traitants français. La part de valeur ajoutée française réimportée s'avère marginale.

Ce résultat traduit une internationalisation assez faible de la chaîne de valeur mais qui est tout de même significativement plus importante que celle des programmes de SNLE pour lesquels l'estimation atteignait plus de 90% de valeur ajoutée française avec la même méthode.

* * *





Cette deuxième partie a permis d'établir le faible degré d'internationalisation de la chaîne de valeur de l'industrie navale de défense française dont plus de 80% de la valeur ajoutée est générée en France. Cette internationalisation est encore plus faible dans le cas des SNLE puisque dans leur cas, plus de 90% de la valeur ajoutée est produite en France. Ces données traduisent de manière concrète la réalité des ambitions d'indépendance technologique et industrielle visée par la France pour ses programmes de dissuasion.

Toutefois, ces analyses révèlent aussi une forte variabilité de l'ouverture à des approvisionnements étrangers en fonction des politiques d'acquisition : ouverture quasi inexistante pour les SNLE, mais plus importante à l'échelle de l'ensemble de la filière et même institutionnalisée lors de programmes en coopération comme l'illustrent les programmes de frégates Horizon et FREMM.

Au-delà des coopérations transnationales, nous avons vu aussi que les achats d'équipements étrangers reposent aussi sur certaines lacunes de l'industrie française et pertes de capacités (turbines à gaz, artillerie navale, moteurs diesels, etc.). Enfin, on pourrait s'interroger sur les prises de participations étrangères et de contrôle sur des équipementiers ou systémiers stratégiques comme PIELSTICK (MAN), THERMODYN, ALSTOM (GENERAL ELECTRIC). Ces consolidations européennes ou transatlantiques n'ont-elles pas vocation à générer des synergies de coûts et d'investissement au sein de ces groupes et donc à structurer des dépendances entre entités internationales ? Même si les emplois sont souvent préservés à court terme, qu'en est-il du maintien des compétences et de l'effort d'innovation en France sur le long terme ? Il est très probable que ces rapprochements transnationaux conduisent à une internationalisation accrue des chaînes de valeur à travers les échanges intra-groupe.

Cette diversité de situation entre SNLE, frégates, et l'ensemble de la filière, invite à s'intéresser davantage à l'influence des politiques d'acquisition sur la structuration des chaînes de valeur de l'industrie de défense et tout particulièrement en matière d'internationalisation.





3. DES POLITIQUES D'ACQUISITION QUI RENFORCENT L'INTERNATIONALISATION DES CHAINES DE VALEUR

« Il n'est pas jusqu'aux chantiers de construction navale que les étrangers ne viennent stimuler de leurs techniques éprouvées. Il ne s'agit plus d'industries de luxe sans doute, mais du grand dessein stratégique de Colbert : doter la France d'une marine capable de rivaliser avec celles de l'Angleterre et surtout des Provinces-Unies. La construction d'un nouveau port a été entreprise à Rochefort pour remplacer celui de Brouage qui s'ensable. Des spécialistes hollandais y montent la célèbre corderie ; cinquante-quatre charpentiers, également hollandais, y travaillent aux côtés de confrères flamands et anglais. Tous sont hautement qualifiés et ont mission de former les ouvriers français. »

VERRIERE Jacques (2000), *Genèse de la nation française*

Les analyses menées sur la filière navale française (partie 2) révèlent une faible internationalisation des chaînes de valeur et une forte part de valeur ajoutée réalisée en France, particulièrement aux rangs supérieurs de la chaîne : intégrateur-systémier et équipementiers. Si ces programmes nationaux restent structurants pour l'industrie navale de défense française, celle-ci cherche de plus en plus à capter des parts de marché à l'international, notamment pour compenser le faible dynamisme des marchés français et européens (cf. introduction). Ainsi, nous avons vu que NAVAL GROUP réalise depuis plusieurs années plus d'un tiers de son chiffre d'affaires auprès de clients étrangers voire la moitié en 2015. Outre les programmes domestiques, il est donc essentiel d'analyser plus précisément les dynamiques structurant les programmes dits « export » et l'évolution des politiques d'acquisition des clients étrangers.

Qu'en est-il de ces programmes « export » et de leur chaîne de valeur ? Se déroulent-ils selon le même schéma industriel que les programmes nationaux ? Génèrent-ils autant d'activité que les programmes nationaux et le contenu de cette valeur ajoutée est-il comparable ?

Nous montrerons dans cette partie que l'évolution des politiques d'acquisition de nombreux Etats modifie en profondeur la structuration des chaînes de valeur, tant dans la fragmentation des tâches, que dans leur localisation géographique. En effet, nous verrons que les exigences croissantes en contenu local et transferts de technologie ou savoir-faire





remettent en cause le modèle traditionnel des « exportations » d'armement à travers l'« indigénisation »¹ et l'internationalisation des programmes.

Cette partie commence par une description des exigences de compensations (*offsets*), illustrée par le cas des compensations contractées par des entreprises de défense américaines. Ensuite, deux études de cas permettront d'étayer cette analyse : le programme indien de sous-marins *Scorpene*, ainsi que le programme australien de destroyers anti-aériens de classe *Hobart*, ce qui permet de couvrir à la fois un programme de sous-marins et de bâtiments de surface.

3. 1. LES PROGRAMMES « EXPORT » : EXPORTATION OU INTERNATIONALISATION ?

3. 1. 1. Des exigences croissantes en compensations (*offsets*)

— Des compensations de natures très différentes²

La pratique des compensations (*offsets*) n'est pas un phénomène nouveau. En effet, les données publiées par le gouvernement américain révèlent des niveaux relativement élevés dès le début des années 1990 et même si l'on constate parfois de fortes variations annuelles, la tendance est globalement à la hausse (cf. sous-partie suivante). De plus, les compensations ne sont pas spécifiques au secteur de la défense : certains contrats civils (aéronautique, nucléaire) peuvent également s'accompagner de tels accords. Historiquement les compensations exigées par les Etats clients visaient principalement à équilibrer la balance des paiements ou à pallier le manque de réserves en devises étrangères, dans le cadre de contrats d'importation particulièrement volumineux ayant un impact significatif sur l'économie ou les finances nationales. Les contrats de défense s'élevant fréquemment à plusieurs centaines de millions, voire à plusieurs milliards de dollars, l'intérêt de les compenser est apparu assez tôt. Ces contrats s'accompagnaient alors de dispositifs parfois proches du troc : importation d'armes en échanges d'exportation de matières premières, produits agricoles. Il revenait alors parfois à l'entreprise exportatrice d'assurer elle-même la revente de ces marchandises.

¹ Ce terme d'indigénisation est abondamment employé ici et correspond au vocabulaire employé par certains Etats. Il n'a ici aucune connotation péjorative et exprime la volonté de nombreux Etats de favoriser le développement et l'intégration de leur industrie locale dans le cadre des programmes d'armement.

² Il n'existe pas à proprement parler de typologie officielle des compensations. Néanmoins, plusieurs sources tendent à converger sur certaines notions. La typologie établie ici s'inspire à la fois du rapport annuel présenté par le Department of Commerce américain (repris également par des études européennes) et de retours d'expérience collectés chez NAVAL GROUP.





Depuis, les pratiques se sont perfectionnées et les compensations peuvent être de plusieurs types :

- *Civiles ou militaires* : dans le cadre d'un contrat militaire, les compensations exigées peuvent être orientées vers le secteur civil et/ou le secteur militaire, selon la politique de développement du pays. Ainsi par exemple, un Etat importateur d'armement peut exiger de l'Etat ou de l'entreprise fournisseur, qu'il/elle compense sa livraison d'armements par des achats de matières premières, ou de produits agricoles locaux. Dans ce cas, il s'agit de compensations civiles.
- *Directes ou indirectes* : les compensations directes sont accomplies dans le cadre du programme d'armement à l'origine de ces obligations, alors que les compensations indirectes ne s'inscrivent pas dans le cadre de ce programme.

Ces compensations sont de plusieurs natures. Dans le cas d'Etats disposant de peu de réserves en devises étrangères, les compensations étaient utilisées comme un dispositif de troc. Actuellement, et dans les cas étudiés ici, les compensations visent principalement à générer de la valeur ajoutée et des emplois locaux, sur le territoire du pays importateur. Outre l'activité générée, ces dispositifs visent aussi parfois à favoriser le développement économique local à moyen et long terme en contribuant à la montée en compétences de l'industrie du pays importateur. Différents moyens peuvent être mobilisés dans le cadre de compensations :

- *achats* auprès d'acteurs locaux ;
- *sous-traitance* d'une part de l'activité du programme à des entités locales ;
- *production sous licence* de tout ou partie de l'équipement ou des systèmes faisant l'objet du contrat ;
- *transfert de technologie et/ou de savoir-faire* à destination d'acteurs locaux pouvant porter sur tout ou partie de l'armement transféré (plateforme intégrée, sous-système, équipement particulier) et sur tout ou partie de son cycle de vie. En effet, si les Etats cherchent souvent à être autonomes pour le maintien en condition opérationnelle, certains vont au-delà et souhaitent acquérir des compétences en réalisation voire en conception. Ces transferts se traduisent de différentes manières : formations, communication de documents (plans détaillés en 2D ou 3D, dossiers de montage, spécifications d'achats), assistance technique auprès des acteurs locaux ;
- *Formation* théorique ou pratique pouvant être destinée au client final (entraînement opérationnel à l'utilisation de l'armement), au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à





tout acteur participant au programme. Cette formation ne se déroule pas nécessairement dans le pays d'importation ;

- *Investissement capitalistique* dans une entreprise locale, notamment pour acquérir ou renforcer une participation dans une entité susceptible de contribuer au programme d'armement ;
- *Co-développement* de certaines briques technologiques avec des organismes de recherche locaux, publics ou privés, voire au sein de filiales ou co-entreprises implantées localement suite à des investissements.

Ces différentes formes de compensations ne sont pas exclusives les unes des autres. Ainsi pour créer de l'activité locale auprès d'une entreprise partenaire, il est parfois nécessaire d'accompagner une production sous licence ou un contrat de sous-traitance par des transferts de technologies ou de compétences (formation, assistance technique, etc.). De plus, pour favoriser certains types de compensations, certains secteurs ou certaines technologies, l'Etat acquéreur peut attribuer des coefficients multiplicateurs. En multipliant la valeur monétaire de la compensation par un coefficient supérieur à 100% dans une catégorie donnée, l'Etat incite l'exportateur à sélectionner cette catégorie pour solder plus facilement ses obligations de compensations puisque le montant crédité comme compensation est supérieur à la dépense réellement effectuée par l'industriel. Ce mécanisme explique pourquoi les obligations de compensation peuvent parfois dépasser le montant du contrat.

Certains Etats ont développé une véritable ingénierie des mécanismes de compensation : pénalités, période, compte de crédits/obligation d'offsets transférables entre plusieurs programmes, etc. Dans la mesure où nous nous intéressons à l'internationalisation des chaînes de valeur des programmes de défense, nous nous focalisons sur les compensations directes car elles conduisent à localiser des activités dans le pays importateur.

Des volumes de compensations élevés

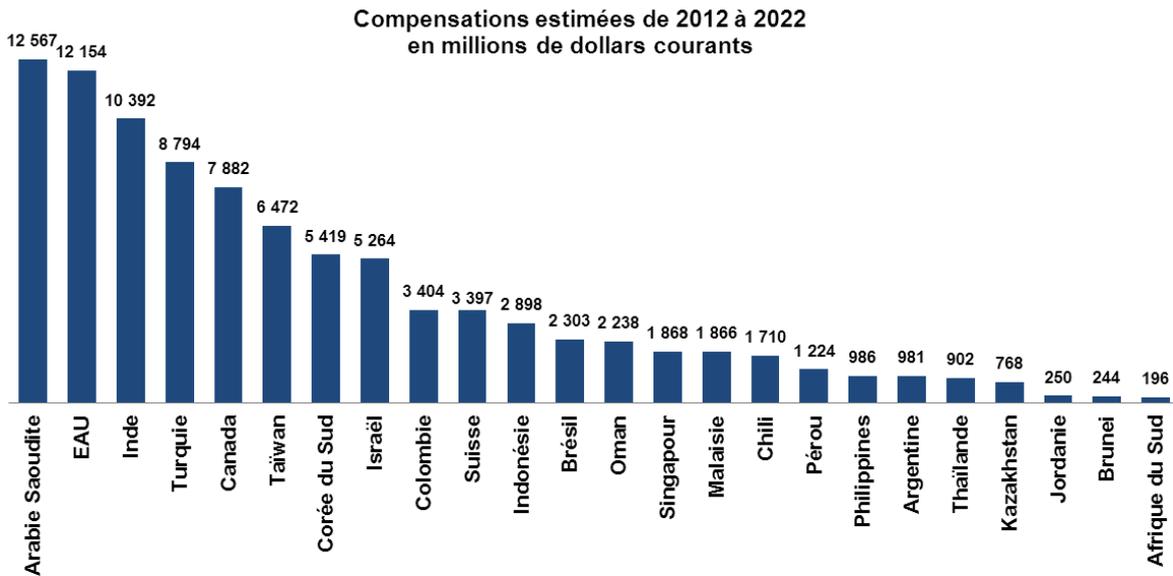
Si la croissance des marchés émergents offre des perspectives avantageuses pour les firmes européennes et américaines affrontant des marchés domestiques peu dynamiques, cette captation de contrats « export » n'est pas sans contrainte au vu des exigences de compensations. Ainsi, d'après certaines estimations (ANDERSON G. & MOORES B., 2013), le montant global de ces compensations s'élèverait à près de 100 milliards de dollars sur la période 2012-2022 pour 25 États, hors États-Unis et États membres de l'Union Européenne. Au total, environ 80 États imposent des formes de compensations à leurs fournisseurs étrangers de matériels militaires. Entre 2000 et 2011, 23 Etats ont introduit des





dispositifs officiels de compensation, signe d'un renforcement de ces exigences. Les estimations ci-dessous montrent que les principaux Etats importateurs d'armement sont également ceux exigeant d'importantes compensations : Inde, Arabie Saoudite, Emirats Arabes Unis (E.A.U.).

Principaux Etats exigeants des compensations



Source : d'après ANDERSON G. & MOORES B. (2013)

De plus les dispositifs nationaux tendent à se renforcer, se préciser et se durcir pour les exportateurs : formalisation accrue, moindre acceptation des compensations indirectes civiles (marchandises agricoles), focalisation sur des technologies ou secteurs-clés.

Ainsi, l'Arabie Saoudite qui est un des principaux importateurs mondiaux d'armement, a également renforcé ses dispositifs de compensations. Il ne s'agit pas simplement d'échanger du pétrole contre des armes. La réglementation vise aussi à développer l'industrie locale avec un montant de compensation minimum de 35% de la valeur du contrat, et un minimum de compensations directes de 50%. Des coefficients multiplicateurs visent à favoriser l'investissement dans la formation et la R&D (ANDERSON et Alii, 2013).

Ces réglementations sont devenues un véritable levier de politique économique comme témoigne l'exemple du sultanat d'Oman. Les catégories bénéficiant des plus forts multiplicateurs de compensations correspondent aux secteurs économiques dans lesquels le sultanat souhaite se développer pour sortir de sa dépendance au pétrole (cf. ci-dessous).





Les compensations comme vecteur de rééquilibrage sectoriel : l'exemple d'Oman

Economic categories	% GDP		Partnership for Development: Available offset multipliers by category	Other offset categories available under Programme for Development	
	1995	2020 target			
Oil	33.50%	9.00%	Multipliers not available	Defence programmes	2.5
Gas	1.50%	10.00%	Multipliers not available	Defence services	2
Agriculture	3.00%	3.10%	1.5	Privatisation	1.5
Fishing	1.10%	2.00%	1.5	Education / training	2
Mining	0.60%	2.00%	1.25 (Mineral Extraction)		
Manufacturing	5.40%	15.00%	1.5		
Electricity & water	1.70%	2.00%	1.25 (Utilities)		
Building, construction & real estate	3.20%	10.00%	1.25		
Tourism	14.10%	17.50%	2		
Transportation & communication	7.00%	8.00%	1.25		
Banking, insurance, and financial services	7.90%	8.00%	Multipliers not available		
Other private services	8.30%	5.00%	Multipliers not available		
Public services	12.90%	9.00%	Multipliers not available		

Source : ANDERSON Guy et Alii (2013), d'après Sultanat d'Oman

Par conséquent, si les opportunités d'exporter restent importantes, elles se traduisent de moins en moins par l'exportation d'un produit fini conçu, développé, réalisé, intégré et testé dans un seul et même pays avant d'être exporté au client étranger. Ces contrats « export » s'accompagnent d'une internationalisation accrue de la chaîne de valeur, i.e. la localisation de certaines activités auprès du pays client. Dès lors, ces programmes internationalisés ne compensent pas totalement la diminution des programmes nationaux à la différence des programmes d'exportation plus traditionnels.

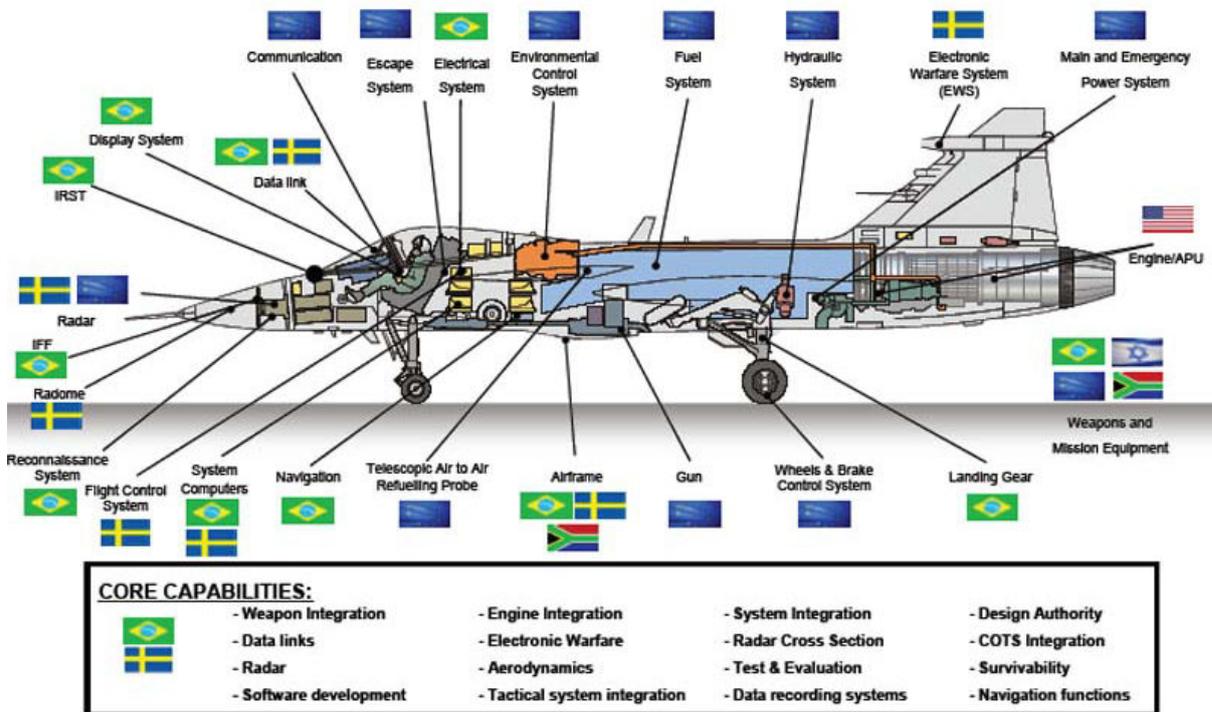
Pour citer des exemples de contrats aéronautiques et navals français de ces dernières années, on notera que les frégaes FREMM vendues au Maroc et l'Egypte, tout comme les Rafales vendus à l'Egypte et au Qatar s'inscrivent dans une logique d'exportation assez classique avec une organisation industrielle identique ou comparable à celle des programmes français. Les frégaes destinées au Maroc et à l'Egypte ont d'ailleurs été retirées du programme français, ces navires étant initialement destinés à la Marine nationale. En revanche, les sous-marins Scorpène vendus à l'Inde en 2005 et au Brésil en 2009 sont l'exemple même de ces programmes internationalisés puisque qu'aucun de ces dix sous-marins ne sera fabriqué et assemblé en France. Quant aux Rafales indiens, le modèle industriel est mal connu au stade de la rédaction mais cet enjeu de la réalisation locale et des responsabilités associées a été au cœur de longues négociations. Les industriels étrangers sont également confrontés à ces exigences de contenu local, comme en témoignent les avions Gripen vendus par le groupe suédois SAAB au Brésil (cf. ci-dessous).





Un exemple de réponse aux exigences de compensations : les Gripen brésiliens

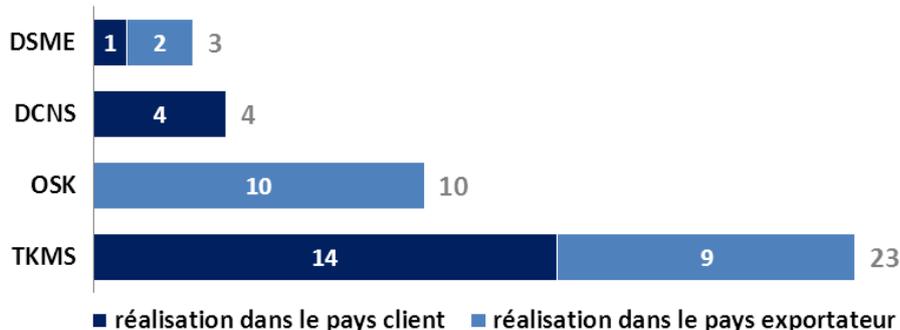
GRIPEN NG BR SUB SYSTEMS



Source : SAAB, publié par Defense Industry Daily (2016)

Cette tendance s'observe aussi chez le numéro un des exportations de sous-marins, l'Allemand TKMS qui a vendu plusieurs programmes de sous-marins avec transferts de technologie en Corée du Sud, Turquie, Italie. Plus globalement, sur 40 sous-marins vendus à l'international sur la période 2006-2015, on observe que 19 soit près de la moitié ont été en tout ou partie réalisés dans le pays client et ne correspondent donc pas au modèle classique d'« exportation » de sous-marins conçus et réalisés dans le pays exportateur.

Répartition des ventes internationales de sous-marins commandés de 2006 à 2015



Source : auteur





Cette tendance à l'internationalisation des programmes de sous-marins semble se poursuivre voire s'amplifier avec l'exemple des programmes de sous-marins australiens et norvégiens qui impliqueront de manière différente mais importante les industriels locaux.

Si les données relatives aux compensations contractées dans le cadre de programmes d'armement restent assez rares aussi bien pour la France qu'au niveau mondial, les données publiées par les Etats-Unis depuis plusieurs années permettent de quantifier le phénomène pour une industrie de défense qui est la championne des exportations d'armement.

3. 1. 2. Les compensations contractées par les entreprises américaines

Soucieux de favoriser leurs industries de défense et leurs exportations, les Etats-Unis ont compris depuis longtemps la nécessité d'observer en détails l'évolution des compensations afin d'en maîtriser certains effets potentiellement néfastes : réduction de l'avantage technologique, pertes d'emplois aux Etats-Unis, particulièrement lorsque les maîtres d'œuvre américains localisent une part de la réalisation du programme à l'étranger et s'appuient durablement sur des fournisseurs locaux (y compris pour des programmes américains).¹ Les données collectées concernent les signatures de contrats impliquant des obligations de compensations d'un montant supérieur à 5 millions de dollars ainsi que les transactions réalisées au titre de compensations lorsque la valeur créditée excède 250 000 dollars.

Des montants annuels de contrats avec compensations irréguliers mais en légère hausse

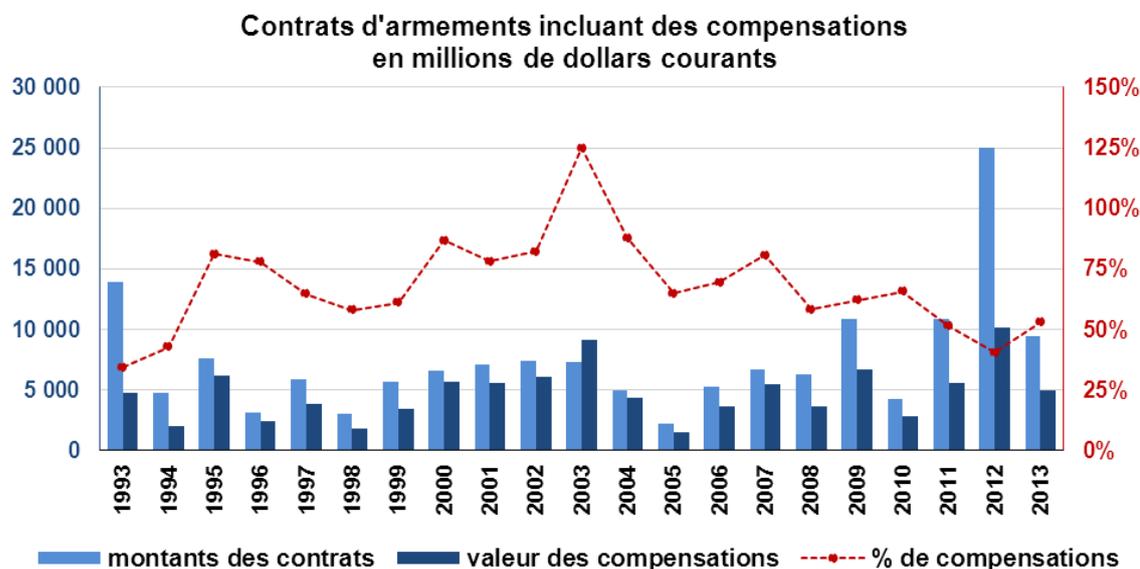
Les données historiques (cf. ci-dessous) révèlent des montants assez variables d'une année sur l'autre avec un montant minimum du montant total des contrats signés en 2005 (2,2 milliards de contrats impliquant 1,5 milliard de compensations) et un maximum historique atteint en 2012 (25 milliards de contrats et 10 milliards de compensations). Le niveau atteint au cours des cinq dernières années renseignées (2009-2013) est particulièrement élevé avec une moyenne annuelle de plus 12 milliards de dollars de contrats impliquant des compensations. Nous verrons plus loin comment se répartissent ces volumes par types de compensations.

¹ En 1984, le Congrès américain a amendé le *Defence Production Act* pour exiger du Président un rapport annuel sur l'effet des compensations sur la base industrielle de défense.





Evolution des signatures de contrats d'armement américains avec compensations



Source : auteur, d'après les données du United States Department of Commerce (2015)

Outre l'hétérogénéité des montants annuels, celle de la part des compensations dans le montant des contrats est également importante avec un minimum de 34% en 1993 et un maximum de 125% en 2003¹. Au-delà des variations annuelles, la part des compensations fluctue également très fortement d'un contrat à l'autre. Ainsi en 2013, la part de compensations exigée s'étendait entre 10% et 104%. Mais globalement, la tendance est en légère baisse depuis le pic atteint en 2003.²

Cette baisse de la part des compensations semble surprenante compte tenu de l'évolution des exigences des Etats importateurs et de leurs stratégies d'acquisition qui laisseraient plutôt supposer une tendance haussière. Une des explications se trouve peut-être dans l'action du gouvernement américain vis-à-vis des Etats importateurs qu'il incite à infléchir leurs exigences. Cette hypothèse s'appuie sur les nombreuses démarches effectuées par les Etats-Unis auprès de leurs partenaires notamment européens afin de lutter contre les effets négatifs des compensations pour l'industrie américaine³. Une autre explication réside

¹ Comme expliqué plus haut, l'existence de coefficients multiplicateurs permet que le montant des compensations soit supérieur à celui du contrat.

² United States Department of Commerce (2015), p.3.

³ En 2003, la Maison Blanche a institué un groupe de travail réunissant la Présidence et plusieurs ministères (Commerce, Défense, Travail, Affaires étrangères). Son but est décrit ainsi : « *to consult with foreign nations on limiting the adverse effects of offsets in defense procurement without damaging the economy or the defense industrial base of the United States* » (United States Department of Commerce, 2012). Pour y parvenir, les Etats-Unis tentent à la fois de s'allier à des pays fournisseurs partageant leur préoccupation et d'engager un dialogue bilatéral avec les pays exigeant des compensations pour obtenir un « maximum de flexibilité ». Les Européens sont à la fois des exportateurs majeurs et des clients importants pour les entreprises américaines qui





peut-être dans l'analyse du type de contrat signé et plus spécifiquement à travers l'importance des contrats relevant du dispositif des *Foreign Military Sales* (FMS), c'est-à-dire des contrats d'Etat à Etat par lesquels les entreprises américaines ont pour client direct le gouvernement américain, comme s'il s'agissait d'un programme national. Dans le cadre des *FMS*, le gouvernement américain agit comme garant et intermédiaire auprès du gouvernement étranger. Ces *Foreign Military Sales* représentent environ 40% des exportations d'armement américaines.¹ Or, le fait que ces contrats passent par l'administration américaine n'est pas neutre en matière de compensations car une instruction présidentielle de 1990 et les dispositions consécutives prises par le Congrès en 1992 interdisent aux administrations et agents publics de traiter de compensations et contraignent le recours à des fonds publics en cas de compensations.² Par conséquent, même si les *FMS* n'abolissent pas les compensations, ce dispositif tend probablement à les décourager. Le recouplement des différentes statistiques officielles tend à valider cette hypothèse. En effet, la hausse des FMS correspond à une baisse de la part des compensations et le pic des 63 milliards de FMS atteint en 2012³ est à comparer avec la part des compensations : 40%, soit la valeur la plus basse en vingt ans. Le graphique ci-dessous illustre clairement cette corrélation entre évolution du montant des contrats de FMS et la part des compensations dans l'ensemble des contrats signés.

sont les premières pourvoyeuses de compensations en Europe. Par conséquent, cette mission interministérielle suit de près la limitation du recours aux compensations dans la directive européenne de 2009 sur les marchés publics de défense et sécurité ainsi que dans le code de conduite de l'Agence Européenne de Défense relatif aux compensations.

¹ US GAO (2010), p.7

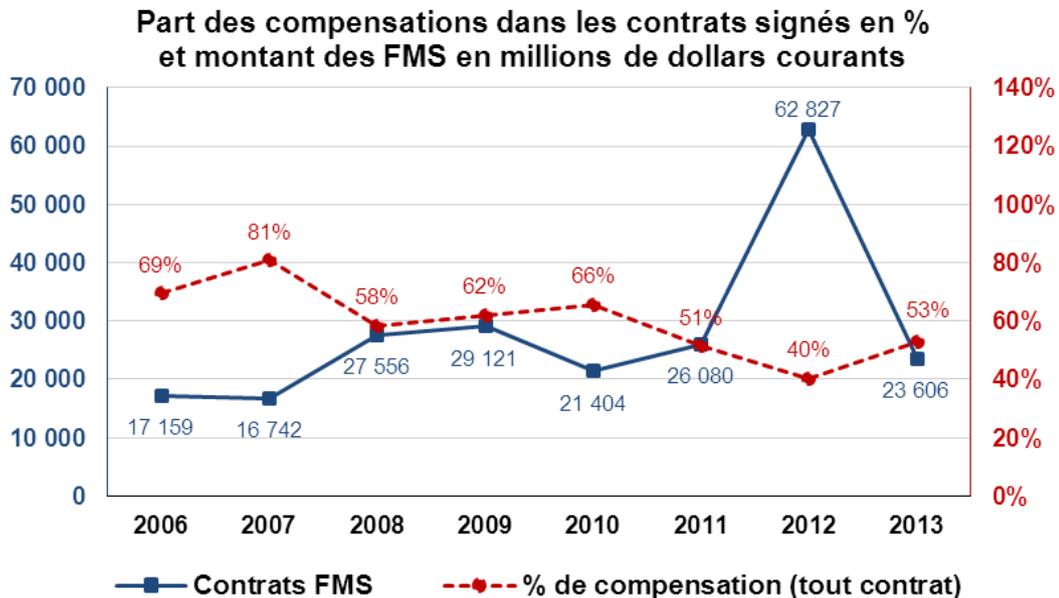
² La déclaration présidentielle d'avril 1990 et les amendements du *Defence Production Act* de 1992 stipulent :
“(1) no agency of the United States Government shall encourage, enter directly into, or commit United States firms to any offset arrangement in connection with the sale of defense goods or services to foreign governments; (2) United States Government funds shall not be used to finance offsets in security assistance transactions, except in accordance with policies and procedures that were in existence on March 1, 1992; [...]”

³ US DoD (2013), p. 2





Evolution des montants de FMS et de la part des compensations dans les contrats



Source : auteur, d'après les données du United States Department of Commerce (2015)

Plus globalement, sur la période 1993-2013, le montant des compensations représente 63% du montant des contrats afférant. Ainsi, malgré la baisse observée en 2011 et 2012, les compensations restent un élément structurant représentant une part conséquente des contrats et des volumes élevés. Sur cette même période 1993-2013, ce sont près de mille contrats qui ont été recensés, impliquant 54 entreprises américaines et 47 pays. Par ailleurs, en 2013, 87% des compensations contractées étaient soumises à des pénalités en cas de non-respect de ces obligations, signe du caractère particulièrement contraignant de ces mesures.

— Des transactions relatives aux compensations plus régulières et en augmentation

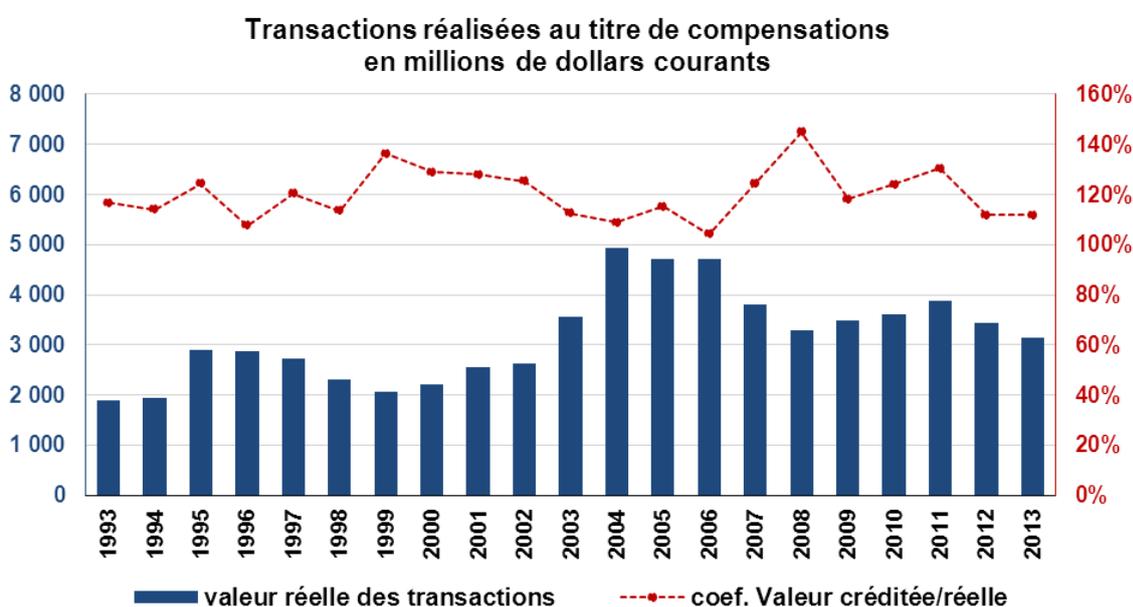
Si les contrats signés indiquent le montant des obligations de compensations contractées pour une année donnée, ces obligations seront généralement remplies pendant plusieurs années du fait de la longueur des programmes d'armement. Autrement dit, les prises de commandes sont plus irrégulières que leur écoulement annuel. D'où l'intérêt de suivre également l'évolution du flux des transactions effectuées au titre des compensations. Ces montants témoignent d'une tendance haussière plus affirmée depuis 1993 et particulièrement marquée au début des années 2000. Entre 2007 et 2013, ces flux varient autour de 3,5 milliards de dollars chaque année. Le coefficient multiplicateur qui correspond au ratio entre la valeur créditée par l'administration locale et le montant effectif de la transaction a toujours été supérieur à 100% pendant les vingt-et-une dernières années et il





a même atteint 145% en 2008. Par conséquent, les firmes américaines se conforment globalement aux incitations mises en place par les Etats importateurs, ce qui leur permet de solder leurs obligations avec des transactions peu importantes en valeur monétaire mais apportant des crédits d'*offset* importants. Ceci explique probablement le fait que les montants annuels de transactions soient en moyenne plus faibles que les montants annuels des contrats et que le pourcentage d'*offsets* crédité soit plus élevé pour les transactions que le pourcentage d'obligation des contrats signés.

Evolution des transactions de compensations des entreprises américaines



Source : auteur, d'après les données du United States Department of Commerce (2015)

Des compensations qui représentent plus du quart des exportations américaines

Les données évoquées jusqu'à présent ne concernent que des contrats avec compensations. Pour mesurer l'importance de ces compensations dans la structuration des échanges internationaux de matériels de guerre, il est intéressant de comparer le montant annuel des contrats et des transactions signées avec le montant annuel des exportations américaines d'armement. Sur les onze années de la période 2003-2013, le total des exportations américaines d'armement s'élève à plus de 166 milliards de dollars.¹ Sur cette même période le montant réel des transactions effectuées au titre de compensations atteint près de 43 milliards de dollars et plus de 50 milliards en valeur créditée (après application

¹ Montant calculé sur la base des données annuelles publiées par le United States Department of Commerce (2015), p. 8.





des coefficients multiplicateurs) soit respectivement 25% et 30% du montant total des exportations. Cette part de 25% varie fortement avec un minimum de 17,8% en 2013 et un maximum de 41,5% en 2004 et une tendance baissière qui illustre probablement le succès de l'administration américaine dans sa lutte contre les *offsets*. Quant aux contrats signés sur la période avec des obligations de compensations, ils totalisent 93 milliards, soit l'équivalent de 56% des exportations américaines d'armement, mais ce ratio est moins pertinent dans la mesure où seule une partie des exportations de l'année ont été contractualisées au cours de la même année.

Ces ratios sont significatifs mais ils doivent être manipulés avec prudence car les compensations ne se traduisent pas nécessairement par des flux d'exportations (les achats, la sous-traitance et les échanges locaux peuvent même se traduire par des importations). Néanmoins, ces volumes révèlent l'importance du phénomène des compensations dont les contrats et transactions associés représentent une part significative des exportations d'armement américaines.

Une évolution des types de compensations qui traduit des exigences croissantes en transferts de technologie

Au-delà de l'analyse des montants des contrats et de la part des compensations, il est également intéressant d'observer les différentes natures de compensations ainsi que l'évolution de leur répartition. Comme nous l'avons vu précédemment, les compensations recouvrent en réalité une grande diversité d'échanges tant du point de vue des prestations concernées, que du mode de contractualisation retenu, ou encore des acteurs impliqués. Le ministère américain du commerce répartit les compensations selon les catégories suivantes¹ :

- *Achats* : approvisionnement par le maître d'œuvre « exportateur » de produits sur étagère auprès de fournisseurs du pays importateur. Ces achats étant considérés comme des compensations indirectes, il s'agit de productions locales sans rapport direct avec le programme d'armement.
- *Transfert de technologie* : assistance technique ou activité de R&D réalisée à l'étranger, soit dans le cadre d'une filiale ou co-entreprise résultant d'un investissement local, soit dans le cadre d'un accord contractuel entre le primo-contractant titulaire et une entité étrangère locale. Ces transferts peuvent être des compensations directes ou indirectes.

¹ Ces définitions reprennent celles énoncées dans l'annexe E du document du *United States Department of Commerce* (2015), p. 28.





- *Sous-traitance* : dans ce contexte, il s'agit de la sous-traitance à l'étranger de la production de pièces ou composants d'un équipement militaire américain. Cette sous-traitance n'implique pas nécessairement de contrat de licence ou de transfert d'information technique et relève généralement d'un simple accord commercial entre un maître d'œuvre américain et un fournisseur local. La sous-traitance est une compensation directe.
- *Assistance-crédit* : ensemble des mesures visant à faciliter les modalités de paiement, notamment par des prêts, des extensions de prêts, l'apport de garanties, une modération des taux d'intérêts. Ces compensations sont presque toujours considérées comme indirectes mais peuvent aussi être directes (i. e. relative au programme d'armement à l'origine de la compensation).
- *Production sous licence* : cette catégorie désigne la réalisation locale (partielle, généralement) d'un équipement militaire d'origine américaine impliquant le transfert d'informations techniques (contrairement à la sous-traitance), dans le cadre d'un accord commercial entre un industriel américain et une entreprise locale (contrairement à la co-production qui s'inscrit dans le cadre d'un accord interétatique, cf. ci-dessous). Il s'agit d'un dispositif de compensation directe ou indirecte. En effet, la licence peut être octroyée pour un type d'équipement différent de celui qui est acquis (une génération antérieure, par exemple).
- *Investissement* : compensation directe ou indirecte se traduisant souvent par l'investissement de capitaux destinés à créer ou développer une entité locale (filiale ou co-entreprise).
- *Formation* : lorsqu'elle concerne la production ou la maintenance de l'équipement exporté, la formation est une compensation directe. Elle peut aussi s'appliquer à d'autres domaines sans être directement liée avec le programme (informatique, langue, ingénierie) et est alors considérée comme une compensation indirecte.
- *Co-production* : Le terme est ici réservé à la fabrication locale d'équipements militaires américains impliquant des transferts de technologies autorisés dans le cadre d'un accord d'Etat à Etat (particulièrement via le dispositif des *Foreign Military Sales*). Il s'agit de compensations directes.

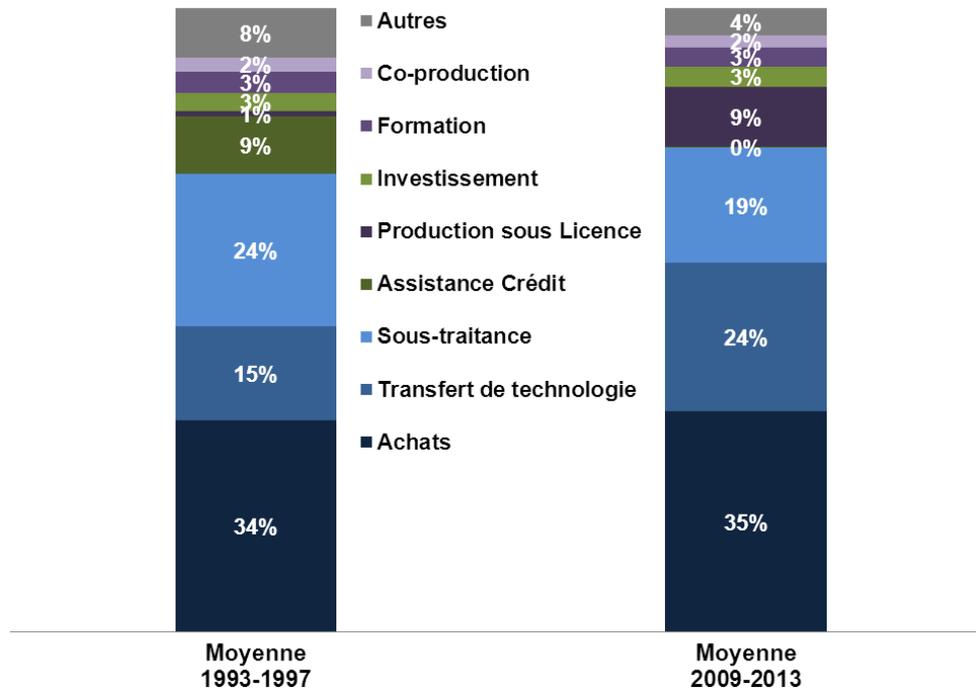
Ces définitions diffèrent en partie de celles employées dans le reste de ce document et ne sont utilisées que pour cette sous-partie.





Evolution de la répartition des compensations par nature

Répartition moyenne des compensations par nature de 1993 à 1997 et de 2009 à 2013



Source : auteur, d'après les données du United States Department of Commerce (2015)

Compte tenu des fortes variations annuelles, il est difficile d'établir une tendance générale et constante sur l'ensemble de la période 1993-2013. En revanche, la comparaison des moyennes des cinq premières et des cinq dernières années de cette période est assez éclairante. Comme le montre le graphique, la part des achats est restée stable et représente plus d'un tiers des transactions annuelles de compensations. Malheureusement il n'est pas possible de distinguer les achats directs et indirects. Or, on peut penser que les achats indirects liés à la pratique du troc par exemple tendent à diminuer au profit d'achats directs compte tenu de l'intégration croissante des Etats émergents dans les échanges économiques et financiers mondiaux.

Par ailleurs, la part des transferts de technologies a fortement crû, passant de 15% à 24% du total. La baisse de la part de la sous-traitance de 24% à 19% peut sembler surprenante au regard de la volonté des Etats clients de capter de plus en plus d'activité sur le territoire. Mais cette diminution de la sous-traitance peut être rapprochée de la forte augmentation de la production sous-licence, passée de 1% à près de 10%. En effet, il est probable que les entreprises américaines ont été amenées à privilégier des accords de licence plutôt que la sous-traitance pour deux raisons. D'abord parce que les compensations exigées nécessitent davantage de transferts de technologies (c'est une des différences avec la





sous-traitance simple, d'après les définitions fournies), et ensuite parce que les entreprises américaines sont sans doute davantage désireuses de protéger leur propriété intellectuelle par un accord, au fur et à mesure que l'intensité technologique des transferts augmente.

La baisse des investissements est également très significative et peut s'expliquer par un durcissement des réglementations nationales encadrant les investissements étrangers dans des actifs stratégiques tels que les entreprises de défense, ou une évolution de la stratégie de développement des firmes américaines.

Les autres formes de compensations n'ont connu que peu de changements significatifs, à l'exception de l'assistance au crédit qui a quasiment disparu. Plusieurs hypothèses peuvent être émises : une diminution des difficultés de paiements des clients, une orientation des industriels américains vers des clients sans difficultés financières majeures. Une évolution des dispositifs d'assistance au crédit est aussi probable, notamment en lien avec les mécanismes étatiques de *Foreign Military Sales*.

La quasi-intégralité de ces catégories de compensations se traduit par une internationalisation des chaînes de valeur. Qu'il s'agisse, de transferts de technologies, de sous-traitance, de production sous-licence ou encore de co-production, ces compensations se traduisent par la création de valeur ajoutée dans le pays client.

En synthèse, on observe que sur la période 1993-2013, les contrats avec compensations totalisant 160 milliards de dollars, les exigences de compensations atteignent 100 milliards d'obligations de compensations, soit plus de 60% de la valeur des contrats en moyenne. La valeur de ces compensations représente le quart des exportations américaines de matériels de guerre.

L'ampleur du phénomène s'exprime aussi à travers le nombre des contrats, entreprises et pays impliqués : 1 000 contrats signés par 54 firmes américaines dans 47 pays. Sur cette même période 1993-2013, 13 300 transactions ont été enregistrées pour un total de 66 milliards de dollars impliquant 62 entreprises dans 48 pays.¹

Ces données indiquent bien que les compensations sont devenues un élément structurant des échanges internationaux d'armement et qu'elles s'imposent même à la première industrie de défense du monde qui est aussi le premier exportateur d'armement : les Etats-Unis.

Au-delà de l'analyse macroéconomique de ce phénomène, il est intéressant d'approfondir l'analyse à une échelle plus fine pour mieux comprendre comment ces compensations

¹ United States Department of Commerce (2015), p. 3 et 4.





modifient les chaînes de valeur et renforcent leur internationalisation en affectant la répartition de la valeur ajoutée entre territoires et entre acteurs. Deux cas ont été retenus à la fois sur un critère de disponibilité de l'information et de pertinence afin de traiter un programme de bâtiment de surface et un programme de sous-marin tout en veillant à retenir des fournisseurs et clients différents dans les deux cas.





3. 2. DE L'EXPORTATION A L'INDIGENISATION : LE CAS DU PROGRAMME DE SOUS-MARINS SCORPENE INDE

3. 2. 1. Présentation générale du programme

Organisation contractuelle

Les contrats signés à l'automne 2005 par les industriels français, dans le cadre du programme indien P-75, s'élevaient à environ 2 milliards d'euros. Ces 2 milliards comprennent 1,2 à 1,3 milliard attribué à ARMARIS (filiale conjointe de l'ex-DCN et THALES) pour la construction locale de six sous-marins conventionnels Scorpène à travers un transfert de technologies ainsi que la livraison de six systèmes de combat réalisés en France par UDSI (autre structure conjointe entre l'ex-DCN et THALES). Le reste du montant comprend notamment la livraison par MBDA de 36 missiles Exocet SM39 destinés à l'armement des Scorpène.¹ Une part du programme a été réalisée en coopération avec le chantier naval public espagnol NAVANTIA,² dans la continuité des autres programmes Scorpène (Chili et Malaisie). Ce partenariat entre NAVAL GROUP et NAVANTIA a été stoppé depuis.

Les contrats accordés à des firmes françaises ne constituent pas l'intégralité du programme car ARMARIS est en réalité sous-traitant du chantier public indien MAZAGON DOCKS LTD (MDL) qui a capté le contrat principal de construction des six sous-marins.³

Par ailleurs, les contrats alloués à MBDA, ARMARIS et UDSI ne représentent pas non plus les seuls contrats alloués à des firmes françaises. D'autres contrats ont été passés directement pas le chantier MDL auprès de fournisseurs habituels d'équipements intégrés sur les Scorpène. C'est notamment le cas de JEUMONT pour les moteurs électriques de propulsion, et de NAVAL GROUP pour certains équipements dont le groupe est l'*original equipment manufacturer* (OEM) et qui ne faisaient pas partie du contrat principal. Par

¹ GROIZELEAU Vincent (2005). D'autres données évoquent un contrat de 2,5 milliards d'euros dont 900 millions pour NAVAL GROUP et Thales.

² GROIZELEAU Vincent (2006a)

³ LOK SABHA - PUBLIC ACCOUNTS COMMITTEE (2009), p. 2 : "the Government finally accorded their approval on 6th September, 2005 to the Project at a total cost of Rs. 18,798 crore (including Rs. 3553 crore towards taxes and duties and Rs. 2160 crore towards budgetary provisions) and the following contracts were signed on 6th October, 2005

(a) Between the Government of India and MDL for construction of six Submarines;
(b) Between MDL & Armaris, France for ToT supply of combat system and critical platform material; and
(c) Between Government of India and MBDA for supply of Exocet SM 39 Block II missiles."





conséquent, il est difficile d'avoir une vision exhaustive des contrats et acteurs constitutifs de la chaîne de valeur des Scorpène indiens.

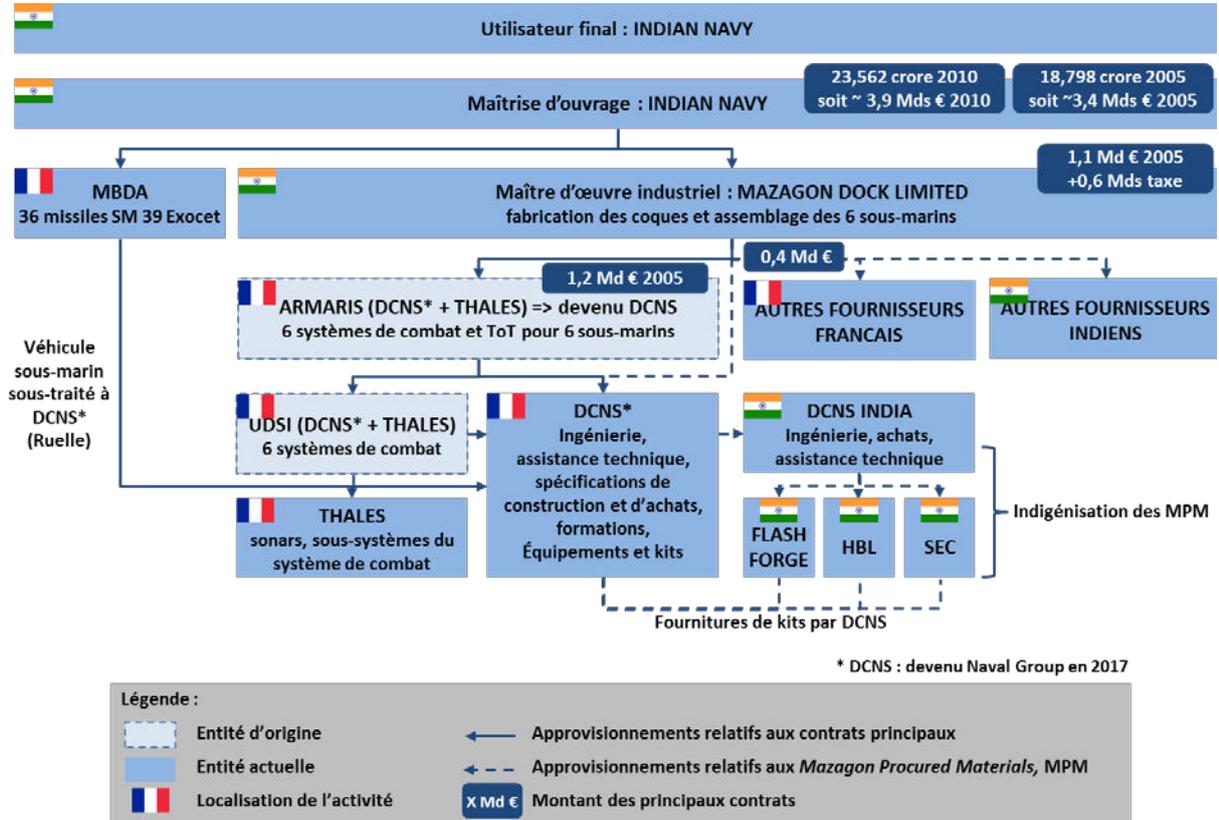
Par ailleurs, en tant que chantier public (*Defence Public Sector Undertaking, DPSU*), MDL est soumis à des procédures d'achats contraignantes (relatives aux marchés publics) qui tendent à retarder les approvisionnements nécessaires au programme. Afin de pallier ces difficultés, certains approvisionnements de MDL, les *Mazagon Purchased Materials (MPM)* ont été regroupés dans quelques contrats globaux ensuite sous-traités à NAVAL GROUP, y compris pour des équipements dont le groupe n'est pas le fournisseur d'origine.

Ainsi, dans le cadre des contrats MPM qui lui ont été attribués, NAVAL GROUP approvisionne des équipements pour le compte de MDL. Comme nous le verrons, ces équipements sont soit réalisés par NAVAL GROUP en interne lorsque le Groupe en est le fabricant d'origine, soit achetés par NAVAL GROUP auprès d'autres fournisseurs. De plus, NAVAL GROUP s'est engagé à « indigéniser » une part de la réalisation de ces équipements en identifiant, sélectionnant et qualifiant des industriels locaux. Bien qu'il n'y ait pas d'objectif contraignant de part locale dans le cadre du programme P-75, la participation au développement d'une base industrielle locale permet de répondre aux attentes du client et de s'inscrire dans une perspective de partenariat durable avec l'industrie locale.





Organisation contractuelle du programme Scorpene Inde



Source : reconstitution de l'auteur à partir de sources ouvertes

Calendrier du programme

Initialement, le premier sous-marin devait être livré à la Marine indienne fin 2012, puis une nouvelle unité à un an d'intervalle. Néanmoins les difficultés rencontrées par le programme ont induit un retard de quelques années puisque le premier sous-marin a été mis à l'eau en 2015. En revanche le délai entre les unités successives pourrait être raccourci. Ainsi, même si tout programme d'armement représente un défi technique et industriel, ce retard indique que la réalisation d'un programme avec des transferts de technologies et savoir-faire constitue un défi supplémentaire.

Ce défi est d'autant plus important qu'il s'opère dès le premier sous-marin et alors même que MDL n'avait plus réalisé de sous-marins depuis plus de dix ans. MDL avait en effet réalisé deux sous-marins allemands type 209 après que les deux premiers ont été construits à Kiel. Le dernier U209 réalisé par MDL a été lancé en 1992, soit plus de dix ans avant la signature du programme P-75.





Des sources officielles indiennes expliquent également les retards de MDL par la durée nécessaire à l'assimilation des transferts de technologie et par les retards pris dans la mise à niveau de l'outil industriel ainsi que dans l'approvisionnement des MPM.¹

Une forte volonté d'« indigénisation »²

La réalisation locale des six sous-marins dès la première unité est un élément central du programme et elle explique la forte internationalisation de ce programme puisqu'aucun des six sous-marins n'est fabriqué et assemblé en France. Seuls quelques équipements et systèmes sont réalisés en France. La part importante de réalisation locale répond à une forte ambition du pouvoir politique indien qui souhaite renforcer l'autonomie de la base industrielle et technologique de défense du pays qui reste encore très dépendante des importations pour équiper ses forces armées. L'Inde reste en effet un des principaux importateurs mondiaux d'armement (cf. introduction). Cette volonté d'impliquer l'industrie locale se retrouve dans le rôle confié au chantier public MDL qui réalise et assemble les six sous-marins à partir des données techniques transmises par NAVAL GROUP, et grâce au transfert de technologie et savoir-faire mis en place. Les sources officielles indiennes montrent que le développement de capacités technologiques et industrielles indiennes est un enjeu stratégique majeur, aussi important que le renforcement des capacités sous-marines elles-mêmes :

« Asked to state categorically whether outright buying submarines could have cut down delay, the Defence Secretary replied: "...Buying outright can cut down delays and that is there. But ultimately, one of the goals is to acquire self-reliance. Ultimately, in a war situation we find that for maintenance for spare parts and other things, indigenous capability is always a requirement and in many situations in the past we have found that when we needed the parts the most, they would not be available....but the over all effort is that we must create the capability within the country." »

LOK SABHA - PUBLIC ACCOUNTS COMMITTEE (2009), p.7.

Ainsi, alors que la Marine indienne manquait de sous-marins, le Ministère de la Défense a malgré tout privilégié une acquisition avec transferts de technologie et réalisation locale, plus longue et probablement plus coûteuse que l'importation de matériels de guerre sur étagère, conçus et réalisés dans le pays fournisseur.

¹ LOK SABHA - PUBLIC ACCOUNTS COMMITTEE (2011), p. 9.

² Rappelons que ce terme d'« indigénisation » n'a rien de péjoratif et est utilisé par les autorités indiennes elles-mêmes.





3. 2. 2. Une chaîne de valeur fragmentée et internationalisée

— Fragmentation de la chaîne de valeur par rapport à un programme domestique

Par rapport aux programmes domestiques tels que ceux analysés précédemment (cf. partie 2) ou aux programmes d'exportation de navires conçus et réalisés en France puis livrés à un client étranger, comme les frégates FREMM vendues au Maroc et à l'Égypte, les programmes internationalisés se distinguent par une fragmentation accrue de la chaîne de valeur entre acteurs, du fait de l'inclusion de partenaires étrangers. Cette fragmentation est renforcée par l'absence d'acteur comparable à NAVAL GROUP en Inde. Alors que NAVAL GROUP se positionne à la fois comme concepteur et maître d'œuvre industriel des navires armés (plateforme et systèmes de combat), ces activités sont réparties entre plusieurs acteurs côté indien. MDL est un pur chantier naval dont le cœur de métier est concentré sur la réalisation de plateformes navales. Si MDL réalise les études détaillées des navires de surface, leur conception relève de bureaux d'études de l'*Indian Navy*. Par ailleurs, le chantier naval n'a pas d'activités de conception, développement et intégration de systèmes de combat.

Dans le cas présent, la fragmentation des tâches de la chaîne de valeur s'observe à la fois à l'interface entre les phases de conception et de réalisation, ainsi qu'au niveau de la réalisation elle-même avec des acteurs supplémentaires.

Il y a d'abord une fragmentation importante de la chaîne de valeur entre la conception et la réalisation des sous-marins : là où l'on ne trouverait qu'un seul acteur principal (NAVAL GROUP) pour un programme de sous-marins conventionnels réalisés en France, on en compte trois voire quatre sur son périmètre de responsabilité. En effet, dans le cas du programme P-75, il y a une rupture entre l'entité qui conçoit, l'ingénierie de NAVAL GROUP en France, et l'entité qui réalise les sous-marins, le chantier indien MDL. De plus, MDL n'ayant pas de capacités d'ingénierie étendues, une part du transfert de technologie est réalisée vers les bureaux d'études de l'*Indian Navy* qui souhaite être en mesure d'apporter quelques corrections ou modifications aux sous-marins et d'assurer leur maintenance tout au long de leur cycle de vie. Si l'on ajoute le rôle de NAVAL GROUP India (filiale de NAVAL GROUP en Inde) qui dispose d'une ingénierie de proximité, à l'interface entre les équipes de NAVAL GROUP en France et celles du chantier indien, on peut constater qu'il y a quatre acteurs distincts, au lieu d'un seul acteur unique.

Si cette fragmentation est en partie imposée par la structure de l'industrie locale et le périmètre d'activité des acteurs, elle peut aussi relever d'une stratégie d'internationalisation de l'entreprise. Dans le cas présent, NAVAL GROUP a choisi d'implanter une filiale en Inde, qui comprend une activité d'ingénierie. Ces tâches d'ingénierie réalisées localement





génèrent une nouvelle fragmentation et de nouvelles interfaces par rapport aux tâches d'ingénierie réalisées en France, mais cette implantation locale permet aussi de fluidifier les échanges entre la maison-mère française et les partenaires locaux. Dans ce cas, la fragmentation peut être un atout, particulièrement pour l'industrialisation des données de conception et leur absorption par le chantier indien, ainsi que pour apporter une assistance technique de proximité.

Comme nous le verrons avec le programme des destroyers anti-aériens de classe *Hobart*, l'industrialisation d'un *design*, son interprétation et sa traduction en spécifications de construction (et d'achats) est une phase particulièrement sensible. Une mauvaise fragmentation de la chaîne de valeur à cette phase peut être lourde de conséquences pour l'exécution du programme et sa performance en termes de coûts, qualité et délais.

Outre cette fragmentation entre conception et réalisation, la réalisation des sous-marins fait elle-même l'objet d'une fragmentation accrue entre acteurs par rapport aux programmes nationaux ou d'exportation réalisés par NAVAL GROUP en France. En effet, comme nous l'avons vu dans la partie 2, NAVAL GROUP réalise généralement une part importante des sous-marins du fait de son modèle intégré. Le Groupe est présent non seulement sur l'intégralité des étapes de la chaîne de valeur depuis les études amont jusqu'à la déconstruction des sous-marins, mais aussi sur une part importante de systèmes, sous-systèmes et équipements. Concernant les sous-marins, les contraintes spécifiques liées aux exigences et performances d'ensemble (sécurité plongée, discrétion acoustique, résistance aux chocs, profondeur d'immersion, par exemple) ainsi que les contraintes d'emménagement ont conduit au développement en interne de sous-ensembles et équipements spécifiques. C'est le cas des cloisons étanches, portes de cofferdam, brèches de coques, tubes lance-armes, systèmes de manutention, lignes d'arbres, réducteurs ainsi que de certains systèmes majeurs comme le *Combat Management System (CMS)*.¹

Or dans le cadre du programme Scorpène Inde, une part importante de la réalisation des sous-marins est réalisée par MDL. Si les systèmes de combat sont conçus et réalisés en France, la réalisation de la plateforme est plus fragmentée. Alors que dès le contrat initial, NAVAL GROUP a conservé la réalisation de certains sous-ensembles critiques impactant la sécurité-plongée et techniquement complexes à réaliser, l'essentiel de la confection de la coque et de la structure, de même que l'intégration physique des plateformes sont effectuées par le chantier indien MDL. Quant aux équipements habituellement réalisés par

¹ GROIZELEAU Vincent (2006a)





NAVAL GROUP, certains sont fournis par NAVAL GROUP sur les premiers sous-marins puis progressivement indigénisés vers des entreprises locales telles que HBL, SEC, FLASH FORGE. Ainsi, le périmètre d'activité habituel de NAVAL GROUP sur la plateforme est fragmenté entre cinq acteurs sur le programme Scorpène Inde : NAVAL GROUP, MDL, HBL, Flash Forge, SEC.

Qu'il s'agisse de la segmentation entre conception et réalisation, ou pour la réalisation elle-même, l'internationalisation du programme s'accompagne ici d'une importante fragmentation des tâches de sa chaîne de valeur avec une multiplication des interfaces entre acteurs.

Internationalisation de la chaîne de valeur

Comme cela a été évoqué plus haut, l'objectif du gouvernement indien n'est pas uniquement d'équiper sa marine de six sous-marins – ce qui aurait pu être fait en important des sous-marins réalisés en France – mais aussi de développer la base industrielle et technologique de défense indienne dans le domaine naval. Ce second objectif explique les exigences du client en matière de transfert de technologie et de contenu local. Ainsi par rapport à un programme d'exportation classique, une part significative de l'activité est réalisée localement, dans le pays client, ce qui se traduit par une forte internationalisation de la chaîne de valeur.

Tâches effectuées en France

Malgré cet objectif d'indigénisation, une part substantielle de l'activité reste effectuée en France par NAVAL GROUP et ses sous-traitants. Cette activité conservée en France concerne certaines activités d'ingénierie puisque NAVAL GROUP est le principal concepteur du sous-marin. Cependant, cette activité d'ingénierie réalisée en France reste limitée : à la fois parce qu'une partie de la conception a été effectuée avec NAVANTIA et aussi parce que d'autres Scorpène avaient été conçus par le passé pour le Chili et la Malaisie ; ce qui induit une activité de conception moindre que pour un programme complètement nouveau. Enfin, une ingénierie de proximité a été déployée en Inde au sein de la filiale NAVAL GROUP India. Par conséquent, l'activité d'ingénierie générée en France par ce programme est relativement faible sur les phases amont de la conception et se limite aux modifications qui ont été apportées par rapport aux programmes Scorpène précédents. En revanche, une activité importante a été générée par la production de la documentation technique destinée à l'*Indian Navy* et au chantier indien MDL : transfert de plans, constitution du « *technical data package* » comprenant notamment les spécifications de





construction et d'achats, livraison d'un système d'information technique permettant d'exploiter ces données.

De plus, dès le contrat initial et avant la signature des contrats de MPM, certains systèmes et équipements ont été conservés par NAVAL GROUP. Il s'agit particulièrement du système de combat qui est conçu, réalisé et intégré à terre par NAVAL GROUP et ses partenaires¹, ainsi que d'éléments critiques pour la coque et la structure des sous-marins (sécurité plongée) : cloisons, brèches de coque, tubes lance-torpilles, ainsi que des sous-ensemble en matière composite : dôme sonar, « fenêtres acoustiques ».² Outre ces sous-systèmes et équipements, les contrats MPM ont accru la part d'activité en France même si une partie des MPM captés par NAVAL GROUP est indigénisée dans le cadre de partenariats locaux. Ainsi, par exemple, les « appareils à gouverner, les panneaux étanches, les bouteilles d'air haute pression et les sas vide-ordures »³, ne sont qu'en partie réalisés en France.

Enfin, NAVAL GROUP n'est pas la seule entreprise française à bénéficier du contrat. D'autres entreprises françaises captent une part du programme. L'activité captée par THALES était estimée à environ 600 millions d'euros.⁴ Il s'agit particulièrement de systèmes et équipements destinés à la détection sous-marine, aux communications, à l'optronique et à la guerre électronique.⁵ D'autres fournisseurs français sont associés au programme, tel que JEUMONT qui réalise les moteurs et alternateurs.⁶

Même si une part d'activité a pu être maintenue en France, elle est bien moins importante que sur un programme domestique ou d'exportation. Ainsi, malgré un contrat initial (hors MPM) de plus d'un milliard d'euros, la charge pour NAVAL GROUP en France était évaluée à 200 emplois annuels et pendant 8 ans⁷. Ce chiffre paraît faible comparé aux 13 000 employés du Groupe et révèle qu'une part importante d'activité est générée en Inde.

Tâches effectuées en Inde

Conformément au contrat, c'est MDL qui est maître d'œuvre principal. Ce chantier public fabrique l'essentiel de la coque et de la structure des six sous-marins et réalise leur l'assemblage final.

¹ GROIZELEAU Vincent (2006a)

² GROIZELEAU Vincent (2006a)

³ GROIZELEAU Vincent (2006a)

⁴ THALES (12/09/2005)

⁵ GROIZELEAU Vincent (2006a)

⁶ JEUMONT (12/05/2016)

⁷ GROIZELEAU Vincent (2007)





Pour autant, MDL ne réalise par l'intégralité des systèmes et équipements intégrés aux sous-marins. Ces approvisionnements ont donné lieu à plusieurs contrats MPM (*Mazagon Procured Materials*) dont certains ont été attribués à des fournisseurs français dont NAVAL GROUP.¹ Certains de ces MPM approvisionnés auprès de NAVAL GROUP sont progressivement réalisés en Inde (pour les sous-marins n° 3 à 6), par des partenaires locaux de NAVAL GROUP India. Il s'agit notamment de SEC Industries Private Ltd pour les équipements mécaniques tels que les portes et surbaux de cofferdam² (à Hyderabad), HBL Power Systems Ltd pour l'électronique (à Hyderabad), FLASH FORGE Private Ltd pour des pièces forgées.³ Ainsi, ces MPM commandés à NAVAL GROUP génèrent aussi de l'activité en Inde. En témoignent les activités confiées par NAVAL GROUP à HBL sur le poste de conduite des sous-marins et le système intégré de gestion de la plateforme (*Integrated Platform Management System, IPMS*).⁴

Cette internationalisation n'est pas homogène sur l'ensemble du programme et varie entre les sous-marins. Si même le premier sous-marin est assemblé en Inde par le chantier MDL, l'indigénisation des équipements est beaucoup plus progressive. L'internationalisation s'accroît progressivement pour permettre une montée en compétence au fur et à mesure de l'absorption des transferts de technologie. Cette progression s'explique aussi par la nécessité d'identifier, sélectionner et qualifier les fournisseurs locaux pouvant participer au programme : alors que le chantier public MDL a été retenu par l'Etat comme chantier d'intégration des sous-marins, il a fallu davantage de temps pour établir des partenariats industriels locaux et accompagner ces acteurs : renforcement des capacités industrielles, formation, transfert de savoir-faire, livraison des kits destinés à être assemblés localement. Ainsi, l'indigénisation et donc l'internationalisation du programme se renforcent surtout à partir du troisième sous-marin (cf. tableau suivant).⁵ Si certains équipements sont fournis par les entités françaises de NAVAL GROUP pour l'ensemble des six sous-marins (cf. premières lignes), d'autres équipements sont réalisés par des partenaires industriels locaux à partir du troisième sous-marin. Parmi ces équipements indigénisés, certains le sont progressivement afin d'accompagner la montée en compétences.

¹ NAVAL GROUP (27/08/2014)

² NAVAL GROUP (19/07/2012)

³ NAVAL GROUP (27/08/2014)

⁴ NAVAL GROUP (27/08/2014)

⁵ NAVAL GROUP (27/08/2014)





Une indigénisation progressive des équipements MPM

MPM batch 1 Naval Group	SM 1	SM 2	SM 3	SM 4	SM 5	SM 6
équipement 1						
équipement 2						
équipement 3						
équipement 4						
équipement 5						
équipement 6						
équipement 7						
équipement 8						
MPM batch 2 Naval Group	SM 1	SM 2	SM 3	SM 4	SM 5	SM 6
équipement 9						
équipement 10						
équipement 11						
MPM 1&2 indigénisés	SM 1	SM 2	SM 3	SM 4	SM 5	SM 6
équipement 12			70%	70%		
équipement 13			60%	60%		
équipement 14			60%	60%		
équipement 15						
équipement 16						
équipement 17						
équipement 18						
équipement 19						
équipement 20						
équipement 21						
équipement 22						
équipement 23						
équipement 24						
équipement 25						
équipement 26						
outil 1						

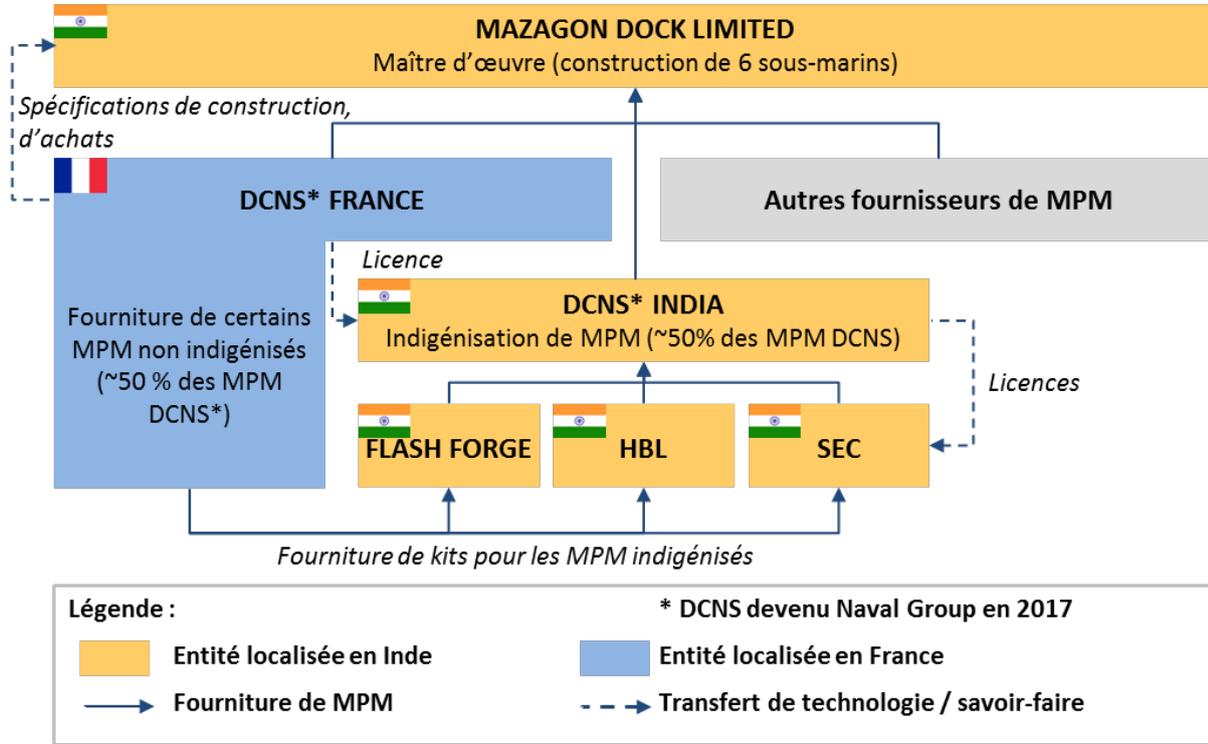
Source : reconstitution de l'auteur à partir de sources NAVAL GROUP

Pour être complet, il faut ajouter que ces partenaires indiens de NAVAL GROUP incorporent des kits fournis par NAVAL GROUP pour réaliser leur production. Cette organisation aboutit à une chaîne de valeur extrêmement fragmentée et internationalisée constituée de plusieurs rangs d'acteurs français et indiens intercalés les uns avec les autres. Un schéma simplifié permet d'illustrer cette chaîne de valeur « en millefeuille » (cf. ci-après). Même si cette structure complexe ne concerne qu'une partie de programme, on comprend qu'une estimation fine de la répartition de la valeur ajoutée entre acteurs et entre territoire est extrême difficile à réaliser.





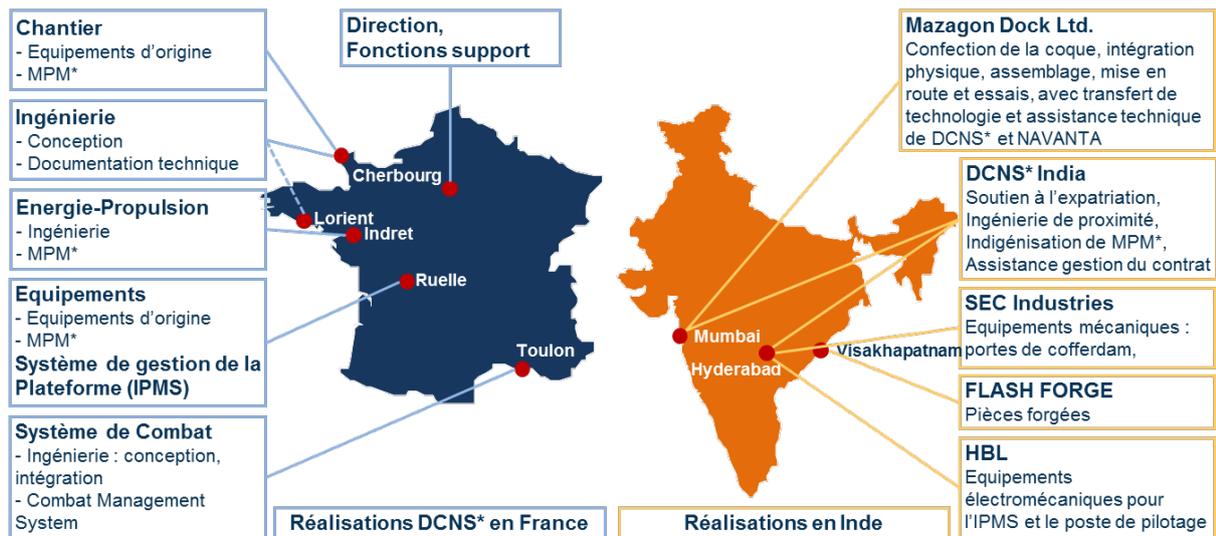
L'indigénisation des MPM par NAVAL GROUP



Source : reconstitution de l'auteur à partir de sources ouvertes

La cartographie ci-dessous dresse un bilan de l'internationalisation du programme Scorpène Inde en se focalisant sur la France et l'Inde :

Internationalisation de la chaîne de valeur du programme Scorpène Inde



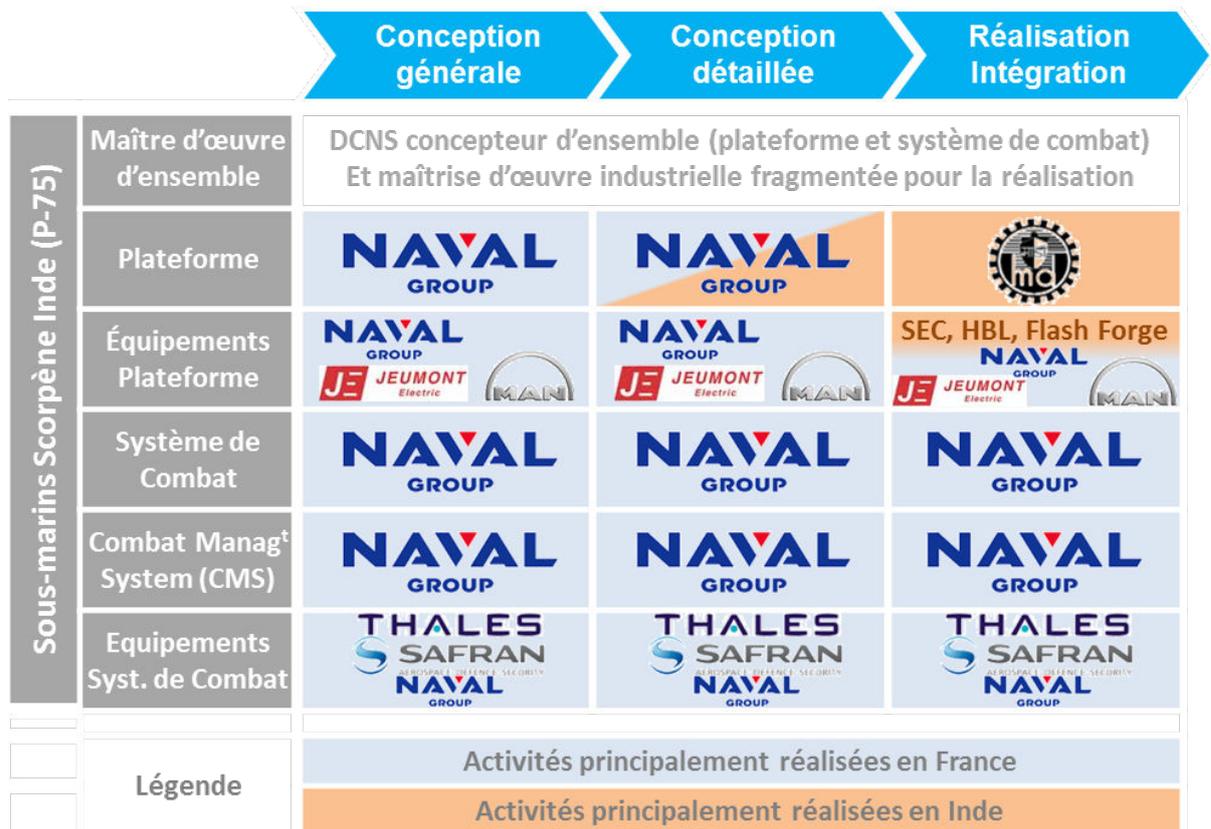
Sources : reconstitution de l'auteur à partir de sources ouvertes





On peut également reprendre la grille de chaîne de valeur définie dans la partie 1, pour représenter de manière simplifiée l'internationalisation de la chaîne de valeur du programme Scorpène par rapport aux programmes domestiques français (cf. figures suivantes).

Synthèse : internationalisation de la chaîne de valeur du programme Scorpène Inde



Sources : reconstitution de l'auteur à partir de sources ouvertes

✈ Estimation de la répartition de la valeur ajoutée :

Compte tenu de la diversité des acteurs impliqués, de l'absence de véritable maître d'œuvre unique pour l'ensemble du programme, mais aussi du nombre de contrats passés à différentes dates et de l'évolution des taux de change, les rares informations disponibles (cf. tableau ci-dessous) ne permettent pas de définir très précisément la part de valeur ajoutée générée en Inde et en France. De plus, le « millefeuille » de sous-traitance pour les MPM (cf. schémas précédents) montre qu'il est particulièrement complexe de passer du chiffre d'affaires à la valeur ajoutée : NAVAL GROUP capte une partie des MPM mais en « indigénise » une partie, qui lui revient aussi sous la forme de kits. En outre, l'implantation de la filiale NAVAL GROUP India implique que NAVAL GROUP génère aussi de la valeur





ajoutée en Inde : le chiffre d'affaires NAVAL GROUP et même la valeur ajoutée NAVAL GROUP ne génèrent donc pas exclusivement de l'activité en Inde.

Montants des principaux contrats

Objet du contrat	Bénéficiaire	Année	Montant en crores	Montant en millions de ruppies	Montant en millions d'euros	taux de change annuel moyen
design, ToT et système de combat pour 6 sous-marins	Armaris	2005	6 135	61 350	1 119	54,81
36 missiles SM39 et leurs véhicules sous-marins	MBDA	2005	1 062	10 620	194	54,81
construction des 6 sous-marins	MDL	2005	5 888	58 880	1 074	54,81
paiement des taxes	MDL	2005	3 553	35 530	648	54,81
provisions budgétaires	-	2005	2 160	21 600	394	54,81
TOTAL programme	-	2005	18 798	187 980	3 430	54,81
complément	MDL	2005	216	2 160	39	54,81
Achats MPM	MDL	2010	1 900	19 000	347	54,81
TOTAL programme actualisé	-	2010	23 562	235 620	3 889	60,59

Source : auteur, à partir de sources ouvertes rapports officiels indiens (montant en crores), presse et BCE (taux de change)

Pour autant, si l'on se limite aux principaux contrats, on observe que la part dévolue à NAVAL GROUP (fourniture du design, système de combat, quelques équipements spécifiques et transfert de technologie) représente environ le tiers du montant initial. Sur cette partie, la part de valeur ajoutée française est sans doute proche des 80% estimés dans la partie 2.3 car cette partie ne fait pas l'objet d'indigénisation. Il en est de même pour les missiles SM39 fournis par MBDA dont la production est probablement très majoritairement française et européenne.

La part de valeur ajoutée créée en Inde (hors taxes) est plus complexe à déterminer. Si le contrat initial passé à MDL représente un petit tiers de l'activité, son périmètre est mal connu. Il comprend probablement la fabrication de la coque et de la structure de la plateforme (i. e. hors système de combat) ainsi que son assemblage mais ce contrat ne semble pas couvrir l'intégralité des achats de MDL puisque ceux-ci ont fait l'objet d'une enveloppe complémentaire de plus de 300 millions d'euros. Alors que le premier contrat dont a bénéficié MDL a sans doute été essentiellement exécuté en Inde, la localisation de la valeur ajoutée générée par les MPM est beaucoup plus difficile à déterminer. Certains MPM ont directement été attribués aux « équipementiers traditionnels » du Scorpène comme JEUMONT ou NAVAL GROUP, par exemple. Cette part a donc principalement





général de la valeur ajoutée en France. Une autre part a sans doute été allouée à des acteurs indiens. Enfin, certains lots de MPM ont été sous-traités à NAVAL GROUP (cf. paragraphes précédents). Or sur ces lots, tous les équipements ne sont pas indigénisés. De plus, certains MPM indigénisés nécessitent des « kits » fournis par NAVAL GROUP, et génèrent donc indirectement de la valeur ajoutée en France.

In fine, on peut penser que la valeur ajoutée générée en France représente environ la moitié du montant du programme à travers le contrat initial capté par NAVAL GROUP, les missiles vendus par MBDA et les MPM réalisés par NAVAL GROUP ou des fournisseurs français, y compris à travers les kits. La valeur ajoutée créée en Inde peut être estimée à environ le tiers du programme compte tenu du contrat capté par MDL (1,1 milliard d'euros) et des MPM qui sont indigénisés (une petite moitié des 350 millions évoqués par les sources ouvertes).

Au-delà de ces estimations, il faut noter que l'internationalisation de la chaîne de valeur n'est pas qu'un transfert de valeur ajoutée entre tâches de la chaîne de valeur et leur localisation, cette internationalisation se traduit également par une recomposition de la chaîne, de ses tâches et du positionnement des acteurs.

3. 2. 3. Une internationalisation qui induit une réorganisation de la chaîne de valeur

✈ De nouvelles activités de services générées par l'internationalisation du programme

Les activités de services développées par NAVAL GROUP dans le cadre de ce programme international sont très variées et sont destinées à plusieurs acteurs différents. Ces services sont en grande partie stimulés par l'internationalisation de la chaîne de valeur du programme et l'objectif d'indigénisation poursuivi par l'Inde afin de gagner progressivement en autonomie. On peut notamment distinguer les services réalisés au profit de la Marine indienne d'une part, et ceux destinés aux acteurs industriels locaux d'autre part.

La Marine indienne bénéficie de formations opérationnelles en tant qu'utilisateur et opérateur des futurs sous-marins. Ces formations assez habituelles accompagnent souvent la vente de navires à l'export : elles facilitent la prise en main du navire par le client. Mais ces formations ont lieu indépendamment de l'organisation industrielle et du mode de production des navires. Or dans le cas des Scorpène indiens, la Marine indienne bénéficie également de formations techniques visant à renforcer sa connaissance et sa maîtrise technique des sous-marins qu'elle va opérer, d'autant que l'*Indian Navy* n'est pas simplement l'utilisateur final et dispose elle-même de bureaux d'études. Outre l'utilisation des sous-marins, la Marine souhaite aussi être en mesure de les entretenir voire de les





modifier partiellement au cours de leur cycle de vie. Ainsi, l'*Indian Navy* a suivi des formations théoriques dans le cadre d'un transfert de technologie visant à renforcer ses compétences. Ces services bénéficient à la Marine en tant que maîtrise d'ouvrage du programme et non en tant qu'utilisateur. Ils sont liés au choix d'un programme indigénisé impliquant la supervision du chantier local : MDL en l'occurrence.

La Marine indienne n'est pas la seule destinataire des services dispensés par NAVAL GROUP qui bénéficient également aux partenaires industriels indiens impliqués dans le programme. En effet, la localisation en Inde d'une part des activités habituellement réalisées en France a nécessité des transferts de technologie et savoir-faire qui se traduisent par une importante transmission de documents (*Technical Data Package*) ainsi que par de nombreux services associés car la transmission de données brutes est insuffisante compte tenu de la complexité technique d'un sous-marin, de la complexité organisationnelle d'un tel programme (planification, maîtrise des interfaces, structuration du chantier, pilotage de la chaîne d'approvisionnement) et du manque d'expérience récente des acteurs locaux. Ces prestations de services ont principalement été réalisées au profit de Mazagon Dock Ltd (MDL) et de plusieurs fournisseurs et sous-traitants locaux.

Ainsi le chantier MDL a bénéficié de plusieurs types de services :

- audit¹ et conseils industriels en amont du programme, afin de réaliser les investissements nécessaires à la modernisation et à l'adaptation du chantier naval ;
- ingénierie de conception des sous-marins : définition détaillée du navire et spécifications techniques de construction nécessaires à la réalisation des sous-marins ;
- formation pratique à certains métiers ;
- assistance technique de NAVAL GROUP et NAVANTIA, associée à une supervision des tâches réalisées localement afin de veiller à la bonne application des spécifications techniques ;
- achats et gestion de la chaîne d'approvisionnement, dans le cadre des contrats *Mazagon Procured Materials*, (MPM) par lesquels NAVAL GROUP approvisionne certains achats pour le compte de MDL en mettant en œuvre une politique d'indigénisation via l'implication d'industriels indiens.²

A travers ces contrats MPM, NAVAL GROUP a apporté son expertise au travers de prestations de services couvrant l'identification, la sélection, la formation, le contrôle et le suivi des fournisseurs locaux (HBL, SEC, et FLASH FORGE principalement). Ces

¹ GROIZELEAU Vincent (2006a)

² FORCE INDIA (2014)





fournisseurs et sous-traitants locaux ont eux-mêmes bénéficié de services de NAVAL GROUP dans le cadre de transferts de technologie. Leur montée en compétence progressive et leur implication croissante s'est accompagnée de formations pratiques et d'une assistance technique.¹ De plus, ces activités réalisées localement ont nécessité l'approvisionnement de kits préparés par les sites français du Groupe, notamment pour des sous-systèmes importants tels que les tubes lance-torpilles.

Cette importance des services est confirmée par la description que donne le chantier espagnol NAVANTIA des activités réalisées dans le cadre du programme : études techniques pour la production des spécifications de construction et d'achats, documentation technique dédiée au soutien logistique et à la maintenance, audit industriel, formation théorique et pratique, assistance technique au pilotage du chantier, service de gestion d'une partie de la chaîne d'approvisionnement.²

La filiale locale, au cœur de l'internationalisation

Ces services effectués par NAVAL GROUP le sont en grande partie à travers sa filiale locale, NAVAL GROUP India créée en septembre 2008 et inaugurée en 2009. Le descriptif des activités de cette filiale « spécialisée dans les services navals » révèle l'importance des services dans la réussite d'un programme naval internationalisé : « soutien aux chantiers et industries du secteur naval », développement des ressources locales grâce au « service Conception & Ingénierie maritime », assistance au programme et gestion des partenariats

¹ NAVAL GROUP (27/08/2014)

² NAVANTIA (2015) :

- "A design documentation package enabling Mazagon Dock Limited (MDL) in Bombay and the Indian Navy to implement design changes.
- A constructive documentation package, enabling MDL to build the six submarines at their facilities.
- Technical purchasing specifications enabling MDL to purchase the materials required to build the submarines.
- A logistics information package enabling the Indian Navy to carry out the maintenance of submarines during their service life.
- The manufacturing of a series of materials.
- A set of services linked to the scope of supply, supporting the technology transfer process, namely:
 - Industrial audit for the modernization and adaptation of shipyard facilities.
 - Industrial training in different techniques (structures, propulsion, electricity, batteries, pipes, painting, accommodation) (other courses part of the scope of supply of [NAVAL GROUP]).
 - On-site training.
 - Construction assistance by means of a permanent team deployed at the shipyard.
 - On-call support.
 - Supply of an information system for the management at MDL of the disclosed technical information (this is part of [NAVAL GROUP] scope of supply).
 - Supply of design software licenses (this is part of the NAVAL GROUP scope of supply).
 - Support to MDLs purchasing management process with European suppliers."





locaux, achats locaux avec la mise en place et le pilotage d'une chaîne d'approvisionnement indienne.¹

Ce cas de programme indigénisé est donc illustratif de la tendance à la « servicification » des chaînes de valeur constatée dans le civil. La fragmentation de la chaîne de valeur du programme Scorpène Inde et son internationalisation conduisent à accompagner la réalisation industrielle d'importants services nécessaires à la formation des différents acteurs, au déploiement et à la supervision des tâches réalisées localement, à la mise en œuvre de partenariats locaux et à la gestion de ces interfaces dont le nombre s'accroît du fait de la fragmentation de la chaîne. Dans ce cas, l'internationalisation de la chaîne de valeur du programme s'accompagne aussi d'une internationalisation de l'entreprise NAVAL GROUP qui a investi en Inde en implantant une filiale. Qu'il s'agisse de l'ingénierie locale de proximité, du pilotage de l'indigénisation de certains MPM,² ou de l'assistance technique, ces activités permettent de mieux maîtriser les multiples interfaces générées par la fragmentation de la chaîne de valeur et son internationalisation. On observe donc un lien direct entre investissement direct étranger (IDE) et internationalisation de la chaîne de valeur. Compte tenu de la chronologie, il apparaît ici que l'investissement a été réalisé plusieurs années après la signature du contrat. On peut donc penser que c'est l'internationalisation du programme qui a poussé à investir.

Changement du périmètre de la firme et risques associés

Ce cas de programme « indigénisé » révèle également un changement du périmètre de la firme, particulièrement pour le groupe NAVAL GROUP. Alors que NAVAL GROUP est historiquement organisé et structuré pour concevoir et réaliser des navires en France, ce programme Scorpène remet en partie en cause le positionnement comme maître d'œuvre d'ensemble du navire armé car si NAVAL GROUP conserve la maîtrise d'œuvre et l'intégration du système de combat, c'est bien l'industriel local MDL qui est le maître d'œuvre industriel et le chantier d'intégration des Scorpène : aucun des six Scorpène n'est réalisé à Cherbourg. Outre son positionnement d'intégrateur de système de combat, NAVAL GROUP devient surtout dans le cas présent un prestataire de services sous-traitant de MDL : assistance technique, supervision, formation, gestion de la chaîne d'approvisionnement, déploiement du système d'information technique, etc. Ce qui induit au passage de nouvelles compétences. Par ailleurs, le groupe doit générer et transmettre une

¹ NAVAL GROUP (27/08/2014).

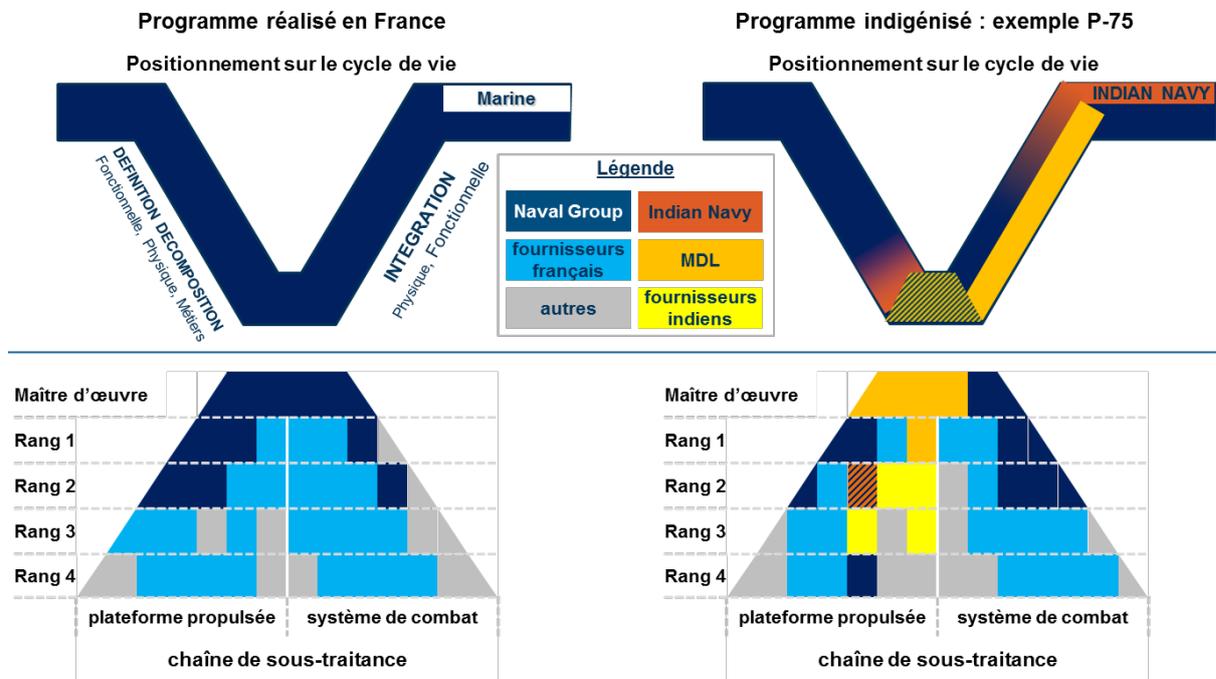
² NAVAL GROUP (27/08/2014), NAVAL GROUP (19/07/2012).





documentation technique abondante destinée non plus à son chantier de Cherbourg et à ses sites équipementiers, mais à l'Indian Navy, à MDL et aux équipementiers indiens. Ces nouvelles interfaces entre ingénierie française et chantier local indien posent la question de la transmission de savoir-faire complexes, voire de connaissances tacites parfois peu codifiables et donc des capacités d'assimilation et mise en œuvre de ces données par un chantier naval étranger et initialement moins expérimenté. Autrement dit, il ne s'agit plus de livrer six sous-marins avec leurs systèmes de combats intégrés, mais des systèmes et équipements séparés, des kits, de la documentation, des logiciels, des formations, de l'expertise et de l'assistance technique.

Diversité du positionnement du maître d'œuvre d'ensemble NAVAL GROUP sur un programme français et un programme indigénisé (P-75)



Source : reconstitution de l'auteur à partir de sources ouvertes

Ainsi, au-delà de la localisation de l'activité, de la part de valeur ajoutée c'est le cœur de métier lui-même qui est transformé : compétences, nature de l'offre (proposition de valeur), type de clients (nouvelles interfaces, davantage d'industriels et moins d'acteurs étatiques). Ce repositionnement modifie également les risques pris par l'entreprise et la manière dont elle peut les maîtriser. A ce titre, un rapport d'audit indien précise que le contrat prévoit plus de 700 millions d'euros de pénalités en cas de non atteinte des performances techniques, sur les deux premiers sous-marins.¹ Or un programme indigénisé génère davantage de

¹ LOK SABHA - PUBLIC ACCOUNTS COMMITTEE (2009), p. 10 : « Audit had further pointed out that the provision for compensation to the maximum extent of Euro 710 million (Rs. 4,260 crore) for the first two





difficultés en cas de non performance et de recherche des responsabilités. Autant il peut être aisé d'attribuer les responsabilités à un acteur unique lorsqu'il est à la fois concepteur et maître d'œuvre industriel de l'ensemble du navire armé, autant l'attribution des torts peut être complexe lorsque de multiples acteurs interviennent : la non-performance relève-t-elle d'un défaut de conception, voire d'industrialisation (*technical data package* erronés par exemple) ou de malfaçons lors de la réalisation ? Quand bien même il s'agirait d'une erreur de réalisation, relève-t-elle effectivement du chantier local ou d'un défaut de supervision par le fournisseur étranger en charge du transfert de technologie ? Cette question de la répartition des risques est importante car le client local cherche généralement à maximiser le transfert de technologie, de savoir-faire et d'activité tout en minimisant le transfert de risques techniques et industriels et donc financier. Cette tendance est potentiellement dangereuse pour l'industriel exportateur car elle induit une érosion de sa part d'activité et donc de valeur ajoutée alors que la conservation et l'apparition de risques nécessitent des prises de provisions. Cette question de la répartition des risques et responsabilités entre maîtrise d'œuvre locale et concepteur historique n'est pas spécifique à ce programme. Les négociations initiales entre Dassault et le gouvernement indien sur un programme de Rafale sous maîtrise d'œuvre d'HAL,¹ tout comme le programme australien des AWD en témoignent (cf. partie suivante).

En effet, l'internationalisation de la chaîne de valeur du programme Scorpène Inde n'est pas un cas isolé. Après avoir étudié un cas de programme sous-marin, la partie suivante traite de l'internationalisation d'un programme de bâtiments de surface : les destroyers anti-aériens de classe Hobart acquis par l'Australie.

submarines in case their performance did not match NSQR [Naval Staff Qualitative Requirements], would not fully cover Rs. 11,142 crore that would have been invested towards the construction of the submarines. »

¹ CABIROL M. (2014)





3. 3. UN PROGRAMME AUSTRALIEN INTERNATIONALISE : LES DESTROYERS ANTI-AERIENS DE LA CLASSE HOBART1

3. 3. 1. Présentation du programme

Le programme australien AWD (*Air Warfare Destroyer*) vise à remplacer six frégates de la classe Adélaïde par trois destroyers antiaériens (*Hobart, Brisbane* et *Sydney*). L'objectif opérationnel de satisfaction des besoins des forces armées n'est pas le seul élément ayant guidé la stratégie d'acquisition. Celle-ci vise en effet quatre objectifs principaux :

- doter les forces armées australiennes d'une capacité de lutte aéromaritime répondant à leurs besoins en respectant les contraintes de coûts et délais ;
- renforcer les capacités de la flotte de combat de la marine australienne ;
- construire les navires localement afin de soutenir l'industrie navale australienne ;
- établir puis maintenir des compétences locales en conception afin d'accompagner l'évolution des navires en services.²

Outre les besoins opérationnels, les objectifs technologiques et industriels sont clairement établis puisqu'il s'agit à la fois d'apporter de l'activité industrielle à la filière navale australienne et de développer un niveau minimal de compétences nationales en conception afin de pouvoir entretenir et faire évoluer les navires de manière autonome.

Un objectif chiffré de contenu local a été fixé portant à 50% du coût-cible la part des dépenses de la phase 3 (phase de conception détaillée et de construction), qui doivent être allouées à des acteurs australiens. Le développement d'une base industrielle et technologique de défense locale engendre un surcoût estimé en 2007, par le gouvernement australien à environ 1 milliard d'AUD pour un programme dont le coût total est évalué à 8,455 milliards d'AUD.³ Ainsi, en dépit des contraintes de coûts, le gouvernement australien est prêt à investir près de 12% du montant global pour soutenir son économie et accroître son indépendance. Il est probable que le coût réel de l'« indigénisation » du programme soit supérieur à l'estimation initiale car le programme connaît d'importantes difficultés en matière de délais et de coûts avec un retard de 15 à 21 mois en janvier 2014⁴ et des

¹ Les données utilisées sont principalement issues de rapports publics australiens, notamment le rapport de la Cour des Comptes australienne : Australian National Audit Office, ANAO (2014), *Air Warfare Destroyer Program* : Department of Defence – Defence Materiel Organisation, Audit Report n°22 2013-14, 320 p.

² ANAO (2014), p. 13

³ ANAO (2014), p. 19-20

⁴ ANAO (2014), p. 22





dérives de coûts estimées à 302 millions d'AUD en novembre 2013¹ (soit 6,8% de plus par rapport à l'estimation de coût cible), puis à 500 millions d'AUD en janvier 2014 et 800 millions à l'automne 2014.² De plus, les investissements nécessaires à l'adaptation des chantiers navals semblent avoir été sous-estimés alors que leur productivité a en revanche été surestimée.³

On observe donc dans le cas présent que l'indigénisation du programme, par opposition à une logique d'importation d'un produit fini, se traduit par un surcoût significatif. Contrairement à ce qui semble prévaloir dans l'industrie civile où l'internationalisation des chaînes de valeur est le fruit d'une optimisation de l'allocation des ressources entre acteurs et entre territoires fondée sur la mobilisation d'avantages comparatifs, on remarque ici que l'internationalisation de la chaîne de valeur répond avant tout à des objectifs politiques certes légitimes mais qui vont à l'encontre d'une économie de ressources.

Néanmoins, pour limiter les risques technologiques et ainsi réduire les coûts, le gouvernement australien a choisi de recourir à des concepts et des systèmes réputés matures et *sea proven*. En avril 2005, il a retenu RAYTHEON Australia comme intégrateur du système de combat ainsi qu'ASC (*Australian Shipbuilding Corporation*) comme chantier d'intégration. Puis en juin 2007, l'Australie a opté pour un design de plateforme étranger préexistant fondé sur les frégates espagnoles F-100 conçues par NAVANTIA. Il s'agit plus précisément d'un design issu de la F-104 tenant compte également de modifications apportées sur la F-105, ainsi que du traitement des obsolescences et de certaines spécificités liées aux besoins australiens : version modernisée du système de combat américain AEGIS, options spécifiques choisies pour le système de combat, application de réglementations australiennes.

Une alliance contractuelle, l'*Air Warfare Destroyer Alliance* réunit ASC, RAYTHEON, et la *Defence Materiel Organisation* (DMO), l'agence d'acquisition du Ministère de la défense. Cette alliance bénéficie de contrats « *cost-plus-incentive-fee* » garantissant le paiement mensuel de tous les coûts directs, et de primes variables dont le montant est conditionné par le respect du planning et des coûts-cibles. *A contrario*, le contrat accordé à NAVANTIA – qui, bien que concepteur du navire, n'est pas membre de l'alliance – est un contrat à prix fixe. NAVANTIA n'est pas sous-traitant de l'Alliance mais de la DMO. Pourtant ASC et

¹ ANAO (2014), p. 13 et p. 21

² YEO M. (2015)

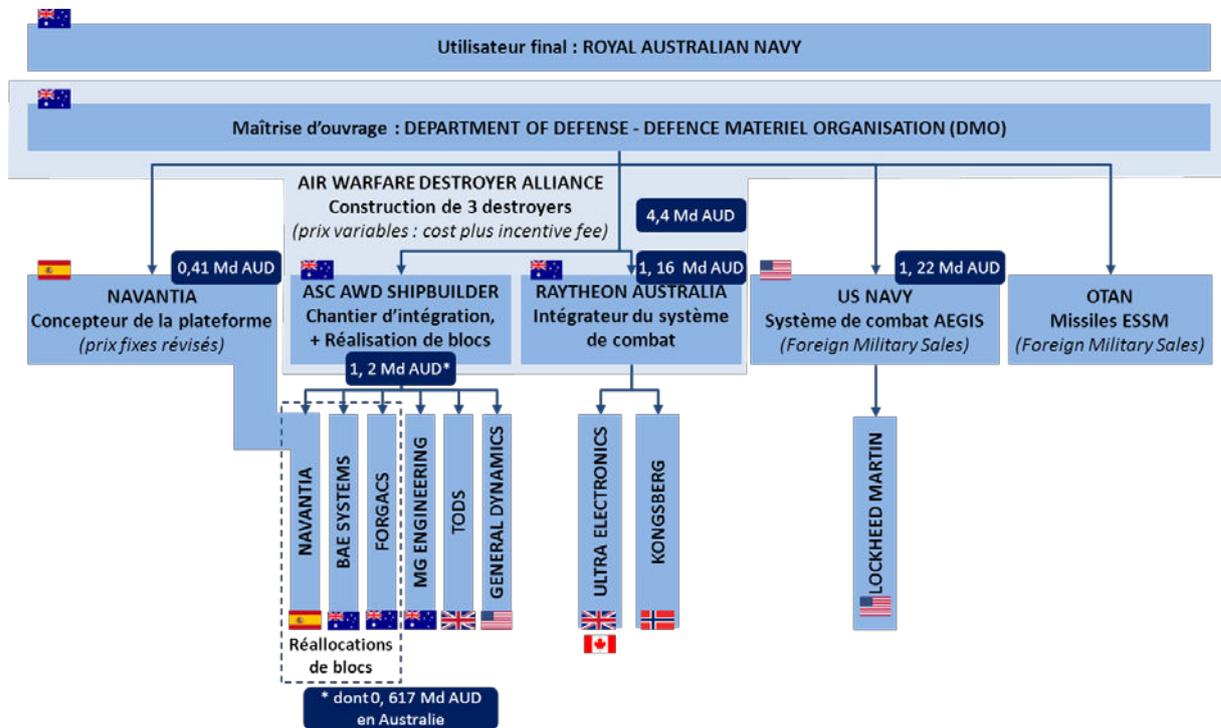
³ ANAO (2014), p. 26.





RAYTHEON gèrent le contrat par délégation de la DMO et exerce donc un contrôle sur les prestations de NAVANTIA (cf. graphique ci-dessous).

Organisation contractuelle du programme AWD Hobart



Source : reconstitution de l'auteur, à partir du rapport de l'Australian National Audit Office, ANAO (2014)

S'il est impossible de retracer l'intégralité de la chaîne de valeur et des acteurs y participant, les données publiées par l'Alliance AWD, le gouvernement australien et l'ANAO permettent néanmoins d'en retracer une part significative et de mettre au jour un important processus de fragmentation et d'internationalisation de cette chaîne de valeur du programme AWD.

3. 3. 2. Une chaîne de valeur fragmentée

La chaîne de valeur du programme est fragmentée entre de nombreux acteurs. Cette fragmentation entre acteurs concerne à la fois l'enchaînement des tâches (entre phases de conception et réalisation) et le navire lui-même (plateforme, système de combat) ainsi que ses constituants (répartitions des blocs de la plateforme et des différents systèmes du système de combat).

— Une plateforme conçue et réalisée par de nombreux acteurs différents

La conception de la plateforme a été confiée à NAVANTIA sur la base du design de la frégate F-104 espagnole mais l'assemblage des destroyers est réalisé par ASC, ce qui

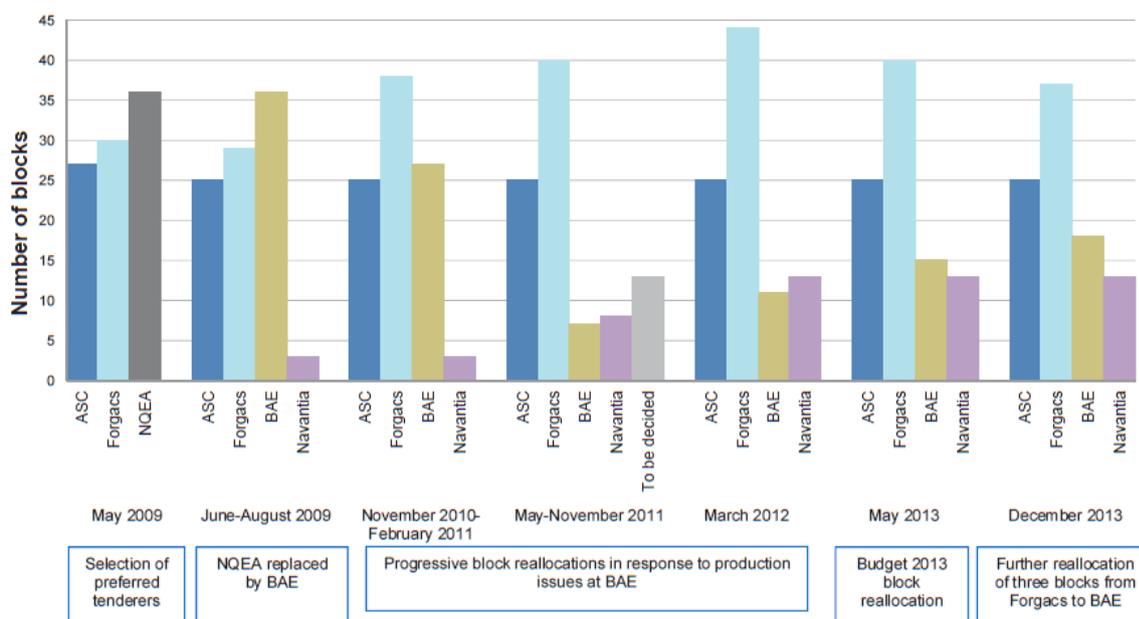




introduit une forte fragmentation entre la conception et la réalisation de la plateforme. De plus, ASC ne réalise pas tous les blocs des trois navires. En effet, chaque destroyer a été subdivisé en 31 blocs dont la réalisation est répartie entre plusieurs chantiers localisés en Espagne (NAVANTIA) et en Australie : ASC à Osborne, FORGACS à Newcastle et BAE SYSTEMS (ex-Tenix) à Williamstown. MG ENGINEERING réalise quant à lui des éléments de la mâturation.

L'allocation des blocs entre acteurs a été modifiée au cours du programme afin de pallier le manque d'expérience et les difficultés rencontrées par certains chantiers. Ainsi la part de BAE SYSTEMS a été fortement diminuée alors que NAVANTIA a progressivement capté un nombre croissant de blocs (cf. graphiques ci-dessous).

Une répartition des blocs variable au cours du programme



Source: AWD Program Management Office.

Note: These figures do not include the three sonar domes, supplied by Tods (UK), which will be incorporated into the sonar blocks (Block 603) being constructed by Navantia.

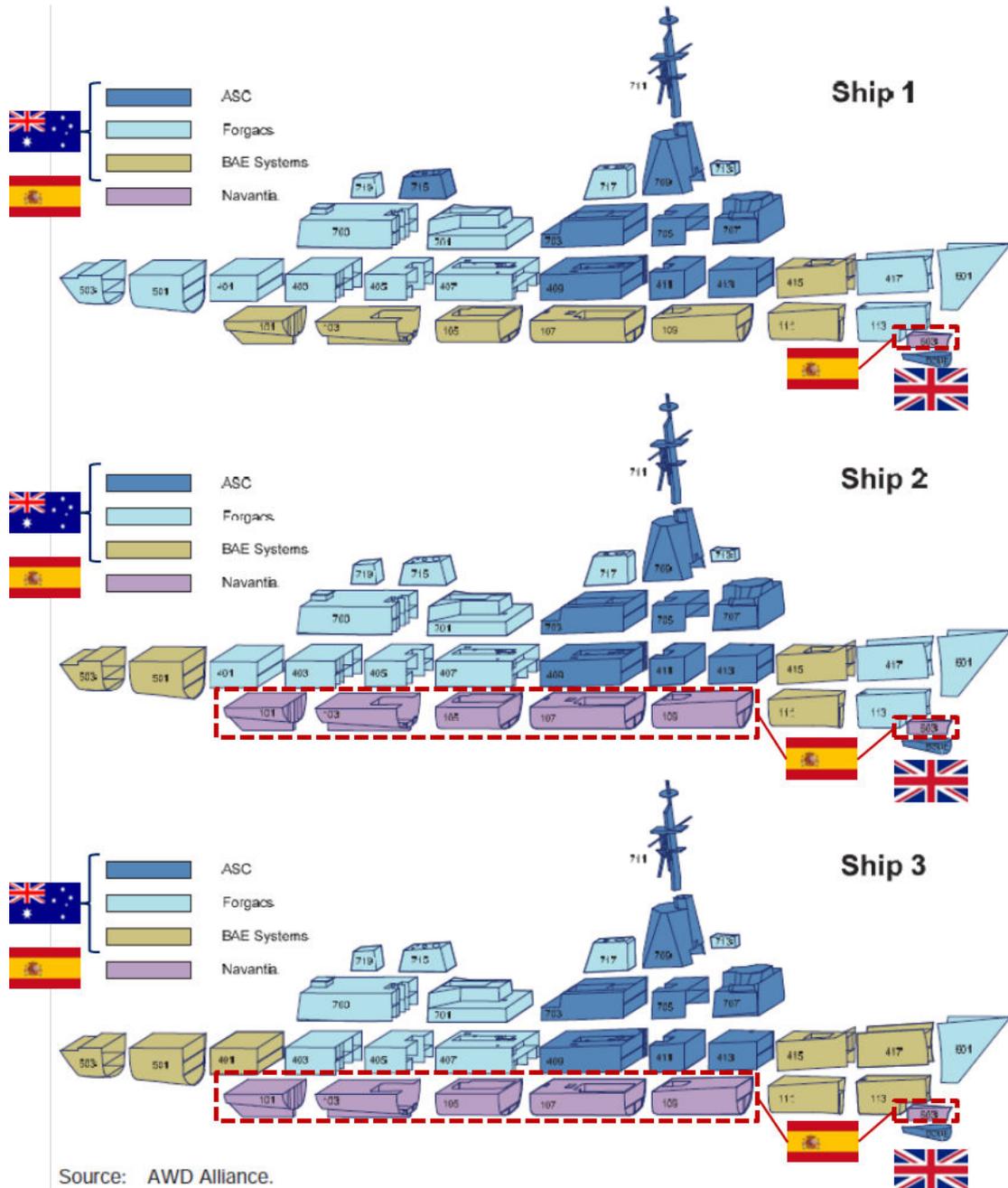
Source : ANAO (2014)

En outre, cette répartition varie entre les trois destroyers, ce qui illustre la faible standardisation des processus dans le secteur naval, notamment du fait de l'absence de longues séries. Plus qu'à une logique de production sérielle, on assiste à une logique de « prototypages » successifs à ceci près que les prototypes sont tous vendus et utilisés par le client. Cette réallocation des blocs en cours de programme et entre les navires renforce la différenciation des processus productifs entre chaque navire. Aussi est-il difficile de parler d'une seule chaîne de valeur : il y a bien des chaînes de valeur différentes si l'on considère les acteurs et les territoires qui participent à la réalisation des trois plateformes (cf. schéma ci-après).





Une répartition des blocs variable d'un destroyer à l'autre



Source: AWD Alliance.

Note: The ASC allocation includes the three mast blocks (Block 711), which ASC has subcontracted to MG Engineering, Adelaide.

Source : ANAO (2014)

La fragmentation de cette chaîne de valeur entre plusieurs acteurs nécessite de nombreuses prestations de services. Ainsi NAVANTIA a dû déployer une importante assistance technique et renforcer son équipe d'ingénierie locale en Australie avec 14





personnes supplémentaires.¹ Outre les services d'ingénierie de NAVANTIA, ASC a également recouru à GENERAL DYNAMICS, chantier naval américain, pour l'aider dans la planification et la structuration de la construction des destroyers.²

Un système de combat réparti entre de nombreux acteurs

Si la maîtrise d'œuvre globale du système de combat relève de la responsabilité de RAYTHEON Australia, une part importante du cœur du système de combat, le système AEGIS a été approvisionné en parallèle à l'*US Navy*, dans le cadre d'un partenariat avec les Etats-Unis qui se traduit par un contrat gouvernemental, *Foreign Military Sales* (FMS). L'*US Navy* ne développant pas l'intégralité de ce système AEGIS, c'est LOCKHEED MARTIN qui en réalise une part substantielle, avec ses propres fournisseurs et sous-traitants. Ce système AEGIS intègre des senseurs (radars, par exemple), des effecteurs (systèmes d'armes) et plusieurs systèmes de communications interfacés avec un système de gestion de combat (*Combat Management System, CMS*) qui permet à la fois de présenter une situation tactique globale (à partir des données des différents senseurs) et de mettre en œuvre les différents effecteurs, principalement les systèmes d'armes et de contre-mesures.³

Si ce système AEGIS acheté aux Etats-Unis constitue bien le cœur du système de combat, il n'en constitue pas l'intégralité car d'autres sous-systèmes ont été ajoutés pour répondre aux besoins du client. Ces systèmes concernent notamment le système de navigation, la défense anti-aérienne rapprochée et la suite sonar qui permet de renforcer la capacité de lutte anti-sous-marine des destroyers. Celle-ci est sous-traitée au Groupe d'origine britannique ULTRA ELECTRONICS. Pour interfacer ces différents sous-systèmes avec le système AEGIS, une interface tactique a dû être conçue et développée par RAYTHEON et KONGSBERG, industriel norvégien.

3. 3. 3. Une chaîne de valeur internationalisée

Outre l'importante fragmentation des tâches entre acteurs des différents systèmes et sous-systèmes du navire et à différentes phases du programme, la chaîne de valeur du programme de destroyers Hobart est également caractérisée par une forte internationalisation dans la mesure où les tâches constitutives de cette chaîne sont effectuées dans plusieurs pays différents.

¹ ANAO (2014), p. 199

² ANAO (2014), p. 84, 175, 252

³ ANAO (2014), pp. 65, 68, 235, 336





Quelle part de contenu local ?

Alors qu'un des objectifs du programme consistait à développer l'industrie locale, la Cour des Comptes australienne (ANAO) estimait que 52,3% des dépenses réalisées jusqu'en décembre 2013 avaient été effectuées en Australie, pour la phase 3 du programme qui correspond à la conception détaillée et à la construction des navires. Avec 1,635 milliard d'AUD dépensés localement sur un total de 3,129 milliards, l'objectif de 50% de contenu local semble pour l'instant atteint. L'analyse des dépenses par monnaie révèle que près de 49% des dépenses ont été effectuées en dollars australiens ce qui tend à confirmer la première estimation. Il convient néanmoins d'analyser ces chiffres avec prudence car ils ne concernent que les coûts directs. Or, compte tenu de la structure contractuelle et industrielle du programme, il est très probable qu'une part significative de ces dépenses locales soient destinées à des filiales australiennes de groupes internationaux et que seule une part limitée de ces dépenses se traduise réellement en valeur ajoutée sur le territoire australien. Les pays impliqués dans la conception et la réalisation des destroyers varient fortement, selon que l'on s'intéresse au système de combat ou à la plateforme.

Un système de combat plus américain qu'australien

Si les coûts directs relatifs aux contrats alloués à RAYTHEON Australia pour le système de combat sont probablement comptés parmi les contrats locaux, une part significative du système de combat est approvisionnée et sous-traitée à l'étranger : Etats-Unis, Royaume-Uni, Norvège, voire Canada.¹ RAYTHEON Australia n'employait fin 2013 que 354 personnes en Australie,² ce qui est certes significatif mais bien insuffisant pour concevoir, développer et intégrer un système de combat complet ainsi que l'ensemble de ses équipements. De plus, RAYTHEON sous-traite 476 millions d'AUD dont 80 millions seulement, soit 17%, seraient attribués à des entités australiennes.³ La valeur ajoutée créée en Australie sur le système de combat est donc probablement limitée comparée à celle générée à l'étranger pour les sonars d'ULTRA ELECTRONICS (Royaume-Uni et Canada), l'interface tactique de KONGSBERG (Norvège) et par les équipements conçus et réalisés par RAYTHEON aux Etats-Unis. Ces dépenses locales doivent également être

¹ ANAO (2014), p. 65

² "The workforce recruitment target for RAYTHEON Australia was set at 230 in the 2008 plan. This target was met, with numbers peaking at 464 in December 2012. As at 30 October 2013, the RAYTHEON Australia workforce consisted of 354 personnel." ANAO (2014), p. 93

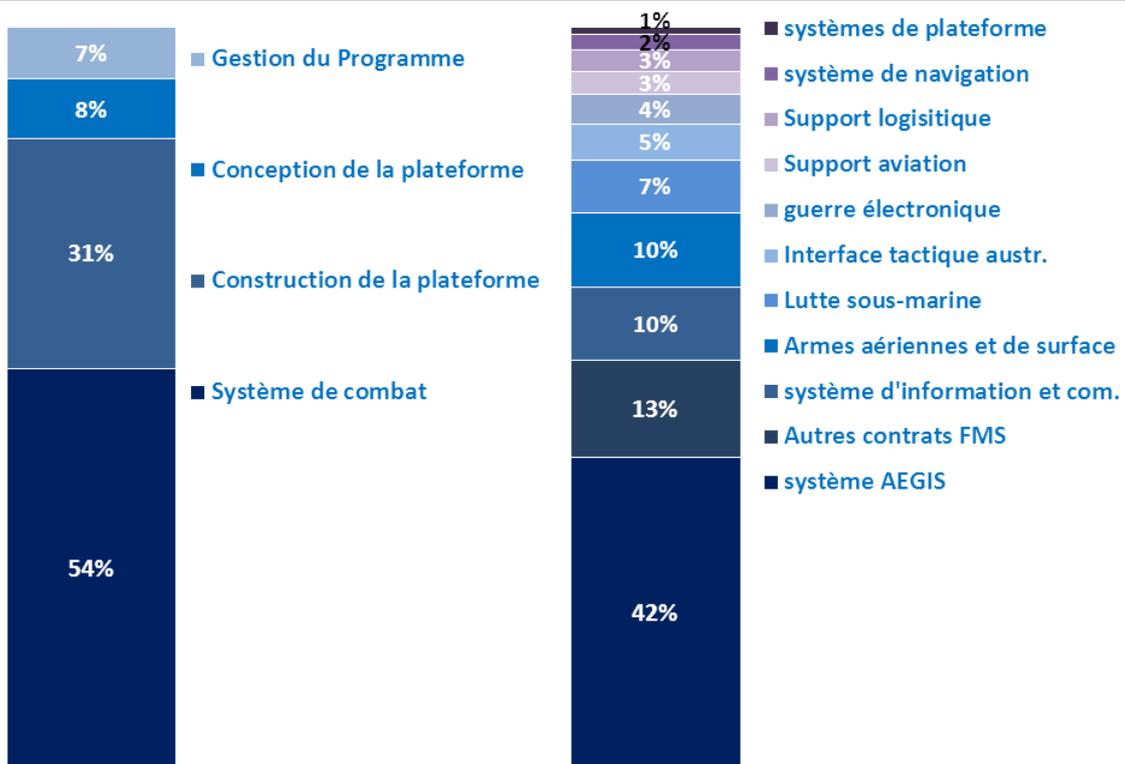
³ "February 2013 RAYTHEON data indicated that it had 22 subcontracts to a value of \$476 million (December 2006 prices). While six of these contracts, to a value of \$80 million (17 per cent), were with Australian firms or subsidiaries, no exact figure was available for Australian industry content." ANAO (2014), p.91





comparées au 1,2 milliard d'AUD consacré au système AEGIS directement acheté aux Etats-Unis et qui créent probablement fort peu de valeur ajoutée en Australie. D'autres sources publiques indiquent que le système de combat représente 54% des coûts du programme AWD et également que le système AEGIS ainsi que les autres *Foreign Military Sales* constituent respectivement 42% et 13% du système de combat. Ainsi, ces contrats passés au gouvernement américain représentent à eux seuls 30% des coûts du programme, hors équipements approvisionnés par RAYTHEON lui-même (cf. graphiques ci-dessous).¹

Répartition des coûts du programme et focus sur le système de combat



Source : auteur, d'après COMMONWEALTH OF AUSTRALIA – Department of Defense – DMO (2013)

— Une plateforme “made in the world”

A défaut d'une analyse exhaustive de la chaîne de valeur et des montants de valeur ajoutée associés à chaque acteur et chaque territoire, plusieurs données publiques révèlent une importante internationalisation de la chaîne de valeur au vu de la répartition des activités entre pays. Cette internationalisation s'observe à travers le rôle important du chantier naval espagnol NAVANTIA à la fois comme concepteur de la plateforme et fabricant de blocs. Le

¹ COMMONWEALTH OF AUSTRALIA – Department of Defense – DMO (2013), p. 16-17.





contrat attribué pour le design et les amendements qui s'y sont ajoutés représentaient en juillet 2013 un montant de 411,9 millions d'AUD (2006), en juillet 2013¹. Concernant la fabrication des blocs, l'objectif de 70%² des blocs réalisés par des chantiers navals australiens autre qu'ASC n'a pas été atteint et NAVANTIA réalise 13 des 93 blocs du programme soit 14% de la plateforme.³ Tout comme la conception du navire, la réalisation de ces blocs est essentiellement réalisée en Espagne, dans les chantiers de NAVANTIA. Un bloc situé à l'avant des destroyers (bulbe sonar) est cependant confié à TODS au Royaume-Uni. Outre ces réalisations industrielles, le chantier d'intégration des blocs, ASC bénéficie également de prestations de services de la part d'acteurs étrangers : NAVANTIA et GENERAL DYNAMICS. Ainsi, sur les 1 195 millions d'AUD de contrats de sous-traitance attribués par ASC à ses fournisseurs et sous-traitants, 617 millions, soit 52%, profitent à des entités australiennes.⁴ Ce montant est finalement plutôt faible puisqu'ASC sous-traite en Australie plus de 80% des blocs qu'il ne réalise pas lui-même.⁵ Par conséquent, ASC doit réaliser de nombreux approvisionnements à l'étranger en dehors des blocs fabriqués en Espagne. Outre les prestations techniques de NAVANTIA et GENERAL DYNAMICS qui ont déjà été évoquées, on peut penser aux équipements du système énergie propulsion : turbine à gaz GENERAL ELECTRIC (LM 2500), moteurs diesels CATERPILLAR, par exemple. Ainsi, même si une part importante de la coque et de la structure des plateformes est confectionnée, pré-armée et assemblée en Australie (80 blocs sur 93), une part significative de la valeur ajoutée est réalisée à l'étranger : Espagne (conception de l'ensemble de la plateforme et réalisation de blocs), Etats-Unis, (services, équipements), et plus marginalement, Royaume-Uni (dôme sonar).

¹ ANAO (2014) page 141.

² Soit 65 blocs sur 93 : chacun des trois destroyers se composant de 31 blocs.

³ ANAO (2014) page 93.

⁴ ANAO (2014) page 91.

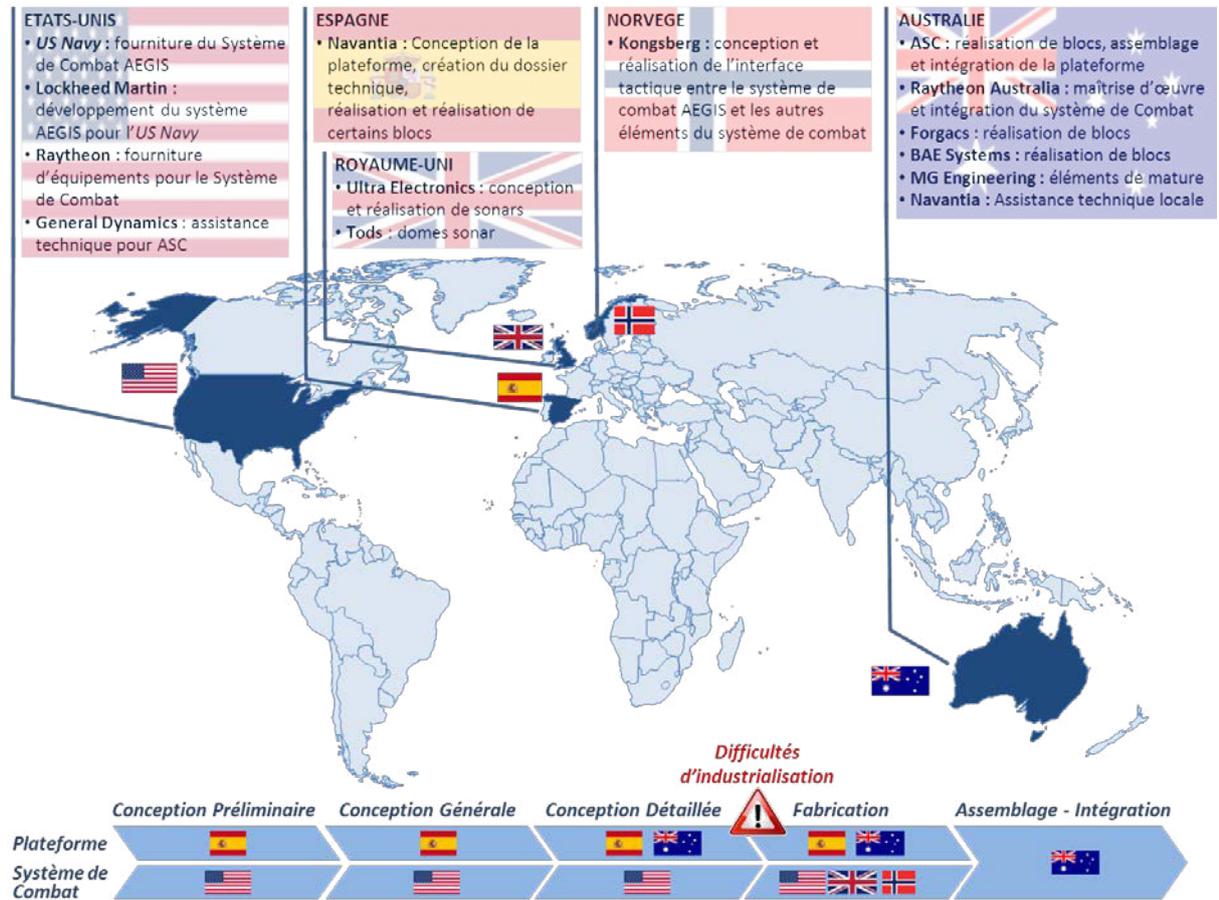
⁵ Sur 71 blocs sous-traités par ASC, 58 le sont en Australie : 37 blocs à FORGACS, 18 à BAE Systems et 3 à MG Engineering.





Internationalisation de la chaîne de valeur des destroyers anti-aériens Hobart

		Conception générale	Conception détaillée	Réalisation Intégration
Programme AWD	Maître d'œuvre d'ensemble	Alliance AWD (DMO, ASC, Raytheon)	Alliance AWD (DMO, ASC, Raytheon)	Alliance AWD (DMO, ASC, Raytheon)
	Plateforme	Navantia	Navantia	Navantia ASC, FORGACS BAE SYSTEMS
	Équipements Plateforme			
	Système de Combat	Raytheon	Raytheon	Raytheon
	Combat Manag ^t System (CMS)	LOCKHEED MARTIN KONGSBERG	LOCKHEED MARTIN KONGSBERG	LOCKHEED MARTIN KONGSBERG
	Équipements Syst. de Combat	Raytheon EuroTorp	Raytheon EuroTorp	Raytheon EuroTorp
Légende		Activités principalement réalisées aux Etats-Unis Activités principalement réalisées en Australie Activités principalement réalisées en Espagne Autres		



Source : reconstitution de l'auteur à partir de sources ouvertes





Une internationalisation de la chaîne de valeur qui génère des besoins en prestations de services.

Plusieurs travaux sur l'internationalisation des chaînes de valeurs soulignent l'importance croissante des services générés par la division internationale des processus productifs (KOMMERSKOLLEGIUM, National Board of Trade, 2012 et 2013) Cette tendance s'explique à la fois par la segmentation des activités et leur externalisation qui les rendent plus facilement identifiables par rapport aux activités industrielles, mais aussi par les besoins nouveaux engendrés par l'internationalisation des chaînes de valeur : flux de transports accrus, assurances, services financiers (échanges de devises, couverture au risque de change), conseil (complexification des régimes juridiques, fiscaux, accompagnement dans la recherche et la conclusion de partenariats).

Dans le cas présent, cette forte part des services est aisément observable. Comme mentionné précédemment, le chantier australien ASC recourt à l'assistance du chantier Américain GENERAL DYNAMICS afin de planifier, organiser et piloter le chantier d'assemblage et d'intégration des trois destroyers. S'ajoutent également les services de NAVANTIA qui sont de plusieurs natures :

- services d'ingénierie au titre de la vente du design (contrat de 410 millions AUD) : ces services n'auraient sans doute pas été identifiés comme tels si les navires avaient été conçus, fabriqués et intégrés au sein du chantier espagnol.
- services d'assistance technique, à travers l'équipe déployée par NAVANTIA en Australie pour faciliter la reprise et la validation des plans de conception détaillée. L'importance de ces services semble avoir été largement sous-estimée par les membres de l'Alliance au début du programme :¹ les retours d'expériences révèlent en effet la difficulté d'une segmentation de la chaîne de valeur entre conception et réalisation lorsque les pratiques et cultures techniques et industrielles ne sont pas standardisées. Cet enjeu de la « sécabilité » des chaînes de valeur est approfondi ultérieurement (partie 4).

¹ “ The Alliance formed the view that the design-to-production process could operate effectively without Navantia providing extensive Lead Yard Services , including planning and production support intended to ensure, as far as is reasonably practicable, that the lessons from the initial build are transferred to the follow-on build yard. In light of the problems that have occurred in transferring the design to Australia, ASC informed the ANAO that there was an expectation that production issues commonly captured in 'as built' drawings would have been fed back into the design by Navantia because this is standard shipyard practice. For its part, Navantia noted that some aspects of the design-to-production process adopted for the DDGs were not well aligned with its standard approach for the design.” ANAO (2014), p. 41-42.

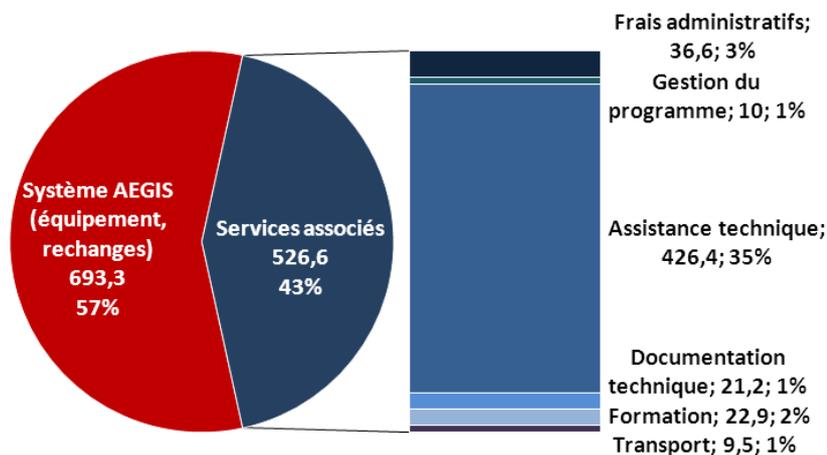




- Services informatiques¹ : pour faciliter la compréhension des plans livrés en 2-D, NAVANTIA a vendu à l'Alliance son modèle 3-D de CAD (*Computer Aided design*).

Par ailleurs, l'ensemble des flux internationaux de composants, équipements systèmes voire blocs de coque (pour ceux réalisés par NAVANTIA) ont très certainement générés d'importants coûts de transport. Si aucune donnée globale n'est disponible, on sait néanmoins que les frais de transports relatifs à la livraison du système américain AEGIS s'élèvent à 9,5 millions de USD soit moins de 1% des coûts du système. Cela étant, les activités de services représentent près de la moitié des coûts d'acquisition du système AEGIS (43%); frais administratifs, gestion du programme, assistance technique, documentation technique, formation, transports.

Répartition des coûts du système AEGIS en Millions de USD



Source : auteur, d'après ANAO (2014), p. 236

Alors que la partie 2 a démontré l'existence de programmes navals très peu internationalisés (ou faiblement) et le maintien d'une forte autonomie industrielle, les études de cas de cette troisième partie montrent au contraire une forte internationalisation des chaînes de valeur. Par plusieurs aspects cette internationalisation des chaînes de valeur de programmes de défense semble se rapprocher de ce que l'on observe dans le civil (cf. partie 1) à travers :

- une fragmentation accrue des tâches de la chaîne de valeur : entre conception générale et détaillée, entre conception et réalisation ;

¹ "In 2010 and 2013 the AWD Alliance purchased a basic version of Navantia's 3-D CAD model of the ship as an aid to visualising identified clashes and defects in the Platform System Design. The CAD model is used by the AWD Alliance's planning and production teams to clarify production queries and issues (often within a four to six-hour period), and if possible to reduce the number of queries raised with Navantia" ANAO (2014), p. 199





- une dispersion géographique des tâches entre plusieurs pays (cf. études de cas sur les sous-marins Scorpène Inde et les destroyers australiens) ;
- une part accrue des activités de services : assistance technique, formation, logistique, etc. ;
- l'importance du commerce intra-firme : notamment avec les exemples de filiales implantées par NAVAL GROUP Inde et par NAVANTIA et RAYTHEON en Australie.

Ainsi, ces éléments tendent à étayer le l'idée d'une forme de « banalisation » de l'industrie de défense par rapport à l'industrie civile de par ses formes d'internationalisation.

Toutefois nous avons également montré que cette internationalisation de la chaîne de valeur est principalement motivée par les exigences des clients en matière de compensations (*offsets*). Par conséquent, ce n'est pas une libéralisation accrue des échanges ou la moindre intervention des Etats qui permettent ici l'internationalisation des chaînes de valeur de matériels de guerre. Au contraire, c'est l'intervention des Etats à travers leurs politiques d'acquisition qui génèrent ici l'internationalisation des chaînes de valeur.

A ce stade, il semble donc que la « banalisation » de l'industrie défense concerne davantage les formes et processus d'internationalisation de la chaîne de valeur que leurs causes qui restent quant à elles, très spécifiques et distinctives.

Pour affiner ces premières conclusions, il est nécessaire de ne pas se limiter à l'influence des politiques publiques d'acquisition et de considérer également le rôle des dynamiques technologiques et stratégies d'entreprise. Nous avons en effet souligné dès l'introduction et la première partie l'importance des stratégies d'internationalisation et des évolutions technologiques en matière d'internationalisation des chaînes de valeur.

Les observations de cette troisième partie relatives au rôle du commerce intra-firme et à la difficulté de segmenter certaines tâches (cf. problèmes rencontrés au niveau de l'interface entre les chantiers australiens et le concepteur espagnol NAVANTIA) confirment l'intérêt de s'intéresser davantage aux dynamiques technologiques et industrielles qui peuvent expliquer l'internationalisation des chaînes de valeur du naval de défense.







4. DES DYNAMIQUES TECHNOLOGIQUES ET INDUSTRIELLES QUI ACCROISSENT L'INTERNATIONALISATION DES CHAINES DE VALEUR

« La prise en compte de la menace cyber et de ses évolutions est d'autant plus complexe qu'elle ne peut se limiter au périmètre de la défense, en raison de l'enchevêtrement des enjeux et de l'imbrication des acteurs publics comme privés.

[...]

La préservation de la capacité de la France à agir de manière souveraine dans le cyberspace repose sur la maîtrise des technologies, des équipements, des services et des données et de leur traitement, tant sur les aspects industriels que réglementaires. Elle nécessite notamment de s'appuyer sur une base d'acteurs industriels de confiance, qu'il faut préserver et même développer, capables de produire des briques technologiques de qualité et de concevoir des systèmes complexes, intégrant des briques non nationales avec des partenaires de confiance. »

Revue Stratégique de défense et de sécurité nationale, 2017

Les parties 2 et 3 ont permis de quantifier et caractériser l'internationalisation des chaînes de valeur de l'industrie de défense en insistant tout particulièrement sur le rôle structurant des clients (Etats) : ambitions d'autonomie stratégique et industrielle, exigences de contenu local, de transfert de technologies.

Cependant, les travaux évoqués en partie 1 ont montré la nécessité de prendre en compte les dynamiques technologiques et industrielles : stratégies d'internationalisation des groupes, influence de l'architecture des produits sur l'organisation de la chaîne de valeur et son internationalisation.

Cette dernière partie vise donc à approfondir ces dynamiques technologiques et industrielles et leur influence sur l'internationalisation des chaînes de valeur de l'industrie de défense.





4. 1. DES STRATEGIES D'ENTREPRISE QUI INFLUENCENT L'INTERNATIONALISATION DES CHAINES DE VALEUR

Face au faible dynamisme des budgets de défense nationaux (cf. introduction), de nombreuses firmes cherchent des relais de croissance à l'international. Si les exportations de matériels conçus et réalisés sur la base industrielle et technologique d'origine restent possibles, ces contrats export s'accompagnent de plus en plus de compensations (cf. partie 3). Pour satisfaire les nouvelles attentes des clients tout en captant durablement des parts de marchés, de nombreuses entreprises cherchent à s'implanter au plus près du marché. Les stratégies d'internationalisation mises en œuvre par les entreprises poursuivent plusieurs objectifs :

- *Commerciaux* : capter des contrats (programmes de construction neuve, services, maintien en condition opérationnelle) à court et long termes, même lorsque l'industrie locale sera devenue plus autonome, en se positionnant durablement comme un acteur de cette BITD.
- *Financiers* : optimiser les flux internationaux et structurer les activités internationales en fonction des régimes fiscaux, réduire l'exposition aux variations de taux de change, maîtriser des risques opérationnels liés aux activités réalisées localement (gestion des provisions et marges), capter des financements locaux pour la R&D afin de stimuler l'innovation.
- *Industriels* : répondre aux exigences de contenu local en générant une part de l'activité à l'étranger mais tout en la conservant au sein de l'entreprise (IDE) ou en pilotant une chaîne d'approvisionnement globale via l'ouverture du panel de fournisseurs à des acteurs locaux.
- *Juridiques* : valoriser et protéger la propriété intellectuelle afin de maîtriser les transferts de technologies.

4. 1. 1. BAE SYSTEMS : un groupe multidomestique

Un Groupe de défense diversifié et très internationalisé

BAE SYSTEMS fait partie des plus grands groupes mondiaux de la défense, en termes de chiffre d'affaires. En 2016, il se classait troisième, derrière LOCKHEED MARTIN et BOEING. Ce groupe originaire du Royaume-Uni s'est principalement focalisé sur les marchés de défense. Certains produits (systèmes avioniques, solution de cybersécurité) sont toutefois vendus sur des marchés civils.

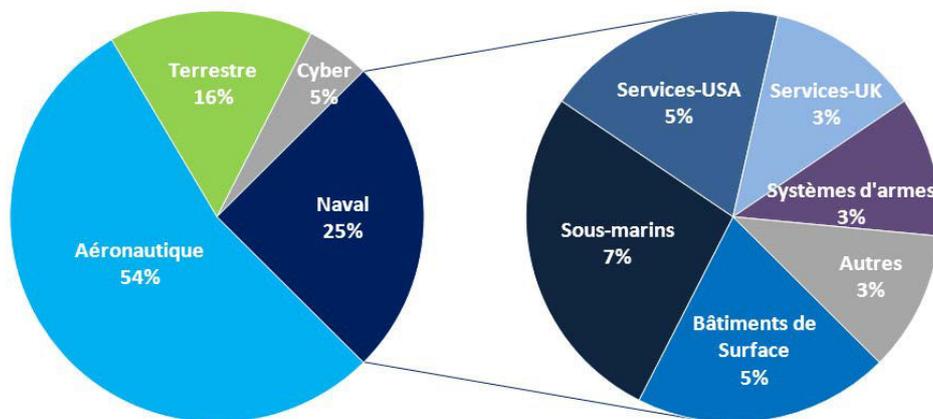
Les activités défense de BAE SYSTEMS couvrent un grand nombre de domaines :





- *Aéronautique* avec la conception, la réalisation et l'entretien d'avions de combat (Typhoon, F-35), le développement de drones, et de systèmes électroniques embarqués ;
- *Terrestre* : véhicules de combat, amphibie, systèmes d'artillerie ;
- *Missiles et munitions* : participation dans MBDA, munitions ;
- *Cyber* à travers des systèmes d'information sécurisés, systèmes d'analyse des menaces et de protection des réseaux d'information ;
- *Naval* : conception, réalisation et maintenance de bâtiments de surface, conception et réalisation de sous-marins nucléaires, systèmes de combat et équipements associés.

Répartition du chiffre d'affaires de BAE SYSTEMS par domaines d'activités en 2016



Source : d'après le rapport annuel 2016 de BAE SYSTEMS

Dans le secteur naval militaire, BAE SYSTEMS s'est d'abord positionné comme pivot de la consolidation de la filière navale britannique avec le rachat de GEC MARCONI en 1999 qui avait déjà repris de plusieurs chantiers (YARROW SHIPBUILDERS, VICKERS SHIPBUILDING, KVAERNER GOVAN), et le rachat partiel puis complet de BVT SURFACE FLEET en 2008-2009. En 2016, les activités navales constituaient 35% du chiffre d'affaires du groupe au Royaume-Uni (BAE SYSTEMS, 2016). L'entreprise est surtout présente sur la conception et la réalisation de bâtiments de surface (porte-avions, destroyers, frégates, corvettes, patrouilleurs hauturiers) et de sous-marins nucléaires (SNA, SNLE). Son activité de MCO concerne plus particulièrement les bâtiments de surface. Alors que le portefeuille de systèmes et équipements est limité dans le domaine des plateformes navales, il est beaucoup plus étendu dans le domaine des systèmes de combat : systèmes de direction de combat (CMS), radar, systèmes de communication, lanceurs, missiles, artillerie navale, torpilles, leurres, systèmes de guerre électronique, etc.

Ainsi, BAE SYSTEMS est présent sur de nombreux programmes majeurs : achèvement des porte-avions *Queen Elizabeth* et *Prince of Wales*, réalisation des derniers SNA *Astute*,

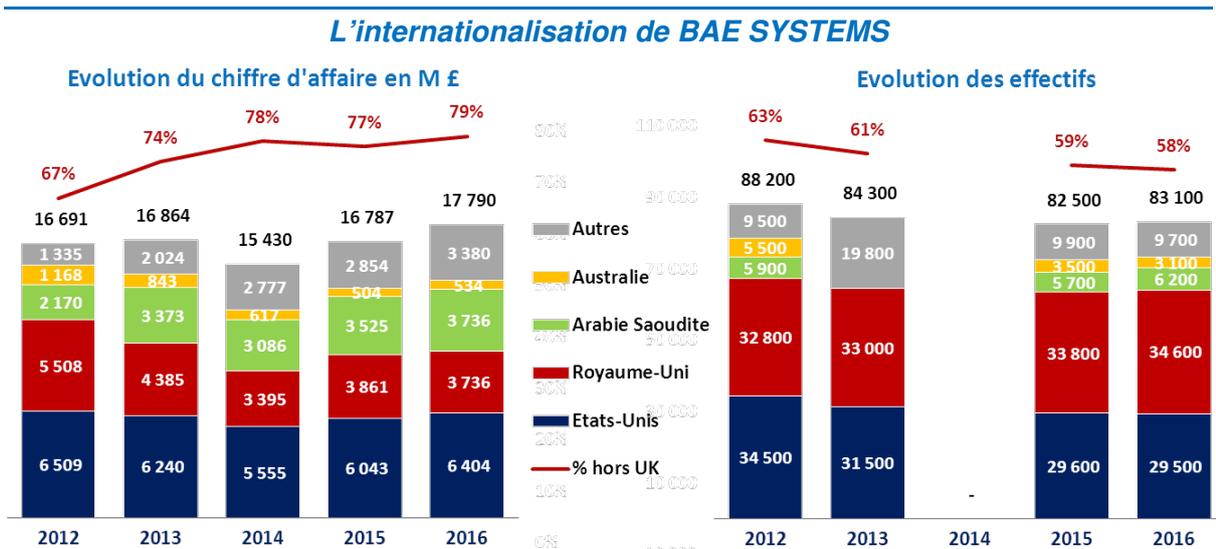




développement et réalisation des SNLE *Dreadnought*, conception des frégates T26 puis T31. Champion de la filière navale de défense britannique, BAE SYSTEMS ne s'est pas limité à son marché domestique et s'est fortement développé à l'international.

✈ Une stratégie d'internationalisation fondée sur les « Home Countries »

L'internationalisation du groupe s'illustre très bien par les chiffres. En 2012 déjà, les deux tiers du chiffre d'affaires de BAE SYSTEMS étaient captés auprès de clients hors du Royaume-Uni. Cette proportion atteint près de 80% en 2016 (cf. graphique ci-dessous). L'importance du chiffre d'affaires international ne suffit pas à qualifier cette internationalisation car il pourrait très bien relever d'un mécanisme classique d'exportations de biens et services conçus et réalisés au Royaume-Uni. L'analyse de la répartition géographique des effectifs du groupe révèle qu'environ 60% des collaborateurs se trouvent hors du Royaume-Uni (cf. graphique ci-dessous). Si la proportion des effectifs à l'international tend à diminuer légèrement, il est intéressant de noter que l'internationalisation de BAE SYSTEMS ne se traduit pas par une diminution des effectifs localisés au Royaume-Uni, mais par leur augmentation. Le décalage entre la part du chiffre d'affaires réalisé à l'international (~80%) et la part des effectifs à l'international (~60%) s'explique probablement en partie par l'importance de l'Arabie Saoudite qui représente ~20% du chiffre d'affaires mais seulement 7% des effectifs. On peut penser que l'activité internationale stimule en partie l'activité domestique au Royaume-Uni.



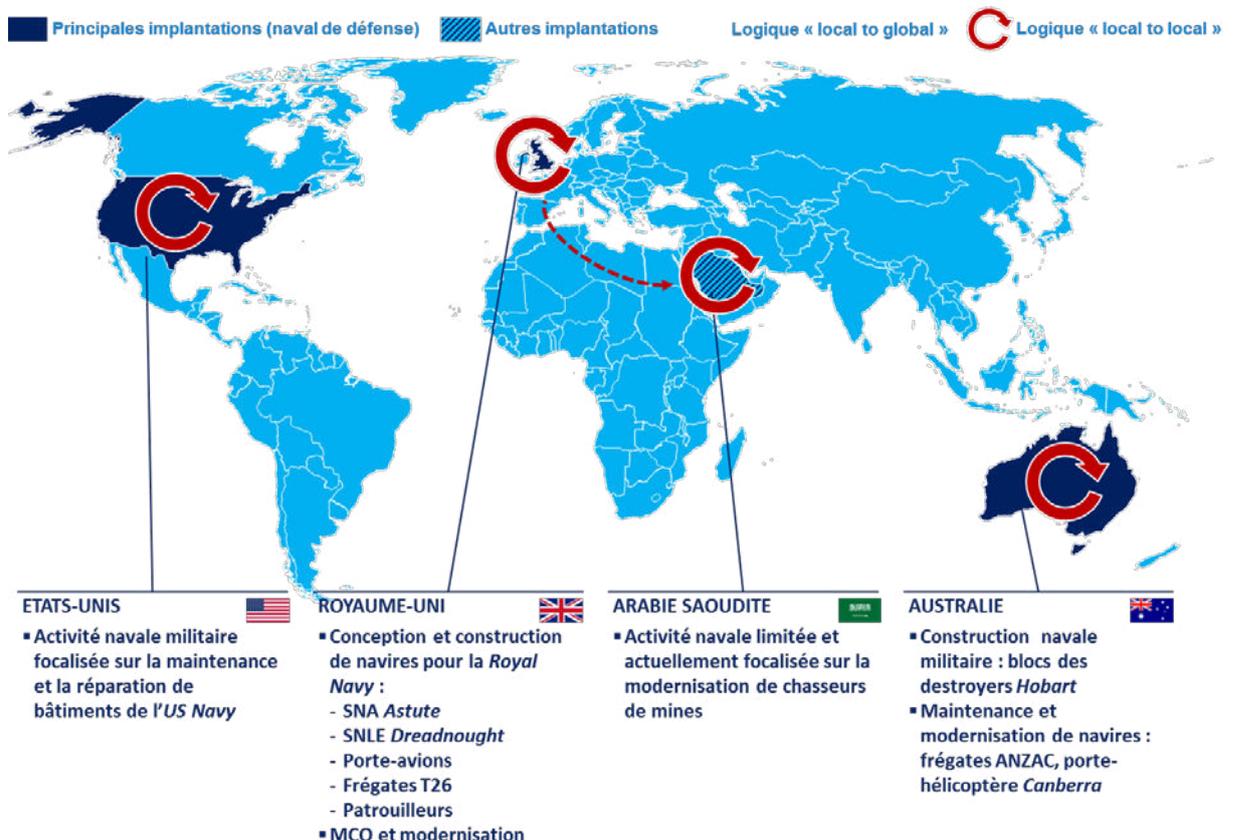
Cette internationalisation est le résultat d'une stratégie fondée sur l'implantation du groupe dans les quelques « Home Markets » : Royaume-Uni, Etats-Unis, Australie, Arabie Saoudite, Inde. Les activités navales du groupe sont importantes au Royaume-Uni, aux





Etats-Unis et dans une moindre mesure en Australie (réalisation de blocs pour les trois destroyers anti-aériens *Hobart*, MCO de deux porte-hélicoptères *Canberra*, MCO et modernisation de cinq frégates ANZAC). Ces activités sont limitées en Arabie Saoudite (modernisation de chasseurs de mines) et aucune activité navale n'est identifiée en Inde. Le naval représente 42% du chiffre d'affaires de BAE SYSTEMS aux Etats-Unis où le groupe s'est hissé parmi les dix premiers fournisseurs du Pentagone. L'activité de maintenance, réparation, modernisation et conversion de bâtiments de surface pour l'*US Navy* constitue à elle seule 31% du chiffre d'affaires local du groupe (BAE SYSTEMS, 2016). Cette activité comprend une part d'activités civiles.

L'internationalisation de BAE SYSTEMS dans le naval de défense



Source : travaux de l'auteur à partir d'articles de presse et rapports d'activités de BAE SYSTEMS

Après plusieurs déboires à l'export (navires refusés par les clients) à la fin des années 2000, BAE SYSTEMS a délaissé l'exportation de navires réalisés au Royaume-Uni, mais a poursuivi sa stratégie d'internationalisation multidomestique. En ciblant des pays matures où la demande est importante (Etats-Unis, Arabie Saoudite, Australie), le groupe cherche à capter durablement des parts de marché locales. L'implantation aux Etats-Unis peut également offrir un relais pour les exportations en bénéficiant de contrats FMS (*Foreign*





Military Sales). Observée dans le cas d'exportations d'avions vers l'Inde, cette logique ne semble pas encore s'être concrétisée dans le naval.

La stratégie multidomestique correspond bien à des marchés de défense et des pays recherchant une forte autonomie stratégique (Royaume-Uni, Etats-Unis). Elle est aussi particulièrement adaptée aux activités de services qui nécessitent une forte proximité avec le client, voire une co-localisation (cf. Etats-Unis, Arabie Saoudite, Australie).

Cependant, cette stratégie multidomestique limite les synergies entre entités internationales. Il semble y avoir peu d'échanges intragroupe ce qui montre que l'internationalisation d'une entreprise par des investissements locaux (IDE) ne se traduit pas toujours par une internationalisation poussée de la chaîne de valeur. De plus, l'approche multidomestique tend à rendre chaque implantation très dépendante de son propre marché domestique (d'où l'importance du choix des pays ciblés). Aussi n'est-ce peut-être pas un hasard si BAE SYSTEMS tente de développer de nouveaux produits plus adaptés au besoin des marchés export : frégates T26 et surtout T31. L'acquisition éventuelle de frégates T26 par l'Australie (programme SEA 5000) ouvre également la voie à un programme en coopération avec le Royaume-Uni qui pourrait accroître l'internationalisation de la chaîne de valeur de ces frégates.





 **Un groupe multidomestique**

		Firme multidomestique	Illustration BAE Systems
environnement marché	périmètre du marché, et concurrence	national(e)	implantation sur des marchés à forte ambition industrielle nationale : Royaume-Unis, Etats-Unis, Australie
	spécificité des produits selon les pays	forte : offre locale spécifique	forte : construction de navires fortement armés, services
	spécificité des modes de consommation	forte : marketing adapté localement	exigences de production locale
	importance de la réactivité locale	élevée	importante : activités de services (Etats-Unis, Arabie Saoudite, Australie)
stratégie et organisation	stratégie du groupe	différenciation par l'adaptation aux spécificités locales	implantation en tant qu'acteur local, surtout par rachat d'entités locales existantes (cf. Etats-Unis, Australie)
	structure organisationnelle	décentralisée, entités autonomes	forte autonomie locale (exigence de contrôle américain sur les actifs stratégiques)
	échanges intragroupes (produits, personnes, informations)	limités	visiblement très réduits
	intérêt de moyens de R&D et production proche du client	oui, pour renforcer l'adaptation des produits, la réactivité	variable selon l'activité (limité pour le chantier australien ou les services aux Etats-Unis)
	spécialisation des entités	limitée, importantes duplications	duplication de chantiers (Royaume-Uni, Australie, Etats-Unis)
	part de VA produite sur le marché local	élevée	pas de données quantitatives mais navires réalisés/entretenus localement
	coordination des processus productifs	entités nationales indépendantes	implication des autres entités étrangères visiblement limitée
économies d'échelle	faibles	production et maintenance limitées à quelques unités	

Ainsi, BAE SYSTEMS correspond bien au modèle de groupe multidomestique. S'il réalise la majorité de son chiffre d'affaires et emploie la majorité de ses collaborateurs hors du Royaume Uni, les échanges et interdépendances intra-groupe semblent très limités. Cet exemple montre que l'internationalisation d'un groupe ne génère pas nécessairement une forte internationalisation du commerce intra-groupe.

Le cas du groupe DAMEN est lui très différent.





4. 1. 2. DAMEN : un groupe transnational

Un chantier naval civil et militaire

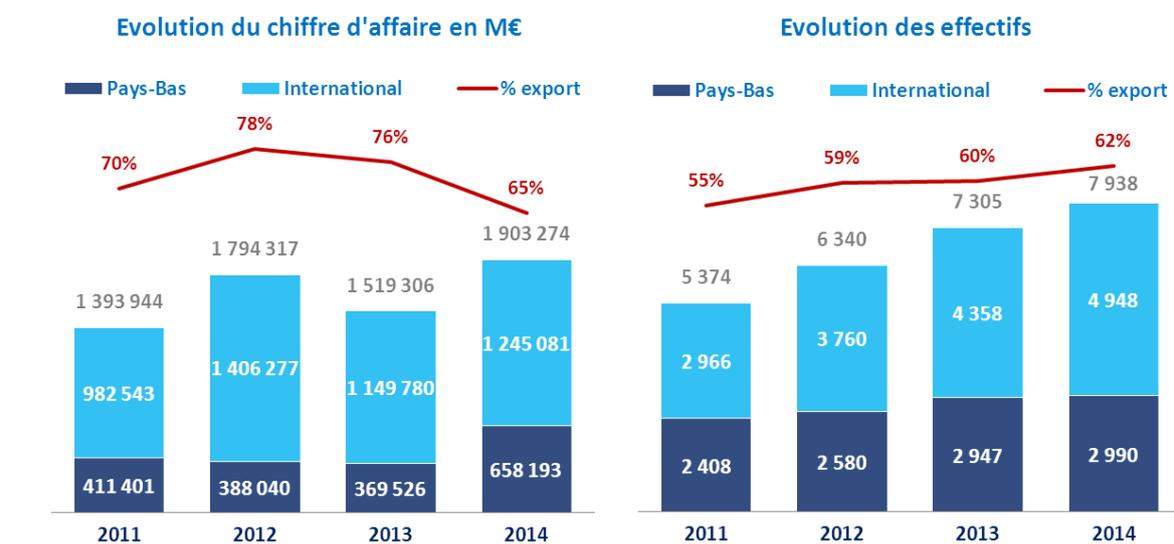
DAMEN SHIPYARDS GROUP est un groupe familial néerlandais originellement spécialisé dans la construction de navires civils : remorqueurs, patrouilleurs *offshore* (y.c. pour les parcs éoliens), bateaux de pêche, fret, transports publics, dragage, pontons, barges, etc. Le groupe familial s'est ensuite développé dans le naval militaire avec le rachat de ROYAL SCHELDE en 2000.

Dans le naval de défense, DAMEN se focalise essentiellement sur la plateforme et les systèmes de combat sont le plus souvent conçus, réalisés et intégrés par THALES NAVAL NEDERLAND. Outre son activité d'ingénierie et de chantier naval, DAMEN dispose également d'une activité équipementière (équipements de l'appareil propulsif, réducteurs, composants mécaniques, ancres, chaînes, etc.). Le groupe se développe aussi dans le domaine des services et de la maintenance. Absent du marché des sous-marins, DAMEN dispose en revanche d'un large portefeuille de bâtiments de surface : intercepteurs, patrouilleurs rapides, patrouilleurs hauturiers, corvettes, frégates, bâtiments logistiques, amphibies et de soutien. Si le groupe a déjà réalisé des navires fortement armés pour la marine néerlandaise (Frégates *De Zeven Provinciën*), il exporte principalement des corvettes et des navires faiblement armés (patrouilleurs, intercepteurs, bâtiments de débarquement) dont les normes de conception et de réalisation se rapprochent davantage de son cœur de métier historique dans la construction navale civile.





L'internationalisation de DAMEN



Source : travaux de l'auteur à partir des rapports annuels consolidés

Originaire des Pays-Bas, le groupe s'est fortement développé à l'international. Cette internationalisation se traduit certes dans le chiffre d'affaires du groupe réalisé à plus des deux tiers auprès de clients étrangers, mais surtout par la localisation de l'activité avec plus de 60% des effectifs à l'international (cf. ci-dessous).

De très nombreuses implantations internationales

Avec une trentaine de chantiers installés dans plus de 15 pays, et une large majorité de ses effectifs situés hors des Pays-Bas, DAMEN est un groupe très internationalisé. Ces implantations relèvent soit de filiales à 100%, soit de co-entreprises (*Joint Ventures*) comme à Cuba, au Qatar, aux Emirats Arabes Unis. Le groupe se déploie aussi à travers des partenariats non-capitalistiques, notamment au Brésil et en Indonésie. Les investissements à l'étranger donnent lieu au rachat d'entreprises locales déjà existantes (comme SOBRENA et ARNO en France) ainsi qu'à la création de JV *Greenfield* (ex : Sharjah aux Emirats arabes Unis et Haiphong au Vietnam). DAMEN recourt également à des dispositifs de licences pour accroître ses ventes (DAMEN, 3 décembre 2015). Ainsi le groupe a licencié six partenaires américains afin de pouvoir produire localement, non seulement pour le marché américain mais aussi pour bénéficier du mécanisme des *Foreign Military Sales* (cf. partie 3.1.2).





Internationalisation de DAMEN dans le naval de défense



Source : travaux de l'auteur à partir d'articles de presse, de rapports d'activités et du site internet du groupe DAMEN

— Une stratégie d'internationalisation transnationale

La stratégie d'internationalisation de DAMEN se distingue par l'importance du commerce intra-firme et la forte spécialisation des sites :

- ingénierie et conception principalement localisées sur la base domestique historique au Pays-Bas ;
- réalisation de coques dans les pays à main d'œuvre bon marché : aussi bien en Europe (Roumanie) qu'en Asie (Vietnam) ;
- assemblage et intégration de navires dans les chantiers étrangers (Cuba, Golfe, Asie), sur la base de *designs* et kits conçus et préparés au Pays-Bas ainsi qu'avec l'assistance technique de DAMEN ;
- activités équipementières aux Pays-Bas, en Pologne et en Chine ;
- spécialisation dans les navires en composites à Antalya en Turquie ;
- maintenance de navires spécialisés (transport de gaz) en France.





Ce modèle d'internationalisation très différent de celui de BAE SYSTEMS se traduit par un important commerce intra-groupe et donc de nombreux flux internationaux. En effet, les sites implantés à l'international n'ont pas uniquement vocation à satisfaire les besoins de leur marché local (logique « local to local ») et sont également mobilisés pour réaliser des programmes à destination de pays tiers (logique « local to global »). Il en résulte une importante internationalisation des chaînes de valeur dont témoignent plusieurs exemples :

- réalisation de la coque de *Joint Support Ship* Karel Doorman à Galati, en Roumanie, avant armement final, intégration et essais aux Pays-Bas puis livraison à la marine néerlandaise ;
- réalisation en Roumanie de coques de navires destinés à Abu Dhabi et intégrés localement par Abu Dhabi Shipbuilding ;
- réalisation au Vietnam de navires destinés aux Bahamas (RoRo 5612), au Venezuela (Stan Patrol 5009, Stan Lander 5612) et à l'Australie (navire de formation) ;
- réalisation à Cuba de navires destinés à la marine vénézuélienne (Stan Lander 5612) ;
- maintien en condition opérationnelle à Brest de patrouilleurs et corvettes préalablement vendues par DAMEN à la marine marocaine.¹

Sur la base des recherches et de la typologie d'A. W. HARZING (cf. partie 1.1.2.), on observe que le mode d'internationalisation du groupe DAMEN conjugue à la fois les caractéristiques d'un groupe multidomestique, et celles d'un groupe global. DAMEN se rapproche d'un modèle transnational (cf. ci-dessous).

¹ Sources : HERNANDEZ Carlos E. (2014, 2015, 2016), SCOTT Richard (2015), GROIZELEAU Vincent (2012b, 2015a, 2015c), THANHIEN NEWS (1^{er} août 2014).





		Firme transnationale	Illustration DAMEN
environnement marché	périmètre du marché, et concurrence	mondial(e)	concurrence mondiale dans le naval civil, mais plus segmentée dans le naval militaire
	spécificité des produits selon les pays	forte : offre locale spécifique	fortes exigences de création de contenu local dans certains pays.
	spécificité des modes de consommation	forte : marketing adapté localement	importance de la proximité avec les clients locaux (marine, par ex.)
	importance de la réactivité locale	élevée	
stratégie et organisation	stratégie du groupe	Différenciation par les coûts et par l'adaptation locale	compétitivité-prix grâce à la standardisation et capacité à réaliser l'assemblage localement si besoin
	structure organisationnelle	relative autonomie, mais coordination	selon les entités : filiales, co-entreprises partenaires locaux
	échanges intragroupes (produits, personnes, informations)	importants, entre toutes les entités	très fréquents : cf. programmes JSS Karel Doorman, corvettes indonésiennes, etc.
	intérêt de moyens de R&D et production proche du client	oui, pour renforcer l'adaptation des produits, la réactivité	très important dans certains pays (ex : Indonésie, Amérique Latine, USA)
	spécialisation des entités	importante, peu de duplication	duplication de chantiers, mais spécialisation de certaines entités ; Pologne, Roumanie, Turquie, France
	part de VA produite sur le marché local	moyenne	peu d'informations précises mais partage entre base domestique et locale
	coordination des processus productifs	interdépendance entre entités spécialisées > dépendance.	réelle spécialisation des sites
	économies d'échelle	élevées	oui, sur les petits navires commandés en série et grâce à la modularité.

Si les exemples de BAE SYSTEMS et DAMEN montrent combien les stratégies des entreprises influencent le degré d'internationalisation de leurs processus productifs, on note également que ces stratégies dépendent beaucoup du type de marché et de production. En effet, BAE SYSTEMS est un acteur spécialisé dans la défense alors que le modèle d'entreprise de DAMEN comme ses produits restent très façonnés par les produits et technologies civiles.





Dans la sous-partie suivante, nous montrons que cette frontière entre civil et militaire tend parfois à s'estomper. L'intégration de composants et technologies majoritairement structurés par les marchés civils tend à accroître l'internationalisation des chaînes de valeur de systèmes militaires.





4. 2. L'INTEGRATION CROISSANTE DE COMPOSANTS ET EQUIPEMENTS AUX CHAINES DE VALEUR INTERNATIONALISEES

4. 2. 1. Le recours croissant à des composants civils

Diminution du poids des commandes militaires et dynamique de « *spin-on* »

Pendant plusieurs décennies et particulièrement pendant la Guerre froide, les principales puissances économiques et industrielles mondiales ont consacré des budgets importants à la R&D militaire ainsi qu'aux matériels de guerre (Etats-Unis, URSS, Grande-Bretagne, France, tout particulièrement). Ces investissements ont favorisé la structuration de filières technologiques adaptées aux besoins spécifiques de marchés militaires : propulsion nucléaire, matériaux et équipements spécifiques, informatique et électronique militaires, etc. L'importance des financements de R&D autant que des débouchés commerciaux offerts par les commandes militaires ont longtemps permis le développement de technologies et produits spécifiquement militaires. Des centrales de navigation inertielles à l'acier à haute limite d'élasticité soudable (HLES) destinés aux sous-marins en passant par le durcissement des composants, voire les écrans et consoles informatiques, les exemples de développements spécifiquement militaires sont nombreux. Ces innovations militaires donnaient lieu à de nombreuses applications civiles : énergie nucléaire, télécommunications, lanceurs spatiaux, par exemple.

Cependant, la réduction des budgets de défense (cf. introduction) et la croissance de marchés civils intensifs en technologies de pointe (aéronautique, spatial, informatique, communications), conjuguées à une accélération du cycle de vie des produits informatiques civils et leur généralisation comme produits de consommation de masse, ont conduit à une forme d'inversion des dynamiques d'innovation.

En 1999 déjà, Jean-Yves HELMER, délégué général à l'armement déclarait que « c'est la recherche civile qui désormais tire la recherche militaire. »¹ La même année, F. SACHWALD réalisait une importante étude sur la « banalisation » des industries de défense dans laquelle elle observait à la fois une « plus grande intégration des capacités productives civile et militaire » et un « [renversement du] schéma traditionnel des retombées de la recherche militaire vers les secteurs civils – le paradigme *spin-off* a fait place à une dynamique du *spin-on* ». L'auteur notait que « les pays de l'OTAN et leurs

¹ D'après un entretien dans *La Tribune* (13 janvier 1999), cité par SACHWALD F. (1999).





alliés ont réduit leur effort de défense d'environ un tiers au cours des années 1990. »¹ (SACHWALD, 1999). Avec cette baisse des budgets de défense, de nombreuses entreprises sont sorties du secteur. Conjuguée à la croissance des marchés civils, cette diminution des marchés militaires s'est traduite par une perte relative du poids de la défense et donc par une perte d'attractivité des marchés militaires pour certaines entreprises.

Il reste encore de nombreux domaines d'innovation spécifiquement militaires car les systèmes et équipements nécessitent de répondre à des exigences spécifiques. Toutefois, ces spécificités militaires sont réduites et/ou peuvent être prises en compte en adaptant des technologies civiles. Comme le note G. T. LOGAN (2007) pour le cas américain : « *DoD no longer "drives" development. Instead, it must leverage what industry has developed for commercial applications.* »

Les graphiques ci-dessous illustrent bien ces différentes tendances :

- Diminution des dépenses de défense en part du PIB et donc perte d'attractivité relative des marchés militaires par rapport aux marchés civils (au moins en termes de volumes) ;
- Raccourcissement des cycles de vie des produits civils, alors que les systèmes militaires conservent des durées de vie beaucoup plus longues ;
- Accroissement rapide des performances des produits civils, particulièrement dans l'électronique, l'informatique, les communications.

Qu'il s'agisse de répondre à des contraintes de coût ou de performance, l'intégration de produits civils sur étagère (COTS) ou facilement adaptables est de plus en plus recherchée. Or, compte tenu de l'internationalisation croissante des chaînes de valeur civiles (cf. partie 1), ce recours croissant à des produits et technologies civiles ne peut que renforcer indirectement l'internationalisation des chaînes de valeur de systèmes militaires.

¹ SACHWALD (1999), p. 14 et p. 15 pour un détail de la baisse de l'effort de défense en % du PIB entre 1990 et 1997 (-36% aux Etats-Unis, -31% au Royaume-Uni, -44% en Allemagne, -16% en France).





Evolutions du poids de la défense dans les dynamiques d'innovation :

- **Tendances du secteur militaire : une moindre influence sur le marché**

Declining Defense Spending

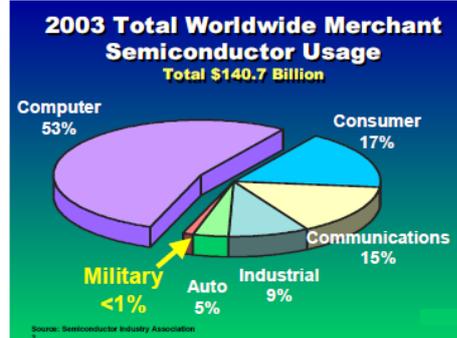
Defense Outlays As a Share of Gross Domestic Product



DOD budget (as % of GDP) near its lowest level since after WWII!

Source: Air Force Magazine, April 2007 (data from US Department of Defense)

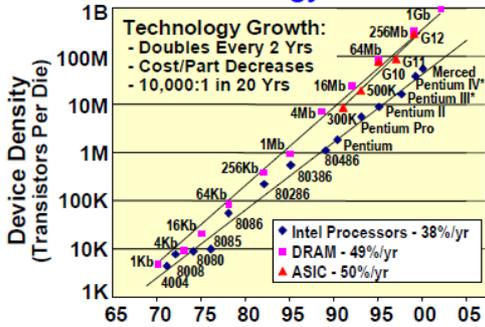
Decreasing Market Share



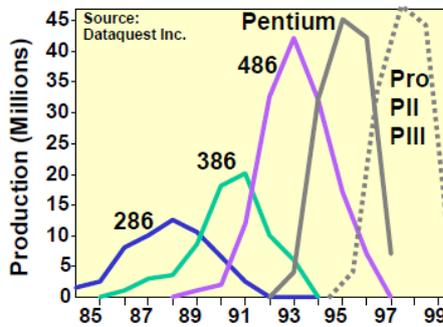
- DoD has reduced impact in the electronics industry
- Obsolescence is market driven
 - It won't go away
 - We can't change the environment
- Results in unaffordable Non-Recurring Engineering (NRE) costs

- **Tendances dans les technologies civiles : réduction des coûts et de la durée des cycles de vie**

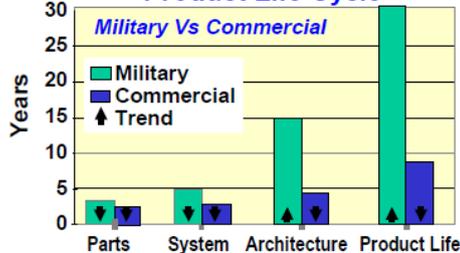
Technology Evolution



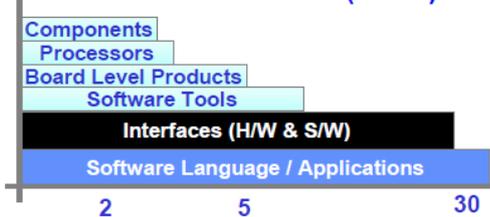
Shorter Product Lifetimes



Product Life Cycle



Time to Obsolescence (Years)



Source : G. T. LOGAN (2007)





De nouveaux besoins capacitaires qui stimulent l'intégration de technologies civiles

L'intégration de technologies civiles n'est pas renforcée uniquement par l'évolution des marchés et technologies. Elle est également stimulée par l'évolution des menaces et des besoins militaires qui nécessitent de mobiliser davantage de composants et systèmes électronique et informatique dont les marchés sont dominés par le civil.

Au cours des dernières décennies, les systèmes d'armes ont beaucoup évolué et ils mobilisent de plus en plus de technologies électroniques et informatiques : passage des commandes hydrauliques aux commandes électriques, évolution du signal de l'analogique au numérique, recherche d'une automatisation accrue pour gagner en temps de réaction et réduire les équipages (coût de possession), etc.

L'évolution du combat et notamment l'émergence du combat en réseau (« *network-centric warfare* »)¹ nécessite aussi de mieux intégrer les différents équipements et les différentes plateformes au sein d'une force ou d'une coalition :

- systèmes de transmission et de communications,
- échanges de données tactiques,
- automatisation de la tenue de situation tactique à partir des données fournies par plusieurs senseurs d'une même plateforme, voire de plateformes différentes (tenue de situation multiplateforme),
- évaluation de la menace et assignement automatique des armes et effecteurs,
- engagement coopératif permettant d'accroître l'efficacité des systèmes de forces (ainsi par exemple, une menace détectée par un ou plusieurs navires peut être engagée par un autre navire ayant plus de probabilité de la détruire).

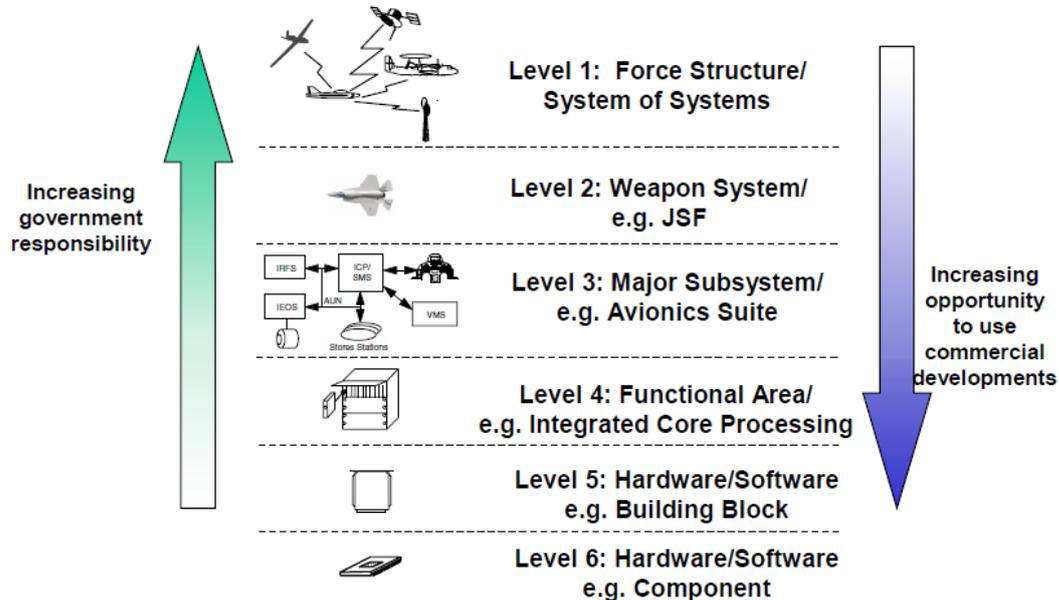
Si ces capacités sont spécifiquement militaires, elles mobilisent de plus en plus de technologies électroniques, informatiques et numériques dont les innovations et les fournisseurs sont fortement structurées par les marchés civils. Ainsi, le schéma ci-dessous montre comment le ministère de la défense américain entend répondre aux besoins militaires en intégrant des technologies civiles (même si par ailleurs, il maintient des investissements très élevés pour la R&D de défense).

¹ « [...] Les technologies de l'information et les progrès de l'électronique incitent les stratèges à faire évoluer leur conception du combat. Les américains ont avancé le concept de *révolution dans les affaires militaires* pour souligner le caractère radical de cette évolution. [...] Les technologies disponibles orientent bien la conception vers des armes plus précises, souvent commandées à distance et dont l'utilisation s'inscrit dans le cadre de réseaux de recueil et de traitement de l'information de plus en plus sophistiqués. Les armements connaissent ainsi une évolution comparable à celle de l'ensemble de la production industrielle, qui utilise de moins en moins de matière et d'énergies et de plus en plus d'information et de services. » SACHWALD F., (1999), pp. 11-12.





Intégration de composants civils dans des systèmes militaires



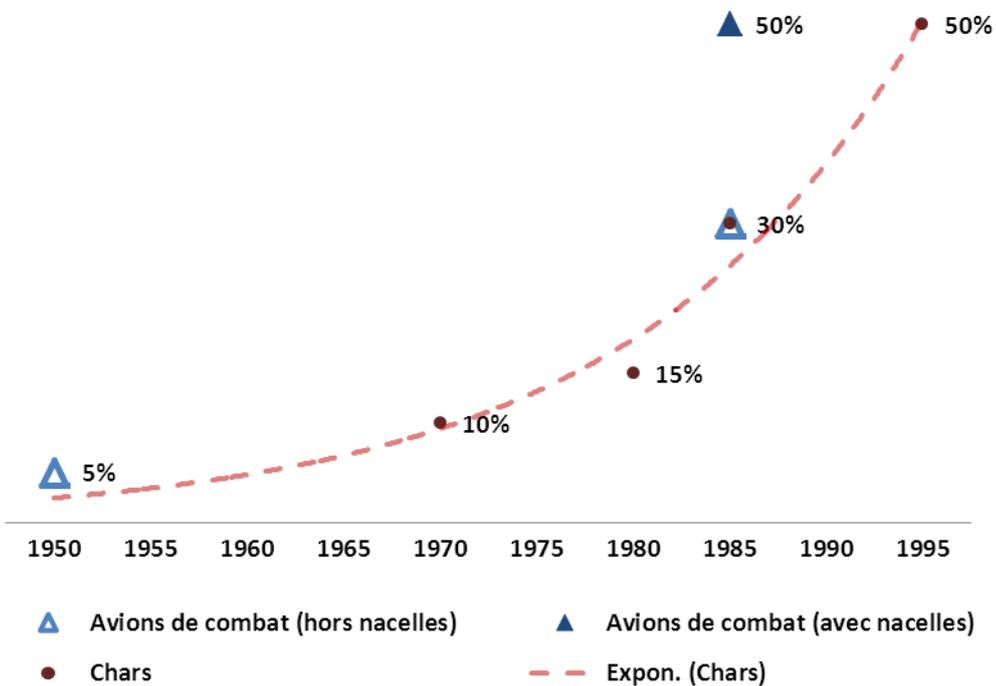
Source : G. T. LOGAN (2007)

Le graphique ci-dessous illustre la part croissante de l'électronique dans l'armement, à partir d'exemples français. Si ces données sont un peu datées, on peut se reporter à l'étude de la chaîne de valeur des destroyers australiens et au poids du système de combat qui intègre de nombreux logiciels et matériels électroniques, informatiques et optiques : radars, sonars, systèmes de communications, de guerre électronique, conduite de tir, systèmes de lancement d'arme, etc. On peut aussi se référer aux différentes analyses des approvisionnements de NAVAL GROUP révélant que les équipements électriques, électroniques, optiques, informatiques ainsi que les activités de programmation, et conseil associées représentent directement plus du tiers des achats et se situent parmi les premières branches en termes de volume d'achat. A titre d'exemple, on peut également mentionner que le système de combat d'une FREMM représente plus de 20 millions de lignes de code.





Part croissante de l'électronique dans le coût des matériels militaires



Source : retraitement de l'auteur, d'après les données de CORNU et DUSSAUGE (1998)¹

Les innovations requises en matière de cyberdéfense et celles qui se développent dans le domaine des drones et autres véhicules autonomes, ou encore avec l'intelligence artificielle, ne feront que renforcer cette tendance à l'intégration de technologies numériques. Or dans ce domaine, le poids du marché civil et les investissements colossaux réalisés par des groupes globalisés comme GOOGLE, APPLE, FACEBOOK, AMAZON ou MICROSOFT sont sans commune mesure avec les efforts de R&D réalisés par la plupart des groupes de défense. GOOGLE et APPLE totalisaient déjà en 2015 plus de 20 milliards de dollars de R&D à eux deux. A titre de comparaison, le budget de la Délégation Générale pour l'Armement consacré aux études amont est inférieur à un milliard d'euros. Par conséquent, les chaînes de valeur de ces produits et services devraient rester fortement dominés par des acteurs civils dont les chaînes de valeur sont déjà fortement internationalisées (cf. partie 1).

¹ Les données sur les avions de combat citées par Cornu et Dussauge proviennent d'un rapport d'activités de THOMSON-CSF (1983) et celles sur les chars de combat sont issues d'un article de Dubot, Brugère, Barbaroux et Al. (1987).





Des technologies devenues stratégiques pour les entreprises

Cette part croissante de l'électronique et des technologies de l'information a également conduit les entreprises de défense à reconsidérer leur portefeuille d'activités et à renforcer leurs ressources dans ce domaine pour mieux intégrer ces nouvelles technologies devenues stratégiques pour la performance et la fiabilité des systèmes d'armes, et qui représentent potentiellement un atout différenciant face à la concurrence.

F. SACHWALD montre ainsi que la dynamique de concentration observée aux Etats-Unis dans les années 1990, s'est traduite par plusieurs rachats d'entreprises ou de divisions défenses de groupes civils du secteur électronique par des intégrateurs-systémiers : IBM, GENERAL MOTORS (HUGHES), CHRYSLER, TEXAS INSTRUMENTS.¹ Au-Royaume-Uni, le rachat de GEC-Marconi par BAE illustre aussi cette tendance. En Allemagne, la prise de contrôle de STN ATLAS ELEKTRONIK par BAE et RHEINMETALL puis EADS et THYSSENKRUPP (aujourd'hui à 100%) témoigne de l'importance de ces ressources pour les intégrateurs de plateformes aéronautiques, terrestres et navales.

En France, cette logique s'est développée dans l'aéronautique avec une prise de contrôle partielle de DASSAULT sur THALES. Dans le naval, la création de DCNS devenu NAVAL GROUP et l'opération de convergence avec THALES se sont traduites par un rapprochement entre l'électronicien et l'intégrateur-systémier, associé à un apport de certaines activités d'intégration de systèmes navals par THALES (THALES NAVAL FRANCE).

L'exemple du Gripen suédois (cf. ci-dessous) montre par ailleurs que cette intégration croissante de composants, équipements et systèmes électroniques s'accompagne d'une internationalisation de la chaîne de valeur. Compte tenu de la taille du marché suédois et de la difficulté d'y maintenir une BITD autonome, on peut penser que cet exemple n'est pas représentatif. Aussi s'intéresse-t-on dans la prochaine partie aux approvisionnements américains en composants électroniques.

¹ SACHWALD F. (1999), p. 36.





approvisionnement en électronique, au moins pour l'industrie américaine. Les enquêtes réalisées par les autorités américaines sont révélatrices de l'évolution des chaînes de valeur de l'industrie de défense, caractérisées par un morcellement et une internationalisation accrues rendant de plus en plus difficile la maîtrise des chaînes d'approvisionnement aussi bien dans l'identification des acteurs que des pays d'origine. Les 1 800 cas de contrefaçon identifiés¹ en deux ans (2009-2010) impliquent 650 fournisseurs dont 80% ont une « présence » aux Etats-Unis, ce qui ne signifie pas que les pièces y soient produites. Sur les 126 cas approfondis, 70% ont une origine² chinoise. La reconstitution des chaînes (cf. exemples ci-dessous) reflète le morcellement des chaînes de valeur avec la multiplication des acteurs impliqués (producteurs/recycleurs, distributeurs, testeurs, intégrateurs, etc.), ainsi que leur internationalisation avec des fournisseurs de premier rang majoritairement américains alors que l'origine du produit est le plus souvent chinoise et asiatique.

Par ailleurs, la *Missile Defense Agency* (MDA) a étudié l'état de production de 1 500 pièces approvisionnées en 2009-2010 et suspectées de contrefaçon : seulement 30% étaient encore en production en mai 2011 et 70% étaient déjà obsolètes ; ce qui rejoint la problématique de divergences des cycles de vie de produits civils et militaires exposée plus haut. De plus les investigations révèlent que dans 114 cas, la date de production inscrite sur le composant est postérieure à la date de production des derniers composants par le producteur originel ; ce qui laisse supposer d'importantes falsifications de date de production et donc des doutes substantiels sur leur durée de vie réelle. La MDA a identifié les indications de niveau de performance des pièces suspectes dans 60% des cas. Seuls 20% des pièces étaient de qualité « militaire », 50 % de qualité « industrielle » et 30% de qualité « commerciale ». Sur les 20% de qualité militaire, plusieurs cas ont révélé des modifications de marquage suspectes. La falsification des caractéristiques techniques est particulièrement attractive pour vendre plus chères des pièces standard, en les étiquetant comme étant de qualité militaire.

¹ 200 cas étudiés sur les 381 identifiés par la Defense Logistics Agency, 150 relevés par 9 grands fournisseurs (Boeing, RAYTHEON, Lockheed Martin, Science Applications International Corporation, Northrop Grumman, L-3 Communications, General Dynamics, ITT, BAE Systems) et 1 500 par les testeurs (350 entreprises identifiées mais 22 retenues car travaillant pour au moins 3 des 9 principaux contractants)

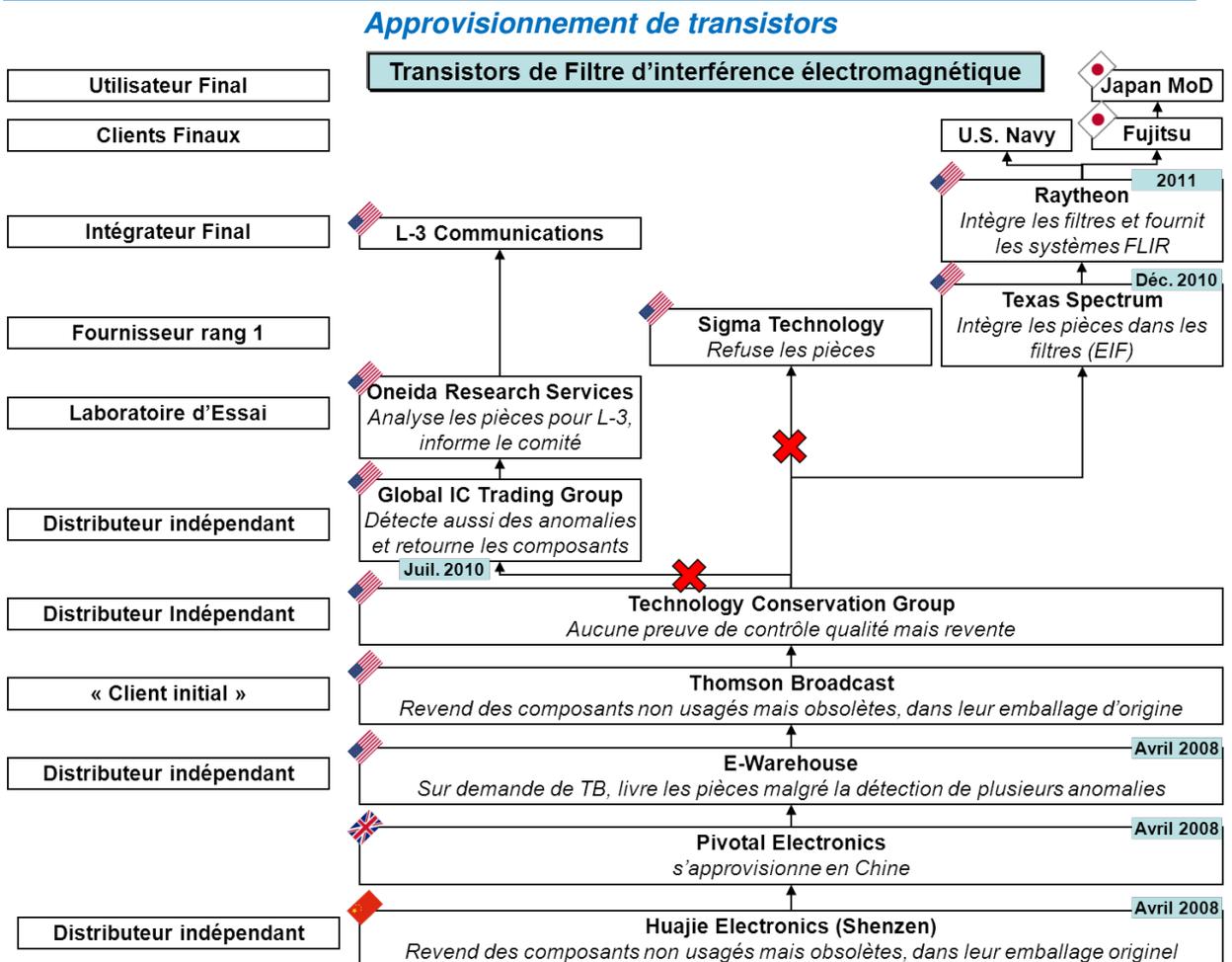
² Dans la mesure où l'investigation s'arrête au premier pays étranger, on ne peut être certains de l'origine du produit. Une entreprise chinoise a pu elle-même approvisionner ces composants dans un autre pays ; notamment en Asie du fait de l'importante régionalisation des chaînes de valeur du secteur électronique (cf. Etude conjointe OMC-JETRO)





✈ **Hélicoptère SH-60B de l'US Navy :**

Sur cet appareil dédié à la lutte anti-sous-marine, anti-surface, ainsi qu'aux missions de surveillance maritime et reconnaissance, des transistors suspectés de contrefaçon ont été intégrés sur les filtres d'interférence électromagnétique du système FLIR (*Forward Looking Infrared*) destiné à la vision nocturne et au guidage laser des missiles *Hellfire*. Les composants mis en cause font courir un risque de défaillance du système FLIR et donc une forte perte de capacité lors de missions nocturnes et de lutte anti-surface (impossibilité de cibler). Il existe également des risques d'interférence entre composants internes et systèmes externes. Bien que RAYTHEON achète ces pièces auprès d'un fournisseur texan, l'enquête révèle que la chaîne d'approvisionnement de ces pièces se déploie sur quatre Etats américains et trois pays différents avec pour origine la société *Huajie Electronics Ltd* à Shenzhen en Chine.



Source : reconstitution de l'auteur d'après les données du UNITED STATES SENATE (2012)

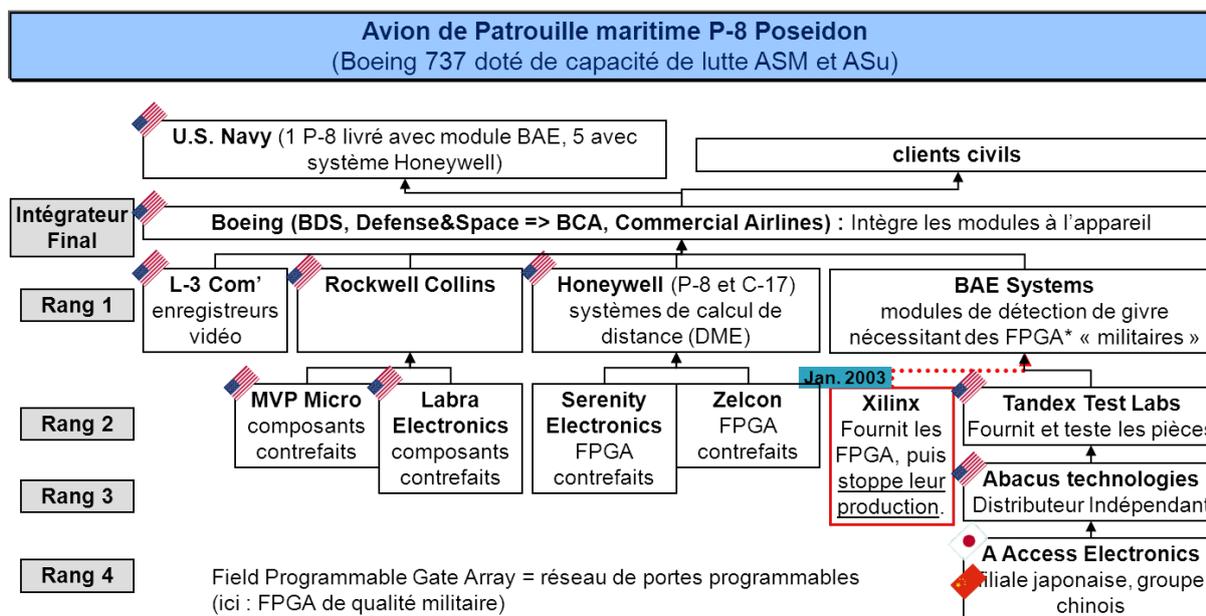




✈️ Avion P8 Poseidon de l'US Navy (avion civil type Boeing 737 modifié pour intégrer des capacités de luttes anti-sous-marine et anti-surface)

Des pièces défectueuses ont été identifiées sur le module de détection de givre. Signalé par BOEING à l'US Navy en août 2011, le problème avait été détecté dès décembre 2009. Le fournisseur de ce module, BAE SYSTEMS, a découvert que la pièce défectueuse tout comme des centaines de pièces du même lot étaient des pièces usagées maquillées en pièces neuves. Ces pièces étaient achetées par BAE SYSTEMS à TANDEX TEST LABS en Californie qui a été défaillant dans son contrôle des pièces qu'il achetait à un distributeur situé en Floride. Ce distributeur les approvisionnait lui-même auprès d'ACCESS ELECTRONICS à Shenzhen, en Chine.

Approvisionnement de réseaux de portes programmables



Source : reconstitution de l'auteur d'après les données du UNITED STATES SENATE (2012)

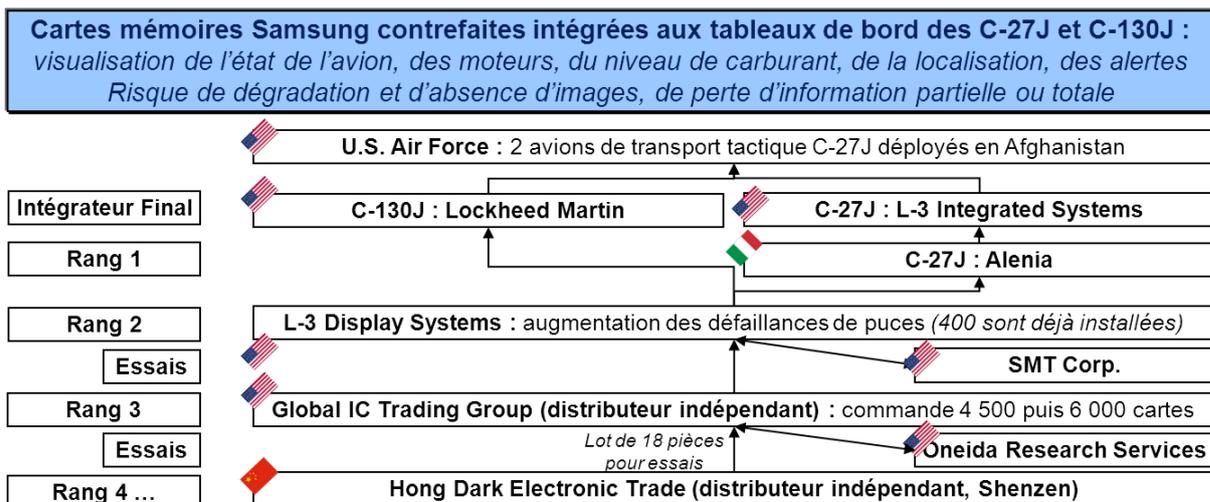




✈️ Avions C-130J et C-27J de l'US Air Force (avions de transport)

L-3 Display Systems (division de L-3 COMMUNICATIONS) fournit des consoles à LOCKHEED MARTIN, contractant principal pour le C-130J, et à ALENIA AERONAUTICA, sous-traitant de L3-Integrated Systems (autre division de L-3 COMMUNICATIONS), contractant principal pour le C-27J. Les systèmes fournis permettent de visualiser l'état global de l'appareil (moteur, consommation de carburant, localisation, messages d'alerte, etc.) L-3 Display Systems a identifié des cartes mémoires suspectes pouvant occasionner l'altération ou la perte totale ou partielle de données. Ces cartes mémoires achetées à un distributeur californien venaient de HONG KONG DARK ELECTRONIC TRADE, localisé à Shenzhen en Chine. L'US Air Force a estimé à environ 84 000 le nombre de pièces approvisionnées auprès de cette société et intégrées à des produits commandés par le Ministère de la Défense américain (DoD).

Approvisionnement de cartes mémoires



- > 28 000 composants achetés par L-3 à Hong Dark Electronic Trade via Global IC Trading Group en 2009 et 2010.
- Sur l'ensemble des échantillons testés, seules 2 pièces n'ont pas été suspectées de contrefaçon.
- Intégration sur des douzaines de systèmes différents dont (guerre électronique, hélicoptères des forces spéciales, Integrated Submarine Imaging Systems (ISIS) des SSN, SSGN).
- Environ 84 000 pièces achetées à Hong Dark via Global IC dans les chaînes d'approvisionnement du DoD.

Source : reconstitution de l'auteur d'après les données du UNITED STATES SENATE (2012)

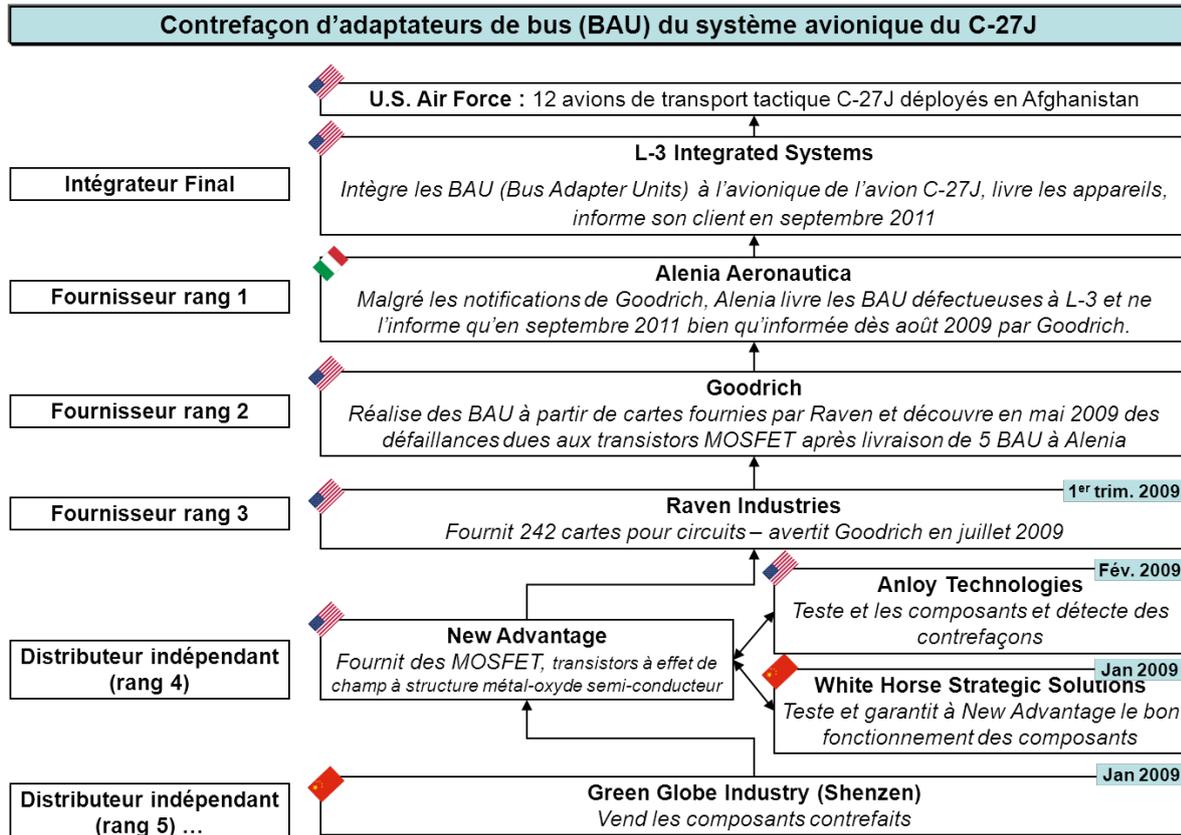
D'autres informations ont été collectées sur le C-27J dont l'avionique a été affectée par d'autres cas de contrefaçon au niveau de *Bus Adaptor Unit* (BAU) qui font l'interface entre différents systèmes (dégivrage, éclairage, etc.). La reconstitution de la chaîne d'approvisionnement montre L-3 intègre des BAU fournies par ALENIA AERONAUTICA qui s'approvisionne lui-même auprès de GOODRICH. Ce dernier achète des cartes à RAVEN INDUSTRIES qui s'appuie sur NEW ADVANTAGE pour acheter des transistors (MOSFET). Celui-ci s'approvisionne auprès du distributeur chinois GREEN GLOBE INDUSTRY dont il





fait tester les composants par deux laboratoires : WHITE HORSE STRATEGIC SOLUTIONS (en Chine) et ANLOY TECHNOLOGIES (aux Etats-Unis) qui a détecté le problème de contrefaçon. Globalement, ce sont ici plusieurs milliers de pièces approvisionnées en Chine qui sont suspectées de contrefaçon.

Avionique du C-27J



Source : reconstitution de l'auteur d'après les données du UNITED STATES SENATE (2012)

4. 2. 3. Conclusions

Des dynamiques de marché et d'innovation qui conduisent à l'internationalisation des chaînes de valeur d'équipements militaires

La diminution des budgets de défense (cf. introduction) et la fin de la guerre froide ont non seulement renforcé la pression sur les coûts des équipements militaires mais aussi conduit à une perte d'attractivité relative des marchés de défense par rapport à des marchés civils en forte croissance. Ces évolutions du marché se sont couplées à une transformation des dynamiques technologiques (SACHWALD, 1999) avec des innovations et des performances accrues qui ne sont plus stimulées principalement par les besoins militaires. Ces différentes tendances ont renforcé l'intérêt à intégrer des composants et équipements civils dans des systèmes militaires afin de focaliser les investissements de défense sur les





spécificités militaires. Il s'agit alors d'intégrer ces différentes technologies pour accroître la probabilité d'atteindre l'effet militaire recherché. Compte tenu de l'internationalisation des chaînes de valeur civiles (cf. partie 1), cette forme de « civilianisation » des chaînes de valeur militaire conduit à leur internationalisation.

Par ailleurs, l'évolution des besoins militaires (combat en réseau, par exemple) et les évolutions technologiques ont conduit à une intégration croissante de technologies électronique, informatique et de communication. Or les chaînes de valeur de ces composants, équipements et systèmes sont de plus en plus structurées par les marchés civils et internationalisées (rappel partie 1). Ce poids croissant de l'électronique et de l'informatique dans les équipements militaires conduit indirectement à l'internationalisation des chaînes de valeur d'équipements militaires.

A ce titre, les études de cas réalisées sur les chaînes d'approvisionnement américaines montrent que cette internationalisation des chaînes de valeur via l'internationalisation des approvisionnements en composants et équipements électroniques, n'est pas limitée à quelques petits pays comme l'illustre l'exemple du Gripen suédois, mais concerne aussi les Etats-Unis qui représentent le premier marché mondial d'armement, à la fois par le volume des commandes du *Department of Defense*, que par le montant des chiffres d'affaires des principaux groupes américains (RAYTHEON, GENERAL DYNAMICS, LOCKHEED MARTIN, BOEING, NORTHROP GRUMAN, HUNTINGTON INGALLS INDUSTRIES, GENERAL ELECTRIC, etc.).

Une internationalisation des chaînes de valeur militaires qui ressemble fortement à celle des chaînes de valeur civiles

Les exemples issus de programmes d'armement américains présentent des caractéristiques convergentes avec les analyses macroéconomiques :

- *Une fragmentation fonctionnelle* des tâches : la forte spécialisation des entreprises et la fragmentation des tâches qu'elle engendre est particulièrement visible dans les exemples étudiés avec dans certains cas, plus de 7 rangs d'acteurs entre le maître d'œuvre et le dernier fournisseur connu.
- *Une dispersion géographique* des tâches : outre la fragmentation fonctionnelle des tâches entre acteurs, on observe aussi une forte fragmentation territoriale avec plusieurs Etats concernés par l'approvisionnement et intégration d'un composant (souvent 3 à 4 Etats identifiés).
- *Une forte régionalisation* des chaînes de valeur, notamment dans l'électronique avec de nombreuses sources d'approvisionnement en composants électroniques identifiées en





Asie et plus particulièrement en Chine, comme le montrait déjà pour le civil les études de l'OCDE, de l'OMC et du JETRO.

- De très nombreux échanges de *biens et services intermédiaires*, notamment au sein des même groupe à travers un *commerce intra-firme* comme l'illustrent les flux entre entités du groupe L-3 sur l'avion C-27J.
- Une part importante des activités de *services* (« servicification ») avec plusieurs exemples de centrales d'achats ou distributeurs indépendants, laboratoires de tests, etc. qui interviennent en support des équipementiers et intégrateurs.



Une internationalisation des chaînes de valeur qui semble parfois peu adaptées aux équipements de défense

Au-delà du premier constat d'une relative banalisation ou «civilianisation » des chaînes de valeur militaire, les exemples observés révèlent également que cette forme de banalisation se heurte à certaines spécificités militaires :

- La difficulté à déceler et remédier aux problèmes de contrefaçon sur les BOEING montre notamment *les limites de la dualité* entre civil et militaire lorsqu'il s'agit de dériver des avions militaires de produits civils. En effet, l'application par BOEING de processus et référentiels conçus pour des programmes civils à un programme militaire a retardé la résolution des problèmes rencontrés (processus de contrôle qualité et de notification d'incidents au client).
- Les différents cas de contrefaçon relevés impliquent pour beaucoup des problèmes d'*obsolescence* des composants et d'erreur sur la qualité des composants. On observe toute la difficulté à concilier les cycles de vies de systèmes militaires dont la performance doit être maintenue voire améliorée sur des décennies alors que les cycles de vies des composants électroniques sont de plus en plus courts.
- Cette divergence entre cycles de vie ne concerne pas que les programmes neufs mais aussi le *MCO* des équipements et la capacité à conserver des sources d'approvisionnement fiables dans la durée.
- Alors que l'internationalisation des chaînes de valeur est censée générer des gains de compétitivité, on peut s'interroger sur l'impact économique de ces problèmes de contrefaçon renforcés par la fragmentation fonctionnelle et géographique des chaînes de valeur et la perte de maîtrise qu'elle induit en matière de qualité des approvisionnements.

Ainsi, cette forme de banalisation des chaînes de valeur militaires n'est pas sans poser problème. L'intégration de composants civils et de technologies dont les cycles de vie sont beaucoup plus courts que les systèmes auxquels ils sont intégrés nécessite de concevoir





des architectures produit plus ouvertes et évolutives. Dans quelle mesure l'évolution de l'architecture des produits n'induit-elle pas également une évolution de leur architecture productive, particulièrement en matière d'internationalisation des chaînes de valeur ?





4. 3. LA MODULARITE : FACTEUR DE FRAGMENTATION ET D'INTERNATIONALISATION DES CHAINES DE VALEUR NAVALES

La partie précédente a permis de montrer une internationalisation des chaînes de valeur d'équipements militaires liée à l'intégration de composants dont les approvisionnements sont fortement internationalisés. S'agissant plus particulièrement de composants électroniques, cette internationalisation concerne des produits assez standardisés. Ce constat, ainsi que les réflexions initiales sur les facteurs techniques et cognitifs pouvant structurer la segmentation fonctionnelle et géographique des chaînes de valeur (R. BALDWIN, T. STURGEON, V. FRIGANT), nous incitent à mobiliser la notion de modularité pour définir dans quelle mesure l'architecture des produits peut influencer leur chaîne de valeur : délimitation des tâches, positionnement des firmes, internationalisation. Pour ce faire, nous nous appuyons ici sur les définitions fournies par K. ULRICH (1995) et exposées dans la partie 1.1.3. Ces définitions génériques sont cohérentes avec celles du *Naval Research Advisory Committee* de l'*US Navy* (NRAC, 2005).

L'architecture d'un produit est caractérisée par :

- l'organisation des *fonctions* entre elles,
- l'articulation entre les *fonctions* du produit et les composants *physiques* qui le constituent,
- la nature des *interfaces* reliant les différents éléments physiques (interfaces couplées ou découplées).

Il y a modularité lorsqu'il y a superposition des architectures fonctionnelle et physique et découplage des interfaces :

« Une architecture sera modulaire lorsqu'il existe une identité entre composants physiques et fonctions et un découplage des interfaces reliant les composants. A l'inverse, une architecture produit sera " intégrée " lorsqu'il est impossible d'associer un composant physique à une fonction (on a une relation de un à plusieurs) et/ou que les interfaces entre les composants sont couplées. » (FRIGANT, 2004)¹

Même si les cas de produits parfaitement modulaires (jouets LEGO par exemple) ou intégrés sont rares, nous avons déjà souligné que les navires armés sont plutôt des systèmes intégrés. A titre d'exemple, plusieurs systèmes contribuent à remplir plusieurs fonctions :

¹ FRIGANT (2004), p. 5. Cette définition reprend essentiellement les critères et concepts définis dès 1995 par K. Ulrich (cf. bibliographie) et abondamment repris depuis dans la littérature en économie industrielle.





- Le système de navigation ne sert pas uniquement à positionner la plateforme pour la conduire d'un point A à un point B. Il apporte également des informations essentielles au système de combat ;
- La chaufferie nucléaire d'un sous-marin nucléaire ne sert pas uniquement à propulser le sous-marin mais également à l'alimenter en électricité.
- Le système de stabilisation ne permet pas seulement d'améliorer la conduite nautique de la plateforme. Il permet aussi d'améliorer la mise en œuvre des armes ou d'aéronefs, drones.

Bien que les navires armés répondent à de fortes exigences d'intégration physique (contraintes d'espace) et fonctionnelle (recherche d'optimisation, fonctionnement simultané des systèmes, par exemple), la modularité a déjà été appliquée à l'industrie navale.

4. 3. 1. La modularité dans l'industrie navale

Derrière cette notion de modularité se cachent plusieurs types d'application très différents et dont les avantages et inconvénients ainsi que les conséquences en termes de structuration et localisation de la chaîne de valeur sont très variables. Plusieurs typologies existent qui ne reposent pas sur les mêmes critères : MACKENZIE & TUTEJA (2006), NAVAL RESEARCH ADVISORY COMMITTEE (2005). A défaut de consensus sur ces typologies, nous proposons de distinguer ici trois types de modularité appliquée à l'industrie navale de défense :

- modularité de construction ;
- modularité de conception ;
- modularité capacitaire (modules de mission).

Modularité de construction

La construction modulaire s'est progressivement généralisée dans la construction navale, y compris dans la construction navale militaire. Auparavant et pendant plusieurs siècles, les coques étaient fabriquées dans leur intégralité, avant d'être armées. La réalisation de navires en bois rendait en effet difficile un découpage du navire en plusieurs blocs distincts (à l'image des techniques employées pour le chantier de reconstitution de l'*Hermione*, à Rochefort). Cette pratique rend les tâches d'armement complexes et longues car une fois la coque achevée, l'accès aux différents locaux est plus contraint : circulation interne, gestion de la co-activité notamment.

La construction modulaire permet au contraire de fabriquer différents modules (coque, superstructure, structures internes) et de les pré-arter avant leur jonctionnement, ce qui permet de gagner du temps puisque différentes tâches peuvent être effectuées en parallèle



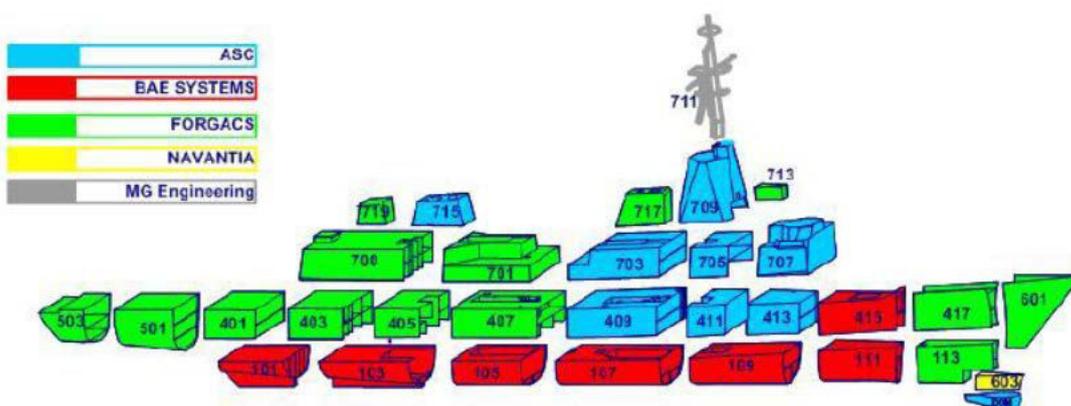


sur différents modules, avec davantage d'espace et une accessibilité accrue. La taille des blocs et le degré de pré-armement peut varier, en fonction des capacités de levage du chantier, par exemple.

De la construction intégrée



... à la construction modulaire



NB : ce schéma initial a fortement évolué depuis (cf. partie 3.3.)

Source : AIR WARFARE DESTROYER ALLIANCE (site internet)

Sur les sous-marins, la densité technique est très élevée, ce qui rend la circulation et la co-activité particulièrement difficiles. Par conséquent, le travail par tronçons et à partir de berceaux découplés de la coque épaisse et pré-armés avant leur intégration permet de réduire les coûts et délais. Ceci permet également de répartir la production en parallèle sur plusieurs sites. Ainsi, les berceaux appareils moteur de sous-marins nucléaires français peuvent être en grande partie conçus, réalisés et testés sur le site de Nantes-Indret, avant leur intégration à Cherbourg (GROIZELEAU V., 2006b). De même NAVAL GROUP a conçu le module PSIM (*Panoramic Sensors and Intelligence Module*) qui regroupe au sein d'un seul bloc d'environ 100 tonnes : le central opération avec ses consoles et baies, des locaux techniques et une matrice intégrée composée de multiples équipements et systèmes (radar, systèmes de navigation, de communications, de guerre électronique, etc.). Etant découplé





de la plateforme, ce module peut être réalisé et testé indépendamment de la plateforme (GROIZELEAU, 2015b ; NAVAL GROUP, 2016).

Modularité de conception

Cette modularité vise à concevoir des *designs* de navires variables et réutilisables afin de créer des familles ou gammes de navires adaptées à différents clients tout en réduisant les coûts de développement. La plateforme peut ainsi être conçue en plusieurs modules pour allonger le navire en fonction des besoins (HOOD, 2014). Certaines zones peuvent également être surdimensionnées pour adapter les installations aux besoins spécifiques du client : possibilité de renforcer la propulsion en ajoutant des turbines pour gagner en vitesse ou en combinant propulsion diesel et/ou gaz, par exemple.

Le futur compartiment missiles des prochains SNLE américains et britanniques (*Common Missiles Compartment, CMC*) est un autre exemple de conception modulaire appliquée aux sous-marins nucléaires. Ayant en commun d'utiliser les mêmes missiles américains *Trident* et de renouveler leurs flottes de SNLE à partir du début des années 2030, les marines britanniques et américaines diffèrent sur le nombre de tubes requis (12 pour les SNLE britanniques contre 16 pour les SNLE américains). Par conséquent, les deux Etats ont choisi de co-développer des modules communs représentant des sections de sous-marins armées de 4 tubes. Il devrait ainsi y avoir trois CMC par SNLE britannique et quatre CMC par SNLE américain. Ces modules sont ainsi conçus, prototypés et testés en parallèle du reste du sous-marin, ce qui devrait contribuer à la réduction des risques.





Compartiment missile commun aux futurs SNLE américains et britanniques



Source : ECKSTEIN (2016)

Cette modularité de conception ne concerne pas uniquement la plateforme propulsée et les sous-ensembles matériels. Elle s'applique aussi au système de combat, y compris au système de direction de combat (CMS) et à ses logiciels. Ainsi, par exemple, l'approche de l'*US Navy* vise à favoriser le développement d'architectures modulaires et ouvertes (*Modular Open System Approach, MOSA*). Comme le montre la DELUCA et Alii (2013) pour les systèmes AEGIS, cette stratégie permet d'homogénéiser la flotte (économies d'échelles) et d'intégrer plus rapidement les innovations en découplant les plateformes et leurs systèmes de combat, les éléments matériels et logiciels. Il s'agit plus concrètement de distinguer les cycles de remplacement du matériel et ceux de mise à jour du logiciel via le déploiement régulier de versions incrémentales. Cette approche incrémentale qui nécessite un certain découplage et une standardisation des interfaces permet d'abaisser l'âge moyen des systèmes en service (DELUCA et Alii, 2013) et accroît fortement la capacité d'évolution des navires en fonction des innovations technologiques et des menaces.





Modularité capacitaire

La modularité capacitaire se traduit par le développement de navires disposant de zones modulaires standardisées pouvant accueillir alternativement différents modules missions spécialisés : guerre des mines, lutte anti-sous-marine, artillerie navale, mise en œuvre de drones, action humanitaire, etc.

Cette recherche de modularité est le fruit d'une double contrainte à la fois stratégique et économique. Face à l'incertitude de l'environnement stratégique et à la diversité des menaces, les marines recherchent des navires permettant de remplir des missions très variées et dans différents domaines de lutte. En l'absence de contrainte budgétaire, cette exigence peut être remplie en développant plusieurs classes de navires spécialisés et adaptés à chaque besoin : chasseurs de mines, frégates anti-aériennes, frégates anti-sous-marines, porte-hélicoptères, chalands de débarquement, etc. Avec les contraintes budgétaires, les marines ont cherché à réduire le nombre de plateformes et de classes différentes en optant pour davantage de polyvalence. Ainsi, les flottes sont plus réduites et les classes moins nombreuses mais avec des navires dotés d'un large spectre de capacités. Cette polyvalence tend cependant à renforcer la complexité des navires, les risques technologiques et donc à accroître les délais et/ou les coûts de programmes.

Ainsi l'exigence d'adaptation à l'incertitude stratégique et à la diversité des engagements, d'une part, et les contraintes budgétaires, d'autre part, ont conduit à rechercher des solutions plus modulaires. Il s'agit de réduire le nombre de plateformes tout en bénéficiant d'un certain effet de série sur les modules de mission. A la différence des navires polyvalents, les navires modulaires ne disposent pas simultanément de toutes leurs capacités, ils doivent se reconfigurer en changeant de modules.

Les exemples d'application de la modularité dans l'industrie navale de défense sont nombreux : concept SIGMA de DAMEN, MEKO de BLOHM+VOSS, MOPCO d'ABEKING & RASMUSSEN, STANFLEX danois (V. BERTRAM, J.-J. NIEUWENHUIS, 2007). Les exemples abordés ci-dessous illustrent surtout la recherche de modularité capacitaire.

Exemple du concept danois Stanflex

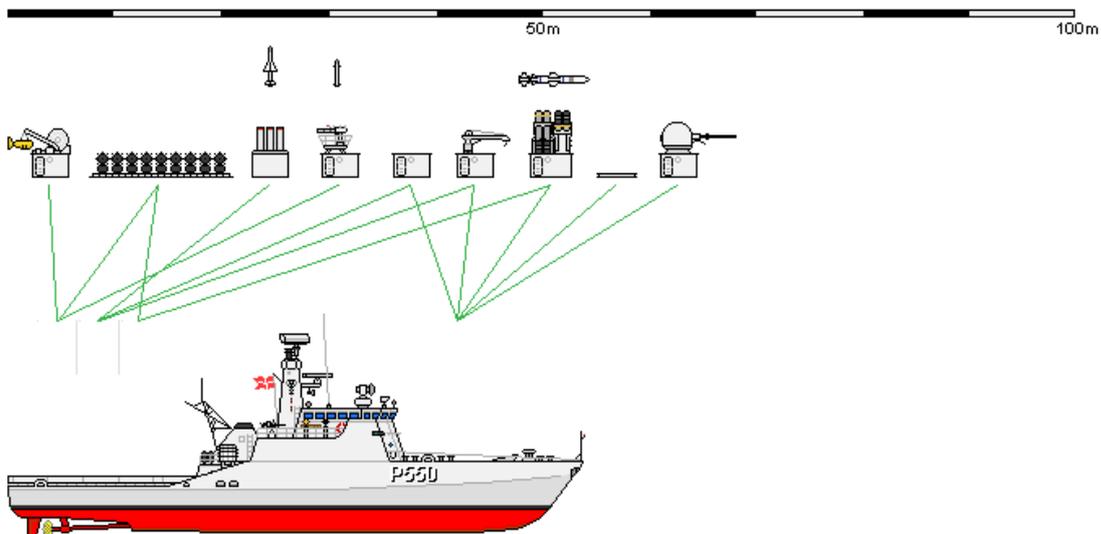
Le concept Stanflex vise à mutualiser certains modules de missions conteneurisés entre plusieurs classes de navires. Il s'agit également d'armer la plateforme en fonction des capacités nécessaires à sa mission et donc d'adapter le navire à chaque mission (pour autant que l'anticipation soit possible). Dès 1987, quatorze navires de la classe *Flyvefisken* ont été construits (V. BERTRAM, J.-J. NIEUWENHUIS, 2007). Il était prévu de déployer le





concept Stanflex sur neuf classes de navires de la marine danoise, soit lors de programmes de construction neuve, soit lors de modernisation (corvettes lance-missiles). En construction neuve, le concept a notamment été déployé sur deux frégates de la classe *Absalon* et trois patrouilleurs. Au total, la marine danoise disposerait d'une centaine de conteneurs Stanflex répartis en onze types de mission. Il s'agit notamment de modules de surveillance, mouillage de mines, guerre des mines, lutte au-dessus de la surface, lutte sous-marine, relevés hydrographiques, exploration océanographique, protection de l'environnement, renseignement de type SIGINT (*signals intelligence* ou renseignement d'origine électromagnétique, ROEM, en français). D'après la marine danoise, ces modules peuvent être changés dans un délai de huit à douze heures (JANSSEN LOK J., 2004).

Les modules Stanflex danois



SOURCE : M. CONRADS (cité par NAVAL REQUIREMENTS, 2013)

Les gains économiques semblent importants puisque cinq nouveaux navires (deux frégates et trois patrouilleurs) sont supposés remplacer dix-sept navires de trois classes différentes. De plus, la frégate *Absalon* qui est l'un des plus gros navires de combat en service dans les marines nordiques (Danemark, Finlande, Norvège, Suède) a été construite à un coût moitié moindre que celui des frégates réalisées à la même époque en Norvège (JANSSEN LOK J., 2004).

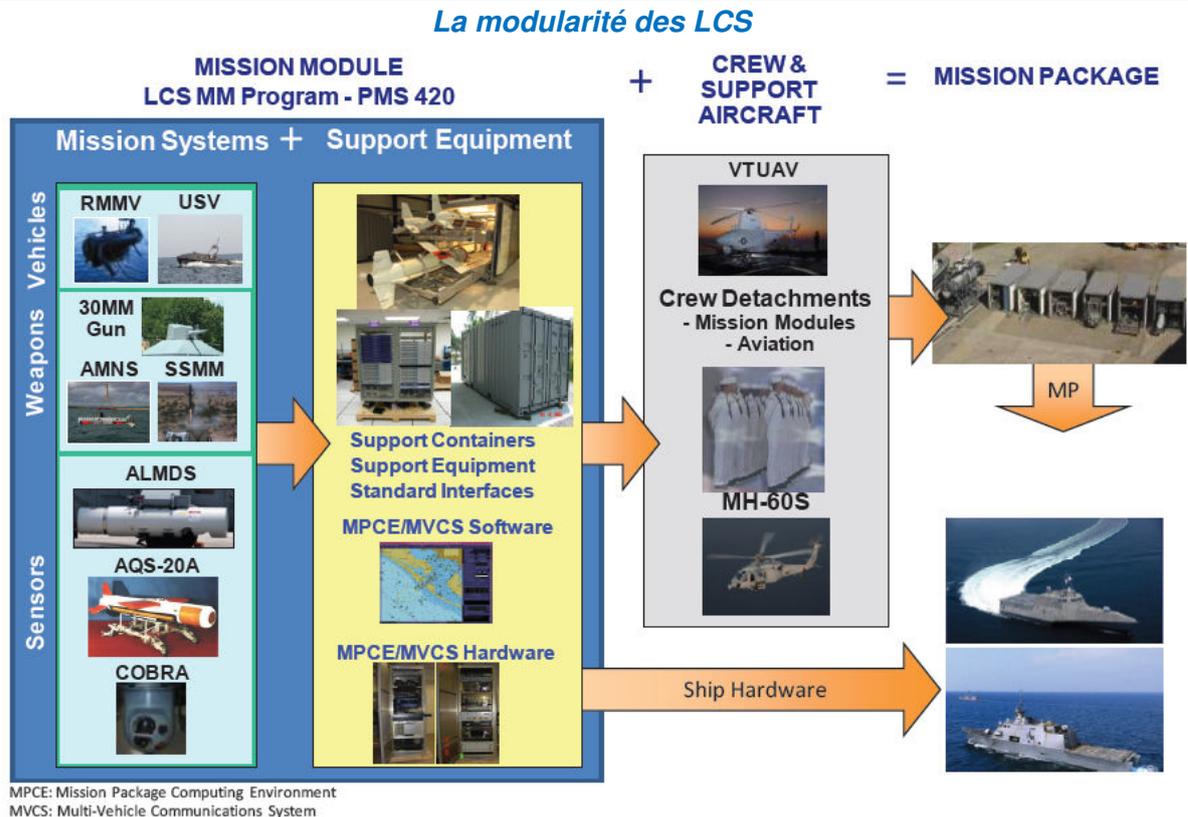
— Exemple des LCS américains

Plus récemment, l'*US Navy* a également recherché à exploiter les bénéfices de la modularité capacitaire pour ses *Littoral Combat Ships*, LCS. Deux concepts distincts ont été développés avec une version monocoque, le LCS *Freedom* de LOCKHEED MARTIN (allié à FINCANTIERI pour la plateforme) et avec une version trimaran, le LCS *Independence* de





GENERAL DYNAMICS. Des contrats séparés ont été passés auprès d'autres industriels comme NORTHROP GRUMAN pour les modules. Trois types de *mission packages* ont été définis : guerre des mines, lutte au-dessus de la surface, lutte anti-sous-marine. La composition de ces *mission packages* est illustrée ci-dessous.



Source : UNITED STATES NAVY / PEO LCS

Compte tenu de l'avancement du programme, il est encore trop tôt pour tirer toutes les leçons de ce programme. Néanmoins les rapports officiels font état de plusieurs problèmes techniques. De plus ce programme se caractérise par d'importantes dérives de coûts (environ de 2,3 milliards d'euros de surcoût pour la R&D et 260 millions d'euros par navire) et de délais (environ un an par unité) (GAO, 2016). La transformation du programme et des changements de concepts sont évoqués.

Si les principes de modularité sont appliqués à l'échelle d'un navire armé, notons également que leur application dépasse le navire lui-même : la mise en œuvre de systèmes déportés tels que les drones, le développement de systèmes interconnectant plusieurs plateformes navales entre elles, avec des aéronefs et/ou des centres à terre passent également par des interfaces standardisées (une modification de la plateforme ou du drone ne devant pas conduire à une forte modification de l'autre système). En revanche,





il est peu probable que cela conduise à une véritable convergence de modules physiques et fonctionnels dans la mesure où les fonctions sont justement remplies et améliorées par l'interconnexion de différentes plateformes (tenue de situation tactique, engagement coopératif, défense anti-missile, etc.). La définition de standards est un enjeu majeur pour le développement de cette modularité capacitaire. Cette standardisation concerne aussi bien les interfaces matérielles, comme en témoignent l'adoption de conteneur ISO pour embarquer certains modules et les branchements aux différents réseaux (électricité, eau, air, huile, etc.), que les interfaces logicielles (architecture des systèmes et gestion des interfaces permettant plusieurs configurations du système de combat en fonction des modules mission connectés) (HOOD, 2014).

4. 3. 2. Atouts et limites de la modularité

Après avoir exposé les différentes formes de modularité mises en œuvre dans l'industrie navale, il est utile d'en présenter les atouts et les limites, notamment en matière de structuration de la chaîne de valeur : quels sont les effets de la modularité sur les relations entre acteurs et sur la localisation des tâches qu'ils réalisent ?

— Principaux atouts de la modularité

Réduction des coûts

Un des atouts de la modularité les plus fréquemment mis en avant concerne les gains de coûts. Ces économies attendues sont de plusieurs natures. La modularité est d'abord vue comme le moyen de maintenir des capacités navales étendues à un moindre coût. L'amélioration de ce ratio capacités/coût s'opère par une réduction du nombre de classes de navires différentes et une standardisation des modules utilisés par les navires. C'est notamment ce qu'a réalisé la marine danoise avec le concept Stanflex dont elle a acquis environ cent containers de onze types différents (JANSSEN LOK, 2004). Autrement dit, la modularité permettrait de faire autant avec moins de plateformes (JANSSEN LOK, 2004). Si une marine réduit le nombre de classes de navire, elle fait des économies en supprimant les coûts de développement soit sur plusieurs classes de navires très spécialisés, soit sur des classes de navires plus polyvalents et souvent aussi plus coûteux. Par ailleurs, des économies d'échelle peuvent être réalisées au niveau des modules : effet de série lors de l'acquisition, de la qualification, mais aussi en maintenance et modernisation, et pour l'entraînement des personnels (GOLDRICK, 2014). En appliquant cette logique, une marine pourrait conserver ses capacités dans différents domaines de lutte, tout en réduisant légèrement le nombre de plateformes. La conception et la construction de navires décomposés en modules relativement indépendants peut aussi permettre de réduire les





délais de livraison et donc de réaliser des économies de main d'œuvre : 20% à 40% de temps de construction en moins selon SCHEIBACH & LAMB (2005)

Facilité à intégrer de nouvelles technologies et élargissement de l'offre

La modularité est aussi très souvent perçue comme positive pour l'innovation car elle facilite l'intégration de nouvelles technologies à moindre coût et parce qu'elle accroît la diversité des produits tout en réduisant leur durée de mise sur le marché, grâce à des coûts de développement limités.

En effet, lorsqu'un produit est conçu comme un ensemble de modules aux interfaces découplées, le remplacement de modules obsolètes ou peu performants par de nouveaux modules est relativement aisé car il impacte peu le reste du système. Ainsi, la modernisation du navire et son adaptation à l'évolution des menaces et des technologies sont plus simples (GOURE, 2006). C'est évidemment un atout de taille lorsque l'on constate le décalage croissant entre la durée de vie des navires (surtout lorsque les marines sont soumises à de fortes contraintes budgétaires) et la rapidité avec laquelle les menaces évoluent (cyber attaques, menaces asymétriques, menaces balistiques, hyper-véloces, etc.) ou celle avec laquelle se renouvellent les technologies numériques qui sous-tendent de plus en plus le combat réseau-centré (*network centric warfare*). Le système d'ensemble peut ainsi évoluer en combinant des modules dont les cycles de vie sont assez différents. Ainsi, par exemple, en matière de systèmes de combat, l'approche MOSA (*Modular Open System Approach*) du Pentagone permet de remplacer les éléments logiciels et matériels de manière distincte et selon des cycles différents (DELUCA et Alii, 2013).

Raccourcissement des délais de développement et ouverture de la filière

En outre, la modularité permet d'élargir l'offre en intégrant de nouveaux modules mission, ou en réutilisant une partie d'un concept de navires décliné avec l'ajout de nouvelles fonctionnalités. Ainsi, la diversification de l'offre est à la fois plus simple, moins coûteuse, moins risquée et plus rapide puisqu'il n'est plus nécessaire de repartir d'une feuille blanche. Dans une architecture modulaire, le découplage des interfaces et la combinaison de modules aux cycles de vie différents permet théoriquement de faciliter la réutilisation de l'existant et réduire les délais de conception (modules conçus en parallèle et de manière relativement indépendante les uns des autres). En effet, la conception détaillée des modules est réalisée indépendamment de la conception générale du produit. Contrairement au processus de conception et réalisation des navires armés qui fait de la conception générale une donnée d'entrée à la conception détaillée, un produit modulaire permet de conduire ces deux activités en parallèle et non consécutivement. La logique peut même s'inverser : le module et les standards d'interfaces viennent alors conditionner la définition





de l'architecture d'ensemble. La modularité permet également de tester et qualifier les différents systèmes en parallèle et de façon indépendante, ce qui permet à la fois de réduire les risques et la durée des programmes. Cette logique s'observe déjà au niveau des systèmes de combat qui peuvent être pré-intégrés et testés à terre et sur des installations spécifiques face à la mer afin de ne pas découvrir les difficultés une fois les systèmes intégrés sur le navire. D'une manière quelque peu différente, nous avons déjà vu comment le module PSIM développé par NAVAL GROUP permet de réaliser de nombreux essais avant son intégration au navire. S. MARKOWSKI (2008), mentionne aussi, par exemple, les frégates ANZAC dont le système de combat de SAAB a été testé à part. Selon la même logique, la modularité permet une réduction globale des délais de conception, de réalisation et essais, dans la mesure où ces tâches peuvent être effectuées en parallèle pour différents modules et non plus nécessairement de manière séquentielle.

De plus, dans certains secteurs et en fonction des organisations industrielles, la modularité peut contribuer à une large répartition des investissements de R&D tout au long de la chaîne de valeur : alors que la firme architecte se concentre sur les innovations d'ordre architectural (concept général), les fournisseurs de modules (lorsqu'ils sont externalisés) investissent pour faire évoluer les modules et lissent leurs coûts non-récurrents en vendant ces modules à différents intégrateurs. La firme architecte voit ainsi une part de ses coûts fixes de R&D passer en coûts variables incorporés dans l'achat de modules. De telles dynamiques ont pu être étudiées dans l'industrie automobile (FRIGANT, TALBOT) mais restent encore peu visibles dans l'industrie navale de défense.

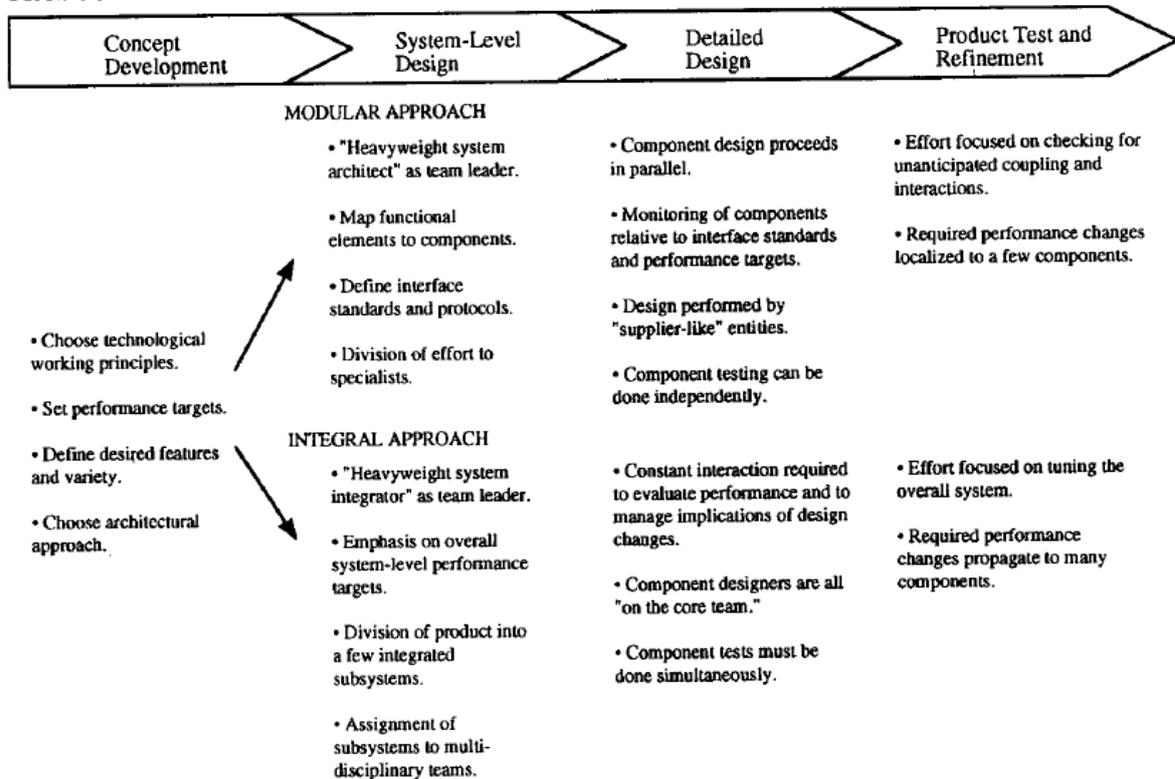
En outre, la mise en concurrence des fournisseurs de modules renforce la compétitivité et l'élargissement de la gamme en fonction de la diversité des modules. Dans l'industrie de défense, ce lien entre architectures modulaires et ouverture accrue à la concurrence est clairement identifié comme un atout pour les Etats clients (GOURE, 2006).





Les bénéfices de la modularité en termes de processus industriels d'innovation

PRODUCT DEVELOPMENT PROCESS



Source : K. ULRICH (1995)

Les avantages théoriques de la modularité sont nombreux et ont en partie été exploités dans le secteur naval de défense : concepts SIGMA de DAMEN, MEKO de BLOHM+VOSS, MOPCO d'ABEKING & RASMUSSEN, STANFLEX danoises, etc. (BERTRAM, NIEUWENHUIS, 2007).

Pour autant, il existe également des limites à la modularité et des obstacles à une exploitation étendue de ce concept dans le naval de défense.

— Principales limites de la modularité

Modularité et coûts

L'idée que la modularité permet d'effectuer des économies ne se vérifie pas systématiquement. Si l'exemple des différents navires STANFLEX semble plutôt concluant, le programme des *Littoral Combat Ships* (LCS) de l'*US Navy* en fournit un contre-exemple évident. Alors que le LCS était décrit comme : « *a low cost, highly flexible, fully networked ship* » (GOURE, 2006), les rapports officiels sont éloquentes (GAO, 2016). Les plateformes (hors *mission modules*) affichent un surcoût de 264% pour les coûts de R&D et de 80% pour le coût unitaire, entre 2004 et 2015 (en dollars constants). L'acquisition des 64 *mission modules* totalise pour l'instant un surcoût de 25%, de 2007 à 2015 (en dollars constants).





Certains experts (GOLDRICK, 2014) relèvent les limites d'un concept qui considère la plateforme comme un « bus » sur lequel viennent se greffer des modules hétérogènes. C'est particulièrement le cas pour la guerre des mines qui nécessite non seulement des modules spécifiques mais aussi des plateformes particulièrement discrètes et performantes en termes de réduction des signatures.

Dans leur étude sur le prochain *Single Class Surface Combatant* (SCSC) canadien qui vise à remplacer plusieurs classes de navires par une classe unique, S. MACKENZIE et R. TUTEJA (2006) montrent que la modularité peut potentiellement générer des économies pour certains coûts (coûts récurrents, exploitation du navire, formation des équipages, modernisation) mais engendrer des surcoûts en phase de conception et réalisation, ce qu'illustre parfaitement le programme LCS précité.

Ainsi l'évaluation économique des coûts et bénéfices de la modularité nécessiterait des données et analyses fiables sur l'ensemble du cycle de vie des produits et à l'échelle de plusieurs classes de navires pour déterminer si les surcoûts de conception sur une classe modulaire sont compensés par les économies réalisées en réduisant le nombre de classes, et si la modularité permet effectivement des économies sur le MCO et les modernisations (en présupposant par ailleurs que les capacités militaires sont équivalentes).

Modularité du navire et modularité de l'équipage ?

Si l'on parle souvent de modularité d'un navire armé, il ne faut pas oublier que ce navire est opéré par un équipage qui est un collectif structuré d'hommes (et de femmes) formés et entraînés à certaines missions et disposant de compétences spécialisées. Dans le cas de *modules mission*, le changement de modules peut impliquer une évolution de l'équipage (HOOD, 2014) ; ce dont témoigne la logique de l'*US Navy* pour laquelle le « *mission package* » est bien l'association d'un « *mission module* » et d'un détachement spécialisé. Cette modularité « socio-technique » soulève de nombreuses questions : quid de l'équipage opérant ces modules missions ? Le personnel du bord doit-il disposer en permanence des spécialistes adaptés à chaque module ou bien ces spécialistes embarquent-ils avec les modules missions ? Le commandement du navire doit-il disposer de compétences adaptées à chaque type de module embarqué ou bien le détachement de personnel spécialisé arrive-t-il avec son propre commandement ? Comment les « différents » équipages interagissent-ils ? (JANSSEN LOK, 2004). Le changement de modules peut nécessiter une requalification de l'équipage et un certain délai de montée en capacité opérationnelle (GOURE, 2006).





Modularité VS optimisation des performances

Bien qu'il existe peu de cas d'architectures parfaitement modulaires ou parfaitement intégrées, nous avons déjà souligné que les navires fortement armés relèvent plutôt d'une logique intégrée. La plateforme, par exemple, n'a pas pour unique fonction de faire flotter la charge qu'elle transporte. Elle doit également répondre à des contraintes de manœuvrabilité, d'hydrodynamique, et contribue aussi à l'atteinte de certaines performances transverses spécifiquement militaires : résistance aux chocs, signatures radar, thermique, compatibilité électromagnétique, par exemple. Ainsi la coque et sa structure contribuent à plusieurs fonctions : flottaison, stabilité, invulnérabilité, réduction de la surface équivalent radar, vitesse, etc. Inversement, la flottaison, la stabilité, ou encore la vitesse, ne dépendent pas uniquement de la coque, mais aussi de la densité, de la répartition des masses et du centre de gravité du navire. Par conséquent, un même élément physique contribue à plusieurs exigences fonctionnelles et réciproquement. Contrairement aux architectures pleinement modulaires montrées en exemples (partie 1.1.3.) et pour lesquelles une fonctionnalité est remplie par un seul élément physique, sur un navire, les chaînes fonctionnelles impliquent plusieurs zones géographiques. Comme le note M. HOOD (2014), il n'existe pas vraiment de « modules missiles » *plug and play*, par exemple. La plateforme n'est pas un simple « bus » flottant fournissant de l'énergie et une certaine résistance aux chocs aux équipements qu'elle embarque.

Il en est de même au niveau du système de combat où les performances d'un système de lutte ne dépendent pas uniquement des performances spécifiques de chaque équipement mais bien de la qualité de leur intégration physique et fonctionnelle. Ainsi par exemple, la chaîne anti-aérienne doit intégrer radar, conduite de tir, système de lancement des missiles, etc. Il s'agit aussi de corriger les données issues de différents systèmes dont la position relative varie sous l'effet de la déformation de la plateforme et dont la prise en compte influence la précision des systèmes. En matière de détection sous-marine, la qualité de l'intégration physique des antennes sonars à la plateforme et la maîtrise des bruits propres émis par le sous-marin contribuent à la performance globale de la détection.

Par conséquent, l'évaluation des performances de produits dont les architectures tendent à être plutôt intégrées ou plutôt modulaires doit se faire de manière dynamique et non statique : un sous-ensemble ou équipement pris indépendamment peut tout à fait atteindre les performances spécifiées, sans que le système dans sa globalité n'atteigne les performances qui lui sont assignées. Autrement dit, la performance d'une fonction est plus que la somme des performances de chaque sous-système. Par conséquent, les gains de temps issus d'un raccourcissement des délais de test et essais ne doivent pas être





surestimés. Si la modularité permet effectivement de concevoir, réaliser et tester les modules en parallèle pour effectuer les tâches de manière synchronique et non chronologique (d'où notre prudence initiale sur la définition de la chaîne de valeur en termes d'« étapes » successives et notre préférence pour la notion de « tâches »), ces gains de temps lors des essais sont limités lorsqu'existent des performances et fonctionnalités transverses. Même si pris indépendamment, un radar et un missile fonctionnent, ces essais ne suffisent pas à garantir que le missile atteindra la cible détectée par le radar.

De plus, il y a un compromis à faire entre l'atteinte de performances transverses élevées et la modularité qui implique de renoncer à une optimisation poussée. Les navires modulaires sont moins optimisés en termes de taille, d'emménagement et de poids, notamment pour permettre une plus grande adaptabilité et évolutivité (HOOD, 2014 ; BERTRAM & NIEUWENHUIS, 2007 ; SCHEIBACH & LAMB, 2005). Un navire modulaire se doit d'être dimensionné en fonction des configurations ou modules les plus exigeants en masse, volume, consommation électrique, risque incendie, etc. Cette maximisation des exigences techniques limite les optimisations ou les rend plus coûteuses.

Modularité, maintien des compétences de l'entreprise architecte et innovation

Si l'un des avantages de la modularité est de mieux partager l'effort d'innovation au sein de la filière (notamment, entre architectes d'ensemble et fournisseurs de modules), le découplage et la standardisation des interfaces tendent à transformer les modules en « boîtes noires » pour les intégrateurs. Le périmètre de leurs connaissances techniques et donc leur capacité à sélectionner le meilleur fournisseur de module peuvent être fortement remis en cause. La capacité de l'architecte à spécifier et à sélectionner les modules peut s'amoinrir, de même que la capacité du maître d'œuvre à évaluer l'offre des fournisseurs (valeur réelle du module). Ainsi la firme-architecte maîtrise les interfaces mais tend à perdre la connaissance technique des modules sous-traités. Comme le souligne V. FRIGANT (2004) :

« l'architecture modulaire réduit l'étendue de la base de connaissances de la firme et, dans une perspective plus dynamique, affaiblit sa capacité d'absorption c'est-à-dire sa capacité à intégrer ultérieurement des connaissances, et donc des technologies, nouvelles ».

L'architecte peut se retrouver limité à la conception d'un « bus » sur lequel viennent s'intégrer les modules constituant la véritable valeur ajoutée du produit final. La position de la firme architecte dans la chaîne de valeur peut également être remise en cause : ancien fournisseur d'écrans d'APPLE, SAMSUNG est devenu l'un de ses principaux concurrents.





Fournisseur d'IBM, INTEL a favorisé l'entrée sur le marché de COMPAQ pour faire émerger un concurrent à IBM.

D'autres auteurs discutent également l'argument selon lequel la modularité facilite l'innovation. Car si l'intégration d'évolutions incrémentales semble moins coûteuse, celle d'innovations de rupture peut être différée et/ou très coûteuse lorsque celles-ci remettent en cause les standards permettant le découplage des interfaces et sur lesquels repose la modularité (BERTRAM, NIEUWENHUIS, 2007).

Modularité et structuration du marché naval militaire

Enfin, la structuration du marché naval de défense limite la capacité à exploiter tous les atouts de la modularité, particulièrement en matière de mise en concurrence de fournisseurs de modules. En effet, si la modularité permet théoriquement de réduire les coûts, d'intégrer de nouveaux modules plus innovants ou plus diversifiés par un élargissement de la base de fournisseurs et leur mise en concurrence, cette possibilité suppose qu'il existe une offre large de modules respectant des standards et normes communes à l'ensemble du secteur.

Or le marché naval de défense reste encore très fragmenté et résulte surtout d'une multitude de marchés nationaux (cf. introduction). Par ailleurs, le volume limité des séries à produire, la longueur des cycles de vie et des processus d'acquisition, rendent les marchés nationaux souvent trop limités pour permettre la coexistence de plusieurs fournisseurs de modules. En outre, il n'existe pas de standards pour ces modules (taille, masse, consommation électrique, interfaces logicielles, etc.). Cette absence de standards est clairement identifiée comme une limite à la modularisation des systèmes navals (NAVAL RESEARCH ADVISORY COMMITTEE, 2005)

Par ailleurs, le passage à des flottes réellement modulaires implique de réduire le nombre de classes de navires spécialisés pour adopter des plateformes standardisées plus nombreuses. Or, cette logique se heurte à des difficultés techniques (cf. exemple des LCS) et industrielles en matière de maintien des compétences. La réduction du nombre de classe et l'allongement des séries induit une réduction du nombre de nouveaux programmes et un allongement de la durée entre chaque nouveau programme dont la conjugaison menace le maintien des compétences de conception dans les bureaux d'études. Cette difficulté se pose d'ailleurs déjà avec les navires polyvalents. Ainsi, la France et le Royaume-Uni ont raccourci les cycles d'acquisition de leurs programmes de frégates (FREMM, T26) pour lancer des programmes de frégates moins fortement armées (FTI, T31). Le recours à certaines formes de modularité (modules mission) est donc limité par certaines caractéristiques techniques et industrielles fondamentales.





Cette remarque conduit à approfondir davantage la relation entre architecture technique et organisationnelle comme nous l'avons déjà souligné en introduction et dans la partie 1 en évoquant notamment les travaux de V. FRIGANT et D. TALBOT. Sur la base des définitions, typologies, avantages et inconvénients détaillés ici, il est possible d'interroger ce lien entre modularité et internationalisation des chaînes de valeur dans l'industrie navale.

4. 3. 3. Modularité et internationalisation des chaînes de valeur navales de défense

Ce lien entre modularité des produits et structuration de la chaîne de valeur est parfois établi par les praticiens eux-mêmes. Ainsi nous avons vu comment la stratégie d'acquisition des *Littoral Combat Ship* américains repose sur une forme d'isomorphisme entre la modularité de l'architecture des systèmes et la modularité de l'organisation industrielle. En effet, la distinction entre des plateformes standards « *Seaframe* » attribuées à deux industriels (LOCKHEED MARTIN et GENERAL DYNAMICS - AUSTAL) et des « *mission modules* » attribués à un autre (NORTHROP GRUMAN) illustre bien cette stratégie visant à disposer de systèmes modulaires et ouverts aux interfaces standardisées afin d'ouvrir le marché à différents fournisseurs (GOURE, 2006).

Dès lors, on peut se demander s'il existe un lien entre le degré de modularité des systèmes navals et le niveau de fragmentation de leur chaîne de valeur : à la fois en termes d'acteurs impliqués, et d'internationalisation. Nous rejoignons ici la problématique soulevée par V. FRIGANT (2007) sur le lien entre modularité et internationalisation. Jusqu'à présent nous avons souligné le fait que des systèmes aussi complexes que les navires armés sont difficilement modulaires. Néanmoins, la sous-partie précédente a aussi mis en évidence l'introduction croissante de la modularité dans l'industrie navale de défense.

Par ailleurs, nous avons décrit dans les parties 3 et 4 plusieurs processus d'internationalisation de la chaîne de valeur du naval de défense. Il reste donc à établir s'il existe un lien entre modularité et internationalisation des chaînes de valeur. Nous verrons dans un premier temps que la complexité des navires fortement armés génère des difficultés d'internationalisation de leur processus de conception et réalisation. Pour autant, il ne semble pas y avoir de déterminisme technologique et nous démontrerons aussi que les contraintes d'internationalisation conduisent les groupes de défense à concevoir des navires plus modulaires.

Nous rejoignons ainsi les analyses de V. FRIGANT et D. TALBOT (2005) dans leur comparaison des dynamiques technologiques et industrielles des secteurs aéronautiques et automobiles, ainsi que les travaux de G. GEREFFI, J. HUMPHREY et T. STURGEON (2005) qui expliquent la structuration des chaînes de valeur par la complexité des transactions et le caractère codifiable des connaissances, notamment. Dans son analyse





du lien entre architecture-produit et architecture organisationnelle, V. FRIGANT (2007) s'intéresse plus particulièrement à l'effet de la modularité sur la coordination des relations d'interdépendance et donc sur ses atouts en termes de fragmentation et internationalisation.¹ V. FRIGANT retient trois registres de coordination des interdépendances que nous reprenons ici pour étudier dans quelle mesure le degré de modularité des navires armés peut influencer la fragmentation géographique des programmes. Il s'agit de la coordination des flux cognitifs, contractuels et productifs. La dimension cognitive de la coordination des tâches est particulièrement importante. Outre le fait que celle-ci soit également identifiée comme déterminante dans les travaux de STURGEON & ALII, la transmission et la coordination des flux de connaissances semblent particulièrement utiles à analyser dans le cadre de programmes navals internationalisés impliquant des transferts de technologies d'un industriel expérimenté vers une base industrielle locale émergente.

La difficile internationalisation de la chaîne de valeur de systèmes navals complexes et fortement intégrés

Des systèmes complexes aux interfaces peu standardisées et qui mobilisent des connaissances tacites

La coordination des flux de connaissance est un élément déterminant : plus les interfaces sont standardisées et ouvertes, c'est-à-dire connues et maîtrisées par un nombre important d'acteurs, plus il est aisé de coordonner leurs tâches et de leur confier des modules distincts. Ces standards ouverts (non propriétaires), caractéristiques d'architectures modulaires limitent les échanges d'informations nécessaires à la conception, à la réalisation et aux essais de modules distincts car chaque acteur n'a qu'à respecter ces standards sans se soucier des caractéristiques spécifiques et détaillées relatives aux autres modules. *A contrario*, des architectures plus intégrées dont les interfaces sont peu standardisées ou dont les standards sont spécifiques à une entreprise, rendent plus complexe la coordination des tâches relatives à des modules différents car il faut en permanence assurer la compatibilité des différents modules. De plus certaines tâches nécessitent de maîtriser certains outils très spécifiques (machines, voire logiciels) et qui requièrent parfois des années d'expérience.

¹ « Conformément aux enseignements des études empiriques, les secteurs réputés les plus modulaires sont également ceux où la fragmentation internationale des processus de production est également la plus forte. » V. FRIGANT (2007)





Ainsi, V. FRIGANT (2007) évoque la spécificité des différents secteurs industriels et s'intéresse notamment aux *complex product systems* (CoPS) dont relèvent notamment les industries d'armement. Ces produits complexes s'éloignent de la modularité pure car leurs interfaces sont peu stables (évolutions à chaque génération) et peu ouvertes (spécifications relevant de la propriété des concepteurs), et aussi du fait de la faible correspondance entre architectures physiques et fonctionnelles (cf. exemples précités dans le naval militaire). De ce fait, les connaissances des intégrateurs ne peuvent pas se limiter à l'architecture d'ensemble des systèmes et doivent s'étendre aux « modules » eux-mêmes pour assurer leur interfaçage et leur intégration.

L'existence de « connaissances tacites difficilement transférables » (FRIGANT, 2007) s'observe particulièrement dans le cas de programmes navals internationalisés impliquant d'importants transferts de technologies. Une nouvelle fois, le programme australien de destroyers anti-aériens de la classe *Hobart* est très illustratif et témoigne de la difficulté à codifier et transmettre l'intégralité des connaissances, particulièrement lorsqu'il s'agit de systèmes complexes.

Si l'évolution des systèmes d'information et de communication est souvent évoquée comme un élément facilitant la coordination des tâches, l'exemple australien montre que cette coordination peut rester complexe, comme en témoigne la cour des comptes australienne, l'AUSTRALIAN NATIONAL AUDIT OFFICE, dans son rapport détaillé de 2014. L'ANAO évoque notamment l'insuffisance des plans en 2D commandés au concepteur (NAVANTIA) par l'Alliance formée par le Ministère de la Défense, le chantier naval (ASC) et l'intégrateur du système de combat (RAYTHEON). Ces plans en 2D au lieu de plans virtuels en 3D ont rendu plus difficile, voire hasardeuse l'interprétation et la représentation spatiale des plans du navire. L'Alliance n'ayant pas jugé nécessaire de recourir à un système de CAD (*computer aided design*) il a fallu que NAVANTIA dépêche auprès du chantier ASC, une équipe d'ingénieurs disposant des systèmes d'information technique en 3D de NAVANTIA. Le rapport évoque également l'écart d'expérience entre ouvriers australiens et espagnols contraignant NAVANTIA à expliciter davantage les plans et à intégrer de nombreuses modifications sur les plans, là où certaines sont habituellement apportées directement par le chantier.

“Navantia also emphasised that it invested significant resources to incorporate additional detail into the construction drawings for the less experienced Australian shipyards, as compared to drawings for its own shipyard. Navantia noted that, in its own shipyard, many minor design changes are resolved ‘on the spot’ by its experienced production workforce, rather than through the revision of design documentation.” (ANAO, 2014)





Signe de cette difficulté à transmettre des informations et savoir-faire faiblement codifiables, le quota d'assistance technique a été rapidement et largement dépassé : en juin 2013, alors qu'aucun destroyer n'était encore achevé, 125 000 heures de soutien en ingénierie avait été consommées, soit 20 000 heures de plus qu'initialement prévu pour l'ensemble du programme.

L'interface entre la plateforme et différents systèmes fournis directement par le client comme ceux du système de combat offre un autre exemple de la complexité et de la faible standardisation des informations échangées. NAVANTIA a recensé plus de 700 interruptions dans la conception à cause d'amendements apportés par la maîtrise d'ouvrage ou de défauts d'information sur les systèmes acquis par le client. Ce nombre témoigne de la forte imbrication et de l'interdépendance technique entre les différents systèmes et donc de l'impact d'une chaîne de valeur fragmentée et internationalisée sur la gestion de ces interfaces et des flux d'information correspondants.

La double fragmentation de la chaîne de valeur à la fois entre acteurs industriels (NAVANTIA, RAYTHEON, ASC, FORGACS, BAE SYSTEMS) et entre lieux (Espagne, Australie, Etats-Unis, etc.) a occasionné de fortes difficultés de coordination et transmission de l'information. On peut également rappeler l'exemple du programme Scorpène Inde pour lequel NAVAL GROUP a implanté une ingénierie locale permettant de faire le lien entre les équipes d'ingénierie localisées en France et le chantier indien MDL.

Des problèmes d'industrialisation qui révèlent une difficulté à fragmenter conception et réalisation des navires armés

Le passage de la conception à la réalisation des navires armés génère également de nombreuses difficultés dans le cadre de programmes internationalisés. Nous avons déjà abondamment souligné en partie 1.3.2 le chevauchement entre tâches de conception et de réalisation, ainsi que l'absence de véritable prototypage, qui rendent inadaptée une représentation chronologique de la chaîne de valeur et densifient fortement les échanges entre ingénierie de conception et de production. L'importance de ces interactions et leur faible standardisation est encore plus manifeste dans le cadre de programmes navals internationalisés. Encore une fois le programme australien de destroyers anti-aériens est riche d'enseignements. Les éléments déjà mentionnés témoignent de l'importance d'une relation de proximité et quasi idiosyncratique entre ingénierie de conception et chantier naval : degré de précision des plans fournis, capacité d'interprétation par les équipes du chantier, répartition des responsabilités entre ingénierie et chantier quant aux corrections à apporter aux plans, accès au système d'information technique, etc.





La sensibilité de ces échanges a été très largement sous-estimée par les autorités australiennes qui pensaient pouvoir acheter à NAVANTIA un concept de navire « *sea proven* » déjà éprouvé car déjà réalisé (frégates F-100 espagnoles) et qui devait être relativement facile à reproduire par des chantiers australiens. Pourtant, l'ANAO mentionne qu'en moyenne, chaque plan a été repris 2,75 fois. Qu'il s'agisse de gestion d'obsolescences, d'adaptation aux normes locales, d'interfaces entre une plateforme effectivement conçue par NAVANTIA et un système de combat américain mais « australianisé »,¹ etc., les raisons ne manquent pas pour expliquer l'immatunité du *design* fourni par NAVANTIA et qui ne correspondait finalement à aucun navire déjà réalisé et devait tenir compte de nombreuses spécificités locales.

Au-delà du dossier de définition détaillée décrivant de manière précise le navire armé, ce sont les spécifications d'achat et de construction ainsi que l'ensemble du « *technical data package* » qui sont essentiels pour le chantier. En effet, il ne s'agit pas simplement d'avoir une vision précise du navire qu'il faut construire (le « *know what* ») mais aussi, voire surtout, de savoir *comment* le construire (« *know how* ») : outils nécessaires, décomposition en blocs, tâches, dossiers de montage et autres instructions déclinées par métiers (chaudronniers, électriciens, peintres, etc.). Or, ces éléments d'industrialisation ne sont pas standardisés et doivent fréquemment être adaptés au chantier de construction voire aux différents chantiers dans le cas d'une construction modulaire distribuée, comme dans le cas australien. Ainsi par exemple, le découpage du navire en blocs dépend fortement des infrastructures et outils industriels et notamment des capacités de levage.

L'enjeu de l'industrialisation et de l'adaptation de la stratégie de construction a été sous-estimé dans le cas australien² et révèle en outre la difficulté qu'il peut y avoir à fragmenter

¹ L'ANAO note par exemple que « the current version of the Aegis Weapons System has not been previously integrated in the platform » et que l'« equipment selection may impact on the topside design ».[...]

“Navantia, in its January 2014 response to an extract from this audit report, stated that ‘The design of the Australian AWD is very different from that of the existing F-104, incorporating lessons learnt from the Spanish Navy’s F-105 (not all known at the time of the contract), implementing Australian regulations, and taking account of obsolescence, Contract Amendment Proposals, etc. All these items, together with the supply chain information modifications in respect to F-104 equipment, imply a very relevant number of revisions/modifications to the existing F-104 design, to be implemented at the time that the information is made available to the designer—in most cases out of the designer’s control.’ (ANAO, 2014)

² “[...] The build sequence was driven by the installation of the Combat System, and the sequence was not the same as that followed for the F-100; the Intermediate Products (used to plan and budget the construction) were not defined in line with Navantia’s drawings structure, leading to a mismatch with Navantia supplies; and some procedures and building strategies developed by Bath Iron Works were not directly applicable to the Hobart-class DDGs.” [...] “For example, as the Technical Data Package (TDP) content, structure and delivery schedule specified in the PSD Contract is based on Navantia’s own build strategies for its shipyards, the





et internationaliser des programmes navals complexes entre les tâches de conception et de réalisation. Cette difficulté est une contrainte majeure pour exploiter certains avantages attendus d'une division internationale des processus productifs. En effet, des modèles comme ceux de l'automobile ou du type « APPLE » impliquant la segmentation et la dispersion des activités de R&D et conception (dans les pays développés) et des activités de réalisation et assemblage (dans des pays à main d'œuvre bon marché) semblent difficiles à transposer dans le cas de navires armés fortement intégrés (destroyers, sous-marins).¹ Au vu des programmes étudiés, la localisation d'équipes d'ingénierie à proximité du chantier d'intégration ou du moins dans le même pays paraît indispensable. Autrement dit, il s'agit moins d'une fragmentation et internationalisation entre des *phases* de conception et de réalisation, qu'entre des *tâches* de conception *générale* et de conception *détaillée* ainsi que d'ingénierie de *production*.

Une organisation industrielle fragmentée mal adaptée à l'internationalisation d'un programme naval complexe

Outre les difficultés relatives à la coordination des flux d'informations, à la transmission des connaissances et à la fragmentation des tâches entre conception et réalisation, le programme des destroyers de la classe *Hobart* révèle aussi les limites d'une organisation industrielle fragmentant les responsabilités entre de nombreux acteurs. Alors que les travaux de V. FRIGANT comme ceux de T. STURGEON soulignent le lien entre modularité et externalisation des tâches par la firme architecte, on constate ici que cette fragmentation de la chaîne de valeur entre acteurs est la source d'une complexification accrue de la coordination contractuelle des programmes. En effet, la fragmentation des tâches entre acteurs ne multiplie pas uniquement les ruptures d'informations et de connaissance, elle génère aussi une multiplication des interfaces contractuelles et productives, ainsi qu'une évolution importante du périmètre des firmes. Dans le cas des destroyers australiens, nous avons déjà insisté sur cette fragmentation qui concerne concepteurs et chantiers, plateforme et système de combat.

Or ici, les difficultés et écueils déjà décrits ont été aggravés par le cadre contractuel et particulièrement par le fait que le concepteur de la plateforme (NAVANTIA) ne fait pas

resulting design products have not aligned with the AWD Build Strategy (i.e. a distributed vs centralised build strategy)." (ANAO, 2014)

¹ "While the Alliance has taken steps to better integrate Navantia's knowledge and experience over time (as discussed at paragraphs 5.62 to 5.69 below), a key lesson to be drawn for future shipbuilding programs is that a higher level of integration should be sought between the designer and shipbuilder throughout the program." (ANAO, 2014)





partie de l'alliance contractuelle qui réunit la maîtrise d'ouvrage, RAYTHEON et ASC. Dans cette organisation fragmentée, aucun acteur n'est véritablement responsable et compétent pour exercer une autorité technique sur l'ensemble du navire armé et assurer sa livraison. En plus d'être inefficace, cette fragmentation des responsabilités rigidifie certains processus de résolution des problèmes techniques, notamment lorsqu'il s'agit de valider les modifications de *design*.¹ Ainsi, NAVANTIA a établi auprès d'ASC un « *Design Approval Delegate* » autorisé à valider certaines modifications de conception relevant de son autorité. En outre, sur des programmes aussi complexes sur les plans technique et industriel, la fragmentation entre acteurs aggrave les difficultés liées au caractère nécessairement incomplet des contrats et donc à la gestion des contentieux.

Ainsi, qu'il s'agisse de flux d'informations et de connaissances, d'interface entre tâches de conception et de réalisation, ou encore de coordination contractuelle et productive, les exemples de programmes navals internationalisés étudiés révèlent qu'il est difficile de fragmenter la chaîne de valeur entre acteurs et entre territoires. Les programmes navals ne semblent pas facilement donner lieu à des organisations modulaires, au moins pour des navires complexes. A défaut d'être purement impossible, une fragmentation poussée des tâches et responsabilités entre acteurs et entre territoires nécessite une forte anticipation et une recombinaison de la chaîne de valeur. Le programme des destroyers australiens démontre qu'on ne peut pas simplement transposer un programme national à l'étranger ni acheter un *design* « sur étagère » pour faire réaliser les navires par un autre chantier que celui pour lequel ce *design* a été conçu : les données de conception ne sont pas « standardisées » et assimilables par n'importe quel chantier.

Pourtant, les travaux de V. FRIGANT et D. TALBOT montrent que même dans le cas de produits complexes dont l'architecture produit tend davantage vers l'intégration que la modularité (comme l'automobile, par exemple), il est possible d'observer une organisation industrielle tendant vers la modularité, comme en témoignent les firmes pivot qui ont émergé dans l'industrie automobile autour d'équipementiers.

¹ « Any deviations from this design documentation requires Commonwealth and/or Platform System Designer endorsement, which limits 'on the spot' changes being made by the Alliance production workforce. » [...]

« By mid-2010, the Alliance was not meeting the Platform System Design contract's Platform System Design data review time of 20 working days or less, as the Block Drawing reviews were typically taking two months, and four months for Non Block Related reviews. » [...]

« In November 2012, stronger links were created between Navantia's design team in Spain and the Alliance's production team in Australia. The role of Navantia's on-site resident team was expanded from providing a transactional support capacity to being fully integrated into the Alliance team. This included the appointment and secondment of Navantia personnel to Australia to the key Alliance positions of Design Progress. » (ANAO, 2014)





Par conséquent, on ne peut conclure hâtivement à l'impossibilité d'introduire davantage de modularité dans la structuration des chaînes de valeur navale pour favoriser leur internationalisation. Soulignons toutefois que dans le cas de l'automobile, tout comme l'électronique ou l'aéronautique, il s'agit toujours d'industries de production de masse et dont les marchés sont plus mondiaux que nationaux, comparativement à l'industrie navale militaire.

Modularité, fragmentation géographique des tâches et internationalisation des chaînes de valeur du naval de défense

Au début de cette partie 4.3, nous avons distingué différents types de modularité (modularité de construction, modularité de conception, modularité capacitaire). Dans cette sous-partie, nous allons montrer que le développement de certaines formes de modularité peut favoriser la fragmentation géographique des tâches et donc l'internationalisation des chaînes de valeur.

Un recours à la construction modulaire qui facilite la fragmentation géographique des tâches

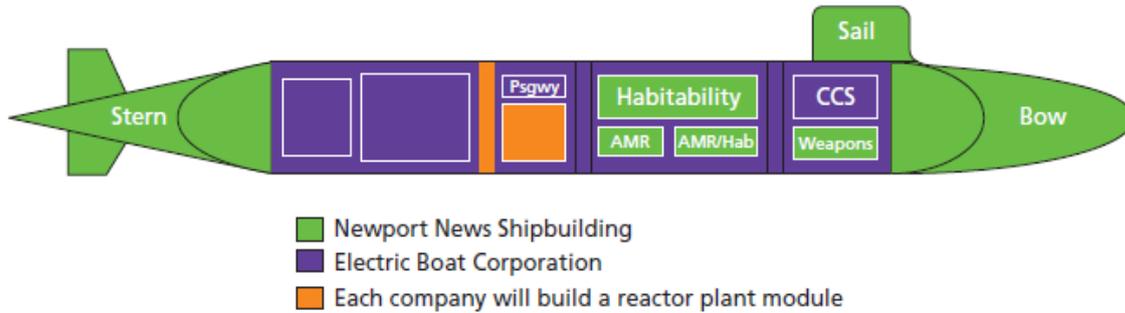
La construction modulaire consiste à décomposer le navire armé en plusieurs blocs qui sont pré-armés avant d'être assemblés au lieu d'une construction traditionnelle se traduisant par une longue phase d'armement une fois la coque et les structures assemblées. Outre les gains de temps et de productivité déjà évoqués, ce mode de construction modulaire permet également de déconcentrer la réalisation des blocs et de répartir la charge entre différents sites. Cela permet à la fois d'absorber les pics de charge lorsque les infrastructures industrielles d'un seul site risquent la surcharge, ainsi que de maintenir et entretenir des compétences sur plusieurs sites voire chez plusieurs acteurs afin de préserver les possibilités de mise en concurrence et/ou de maintenir les compétences. En témoigne la stratégie industrielle mise en place aux Etats-Unis pour maintenir des capacités de réalisation de sous-marins nucléaires chez GENERAL DYNAMICS / ELECTRIC BOAT et chez HUNTINGTON INGALLS INDUSTRIES / NEWPORT NEWS (cf. ci-dessous).





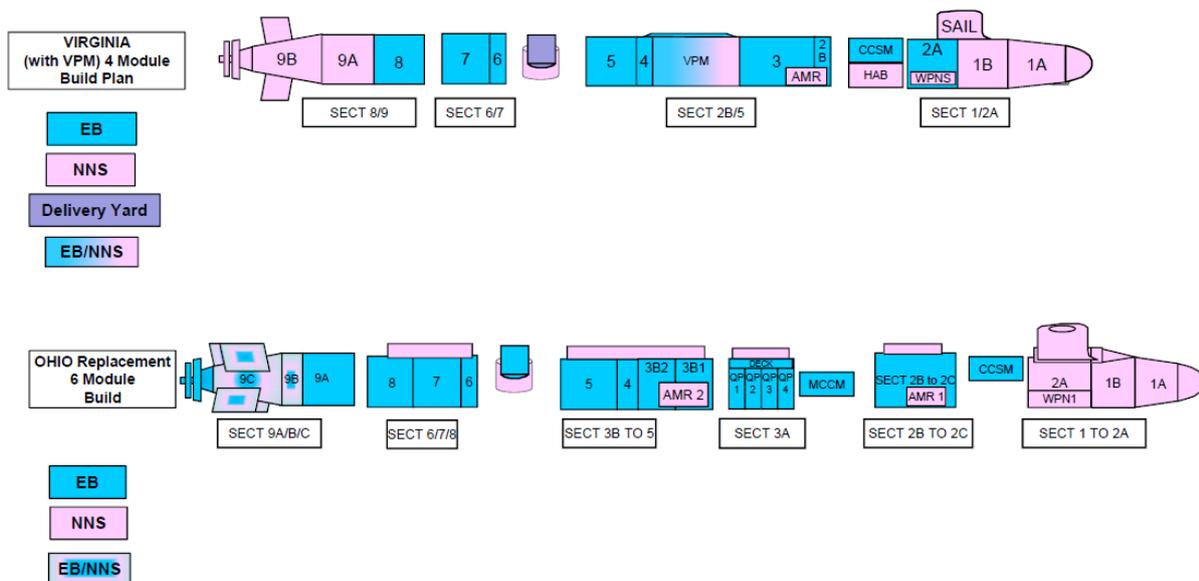
Construction modulaire et distribuée des SNA américains de la classe Virginia et des futurs SNLE de la classe Columbia

SNA Virginia (situation 2011)



SOURCE: FAS. Used with permission.
RAND TR852-D.1

SNA Virginia et SNLE Columbia (stratégie adoptée en 2016)



NB : le chantier de Newport News appartient aujourd'hui à HUNTINGTON INGALLS INDUSTRIES, *spin-off* de NORTHROP GRUMAN

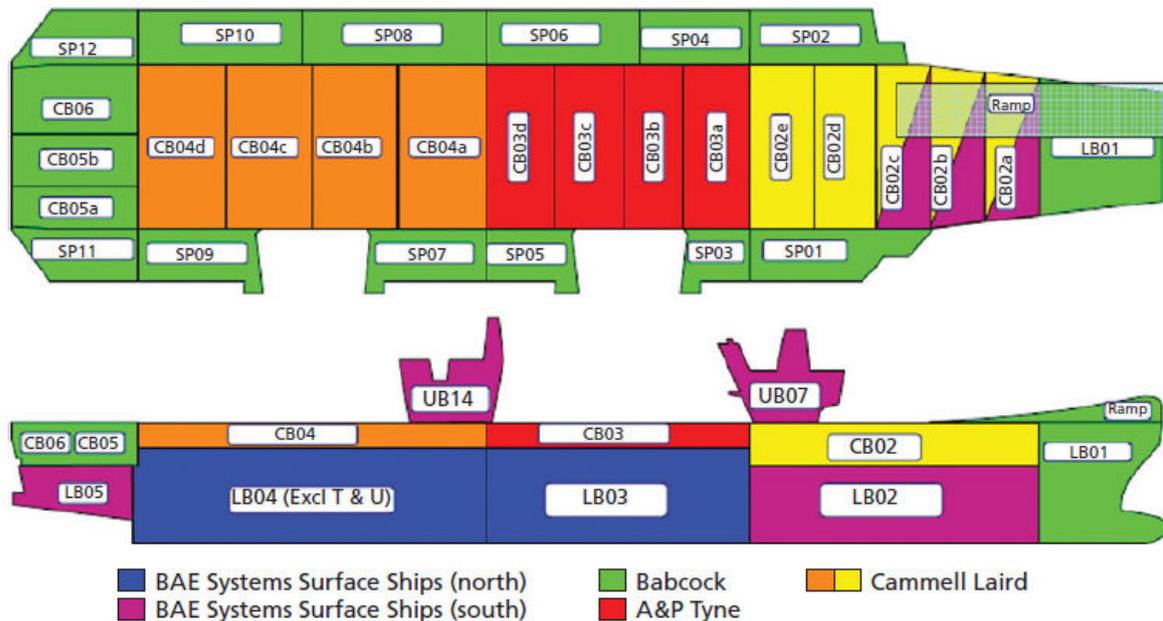
Source : SMALLMAN et Alii (2011), US NAVY (2016)

Une stratégie de construction modulaire et distribuée géographiquement a également été adoptée pour les porte-avions britanniques *Queen Elizabeth* et *Prince of Wales* (cf. ci-dessous). En France, des blocs de coques des premières FREMM assemblés à Lorient ont été réalisés à Cherbourg et Brest (LE TELEGRAMME, 2011). Si tous ces exemples montrent bien le lien entre modularité et fragmentation de la chaîne de valeur (entre acteurs et entre sites), ils restent toutefois circonscrits à des bases industrielles nationales.





Construction modulaire et distribuée du porte-avions britannique Queen Elisabeth



SOURCE: Moriarty (2010a). Used with permission.

NOTE: LB = lower block. CB = center block. UB = upper block. SP = sponson.

RAND TR852-F.2

Source : SMALLMAN et Alii (2011)

La même logique s'applique également dans le cadre de programmes internationalisés. Ainsi de nombreux exemples illustrent le fait que la construction modulaire permet une fragmentation géographique conduisant à l'internationalisation des chaînes de valeur :

- *BPC égyptiens (ex-BPC russes)* : dans le cadre de ce programme export, une partie des BPC a été réalisée en France par STX à Saint-Nazaire et une autre partie a été confectionnée à Saint-Petersbourg, en Russie, avant leur assemblage final en France (GROIZELEAU, 2012a).
- *Corvettes GOWIND égyptiennes et malaisiennes* : dans le cas Egyptien, la première corvette est réalisée en France alors que le reste de la série est réalisé en Egypte, dans le cas malaisien, toutes les corvettes sont réalisées localement. Toutefois, dans les deux cas, le développement de modules PSIM (cf. partie 4.3.1) permet de réaliser et tester en France un bloc complet avec son expédition et son assemblage par les partenaires industriels étrangers (GROIZELEAU, 2015b).
- *Sous-marins Scorpène brésiliens* : une partie du premier sous-marin SCORPENE destiné au Brésil a été confectionnée par NAVAL GROUP en France, avant son envoi par barge vers le site partenaire au Brésil (GROIZELEAU, 2013).

Ces différents exemples montrent que le recours à la construction modulaire permet de distribuer géographiquement la production et d'internationaliser la chaîne de valeur. En





revanche, on constate qu'il s'agit d'une modularité imparfaite puisque les différents modules ne sont pas véritablement conçus indépendamment en parallèle et sur des lieux différents. Mais au-delà de la construction, l'introduction de la modularité concerne aussi les *designs* de navires et il semble que ce recours à la modularité s'explique en partie par des contraintes de développement international voire d'internationalisation de la chaîne de valeur.

Des designs modulaires pour s'adapter à la diversité des besoins des marchés

Comme nous l'avons vu précédemment, les acteurs de l'industrie navale de défense ont perçu les atouts de la modularité en termes de réduction des coûts, de diversification de l'offre et d'intégration d'innovations. Le recours à la modularité semble une solution idéale pour des industriels ne pouvant se limiter aux commandes de leur client domestique et contraints de conquérir de nouveaux marchés pour se développer. En effet le développement d'architectures plus modulaires permet de renforcer la compétitivité-coût en réduisant les coûts de développement non-récurrents. La possibilité de décliner un *design* de navire préexistant pour l'adapter aux besoins d'un client ou de traiter les obsolescences sans avoir à reprendre l'intégralité de la conception du navire est un facteur d'économie intéressant. De plus, une architecture modulaire permet d'élargir le portefeuille produits en déclinant des gammes formées sur la base d'un socle commun et d'une diversité de variations ou options, y compris en intégrant des systèmes ou équipements choisis par le client. Ainsi, la modularité des *designs* favorise la compétitivité des industriels désirant se développer à l'international.

Cette stratégie industrielle et commerciale s'observe chez de nombreux acteurs : concepts SIGMA de DAMEN, MEKO de TKMS, PPA de FINCANTIERI, Belh@RRA de NAVAL GROUP. Ainsi, par exemple, la modularité des MEKO de TKMS vise à développer facilement des variantes, notamment pour le système propulsif (cf. ci-dessous) ou les équipements du système de combat, et à personnaliser certaines zones en fonction du client.





Conception modulaire chez TKMS : le concept des MEKO

The New MEKO® Modularity

Standard Sections Variant Sections Customized Areas

Variant 1 Variant 2 Variant 3

Three medium sized DE with three speed cross connection gearbox

Two medium sized DE with two PTI two reduction gearboxes

Two medium sized DE with two small sized DE two reduction gearboxes

Use of Customized Areas

Up to 8 Mission Modules

ISO-Standard

MEKO® Technology (2): **Combat System Configuration Modularity**

- Class-standard hull and machinery
- Combat systems are modular with standard interfaces
- Customer can specify any combination of combat systems from any supplier

= Customer choice flexibility

= ease of maintenance and refits/upgrading

= ease of local building

MEKO® Technology in Practical Example: Same Hull and machinery; very different combat systems fit

Blohm+Voss MEKO® A-200 for Algeria

Blohm+Voss MEKO® A-200 South Africa

Source : présentations TKMS (2012, 2015)

Comme le soulignent les documents de TKMS, ce concept modulaire vise aussi à intégrer des équipements choisis par le client local et à générer du contenu industriel dans le pays étranger (cf. commentaires en rouge ci-dessus). Il y a donc un lien direct entre le recours à la modularité et l'internationalisation de la chaîne de valeur. Au-delà de la structuration d'une politique-produits, la conception modulaire peut aussi s'inscrire dans une stratégie industrielle d'internationalisation de la chaîne de valeur. Il s'agit dès lors de s'adapter non seulement aux besoins capacitaires du client à travers un produit attractif (performances, coûts, etc.), mais aussi à ses exigences de contenu local pour créer de l'activité localement (cf. partie 3.1 consacrée aux compensations industrielles).

Plusieurs exemples permettent d'étayer cette analyse. Le concept OMEGA mis en avant par DAMEN est particulièrement illustratif de cette tendance. Même s'il n'a semble-t-il pas encore été appliqué, il témoigne d'une stratégie commerciale et industrielle recourant à la modularité pour fragmenter et internationaliser la chaîne de valeur (cf. document DAMEN ci-dessous). En effet, le procédé OMEGA qui signifie « *Open Module Equipment Guided Assembly* » est expressément pensé pour faciliter la « construction locale », en apportant





de la flexibilité par rapport aux infrastructures industrielles locales et en s'adaptant aux exigences de transferts de technologies. De plus, ce procédé de construction modulaire est décrit comme découlant des *designs* modulaires de navires de la gamme SIGMA (« *Ship Integrated Geometrical Modularity Approach* »). Ainsi nous avons ici un bel exemple d'isomorphisme entre architecture produit et organisation industrielle puisque d'après DAMEN, ce nouveau procédé industriel modulaire découle de l'expérience accumulée lors de la conception et construction de navires modulaires assemblés à l'étranger (cf. partie. 4.1.2. traitant de la stratégie d'internationalisation du groupe DAMEN).

Si le concept OMEGA met en avant la modularité, il renouvelle la construction modulaire puisqu'il ne s'agit plus d'assembler des blocs pré-armés réalisés dans différents sites mais d'armer une plateforme vide qui a pu être réalisée dans un autre pays. Ainsi, une coque peut être réalisée dans un chantier à bas coûts (dans les chantiers de DAMEN en Roumanie ou au Vietnam, par exemple), avant que les équipements ne soient montés et intégrés dans le pays client à partir de kits qui peuvent être préparés dans d'autres sites du groupe. Cette stratégie permet probablement de conserver une part d'activité à forte valeur ajoutée (conception, systèmes, équipements ou composants spécifiques, constitution des kits) dans les sites européens (base domestique) et de ne localiser auprès des clients émergents que les tâches d'assemblage et montage intensives en main d'œuvre peu ou moyennement qualifiée.

Notons toutefois que ce procédé OMEGA est adapté pour des petites corvettes SIGMA Compact, autrement dit, des navires relativement peu armés et peu complexes par rapport aux sous-marins Scorpène ou aux destroyers australiens évoqués précédemment. Cet exemple ne remet donc pas en cause les analyses précédentes et tend au contraire à confirmer le lien entre le degré d'intégration et de complexité des navires d'une part, et la facilité à fragmenter et internationaliser leur chaîne de valeur d'autre part.





Concepts SIGMA et OMEGA de DAMEN : l'internationalisation par la modularité

OMEGA FOR LOCAL CONSTRUCTION

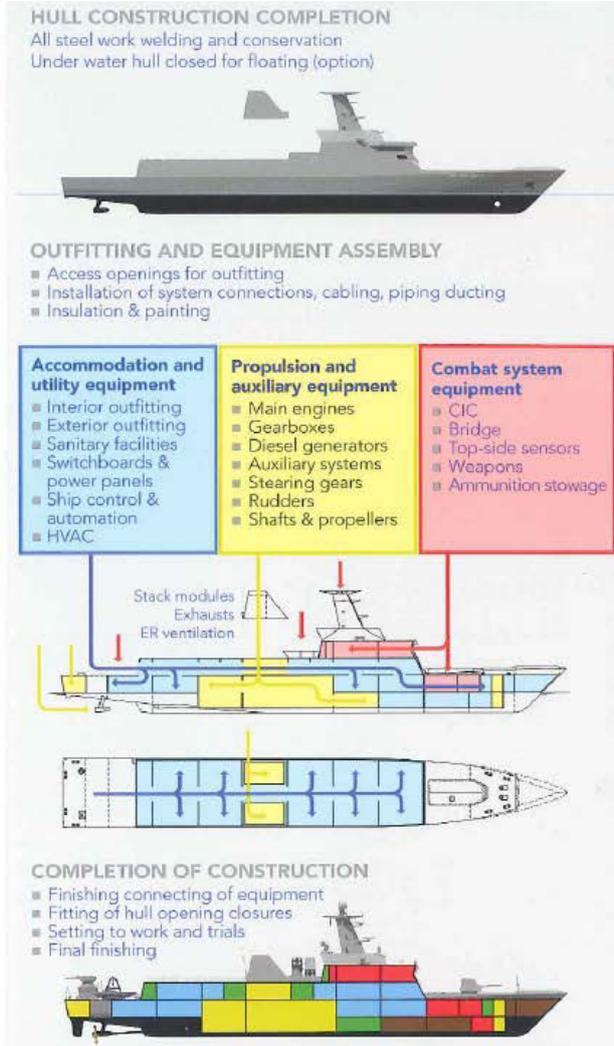
The experience gained during the building process of SIGMA ships has been specifically implemented enabling the Compact SIGMA Series to be built in local facilities and to streamline the entire project plan from design, to purchasing and production. Further standardisation of the SIGMA design approach has led to a new production scheme named OMEGA. This acronym stands for:

Open **M**odule **E**quipment **G**uided **A**ssembly

The OMEGA building scheme is based on completing a welded and painted hull while leaving full access allowing all the components to be installed afterwards. This applies to all major systems and outfitting components such as engines, gearbox, shafting, steering gear and other auxiliary systems, which are built on skids for quick and easy mounting. However, this standardised design still allows flexibility for the selection of the make and type of equipment. The sequence of assembly is beneficial for system design, purchasing and for the preparation for equipment installation.

The advantages are clear:

- Better project control, lower risk, less cost
- More time available for long lead items
- Higher quality, shorter delivery times
- Flexibility in build strategy to match the yard's facilities
- Suitable for technology transfer to local yards
- Attractive to local yard to adopt the Compact SIGMA OMEGA for building many different ship types or sizes because the same technology lies behind the construction

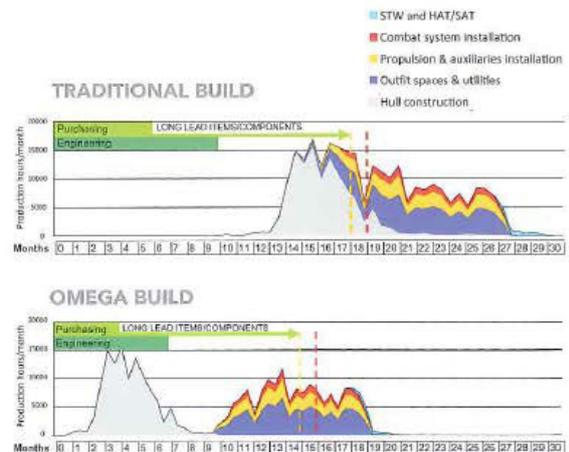


OMEGA

EFFECTIVE ADAPTABLE PROJECT PLAN

The renewed construction process OMEGA offers the following features:

- Suitable for local production
- Same hull can have different functional applications
- Engine and auxiliary room systems with highly standardised 'skid type' arrangement
- Platform, engine rooms, combat system spaces separated during building process
- Late installation of main components and general outfitting feasible
- Late choices of equipment feasible - design already engineered with standard interfaces and skids
- Flexible timing of components delivery
- Advantage for repeat work by local yard using same technology



Source : DAMEN, DSNS (Compact SIGMA)





La modularité capacitaire comme vecteur d'internationalisation des chaînes de valeur ?

Comme nous l'avons montré en partie 4. 3. 1., la modularité ne concerne pas uniquement la construction ou les concepts de navires, et se déploie également à travers l'intégration de modules missions amovibles. Le concept STANFLEX danois et les LCS américains en fournissent quelques exemples. Cette modularité capacitaire tend progressivement à s'étendre. Pour les bâtiments de surface, certains industriels prévoient même des zones modulaires pouvant accueillir des conteneurs aux normes ISO, telles les MEKO de TKMS (cf. schémas précédents). La modularité capacitaire s'étend également aux sous-marins avec les *Virginia Payload Module* des SNA américains, ou encore le programme suédois A26, par exemple (cf. ci-dessous).

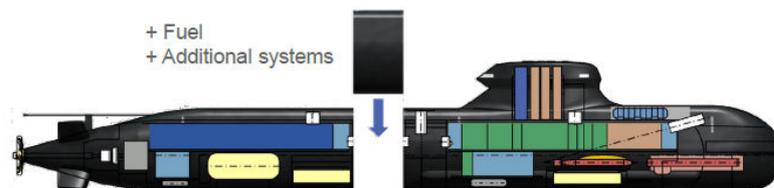
La modularité capacitaire appliquée aux sous-marins



ADAPTATION TO CUSTOMERS' REQUIREMENT

Extended versions with:

- Longer range and endurance
- Larger crew
- Lower indiscretion rate (more diesel modules)
- Longer submerged endurance (more LOX)
- Higher AIP speed
- New payloads



Source : DEFENCE INDUSTRY DAILY (2008, 2014), SAAB (2015)





Pour autant, il est pour l'instant difficile d'établir un lien entre le recours croissant à ce type d'architecture produit modulaire et l'internationalisation des chaînes de valeur. Le développement des modules missions vise prioritairement à favoriser l'évolutivité, la maintenabilité et la modernisation des capacités des navires armés.

Cependant, la volonté de partager des modules missions au sein d'une marine pourrait être étendue dans le cadre de coopérations internationales (GOURE, 2006) afin d'atteindre des économies d'échelle : co-financement de la R&D, du MCO, gestion des stocks, pré-positionnement des modules à l'international en fonction des bases dont disposent les alliés, etc. Ces coopérations militaires pourraient également s'accompagner de coopérations industrielles avec spécialisation de certains acteurs sur les modules missions pour lesquels ils disposent de compétences distinctives. Bien qu'utopique à ce stade, une modularité accrue et structurée autour de standards partagés pourrait éventuellement favoriser des évolutions de l'industrie de défense en Europe.





CONCLUSION

1. LE DEGRE D'INTERNATIONALISATION DES CHAINES DE VALEUR DU NAVAL DE DEFENSE FRANÇAIS VARIE FORTEMENT D'UN PROGRAMME A L'AUTRE

✈ **Avec plus de 90% de leur valeur ajoutée générée en France, les SNLE sont un exemple concret d'autonomie technologique et industrielle**

Comme nous l'avons observé dans la partie 2.1., les ambitions d'autonomie stratégique ont une réelle incidence en termes de politique industrielle car l'exigence d'autonomie d'appréciation, de décision et d'action implique aussi une autonomie technologique et industrielle. Celle-ci se traduit concrètement par une faible internationalisation de la chaîne de valeur de certaines capacités militaires. Ainsi, nous avons estimé qu'au minimum 90,7% de la valeur ajoutée d'un programme de SNLE est créée en France.

Ce résultat élevé s'explique aussi par le positionnement des différents industriels dans la chaîne de valeur et tout particulièrement par le rôle prépondérant de NAVAL GROUP qui est la fois concepteur et maître d'œuvre d'ensemble des sous-marins (plateforme et système de combat). De plus le caractère très intégré des sous-marins et des SNLE en particulier, renforce la spécificité des actifs échangés. Ceci s'illustre par un fort degré d'intégration verticale de NAVAL GROUP pour l'activité dissuasion et la maîtrise en propre d'un large portefeuille de systèmes et équipements. Outre NAVAL GROUP, nous avons également souligné la part importante d'activité créée par des fournisseurs et sous-traitants français. Au-delà des grands groupes connus (TECHNICATOME, THALES, SAFRAN, AIRBUS SAFRAN LAUNCHERS), ce sont plus de 1 000 fournisseurs et sous-traitants qui ont été dénombrés au rang 1.

Ainsi, en utilisant une méthode éprouvée (matrices input-output) et appliquée à une base de données unique et originale (achats des programmes BARRACUDA et IA-M51), ces travaux ont permis de quantifier avec précision la part de valeur ajoutée créée en France par la filière navale « dissuasion océanique ». Toutefois pour les fournisseurs de rang 1, cette méthode tend probablement à limiter leur part de valeur ajoutée. Quant aux fournisseurs de rang 2, la méthode conduit à appliquer des coefficients identiques au reste des branches de l'économie française et ne permet donc plus de mesurer les éventuelles spécificités de la filière.

Alors que ces premiers exemples montrent une faible internationalisation de la chaîne de valeur, d'autres programmes ont permis d'illustrer une internationalisation accrue.





Les programmes de bâtiments de surface témoignent d'une certaine internationalisation de la chaîne de valeur

Une analyse plus qualitative des programmes de frégates HORIZON et FREMM a permis de mettre au jour l'internationalisation de leur chaîne de valeur. A partir d'une identification des fournisseurs d'équipements de la plateforme et du système de combat, on observe en effet que de nombreux équipements sont approvisionnés à l'étranger : principalement en Europe (Allemagne, Italie, Norvège). Cette internationalisation des approvisionnements s'explique notamment par l'inscription de ces deux programmes dans le cadre de coopérations européennes, entre la France et l'Italie en l'occurrence. Ainsi, l'europanisation de ces chaînes de valeur répond encore une fois à des choix politiques. L'identité des fournisseurs montre aussi que ces coopérations européennes se pérennisent parfois à travers la création d'entités spécifiques : groupement d'intérêt économique européen (GIEE) EUROTORP dans le domaine des torpilles légères, consortium franco-italien SIGEN dédié aux systèmes de guerre électronique, co-entreprises franco-italiennes HORIZON et EUROSYSNAV responsables de la gestion du programme.

Toutefois, cette internationalisation des approvisionnements n'est pas uniquement le fruit de coopérations politiques et de dépendances mutuellement choisies. Elle résulte aussi de la fragilité de la filière navale française dans certains domaines, particulièrement en matière de propulsion. En témoignent l'intégration de turbines à gaz de GENERAL ELECTRIC - AVIO (Etats-Unis et Italie), de moteurs diesels MTU (Allemagne), ainsi que le rachat du groupe PIELSTICK par MAN (Allemagne). Cette internationalisation de la chaîne de valeur des systèmes propulsifs de la Marine Nationale dépasse d'ailleurs le cas des frégates (équipements du groupe MAC TAGGART SCOTT sur les SNA BARRACUDA), et concerne aussi plus marginalement la propulsion nucléaire (rachat de THERMODYN par GENERAL ELECTRIC). Même si les rachats d'entreprises françaises n'engendrent pas immédiatement une internationalisation de la chaîne de valeur, ils se traduisent souvent par la recherche de synergies de coûts et d'investissements passant notamment par une spécialisation des sites et davantage d'interdépendances entre les entités internationales d'un même groupe. A moyen ou long terme, ces rachats tendent à renforcer le recours à des savoir-faire ou composants étrangers et favorisent donc l'internationalisation de la chaîne de valeur.

Si les premiers exemples évoqués (SNLE, frégates) ne tiennent pas compte des programmes réalisés pour des clients étrangers, une estimation a été effectuée pour l'ensemble de la filière navale de défense française.





La filière navale de défense française crée en moyenne plus de 80% de valeur ajoutée en France

La méthode des matrices inputs-outputs utilisée précédemment pour les SNLE a été appliquée à l'ensemble du groupe NAVAL GROUP en utilisant des données relatives à l'ensemble des achats de NAVAL GROUP SA. Ce périmètre permet de prendre en compte l'activité du groupe en France, qu'il s'agisse de programmes navals destinés à la Marine Nationale ou à des marines étrangères. Il permet également d'exclure les achats directement effectués par les entités établies à l'étranger et que ne font pas véritablement partie de la filière navale française.

Outre l'originalité et la rareté des données du groupe NAVAL GROUP, le fait que celui-ci réalise la quasi intégralité de son chiffre d'affaires dans le naval de défense présente un intérêt majeur puisque ceci permet d'obtenir une estimation assez fiable de l'internationalisation de l'industrie navale de défense française. En effet, les données de l'INSEE ne permettent pas de distinguer la branche navale de défense. Quant aux autres entreprises du secteur, elles sont soit actives sur d'autres marchés civils (comme STX), soit sur d'autres marchés militaires en dehors du naval (THALES, par exemple). Appliquer la méthode « input-output » en partant des données NAVAL GROUP permet d'apporter une estimation originale et fiable de l'internationalisation de la chaîne de valeur du naval de défense en France.

Le résultat de 81,8% de valeur ajoutée française dans la production de la filière navale hexagonale témoigne d'une internationalisation limitée mais plus importante que celle estimée pour les SNLE. Ces données révèlent la spécificité des programmes de dissuasion et la diversité des modèles industriels au sein d'une même industrie. Cette estimation globale d'environ 80% est probablement tirée vers le bas par les programmes de bâtiments de surface (cf. études des programmes HORIZON et FREMM).

Le rôle des programmes export est en revanche plus difficile à évaluer. Car si les frégaes FREMM exportées au Maroc et à l'Egypte ont une chaîne de valeur identique aux FREMM françaises (elles ont été réalisées en France et retirées de la série destinée à la Marine nationale), le cas des programmes réalisés avec transferts de technologie et participation de l'industrie locale est plus complexe. En effet, les programmes « indigénisés » comme les sous-marins Scorpène Inde et Brésil ou les corvettes Gowind Malaisie et Egypte se traduisent par une part importante d'activité industrielle réalisée localement. Cependant, cette activité locale n'est pas toujours intégrée dans le chiffre d'affaires de NAVAL GROUP. Ainsi par exemple, le montant total des programmes Scorpène Inde et Gowind Malaisie est





bien plus important que le chiffre d'affaires capté par NAVAL GROUP puisque de nombreux flux bénéficient directement aux acteurs locaux. Dans ces cas précis, les contrats allant à NAVAL GROUP concernent des lots pour lesquels l'indigénisation n'est pas nécessairement très élevée (système de combat, par exemple). Par conséquent, ce résultat global de 80% comparé aux 90% observés sur les programmes de SNLE ne s'explique pas nécessairement par la prise en compte des programmes export.

Notons au passage que ces programmes internationalisés ne génèrent pas autant de valeur ajoutée en France que les programmes domestiques ou d'exportation. Car si le chiffre d'affaires capté à l'international peut parfois compenser le chiffre d'affaires domestique, le contenu de ces programmes en valeur ajoutée française peut être limité. Dans ce cas, les programmes internationaux ne compensent pas totalement une baisse du marché domestique. Si ce type de programmes se substituait durablement à la commande domestique, une BITD en trompe l'œil risquerait de s'esquisser, marquée par une stagnation voire une augmentation des chiffres d'affaires mais avec un volume de valeur ajoutée réduit, ne permettant pas nécessairement de maintenir l'emploi, de renouveler les compétences et d'investir suffisamment pour conserver une avance technologique.

Plus généralement, nous avons observé que le degré d'internationalisation de la chaîne de valeur est fortement influencé par les stratégies d'acquisition des Etats : objectif d'autonomie nationale, ouverture à des coopérations industrielles, importations de matériels étrangers etc. D'autres facteurs déterminent l'internationalisation des chaînes de valeur.

2. L'INTERNATIONALISATION DES CHAINES DE VALEUR NAVALES MILITAIRES EST STRUCTUREE PAR L'EVOLUTION DES POLITIQUES D'ACQUISITION, DES TECHNOLOGIES ET DES STRATEGIES D'ENTREPRISE

✈ L'internationalisation des chaînes de valeur répond aux exigences des Etats clients en matière de transferts de technologie et de contenu local

En dehors du cas français, le rôle des Etats dans la structuration de l'industrie de défense reste très important. Même si plusieurs auteurs (SACHWALD, 1999 ; CARRINCAZEAUX & FRIGANT, 2006) ont mis en valeur un processus de « banalisation » ou de « commercialisation » de l'industrie de défense par rapport au civil, les Etats continuent d'influencer les marchés de défense de différentes manières. Ces actions influencent aussi le degré d'internationalisation des chaînes de valeur.

En tant que clients et spécificateurs, les armées ou les administrations en charge de l'acquisition de matériels militaires définissent souvent assez précisément la demande et orientent ainsi directement l'offre des industriels. Les fortes spécificités propres à chaque





client tendent à limiter l'homogénéisation de la demande au niveau régional ou mondial et favorisent le maintien de marchés nationaux distincts les uns des autres. L'exemple des frégates Horizon et FREMM, des avions A400M et F-35 montre combien il est difficile de faire converger des besoins nationaux, dans le cadre de programmes en coopération.

Par ailleurs, la définition des besoins ne se limite pas au besoin opérationnel. Elle est souvent complétée par une politique d'acquisition précisant le degré d'autonomie visé et qui détermine fortement le degré d'internationalisation de la chaîne de valeur. Les exemples de SNLE et frégates précités en témoignent ; de même que les stratégies d'indigénisation et les régimes de compensations (*offsets*) définis par les Etats pour les importations d'équipements militaires : compensations directes ou indirectes, multiplicateurs, etc. L'étude des compensations contractées par les entreprises américaines (cf. partie 3) a montré l'ampleur de ce phénomène, même pour les plus grands groupes de défense. Les décisions publiques en matière d'acquisition orientent non seulement le degré de dépendance vis-à-vis de l'étranger (recours plus ou moins important aux importations) mais aussi le degré de fragmentation et d'internationalisation de la chaîne de valeur : sélection des partenaires locaux, identification des tâches à réaliser localement, choix d'un maître d'œuvre unique ou morcellement des contrats (conception / réalisation, plateforme / système de combat, équipements achetés à part, etc.), comme l'illustre le programme des destroyers australiens.

Il arrive également que l'Etat soit actionnaire de groupes de défense et/ou nomme des personnes-clés pour la gouvernance de ces entreprises (administrateurs, direction-générale, notamment), y compris par la mise en place de *proxy* lorsqu'il n'est pas directement actionnaire d'un groupe. Ainsi, l'Etat peut influencer directement la stratégie des groupes et donc leur stratégie d'internationalisation (partenariats majeurs, investissements, etc.).

Outre son rôle de client, de maître d'ouvrage et d'actionnaire, l'Etat détermine aussi le cadre légal, particulièrement en matière de contrôle des exportations et de contrôle des investissements étrangers. Ainsi, l'Etat peut faciliter ou freiner l'intégration de son industrie de défense dans les chaînes de valeur mondiales par un régime de contrôle export plus ou moins restrictif et des mesures de protection des actifs stratégiques plus ou moins dissuasives ou permissives pour des investisseurs étrangers.

En structurant la demande, les modalités d'acquisition et donc de conception et de production des armements, ainsi que le degré d'ouverture de son industrie de défense au reste du monde, l'Etat influence fortement le marché et le cadre dans lequel les entreprises peuvent structurer leurs chaînes de valeur. Cet environnement façonne notamment les





stratégies d'internationalisation des firmes (multidomestique, transnationale, globale) et donc le degré d'internationalisation de leur chaîne de valeur.

Le degré d'internationalisation des chaînes de valeur navales de défense dépend des stratégies d'internationalisation adoptées par les entreprises

L'analyse des compensations contractées par les entreprises de défense américaines, les études de cas de programmes internationalisés en Inde et en Australie (cf. partie 3), ainsi que l'observation des stratégies d'internationalisation de BAE SYSTEMS et de DAMEN (partie 4) ont permis d'approfondir l'analyse des processus d'internationalisation des chaînes de valeur navales de défense.

Il existe en effet de nombreuses manières de répondre aux exigences de compensations demandées par les Etats : achat ou sous-traitance auprès d'acteurs locaux, partenariats contractuels, production sous-licence, implantation locale, formations, etc. Les exemples de programmes indiens et australiens illustrent à la fois le recours à des fournisseurs et sous-traitants locaux (HBL, FLASH FORGE, SEC INDUSTRIES, pour NAVAL GROUP en Inde, par exemple), que l'importance des filiales locales. Même quand l'essentiel des activités de conception est réalisé dans le pays d'origine, l'articulation entre ces tâches de conception et celles de réalisation montre qu'il est difficile de segmenter nettement la chaîne de valeur. L'implantation d'équipes locales d'ingénierie par les concepteurs d'origine (NAVAL GROUP, NAVANTIA) montre l'intérêt de maintenir une certaine proximité entre les équipes chargées de tâches de conception (surtout en aval) et celle chargées de la réalisation sur le chantier naval. L'industrialisation apparaît comme une phase particulièrement délicate dans le cas de programmes internationalisés.

Si les filiales locales jouent un rôle majeur dans l'internationalisation de la chaîne de valeur, l'analyse des stratégies d'internationalisation de BAE SYSTEMS et DAMEN révèle aussi que ces filiales peuvent avoir des rôles assez différents au sein du groupe et bénéficient d'une autonomie plus ou moins grande. En reprenant la classification d'A. W. HARZING (2000) nous avons caractérisé DAMEN comme étant un groupe transnational et mis en avant les nombreux échanges internationaux entre filiales qui donnent lieu à une forte internationalisation de la chaîne de valeur des navires du groupe naval néerlandais. A la différence de cette logique « *local to global* », celle des filiales de BAE SYSTEMS est surtout « *local to local* » ; ce qui illustre une stratégie d'internationalisation multidomestique. Dans ce schéma, les filiales sont très autonomes et produisent principalement pour leur marché local, ce qui ne favorise pas l'internationalisation des chaînes de valeur, même si le groupe BAE SYSTEMS est lui très internationalisé (répartition du chiffre d'affaires, des effectifs, de la valeur ajoutée, des sites).





Le fait que DAMEN produise surtout des navires civils alors que BAE SYSTEMS réalise l'essentiel de son activité dans la défense n'est pas anodin. Les contraintes juridiques aux transferts d'armements (y. c. pour les biens et services intermédiaires) ainsi que les objectifs d'autonomie stratégique des Etats peuvent justifier le choix d'un modèle multidomestique. En revanche un tel modèle fragilise les filiales en cas de baisse de l'activité sur le marché local. Un modèle multidomestique est donc pertinent tant que les différents « *home countries* » permettent de maintenir une taille critique. Le positionnement de BAE SYSTEMS sur des marchés majeurs comme les Etats-Unis, le Royaume-Uni, l'Australie, l'Arabie Saoudite et l'Inde est cohérent avec cette analyse. De même, le positionnement de DAMEN sur des marchés de taille plus limitée (Vietnam, Roumanie, par exemple) est rendu possible par l'exploitation de synergies avec les marchés navals civils et le choix d'un modèle transnational permettant aux filiales de bénéficier de la croissance de marchés étrangers pour limiter leur dépendance au seul marché local. Ces stratégies sont également cohérentes avec les segments ciblés par les deux groupes : alors que DAMEN réalise plutôt des navires faiblement armés (patrouilleurs, navires logistiques et amphibies, corvette d'entrée de gamme), BAE se positionne sur des navires plus fortement armés (en Australie notamment) et surtout sur une activité de services qui nécessite une grande proximité avec la marine locale (Etats-Unis).

Par conséquent, on ne peut en conclure qu'un modèle est supérieur à l'autre. En revanche, on note qu'il existe une certaine cohérence entre les segments de marché visés, les pays d'implantation ciblés, et le modèle d'internationalisation choisi. Ce modèle structure fortement le degré d'internationalisation des chaînes de valeur et montre que l'internationalisation d'un groupe n'implique pas pour autant une forte internationalisation de ses processus productifs.

L'internationalisation des chaînes de valeurs d'armements est également le résultat de dynamiques technologiques et de marché

Si les Etats influencent encore fortement la structuration de l'industrie de défense et l'internationalisation de ses chaînes de valeur, les stratégies mises en œuvre par les Etats et les entreprises sont aussi le fruit d'adaptation aux évolutions technologiques et des marchés.

Ainsi, la fin de la Guerre Froide et la crise des dettes souveraines ont modifié les arbitrages budgétaires et conduit à une pression accrue sur les coûts. Cette dernière a fortement accru l'intérêt pour l'intégration de technologies et composants civils et duaux afin de focaliser des ressources de plus en plus rares vers les spécificités militaires (cf. partie 4). La perte d'attractivité relative des marchés « défense » par rapport aux marchés civils et une





certaine forme d'inversion des dynamiques d'innovation (spin-off / spin-on) ont également conduit à l'arrêt de la production de certains équipements spécifiquement militaires et à des regroupements d'acteurs. Nous avons notamment cité le cas de l'artillerie navale et des équipements de systèmes propulsifs, secteurs pour lesquels la France n'a pu maintenir toutes ses compétences et s'approvisionne auprès d'acteurs étrangers d'envergure mondiale : LEONARDO (OTO MELARA), GENERAL ELECTRIC, ROLLS ROYCE – MTU. Les mouvements de fusions et acquisitions opérés au sein de secteurs dominés par la demande civile ont souvent eu raison du morcellement des marchés de défense nationaux. Par conséquent, de nombreux champions nationaux s'appuient sur des groupes multinationaux pour leurs approvisionnements.

Il est donc de plus en plus difficile de dessiner les contours du secteur défense et des BITD nationales, tant l'approche par les chaînes de valeur conduit à identifier des acteurs dont les activités et les marchés sont majoritairement stimulés par une demande civile. Cette réflexion sur le périmètre de la BITD et le caractère stratégique de certaines entreprises civiles a été développée dans un article (HERAULT, 2015).

Par ailleurs, les études de cas sur les approvisionnements de composants électroniques de certains programmes militaires américains illustrent bien cette tendance à la « civilianisation » ou « commercialisation » d'une part de l'industrie de défense à travers l'intégration de consommations intermédiaires issues du civil et dont les chaînes de valeur sont fortement internationalisées. Toutefois cette internationalisation concernait aussi des composants réputés de qualité militaire (cf. partie 3).

Cette internationalisation « indirecte » des chaînes de valeur d'équipements militaires par l'intégration de composants civils ou duaux correspond aussi à des évolutions technologiques. Outre la pression sur les coûts et la recomposition de certaines branches industrielles, nous avons souligné l'importance croissante des technologies électroniques et informatiques dans la performance des armements, ainsi que la part croissante des services. Or, les chaînes de valeur de ces équipements, composants et services (banque, assurance, etc.) sont de plus en plus internationalisées (cf. données de l'OCDE et de l'OMC exposées dans la partie 1).

Enfin, l'internationalisation des chaînes de valeur d'armements est également facilitée par des choix d'architectures techniques plus ouvertes et modulaires (partie 4) sur lesquels nous allons revenir.

Outre le fait que les chaînes de valeur d'armements intègrent de nombreux composants civils, nous avons observé que ce processus d'internationalisation s'opère d'une manière assez comparable à l'internationalisation des chaînes de valeur civiles décrites dans la





partie 1. Ceci nous conduit à répondre plus précisément à la problématique soulevée en introduction quant à une éventuelle « banalisation » de l'industrie de défense à travers son internationalisation ou sur l'existence d'un processus d'internationalisation spécifique.

3. L'INTERNATIONALISATION DES CHAINES DE VALEUR D'ARMEMENTS PRESENTE DE NOMBREUSES SIMILITUDES AVEC CELLE DE PRODUITS CIVILS

Les analyses réalisées dans les parties 3 et 4 montrent que l'internationalisation des chaînes de valeur de l'industrie de défense présente de nombreuses caractéristiques communes avec l'internationalisation des chaînes de valeur de produits civils exposée dans la partie 1 :

- fragmentation fonctionnelle des tâches de la chaîne de valeur,
- dispersion géographique des tâches,
- développement du commerce international de biens intermédiaires et notamment du commerce intra-firme,
- incorporation croissante d'activités de services ou « servicification » des chaînes de valeur internationalisées.

Une fragmentation des processus productifs

La fragmentation des tâches se traduit de différentes manières. Elle est d'abord « verticale » avec la division d'une tâche en plusieurs tâches successives, confiées à différents acteurs. Cette tendance est manifeste dans le cas des approvisionnements en composants électroniques où les intermédiaires et prestataires se multiplient : centrales d'achat, laboratoires de test, etc. La même tendance s'observe pour des tâches concernant des systèmes complexes complets. Ainsi, dans le cas des sous-marins Scorpène indiens et des destroyers *Hobart* australiens, la fragmentation entre acteurs s'opère particulièrement entre la conception et la réalisation.

La fragmentation des tâches est également « horizontale » avec la séparation de tâches réalisées par un seul acteur en plusieurs tâches de même niveau pouvant être confiées en parallèle à plusieurs acteurs. Cette logique s'illustre dans le cas des équipements traditionnellement réalisés par NAVAL GROUP en France et dont le groupe « indigénise » une part de la réalisation avec différents partenaires industriels indiens. Le programme *Hobart* est aussi particulièrement caractéristique de cette fragmentation « horizontale », à travers la décomposition du navire en systèmes et blocs sous-traités à des chantiers différents ; ce qui accroît le nombre de fournisseurs à un même rang de sous-traitance donné. L'attribution des différents blocs de la plateforme, des différents sous-systèmes du





système de combat à plusieurs acteurs différents illustre parfaitement cette fragmentation de la chaîne de valeur.

Une forte dispersion géographique

Outre cette fragmentation fonctionnelle des tâches, leur dispersion géographique est également importante. Ainsi, certains composants électroniques traversent souvent plusieurs États entre leur réalisation en Asie, leur expédition par des distributeurs chinois et leur approvisionnement par plusieurs intermédiaires européens et américains (cf. partie 3). Le franchissement de frontières est parfois virtuel car le composant ne franchit pas toujours physiquement la frontière au vu du caractère hautement dématérialisé de ces transactions entre intermédiaires. Mais il n'en reste pas moins vrai qu'une part (même infime de la valeur ajoutée) est générée et captée à l'étranger et sur un nombre important de pays.¹

Le programme Scorpène Inde est un exemple éloquent de fragmentation internationale des tâches de la chaîne de valeur. Comparativement à des programmes nationaux ou à des programmes d'exportation de navires réalisés, l'activité maintenue en France est assez réduite : conception, réalisation de certains systèmes ou sous-ensembles très spécifiques (système de combat), approvisionnement d'une partie des équipements. Les tâches localisées en Inde sont importantes : fabrication des coques et assemblage des six sous-marins, confection et intégration de plusieurs équipements de plateforme (cf. partie 3.2).

Le cas des destroyers australiens est également très illustratif de cette internationalisation des chaînes de valeur navales de défense avec une part importante de valeur ajoutée générée non seulement en Australie, mais aussi en Espagne, aux Etats-Unis, en Norvège et au Royaume-Uni. On peut également ajouter la France et l'Italie si l'on intègre les torpilles légères MU90 dont sont équipés les destroyers *Hobart* (cf. partie 3.3).

De nombreux échanges internationaux de biens intermédiaires

Cette double fragmentation fonctionnelle et géographique des chaînes de valeurs se traduit par d'importants échanges internationaux de biens intermédiaires. Même si des données globales et sur le temps long ne sont pas disponibles, il semble que cette tendance gagne

¹ Cette déconnexion entre les flux physiques et les transactions financières qui les sous-tendent mériterait de plus amples recherches dans la mesure où certains Etats peuvent exercer un contrôle extraterritorial sur certains flux ne passant pas par leur territoire, notamment s'ils utilisent leur monnaie nationale. En témoignent les pénalités infligées par les Etats-Unis à la BNP.





en importance. En effet, jusqu'à il y a quelques années, les marchés de défense étaient caractérisés par deux types de marchés, domestique et international, mais qui pouvaient être satisfaits par le même modèle industriel en concevant et produisant les armements dans le même pays, qu'ils soient exportés ou non. Les principales puissances militaires et industrielles disposant d'une base industrielle et technologique de défense mature (Etats-Unis, Russie, Chine, France, Royaume-Uni, Allemagne, voire Italie, Suède, Espagne) produisaient leurs équipements militaires sur leur territoire domestique avec un fort degré d'autonomie. A côté de ces marchés domestiques relativement fermés, le marché international ouvert à la concurrence était constitué d'Etats ne disposant pas d'une base industrielle mature et obligés de s'approvisionner auprès de fournisseurs étrangers. En l'absence de fortes exigences de compensations directes, les armements étaient produits dans les pays plus autonomes puis exportés vers les pays clients comme l'Inde, les pays du golfe arabo-persique, d'Amérique latine et d'Asie. Si ces exportations s'accompagnaient souvent de compensations (*offsets*), elles étaient souvent indirectes (matières premières, produits agricoles, etc.). Autrement dit, il s'agissait d'un commerce international classique fondé sur une relative spécialisation d'économies nationales échangeant des produits finis. Or, l'ouverture progressive de certains marchés traditionnellement plus autonomes à la concurrence (directives européennes) ou à des programmes réalisés en coopération internationale (Eurofighter, F-35, frégates Horizon et FREMM) favorise les échanges d'équipements entre les principaux pays producteurs (ces échanges internationaux sont aussi le fruit de consolidations industrielles et de la disparition de sources nationales). De plus, les stratégies d'indigénisation (« *Make in India* », par exemple) et les compensations directes exigées par de nombreux Etats clients remettent en cause le modèle d'exportation de produits finis réalisés dans les pays fournisseurs traditionnels.

Par conséquent, les échanges de biens (et services) intermédiaires tendent à s'accroître, comme en témoignent les programmes de sous-marins Scorpène indiens et de destroyers australiens analysés dans la partie 3. Les intégrateurs de navires exportent de moins en moins un produit conçu, fabriqué et intégré sur sa base industrielle nationale d'origine et exportent davantage un concept (*design*) des composants, équipements, systèmes ou kits qui seront ensuite intégrés localement, dans le pays client. Ainsi les systèmes de combats, cloisons et brèches de coque réalisés par NAVAL GROUP en France sont ensuite intégrés sur le sous-marin en Inde. De même, le concept et les blocs de plateforme réalisés par NAVANTIA en Espagne sont livrés en Australie où se déroulent l'assemblage et l'intégration des navires. Rappelons enfin les exemples de composants et équipements





électroniques transitant par plusieurs pays avant d'être intégrés à des plateformes aux Etats-Unis (cf. partie 4).





Une « servicification » des chaînes de valeur

L'internationalisation des chaînes de valeur n'est pas que la fragmentation et la dispersion géographique d'une chaîne de valeur immuable composée de tâches et activités invariables. Au contraire, nous avons vu que l'internationalisation des chaînes de valeur induit une profonde transformation des tâches qui la constituent mais aussi du positionnement des firmes qui les accomplissent. Facteur de fragmentation générant de nouvelles interfaces, l'internationalisation de la chaîne de valeur génère aussi des coûts de transactions et un besoin accru de gestion de ces interfaces. Ceci explique un recours croissant à des prestataires de services : transport international, distributeurs, centrales d'achat, assurance, financement, laboratoires de tests (cf. NAVAL GROUP en Inde et laboratoires de tests aux Etats-Unis). En témoignent également les prestations d'assistance technique, de supervision, de formation théorique et pratique vers les bénéficiaires de transferts de technologies, et celles de formation des équipages, de gestion de la chaîne d'approvisionnements, délivrées par NAVAL GROUP ou NAVANTIA dans les cas étudiés, ou encore les centaines de millions de dollars affectés à ces prestations dans le cadre du système de combat AEGIS livré à l'Australie. La localisation d'entités d'ingénierie locale par NAVAL GROUP en Inde, et par NAVANTIA et RAYTHEON en Australie illustre le besoin d'accompagner l'indigénisation d'un programme par des services spécifiques. Ces implantations locales (filiales, participations, co-entreprises) contribuent également à renforcer les échanges internationaux sous forme de commerce intra-firme, comme dans l'industrie civile.

4. L'INTERNATIONALISATION DES CHAINES DE VALEUR SE HEURTE NEANMOINS A CERTAINES SPECIFICITES DE L'INDUSTRIE DE DEFENSE

Cette tendance à la « banalisation » ou à la « civilianisation » de l'industrie de défense se heurte toutefois à de fortes spécificités déjà évoquées en introduction : cadre réglementaire, cycle de vie des systèmes, exigences de sécurité d'approvisionnement, etc. Les recherches effectuées montrent que ces caractéristiques influencent l'internationalisation de chaînes valeur d'armement.





Un cadre réglementaire spécifique

Le secteur de la défense est un secteur particulièrement régulé et dont les échanges internationaux sont fortement encadrés. Les entreprises qui conçoivent, réalisent, entretiennent et commercialisent les matériels de guerre sont soumises à des réglementations spécifiques : licences de production, autorisations d'exportation, protection du secret (données classifiées). Le commerce international de matériels de guerre est très strictement encadré. La réglementation du commerce international d'armement ne se limite pas au cas extrême des embargos car le principe général des exportations d'armement est l'interdiction. Ces exportations n'ont lieu que sur dérogation et nécessitent des autorisations spécifiques. Ces restrictions au commerce international ne s'appliquent pas qu'à des produits finis, mais aussi aux produits intermédiaires, technologies, logiciels, et savoir-faire. Par conséquent ces mesures limitent fortement les échanges et génèrent des coûts de transactions spécifiques, ne serait-ce que pour accomplir les formalités de contrôle export et s'y conformer pendant toute la durée des programmes. Le simple fait de consulter un fournisseur étranger peut nécessiter des demandes d'autorisation si les spécifications techniques transmises contiennent des informations sensibles. De plus les autorisations varient selon le client final. Un pays peut donc autoriser l'exportation de biens intermédiaires assemblés dans un autre pays pour un client final X et le refuser pour un client final Y. Malgré l'introduction de la directive européenne sur les transferts intra-communautaires visant à délivrer des licences d'exportation globales, cette dépendance au contrôle export étranger reste encore très forte voire handicapante au sein même de l'Union Européenne.

Les blocages entre partenaires européens ne sont pas rares. Ainsi, des industries françaises ont été bloquées à plusieurs reprises par des difficultés d'approvisionnement en systèmes et équipements venant d'Allemagne :

- châssis UNIMOG et moteurs MERCEDES pour des blindés Aravis (NEXTER) destinés à l'Arabie Saoudite ;
- postes de tirs de missiles antichars Milan (MBDA) destinés au Qatar ;
- hélicoptères AIRBUS HELICOPTERES destinés à l'Ouzbékistan.

Indépendamment des divergences d'appréciation diplomatiques qui peuvent exister entre Etats quant à la pertinence et l'opportunité d'exporter ou non un matériel de guerre vers un pays donné, les intérêts économiques peuvent entrer en jeu et inciter un Etat à bloquer ou retarder l'exportation de composants ou équipements critiques afin de nuire à un industriel étranger concurrent d'un de ses champions nationaux.





De même, le caractère extraterritorial de certaines réglementations comme les réglementations américaines ITAR, expose les industriels à des risques de rupture d'approvisionnement en cas de refus des autorités américaines.

Outre la maîtrise de la filière de fournisseurs et sous-traitants, les réglementations étrangères influencent aussi les possibilités d'investissement et d'implantation à l'étranger. Car si les Etats sont de plus en plus exigeants en matière de compensations, leurs ambitions d'autonomie les conduisent aussi à contrôler les actifs stratégiques. De plus, la production d'armement étant généralement encadrée par l'octroi de licences, il n'est pas possible de s'implanter dans un pays pour satisfaire les besoins locaux sans accord des autorités locales. Ces contraintes juridiques réduisent donc la fluidité des investissements directs étrangers. Même lorsqu'elles sont autorisées, les prises de contrôle total ou partiel d'acteurs stratégiques peuvent faire l'objet de mesures spécifiques pour permettre à l'Etat de garder une maîtrise et une influence sur la gouvernance de l'entreprise et notamment sur son conseil d'administration. C'est particulièrement le cas aux Etats-Unis avec le *Committee on Foreign Investment in the United States* (CFIUS). Ces restrictions permettent notamment de nommer des nationaux de confiance dans les instances de gouvernance des entreprises rachetées par des investisseurs étrangers.

Ainsi, ces spécificités réglementaires accroissent les coûts de transaction liés aux échanges internationaux par rapport aux échanges civils. Une chaîne de valeur plus fragmentée et plus internationalisée accroît ces coûts de transaction et peut nuire à la performance de l'organisation industrielle si ces coûts ne sont pas compensés par des gains de compétitivité liés à la localisation d'activités à l'étranger (qu'il s'agisse d'activité propre à l'entreprise ou externalisée). Compte tenu de ces réglementations et des risques qu'elles font peser sur la sécurité d'approvisionnement, on comprend l'intérêt des Etats et des industriels à réduire au maximum la dépendance aux importations de matériels militaires, non seulement pour les besoins nationaux, mais aussi pour être plus libres sur les marchés internationaux. Indépendamment de la volonté politique de disposer d'une base industrielle et technologique de défense la plus autonome possible, il y a un intérêt économique et industriel à réduire les coûts de transaction, les délais et les risques pesant sur la sécurité d'approvisionnement, en structurant une filière de fournisseurs et sous-traitants sur le territoire national avec le maximum d'autonomie par rapport à des acteurs étrangers (actionnariat, propriété intellectuelle, etc.).





Des exigences spécifiques à garantir dans la durée...

Même si l'on a souligné la tendance croissante à l'intégration de composants et technologies civile, la spécificité des besoins militaires n'en demeure pas moins vraie. Qu'il s'agisse de la résistance des équipements (chocs, température, corrosion, environnement électromagnétique), de la réduction des signatures (visuelle, acoustique, infra-rouge, radar, etc.), ou encore des contraintes pesant sur les systèmes énergie-propulsion (vitesse, accélération, discrétion, compacité, milieu anaérobie pour les sous-marins, etc.), de nombreux systèmes militaires répondent à des spécifications particulières qui les distinguent d'équipements civils. Par conséquent, les matériaux, composants, équipements, logiciels, mais aussi les outils, les infrastructures et les processus spécifiquement développés à des fins militaires pour un programme ou un client précis, sont très nombreux. De plus, les volumes de produits sont généralement nettement inférieurs à ceux des équipements ou moyens de transports civils destinés à une consommation de masse. Le nombre d'unités produites est particulièrement limité dans l'industrie navale militaire où les programmes se limitent à quelques navires : un porte-avions, deux frégates anti-aériennes *Horizon*, trois bâtiments de projection et de commandement (BPC) type *Mistral*, quatre sous-marins nucléaires lanceurs d'engins de nouvelle génération (SNLE-NG), cinq frégates *Lafayette*, six sous-marins nucléaires d'attaque (SNA) de la classe *Rubis*, et tout au plus une petite dizaine de frégates européennes multi-missions (FREMM) destinées à la France et à des clients export.

Enfin, les performances et la disponibilité des matériels doivent être maintenues dans la durée, pendant plusieurs décennies. Il ne s'agit donc pas de concevoir et réaliser un produit à durée de vie limitée et encore moins à obsolescence programmée, mais bien au contraire, de prévoir sa maintenabilité et son évolution pendant une trentaine d'années en gérant les obsolescences. Les clients cherchent souvent à être assurés de la disponibilité des pièces de rechange sur l'ensemble de la durée de vie du produit. Ici encore, les contraintes sont donc bien différentes de celles de la plupart des secteurs civils, notamment dans les secteurs fréquemment étudiés : informatique, télécommunications, électronique.

Forte spécificité des performances exigées, faibles séries, nécessité de maintenir la fiabilité des systèmes pendant plusieurs décennies : ces exigences fréquentes voire banales dans l'industrie de défense la distingue de beaucoup de secteurs civils et notamment de ceux dont l'internationalisation des chaînes de valeur a été mise en valeur (ordinateurs, téléphones portables, tablettes, jeux, etc.) qui correspondent à des produits de masse à durée de vie assez limitée, rarement réparés.





Des spécificités qui influencent l'organisation industrielle et l'internationalisation de la chaîne de valeur

Ces caractéristiques distinctives se traduisent par des organisations industrielles qui conservent, elles aussi, de fortes spécificités. Ainsi, par exemple, la spécificité des exigences et les cahiers des charges qui en découlent se traduisent par des coûts de développement élevés qui ne peuvent être amortis que sur des volumes très limités. Dès lors, la mise en concurrence est à la fois rare et risquée : rare car le marché n'est pas toujours suffisant pour maintenir plusieurs acteurs et risquée car elle tend parfois à créer ou maintenir plusieurs acteurs sous-critiques. De plus, la nécessité de sécuriser la source d'approvisionnement sur plusieurs décennies (maintien en condition opérationnelle) conduit d'une part à favoriser un acteur national et d'autre part à conserver la même source, au moins pour les composants et systèmes spécifiques. Ainsi, les sources uniques sont fréquentes et la possibilité autant que l'intérêt d'une mise en concurrence systématique à l'échelle internationale sont extrêmement limités. Maintenir la disponibilité de systèmes intégrés comptant parfois près d'un million de pièces (sous-marins nucléaires) et pendant plusieurs décennies, impose une grande fiabilité et une certaine résilience des chaînes d'approvisionnement qui est sans commune mesure avec l'approvisionnement de composants électroniques standardisés sur des marchés internationaux hautement concurrentiels, pour des produits civils dont la durée de vie et la disponibilité des pièces de rechanges n'excèdent pas quelques années, et dont les exigences de fiabilité sont souvent plus limitées.

En résumé, plusieurs spécificités peuvent être rappelées :

- spécificité des besoins militaires et forte spécificité des actifs échangés : sources uniques fréquentes sur les équipements critiques, possibilité de mise en concurrence limitée ;
- complexité technique et organisationnelle qui renforce l'intérêt de la proximité entre acteurs (notamment entre ingénierie et production) ;
- durée des cycles de vie : plusieurs décennies ;
- sensibilité des clients à la sécurité d'approvisionnement ;
- importance de la protection des informations classifiées ;
- coûts de transaction élevés pour les échanges internationaux : contrôle export, cadre juridique ;
- importance du risque politique et des aléas diplomatiques.





Comparaison de l'internationalisation des chaînes de valeur civiles et de défense

Internationalisation des chaînes de valeur		... civiles	... militaires
motivati ons	meilleure compétitivité	déterminant	pas nécessairement (génère des surcoûts importants)
	conquête d'un marché local, proximité du client	variable, selon la stratégie de la firme	généralement déterminant (exigence de contenu local)
caractéristiques	fragmentation des tâches	oui	oui
	dispersion géographique	oui	oui
	échanges de biens intermédiaires	oui	oui
	commerce intra-firme	oui	oui
	« servicification »	oui	oui
causes - adjuvants	libéralisation du commerce	déterminant : réduit le coût de la dispersion	rôle déterminant des Etats : exigences de contenu local
	NTIC	déterminant : réduit le coût (dispersion, fragmentation)	non-déterminant mais utile
	IDE	oui	oui mais plus encadrés (secteur stratégique)
	architecture-produit : modularité	oui : notamment pour l'électronique	oui, mais modularisation parfois difficile.
Légende	nette convergence		
	nette divergence		
	différence peu significative		

Source : auteur

En définitive, il semble que l'on assiste moins à une banalisation des chaînes de valeur de l'industrie de défense qu'à leur hybridation. Autrement dit, les chaînes de valeur font coexister des segments stables et peu internationalisés lorsqu'il s'agit de biens ou activités spécifiques, complexes et stratégiques (propulsion nucléaire, missiles, radars, sonars, etc.) et des segments beaucoup plus fragmentés et internationalisés lorsqu'il s'agit de biens ou activités plus proches du civil et pour lesquels la diversité des sources disponibles limite les risques de rupture d'approvisionnement. Plus que d'une banalisation il s'agit donc plutôt d'une hybridation des chaînes de valeur de l'industrie de défense.





Cette hybridation devrait être analysée de manière plus approfondie car la coexistence d'organisations industrielles aux logiques si différentes n'est ni évidente, ni définitive. L'étude de cas d'internationalisation de chaînes d'approvisionnement de composants électroniques militaires a notamment montré la différence des procédures de contrôle qualité chez BOEING entre la branche civile et la branche militaire, révélant notamment l'inadéquation des procédures de la branche civile aux regards de certaines exigences du Département de la Défense américain.¹

De plus, les difficultés observées sur des programmes internationalisés (coûts, délais) semblent indiquer une certaine irréductibilité des spécificités de l'industrie de défense ou du moins du naval de défense. Les programmes des Scorpène indiens et des destroyers *Hobart* montrent aussi que l'internationalisation des chaînes de valeur n'induit pas seulement une nouvelle distribution géographique de la valeur ajoutée, mais aussi une recomposition profonde des chaînes : tâches constitutives, rôle des acteurs, part de valeur ajoutée captée par chacun. Cette recomposition des chaînes de valeur et les difficultés qu'elle provoque (répartition des tâches, des risques, transferts de compétences) invite également à s'interroger sur une éventuelle spécificité des systèmes navals militaires et sur le lien entre l'architecture de ces systèmes d'une part et l'organisation industrielle d'autre part.

5. L'INTERNATIONALISATION DES CHAINES DE VALEUR NAVALES DE DEFENSE CONDUIT A UN REPOSITIONNEMENT DES FIRMES ET UNE REDEFINITION DES PRODUITS

— Une internationalisation de la chaîne de valeur qui amène un repositionnement des systémiers-intégrateurs

Un repositionnement contractuel : des maîtres d'œuvre qui deviennent fournisseurs

De nombreux exemples témoignent d'une forte évolution du positionnement des maîtres d'œuvre entre les programmes réalisés sur leurs bases domestiques historiques et les programmes internationalisés, impliquant une part importante de contenu local et de transferts de technologies ou savoir-faire. Une des premières évolutions majeures concerne le passage d'une position de maître d'œuvre primo-contractant vers une position de fournisseur ou sous-traitant d'un maître d'œuvre local. C'est le cas pour NAVAL GROUP sur le programme Scorpène Inde avec MAZAGON DOCK LTD. (MDL) comme maître d'œuvre principal, ainsi que sur les corvettes (LCS) Gowind en Malaisie, avec le Groupe

¹ Cf. cas de l'avion de patrouille maritime P-8 Poseidon conçu par Boeing sur la base d'un Boeing 737.





BOUSTEAD. C'est aussi le cas pour l'espagnol NAVANTIA et le britannique BAE Systems via son chantier australien qui sont tous deux sous-traitants sur le programme des destroyers anti-aériens australiens. FINCANTIERI est également sous-traitant de LOCKHEED MARTIN sur le programme des *Littoral Combat Ship* américains alors que le Groupe est généralement maître d'œuvre ou co-maître d'œuvre (avec LEONARDO, ex-FINMECCANICA, via leur structure commune, ORIZZONTE SISTEMI NAVALI, sur les programmes italiens).

Une recomposition de l'activité des firmes : perte d'activité industrielle et développement des prestations de services

Ce repositionnement n'est pas uniquement contractuel. Il se traduit surtout par une évolution des périmètres d'activité. Ainsi par exemple, NAVAL GROUP n'assemble aucun des six Scorpène indiens sur son chantier de Cherbourg car tous sont fabriqués, assemblés, intégrés sur le chantier de MDL en Inde. Une part importante des approvisionnements est directement réalisée par MDL sur spécifications de NAVAL GROUP qui livre néanmoins certains systèmes et équipements majeurs pour la plateforme ainsi que les systèmes de combat. NAVAL GROUP conserve également l'activité de conception des sous-marins (dont certaines études sont sous-traitées à la filiale indienne) mais avec un transfert de technologies. De plus, la part réalisée par NAVAL GROUP diminue au cours du programme avec une « indigénisation » progressive de certains équipements ou sous-systèmes vers des équipementiers indiens. (SEC, HBL, Flash Forge). L'activité industrielle réalisée par NAVAL GROUP en France est donc limitée, comparativement à celle réalisée par les partenaires indiens et surtout par rapport aux programmes de sous-marins réalisés en France pour la Marine nationale où quasiment l'intégralité de l'activité de conception et réalisation est réalisée en France, par NAVAL GROUP ou sa filière de fournisseurs et sous-traitants.

Sur le programme des corvettes Gowind malaisiennes, le périmètre d'activité de NAVAL GROUP est également réduit : fourniture du design, ingénierie et intégration du système de combat (comprenant le *Combat Management System*), assistance technique à la maîtrise d'œuvre locale. Autrement dit, l'activité industrielle est faible, même si quelques modules à forte valeur ajoutée comme le PSIM sont réalisés en France.

Par ailleurs, on a déjà vu sur le cas des destroyers anti-aériens *Hobart* la faible part d'activité attribuée à NAVANTIA qui réalise la conception de la plateforme et quelques blocs de chaque destroyer alors que les plateformes sont majoritairement construites, assemblées et intégrées par des chantiers australiens (ASC, FORGACS et BAE SYSTEMS).





Outre la diminution de la part de valeur ajoutée captée par l'industriel « exportateur », la nature même de cette valeur ajoutée évolue : alors que l'activité industrielle tend à diminuer, les prestations de services s'accroissent et se diversifient : ingénierie, assistance technique, assistance à maîtrise d'œuvre et supervision de chantier, gestion de la chaîne d'approvisionnement, formation théorique et/ou pratique d'ingénieurs, techniciens et ouvriers du partenaire local, etc.

Transferts de technologies, de compétences, d'activité et conservation des risques ?

Si les Etats importateurs et leurs industriels nationaux sont particulièrement intéressés par les transferts d'activités, de technologie et de savoir-faire vers la BITD locale, ils souhaitent souvent que le fournisseur apporte des garanties quant à la réussite du programme et à la performance du navire. Le transfert de responsabilité est un enjeu particulièrement sensible et qui révèle aussi la complexité des intérêts de l'Etat client désireux à la fois de créer de l'activité dans son pays, de capter des technologies et savoir-faire pour renforcer son autonomie, mais aussi d'assurer à son armée que les matériels qui lui seront livrés atteindront les niveaux de performance et de fiabilité attendues, dans les délais impartis. Pour l'industriel il peut être difficile de s'engager sur les performances en termes de coûts, qualité et délais d'un programme indigénisé dont il maîtrise peu l'exécution. Il est également compliqué de garantir la réussite du transfert de technologie et son absorption dans la durée sans levier sur les ressources humaines.

Ainsi, l'internationalisation des chaînes de valeur tend à modifier l'équilibre entre la part d'activité propre captée par le maître d'œuvre « exportateur » et les risques assumés. Ces risques peuvent être des risques contractuels et financiers ou plus largement des risques d'image. En effet, les industriels exportateurs peuvent réussir à limiter leurs responsabilités contractuelles concernant la production réalisée par le partenaire local, tout en restant exposés dans les faits, en cas de surcoûts, retard des programmes ou de défaillance des systèmes fournis.

Même si les négociations de contrats d'armement sont confidentielles, les informations publiques relatives à la vente de *Rafale* à l'Inde montrent que la question de la répartition des responsabilités fut un enjeu majeur. On peut même se demander si elle ne constitue pas un des éléments majeurs ayant conduit à un changement de la stratégie d'acquisition. La volonté des Indiens d'obtenir de DASSAULT des garanties importantes sur les *Rafale* assemblés en Inde semble en effet avoir posé des difficultés.

L'exemple du programme de destroyers australiens illustre également cette problématique du partage des responsabilités entre les différents acteurs de la chaîne de valeur lorsque





celle-ci est fortement fragmentée et internationalisée. L'audit de la Cour des Comptes australienne (ANAO) montre combien il est complexe d'attribuer les responsabilités des retards, surcoûts et non-qualités entre le concepteur de la plateforme, les différents chantiers navals, l'intégrateur du système de combat, etc. La fragmentation et la distribution des tâches entre de nombreux acteurs ainsi que la répartition des responsabilités afférentes à leur exécution est source de difficultés.

Fragmentation et « sécabilité » des chaînes de valeur

Comme on peut le constater avec ces différentes études de cas, l'internationalisation des chaînes de valeur ne modifie pas uniquement les frontières géographiques des processus productifs. Elle induit aussi une évolution de la segmentation des tâches, du nombre d'acteurs impliqués et des frontières de la firme : part de valeur ajoutée propre, localisation de l'activité, composition de la valeur ajoutée, compétences, responsabilités assumées.

Ainsi par exemple, la complexité technique des navires armés autant que celle des processus régissant leur conception et réalisation renforcent l'intérêt d'une certaine proximité géographique entre acteurs pour gérer les risques aux interfaces aussi bien entre systèmes et sous-systèmes qu'entre les phases du programme, notamment lors de l'industrialisation (cf. difficultés rencontrées sur le programme Hobart pour l'interprétation des plans de NAVANTIA par le chantier local australien, ou encore, le rôle de la filiale NAVAL GROUP India dans l'indigénisation du programme Scorpène). En effet, la communication d'informations tacites ou de savoir-faire difficilement codifiables, les échanges entre ingénierie de conception et chantier de réalisation sont fortement facilités par la proximité géographique, le recours à des processus communs, l'utilisation de systèmes d'information partagés. *A contrario*, la distribution des activités entre plusieurs acteurs industriels et entre plusieurs États renforce les risques au niveau des interfaces entre acteurs : les surcoûts et retards du programme de destroyers australiens en témoignent. Au-delà des spécificités déjà évoquées (cadre réglementaire, niveau de performance et de fiabilité, durée des cycles de vie, structure des filières), les recherches effectuées ont conduit à approfondir le lien entre l'architecture technique du produit et l'organisation de sa chaîne de valeur pour comprendre en quoi l'architecture-produit influence ou non la « sécabilité » de la chaîne de valeur, i. e. la fragmentation fonctionnelle et géographique qui concourt à l'internationalisation des chaînes de valeur. Il s'agit notamment de comprendre si certaines formes de complexité et d'architectures techniques peuvent freiner la fragmentation et donc l'internationalisation des chaînes de valeur, voire inversement, si les exigences d'internationalisation des chaînes de valeur peuvent conduire les industriels à repenser l'architecture de leurs produits.





Une internationalisation des chaînes de valeur facilitée par le recours croissant à des architectures de navires plus modulaires

La modularité favorise la fragmentation des tâches et leur internationalisation

En partant des définitions de K. ULRICH (1995) et de travaux plus récents de V. FRIGANT, le recours au concept de modularité a permis d'interroger plus finement la relation entre l'architecture technique des produits (architectures fonctionnelle et physique) et l'organisation industrielle de la chaîne de valeur. Si les systèmes navals reposent sur des architectures généralement très intégrées, nous avons pu identifier et caractériser différents types de modularité appliquée au secteur naval militaire : modularité de réalisation, de conception et capacitaire (modules missions). Ainsi, par exemple, la construction modulaire des navires facilite fortement l'éclatement de la production entre différents chantiers navals : soit dans le même pays (frégates FREMM, porte-avions britanniques, sous-marins nucléaires américains, etc.), soit dans des pays différents (BPC, corvettes SIGMA, destroyers australiens, corvettes GOWIND, etc.).

Si l'introduction de la modularité a de nombreux atouts, nous en avons aussi souligné certaines limites retenues du cas des LCS et qui semble inhérente au naval (relations entre les modules mission et la structuration de l'équipage, notamment). De plus, la modularité se heurte à certaines spécificités déjà soulignées (marché de niche comprenant relativement peu d'acteurs, effet de série limité, intérêt des relations clients-fournisseurs pérennes pour le MCO) et qui empêchent d'en tirer tous les avantages en termes de mise en concurrence des fournisseurs de modules ou de dynamiques d'innovation. Par ailleurs, un recours important à la modularité peut être risqué pour les firmes architectes ou systémiers intégrateurs dans la mesure où la modularisation des systèmes peut renforcer le pouvoir de marché des fournisseurs de modules et initier une perte de connaissance technique des systèmes intégrés.

Toutefois, les principes de modularité pourraient être appliqués de manière accrue dans la perspective d'un approfondissement de l'intégration européenne et/ou transatlantique des BITD nationales qui est déjà à l'œuvre depuis plusieurs années. La capacité à sélectionner et intégrer des modules aux interfaces standardisées permettrait ainsi de favoriser la mise en concurrence et la focalisation de certains acteurs ou certains pays sur certains modules. La conservation de compétences en ingénierie de systèmes complexes et en gestion de grands programmes serait alors limitée à quelques rares pays. Cette tendance déjà visible dans l'aéronautique à travers le cas du F-35 pourrait un jour gagner le secteur naval en commençant par les systèmes d'armes et de combat. Facilitée par l'existence de l'OTAN, la définition des standards sera un facteur d'influence majeur.





Concevoir des navires modulaires pour faciliter l'internationalisation de la chaîne de valeur

L'existence d'une relation entre l'architecture technique et l'organisation de la chaîne de valeur et son internationalisation semble reconnue par les industriels eux-mêmes qui développent des navires de plus en plus modulaires à des fins d'internationalisation. Si la modularité vise d'abord à favoriser la variabilité des produits pour les adapter aux besoins des clients tout en limitant les coûts de développement non-récurrents, plusieurs exemples montrent qu'elle vise aussi à répondre aux demandes des clients en matière de contenu local. Ces concepts de navires modulaires visent donc aussi à faciliter l'internationalisation des chaînes de valeur.

Plusieurs exemples détaillés dans la partie 4.3 en témoignent. Ainsi le cas des corvettes SIGMA de DAMEN et surtout son concept OMEGA favorisent une construction modulaire et distribuée dans les différents sites du groupe ou de ses partenaires : réalisation de coques en Roumanie ou au Vietnam, par exemple, confection de kits et équipements à plus forte valeur ajoutée en Europe avant leur intégration et assemblage dans un chantier qui peut être choisi par le client. De même, le groupe allemand TKMS justifie en partie la pertinence de son concept modulaire de frégates MEKO par la possibilité de les réaliser avec un partenaire industriel étranger. Enfin, nous avons également analysé comment le module PSIM (*Panoramic Sensors and Intelligence Module*) de NAVAL GROUP permet à la fois de faire réaliser une part importante d'activité par un partenaire local, tout en conservant de la valeur ajoutée sur des systèmes complexes en France. Cette intégration de l'essentiel des équipements et fonctions du système de combat au sein d'un bloc spécifique permet aussi de réaliser des essais à terre en parallèle de l'avancement du navire. Ainsi le module est expédié vers le chantier du partenaire après avoir passé de nombreuses vérifications et validations.

Ces évolutions d'architectures destinées à favoriser la captation de parts de marché à l'international et à générer de l'activité auprès des pays-clients ne sont pas sans effet sur les filières industrielles d'origine. Ces architectures plus ouvertes et modulaires pour progressivement distendre les relations privilégiées entre intégrateurs et fournisseurs d'un même pays. La volonté des équipementiers de pouvoir vendre leurs produits à un maximum d'intégrateurs différents et l'intérêt des intégrateurs de mettre en concurrence leurs fournisseurs d'équipements pourrait remettre en cause les politiques de filières strictement nationales, surtout si les programmes nationaux sont moins structurants pour les industriels (en part de chiffre d'affaires ou en matière d'innovation). Ainsi, l'internationalisation des chaînes de valeur peut conduire à une recomposition des filières industrielles nationales.





In fine, l'industrie de défense et l'industrie navale en particulier apparaissent bien plus ouvertes et concernées par le processus d'internationalisation des chaînes de valeur que les ambitions d'autonomie industrielle ne le laissent penser. Si avec plus de 90% de valeur ajoutée générée en France, le cas des SNLE témoigne de la réalité de cette autonomie, les programmes de bâtiments de surface réalisés en coopération, et davantage encore les programmes indigénisés illustrent une tendance forte à l'internationalisation des chaînes de valeur des programmes d'armement.

Cette internationalisation suit un processus relativement proche de ceux observés dans des filières civiles : fragmentation fonctionnelle et géographique des tâches, incorporation croissante d'activités de services, importance des échanges internationaux intra-groupes. Toutefois, de fortes spécificités demeurent. Outre le rôle prépondérant des Etats et la spécificité des réglementations encadrant les échanges d'armements, la forte spécificité des actifs (équipements, compétences), ainsi que la nécessité de garantir la performance et la fiabilité des armements dans la durée, conduisent à favoriser la stabilité des chaînes de valeur et des relations entre industriels. De plus, l'existence de marchés de niche avec peu d'acteurs et sur des technologies peu standardisées limite également la possibilité de mise en concurrence au niveau mondial. A la différence des secteurs civils, c'est moins la libéralisation des échanges et une moindre intervention des Etats qui stimulent l'internationalisation, que leur intervention accrue : exigences de transferts de technologies et contenu local. Loin de produire une spécialisation des Etats et l'exploitation d'avantages comparatifs, l'internationalisation des chaînes de valeur d'armements induit d'importants surcoûts pour le client.

Indépendamment des influences publiques, nous avons également mis en avant le rôle structurant des évolutions technologiques (intégration de composants électroniques) et du type de stratégie d'internationalisation des firmes (multidomestique, transnationale). A la convergence de la technologie et de la stratégie d'entreprise, le choix d'architectures-produits plus modulaires est déterminant pour faciliter la « sécabilité » et donc l'internationalisation des chaînes de valeur.

Ce processus de recomposition des chaînes de valeur dans l'industrie de défense n'en est probablement qu'à ses débuts. Les applications militaires et industrielles de nouvelles technologies liées à l'intelligence artificielle ou à la fabrication additive sont susceptibles de modifier en profondeur les chaînes de valeur de l'industrie de défense : redéfinition des tâches de la chaîne, entrée/sortie d'acteurs, réévaluation de leur caractère stratégique, évolution du caractère tacite ou codifiable des connaissances, effets sur la standardisation des interfaces et la localisation des activités.







SYNTHESE ET REFLEXIONS PROSPECTIVES

Cette synthèse présente plusieurs réflexions issues de la thèse. Après une courte description des processus génériques d'internationalisation des chaînes de valeur (1), elle montre que l'internationalisation est également à l'œuvre dans l'industrie de défense (2), et développe quelques pistes d'évolution de la filière navale visant à articuler autonomie stratégique et internationalisation (3).

1. L'INTERNATIONALISATION DES CHAINES DE VALEUR : PROCESSUS GENERIQUES ET ENJEUX STRATEGIQUES

Une fragmentation géographique et fonctionnelle des processus productifs...

Dans les années 2000, l'augmentation de l'élasticité entre la croissance du commerce international et celle du PIB a été expliquée par l'augmentation des échanges de biens (et services) intermédiaires incorporés dans les produits finis. Ces flux de consommations intermédiaires, souvent réalisés en intra-groupe se traduisent par une forte internationalisation des chaînes de valeur. Autrement dit, la valeur ajoutée d'un produit fini est générée dans plusieurs pays. D'où l'idée de produits « *made in world* » impliquant une nouvelle spécialisation au niveau des tâches de la chaîne de valeur et non uniquement au niveau de produits finis (passage d'un « *trade in goods* » à un « *trade in tasks* »).

Cette internationalisation des chaînes de valeur se fonde sur une double fragmentation : fonctionnelle et géographique. La fragmentation fonctionnelle consiste à segmenter les tâches de la chaîne et résulte d'un arbitrage entre les bénéfices espérés d'une spécialisation accrue de chaque acteur dans son domaine d'expertise et de compétence, et les coûts de coordination induits par cette même fragmentation. La fragmentation géographique consiste à disperser géographiquement l'exécution ou l'approvisionnement des tâches et résulte d'un arbitrage entre les gains issus de l'agglomération (proximité des acteurs) et les gains tirés de l'exploitation d'avantages comparatifs (main d'œuvre *low cost*, savoir-faire industriel, par exemple).

Cette fragmentation accrue des processus productifs renforce les besoins en services de gestion, de communication et de sécurisation des flux : informatique, assurance, conseil, traduction, logistique, etc. D'où l'idée d'une « servicification » des chaînes de valeur du fait de leur internationalisation.

... façonnée par des facteurs macroéconomiques, techniques et par les stratégies des entreprises

Au cours des dernières décennies, de nombreux facteurs ont favorisé la fragmentation des tâches.

Sur le plan macroéconomique, l'abaissement des barrières tarifaires, les avantages fiscaux concédés aux zones franches et autres processing zones, la diminution du coût des transports internationaux, ont considérablement réduit les coûts de transaction liés aux échanges, renforçant ainsi les gains potentiels d'une fragmentation géographique accrue.

De plus, l'amélioration continue des technologies de l'information et de la communication (débit, couverture) et la réduction de leur coût ont fortement réduit les coûts de coordination, facilitant ainsi la fragmentation fonctionnelle et géographique des tâches.

Enfin, les stratégies d'entreprise visant à se recentrer sur le « cœur de métier » en externalisant certaines activités (notamment dans les services), ont renforcé cette fragmentation des processus productifs. Les stratégies d'implantation commerciale,





d'élargissement du *sourcing* à l'échelle mondiale et la structuration des échanges entre les filiales internationales d'un même groupe, façonnent également l'internationalisation des chaînes de valeur.

Plusieurs études de l'OCDE montrent toutefois que ces dynamiques ne s'opèrent pas de manière homogène dans tous les secteurs. L'existence de standards internationaux, le caractère plus ou moins codifiable des connaissances (rôle de l'expérience, du « tour de main ») et l'architecture technique des produits (intégrée ou modulaire) influent sur l'internationalisation de la chaîne de valeur. Des études de cas de programmes navals militaires l'illustrent en montrant l'importance d'une proximité géographique entre certaines activités d'ingénierie et de production.

Ces analyses macroéconomiques donnent lieu à des recommandations de politiques publiques

Ces mutations du commerce international font l'objet de recherches à la fois nombreuses et variées en économie internationale, statistique, économie industrielle, sciences de gestion, etc. Plusieurs travaux soutenus par des organisations internationales (OMC, OCDE) sont utilisés pour orienter l'action publique.

Ces recommandations vont dans le sens d'une réduction du rôle de l'Etat dans l'économie et le commerce international en particulier. L'internationalisation des chaînes de valeur se traduisant par une spécialisation dite « verticale » des économies, les Etats doivent très souvent importer certains inputs afin d'exporter. Dès lors, les politiques visant à renchérir le coût des importations nuisent à la compétitivité des exportations. De même, la structuration de filières nationales autonomes limite l'exploitation d'avantages comparatifs internationaux et paraît sous-optimale sur le plan économique.

Par conséquent, les Etats sont invités à favoriser l'intégration de leur économie aux chaînes de valeur mondiales par le développement des infrastructures, la réduction des coûts de transaction (simplification administrative, libéralisation des investissements), la stabilité de l'environnement des affaires (sécurité, justice) et l'adéquation du capital humain (éducation, formation, flexibilité).

En matière de politique commerciale, il s'agit d'aller au-delà de la réduction des barrières tarifaires (droits de douanes) en s'attaquant aux barrières non-tarifaires (réglementations relatives à l'environnement, la santé, la sécurité, la culture, etc.) car ces « préférences collectives » génèrent une segmentation des marchés et donc des coûts d'adaptation et de transaction limitant les économies d'échelle. Le TTIP et le CETA illustrent ces négociations commerciales d'un nouveau genre impliquant l'harmonisation de préférences collectives.

... qui soulèvent des questions politiques fondamentales

De telles recommandations déplacent la réflexion stratégique bien au-delà de l'économie. Comme le notait P. Lamy dès 2004, « dans tous les systèmes politiques, la sauvegarde de ces "préférences collectives", en tant que marqueurs d'identité, est un devoir du souverain. » En 2015, il remarquait que « dans certains cas, il n'est pas possible de préserver des préférences collectives nationales sans trouver un accord sur une "préférence collective collective" : c'est le cas, par exemple, de l'éthique des sciences de la vie et de la santé et de leurs applications technologiques et médicales, qui appellerait, sous peine de nullité, un "nouveau contrat social mondial". »

En passant de la simple analyse de l'internationalisation des chaînes de valeur à leur promotion, les organisations comme l'OMC ou l'OCDE soulèvent la question de la gouvernance mondiale. L'enjeu n'est plus uniquement d'accroître les échanges internationaux (i. e. entre des nations conservant leurs spécificités) mais de réduire les





différences de préférences collectives entre entités politiques. Ce passage de l'internationalisation à la globalisation est à la fois économique et politique, voire culturel.

Les travaux académiques consultés invitent à plus de prudence quant à la promotion des chaînes de valeur mondiales. Si certains gains de compétitivité sont indéniables (réduction de coûts, focalisation des ressources, élargissement de l'offre, captation de compétences), certains effets sont moins désirables.

Outre les questions politiques soulevées par l'harmonisation des préférences collectives en termes de souveraineté et de démocratie, le bilan économique des chaînes de valeur mondiales n'est pas complet tant qu'il n'internalise pas le coût de certaines externalités négatives : impact sur l'emploi, coût des amortisseurs sociaux et de la reconversion économique engendrés par des mouvements de capitaux beaucoup plus fluides et volatiles que le capital humain, etc. Sans oublier l'impact environnemental, puisque la fragmentation des chaînes génère davantage de transports et donc d'émissions de GES pour une même unité de valeur ajoutée produite. De plus, l'internationalisation des chaînes de valeur génère une dépendance envers les régions très spécialisées qui, couplée aux méthodes lean, renforce la diffusion des crises régionales (ruptures d'approvisionnement lors de catastrophes naturelles au Japon et au Vietnam, par exemple). Enfin, certaines innovations comme la fabrication additive et la robotisation pourraient modifier l'arbitrage énoncé précédemment entre fragmentation et agglomération fonctionnelle et géographique. La fabrication additive, par exemple, peut transformer les tâches de la chaîne de valeur, en réduire le nombre d'inputs, limiter l'intérêt d'une main d'œuvre low cost et favoriser l'implantation d'actifs industriels dans des pays où la main d'œuvre est qualifiée, et/ou à proximité des consommateurs pour accroître la réactivité et réduire les stocks et coûts de transports (voire les supprimer si le consommateur imprime lui-même l'objet).

Si l'internationalisation des chaînes de valeur constitue une tendance lourde et concerne l'ensemble de l'économie, qu'en est-il de l'industrie de défense, souvent perçue comme un secteur à part que les contraintes de contrôle export et les exigences d'autonomie stratégique devraient préserver de la mondialisation et des dynamiques habituelles du commerce international ?

2. L'INTERNATIONALISATION DES CHAINES DE VALEUR A L'ŒUVRE DANS L'INDUSTRIE DE DEFENSE

Des programmes « dissuasion » encore préservés de l'internationalisation des chaînes de valeur

L'analyse réalisée sur les sous-marins nucléaires lanceurs d'engins (SNLE) révèle une très faible internationalisation de leur chaîne de valeur du fait de la part importante d'activité effectuée en propre par Naval Group et d'un volume d'achats dépensé à 99% vers des entreprises françaises (au rang 1). Les estimations détaillées montrent qu'au moins 90% de la valeur ajoutée est créée en France, dans plus de 80 départements. Pour autant, ces SNLE « made in France » ne reflètent pas la réalité de l'ensemble de l'industrie navale de défense dont les chaînes de valeur s'internationalisent fortement.

Des chaînes de valeur de plus en plus européennes et transatlantiques

Les programmes en coopération sont un premier facteur d'internationalisation des chaînes de valeur, comme l'illustrent les programmes HORIZON et FREMM qui ont conduit à l'intégration d'équipements italiens sur des navires français et réciproquement.





Par ailleurs, même si l'industrie navale européenne est fragmentée au niveau des maîtres d'œuvre, des consolidations ont eu lieu au niveau des équipementiers, à l'échelle européenne, transatlantique voire mondiale : moteurs Pielstick (FR) rachetés par MAN (DE), turbines à gaz Avio (IT) et à vapeur Thermodyn (FR) par General Electric (US), mâts Calzoni (IT) intégrés à L3 (US), Leroy-Somer (FR) racheté par Nidec (JP), aciérie de Creusot-Loire (FR) par Arcelor-Mittal (indien), etc. A moyen ou long terme, ces groupes tenteront probablement d'exploiter des synergies de coûts et d'investissement conduisant à supprimer les redondances et à renforcer les échanges internationaux. Le maintien de centres de décision et de pôles de compétences en France n'est donc pas garanti (le cas GE-Alstom en témoigne), et des dépendances accrues envers les maisons mères ou d'autres implantations étrangères sont probables.

Enfin, les dépendances technologiques et industrielles des filières nationales européennes vis-à-vis de tiers ont eu tendance à se renforcer, particulièrement à l'égard des Etats-Unis :

- soit à cause de pertes de compétences : assistance technique de General Dynamics pour le sous-marin S-80 espagnol et les sous-marins nucléaires d'attaque Astute britanniques ;
- soit par décision politique : dépendance structurelle du Royaume-Uni pour sa dissuasion (propulsion nucléaire, missiles, compartiment missiles, certains composants des têtes nucléaires, etc.) ;
- soit à cause de dépendances commerciales : outre l'attrait pour le marché américain (BAE Systems et Fincantieri y réalisent une part essentielle de leur chiffre d'affaires), l'appui commercial que peuvent offrir les Etats-Unis est intéressant. L'association du plateforme espagnol Navantia avec le systémier Lockheed Martin semble à l'origine de plusieurs succès commerciaux (Australie, Norvège, et peut-être Arabie-Saoudite) indispensables à la survie de ce groupe surcapacitaire et en perte financière chronique.

Compte tenu de ces dynamiques, il est peu probable qu'une autonomie technologique et industrielle émerge au niveau européen (pour les technologies existantes du moins), d'autant plus que cette ambition n'est pas unanimement partagée au sein de l'Union et que les Etats-Unis ont intérêt à limiter toute préférence européenne qui réduirait l'accessibilité des marchés européens à leurs industriels. Même lorsque des solutions européennes existent, de nombreux Etats membres privilégient des systèmes américains. Ceci s'observe dans le naval (missiles, systèmes de combat AEGIS) comme dans l'aéronautique (hélicoptères, F-35). Le renforcement de la menace que constituent les missiles balistiques, couplé à la promotion de la DAMB et à l'avance considérable dont disposent les Etats-Unis pourraient à long terme favoriser la diffusion des systèmes et missiles américains en Europe.

Une internationalisation qui répond aux exigences de contenu local et transferts de technologies

En outre, les exigences des clients export tendent à modifier en profondeur le modèle des programmes export. Les demandes de contenu local, de transferts de technologies et savoir-faire (en conception, réalisation, MCO) conduisent à une diminution relative des exportations de navires conçus et réalisés en France par rapport aux programmes « indigénisés » dont la chaîne de valeur est fortement internationalisée. Les programmes de sous-marins Scorpène indiens et brésiliens, l'*Australian Future Submarine*, ou encore les corvettes Gowind malaisiennes et égyptiennes illustrent cette volonté de nombreux Etats de constituer des BITD nationales tendant vers une autonomie accrue.

Refuser ces transferts de technologies serait contre-productif. L'industrie française perdrait des contrats indispensables à sa pérennité et ceux-ci seraient réalisés par d'autres concurrents comme le montrent les sous-marins allemands réalisés en Corée du Sud,





Turquie et Grèce, les destroyers hispano-américains assemblés en Australie, ou encore, les corvettes néerlandaises réalisées en Indonésie.

Ainsi, contrairement à l'industrie civile où l'internationalisation des chaînes de valeur est surtout le fruit d'un retrait des Etats (libéralisation des échanges) et de stratégies d'entreprises (conquête de marchés, réduction des coûts, etc.), dans la défense, c'est paradoxalement l'interventionnisme des Etats et la volonté d'autonomie stratégique qui accroît l'internationalisation des chaînes de valeur, tant que ceux-ci restent technologiquement dépendants de leurs fournisseurs étrangers. Pour les entreprises de défense, les moteurs de l'internationalisation que constituent les exigences de transferts de technologies et de contenu local apparaissent davantage comme des contraintes que comme des choix délibérés, d'autant plus que les investissements étrangers dans des actifs stratégiques sont généralement très encadrés et limitent les IDE.

De fortes dépendances en matière de composants électroniques et technologies numériques

Si l'internationalisation des tâches relatives au navire armé et ses principaux systèmes est assez visible, l'internationalisation des approvisionnements de composants et logiciels est, elle, beaucoup plus complexe à tracer. En s'intéressant à plusieurs cas de contrefaçon de composants électroniques intégrés à des systèmes d'armes critiques (d'avions et de missiles), le Sénat américain a reconstitué des flux souvent inconnus des industriels eux-mêmes, tant les chaînes de valeur se sont fragmentées et internationalisées.

L'avènement de la guerre en réseau (network-centric warfare) qui implique d'échanger les informations entre plateformes pour établir et partager la situation tactique, et engager des cibles, ne fait qu'accroître la part des technologies de l'information et de la communication dans les systèmes militaires. Ces technologies étant justement celles dont les chaînes de valeur sont les plus internationalisées (données OCDE), les chaînes de valeur de systèmes militaires ne peuvent que s'internationaliser. Cette tendance devrait s'accroître avec l'apparition de nouveaux espaces de conflictualité (cyber) et la quête de maîtrise de l'information. Or l'intégration de nouvelles technologies critiques de stockage (cloud), de traitement et d'analyse de l'information (big data, intelligence artificielle) et d'interfaces homme-machine (assistants vocaux, réalité virtuelle/mixte/augmentée) fait apparaître de nombreux risques de dépendance par rapports aux géants américains du numérique (GAFAM) et de la cyber (Palantir, par exemple).

L'accélération des cycles d'innovation et l'importance croissante des ressources et débouchés civils par rapport au secteur militaire, conduisent à une intégration croissante de ces composants sur étagère dans les systèmes militaires. La notion de « navire numérique » marque bien cette évolution vers des marines dont la performance dépend moins du tonnage que de la capacité de calcul, de collecte, d'échange et de traitement de l'information (que ce soit au niveau du navire, avec des systèmes déportés tels que les drones, ou avec d'autres plateformes, voire des centres à terre).

Par conséquent cette « numérisation » du navire tend indirectement à accroître l'internationalisation de sa chaîne de valeur et élargit considérablement le spectre sectoriel concerné par la recherche d'une autonomie technologique et industrielle.

Face à ces enjeux, comment concilier l'internationalisation des chaînes de valeur avec la préservation de l'autonomie technologique et industrielle nécessaire à l'autonomie d'appréciation, de décision et d'action que requiert le principe de souveraineté nationale ?





3. QUELQUES PISTES POUR CONCILIER INTERNATIONALISATION ET SOUVERAINETE TECHNOLOGIQUE ET INDUSTRIELLE DANS LE DOMAINE DU NAVAL DE DEFENSE

✈ Entre autonomie et internationalisation, l'ambition d'un Smart Power naval pour la France

Comme le précise la revue Stratégique de Défense et de Sécurité Nationale 2017, « Garantir l'approvisionnement et le maintien en condition opérationnelle des équipements des armées, en particulier ceux concourant à la mise en œuvre de la dissuasion nucléaire, conditionne la liberté d'action de la France et, à ce titre, constitue un pilier de son autonomie stratégique. Plus largement, ce moteur industriel et technologique irrigue l'économie et contribue au rayonnement et à l'influence de la France dans le monde. »

Une approche parfois trop géographique de l'autonomie tend à focaliser l'attention sur la localisation des sources d'approvisionnement sur le territoire national, au risque de sous-évaluer les menaces liées à l'extraterritorialité de certaines lois étrangères (ITAR, FCPA, etc.) ou à la prise de contrôle par des actionnaires étrangers d'actifs stratégiques lorsqu'ils restent implantés en France (à court terme du moins). Pourtant, la conceptualisation et surtout la pratique du Soft Power puis du Smart Power (J. Nye) par l'administration américaine montrent que dans un monde globalisé, la puissance dépend moins de l'absence d'interdépendance que de leur structuration, maîtrise et instrumentalisation. C'est à travers la conjugaison de vecteurs d'influence militaires, économiques et culturels, aussi bien publics que privés que s'exerce ce Smart Power.

Or le secteur naval joue un rôle particulier dans la constitution d'un Smart Power compte tenu de l'importance stratégique que revêtent les océans sur le plan économique, militaire, voire culturel :

- respect de la souveraineté des Etats (eaux territoriales, ZEE),
- déploiement de forces militaires (dissuasion, projection de force et de puissance, etc.),
- exploitation de ressources (halieutiques, minérales, énergétiques, biologiques, touristiques, etc.),
- contrôle de flux légaux et illégaux de marchandises, personnes, informations (câbles sous-marins), etc.

Par conséquent, l'objectif n'est pas de constituer une filière navale autarcique et repliée sur le pré-carré national mais bien d'en faire le vecteur d'un Smart Power naval français contribuant à la défense des intérêts nationaux, à la sécurité des flux commerciaux, au développement des exportations et à la concrétisation de partenariats stratégiques avec différentes puissances dans un monde devenant de plus en plus multipolaire. A ce titre, l'exportation de systèmes navals français vers des partenaires stratégiques facilite l'interopérabilité entre les marines et le partage d'une culture opérationnelle sur le long terme, compte tenu de la durée de vie des programmes et des navires.

✈ L'internationalisation des entreprises comme levier de de puissance

Si les exportations d'armement sont parfois conçues comme un moyen de compenser la stagnation du marché domestique français, les exigences de contenu local réduisent la part de valeur ajoutée générée en France. De plus les transferts de technologies font parfois craindre la diffusion de savoir-faire précieux, voire l'érosion de l'avance technologique.

Si ces menaces sont réelles, les stratégies d'internationalisation définies par les entreprises peuvent les réduire et même générer de nombreuses opportunités : captation durable de parts de marché et de financements locaux de R&D, identification et éventuellement prise





de contrôle de sources d'approvisionnement locales (à l'image de la Rohstoff Allianz qui réunit des industriels allemands désireux de renforcer leur sécurité d'approvisionnement), structuration de dépendances durables envers la France créant autant de leviers concrets d'influence.

Alors qu'un modèle d'internationalisation multidomestique (type BAE Systems) limite les interdépendances et génère à la fois des duplications et des dépendances envers chaque marché local, un modèle plus transnational (type Damen) avec une certaine spécialisation des implantations locales coordonnées depuis la base domestique, permet une plus grande optimisation des ressources. Cette optimisation est d'autant plus aisée que les groupes sont duaux et disposent de relais civils pour alimenter leurs chantiers. A ce titre, l'entrée de Naval Group au Capital de STX pourrait permettre à long terme d'exploiter des synergies.

Par conséquent, la stratégie d'internationalisation des entreprises est un des éléments-clés de l'affaiblissement ou du renforcement des filières stratégiques, et un facteur de puissance potentiel. L'idée étant de renforcer la filière française par l'accès durable à des marchés et ressources complémentaires, il est préférable de s'éloigner d'un modèle purement multidomestique et de privilégier un modèle plutôt transnational ou hybride (autonome pour les programmes français et transnational pour les programmes export afin d'impliquer la filière française). A ce titre, les partenariats noués dans le cadre de programmes navals avec des puissances régionales voire mondiales comme le Brésil, l'Inde, la Malaisie, l'Égypte et récemment l'Australie, représentent des opportunités majeures à pérenniser et développer.

Le développement de la filière nécessite d'anticiper et accompagner de profondes mutations

Assurer l'autonomie et l'internationalisation de la filière nécessite d'en accroître la compétitivité. En effet, plusieurs travaux économiques montrent que l'internationalisation des firmes n'est pas homogène au sein d'un même secteur : celles qui exportent et davantage encore celles qui s'implantent à l'étranger, se distinguent par leur taille et leur productivité (absorption de frais fixes élevés). Or l'analyse des acteurs de la filière navale de défense française révèle de nombreuses fragilités. Le renforcement de la filière est donc une des conditions de son internationalisation.

Pour assurer la supériorité technique des forces navales françaises, leur interopérabilité avec les marines alliées et pour gagner des parts de marché à l'international, la filière navale se doit également d'être innovante. Cette filière est donc appelée à changer en profondeur pour intégrer les acteurs capables de développer les technologies qui assureront la performance et la fiabilité des systèmes navals et de leurs processus de conception, construction, et maintenance : matériaux innovants, stockage d'énergie, intelligence artificielle, fabrication additive, etc.

A titre d'exemple, l'intelligence artificielle pourrait devenir source de supériorité capacitaire :

- assistance au commandement pour la détection des menaces face à la saturation de l'information tactique, pour la mise en œuvre des armes, au niveau du navire, d'une flotte, voire d'une coalition ;
- complément à l'oreille humaine pour la classification des bruits acoustiques (déterminant pour la maîtrise de l'avantage acoustique : détection/discrétion) ;
- etc.

A l'avenir, la filière navale mobilisera aussi probablement des fournisseurs d'imprimantes 3D, de logiciels et poudres associés. Les industries stratégiques pourront-elles alors s'appuyer sur des acteurs fiables ? Au-delà des technologies intégrées dans des équipements et systèmes militaires, il s'agit bien aussi de sécuriser les infrastructures et les





technologies mobilisées pour des processus productifs dont on sait qu'ils incorporent une part croissante de services, souvent non spécifiquement militaires mais tout aussi stratégiques : informatique, conseil, audit, études, etc.

L'analyse des chaînes de valeur conduit donc à élargir significativement le périmètre des technologies et domaines de « souveraineté ». Les fragilités constatées aujourd'hui sur des pans entiers de la filière navale révèlent les limites d'une concentration sur les acteurs spécifiquement militaires et le manque de leviers d'action sur les acteurs critiques à dominante civile (particulièrement sur les systèmes de plateforme et la chaîne propulsive).

Le développement de la filière dépendra beaucoup de sa capacité à structurer des échanges avec des fournisseurs majoritairement civils. Ceci implique notamment de réussir le couplage et l'interface entre des cycles de vie très différents : temps long des programmes d'armement et cycle court des technologies qu'ils doivent intégrer, particulièrement dans le domaine numérique.

Dans cette perspective, la capacité à moderniser les systèmes tout au long de leur cycle de vie et à un coût abordable pour le client sera déterminante. Cela passe notamment par l'évolution de l'architecture des systèmes : plus ouverts, voire modulaires, lorsque cela est possible sans engendrer de perte de performance. Le développement d'incréments matériels et logiciels apportant une plus-value capacitaire est particulièrement intéressant si son coût peut être amorti sur un parc large (en France et à l'export).

Une coordination de la filière à renforcer

La structuration de la filière n'implique pas uniquement la redéfinition de son périmètre et nécessite aussi de penser la nature des relations entre acteurs. Celles-ci ont historiquement été déterminées par les grands programmes nationaux qui ont fait émerger de grands champions industriels qui restaient solidaires à l'international : plateforme propulsée, système de combat, équipements et missiles étaient produits par les différents acteurs de la BITD française, grands groupes ou PME.

Or la baisse des commandes domestiques et la nécessité pour chacun de maximiser ses chances de capter des parts de marché à l'international conduisent à des stratégies plus individuelles : les équipementiers ont ainsi intérêt à être « plateforme-agnostiques » et les plateformes à être « équipements agnostiques », dans les deux cas afin de répondre à l'éventail des besoins des différents clients. A ce titre, la thèse montre comment les objectifs d'internationalisation et les innovations d'architectures conduisent à favoriser la modularité et une plus grande variabilité dans les configurations. Celle-ci se heurte toutefois à des freins techniques et financiers majeurs :

- La performance technique des systèmes nécessite souvent un appairage assez fin entre différents systèmes, aussi bien en termes d'intégration physique que fonctionnelle comme le montre l'intégration d'une suite sonar à un sous-marin ou celle d'un radar à une chaîne de lutte antiaérienne. Par conséquent, la quête de supériorité technique paraît peu compatible d'une modularité complète (qui conduit à des sous-optimisations).
- La quête de modularité se heurte également à la réalité des coûts de qualification de nouvelles configurations (exemple : tir de missile) sur des programmes navals généralement peu nombreux et de petites séries ; ce qui revient souvent à faire porter les coûts par un seul client.

Ainsi, la recherche d'une meilleure attractivité et compétitivité des produits devrait conduire à une prise de risque partagée entre industriels, passant par l'amortissement de la R&D sur plusieurs programmes afin de ne pas pénaliser la première offre. Une telle prise de risque commerciale et financière n'est possible qu'en s'engageant réciproquement sur la durée, ce qui milite donc en faveur d'une « équipe de France » du naval soudée et disposant d'une





feuille de route technologique partagée, jalonnée par les programmes nationaux et par les principaux prospects export.

Si les transformations technologiques et industrielles entraînent des évolutions de stratégie au niveau des entreprises, elles concernent aussi l'Etat en tant qu'acheteur, régulateur, actionnaire et stratège.

Vers une évolution des grands programmes

L'analyse des chaînes de valeur navales fait ressortir le caractère structurant des grands programmes nationaux : montants, durée des différentes phases du cycle de vie, rythme des modernisations. L'intégration croissante de technologies civiles ou duales dont les cycles sont beaucoup plus courts invite à adapter ces processus pour que les clients disposent de navires au niveau de l'état de l'art.

Lors des phases de conception et réalisation, il s'agit par exemple d'anticiper l'évolution des technologies entre la livraison du premier navire et celle du dernier, en définissant différents « blocs » ou « standard », comme cela est déjà pratiqué dans certains secteurs. La mise à niveau des premiers navires pourrait ensuite s'effectuer au titre du maintien en condition opérationnelle sur la base des développements réalisés sur les derniers navires afin de veiller à l'homogénéité de la flotte.

Une fois en service, les navires bénéficient de « refontes à mi-vie » mais celles-ci pourraient devenir trop espacées pour tenir compte de l'évolution des technologies et des menaces (cyber, notamment). Le développement du MCO en continu, pour les matériels et les logiciels (MCTO) devrait donc être renforcé.

De telles logiques permettraient de mieux répartir les risques techniques, de lisser l'effort d'innovation et seraient bénéfique en termes de gestion des ressources humaines (maintien et développement des compétences) et financières (crédits publics, R&D autofinancée). Elles reposent toutefois sur des évolutions majeures qui prendront sans doute du temps : modification des processus d'acquisition et modes de contractualisation, adaptation des cycles opérationnels, capacité à faire converger les différents acteurs (Marine, agence d'acquisition, maîtres d'œuvre industriels, équipementiers) autour de feuille de route définissant l'intégration d'incrémentes technologiques et capacitaires.

L'adaptation de la filière appelle également une évolution des dispositifs publics

Le nécessaire accroissement des échanges entre industries civiles et de défense pourrait amener à adapter les modes de financement de l'innovation et de pilotage des filières stratégiques. Ainsi par exemple, la plupart des technologies innovantes évoquées ne pourront être financées par le seul ministère des armées dont les ressources paraissent très limitées comparées à celles de géants du numérique (Google, Apple, Facebook, Microsoft, etc.). De plus, à des niveaux de maturité technologique bas, certaines recherches pourraient être communes à d'autres filières stratégiques : aéronautique, spatial, télécommunications, automobile, énergie (nucléaire, Oil & Gas), informatique, santé, etc. Dès lors, la structuration d'une filière navale en « silo », pyramidale et quasi exclusivement financée par un budget de défense sous forte contrainte n'est ni possible, ni souhaitable. Le maintien/développement d'une autonomie technologique et industrielle repose sur de nouvelles dynamiques, transverses aux différents secteurs stratégiques pour optimiser l'allocation des investissements publics et privés, civils et militaires, sur des technologies de « souveraineté » en décroissant fortement l'industrie de défense – même si elle conserve par ailleurs de fortes spécificités (durée de conception, cycle de vie, réglementation, etc.). L'équipement des armées et le renouvellement des deux





composantes de la dissuasion nucléaire pourraient à la fois bénéficier du / contribuer au développement de ces « filières de souveraineté » qui ne sont pas uniquement militaires.

Dans certains cas, les ressources publiques et privées disponibles à l'échelle nationale seront sans doute insuffisantes et nécessiteront de trouver des partenaires en Europe ou parmi les puissances émergentes en quête de partenariats équilibrés.



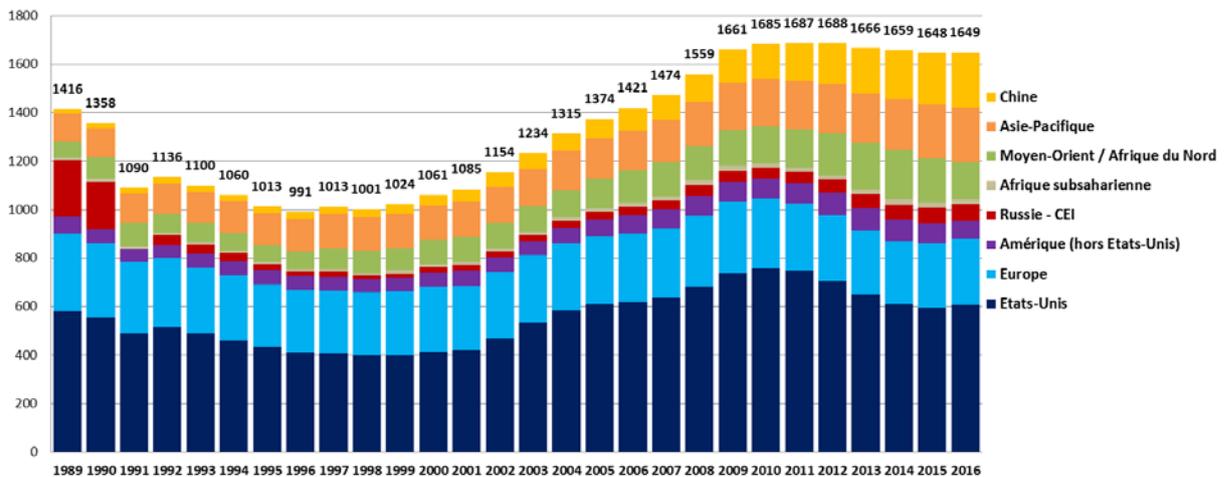


ANNEXE : EVOLUTION DES MARCHES DE DEFENSE

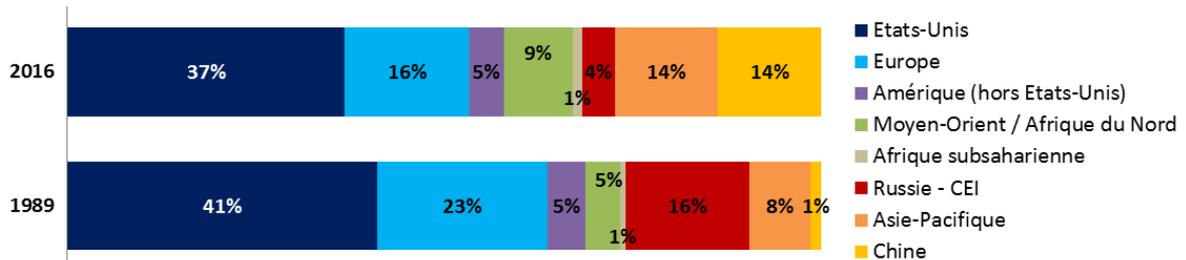
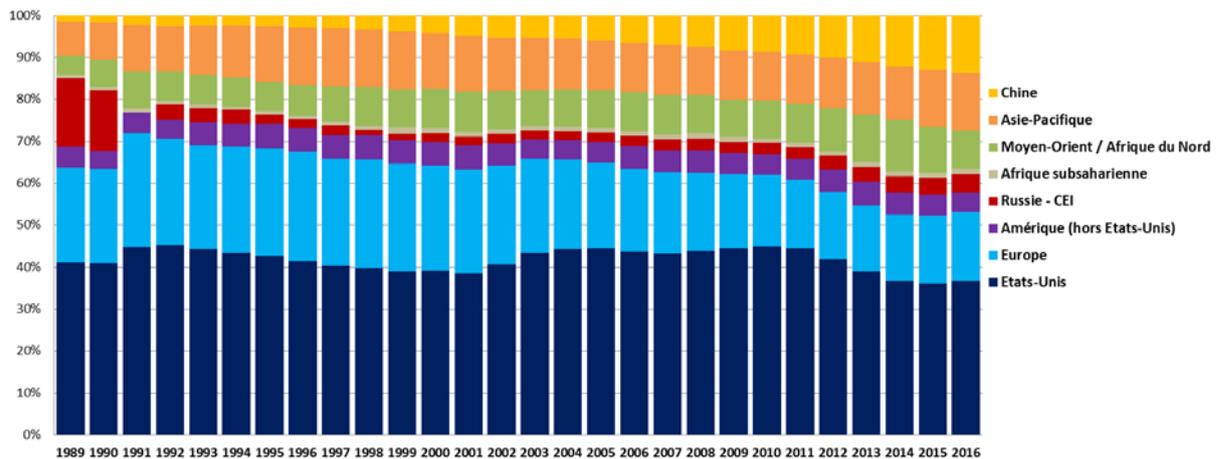
1. UN DEPLACEMENT DE LA DEMANDE MONDIALE DE MATERIELS DE GUERRE

Comme l'indiquent les données du SIPRI (cf. graphique ci-dessous), les dernières décennies ont été marquées par de fortes évolutions des budgets de défense, tant au niveau du montant global des dépenses de défense, que de leur répartition géographique.

Evolution des budgets de défense de 1989 à 2016 en milliards de dollars 2015



Répartition des budgets de défense de 1989 à 2016 en % des dépenses mondiales



Source : auteur, d'après SIPRI, *Military Expenditures Database* (extraction : octobre 2017)





Ces graphiques permettent de distinguer quatre périodes distinctes :

- Une première période représentant les dernières années de la Guerre Froide et s'achevant avec la chute de l'Union soviétique. Cette période est marquée à la fois par un niveau de dépenses militaires très élevé ainsi qu'une forte concentration de la dépense entre les Etats-Unis, la Russie et les Etats d'Europe (~80% du total). Ainsi à la fin des années 1980, la zone Asie-Pacifique et la Chine représentent moins de 10% des dépenses mondiales.
- La deuxième période s'ouvre avec la chute de l'URSS en 1991 qui se traduit par une diminution drastique des dépenses mondiales qui passent de plus de 1 400 milliards de dollars en 1989 à moins de 1 000 milliards en 1996, soit une baisse de 30%. Celle-ci s'explique d'abord par la chute des dépenses militaires russes puis à la longue baisse des dépenses militaires américaines et européennes (bien que proportionnellement ces deux dernières voient leur part augmenter compte tenu de l'effondrement de l'effort de défense russe). Cette décennie de décroissance s'achève au début des années 2000.
- Les attentats du 11 septembre 2001 marquent le début d'une troisième période caractérisée par une très nette augmentation des dépenses mondiales (débutée dès 1999 et 2000), soutenue tout particulièrement par la hausse des dépenses américaines, notamment du fait des interventions en Afghanistan et en Irak. Ainsi les Etats-Unis représentent 40% des dépenses mondiales d'armement de 2003 à 2012. Mais la hausse est également significative en Asie, stimulée à la fois par l'effort de modernisation chinois et la réaction qu'il suscite dans la région, ainsi que par les rivalités entre puissances régionales au Proche et Moyen-Orient. La Russie et l'Europe contribuent également à cette hausse des dépenses mondiales.
- Cette période de hausse s'achève au début des années 2010 à un niveau supérieur même à celui des dernières années de la Guerre Froide. La crise des dettes souveraines vient en effet freiner cette hausse et amorce une diminution assez nette des dépenses mondiales particulièrement du fait des Etats européens et des Etats-Unis où le mécanisme de « séquestration » conduit à des coupes automatiques de dépenses publiques contribuant à la réduction des dépenses militaires. En revanche, les dépenses militaires ont poursuivi leur croissance en Chine et Asie-Pacifique qui représentaient moins de 10% du total en 1989 contre 28% en 2016. Sur la même période, les Etats européens ont vu leur part diminuer de 23% à 16% du total, alors que les Etats-Unis ont réussi à se maintenir autour de 40% des dépenses mondiales. L'évolution la plus marquante reste la chute de la part des dépenses soviétiques puis russes qui sont passées de 16% à 4% entre 1989 et 2016.





Ce déplacement de la demande mondiale se caractérise par une part croissante de l'Asie-Pacifique, de la Chine, du Proche et Moyen-Orient. Qu'il s'agisse de la montée des tensions en mer de Chine et plus largement en Asie, ou bien de quête de leadership régional dans le golfe arabo-persique, ou encore d'une recherche de puissance régionale voire internationale (Brésil, Inde), de nombreux facteurs géopolitiques conduisent les Etats à acquérir une marine ou à la renforcer. Les forces navales apparaissent en effet comme un facteur de puissance majeur, tant sur le plan diplomatique et militaire, que pour la prospérité des Etats.

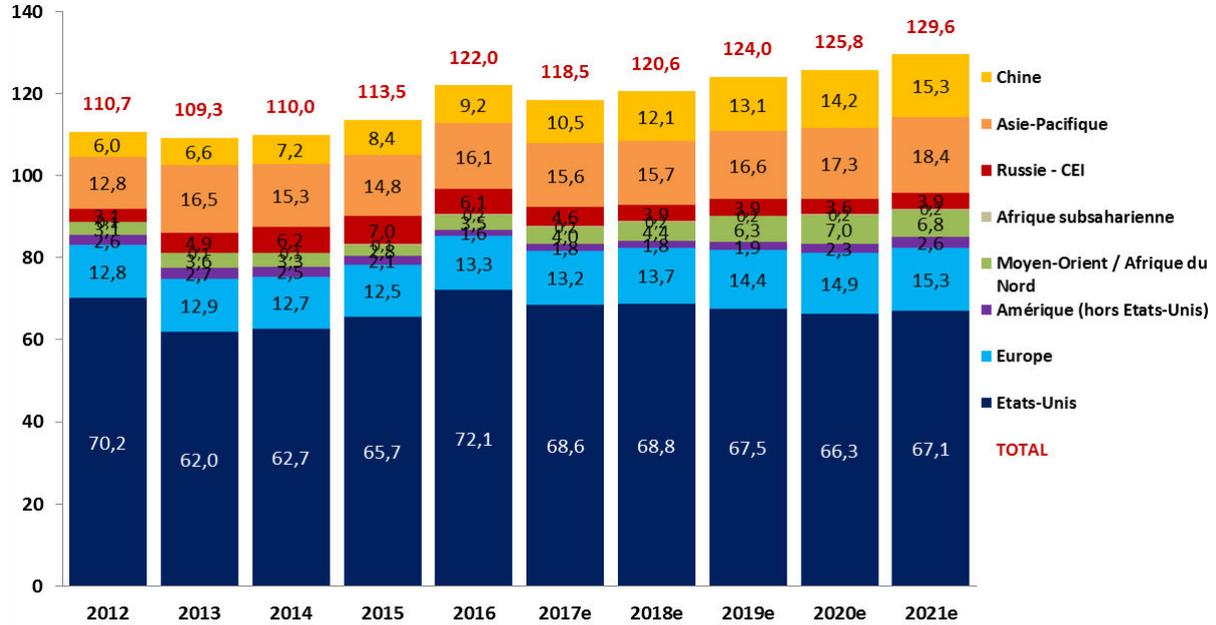
Elles constituent pour les membres du club restreint des puissances nucléaires le gage d'une dissuasion crédible grâce aux sous-marins nucléaires lanceurs d'engins (SNLE). En se déployant dans les eaux internationales, elles offrent également une liberté d'action, d'intervention, et de projection de force ou de puissance pour les Etats disposant de bâtiments amphibies voire d'un groupe aéronaval. De plus, la mondialisation n'a fait que renforcer l'intérêt stratégique des espaces aéromaritimes. A l'heure où la prospérité des nations dépend au moins autant de la possession de stocks de ressources que de la maîtrise des flux, les mers et les océans revêtent un caractère stratégique croissant. Ils sont à la fois des réservoirs de ressources (halieutiques, minérales, d'hydrocarbures, d'énergies marines, de biodiversité), et des espaces essentiels pour les flux et échanges internationaux (légaux ou illégaux) : transports et trafics de biens et de personnes, circulation d'informations et communications intercontinentales via les câbles sous-marins. Ainsi, l'environnement géostratégique incite les Etats à renforcer leur présence en mer pour affirmer leur souveraineté, promouvoir leurs intérêts stratégiques et affirmer leurs ambitions régionales ou internationales.

Si à l'échelle globale, les budgets de R&D et acquisition navales ont eu tendance à croître, leur répartition a fortement évolué (cf. graphiques ci-dessous). Les tendances sont assez proches de celles observées pour les dépenses de défense globales.

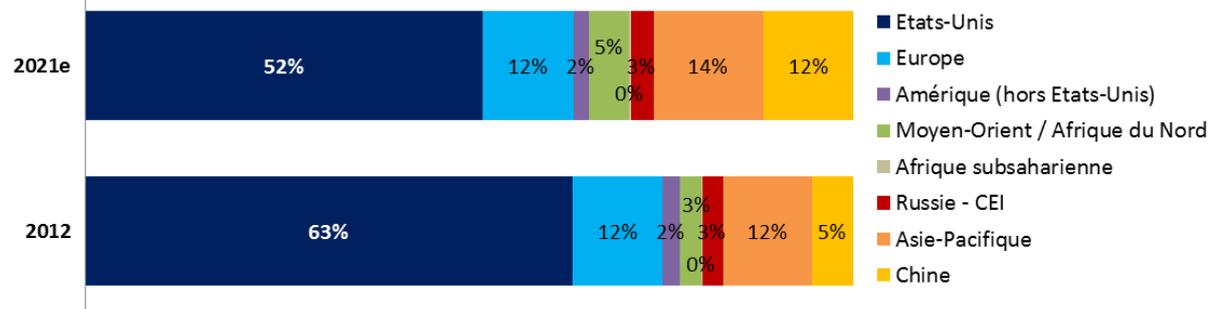
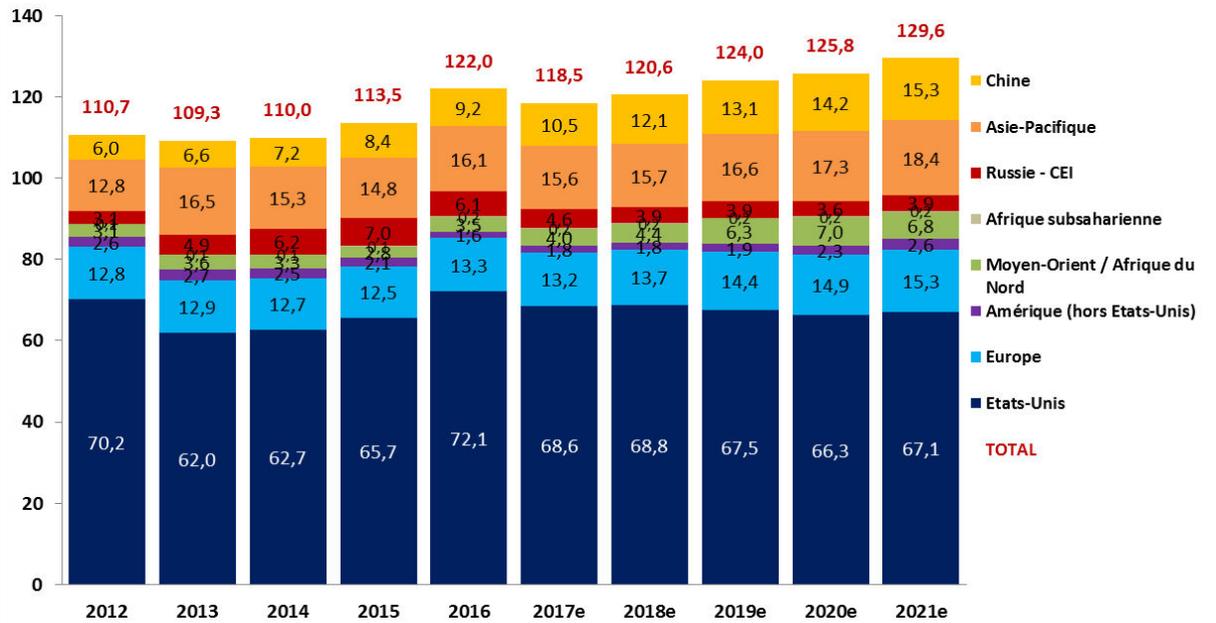




Evolution des budgets de R&D et acquisitions navales en milliards de dollars 2017



... et en %



Source : d'après la base de données Jane's (extraction de 2017)





Ainsi, on constate un tassement de la part représentée par les budgets européens et surtout américains, ces derniers constituant néanmoins encore près de 60% du total en 2010 et 50% en 2014. La France n'échappe pas à cette tendance baissière qui caractérise la plupart des marines de l'OTAN. Le format de la Marine nationale a en effet fortement diminué avec :

- l'abandon du programme de deuxième porte-avions,
- la baisse du format de la flotte de frégates de premier rang lors des Livres Blancs successifs : de 21 à 18 en 2008, puis de 18 à 15 en 2013 soit une diminution de plus d'un quart,
- la réduction de 4 à 3 du nombre de Bâtiments de Projection et de Commandement (BPC),
- la diminution de la flotte de patrouilleurs.

A l'inverse, plusieurs flottes asiatiques sont en forte croissance ou modernisation, notamment en Chine, en Corée du Sud, au Japon, à Singapour, en Indonésie ainsi qu'en Inde. La Chine et l'Inde rejoignent le cercle des rares marines disposant de SNA, SNLE et de porte-avions. Chacune envisage l'acquisition de porte-avions nucléaires avec catapultes. Les marines asiatiques développent également leurs flottes de frégates et leurs sous-marines (Chine, Inde, Japon, Corée du Sud, Indonésie, par exemple).

Avec une hausse de la demande dans des Etats ne disposant que de capacités technologiques et industrielles partielles en Asie et au Proche et Moyen Orient, ainsi qu'une diminution de la demande dans les Etats dotés de bases industrielles et technologiques de défense matures (particulièrement en Europe), l'opportunité voire la nécessité d'accroître les échanges internationaux de matériels de guerre s'est renforcée il ya déjà plusieurs années.

Ainsi, alors qu'à l'échelle mondiale, les budgets de défense ont eu tendance à stagner autour de 1 700 milliards de dollars (2011) sur la période 2010-2013¹, le volume des programmes d'acquisition ouverts à des acteurs étrangers a crû de 38%² sur la même période. Cette évolution s'explique notamment par la croissance des budgets d'acquisition des États émergents dont les bases industrielles et technologiques de défense ne sont pas encore suffisamment autonomes pour pouvoir se passer de fournisseurs étrangers. Les entreprises européennes ont pu bénéficier de cette croissance des marchés internationaux, concomitante d'une baisse des marchés domestiques européens.

¹ SIPRI (2013), SIPRI Military Expenditure Database

² ANDERSON G. & MOORES B. (2013), "The growing burden of offsets", in *Jane's Defence Weekly*, 25 octobre 2013.





2. UNE OFFRE CONCENTREE AUX ETATS-UNIS ET EN EUROPE MAIS QUI S'ELARGIT A DE NOMBREUX ACTEURS ASIATIQUES

Alors que le niveau global de la demande fluctue assez fortement et que cette demande se déplace assez rapidement, la localisation des capacités technologiques et industrielles connaît une plus forte inertie. Dans un domaine où il n'existe pas véritablement de marché mondial mais davantage une somme de marchés domestiques nationaux plus ou moins ouverts à la compétition internationale, l'offre d'équipements militaires est longtemps restée principalement déterminée par les besoins des clients nationaux. Si quelques grands pays comme les Etats-Unis peuvent se permettre d'entretenir plusieurs groupes ou tout du moins des duopoles (tels GENERAL DYNAMICS et HUNTINGTON INGALLS INDUSTRIES pour les sous-marins nucléaires de l'*US Navy*, par exemple), les autres Etats disposant d'une industrie de défense mature ont généralement structuré des monopoles bilatéraux¹ pour leur marché domestique : BAE SYSTEMS au Royaume-Uni, NAVAL GROUP en France, NAVANTIA en Espagne, FINCANTIERI en Italie, l'OSK en Russie. Compte tenu de la durée des programmes d'armement, de l'intensité en capital (industriel et humain), et de la durée nécessaire à la montée en compétences, les investissements importants réalisés au cours de la Guerre Froide expliquent que les capacités mondiales soient encore majoritairement localisées aux Etats-Unis, en Europe de l'ouest, en Russie, voire en Chine alors qu'elle commencent à émerger en Corée du Sud, en Inde, au Brésil ou en Turquie par exemple.

Ainsi, comme le montrent les données du SIPRI (FLEURANT, PERLO-FREMAN et ALII, 2016), les principales entreprises de défense mondiales (en termes de chiffre d'affaires et Chine exclue) se trouvent encore très majoritairement aux Etats-Unis et à l'ouest de l'Europe. Elles représentent l'intégralité du top 10 et comptent 70 des 100 entreprises du top 100 (avec 39 états-uniennes, 31 européennes), ce qui représente un cumul de ventes de 82,4% des ventes totales du classement (cf. graphique ci-dessous). Sur les dernières années, la tendance est relativement stable pour les entreprises européennes (diminution de 2% en 2013 et de 3% en 2012 mais avec une hausse de 6,6% en 2015). En revanche, la baisse est beaucoup plus marquée pour les entreprises américaines (baisse de 6,6% en 2012, de 4,5% en 2013, de 2,9% en 2015).

Globalement, la part des entreprises nord-américaines et européennes dans ce top 100 est encore largement majoritaire, mais en nette érosion. Elles représentaient environ 60% des ventes en 2002 contre 50% en 2015, signe de la montée en puissance de nouveaux acteurs.

¹ « marché » se caractérisant par la présence d'un seul acheteur et d'un seul vendeur.





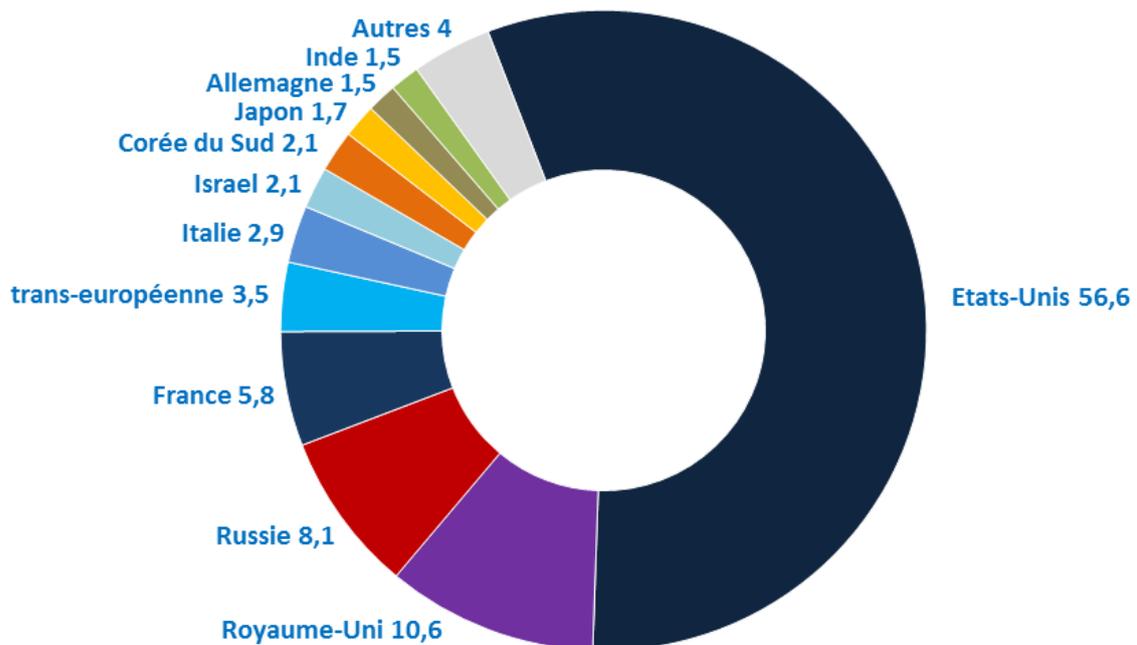
Cette émergence se traduit par plusieurs hausses significatives entre 2014 et 2015 :

- augmentation de plus de 30% du chiffre d'affaires des entreprises sud-coréennes du top 100 avec l'arrivée de trois nouveaux acteurs (DSME, HANWHA, POONGSAN) portant à sept le nombre d'entreprises de ce pays inscrites au classement ;
- augmentation de 10,2% du chiffre d'affaires des entreprises turques du top 100 ;
- augmentation de 9,3% du chiffre d'affaires des entreprises indiennes du top 100.

Cette évolution de l'offre s'inscrit dans une dynamique historique plus longue, initiée dès les années 1990. Sur la base de données du SIPRI, F. SACHWALD (1999) a montré l'impact de la réduction de budget sur les principales entreprises de défense. En effet, sur les 100 premières entreprises de défense (classées par leur CA) en 1990, 46 étaient américaines et 41 de l'OCDE-Europe de l'Ouest. Ces firmes capturaient une large part du marché mondial car elles étaient historiquement implantées sur des marchés domestiques comptant parmi les plus importants du monde : Etats-Unis, Royaume-Uni, France, Allemagne, Italie.

Or, entre 1990 et 1995, les ventes de ces entreprises ont chuté de plus de 30% : de 129,1 à 88,1 milliards de dollars de 1990 pour les américaines et de 71 à 49 milliards de dollars de 1990 pour les européennes (SACHWALD, 1999). Les entreprises de défense russes ont quant à elles dû absorber la chute brutale des dépenses militaires intervenue avec l'effondrement du bloc soviétique (cf. graphiques précédents).

Répartition des ventes d'armement 2015 des 100 plus grandes entreprises de défense (hors Chine) par pays de localisation du siège (en %)



Source : d'après les données de FLEURANT, PERLO-FREEMAN et ALII (2016)





Ainsi, on constate que les régions où les marchés domestiques sont les plus dynamiques (Asie, Proche et Moyen-Orient) sont constituées d'Etats qui ne disposaient pas ou peu de capacités industrielles matures. Les pays disposant de grands groupes industriels et de filières capables de concevoir, fabriquer, intégrer et entretenir des systèmes complexes sont justement les pays dont les budgets d'acquisition sont moins dynamiques¹. La demande est donc tirée par des Etats dont les bases industrielles et technologiques de défense sont en voie de constitution et qui ne disposent que très rarement d'une autonomie suffisante pour pouvoir se passer d'importations pour équiper leurs forces. Cette tendance s'observe particulièrement dans le secteur naval, notamment avec de pays émergents comme l'Inde, le Brésil, la Malaisie, l'Indonésie et des puissances régionales du Proche et Moyen Orient (Egypte, Arabie Saoudite, Qatar, ...) qui sont des importateurs majeurs. Cette tendance s'observe aussi dans des pays développés comme l'Australie, le Canada, Singapour et des pays européens comme la Norvège, les Pays-Bas ou la Pologne qui reposent sur une part importante d'importations pour les programmes de renouvellement de leurs forces sous-marines, même si certaines de leurs entreprises nationales peuvent participer à ces programmes.

Par conséquent, l'évolution de l'offre et de la demande conduisent à des niveaux élevés d'échanges entre pays exportateurs (pays généralement devenus surcapacitaires) et importateurs (encore souvent sous-capacitaires).

Cette tendance n'est probablement que transitoire compte tenu des investissements importants consentis par plusieurs pays émergents ou déjà développés, ainsi que des transferts de technologies qu'ils négocient auprès de leurs fournisseurs (la plupart du temps des groupes européens sous forte pression concurrentielle). Loin de se satisfaire de leur propres marchés domestiques, les industriels chinois, sud-coréens, turcs, voire japonais se lancent aujourd'hui à la conquête de marchés export. Face au niveau relativement bas de leur marché domestique, les entreprises russes doivent également capter des marchés internationaux.

Ainsi, les industriels européens doivent s'adapter à un double risque : fermeture au moins partielle des marchés asiatiques certes dynamiques, mais en voie d'autonomisation, d'une part, et pression concurrentielle accrue du fait de ces nouveaux concurrents.

¹ La Russie est un cas particulier car le dynamisme de ses acquisitions semble quelque peu surestimé au regard de ses importantes difficultés économiques. De plus, ses capacités industrielles ont souffert d'une chute brutale des dépenses de défense post-1990 et affrontent une difficile et coûteuse remontée en compétences : main d'œuvre vieillissante, sanctions internationales, impact de la chute des cours des hydrocarbures sur les finances publiques.





BIBLIOGRAPHIE

AHMAD Nadim, 2013, « Estimating trade in value-added : why and how ? », in *Global value chains in a changing world*, Ed. ELMS Deborah K. et LOW Patrick, WTO Publications, pp. 85-108.

AKRAM Tanweer, KHAN Haider Ali, HOLLADAY James Scott, 2007, « US Intra-firm International Trade », SSRN, Working Paper, 32 p.

ANDERSON Guy, MOORES Ben, 2013, « The growing burden of offsets », *Jane's Defence Weekly*, 25 octobre 2013.

ANDERSON Guy et Alii, 2013, *Offset and procurement compensation policies - Defence markets*, IHS Jane's, octobre 2013, 211 p.

ANONYME, 2008, « Le Terrible, 1er sous-marin nucléaire à disposer du missile balistique M-51 », in *La Dépêche*, 21 mars 2008, disponible en ligne : <http://www.ladepeche.fr/article/2008/03/21/444145-terrible-1er-sous-marin-nucleaire-disposer-missile-balistique-51.html> (dernière consultation : 5 juillet 2016).

ARENA Mark V. et Alii, 2005, *The United Kingdom's Naval Shipbuilding Industrial Base – The Next Fifteen Years*, RAND, 2005, 178 p.

BAE SYSTEMS, 2016, *Annual Report 2016*.

BALDWIN Richard, 2013, « Global supply chains : why they emerged, why they matter, and where they are going », in *Global value chains in a changing world*, Ed. ELMS Deborah K. et LOW Patrick, WTO Publications, pp. 13-59.

BAYLE Nadine, 1995 « Discrétion acoustique, des solutions industrielles pour insonoriser le "Triomphant" », in *L'Usine Nouvelle*, n°2499, 20 avril 1995, disponible en ligne : <http://www.usinenouvelle.com/article/discretion-acoustiquedes-solutions-industrielles-pour-insonoriser-le-triomphantla-nouvelle-generation-de-sous-marins-nucleaires-lanceurs-d-engins-qui-patrouillera-au-fond-des-mers-a-partir-de-1996-est.N75313> (dernière consultation le 05/07/2016).

BECUE Mathieu, BELIN Jean, TALBOT Damien, 2014, « Rente relationnelle et sous-performance des firmes pivots dans la chaîne de valeur aéronautique », in *M@n@gement*, vol. 17, n°2, 2014, pp. 110-135.

BELIN Jean, 2016a, « Les entreprises françaises de défense - Caractéristiques économiques et financières », IHEDN, Chaire Economie de Défense, Document de Travail n°2, disponible en ligne : <http://economie-defense.fr/document-de-travail-n2-les-entreprises-francaises-de-defense-caracteristiques-economiques-et-financieres-par-jean-belin/> (dernière consultation le 05/07/2016).

BELIN Jean, 2016b, « Les mesures d'impact économique de la défense », IHEDN, Chaire Economie de Défense, Document de Travail n°3, disponible en ligne : <https://economie-defense.fr/document-de-travail-n3-les-mesures-dimpact-economique-de-la-defense-par-jean-belin/> (dernière consultation le 05/07/2016).

BERTRAM Volker, NIEUWENHUIS Jan-Jaap, 2007, « Modularität im Schiffbau », in *Schiff und Hafen*, n°7, juillet 2007, pp 64-67.

BIRKLER John, 1997, *Aircraft Carrier Industrial Base – Testimony before the Sea Power Subcommittee of the Senate Armed Services Committee*, National Defense Research Institute, RAND Testimony Series, 1997, 14 p. Disponible en ligne : <http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/testimonies/2006/CT142.pdf> (dernière consultation : 24 septembre 2014)





BIRKLER John, 1994, *The U.S. Submarine Production Base : An Analysis of costs, Schedule, and Risk for Selected Force Structures*, RAND, National Defense Research Institute, 1994, 192 p.

BIRKLER John et Alii, 2015, *Australia's Naval Shipbuilding Enterprise – Preparing for the 21st Century*, RAND Report, 249 p.

BOLER E. A., MOXNES A., ULLTVEIT-MOE K. H., 2015, « R&D, International Sourcing, and the Joint Impact on Firm Performance », in *American Economic Review*, Vol. 105, pp. 3704-3739.

BUIGUES Pierre-André, LACOSTE Denis, 2011, *Stratégies d'internationalisation des entreprises – Menaces et opportunités*, De Boeck, 2011, 376 p.

CABIROL Michel, 2014, « Pourquoi l'Inde fait patienter le Rafale sur la piste d'envol ? », in *La Tribune*, article du 10 février 2014, disponible en ligne : <http://www.latribune.fr/entreprises-finance/industrie/aeronautique-defense/20140210trib000814505/pourquoi-l-inde-fait-patients-le-rafale-sur-la-piste-d-envol.html> (dernière consultation : 05 octobre 2017).

CARRINCAZEAUX Christophe, FRIGANT Vincent, 2006, « L'internationalisation de l'industrie aéronautique-spatiale-défense française : vers une banalisation des formes d'internationalisation ? », in *L'industrie en France et la mondialisation*, SESSI, Paris, pp. 153-176.

CNIM, 2011, *1961-2011 : cinquante ans au service de la force océanique stratégique*, octobre 2011, disponible en ligne : www.cnim.com/resources/fichiers/cnim_fr/50ansdissuasion.pdf (dernière consultation le 05/07/2016).

COMMONWEALTH OF AUSTRALIA / Australian National Audit Office (ANAO), 2014, *Air Warfare Destroyer Program*, Department of Defence – Defence Materiel Organisation, Audit Report n°22 2013-14, 320 p.

COMMONWEALTH OF AUSTRALIA / Department of Defence / Defense Materiel Organisation, 2013, *Future Submarine Industry skills plan – A plan for the naval shipbuilding industry*, 184 p.

COMMONWEALTH OF AUSTRALIA / Senate, 2006, *Defence Submission to the Senate Inquiry into Naval Shipbuilding*, Submission 20, 29 p.

CORNU Christophe, DUSSAUGE Pierre, 1998, *L'industrie française de l'armement : coopérations, restructurations et intégration européenne*, 2ème édition, Paris : Economica, 225 p.

DAMEN SHIPYARDS GROUP, 2011, *Gekonsolideerde jaarrekening 2011*, 46 p.

DAMEN SHIPYARDS GROUP, 2012, *Gekonsolideerde jaarrekening 2012*, 39 p.

DAMEN SHIPYARDS GROUP, 2013, *Gekonsolideerde jaarrekening 2013*, 47 p.

DAMEN SHIPYARDS GROUP, 2014, *Consolidated Financial Statement 2014*, 41 p.

DAMEN SHIPYARDS GROUP, 2015, « Damen signs licence agreement with Great Lakes Shipyard to build two Damen Stan Tugs 1907 ICE », 3 décembre 2015, disponible en ligne : http://www.damen.com/en/news/2015/12/first_damen_tugs_to_be_built_under_licence_in_the_usa (dernière consultation : 21 octobre 2017).

DAMEN SHIPYARDS GROUP – DSNS, *SIGMA*, Brochure promotionnelle





DAUDIN Guillaume, MONPERRUS-VERONI Paola, RIFFLART Christine, SCHWEISGUTH Danielle, 2006, « Le commerce extérieur en valeur ajoutée », in *Revue de l'OFCE*, n°98, juillet 2006, pp. 129-165.

DAUDIN Guillaume, RIFFLART Christine, SCHWEISGUTH Danielle, 2009, « Who Produces for Whom in the World Economy ? », OFCE, Document de travail, n°2009-18, juillet 2009, 36 p.

DEDRICK Jason, KRAEMER Kenneth L., 2011, « Value Capture in the Global Wind Energy Industry », Personal Computing Industry Center (PCIC), juin 2011, 10 p. disponible en ligne : <http://pcic.merage.uci.edu/papers/2011/WindEnergyIndustry.pdf> (dernière consultation : 7 octobre 2017).

DEDRICK Jason, KRAEMER Kenneth L., LINDEN Greg, 2010, « The Distribution of Value in the Mobile Phone Supply Chain », Personal Computing Industry Center (PCIC), octobre 2010, 37 p. disponible en ligne http://pcic.merage.uci.edu/papers/2010/CellPhoneProfitability_Oct2010.pdf (consultation : 24 septembre 2014) :

DEFENCE INDUSTRY DAILY, 2008, « Virginia Block III: The Revised Bow », article du 21 décembre 2008, disponible en ligne : <http://www.defenseindustrydaily.com/virginia-block-iii-the-revised-bow-04159/> (dernière consultation : 7 octobre 2017).

DEFENCE INDUSTRY DAILY, 2014, « CMC Program Defining Future SSBN Launchers for UK, USA », article du 30 janvier 2014, disponible en ligne : <http://www.defenseindustrydaily.com/cmc-contract-to-define-future-ssbn-launchers-for-uk-usa-05221/> (dernière consultation : 7 octobre 2017).

DEFENCE INDUSTRY DAILY, 2016, « F-X2: Brazil's Saab Contract for Gripen's a Done Deal », article du 19 décembre 2016, disponible en ligne : <http://www.defenseindustrydaily.com/brazil-embarking-upon-f-x2-fighter-program-04179/> (dernière consultation : 7 octobre 2017).

DELUCA Paul et Alii, 2013, *Assessing Aegis Program Transition to an Open-Architecture Model*, RAND Corporation, 96 p.

DROFF Josselin, 2013, *Le facteur spatial en économie de la défense : application au maintien en condition opérationnelle (MCO) des matériels de défense*, thèse de doctorat préparée sous la direction d'Hervé THOUEMENT, soutenue le 28 novembre 2013.

DUBOT Georges et Alii, 1987, « L'AMX Leclerc, la naissance d'une nouvelle génération », in *L'armement*, n°6, janvier 1987.

DUGAST Stéphane, 2013, « Le cycle de vie d'un navire », in *Cols bleus*, n°3010, 23 mars 2013, pp. 12-19.

ECKSTEIN Megan, 2016, « Navy Awards \$101M To Electric Boat To Build SSBN Missile Tubes ; UK Enters Manufacturing Phase On Successor-Class », in *USNI News*, 6 octobre 2016, disponible en ligne : <https://news.usni.org/2016/10/06/101m-awarded-electric-boat-build-ssbn-missile-tubes-uk-enters-manufacturing-phase-successor-class> (dernière consultation : 18 octobre 2017).

ELMS Deborah K., LOW Patrick (Ed.), 2013, *Global value chains in a changing world*, WTO Publications, 409 p.

ENGMAN Michale, 2007, « Expanding International Supply Chains : The Role of Emerging Economies in Providing IT and Business Process Services », *OECD Trade Policy Working Papers*, n°52, 66 p.





ESCAITH Hubert, INOMATA Satoshi (Ed.), 2011, *Trade patterns and global value chains in East Asia : From trade in goods to trade in tasks*, WTO & IDE-JETRO, 2011, 128 p.

ESCAITH Hubert, LINDENBERG Nannette, MIROUDOT Sébastien, 2010, « International Supply Chains and Trade Elasticity in Times of Global Crisis », World Trade Organization Staff Working Paper ERSD-2010-08, Février 2010, 40 p.

FEENSTRA Robert C., 1998, « Integration of Trade and Disintegration of Production in the Global Economy », in *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 12, n°4, automne 1998, pp. 31-50.

FIOTT Daniel, 2014, « The three effects of dual use : Firms, capabilities, and governance », EUISS, Brief n°21, juillet 2014, 4 p.

FLEURANT Aude, PERLO-FREEMAN Sam et Ali, 2016, « The SIPRI Top 100 Arms-producing and Military Services Companies, 2015 », 2016, SIPRI Fact Sheet, décembre 2016, 8 p.

FORCE INDIA (2014), « More Than 50 Per Cent of the Mazagon Procured Materials Originally Supplied by DCNS Have Been Successfully Subcontracted by DCNS India to Indian Industries », entretien avec B. Buisson, février 2014, disponible en ligne : http://www.forceindia.net/Interview_Managing_Director_Bernard_Buisson.aspx (dernière consultation le 08/11/2015).

FRENCH Paul, 2007, « Mr Astute », *Naval Technology*, 31 août 2007, disponible en ligne : <http://www.naval-technology.com/features/feature1224/> (dernière consultation : 11/10/2017)

FRIGANT Vincent, 2004, « La modularité : un fondement pour les firmes architectes ? » ; in *Cahiers du GRES*, n°2004-02, janvier 2004, 23p.

FRIGANT Vincent, 2007, « L'impact de la production modulaire sur l'approfondissement de la division internationale des processus productifs (DIPP) », in *Revue d'économie politique*, Vol. 117, n°6, 2007, p. 937-961.

FRIGANT Vincent, TALBOT Damien, 2004, « Convergence et diversité du passage à la production modulaire dans l'aéronautique et l'automobile en Europe », *Actes du GERPISA*, n°37, 2004, pp. 107-118.

FRIGANT Vincent, 2013, *Dynamique des relations verticales « inter-industriels » : une lecture à partir du concept de modularité*, Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, Soutenance publique le 22 janvier 2013, 201 p.

GAZANIOL Alexandre, PELTRAULT Frédéric, SIROEN Jean-Marc, 2010, « Les performances des entreprises françaises implantées à l'étranger », in *Economie et Statistique*, n°435-436, 2010, pp. 149-167.

GEREFFI Gary, HUMPHREY John, STURGEON Timothy, 2005, « The governance of global value chains », in *Review of International Political Economy*, n°12:1, février 2005, pp. 78-104.

GLOBERMAN Steven, 2011, « Les chaînes de valeur mondiales : enjeux économiques et stratégiques », in SYDOR Aaron, *Les chaînes de valeurs : impacts et implications*, pp. 21-50.

GOLDRICK James, 2014, « Conceptual and practical questions for modularity », in HOOD Mattheuw, « Sea change ? Navies make progress in delivering modular capability », *Jane's Navy International*, 20 octobre 2014.

GOURE Daniel, 2006, « Modularity, the Littoral Combat Ship and the Future of The United States Navy », Lexington Institute, 17 p.





GROIZELEAU Vincent, 2005, « Scorpène : l'Inde signe le contrat à Paris pour la construction de 6 sous-marins », in *Mer et Marine*, 12 septembre 2005, disponible en ligne : <http://www.meretmarine.com/fr/content/scorpene-linde-signe-le-contrat-paris-pour-la-construction-de-6-sous-marins> (dernière consultation : 29 octobre 2015).

GROIZELEAU Vincent, 2006a, « Scorpène indien : la construction du premier sous-marins a commencé », in *Mer et Marine*, 9 mai 2006, disponible en ligne : <http://www.meretmarine.com/fr/content/scorpene-indien-la-construction-du-premier-sous-marins-commence> (dernière consultation le 08/11/2015).

GROIZELEAU Vincent, 2006b, « L'appareil moteur du SNLE Le Terrible arrive à Cherbourg », in *Mer et Marine*, 20 décembre 2006, disponible en ligne : <https://www.meretmarine.com/fr/content/lappareil-moteur-du-snle-le-terrible-arrive-cherbourg> (dernière consultation : 14 octobre 2017).

GROIZELEAU Vincent, 2007, « Sous-marins : l'Inde débute la construction de son premier Scorpène », in *Mer et Marine*, 29 janvier 2007, disponible en ligne : <http://www.meretmarine.com/fr/content/sous-marins-linde-debute-la-construction-de-son-premier-scorpene> (dernière consultation : 08 novembre 2015).

GROIZELEAU Vincent, 2012a, « BPC russes : la construction à Saint-Pétersbourg va débiter cet été », in *Mer et Marine*, 20 juin 2012, disponible en ligne : <https://www.meretmarine.com/fr/content/bpc-russes-la-construction-saint-petersbourg-va-debuter-cet-ete> (dernière consultation : 14 octobre 2017).

GROIZELEAU Vincent, 2012b, « Damen va construire un navire de soutien pour la marine australienne », in *Mer et Marine*, 3 décembre 2012, disponible en ligne : <https://www.meretmarine.com/fr/content/damen-va-construire-un-navire-de-soutien-pour-la-marine-australienne> (dernière consultation : 14 octobre 2017).

GROIZELEAU Vincent, 2013, « DCNS livre un tronçon de sous-marin au Brésil », in *Mer et Marine*, 11 juin 2013, disponible en ligne : <https://www.meretmarine.com/fr/content/dcns-livre-un-troncon-de-sous-marin-au-bresil> (dernière consultation : 14 octobre 2017).

GROIZELEAU Vincent, 2015a « Les forces navales des Bahamas en pleine modernisation », in *Mer et Marine*, 9 avril 2015, disponible en ligne : <https://www.meretmarine.com/fr/content/les-forces-navales-des-bahamas-en-pleine-modernisation> (dernière consultation : 14 octobre 2017).

GROIZELEAU Vincent, 2015b, « Mats intégrés : le premier PSIM de DCNS en cours de montage », in *Mer et Marine*, 3 juillet 2015, disponible en ligne : <https://www.meretmarine.com/fr/content/mats-integres-le-premier-psim-de-dcns-en-cours-de-montage> (dernière consultation : le 14 octobre 2017)

GROIZELEAU Vincent, 2015c, « Brest : Deux bâtiments marocains dans la forme 2 », in *Mer et Marine*, 4 décembre 2015, disponible en ligne <https://www.meretmarine.com/fr/content/brest-deux-batiments-marocains-dans-la-forme-2> (dernière consultation : le 14 octobre 2017)

GROSSMAN Gene M., ROSSI-HANSBERG Esteban, 2008, « Trading Tasks : A Simple Theory of Offshoring », in *American Economic Review*, Vol. 98, n°5, 2008, pp. 1978-1997.

HANSON Gordon H., MATALONI Jr Raymond J., SLAUGHTER Matthew J., 2003, « Vertical Production Networks in multinational firms », *NBER Working Paper*, n°9723, mai 2003, 40 p.

HARTLEY Keith, 2000, « Defence Economics and the Industrial Base », 19 p. disponible en ligne : <https://pdfs.semanticscholar.org/872f/7aeca462bbd0785df25c846465ae8dbbf235.pdf> (dernière consultation : 22 octobre 2017)





HARZING Anne-Wil, 2000, « An Empirical Analysis and Extension of the Bartlett and Ghoshal Typology of Multinational Companies », *Journal of International Business Studies*, Vol. 31, n°1, 2000, pp. 101-120.

HEBERT Jean-Paul, 1998, *Les exportations d'armement : à quel prix ?*, Paris : Les études de la documentation française, 132 p.

HEBERT Jean-Paul, 1995, *Production d'armement : mutation du système français*, Paris : Les études de la documentation française, 221 p.

HERAULT Paul, 2015, « La Base Industrielle et Technologique de Défense à l'âge de la globalisation », in *Revue Défense Nationale*, novembre 2015, pp. 95-100.

HOOD Mattheuw, 2014, « Sea change ? Navies make progress in delivering modular capability », *Jane's Navy International*, 20 octobre 2014.

HOLTOM Paul, BROMLEY Mark, SIMMEL Verena, 2012, « Measuring International Arms Transfers », SIPRI Fact Sheet, décembre 2012, 8 p.

HUMMELS David, ISHII Jun, YI Kei-Mu, 2001, « The Nature and Growth of Vertical Specialization in World trade », in *Journal of International Economics*, n°54, pp. 75-96.

HERNANDEZ Carlos E., 2014, « La Armada de Venezuela recibe el cuarto buque Damen Stan Lander 5612 », *Infodefensa*, 16 décembre 2014.

HERNANDEZ Carlos E., 2015, « Un astillero vietnamita bota al mar dos buques Damen Stan Lander 5612 para Venezuela », *Infodefensa*, 20 juillet 2015.

HERNANDEZ Carlos E., 2016, « El primer patrullero SPa 5009 de la Armada de Venezuela realiza las pruebas de mar », *Infodefensa*, 10 mai 2016.

INSEE, 2013, *Les concepts et définitions utilisés dans l'enquête « Chaînes d'activité mondiales »*, 5 p.

JANSSEN LOK Joris, 2004, « Flex fleet : Denmark's new standard warships emerge », in *Jane's International Defence Review*, 1^{er} août 2004.

JEUMONT, 2016, « Le premier des six sous-marins indiens Scorpène débute ses essais en mer », actualité du 12 mai 2016. Disponible en ligne : <http://www.jeumontelectric.com/actualites/first-indian-scorpene-class-submarine-begins-sea-trials/> (dernière consultation : 26 octobre 2016).

KRAEMER Kenneth L., LINDEN Greg, DEDRICK Jason, 2011, « Capturing Value in Global Networks : Apple's iPad and iPhone », Personal Computing Industry Center » (PCIC), disponible en ligne http://pcic.merage.uci.edu/papers/2011/Value_iPad_iPhone.pdf (dernière consultation: 24 septembre 2014)

LAMIGEON Vincent, 2013, « Thales : Jean-Bernard Lévy détaille le plan Ambition 10 », *Challenges*, blog « supersonique », 21 novembre 2013, disponible en ligne : <http://supersonique.blogs.challenges.fr/archive/2013/11/21/temp-d8eccab103ee20678ea94d5e916ac0dd-107796.html> (dernière consultation : 11 octobre 2017)

LAMY Pascal, 2004, « L'émergence des préférences collectives dans le champ de l'échange international : quelles implications pour la régulation de la mondialisation ? », discours à la Conférence « *Préférences collectives et Gouvernance mondiale : Quel avenir pour le système commercial mondial ?* », Bruxelles, 15 septembre 2004, 15 p.

LAMY Pascal, 2010, allocution au colloque *Mondialisation des chaînes productives industrielles et mesure du commerce international en valeur ajoutée*, Paris, Sénat, 15 Mars





2010, disponible en ligne : https://www.wto.org/french/news_f/sppl_f/sppl174_f.htm (dernière consultation : 11 octobre 2010).

LAMY Pascal, 2015, « The New World of Trade », European Center for International Political Economy (ECIPE), Jan Tumlir Police Essays, Bruxelles, 9 mars 2015, 9 p.

LE TELEGRAMME, 2011, « DCNS Lorient réceptionne une demi-coque de frégate FREMM », article du 10 septembre 2011, disponible en ligne : <http://www.letelegramme.fr/local/morbihan/orient/ville/dcns-lorient-receptionne-une-demi-coque-de-fregate-fremm-10-09-2011-1425459.php> (dernière consultation : 11 octobre 2017)

LEWIS Jeffrey, TERTRAIS Bruno, 2015, « US-French nuclear cooperation : its past, present and future », Fondation pour la Recherche Stratégique (FRS), *Recherches & Documents*, n°04/2015, octobre 2015, 18 p.

LINDEN Greg, KRAEMER Kenneth L., DEDRICK Jason, 2007, « Mapping the Value of an Innovation : An Analytical Framework », Personal Computing Industry Center (PCIC), disponible en ligne : <http://crito.uci.edu/papers/2007/MappingTheValue.pdf> (dernière consultation : 24 septembre 2014)

LINDEN Greg, KRAMER Kenneth L., DEDRICK Jason, 2008, « Who Captures Value in a Global Innovation Network ? The case of Apple's iPod », Personal Computing Industry Center (PCIC), disponible en ligne : <http://pcic.merage.uci.edu/papers/2008/WhoCapturesValue.pdf> (dernière consultation : 24 septembre 2014)

LINDEN Greg, DEDRICK Jason, KRAEMER Kenneth L., 2011, « Innovation and Job Creation in a Global Economy : The Case of Apple's iPod », *Journal of international Commerce and Economics*, pp. 223-240.

LOGAN Glen T., « Modular Open Systems Approach (MOA) to Defense Acquisition : OS vis-à-vis OA », présentation au *NAVAIR Open Architecture Industry Day*, 7 août 2007.

MACKENZIE Scott C., TUTEJA Rohit, 2006, *Modular Capabilities for the Canadian Navy's Single Class Surface Combatant : A Perspective on Flexibility*, Defence R&D Canada, février 2006, 36 p.

MARKOWSKI Stefan, HALL Peter, WYLIE Robert, 2008, « Australian Naval Procurement Cycles : Lessons for Other Small Countries », 5th Annual Acquisition Research Symposium of the Naval Postgraduate School, 14-15 mai 2008, pp. 359-383.

MARTINS Felipe, 2015, « Gripen NG – SAAB », *BRASIL EM DEFESA*, article du 25 janvier 2015, disponible en ligne : <http://www.brasilemdefesa.com/2015/01/gripen-ng-saab.html> (dernière consultation : 24/07/2017)

MASSON Hélène, 2017, *Impact économique de la filière industrielle « Composante océanique de la Dissuasion » - Volet 1 SNLE*, Fondation pour la Recherche Stratégique, Recherches & Documents, n°1, 2017, 50 p. Disponible en ligne : <https://www.frstrategie.org/web/documents/publications/recherches-et-documents/2017/201701.pdf> (dernière consultation : 8 octobre 2017).

MAURER Andreas, DEGAIN Christophe, 2010, « Globalization and trade flows : what you see is not what you get ! », World Trade Organization, Staff Working Paper, ERSD-2010-12, 28 p.

MELITZ Marc J., 2003, « The Impact of Trade on Intra-Industry Reallocations and Aggregate Industry Productivity », in *Econometrica*, vol. 71, n° 6, novembre 2003, pp. 1695-1725.





MENG Bo, MIROUDOT Sébastien, 2011, « Towards measuring trade in value added and other indicators of global value chains : current OECD work using I/O tables », présentation au Global Forum on Trade Statistics, Genève 2-4 février 2011.

MILLS Claire, 2016, « Replacing the UK's 'Trident' Nuclear Deterrent », House of Commons : Briefing Paper, n°7353, 12 juillet 2016, 101p.

MIROUDOT Sébastien, DE BACKER Koen, 2012, « Mapping Global Value Chains », OECD Working Party of the Trade Committee, Paris, 4-5 décembre 2012, 44 p.

MOURA Sylvain, 2007, *L'impossible banalisation des industries de défense. L'apport d'une analyse institutionnaliste à la dynamique des industries*, thèse de doctorat préparée sous la direction de Yannick LUNG, soutenue le 24 septembre 2007.

NAVAL GROUP, 2012, « Programme des sous-marins Scorpène Indiens, DCNS et SEC Industries franchissent un nouveau jalon », information du 19 juillet 2012, disponible en ligne : <https://www.naval-group.com/fr/news/programme-des-sous-marins-scorpene-indiens-dcns-et-sec-industries-franchissent-un-nouveau-jalon/> (dernière consultation le 15 octobre 2017)

NAVAL GROUP, 2014, « Sous-marins Scorpène Inde : succès des sessions de formation de DCNS en Inde sur le Système de Conduite Plateforme (PMS) et le Poste de Pilotage (SC) réalisés localement », information du 27 août 2014, disponible en ligne : <https://www.naval-group.com/fr/news/sous-marins-scorpene-inde-succes-des-sessions-de-formation-de-dcns-en-inde-sur-le-systeme-de-conduite-plateforme-pms-et-le-poste-de-pilotage-sc-realises-localement/> (dernière consultation le 27 octobre 2015)

NAVAL GROUP, 2015, Rapport Annuel 2015.

NAVAL GROUP, 2016, Rapport Annuel 2016.

NAVAL REQUIREMENTS (blog), 2013, « Corvettes – the chance to rebuild the RN? », article du 1^{er} août 2013, disponible en ligne : <http://amphibiousnecessity.blogspot.fr/2013/08/july-2013-notes-corvettes-chance-to.html> (dernière consultation le 5 novembre 2017)

NAVANTIA, 2017, « Transfer of Technology and T. A. – Scorpene Submarines for India », site officiel, disponible en ligne : <https://www.navantia.es/eng/lineas-actividad/consultoria-4.php> (dernière consultation: 15 octobre 2017)

OCDE, 2007, *Progresser le long de la chaîne de valeur : Rester compétitif dans l'économie mondiale – Principales conclusions*, Paris, 2007, 30 p.

OCDE, 2013, *Economies interconnectées : comment tirer parti des chaînes de valeur mondiales – Rapport de synthèse*, Paris, 2013, 65 p.

O'ROURKE Ronald, 2016, *Navy Columbia Class (Ohio Replacement) Ballistic Missile Submarine (SSBN[X]) Program : Background and Issues for Congress*, Congressional Research Service, 25 octobre 2016, 51 p.

OSTERWALDER Alexander, PIGNEUR Yves, 2010, *Business Model Generation*, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, 2010, 281 p.

PARK Albert, NAYYAR Gaurav, LOW Patrick, 2013, *Supply Chain Perspectives and Issues: A Literature Review*, WTO Publications & Fung Global Institute, 232 p.

POLANYI Michael, 1962, *Personal Knowledge : Towards au Post-Critical Philosophy*, Harper & Row, New York & Eveston, 2nd Edition, 1962.

PORTER Mickael, 1985, *Competitive Advantage : Creating and Sustaining Superior Performance*, The Free Press, New-York, 1985.





PREZELIN Bernard, 2016, *Flottes de Combat*, Editions Maritimes & d'Outre-mer, 2016, 1472 p.

RAHMAT Ridzwan, BEDI Rahul, 2015, « India floats out first Scorpene submarine », in *IHS Jane's Navy International*, 7 avril 2015, disponible en ligne : <http://www.janes.com/article/50445/india-floats-out-first-scorpene-submarine> (dernière consultation : 31 octobre 2015).

REPUBLIC OF INDIA / Lok Sabha / Public Accounts Committee, 2009, « Undue Favor to Vendor in Acquisition of Submarines », Fifteenth Lok Sabha, Tenth Report, 2009-10, disponible en ligne : http://164.100.47.134/lsscommittee/Public%20Accounts/15_Public%20Accounts_10.pdf (dernière consultation : 26 juillet 2016)

REPUBLIC OF INDIA / Lok Sabha / Public Accounts Committee, 2011, « Undue Favor to Vendor in Acquisition of Submarines », Fifteenth Lok Sabha, Twenty-ninth Report, 2010-11, disponible en ligne : http://164.100.47.134/lsscommittee/Public%20Accounts/15_Public%20Accounts_29.pdf (dernière consultation : 26 juillet 2016)

REPUBLIQUE FRANCAISE / Assemblée Nationale / Commission de la défense nationale et des forces armées, 2014, *Audition de l'amiral Bernard Rogel, chef d'état-major de la marine, et de l'amiral Charles-Édouard de Coriolis, commandant des forces sous-marines et de la force océanique stratégique, sur la dissuasion nucléaire*, Compte rendu n°43, 16 avril 2014, 16 p.

REPUBLIQUE FRANCAISE / Assemblée Nationale / Commission de la défense nationale et des forces armées, 2014, *Audition de M. Laurent Collet-Billon, délégué général pour l'armement, sur la dissuasion nucléaire*, Compte rendu n°47, 30 avril 2014, 10 p.

REPUBLIQUE FRANCAISE / Assemblée Nationale / Commission de la défense nationale et des forces armées, 2014, *Audition du général Pierre de Villiers, chef d'état-major des armées, sur la dissuasion nucléaire*, Compte rendu n°48, 6 mai 2014, 15 p.

REPUBLIQUE FRANCAISE / Ministère des armées, 2017, *Revue stratégique de défense et de sécurité nationale*, octobre 2017, 109 p.

REPUBLIQUE FRANCAISE / Ministère de la défense, 2013, *Livre Blanc sur la Défense et la Sécurité Nationale*, Paris, avril 2013, 160 p.

REPUBLIQUE FRANCAISE / Ministère de la défense / Comité des prix de revient des fabrications d'armement, 2006, « Programme naval : le Bâtiment de Projection et de Commandement (BPC) », in *Vingt-huitième rapport d'ensemble - Adopté par le comité au cours de la séance du 23 février 2006*, Paris, Journal Officiel de la République Française, 10 mai 2006, 17 p.

REPUBLIQUE FRANCAISE / Ministère de la défense / Comité des prix de revient des fabrications d'armement, 2014, « La Frégate Horizon », in *Trente-sixième rapport d'ensemble - Adopté par le comité au cours de la séance du 22 mai 2014*, Paris, Journal Officiel de la République Française, 10 octobre 2014, 22 p.

REPUBLIQUE FRANCAISE / Sénat, 2012, *Capacités industrielles souveraines - capacités industrielles militaires critiques*, Rapport d'information de MM. Daniel REINER, Yves POZZO di BORGO, Jacques GAUTIER, Alain GOURNAC, Gérard LARCHER, Rachel MAZUIR, Jean-Claude PEYRONNET et Gilbert ROGER, fait au nom de la commission des affaires étrangères, de la défense et des forces armées, n° 634, 4 juillet 2012, 82 p.





RODRIG Dani, 2007, « How to Save Globalization from its Cheerleaders », John F. Kennedy School of Government - Harvard University, Faculty Research Working Papers Series, n°RWP07-038, septembre 2007, 33 p.

SAAB GROUP, 2015, *SAAB Naval Business*, Présentation de Gunilla Fransson, Head of Security and Defence Solutions, 13 mai 2015, 23 p.

SACHWALD Frédérique, 1999, « Banalisation et restructuration des industries de défense », Les notes de l'IFRI – série transatlantique, n°15, 61 p.

SCHEIBACH Kristen, LAMB Thomas, 2005, « Producibility Impact of Multimission Modular Cells and Outfit Zones in Naval Ships », American Society of Naval Engineers (ASNE) Symposium, 16-18 février 2005, 22 p.

SCOTT Richard, 2013a, « Geometry lesson : SIGMA embraces the virtues of modular standardisation », in *International Defence Review*, 5 mars 2013.

SCOTT Richard, 2013b, « Modular warship concept : is 'plug and fight' here to stay ? », in *International Defence Review*, 31 juillet 2013.

SCOTT Richard, 2015, « Sea axe cuts through the waves », IHS Jane's – IDEX 2015, 24 février 2015.

SIPRI & GRIP, 2015, *SIPRI Yearbook 2015 : Armaments, Disarmament and International Security* - Résumé en français, 28 p.

SIROEN Jean-Marc, 2006, « L'Etat-nation survivra-t-il à la mondialisation ? », in BERTHAUD Pierre, KEBADJIAN Gérard, *La question politique en économie internationale*, La Découverte, Recherches, 2006, pp. 297-312.

SKÖNS Elisabeth, WULF Herbert, 1994, « The Internationalization of the Arms Industry », in *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, n°535, septembre 1994, pp. 43-57.

SMALLMAN Laurence, TANG Hanlin et alii, 2011, *Shared Modular Build of Warship : How a Shared Build Can Support Future Shipbuilding*, RAND Report, 201181 p.

STURGEON Timothy J., 2008, « From Commodity Chains to Value Chains: Interdisciplinary Theory Building in an Age of Globalization », MIT Working Papers Series, MIT-IPC-08-001, janvier 2008, 35 p.

SWEDEN / Kommerskollegium / National Board of Trade, 2012, *Everybody is in Services : The Impact of Servicification in Manufacturing on Trade and Trade Policy*, Stockholm, 37 p.

SWEDEN / Kommerskollegium / National Board of Trade, 2013, *Global Value Chains and Services : An Introduction*, Stockholm, 16 p.

THALES, 2005, « Succès pour Thales en Inde dans le programme des sous-marins Scorpène », communiqué du 12 septembre 2005, disponible en ligne : <https://www.thalesgroup.com/fr/content/succes-pour-thales-en-inde-dansle-programme-des-sous-marins-scorpene> (dernière consultation : 30 octobre 2015)

THANHIEN NEWS, 2014, « Vietnamese-Dutch shipyard to build vessel for Australian navy », article du 1^{er} août 2014, disponible en ligne : <http://www.thanhniennews.com/business/vietnamesedutch-shipyard-to-build-vessel-for-australian-navy-29405.html> (dernière consultation : 18 octobre 2017).

THYSSENKRUPP MARINE SYSTEMS, 2012, *Ships of the Future*, présentation de Peter Hauschildt et Wolfgang Sichertmann, 5 septembre 2012, 26 p.





THYSSENKRUPP MARINE SYSTEMS, 2015, *Meeting the Future: the German Experience – Multi-Role Capability for Three Oceans: The MEKO® A-400 Evolved MOTS Frigate*, présentation de Rear Admiral (JG)(Ret) Jonathan Kamerman, Canberra, avril 2015, 21 p.

ULRICH Karl, 1995, « The Role of product architecture in the manufacturing firm », in *Research Policy*, n°24, 1995, pp. 419-440.

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE / Bureau of Industry and Security, 2015, *Offsets in Defense Trade : Nineteenth Study*, Washington, mars 2015, 31 p.

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE / Bureau of Industry and Security, 2012, *Offsets in Defense Trade : Sixteenth Study*, Washington, janvier 2012, 36 p.

UNITED STATES DEPARTMENT OF DEFENSE / Security Cooperation Agency, 2013, *Foreign Military Sales, Foreign Military Construction Sales And Other Security Cooperation Historical Facts – As of September 30, 2013*, 141 p.

UNITED STATES DEPARTMENT OF THE NAVY / Naval Research Advisory Committee, 2005, *Science & Technology for Modular Systems*, NRAC, n°05-1, 78 p.

UNITED STATES GOVERNMENT ACCOUNTABILITY OFFICE, 2010, *Defense Exports - Reporting on Export Articles and Services Needs to Be Improved*, Report to the Committee on Foreign Affairs, House of Representatives, GAO-10-952, septembre 2010, 25 p.

UNITED STATES GOVERNMENT ACCOUNTABILITY OFFICE, 2016, *Defense Acquisitions - Assessments of Selected Weapon Programs*, Report to Congressional Committees, GAO-16-329SP, mars 2016, 200 p.

UNITED STATES NAVY, 2016, *Submarine Unified Build Strategy (SUBS)*, présentation des CAPT David Goggins et APT Michael Stevens, 17 mai 2016, 7 p.

UNITED STATES SENATE, 2012, *Inquiry into counterfeit electronic parts in the Department of Defense Supply Chain*, Report of the Committee on Armed Services, mai 2012, 97 p.

UNITED STATES – Defense Production Act Amendments of 1992, Pub. L. 102-558, Title I, Part C, § 123, 106 Stat. 4198, (déclinaison de la déclaration présidentielle d'avril 1990 sur les offsets).

VERRIERE Jacques, 2000, *Genèse de la nation française*, Editions Flammarion, 363 p.

VON HIPPEL Eric, 1994, « 'Sticky Information' and the Locus of Problem Solving : Implications for Innovation », MIT Sloan School of Management Working Paper, in *Management Science*, Vol. 40, n°4, avril 1994, pp 429-439.

WILLIAMSON Oliver E., 1979, « Transaction-Cost Economics : The Governance of Contractual Relations », in *Journal of Law and Economics*, vol. 22, n°2, octobre 1979, pp. 233-261.

WILLIAMSON Oliver E., 1998, « Transaction Cost Economics : How it works and where it is headed », in *De Economist*, 146, n°1, 1998, pp. 23-58.

XING Yuqing, DETERT Neal, 2010, "How the iPhone Widens the United States Trade Deficit with the People's Republic of China", Asian Development Bank Institute, ADBI Working Paper Series, n°257, décembre 2010, 8 p.

YEO Mike, 2015, « Industry Confirms Australia's Hobart Class Destroyers \$870 Million Over Budget, Lead Ship 30 Months Late », in *USNI News*, 14 octobre 2015, disponible en ligne : <https://news.usni.org/2015/10/14/industry-confirms-australias-hobart-class-destroyers-870-million-over-budget-lead-ship-30-months-late> (dernière consultation : 23 août 2017).

YI Kei-Mu., 2003, « Can Vertical Specialization Explain the Growth of World Trade ? », in *Journal of Political Economy*, vol. 111, n°1, 2003, pp. 52-102.







Résumé

L'internationalisation des chaînes de valeur fait l'objet de nombreuses recherches macroéconomiques ou ciblées sur des secteurs majoritairement civils. En se concentrant sur l'industrie de défense, cette thèse évalue comment ce processus de fragmentation fonctionnelle et géographique peut s'appliquer à un secteur hautement régulé par les Etats et dont les échanges internationaux sont très strictement encadrés.

Cette recherche apporte plusieurs estimations du niveau d'internationalisation de l'industrie navale de défense française, à partir de données originales de Naval Group. Si les programmes relatifs à la dissuasion nucléaire sont très peu internationalisés, de nombreux facteurs concourent à l'internationalisation de la filière : exigences de contenu local et transferts de technologie des clients étrangers, intégration de technologies civiles ou duales, stratégies d'internationalisation.

Enfin, le recours au concept de modularité permet de montrer que l'évolution du processus productif s'accompagne souvent d'une évolution de l'architecture des produits.

Mots Clés

chaînes de valeur mondiales, chaînes d'approvisionnement, exportations d'armement, compensations, transfert de technologie, construction navale, industrie navale, navires militaires, sous-marins, dissuasion nucléaire, stratégie d'acquisition, stratégie d'entreprise, stratégie d'internationalisation, modularité

Abstract

Many research works have already been dedicated to the internationalization of value chains. Whereas this research is often performed through macroeconomics or focused on civilian sectors, this thesis examines how the process of functional and geographic unbundling can apply to such a regulated sector as the defense industry, where exports are strictly controlled by states.

Based on original data provided by Naval Group, this dissertation set out several estimates of the internationalization level of French navy programs. Although programs related to nuclear deterrence remain almost exclusively « made in France », many factors contribute to the internationalization of value chains in the naval industry: transfer of technology, local content requirements, integration of commercial or dual-use technologies, internationalization corporate strategies.

Referring to the concept of modularity, this thesis reveals that changes in production process can foster innovation in product architecture.

Keywords

global value chains, supply chain, defence trade, offsets, transfer of technology, shipbuilding, naval industry, warships, submarines, nuclear deterrence, procurement strategy, corporate strategy, internationalization strategy, modularity