

# **Logiques de Traduction Concurrentes dans un Réseau :**

## **Analyse du cas de la Gestion des Evolution Techniques**

### **au Programme de Production du Lanceur Ariane 5**

**Pierre Ghélar**  
**Université de Strasbourg**

#### **Résumé :**

L'année 2009 aura été décisive pour la fusée européenne Ariane 5 avec sept lancements réussis (un record), la décision de la mise en place d'un programme de développement de « milieu de vie » (*Ariane 5 Mid-Life Evolution*) et la signature d'un nouveau contrat portant sur la fourniture de 35 lanceurs couvrant la période 2011-2016. La production de ce type de systèmes complexes est un domaine particulièrement intéressant pour la recherche en sciences de gestion. En effet, les particularités de la production (longueur des cycles, petites séries, ...) et les caractéristiques mêmes du produit (complexe, unique, ...) font que les outils de gestion classiques ne peuvent pas être utilisés comme dans une production traditionnelle. Il est donc nécessaire de trouver de nouveaux outils adaptés au pilotage de la production de systèmes complexes. Cela est particulièrement le cas lorsque ce type de production est sujet à l'apparition d'événements non prévus dans le plan de production initial, comme la mise en œuvre de changements dans la configuration du produit appelés « évolutions techniques » ou « modifications ». Dans cette communication, nous nous posons la question de savoir s'il est possible de piloter les coûts d'une production complexe quand les impacts liés à la survenance d'événements nouveaux (dans notre cas la mise en œuvre d'évolutions techniques) ne sont pas systématiquement suivis et tracés par les processus mis en place par l'organisation (ici le processus de gestion des modifications du programme de production Ariane 5). Notre recherche s'inscrit dans le cadre d'un doctorat CIFRE effectué au sein de l'entreprise EADS Astrium. La recherche se poursuivant jusqu'en 2011, nous présentons ici certains des résultats intermédiaires obtenus jusqu'à présent. Ceux-ci ont été acquis grâce à une recherche effectuée en immersion dans le Programme de production du lanceur Ariane 5. Ils comprennent les données recueillies sur le terrain grâce aux entretiens individuels et collectifs organisés, mais aussi celles issues de la participation aux réunions dédiées au traitement des modifications. L'analyse du comportement des différents acteurs impliqués dans le processus en interne (Ingénieurs, Contrôle Programme, Responsables Programme, Equipe d'Intégration) nous a permis de problématiser le réseau de la gestion des modifications autour de l'existence de l'objet « modification sans coûts ». La réalité de cet objet est révélatrice d'une situation où les impacts liés à l'application de nouvelles évolutions techniques ne sont pas systématiquement tracés par l'organisation. A partir de là, nous avons pu reconstituer les différentes logiques de traduction émergentes dans le réseau : une définie par les Ingénieurs appliquée dans l'entreprise, et une autre souhaitée par le Contrôle Programme non appliquée actuellement. Nous proposons finalement une discussion autour d'une évolution possible de l'équilibre actuel vers un suivi plus systématique des impacts des modifications avec la création d'un nouvel objet, la « modification avec coûts ».

#### **Mots clés :**

Produits et Systèmes Complexes, Acteur-Réseau, Objet-Frontière, Traduction, Aérospatial

## 1. INTRODUCTION

Depuis les origines de la présence de l'Homme dans l'espace avec la conquête de la Lune des années 1960, le rôle des Etats dans les programmes spatiaux a toujours été important. Que ce soit pour la définition d'une stratégie, la mise en place d'une organisation de développement et de production, ou encore le financement de ces activités, l'action politique est au cœur du domaine spatial. Cependant, compte-tenu du montant des coûts de ce secteur et de la nécessité de maîtriser leurs déficits budgétaires, les Etats ont progressivement délégué une partie de leurs activités à des acteurs privés. En Europe, cela s'est traduit notamment par la création du groupe aérospatial *European Aeronautics Defense and Security* (EADS) dont la filiale Astrium représente la branche « espace ». En 2003, celle-ci a hérité de la maîtrise d'œuvre complète (développement et production) du lanceur spatial européen Ariane 5 à travers le contrat dit « PA » signé entre Ariespace et Astrium. De cette perspective, le contrôle de gestion est un outil de pilotage de la performance pour l'entreprise. Or, si cette notion a été largement analysée dans la littérature, peu d'études prennent en compte les spécificités du domaine spatial. Ce secteur industriel comporte en effet des traits distinctifs par rapport à une production « traditionnelle ». Ce type de production complexe se caractérise notamment par la longueur de ses cycles de production, le faible nombre de produits par série et la nature même de ces produits. Ces derniers, même si la technologie spatiale est très spécifique, peuvent cependant être assimilés aux *Complex Product Systems* (Hobday et al. 2000, Nightingale 2000) que nous traduisons par Produit ou Système Complexe (PSC). Selon Hobday et al. (2000), le PSC est un bien immobilisé quasi prototype, dont le coût de revient est élevé et faisant appel de manière intensive à de la technologie. Les propriétés des PSC les distinguent fondamentalement des biens d'équipement courants par le nombre d'éléments ad-hoc interconnectés, ou encore les propriétés émergentes de l'objet lors de sa conception et de sa réalisation. Quelques articles relevant du secteur spatial existent dans la littérature (notamment Belleval 2004), mais traitent plutôt du développement et de la production de satellites, domaine proche mais dont l'objet et les caractéristiques ne sont pas directement comparables aux lanceurs spatiaux<sup>1</sup>. La spécificité des PSC et plus particulièrement celle des lanceurs spatiaux, fait que les éléments issus d'études effectuées dans d'autres domaines paraissent difficilement transposables. De manière générale, les caractéristiques des PSC ne permettent pas l'utilisation des outils classiques de gestion. Il est donc nécessaire de créer de nouveaux outils pour piloter la performance de l'entreprise. Notre étude prend pour point de départ un des éléments les plus révélateurs du particularisme des PSC, l'émergence de propriétés nouvelles lors de la production du PSC : « des

---

<sup>1</sup> Par exemple, le satellite est un système utilisé sur plusieurs années par ses opérateurs et qui nécessite donc des technologies différentes d'un lanceur spatial, qui lui est un système dont la durée de vie est de seulement quelques dizaines de minutes.

propriétés émergentes se réalisent de générations en générations, quand des petits changements dans une partie de l'architecture du système peuvent aboutir à d'importantes altérations dans d'autres parties du système » (Hobday et al. 2000). C'est dans cette perspective que nous avons choisi de centrer notre étude sur l'analyse de la gestion des modifications au Programme de production du lanceur Ariane 5. En effet, pour chaque lanceur un certain nombre de changements est apporté : ceux-ci sont appelés « modifications » chez Astrium et on parle dans la littérature « d'évolutions techniques » ou « *engineering changes* »<sup>2</sup> (Diprima 1982, Reidelbach 1991, Wright 1997). Une évolution technique est un changement appliqué à la configuration du produit et par conséquent à sa documentation. Le processus de gestion des évolutions techniques est le principal moyen de modifier le design existant de manière contrôlée, coordonnée et méthodique (Saeed et al. 1993). Dans cette communication, nous nous posons la question de savoir s'il est possible de piloter les coûts d'une production complexe quand les impacts liés à la survenance d'événements nouveaux (la mise en œuvre d'évolutions techniques) ne sont pas systématiquement suivis et tracés par le processus mis en place par l'organisation (le processus de gestion des modifications du programme de production Ariane 5). Après avoir présenté le contexte de l'étude de cas, nous développerons l'environnement théorique utilisé avec la théorie de l'acteur-réseau et la notion d'objet-frontières, ainsi que les éléments issus du terrain avec l'analyse du comportement des acteurs de la gestion des modifications du Programme de production Ariane 5. Cette démarche nous permettra de relever l'existence de l'objet « modification sans coûts », caractérisant l'absence de traçabilité systématique des coûts des évolutions techniques. Nous proposerons ensuite une interprétation des logiques de traduction émergentes au cœur du réseau problématisé de la gestion des modifications, ainsi qu'une discussion autour de la création d'un nouvel objet, la « modification avec coûts ».

## **2. LE CONTEXTE DE L'ETUDE DE CAS.**

### **2.1. PRESENTATION DU TERRAIN<sup>3</sup>.**

Filiale à 100% d'EADS, Astrium est l'entité « espace » du groupe et comporte notamment la division de transport spatial à travers *Astrium Space Transportation* (Astrium ST). Celle-ci est responsable du développement et de la production du lanceur européen Ariane 5. Notre recherche se situe au sein de l'établissement des Mureaux où est notamment intégré le Composite Inférieur du

---

<sup>2</sup> Nous utiliserons ces termes de manière synonymes dans le document.

<sup>3</sup> Pour une présentation complète, voir Annexe A – Présentation du terrain de recherche

lanceur<sup>4</sup>. Nous sommes rattachés au Contrôle Programme de la production d'Ariane 5 dans le cadre des contrats PA et PB. Ceux-ci, signés entre Astrium ST et Arianespace, portent sur la fourniture de 30 et 35 lanceurs sous maîtrise d'œuvre d'Astrium ST. Aujourd'hui, 6 à 7 lanceurs sont livrés par an à Arianespace, laquelle s'occupe de vendre le service de lancement aux opérateurs de satellites. Ariane 5 reste sur une série de 33 lancements successifs réalisés avec succès depuis 2002 et son taux de fiabilité a dépassé celui d'Ariane 4 courant 2009<sup>5</sup>. Remplaçant progressivement Ariane 4 au tournant du siècle, le développement du lanceur Ariane 5 répondait à la volonté de pouvoir transporter des charges utiles plus importantes afin de suivre l'évolution du marché des satellites. Ce nouveau lanceur est principalement un lanceur commercial, seuls quelques satellites militaires et civils non-commerciaux sont lancés épisodiquement par Ariane 5. Suite aux premières versions dites « génériques » (Ariane 5G, Ariane 5 G+ et Ariane 5 GS), Astrium ST s'est lancé dans le développement et la production du lanceur A5 ECA (Etage Cryotechnique de type A). Cette nouvelle version répond là aussi à l'évolution du marché des lancements commerciaux et notamment à l'augmentation de la masse des satellites. Si le premier vol ECA fin 2002 est un échec, le lanceur entre finalement en service en 2005. Aujourd'hui la version ECA est la version « standard » du lanceur<sup>6</sup>. Cependant, on peut considérer chaque lanceur comme unique compte-tenu des évolutions techniques appliquées à chaque nouveau lancement. C'est cette problématique que nous avons choisi d'étudier dans notre recherche, dont il convient de présenter le cheminement.

## 2.2. PRESENTATION DE LA RECHERCHE.

La recherche s'inscrit dans le cadre d'un contrat CIFRE signé entre l'entreprise Astrium, l'Université de Strasbourg et le doctorant pour une durée de trois ans. L'objectif de ce contrat est de proposer des avancées à la fois théoriques et pratiques dans le domaine de l'amélioration du pilotage de la production de systèmes complexes à travers l'étude de cas du lanceur Ariane 5. La première étape a été de bien comprendre le contexte du terrain dans lequel nous nous situons. Pour cela, nous nous sommes attachés à bien comprendre l'organisation de l'entreprise, la nature et les caractéristiques du produit, ainsi que l'environnement industriel global. Cela s'est traduit par des entretiens ouverts avec l'ensemble des personnes clés du Programme de production et du Centre de Compétences, la lecture de la documentation interne et la visite des Ateliers de production. Le rôle du chercheur pendant cette période peut s'apparenter à celui du « *curious visitor* » (Agar, 1996). Après cette première phase exploratoire, plusieurs pistes de recherche avaient été envisagées, mais

---

<sup>4</sup> Voir en Annexe B – Les éléments du lanceur Ariane 5 ECA

<sup>5</sup> Aujourd'hui le taux de fiabilité d'Ariane 5 est de 98,9 % (hors vols de qualification), alors que celui d'Ariane 4 était de 97,4 % (113 succès sur 116 vols). Voir Annexe C – Historique des lancements Ariane 5

<sup>6</sup> Le dernier vol d'une version « générique » ayant eu lieu fin 2009 avec le lancement du satellite militaire Hélios 2, seule subsiste en parallèle la version spécifique ES qui transporte le cargo européen *Automated Transfer Vehicle* (ATV).

une série d'entretiens semi-directifs a mis en lumière un domaine particulièrement intéressant : la gestion des « perturbations » liées à la production du lanceur. Les perturbations sont des événements intervenant à un moment donné du processus de production et qui vont modifier le référentiel défini initialement. Nous avons constaté qu'il existe de multiples sortes de perturbations, mais nous en avons relevé deux principales : les anomalies et les modifications. Leur étude concentre l'analyse de la recherche dans le cadre de la thèse. Nous avons notamment rédigé un rapport intermédiaire sur la gestion des anomalies de l'EPC<sup>7</sup> et présenté une analyse détaillée d'un type d'anomalie<sup>8</sup>. Ce papier traite quant à lui de la gestion des évolutions techniques au Programme de production du lanceur Ariane 5. Le domaine de recherche défini, il nous faut maintenant préciser la méthodologie utilisée pour cette étude de cas.

### **2.3. PRESENTATION DE LA METHODOLOGIE.**

#### **2.3.1. Type de recherche**

Compte-tenu des spécificités de notre recherche et des opportunités qu'elle nous permet, nous pouvons identifier notre méthode à la recherche clinique, définie notamment par Girin (1981) comme « l'interaction instituée entre le chercheur et son terrain d'étude ». Plus précisément, nous nous situons dans le cadre d'une recherche-action. Pour Rapoport (1970), « la recherche-action a pour but de contribuer à la fois aux préoccupations pratiques à court-terme face à la situation, mais aussi aux objectifs des sciences sociales par une collaboration dans un schéma mutuellement acceptable par les participants ». Plus tard, Heller (2004) définira les principales caractéristiques de la recherche-action : une relation étroite entre l'acquisition de connaissances et l'action ; l'égal bénéfice d'acquisition de connaissances au bénéfice de l'organisation, du chercheur et de sa communauté ; la reconnaissance que, si le processus peut être contingent, il ne doit pas exclure un degré de généralisation dans des contingences similaires. Si ce type de démarche présente certaines difficultés, comme la place prépondérante accordée au terrain et la difficulté de s'en extraire pour proposer une vision théorique pertinente, elle a également de réels avantages. Tout d'abord le chercheur a la possibilité d'effectuer une véritable étude longitudinale sur une longue période (ici trois ans), ce qui lui permet d'avoir un suivi des données de terrain très riche. De plus, le rôle du chercheur lui donne véritablement la possibilité d'avoir une double perspective (du terrain et théorique) et il peut par conséquent développer des propositions pertinentes sur les plans théoriques

---

<sup>7</sup> La gestion des anomalies de l'intégration de l'Etage Principal Cryotechnique du lanceur Ariane 5 au 1<sup>er</sup> semestre 2008, 23 juillet 2008

<sup>8</sup> Présentation du suivi de l'intégration des lignes Circuits Fonctionnels Non Cryogéniques (CFNC) du Bâti-Moteur 553, 30 novembre 2009

et pratiques. Dans ce papier, nous nous proposons d'exposer une partie des résultats issus de ce type de démarche et d'un cheminement abductif tel que défini notamment par Koenig (1993). Mais avant cela, il convient de préciser la méthode par laquelle s'est effectuée la collecte des données.

### 2.3.2. Collecte de données

Suite à la définition du domaine de recherche autour de la gestion des perturbations de la production, nous avons commencé à recueillir des données plus détaillées concernant cette problématique. Nous présentons ci-après le cadre de la collecte de données ayant servi à la rédaction de ce papier, c'est-à-dire celle plus spécifiquement liée à la gestion des modifications. Après une nouvelle série d'entretiens ouverts avec les représentants du Programme et du Centre de Compétences sur le thème des évolutions techniques, nous avons participé aux réunions de travail traitant de ces questions en tant que simple auditeur libre. L'idée était de « suivre » la totalité du processus de traitement des modifications et d'en identifier les étapes importantes. Cette démarche préliminaire nous a permis de constater qu'une commission spécifique, le *Launcher Management Board* (LMB)<sup>9</sup> que nous nommerons par la suite la « Commission », était l'organe clé pour le Programme dans sa gestion des évolutions techniques. La Commission est en effet l'instance décisionnaire de l'autorisation ou non d'instruire une modification. A partir de là, nous avons participé de manière systématique, toujours en auditeur libre, à cette réunion spécifique tenue une fois par semaine. Les résultats que nous présenterons par la suite sont issus des prises de notes effectuées sur l'ensemble de ces réunions au cours du premier semestre 2009, soit 20 réunions d'environ 4 heures chacune. La première partie de notre étude consistait en la création d'une base de données quantitative nécessaire pour comprendre et caractériser la problématique des évolutions techniques. Pour cela, les données recueillies ont été codées de manière à faire émerger des éléments sur l'origine des modifications et en proposer une classification, sur la répartition des types de décisions de la Commission ou encore la traçabilité (ou l'absence de traçabilité) des coûts liés aux modifications. Ces premiers résultats ont été très utiles pour avoir une vision de la réalité du terrain, car peu d'éléments et d'indicateurs existaient auparavant (hormis la simple donnée du nombre global de modifications ouvertes sur laquelle se concentraient les acteurs du Programme). Cependant, ces premiers éléments seuls n'ont pas permis de pousser très en avant la réflexion, au-delà du simple constat de la situation existante. C'est pourquoi, dans un deuxième temps, nous sommes passés à une phase plus qualitative dans notre collecte de données. La base de travail de cette étape est constituée des notes que nous avons prises en séance, ainsi que des comptes-rendus faits par le secrétaire de réunion et de la base de données de l'entreprise recensant l'ensemble des

---

<sup>9</sup> Voir Annexe D – Processus simplifié de la gestion des modifications par la production Ariane 5

modifications. L'analyse qualitative des éléments présents dans ces documents nous a permis de dégager cinq questions majeures : la maîtrise du flux entrant, la justification technique et financière, la remontée et la traçabilité des coûts, l'efficacité des processus et le rôle d'Astrium en tant que maître d'œuvre. Afin d'enrichir notre analyse et de valider ou non tout ou partie de nos propositions, nous avons organisé douze entretiens semi-directifs d'environ une heure avec les personnes clés impliqués dans le processus de gestion des modifications. Puis, nous avons mis en place une réunion collective d'une demi-journée réunissant l'ensemble de ces personnes afin de les faire discuter sur les points mis en avant par notre étude. L'objectif était en premier lieu d'exposer les résultats intermédiaires et de recenser les opinions individuelles des acteurs, pour éviter ensuite l'émergence d'un consensus artificiel lors de la réunion collective face à l'élément extérieur qu'est le chercheur. Au-delà du Programme, nous avons en parallèle analysé la perspective du point de vue de l'Atelier d'intégration en effectuant une immersion à temps plein de cinq semaines parmi les opérateurs. De cette manière, nous avons réuni l'ensemble de la chaîne interne de production d'Ariane 5 avec le Programme et les acteurs du Centre de Compétences chargés de l'intégration du lanceur. A chaque étape, nous nous sommes contentés de présenter nos interprétations et conclusions afin de faire réagir les acteurs par rapport à celles-ci. L'ensemble de ces actions nous a permis de consolider certains points et au contraire d'en mettre d'autres de côté. Dans ce papier, nous avons choisi de nous concentrer plus spécifiquement sur la problématique de la traçabilité des coûts liés aux évolutions techniques. Pour cela, nous avons fait une étude approfondie des objets « modification » et « modification sans coûts » à travers les acteurs du processus.

### **3. DEVELOPPEMENT : ETUDE DE L'OBJET MODIFICATION ET DE LA NOTION DE « MODIFICATION SANS COÛTS » PAR LE COMPORTEMENT DES ACTEURS.**

Nous présentons ici les conclusions intermédiaires d'une partie de notre recherche qui se poursuivra jusqu'à la mi-2011. Celles-ci sont notamment issues du rapport intermédiaire que nous avons rédigé sur la gestion des modifications dans le Programme de production du lanceur Ariane 5 au premier semestre 2009. Après avoir présenté la problématique des évolutions techniques, nous précisons les éléments théoriques utilisés et analyserons la réalité du terrain de la gestion des évolutions techniques à travers le comportement des acteurs impliqués dans le processus.

### **3.1. LA PROBLEMATIQUE DES EVOLUTIONS TECHNIQUES AU PROGRAMME DE PRODUCTION ET L'APPARITION DE LA NOTION DE « MODIFICATION SANS COUTS ».**

Si aujourd'hui la version ECA est la version « standard » du lanceur, on peut considérer que chaque lanceur intégré par Astrium ST est unique. D'une part, compte-tenu de la complexité de la production et des petites séries produites, l'intégration d'un lanceur correspond beaucoup plus à de « l'artisanat high-tech » qu'à une production uniformisée. Et d'autre part, pour chaque lanceur un certain nombre de changements sont apportés : c'est ce qu'on appelle des modifications ou évolutions techniques. Nous pouvons donc considérer chaque lanceur comme unique et c'est la problématique de la gestion des modifications qui est au centre de notre étude. Certaines de ces évolutions techniques sont indispensables pour accomplir ou continuer la production du lanceur. Il faut notamment mettre en œuvre certaines modifications dites de « missionisation » et qui correspondent à des changements nécessaires pour adapter le lanceur à sa mission spécifique (programme de vol spécifique pour l'orbite du satellite, ajustements autour des interfaces satellites/lanceur, ...). A cela s'ajoute des évolutions techniques rendues nécessaires lors de la survenance d'obsolescences, situation inévitable pour une production de long-terme comme celles des lanceurs<sup>10</sup>. Cependant ces modifications indispensables ne représentent qu'environ 20% des demandes. Pour le reste, l'application d'évolutions techniques répond à divers objectifs : des besoins ou des contraintes externes, des améliorations de performance et de qualité du produit, des réductions de coûts ou de délais de production, le traitement d'anomalies ou d'incidents ou encore la mise à jour documentaire. Aujourd'hui au Programme de production Ariane 5, la gestion de ces évolutions techniques est une problématique importante. En effet, elle représente une large charge de travail pour l'entreprise : plusieurs centaines de demandes de modifications sont autorisées par an pour un lanceur qui est déjà qualifié et en phase de production. D'une part, ces modifications représentent un challenge important du point de vue de la continuité du maintien de la maîtrise technique du produit. D'autre part, ce flux de demandes de modifications acceptées a eu pour conséquence l'accumulation d'un portefeuille d'évolutions techniques non encore appliquées<sup>11</sup>. Enfin, la question de l'impact en termes de coût est de plus en plus l'objet de débats au Programme de production. Or, à ce jour peu de données et d'indicateurs sont disponibles pour évaluer la situation d'un point de vue économique.

---

<sup>10</sup> Par exemple certains équipements électriques ont une durée de vie de quelques années, alors que le développement et la production d'un lanceur s'étalent sur 20 à 25 ans.

<sup>11</sup> Celui-ci, de plus en plus important, a notamment nécessité la mise en place d'actions curatives tel que la mise en place d'un groupe de travail chargé de clore les dossiers autorisés mais non encore appliqués.

L'étude de l'ensemble du processus de gestion des évolutions techniques a donc soulevé de nombreuses problématiques pour notre recherche. Dans cet article, nous nous attachons plus spécifiquement à développer un des éléments les plus intéressants que nous avons constaté : la réalité de l'objet « modification sans coûts ». Cette notion existe tout d'abord dans les discussions des commissions dédiées à la gestion et au traitement des modifications. Il définit au départ le simple fait qu'Astrium ST ne fera pas de proposition financière à son client (Arianespace, l'ESA ou le CNES) pour couvrir les coûts d'une évolution technique et les prendra donc à son compte. Or, dans nos participations aux réunions, nous avons remarqué que cette notion s'était étendue à l'idée d'une modification qui serait sans coûts pour Astrium ST. Cette déformation de langage illustre une situation floue autour du lien entre les coûts d'une modification et la modification elle-même.

Avant d'analyser la nature, les caractéristiques et les objectifs de l'objet modification pour les différents acteurs ainsi que la logique sous-jacente à la notion de « modification sans coûts », nous allons présenter les concepts théoriques que nous avons sollicités pour notre analyse. Ces théories et concepts sont apparus au cours de la réflexion provoquée par la lecture des éléments de terrain issus de la collecte de données. Ils nous ont permis d'analyser la problématique soulevée par les données de terrain, cette analyse théorique nous permettant par la suite de proposer des évolutions pratiques.

## **3.2. ELEMENTS THEORIQUES**

### **3.2.1. La théorie de l'acteur-réseau**

Développée à partir des années 1980 notamment autour des travaux de Michel Callon (1989), Bruno Latour (1989) ou encore John Law (1999), la théorie de l'acteur-réseau est une approche sociologique qui considère que le monde doit être pensé en termes de réseaux. Le concept de réseau est entendu ici comme une organisation rassemblant différents acteurs ou actants. Ceux-ci, qui peuvent tout aussi bien être des personnes, des objets non humains ou des discours, vont agir comme des intermédiaires les uns avec les autres. Par exemple, l'étude de Michel Callon sur la domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs de Saint-Brieuc relève quatre actants principaux dans le réseau défini autour de la possibilité de fixation d'une espèce spécifique de coquilles Saint-Jacques : les trois chercheurs ayant proposé une expérimentation, les coquilles Saint-Jacques elles-mêmes, les marins-pêcheurs de Saint-Brieuc et les collègues scientifiques des chercheurs. L'analyse du réseau doit prendre en considération, et de manière égale, l'ensemble des actants impliqués. Dans cette perspective, tout acteur est un réseau (il met en relation l'ensemble des entités qui y participent) et inversement. Au-delà des notions de réseau et d'actant, cette théorie

s'appuie un concept fort : la « traduction ». En effet, l'une des caractéristiques de ce type de réseau est l'hétérogénéité des points de vue et des objectifs des actants. Or, pour établir un lien entre ces éléments hétérogènes et rendre par conséquent le réseau intelligible, il faut procéder à une opération de « traduction ». Cette « traduction » est en fait une mise en relation des intérêts divergents et leur transformation qui permet ensuite d'établir un consensus au sein du réseau. Michel Callon (1989) résume bien ce processus : « au départ ces trois univers sont séparés et ne disposent d'aucun moyen pour communiquer entre eux. En bout de course, un discours les a unifiés ou plutôt les a mis en relation de façon intelligible. Mais ceci aurait été impossible sans les déplacements en tous genres dont il a été question précédemment, sans les négociations et ajustements qui les ont accompagnés ». Cette perspective théorique de recherche nous a paru particulièrement intéressante dans notre étude sur la gestion des évolutions techniques. En effet, nous verrons dans notre étude de cas qu'il y a véritablement un réseau « gestion des modifications » au sein de l'organisation, où de multiples acteurs interagissent. Ces acteurs ou actants sont hétérogènes et ont des activités, des intérêts et des objectifs très divers. De plus, l'intérêt d'analyser la situation en termes de réseau nous permet à la fois de comprendre que la situation actuelle est le résultat d'une logique antérieure et d'un consensus établi, mais aussi d'ouvrir la perspective à des transformations du cadre global. Enfin, au sein du réseau les actants sont en relation avec des objets comme la « modification » ou la « modification sans coûts » qui se rapportent à un autre concept : celui de l'objet-frontière.

### **3.2.2. Le concept d'objet-frontière**

Le concept d'objet-frontière trouve son origine dans un article de Susan L. Star et James R. Griesemer publié en 1989. Celui-ci traite de l'émergence de mécanismes de coordination scientifique à travers l'étude de la création du Musée de Zoologie Vertébrée à l'Université de Berkeley (Californie). L'idée de ces auteurs est que « le travail scientifique est hétérogène et requiert de nombreux points de vue d'acteurs différents. Ce travail requiert également de la coopération. Ces deux éléments créent de la tension entre points de vue divergents et le besoin d'obtenir des résultats généralisables » (Star, Griesemer 1989). Leur analyse présente un modèle qui explique justement comment un groupe d'acteurs a pu gérer cette tension. Ce modèle s'inscrit dans l'environnement de la théorie de l'acteur-réseau et étend le modèle de traduction défini par Michel Callon et Bruno Latour. Un de ses éléments majeurs est le développement d'objets-frontières. Les objets-frontières sont des « objets scientifiques qui se situent à l'intersection de plusieurs mondes sociaux et qui satisfont les besoins de chacun ». Ils sont donc un outil d'intercompréhension qui permet la communication entre des mondes différents dans le but d'atteindre un objectif commun. Pour que l'objet-frontière remplisse cette fonction, il est nécessaire qu'il soit « suffisamment

plastique pour s'adapter aux besoins et aux contraintes locales des différentes parties s'y référant, mais suffisamment robuste pour maintenir une identité commune entre elles ». Star et Griesemer concluent leur article en affirmant que « la production d'objets-frontières est un moyen de résoudre les ensembles de problèmes potentiellement conflictuels ». L'objet-frontière est donc un outil permettant d'éviter ou de minimiser les conflits entre mondes différents. Cette idée nous est apparue particulièrement pertinente dans notre étude sur la gestion des modifications au Programme de production Ariane 5 dont nous avons déjà évoqué les différents « mondes » qui s'y rencontrent. De plus, « la notion d'objet-frontière s'inscrit dans le modèle de la « théorie enracinée », au sens où elle émerge et se construit comme élément de théorisation dans la confrontation aux matériaux de terrain » (Trompette et Vinck 2009), ce qui compte-tenu de notre type de recherche est d'autant plus intéressant. C'est donc autour de l'objet « modification » qu'est faite notre étude. Celle-ci a permis de soulever que, pour les différents acteurs impliqués, la notion même de l'objet modification avait une nature, des caractéristiques et des objectifs distincts.

### **3.3. L'OBJET « MODIFICATION » ET LA LOGIQUE SOUS-JACENTE A LA « MODIFICATION SANS COÛTS » POUR LES DIFFERENTS ACTEURS IMPLIQUES.**

#### **3.3.1. Modification et modification sans coûts.**

Comme nous l'avons dit auparavant, une modification est un changement apporté par rapport au référentiel initial. L'objet modification est un document écrit par son demandeur et qui sera présenté aux commissions adéquates en vue de son acceptation. De nombreux groupes de personnes ou acteurs travaillent autour de cet objet. Rien qu'en interne de l'entreprise, les Ingénieurs, le Contrôle Programme, les Responsables Programme et l'Equipe d'Intégration sont impliqués. Tout ou partie de ces acteurs se doivent notamment de vérifier l'intérêt technique et économique de ce document. Ce travail est effectué principalement par la Commission. Celle-ci décide l'instruction ou non de l'évolution technique, c'est donc l'endroit clé du processus de gestion des modifications au Programme de production Ariane 5. Lorsqu'une décision positive est prise, le document est signé par les responsables et des instructions sont ensuite écrites pour l'application réelle de la modification. Celle-ci achève son parcours au moment où toutes les instructions sont appliquées, vérifiées et signées. La modification fait alors partie du référentiel de base qui se trouve ainsi changé. De fait, l'objet « modification » est l'objet-frontière autour duquel échangent les différents groupes impliqués dans la gestion des évolutions techniques. Il est donc multi-acteurs et c'est sur lui que les actants travaillent et négocient.

Par ailleurs, notre étude a permis de relever l'existence d'un autre objet présent dans le processus : la « modification sans coûts ». Théoriquement ce concept définirait une évolution technique qui n'aurait pas d'impact pour l'organisation. Or, toute modification a, de manière inhérente, un impact pour la production puisqu'il y a un changement par rapport au référentiel défini précédemment. Un rapide calcul, évaluant la simple présence des personnes à la Commission, aboutit à la constatation que le seul examen de la demande « coûte » déjà plusieurs centaines d'euros à l'entreprise et ce avant même toute décision. Il ne devrait donc pas exister de « modifications sans coûts », mais nous avons cependant constaté que cet objet existait bel et bien dans le processus actuel de production. En effet, aujourd'hui une majorité des modifications autorisées le sont sans qu'il n'y ait de coûts répertoriés : on peut donc parler de « modification sans coûts ». De plus, concernant la minorité des modifications où les coûts sont tracés, nous avons noté qu'il ne s'agissait dans ces cas que des coûts supplémentaires « visibles » tels que l'achat de nouveaux équipements/moyens, la mise en place d'études techniques dédiées, la quantité d'heures de travail supplémentaires ... Mais les impacts « invisibles » de la perspective du Programme de production, par exemple une simple mise à jour documentaire ou quelques heures de travail, ainsi que les coûts de traitement de la modification (réunions spécifiques, préparation des documents) ne sont pas non plus pris en compte. Il y a en conséquence une faible traçabilité des impacts des modifications approuvées à l'heure actuelle. Il existe donc un objet « modification sans coûts », mais celui-ci ne correspond pas à la définition théorique initiale, c'est-à-dire une modification qui n'aurait aucun impact. L'objet « modification sans coûts » n'est donc pas en rapport avec une lecture littérale de la notion « sans coûts » et cette situation a une portée plus ou moins grande selon les acteurs impliqués dans le processus. Cela est dû notamment au fait que, pour chacun des acteurs, la modification n'a pas forcément la même signification, les mêmes caractéristiques ni les mêmes objectifs. C'est pourquoi il nous a fallu distinguer les perceptions des différents acteurs. A travers l'étude de leurs visions spécifiques, nous allons tenter de mettre à jour la logique sous-jacente à la réalité de ce concept de « modification sans coûts ».

### **3.3.2. Le comportement des acteurs par rapport à l'objet modification et à la « modification sans coûts ».**

L'analyse que nous proposons ici se concentre uniquement sur le réseau interne autour de l'objet modification et de la « modification sans coûts ». Si le rôle d'acteurs extérieurs, comme les sous-traitants et les clients, est non négligeable dans le processus de gestion des modifications, nous nous limitons aujourd'hui dans cet article à une première discussion incluant seulement les acteurs internes à l'organisation (les Ingénieurs, le Contrôle Programme, les Responsables Programme et

l'Equipe d'Intégration). Nous posons donc pour le moment l'hypothèse que le réseau de la gestion des modifications n'est pas influencé par des acteurs extérieurs à Astrium ST. Plus tard dans le processus de recherche, l'élargissement de l'interprétation aux acteurs extérieurs à l'entreprise d'accueil sera effectué.

- Les Ingénieurs

De nombreux Ingénieurs font partie de ce processus. Ils ne viennent pas tous du même secteur (Programme, Centre de Compétences), n'ont pas forcément le même domaine d'expertise (électrique, mécanique, pyrotechnique) et n'exercent pas les mêmes responsabilités : certains sont liés à un sous-ensemble/étage du lanceur, d'autres à un sous-traitant spécifique et d'autres encore sont chargés de gérer la gestion de configuration ou de vérifier la cohérence technique d'ensemble. Nous y ajoutons également les bureaux d'études liés à l'intégration du lanceur. Malgré cette diversité, nous avons décidé de les considérer comme un acteur unique car leurs visions du rôle et des objectifs des modifications sont très proches. Dans leur ensemble, le rôle des Ingénieurs est d'abord de vérifier l'intérêt technique à instruire la modification. Ensuite, ils doivent s'assurer de l'interchangeabilité technique du lanceur lors de l'application de l'évolution technique en évaluant l'ensemble des impacts possibles de celle-ci. En d'autres termes, il s'agit avant tout pour eux d'assurer la continuité de la qualité du lanceur. Mais il faut distinguer leur rôle selon la situation, puisqu'ils peuvent être demandeurs de modifications ou impactés par celles-ci, ce qui entraîne donc plusieurs perspectives. Quand les Ingénieurs sont impactés par une modification, l'enjeu principal est d'assurer le maintien de la maîtrise technique du lanceur et de vérifier l'interchangeabilité de la configuration après l'application des modifications. Pour cela ils vont vérifier l'intérêt technique d'appliquer la modification et évaluer l'ensemble des impacts possibles de celle-ci. Ce travail se fait principalement lors des séances de la Commission. Mais les Ingénieurs se retrouvent également souvent dans la position de demande d'une modification. L'idée d'essayer d'améliorer le produit ou les processus est en effet un autre enjeu des Ingénieurs. Ce qui fait dire à un responsable de production que « nous sommes dans un processus d'amélioration permanente ». A la suite d'entretiens individuels plus approfondis, nous avons également appris que la mise en place de modifications était également « un moyen de maintenir les compétences des Ingénieurs en l'absence de programmes de développement importants ». On le voit, les Ingénieurs considèrent la question des modifications comme un problème technique et sont peu sensibles à la notion de coût économique de celle-ci. Il faut souligner que, pour les Ingénieurs, l'intérêt technique de la modification est étroitement lié à la notion de qualité du produit, ce qui explique la prépondérance qu'ils accordent à cette question. En conséquence, pour eux la majorité des conséquences liées à une évolution technique constitue du travail normal pour des personnes chargées d'une production

d'un système complexe. Une modification peut donc être « sans coûts » comme l'affirme un Ingénieur : « il n'y a pas de coûts pour cette modification, ou plutôt on ne les voit pas. C'est une modification « gratuite » ou « transparente » pour la production ». Certains autres éléments confirment cette position. Tout d'abord le fait que les impacts peuvent souvent être très faibles par rapport à un produit de cette échelle. Par exemple quelques heures de travail sur une étude ou une simple mise à jour documentaire ne représentent pas un impact dimensionnant sur la production d'un système complexe. En conséquence, pour les Ingénieurs on ne peut pas considérer ce type de modification « avec coûts ». De plus, certains coûts peuvent être déjà engagés et validés, ce qui participe à la notion de « modification sans coûts ». Il s'agit pour une part de coûts fixes liés à la production et engagés sur le long terme, tels que le dimensionnement des équipes d'ingénierie. Un Ingénieur résume bien cette idée quand il dit que « nous sommes payés pour faire des modifications ». Pour une autre part, dans ce type de production étalée sur des mois ou des années, des coûts peuvent être prévus et validés avant la réalisation d'une activité spécifique : on retrouve donc là aussi l'idée de l'absence de coûts supplémentaires au moment de l'autorisation. Du fait de l'ensemble de ces éléments, l'objet « modification sans coûts » est un objet dont les Ingénieurs reconnaissent l'existence et comprennent la logique. Sa réalité s'explique pour partie par la faible volonté de mettre en avant la question économique face à la prépondérance de la qualité du produit. Mais c'est également la conséquence de la difficulté à établir précisément des coûts par rapport à chaque modification. La position de l'acteur suivant, le Contrôle Programme, est totalement différente.

- Le Contrôle Programme

Le Contrôle Programme intervient également au cours du processus de gestion des modifications. Il est composé majoritairement de financiers dont le rôle est de vérifier l'impact économique des modifications. L'objectif à moyen-terme du Contrôle Programme est de réduire significativement le nombre de modifications compte-tenu de l'impact global supposé pour le Programme. Il évolue cependant sur un terrain difficile puisque l'attention est principalement concentrée sur la qualité du lanceur et non les aspects économiques. De plus, il ne dispose que de peu d'information et encore moins d'indicateurs révélant des possibles moyens d'action<sup>12</sup>. Cet acteur n'est pas, contrairement au précédent, dans une position de demandeur d'évolutions techniques. S'il existe bien des modifications qui peuvent être caractérisées comme des optimisations de production (5% des demandes), c'est-à-dire dont l'objectif est la réduction de coûts et/ou de délais, celles-ci ne sont pas proposées initialement par le Contrôle Programme mais généralement par les Ingénieurs. Dans ce cas précis, le Contrôle Programme a un intérêt à l'autorisation de ces modifications. Plus

---

<sup>12</sup> Avant notre étude, seul un indicateur du nombre global des modifications est disponible.

généralement cependant, il reste sceptique quand à la majorité des évolutions techniques proposées, son objectif étant, nous l'avons évoqué, de réduire significativement le nombre d'évolutions techniques autorisées. On peut par contre considérer le Contrôle Programme comme étant impacté par les modifications. S'il ne s'agit pas d'un impact direct, il y a un impact indirect puisque la gestion, le traitement et l'application des évolutions techniques représentent une charge de travail importante pour le Programme. Mais, le Contrôle Programme a du mal à mettre en avant son enjeu de vérifier l'intérêt économique lors de l'autorisation des modifications. En effet, nous avons constaté dans notre étude la prépondérance des discussions autour de la perspective « technique » et de la notion de qualité du produit lors de l'analyse d'une demande de modification par la Commission. Cela s'explique en partie par la composition de cette dernière, pratiquement exclusivement constituée d'Ingénieurs. Mais c'est aussi la conséquence de la réalité de la prééminence de la notion de qualité du produit par rapport aux aspects économiques. L'absence même d'un arbitrage entre ces deux perspectives l'illustre bien : l'intérêt technique d'une modification est toujours considéré comme supérieur à l'intérêt économique. Les coûts inhérents des évolutions techniques ne sont donc pas ou peu pris en compte lors de l'examen d'une demande de modification par la Commission. Pour le Contrôle Programme, il est pourtant clair qu'il n'y a pas de modifications sans coûts. Le travail effectué dans le cadre des évolutions techniques est du travail supplémentaire et il faut prendre cet impact en compte de manière systématique pour faire émerger une traçabilité pertinente. Or, la situation actuelle de l'organisation ne permet pas à cet acteur de mettre en avant sa position. Vis-à-vis des Ingénieurs le degré de convergence est proche de zéro et, si avec les Responsables Programme certains éléments sont partagés, ces derniers restent plus enclins à favoriser les principes mis en avant par les Ingénieurs.

- Les Responsables Programme

Ce sont les autorités décisionnaires pour l'instruction ou non des demandes de modifications. Ils président par conséquent la Commission et sont chargés de vérifier les justifications de la demande de modification avant de prendre leur décision. Leur rôle théorique est de vérifier que l'organisation a un intérêt technique et/ou économique à faire la modification. Pour cela, ils doivent s'appuyer sur l'avis des Ingénieurs et du Contrôle Programme avant, si nécessaire, de procéder à un arbitrage. En réalité, la prépondérance de la perspective technique rend l'analyse des éléments économiques très succincte. De plus, le rôle dont ils s'investissent véritablement est celui d'assurer le maintien de la maîtrise technique et de vérifier que l'application d'une modification n'altèrera pas l'interchangeabilité technique du lanceur. Par conséquent, très peu de demandes sont refusées par les Responsables Programme (à peine plus de 2%) et les enjeux économiques apparaissent à l'arrière-plan de leur analyse. Ils se contentent simplement de vérifier que la modification n'a pas

un impact économique trop important. Il faut cependant noter qu'il existe des divergences de points de vue selon les Responsables Programme. S'il est incontestable que la primauté de la question technique est partagée par l'ensemble de ceux-ci, l'importance à leurs yeux de la question économique est variable. Pour certains « les modifications sans coûts n'existent pas » et il « faut être plus clair vis-à-vis des coûts ». Pour d'autres, le traitement des modifications et les impacts consécutifs font partie du travail « normal » et ils rejoignent les Ingénieurs dans leur argumentation sur la faiblesse relative de ceux-ci et le fait que ces coûts soient déjà pris en compte. Mais, en tout état de cause, la prépondérance du maintien de la maîtrise technique du produit fait que, même ceux qui reconnaissent qu'il n'existe pas de « modification sans coûts », proposent seulement quelques retouches de vocabulaire (différencier coût interne/coût pour le client) ou l'ajout de précisions dans le formulaire de demande. La prise en compte des coûts doit, selon les Responsables Programme, s'envisager selon la situation et le fait que les impacts soient déjà engagés ou non. En conséquence, l'objet « modification sans coûts » reste pour eux une réalité et leur position converge donc plus vers l'opinion des Ingénieurs<sup>13</sup>. Mais ce n'est pas le cas de l'acteur le plus directement impacté en interne par la mise en place de modifications, l'Equipe d'Intégration.

- L'Equipe d'Intégration

C'est en effet au niveau de l'Equipe d'Intégration que la modification se met en place si celle-ci a un impact sur le lanceur en phase d'intégration. L'Equipe d'Intégration peut en fait être à la fois être dans la position du demandeur de la modification ou en être impactée. Leur position vis-à-vis de cette question pourrait être résumée par cette phrase du Responsable de l'Equipe d'Intégration : « nous voudrions une stabilité de la définition, mais parfois nous sommes demandeurs de modifications pour optimiser notre production ». De même, pour le Chef d'Atelier, « nous ne sommes pas demandeurs de changements dans la définition pour lesquels nous avons des impacts en production. Mais il y a des changements, proposés par les opérateurs sur le terrain, que nous avons intérêt à appliquer, par exemple pour des améliorations de processus ». On pourrait donc résumer cette position, sans ironie, en disant que l'Equipe d'Intégration est preneuse des modifications qu'elle propose, mais aimerait éviter celles des autres. Quand elle est demandeuse d'une modification, l'enjeu pour l'Equipe d'Intégration est de faciliter la production, d'améliorer l'organisation ou encore de réduire les coûts ou délais. Quand elle est impactée, son objectif est de minimiser les impacts consécutifs de ces modifications et de demander l'allocation d'heures spécifiques pour un travail qu'elle considère comme « supplémentaire ». Or il faut noter que, dans un cas comme dans l'autre, l'Equipe d'Intégration n'est pas présente lors de la discussion et de l'autorisation de l'évolution technique. Elle est seulement « représentée » par un Ingénieur qui n'a

---

<sup>13</sup> Il est important de rappeler ici que les Responsables Programme sont tous à la base des Ingénieurs.

pas forcément de contact direct avec le terrain. Or, pour l'Equipe d'Intégration il est clair que chaque modification liée à l'intégration a un impact et perturbe son travail nominal. C'est elle qui subit directement les conséquences de la mise en œuvre d'une évolution technique. Son absence dans le processus de décision est révélatrice et constitue un des éléments qui participe à l'existence de l'objet « modification sans coûts ». En effet, l'absence de lien direct entre l'autorité de décision et les personnes qui subissent les impacts des évolutions techniques, favorise l'idée qu'une modification peut ne pas avoir de coûts. De la même manière, les difficultés d'établissement des coûts d'une modification peuvent aussi s'expliquer en partie par cette absence en Commission. Nous pouvons donc noter que, de cette perspective, il y a une convergence de points de vue entre l'Equipe d'Intégration et le Contrôle Programme.

Nous venons d'étudier successivement les différents acteurs participant au processus de gestion des évolutions techniques, en mettant en avant leurs objectifs, leurs degrés de convergence et leurs visions par rapport à l'objet « modification sans coûts ». L'interprétation de ces éléments et la discussion que nous proposons maintenant s'articule autour de la problématisation du réseau de la gestion des modifications et de ses logiques de traductions.

## **4. DISCUSSION : PROBLEMATIION DU RESEAU DE LA GESTION DES EVOLUTIONS TECHNIQUES ET LOGIQUES DE TRADUCTIONS**

### **4.1. PROBLEMATISATION DU RESEAU DE LA GESTION DES MODIFICATIONS**

L'interprétation de la situation, née de l'analyse des acteurs du processus de gestion des modifications, nécessite en premier lieu la problématisation et la reconstitution du réseau autour de l'objet-frontière « modification sans coûts ». Si de nombreuses questions peuvent émerger suite à l'étude des acteurs, une seule peut finalement résumer l'ensemble des interrogations que nous avons développées dans cet article : une modification peut-elle être sans coûts pour l'organisation ? C'est autour de cette question, que l'on peut considérer comme un point de passage obligé (Callon 1989), que s'articule le réseau de la gestion des modifications (Figure 1) : l'objet-frontière « modification sans coûts » est ici au cœur de notre analyse du réseau.

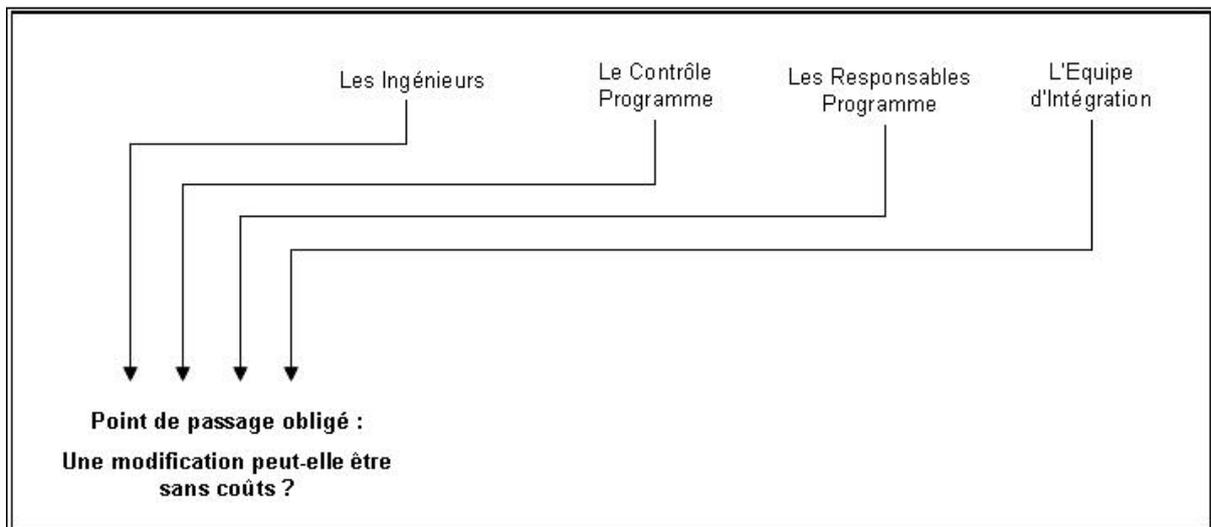


Figure 1 – Le réseau « Gestion des Modifications » autour du point de passage obligé

Mais outre la définition des acteurs et du point de passage obligé (PPO), « la problématisation décrit un système d’alliances entre des entités dont elle définit l’identité ainsi que les problèmes qui s’interposent entre elles et ce qu’elles veulent. Ainsi se construit un réseau de problèmes et d’entités au sein duquel un acteur se rend indispensable ». Dans notre cas, il nous faut donc préciser les objectifs et obstacles pour l’ensemble des acteurs. Or, nous l’avons décrit précédemment, ceux-ci sont multiples et il est complexe de les analyser simultanément. C’est pourquoi, dans cette première analyse, nous nous limiterons à l’objectif principal affiché par chaque acteur et l’obstacle le plus important qui peut l’entraver (Figure 2). Ce choix comporte bien sûr une part de subjectivité, mais permet par la suite une analyse plus fine de la situation.

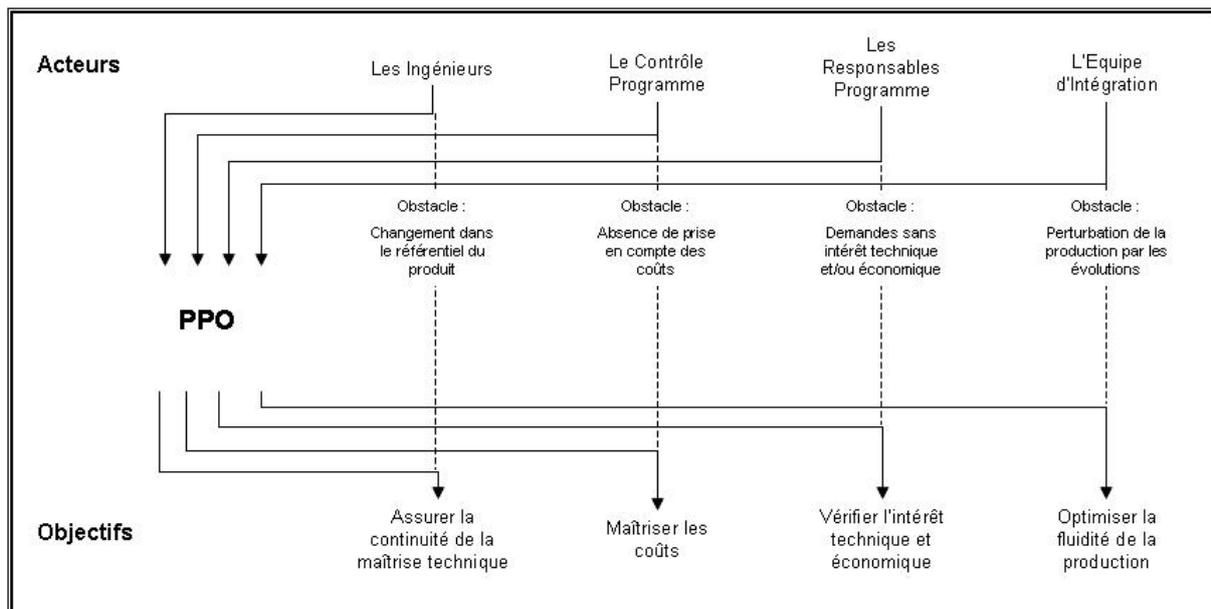


Figure 2 – Le réseau « Gestion des Modifications » problématisé

Pour les Ingénieurs, l'objectif principal est de maintenir l'interchangeabilité technique du lanceur ou, en d'autres termes, assurer la continuité de la maîtrise technique du produit. Or chaque modification peut, par essence, venir perturber la réalisation de cet objectif, toute évolution étant synonyme de changement par rapport au référentiel préexistant. En ce qui concerne cet acteur, la réponse à la question du PPO est clairement oui : une modification peut ne pas avoir de coûts, l'important est de faire passer la qualité du produit avant tout. L'objectif du Contrôle Programme est lui de suivre, maîtriser et piloter les coûts de la production. Le problème auquel il fait face dans le processus de gestion des modifications est l'absence de traçabilité des coûts lors de l'examen et de la décision d'instruire une évolution technique. Pour cet acteur, la réponse au PPO est donc forcément négative : une modification ne peut pas être sans coûts pour l'organisation. Les Responsables Programme doivent eux fournir à leur client un lanceur et la documentation associée à celui-ci. Les modifications peuvent entraver cet objectif puisque, d'une part elles modifient le référentiel de départ et d'autre part elles peuvent induire un écart entre le produit et sa documentation. Le but des Responsables Programme est donc de vérifier l'intérêt technique et économique, afin de filtrer les demandes sans intérêts pour l'organisation. Par conséquent, du moins en théorie, sa réponse à la question du PPO est variable. Enfin, l'Equipe d'Intégration a pour but général de produire des lanceurs « *on time, on quality, on cost* ». Pour réaliser l'ensemble de ces éléments, nous pouvons résumer ceci par un objectif d'optimisation de la fluidité de la production évitant d'être soumis à des perturbations. Or, si une modification peut éviter l'apparition de certaines perturbations (par exemple des anomalies), l'application d'évolutions techniques est en elle-même une perturbation qui modifie le plan de production initial. En conséquence, pour l'Equipe d'Intégration, la réponse à la question du PPO est également variable selon les situations.

Nous nous trouvons donc dans une situation complexe où la réponse à la question du PPO est différente selon les acteurs. Le fait qu'en réalité l'objet « modifications sans coûts » existe, entraîne une situation où des acteurs peuvent réaliser leurs objectifs (Ingénieurs), d'autres pas (Contrôle Programme) et certains sont dans une position intermédiaire (Responsables Programme, Equipe d'Intégration). Afin d'enrichir notre discussion, il nous faut donc trouver le moyen de faire émerger les logiques à l'œuvre dans le réseau. Or, comme nous l'avons évoqué précédemment, le réseau devient intelligible à partir d'opérations de traduction, c'est-à-dire de mise en relation d'intérêts différents et leur transformation de telle manière que celle-ci permette d'obtenir un consensus dans le réseau. Aujourd'hui, au sein du réseau de la gestion des modifications, deux logiques principales de traduction émergent et s'affrontent : celle des Ingénieurs et celle du Contrôle Programme. Nous allons discuter successivement de ces deux logiques, avant d'analyser la possibilité d'une évolution du réseau autour de la création de l'objet « modification avec coûts ».

## **4.2. LOGIQUES DE TRADUCTION DANS LE RESAU**

### **4.2.1. La problématique de traduction des Ingénieurs**

Nous l'avons vu, pour les Ingénieurs une modification peut être sans coûts pour l'organisation. Cette affirmation est en cohérence avec leur vision de l'objet modification. D'une part, celle-ci se fonde sur les raisons de la mise en œuvre des modifications : la qualité et la maîtrise technique du produit, l'amélioration du processus de production ou encore la nécessité de maintenir une structure de compétences. D'autre part, le raisonnement des Ingénieurs s'appuie sur une lecture des coûts de type marginaliste. En effet, à court terme au moins, la quasi-totalité des coûts sont fixes ou déjà engagés. Les coûts marginaux sont donc négligeables et constituent du travail « normal ». Par conséquent, les évolutions techniques peuvent être considérées comme « sans coûts ». A cette logique de traduction qui s'est développée, s'ajoute la nécessité d'intéresser et d' enrôler d'autres acteurs. Il faut donc réussir à s'allier à d'autres entités. Dans un premier temps, « le dispositif d'intéressement fixe les entités à enrôler, tout en interrompant d'éventuelles associations concurrentes et en constituant un système d'alliances » (Callon 1989). L'enrôlement lui-même est ensuite « l'ensemble des négociations multilatérales, des coups de force ou des ruses qui accompagnent l'intéressement et lui permettent d'aboutir ». Un enrôlement est par conséquent un intéressement réussi auprès d'autres acteurs du réseau. Dans notre cas du réseau de gestion des modifications, les Ingénieurs ont réussi à enrôler les Responsables Programme dans leur vision de traduction du réseau. En effet, ces derniers pensent s'assurer la réalisation de leur objectif de vérification de l'intérêt technique en mettant en retrait la question économique et en acceptant le concept de « modification sans coûts ». De plus, l'absence de l'Equipe d'Intégration dans le processus de décision fait que les obstacles possibles à la réalisation de l'objectif de cet acteur, optimiser la fluidité de la production, ne sont pas abordés dans le processus. Nous pouvons considérer là qu'il s'agit d'un enrôlement passif de l'Equipe d'Intégration qui, par son absence dans le processus de décision, subit la logique de traduction de l'alliance la plus forte autour des Ingénieurs et de l'existence de l'objet « modification sans coûts ». Aujourd'hui, en conséquence de l'ensemble de ces éléments, la logique de traduction des Ingénieurs est celle qui s'applique au réseau de la gestion des modifications. Elle permet jusqu'à présent aux Ingénieurs de réaliser leur objectif (la maîtrise technique), au contraire du Contrôle Programme (la maîtrise des coûts). Ce dernier a d'ailleurs développé une logique de traduction du réseau bien différente.

#### **4.2.2. La problématique de traduction du Contrôle Programme**

La logique de traduction du Contrôle Programme se fonde sur l'idée qu'une évolution technique ne peut pas être sans coûts pour l'organisation. Là aussi, ce raisonnement s'appuie sur la vision des objectifs de la gestion des modifications et la lecture faite de la structure des coûts, différentes toutes les deux de la perspective des Ingénieurs. Pour le Contrôle Programme, l'activité de production doit être rentabilisée et donc les coûts réduits. Dans le réseau de la gestion des modifications, il faut donc maîtriser les coûts des évolutions techniques et réduire leur impact global. Pour cet acteur, les Ingénieurs ne sont pas forcément payés pour faire des modifications et donc la structure des compétences n'est pas intangible. A cette vision des buts du traitement des évolutions techniques s'ajoute une lecture des coûts qui s'appuie sur un raisonnement en masse et en moyenne. Ces coûts sont donc, au moins en partie, partiellement variables et le Contrôle Programme y voit une possibilité de les réduire en limitant le nombre de modifications sur la durée. Le nombre de modifications agit ici comme un « *cost driver* » sur lequel un pilotage pertinent permettrait des réductions de coûts. Cependant, cette logique de traduction du Contrôle Programme n'est pas celle du réseau actuel de gestion des modifications. Cela s'explique par l'absence d'alliés autour de cet acteur et de cette vision. En effet, le Contrôle Programme n'a pas réussi à intéresser et enrôler les autres entités du réseau : les Ingénieurs ont leur propre logique de traduction ; les Responsables Programme sont des soutiens actifs de ceux-ci ; l'Equipe d'Intégration est enrôlée passivement dans cette alliance. Aujourd'hui, la logique de traduction des Ingénieurs est appliquée au détriment de celle du Contrôle Programme. En conséquence, ce dernier ne parvient pas à réaliser son objectif de maîtrise des coûts dans la gestion des modifications. A la suite de ce constat et aux entretiens effectués avec le Contrôle Programme, nous proposons de discuter d'une possible évolution de la situation avec la création de l'objet « modification avec coûts » au sein du réseau.

#### **4.3. LE RESEAU DE LA GESTION DES MODIFICATIONS AVEC LA CREATION DE L'OBJET « MODIFICATION AVEC COUTS »**

La création d'un nouvel objet, la « modification avec coûts », est un outil qui permettrait de changer la situation existante et de faire évoluer le réseau. L'objectif est de faire évoluer le modèle organisationnel à travers une nouvelle compréhension des processus. Si l'apport d'un nouvel outil prospectif n'est pas le seul moteur de notre démarche, il est essentiel dans une perspective d'apprentissage et de légitimation sociale pour éviter les conflits entre les acteurs. Une des raisons pour inventer ce nouvel objet repose sur la constatation que la notion de « modification sans coûts » structure le discours des acteurs. De plus, la création de l'outil « coût de la modification » nous

permettrait de mieux « saisir la différence pratique entre l'abstrait et le concret » comme le décrit Bruno Latour avec le pédocomparateur de la composition des sols dans la forêt de Boa-Vista (Latour 1993). En effet, à travers un débat sur un élément précis, le coût de la modification, il nous apparaît possible de transformer le sens des situations pour les acteurs. L'idée du concept de « modification avec coûts » est le résultat des échanges que nous avons eus avec le Contrôle Programme. Il implique que l'ensemble des évolutions techniques aurait un coût, tracé dans le processus, et lié aux impacts de celles-ci. A la question du PPO, la réponse serait alors négative : une modification ne pourrait pas être sans coûts. Ce changement pourrait se réaliser, par exemple, grâce à la reformulation du document de demande de modification avec l'ajout systématique d'éléments liés aux coûts (heures de travail, coûts de matières premières, ...).

Après avoir créé ce nouvel objet, il faudrait ensuite réussir à intéresser et à enrôler d'autres acteurs. En premier lieu, on pourrait s'intéresser à l'Equipe d'Intégration. Celle-ci a un intérêt à la reconnaissance de l'objet « modification avec coûts », du moins lorsque ce n'est pas elle qui demande l'évolution technique. De plus, ne participant pas directement au processus actuellement, elle pourrait voir d'un bon œil d'être intégrée à la prise de décision et de défendre son objectif de fluidité de la production. *A priori* donc, l'acteur « Equipe d'Intégration » est celui avec lequel le Contrôle Programme peut le plus facilement s'allier pour mettre en avant sa logique de traduction. Pour intéresser et enrôler les Responsables Programme, d'autres éléments pourraient être utilisés. Tout d'abord, la diversité des points de vue parmi les Responsables Programme représente une possibilité de faire évoluer cet acteur. En effet, en utilisant celle-ci, il serait plus facile de faire avancer petit à petit le débat sur la question du coût des modifications et de proposer des évolutions ciblées et pertinentes<sup>14</sup>. Et finalement, l'acteur « Responsables Programme » pourrait y voir la perspective de réaliser son double objectif de vérification à la fois technique et économique des modifications, alors qu'aujourd'hui il met entre parenthèses l'aspect économique. Enfin, l'entité la moins intéressée et pouvant être le plus difficilement enrôlée par une telle évolution est bien sûr l'acteur « Ingénieurs ». Il nous apparaît aujourd'hui complexe de pouvoir faire évoluer la vision des Ingénieurs autour de cette problématique autrement que par un renversement de l'équilibre des pouvoirs entre les acteurs. Celui-ci est toujours possible, mais il faut rappeler que le domaine spatial est un des domaines où les caractéristiques mêmes du produit donnent encore le pouvoir sur le terrain aux acteurs techniques par rapport aux acteurs financiers. Les Ingénieurs auront donc d'autant moins d'intérêt à faire évoluer leur logique de traduction du réseau. De fait, avec l'invention de l'objet « modification avec coûts », ce sont donc les finalités fondamentales du réseau qui sont en cause et s'affrontent. Pour trouver un nouvel équilibre au sein du réseau de

---

<sup>14</sup> Par exemple avec l'application d'une classification des coûts dans le formulaire de demande de modification.

gestion des modifications, il faut alors se poser la question du positionnement et de la stratégie de l'organisation par rapport à cette problématique.

#### **4.4. L'ORGANISATION FACE AUX LOGIQUES DE SES ACTEURS**

L'organisation se trouve donc devant deux lectures partiellement contradictoires de l'activité, de l'organisation et des logiques technico-économiques à l'œuvre. Plusieurs pouvoirs s'exercent dans un rapport de forces où chacun peut retirer davantage que l'autre, mais aussi où chaque acteur n'est jamais totalement démuné face à un autre (Crozier et Friedberg 1992). L'invention de l'objet « modification avec coûts » changerait l'équilibre des pouvoirs et la structure des coûts est un objet de négociation entre les différents groupes qui reflète la stratégie des acteurs. Si « les organisations sont créées et se perpétuent autour d'objets partiellement partagés, fragmentés et disputés » (Engeström et Blackler 2005), la « singularité d'un objet est le résultat de pratiques discursives qui le rendent cohérent et stable » (Suchman 2005). Le rôle de l'organisation dans son ensemble est donc de stabiliser une situation où deux logiques s'affrontent. Avec la création de l'objet « modification avec coûts », elle se trouverait dans une situation de remise en question, voire de crise, où ce qui allait de soi auparavant ne va plus de soi. Il s'agirait donc pour l'organisation de reconstruire une vision qui permette aux uns et aux autres de s'entendre un minimum et de continuer à agir ensemble. Mais la condition *sine qua none* à cette démarche est la définition d'une stratégie vis-à-vis des modifications, c'est-à-dire d'une politique de changement claire. Or à ce jour, Astrium ST n'a pas défini une telle stratégie et « subit » le poids de la gestion des modifications. Comme le disait Diprima (1982), « il est toujours préférable de contrôler les évolutions techniques, que d'être dans la situation où ce sont elles qui vous contrôlent ». Force est de constater qu'à ce jour, le Programme de production du lanceur Ariane 5 se trouve dans le deuxième cas. Dans ces conditions, et sans évolution notable de la politique d'entreprise sur la stratégie adoptée pour la gestion des évolutions techniques, les conséquences de la création de l'objet « modifications avec coûts » resteraient très aléatoires.

## **5. CONCLUSION**

Autour de l'étude de terrain de la gestion des évolutions techniques dans le cas du Programme de production d'Ariane 5, nous avons développé une analyse du comportement des acteurs de terrain par le prisme d'éléments théoriques comme les notions d'acteur-réseau et d'objets-frontières. Nous avons ensuite proposé une interprétation à travers les logiques de traduction qui s'expriment dans ce

réseau : celle des Ingénieurs qui prédomine actuellement avec l'existence de l'objet « modification sans coûts » et celle du Contrôle Programme dans la perspective de créer un nouvel objet, la « modification avec coûts ». Une des questions qui s'ouvre à la suite de cette analyse est l'impact incertain des évolutions techniques sur la qualité du produit. Alors que la qualité est un des arguments de base de la logique de traduction des Ingénieurs, de nombreux textes dans la littérature contredisent l'idée que des changements dans la configuration ont forcément des impacts positifs pour la qualité de produits et systèmes complexes (Perrow 1999, Vaughan 1996, Weick et al. 1999). Pour Perrow (1999) notamment, « les modifications ou ajouts supplémentaires à la définition d'origine sont disproportionnellement la source d'échecs ». C'est là une des perspectives que nous étudierons par la suite pour approfondir et enrichir notre réflexion.

## BIBLIOGRAPHIE

Agar M. (1996), « The Professional Stranger: An Informal Introduction to Ethnography », Academic Press, Oxford

Belleval C. (2005), « Un modèle de Gestion Prévisionnelle de Grands Projets de Haute Technologie Pilotés en “Coût Objectif” », *Comptabilité-Contrôle-Audit*, vol. 11, p. 79-96

=

Crozier M., Friedberg E. (1992), « L'acteur et le système : les contraintes de l'action collective », Editions du Seuil, Paris

Diprima M. (1982), « Engineering Change Control and Implementation Considerations », *Production and Inventory Management*, p. 80-88

Callon M. (1986), « Eléments pour une sociologie de la traduction : La domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc », *L'Année sociologique*, vol. 36, p. 169-208

Engeström Y., Blackler F. (2005), « On the life of the object », *Organization*, vol. 12, p. 307-330

Girin J. (1981), « Quel paradigme pour la Recherche en Gestion ? », *Economie et Société série Sciences de Gestion*, vol. 2, p. 1871-1889

Heller F. (2004), « Action Research and Research Action: a family of methods » in *Essential Guide to Qualitative Methods in Organizational Research* (Cassell C., Gillian S.), Sage Publications, p. 349-360

Hobday M., Rush H., Tidd J. (2000), « Innovation in Complex Products and Systems », *Research Policy*, vol. 29, p. 793-804

Koenig G. (1993), « Production de la Connaissance et Constitution des Pratiques Organisationnelles », *Revue de Gestion des Ressources Humaines*, vol. 9, p. 4-17

Latour B. (1989), « La science en action », Editions La Découverte, Paris

Latour B. (1993), « Le Topofil de Boa-Vista », *Raisons Pratiques*, vol.4, p. 187-216

Law J., Hassard J. (1999), « Actor-Network Theory and After », *Blackwell and Sociological Review*, Oxford

Nightingale P. (2000), « The product-process-organisation relationship in complex development project », *Research Policy*, vol. 29, p. 913-930

Perrow C. (1999), « Normal Accidents: Living with high-risk technologies », *Princeton University Press*, Princeton

Perrow C. (1999), « Organizing to Reduce the Vulnerabilities of Complexity », *Journal of Contingencies and Crisis Management*, vol. 7, p. 150-155

Rapoport R. (1970), « Three dilemmas of Action Research », *Human Relations*, vol. 23, p. 499-513

- Reidelbach M. (1991), « Engineering Change Management for long-lead-time production environments », *Production and Inventory Management Journal*, p. 84-88
- Saeed B., Bowen D., Sohoni V. (1993), « Avoiding Engineering Changes Through Focused Manufacturing Knowledge », *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 40, p.54-59
- Star S., Griesemer J. (1989), « Institutional Ecology, 'Translations' and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39 », *Social Studies of Science*, vol. 3, p. 387-420
- Suchman L. (2005), « Affiliative Objects », *Organization*, vol. 12, p. 379-399
- Trompette P., Vinck D. (2009), « Retour sur la notion d'objet-frontière », *Revue d'anthropologie des connaissances*, vol. 3, p. 5-27
- Vaughan D. (1997), « The Challenger Launch Decision: Risky Technology, Culture, and Deviance at NASA », *University of Chicago Press*, Chicago
- Wright I. (1997), « A review of research into engineering change management: implications for product design », *Design Studies*, vol. 18, p. 33-42
- Weick K., Sutcliffe K., Obstfeld D. (1999), « Organizing for High Reliability: Processes of Collective Mindfulness », *Research in Organizational Behavior*, vol. 21, p. 81-123



## **ANNEXE A : PRESENTATION DU TERRAIN DE RECHERCHE**

Filiaire à 100% d'EADS, Astrium est l'entité « espace » du groupe et comporte notamment la division de transport spatial à travers Astrium Space Transportation (Astrium ST). Celle-ci est responsable du développement et de la production des missiles nucléaires français M45 et M51, mais aussi du développement et de la production du lanceur européen Ariane 5.

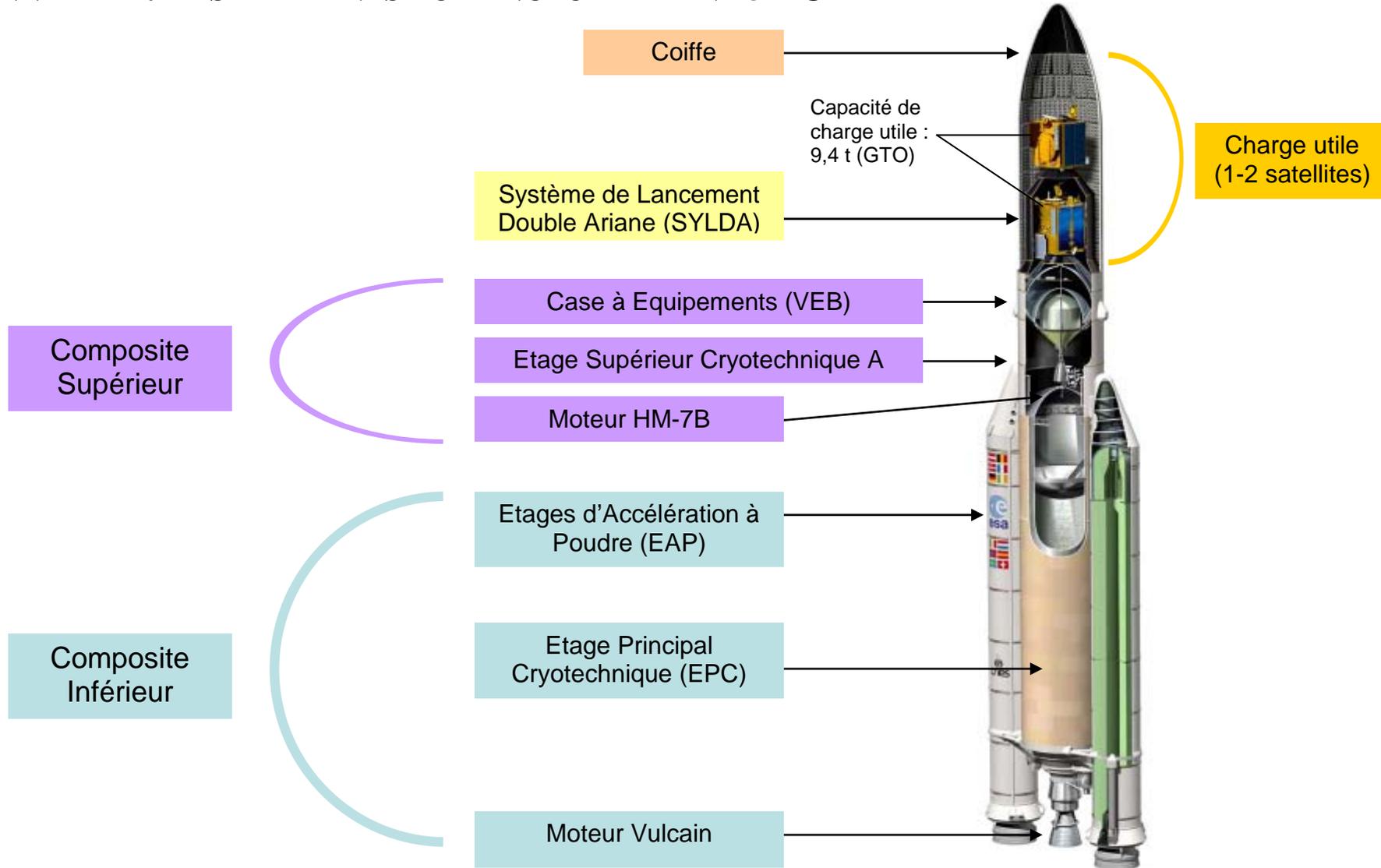
Notre recherche se situe au sein de l'établissement des Mureaux où est notamment intégré l'Etage Principal Cryotechnique (EPC) avec son moteur Vulcain, produit le Système de Lancement Double Ariane (SYLDA) et réalisé le programme de vol et les études systèmes (voir Annexe B – Les éléments du lanceur Ariane 5 ECA). Nous sommes rattachés au service de Contrôle du Programme de la production d'Ariane 5 dans le cadre des contrats PA et PB. Le contrat PA, signé en mai 2003 entre Arianespace et Astrium, marque un tournant pour la société Astrium ST qui devient maître d'œuvre unique, que ce soit en production ou en développement. Astrium ST est à ce titre responsable de la fourniture du lanceur complet et testé à Arianespace pour la production. Il devient également l'interlocuteur unique de l'Agence Spatiale Européenne (ESA) et du Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) pour les prochaines phases de développement du lanceur. Ce statut confère donc notamment à Astrium ST la responsabilité de l'intégration tout au long de la chaîne de production jusqu'à la livraison du produit sorti du Bâtiment d'Intégration Lanceur (BIL) à Kourou. En janvier 2009, un nouveau contrat PB est signé entre Arianespace et Astrium ST et porte sur la livraison de 35 nouveaux lanceurs de la version ECA.

Aujourd'hui, Astrium ST livre 6 à 7 lanceurs par an à Arianespace, laquelle s'occupe de vendre le service de lancement aux opérateurs de satellites et gère les dernières étapes avant le tir (intégration finale avec mise en place des satellites et lancement). Ariane 5 reste sur 33 lancements successifs réalisés avec succès depuis 2002 (dernier vol le 18 décembre avec la mise en orbite du satellite militaire Hélios 2). Son taux de fiabilité (98,9% hors vols de qualification), a même dépassé celui d'Ariane 4 courant 2009 (113 succès pour 116 vols, c'est-à-dire 97,4%).

Remplaçant progressivement Ariane 4 au tournant du siècle après 15 ans d'utilisation, le lanceur Ariane 5 devait notamment transporter la navette spatiale européenne Hermès, projet qui sera finalement abandonné. Le nouveau lanceur est donc principalement un lanceur commercial, seuls quelques satellites militaires (par exemple Hélios 2) et civils non-commerciaux sont lancés épisodiquement (par exemple le cargo européen pour la Station Spatiale Internationale ATV ou

(probablement) une partie de la constellation Galileo dans le futur). Le passage à une nouvelle génération de lanceurs répondait à la volonté de pouvoir transporter des charges utiles plus importantes en termes de masse, afin de suivre l'évolution du marché des satellites. Les premières versions d'Ariane 5 dites « génériques » (Ariane 5G, Ariane 5 G+ et Ariane 5 GS), apparaissent à la fin des années 1990. A la suite de cette famille dite « générique », Astrium ST s'est lancé dans le développement et la production du lanceur A5 ECA (Etage Cryotechnique de type A). Cette nouvelle version du lanceur a là aussi été conçue pour répondre à l'évolution du marché des lancements commerciaux et notamment à l'augmentation de la masse des satellites. En effet, le maximum de la charge utile transportée par une Ariane 5 générique était d'environ 7 tonnes, alors qu'elle est de 10 tonnes pour une Ariane 5 ECA. Si le premier vol ECA fin 2002 est un échec, le lanceur entre finalement en service en 2005. Aujourd'hui, la version ECA est la version « standard » du lanceur. Le dernier vol d'une version « générique » ayant eu lieu fin 2009 avec le lancement du satellite militaire Hélios 2, seule subsiste en parallèle la version ES qui transporte le cargo européen ATV.

## ANNEXE B : LES ELEMENTS DU LANCEUR ARIANE 5 ECA



## ANNEXE C : HISTORIQUE DES LANCEMENTS ARIANE 5 (1995-2009)

Contrat	N° Fusée	Type Fusée	Nombre Fusées	Fusées lancées	Succès	Echecs partiels		Echecs	
						Nombre	N°	Nombre	N°
Développement	501-502	Ariane 5G	2	2	0	1	502	1	501
	517	Ariane 5ECA	1	1	0			1	517
P1	503-516	Ariane 5G	14	14	13	1	510	0	-
P2	518-520	Ariane 5G+	3	3	3	0	-	0	-
	523-526	Ariane 5GS	4	4	4	0	-	0	-
	521-522	Ariane 5ECA	2	2	2	0	-	0	-
PA	527-556	Ariane 5GS	2	2	2	0	-	0	-
		Ariane 5ES	3	1	1	0	-	0	-
		Ariane 5ECA	25	20	20	0	-	0	-
PB	557-592	Ariane 5ECA	35	0	0	0	-	0	-

TOTAL par lanceur	<b>Ariane 5G</b>	16	16	13	2	-	1	-
	<b>Ariane 5 G+</b>	3	3	3	0	-	0	-
	<b>Ariane 5GS</b>	6	6	6	0	-	0	-
	<b>Ariane 5ES</b>	3	1	1	0	-	0	-
	<b>Ariane 5ECA</b>	63	23	22	0	-	1	-
<b>TOTAL</b>		<b>91</b>	<b>49</b>	<b>45</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>

Mis à jour le 18 décembre 2009 (dernier vol = V193)

## ANNEXE D : PROCESSUS SIMPLIFIE DE LA GESTION DES MODIFICATIONS POUR LA PRODUCTION ARIANE 5

