



ACADÉMIE
DES TECHNOLOGIES

POUR UN PROGRÈS RAISONNÉ, CHOISI ET PARTAGÉ

Retour d'expérience de la gestion des grands projets

Lessons learned from the management of large projects

(Dossier n°48 de l'AAE)





**Académie de l'air et de l'espace
Académie des technologies**

**RETOUR D'EXPÉRIENCE DE LA GESTION
DES GRANDS PROJETS**

**LESSONS LEARNED FROM THE MANAGEMENT
OF LARGE PROJECTS**

**Rapport adopté à la séance plénière de l'Académie des technologies
du 8 janvier 2020**

**Dossier N° 48 de l'Académie de l'air et de l'espace,
adopté lors de sa séance plénière du 22 novembre 2019**

— Version Web —

Janvier 2020

**Ce rapport est dédié à la mémoire d'Alain Bugat†
(Académie des technologies)
qui fut coordinateur du groupe de travail
et nous a quittés avant la rédaction de ce rapport.**

Académie des technologies
Grand Palais des Champs-Élysées - Porte C
Avenue Franklin D. Roosevelt -
75008 Paris
+33(0)1 53 85 44 44
secretariat@academie-technologies.fr
www.academie-technologies.fr

Académie de l'air et de l'espace
Ancien observatoire de Jolimont
1 avenue Camille Flammarion
31500 Toulouse - France
+33-(0)5.34.25.03.80
contact@academie-air-espace.com
www.academieairespace.com

©Académie des technologies - Académie de l'air et de l'espace 2020

ISBN : 979-10-97579-11-1

[ISBN version imprimée : 979-10-97579-10-4]

SOMMAIRE

RÉSUMÉ	7
ABSTRACT	8
INTRODUCTION	9
PROJETS INDUSTRIELS	11
Les projets présentés	11
Retour d'expérience pour les projets industriels	16
PROJETS DE CONSTRUCTION	19
Les projets présentés	19
Retour d'expérience pour les projets de construction	23
PROJETS À DOMINANTE LOGICIELLE	27
Les projets présentés	27
Retour d'expérience pour les projets à dominante logicielle	30
SYNTHÈSE	33
Définition et caractéristiques des grands projets	33
Parties prenantes	34
Définition du projet et spécifications	35
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	39
ANNEXES	41
Définition des acronymes utilisés	41
Références	43
Membres du groupe de travail	44
Conférenciers	45

RÉSUMÉ

L'Académie de l'air et de l'espace et l'Académie des technologies ont organisé en décembre 2018 un colloque sur le thème de la gestion des grands projets, au cours duquel a été présentée une vingtaine de grands projets en des domaines variés : espace et aéronautique, systèmes logiciels, énergie, infrastructures et transports. À l'issue de ce colloque, ces académies ont trouvé utile de publier un rapport destiné à tirer les enseignements des cas présentés.

Ce rapport est divisé en quatre chapitres : projets industriels, projets de construction, projets à dominante logicielle, synthèse. Les trois premiers chapitres résument les présentations faites par chaque intervenant tandis que le dernier tente de mettre en lumière les leçons que l'on peut en tirer. Il peut être vu comme un ensemble de recommandations pour les projets à venir, même si chaque grand projet a des caractéristiques et des environnements particuliers qui nécessitent des adaptations. Malgré l'évolution des outils de gestion des projets, il ressort de toutes ces expériences l'importance du facteur humain dans la conduite des projets. Nos deux académies considèrent qu'en respectant au mieux les recommandations formulées dans ce rapport les chances de réussite des projets sont plus élevées et que le rapport peut être utile non seulement à ceux qui réalisent de grands projets, mais aussi à ceux qui les commandent et les financent.

ABSTRACT

The Air and Space Academy and the National Academy of Technologies of France have organized in December 2018 a conference on the management of large projects. About twenty of these projects were presented in various fields : space and aeronautics, software, energy, infrastructures and transport. Following this conference, both academies considered it useful to issue a report emphasizing the lessons learned from these presentations.

This report is divided into four chapters : industrial projects, construction projects, software projects and synthesis. The first three chapters summarize projects presented during the conference while the fourth one draws lessons from these experiments. It can be seen as a set of recommendations for future projects keeping in mind that each project has its own characteristics and specific environment which require adaptation. In spite of the improvements in project management tools, these experiences highlight the importance of the human factor in the management of large projects. Both academies consider that applying these recommendations enhances the potential for success of a project. This report can be useful not only for those carrying out projects but also for those ordering and financing them.

INTRODUCTION

Dès 2017, l'Académie des technologies entamait une étude sur la gestion des grands projets en examinant des projets passés ou en cours dans les domaines de la construction, du nucléaire, des systèmes logiciels ainsi que de l'aéronautique. L'Académie de l'air et de l'espace, qui souhaitait aussi traiter le même sujet dans le domaine aérospatial, a pensé que l'élargissement à d'autres domaines pouvait être plus fécond pour rechercher les fondamentaux de la réussite des grands projets. L'idée est alors venue d'organiser conjointement un colloque sur le thème de la gestion des grands projets. Celui-ci a eu lieu les 10 et 11 décembre 2018 dans le grand amphithéâtre de la Direction générale de l'aviation civile (DGAC) à Paris.

Ce colloque a été organisé en cinq sessions, chacune abordant un domaine particulier et passant en revue un certain nombre de projets. Les sessions étaient :

- espace et aéronautique ;
- systèmes logiciels ;
- énergie ;
- BTP-Infrastructures ;
- transports.

À l'issue de ce colloque, les deux académies ont trouvé utile de publier un rapport qui n'est pas un compte rendu, mais une synthèse tirant les enseignements des diverses analyses de projets faites par l'Académie des technologies au cours de ses travaux d'avant colloque et des présentations faites durant celui-ci.

Ce rapport a été divisé en quatre chapitres :

- projets industriels ;
- projets de construction ;
- projets à dominante logicielle ;
- synthèse.

Les trois premiers chapitres résument les présentations faites par chaque intervenant du colloque. Le dernier chapitre est une synthèse qui met en lumière les leçons de ces expériences passées. Il peut être vu comme un ensemble de recommandations pour les projets à venir, sachant fort bien que chaque grand projet a des caractéristiques et des environnements particuliers qui demanderont des adaptations. Néanmoins, les deux

académies sont persuadées qu'en respectant au mieux les recommandations faites, les chances de réussite seront plus élevées. Malgré l'évolution considérable des outils de gestion des projets, il ressort de toutes les expériences l'importance dans la conduite de ces projets du facteur humain qui, lui, ne change pas aussi rapidement. Les deux académies pensent que ce rapport peut être utile non seulement à ceux qui réalisent de grands projets (maîtres d'œuvre, entreprises), mais aussi pour ceux qui les commandent et les financent (maîtres d'ouvrage).

Compte tenu de la durée impartie au colloque, il a fallu faire un choix pour les projets retenus ; ce choix a conduit à retenir des projets qui avaient été au préalable examinés au sein de l'Académie des technologies (cas de l'EPR-OL3) au détriment de projets similaires (EPR de Flamanville) ou à ne pas retenir des projets Louvois de gestion de la paie des personnels des armées, projet Sirhen : gestion des ressources humaines de l'éducation nationale.

PROJETS INDUSTRIELS

LES PROJETS PRÉSENTÉS

En ce domaine ont été présentés : l'ensemble Ariane/Spot/Hermès/ATV, Iridium Next, l'A380, l'A350, l'A400M, la plate-forme automobile EMP2, le métro MF 2000, l'automatisation de la Ligne 1 de la RATP.

Ces projets témoignent d'une belle diversité : d'objet, de nature technique, de nature du ou des clients, d'utilisateur final, etc. Mais aussi, comme nous le verrons, de nombreux problèmes apparaissent, sinon similaires, du moins voisins.

On remarquera qu'à l'exception d'Hermès, dont l'arrêt relève d'une disparition du volontarisme politique qui l'avait lancé, tous ces projets, malgré les difficultés rencontrées, ont été menés à bien et ont, à l'arrivée, rempli leurs objectifs de performance, parfois au prix de forts dépassements de coûts et de délais. Les grands projets industriels ne sont pas des sinécures, mais ils ne se soldent presque jamais par des échecs.

Les projets spatiaux « premiers de cordée »

Ariane 1, Spot 1, les satellites de télécommunications Telecom 1 et TDF1, Hermès, l'ATV, des années soixante-dix aux années 2000, tous ces projets ont constitué dans leurs domaines respectifs des premières, suivies ou non d'une filière jusqu'à aujourd'hui : Ariane 6, par exemple, est réellement l'héritière d'Ariane 1 à travers les différents lanceurs développés par l'Europe. Tous ces projets ont nécessité la mise en place d'organisations et de méthodes qui, du fait de la forte structuration du domaine spatial, sont voisines les unes des autres, simplement adaptées aux caractéristiques spécifiques à chaque projet. On peut même affirmer que, au niveau mondial, le secteur spatial, à commencer par le programme Apollo, a été le pionnier de la conduite des grands projets industriels, ses logiques ayant fait souche dans bien d'autres secteurs.

Ces projets se caractérisent par la présence d'un donneur d'ordres public (maître d'ouvrage voire, dans le passé, maître d'œuvre), Cnes (Centre national d'études spatiales) ou ESA (Agence spatiale européenne), fortement impliqué dans le programme du fait des risques assumés par lui ; et, parallèlement, par l'absence de certification externe. Il est important que les relations entre maître d'ouvrage (ici, étatique) et maître d'œuvre

[industriel] ou si l'on préfère, entre client et fournisseur soient claires, le client devant assumer les rôles de spécificateur, autorité contractuelle et financeur. En réponse à une expression de besoins nécessaire et suffisante, le projet doit définir une organisation technique également claire, fondée sur l'arborescence des produits (*Work Breakdown Structure*), et respectant des spécifications de management et des spécifications techniques solides. L'organisation industrielle, qui fait intervenir en général un grand nombre de coopérants, est nécessairement cohérente avec l'organigramme technique.

La nécessité d'une approche « système », considérant en permanence la globalité du véhicule et de ses moyens de lancement, fait désormais partie des gènes de tout le secteur spatial. Il n'en a pas toujours été ainsi et ces projets « premiers de cordée » ont été fondateurs sur ce point également. Hors du domaine spatial, il n'est pas certain que cette approche soit toujours partagée.

Aujourd'hui, il est nécessaire de revoir certains de ces principes devenus parfois trop rigides, afin d'aller vers plus d'agilité et une prise de risques mieux assumée, face à la concurrence qu'introduisent les acteurs du « *New space* » américain. Il n'en reste pas moins que les principaux acquis de quatre décennies de projets spatiaux demeurent.

Iridium Next

Développé entre 2008 et 2017 (fin du déploiement) Iridium Next (Thales Alenia Space), à l'inverse des précédents, est en quelque sorte un « second de cordée », qui doit résoudre des problèmes très spécifiques et difficiles dans la mesure où il s'agit de développer une nouvelle constellation de satellites de communication capable de remplacer l'existante sans interruption de service. Une autre caractéristique importante est le grand nombre de satellites à lancer : 81, ce qui crée une nécessité de production standardisée à aussi bas coût que possible et à cycle court – le tout dans un environnement spatial qui conserve ses spécificités habituelles (pas de capacité de réparation, environnement hostile...).

En réponse à ces défis particuliers, on retiendra l'importance donnée à la simulation : développement de simulateurs complexes de l'ensemble du système, utilisés aussi bien pour le design initial que tout au long du développement afin de garantir les objectifs de performance, ou encore pour traiter les aléas techniques.

Par ailleurs, le processus de développement IVVQ (intégration, validation, vérification, qualification) s'est vu confier un rôle central dans l'organisation, directement placé sous l'autorité du chef de projet, avec une attention particulière accordée à la gestion des risques, aux indicateurs de performance KPI, etc.

A380

Le développement de l'A380, le plus gros avion commercial jamais construit, répondait à deux besoins différents : d'une part, classiquement, la réponse à une analyse du marché, d'autre part l'accélération, à travers un grand projet fédérateur, de la création d'une

société Airbus unifiée. Ce développement, qui se déroula de 2000, lancement officiel, à 2007, premier vol commercial, et qui demeure le plus considérable et le plus ambitieux réalisé par Airbus, est riche d'enseignements.

Les spécifications n'étaient pas totalement figées au départ, ce qui a conduit à de nombreuses évolutions en cours de route et à la création de plusieurs standards successifs. En outre, le degré d'innovation technologique était très élevé. Malgré des activités de R & T (recherche et technologie) préalables, la maturité des technologies a parfois été insuffisante, comme cela arrive très souvent (l'A380 est loin d'en être le seul exemple), l'effet de taille de l'avion compliquant encore le processus de développement.

Au niveau des outils, il n'existait pas d'environnement commun de développement utilisé par tous les partenaires. En particulier, le manque de coordination initial entre les deux sites principaux de production, Toulouse et Hambourg, aggravé par une personnalisation très poussée des espaces passagers, a entraîné des retards assez importants de livraison aux premiers clients.

Le coût de développement s'est avéré, au travers de ces difficultés, très supérieur au chiffre initial. Il n'en reste pas moins qu'il n'a fallu que 52 mois du démarrage jusqu'au premier vol pour réaliser un avion dont l'expérience d'exploitation a été très positive ; l'arrêt récent du programme par Airbus est lié au marché et à l'inadéquation de ce très gros porteur aux besoins actuels, qui n'ont pas évolué, loin de là, comme prévu au départ par Airbus.

A350

Conçu d'abord comme un dérivé de l'A330, le projet de long-courrier A350 a dû être totalement refondu au bout de deux ans sous la pression des compagnies aériennes que le concept initial ne satisfaisait pas. Son succès commercial ultérieur montre que cette décision, qui conduisait pourtant à des coûts de développement très supérieurs et à un retard de mise en service, était la bonne. D'où l'importance de consacrer le temps qu'il faut, au départ, à l'analyse et à l'expression du besoin.

Dès lors, l'A350, développé de 2007 à 2014, a pleinement bénéficié des enseignements de l'A380 ; il y a là un « retour d'expérience » direct, facilité par la proximité calendaire des deux projets, à savoir : une atteinte préalable de la maturité technologique (TRL6) à travers un plateau projet multidisciplinaire pendant deux ans ; des outils communs (notamment conception numérique et gestion du cycle de vie des produits (PLM)) ; une montée en cadence accélérée, permise entre autres par une personnalisation sur catalogue et une prise en compte plus forte des objectifs industriels dès le début de la conception (standardisation, modularité, accélération des maturités industrielles (MRL)) ; la mise en place d'une équipe projet étendue, incluant les partenaires et impliquant les compagnies aériennes clientes.

Sur le plan technologique, plusieurs démonstrations ont permis de réduire les risques ; cette approche, cependant, n'a pu être exhaustive et il est resté (est-ce évitable, du reste ?) un certain nombre de technologies non matures (fuselage en carbone) qui ont créé des difficultés au début du projet. Par ailleurs, la simulation a été utilisée de façon aussi extensive que possible.

Enfin, comme l'A380, le programme A350 a été utilisé comme outil de conduite du changement au sein de la société, introduisant de nouvelles pratiques et de nouveaux processus. Parmi ces pratiques, figurent la transparence et l'acceptation des « mauvaises nouvelles », au rebours d'une certaine culture, largement répandue, qui consiste à retarder le plus possible une annonce désagréable en espérant que le service ou le coopérant voisin sera le premier à devoir en faire autant...

A400M

L'avion de transport militaire A400M d'Airbus est un projet emblématique par son caractère européen qui est à l'origine d'une part d'une coopération « obligée », notamment au niveau du moteur, d'autre part d'une expression de besoins complexe, résultant de compromis parfois difficiles entre les différentes armées utilisatrices, plutôt que d'une optimisation globale a priori.

Le contrat signé avec l'Occar (Organisation conjointe de coopération en matière d'armement), représentant des États participants, était un contrat au forfait, en une seule phase. Il est important de noter que, bien qu'avion militaire et qualifié comme tel, l'A400M a également suivi le processus de certification d'un avion civil, ajoutant ainsi de nouvelles contraintes, mais bénéficiant, de la sorte, d'un cadre connu par les constructeurs (avion et moteur) et par les États, et permettant en principe à l'industrie de conduire le programme en toute autonomie. Pourtant, les relations entre industriels et États ont été entachées de bien des ambiguïtés et de problèmes d'autorité. Ainsi, l'Occar n'a pas disposé des moyens techniques et politiques pour imposer des compromis aux États participants. Une sorte de « juste retour » européen qui ne disait pas son nom (mais assez inévitable compte tenu du financement étatique partagé) a biaisé le choix de certains coopérants. Du côté industriel, la structure de coopération entre motoristes (par ailleurs concurrents dans « la vie civile ») n'a pas non plus disposé d'une véritable délégation technique.

En outre, la difficulté technique du projet a été sous-estimée au départ : « *wishful thinking* », avant-projet conduit dans une structure de coopération insuffisamment maîtrisée, nouveauté d'un tel avion et de ses fonctions militaires pour Airbus (et les autres), puissance du turbopropulseur, complexité des missions...

L'absence de mécanisme de gestion des crises et l'approche rigide contractuelle

suivie par les États faute de coordination forte, ont conduit à des retards et largement contribué aux surcoûts.

Les retards successifs de l'A400M ont été rapidement « politisés » et fortement médiatisés, certains États menaçant périodiquement de se retirer. Indéniablement, ce développement a été très difficile, mais il convient de noter qu'à l'arrivée, l'avion est au rendez-vous des performances de mission.

Plate-forme automobile EMP2

Cette plate-forme a été conçue par PSA entre 2009 et 2013 pour constituer la structure de base d'une grande variété de véhicules, aux silhouettes et performances pouvant être très différentes. Elle est l'aboutissement d'une démarche de rationalisation et d'intégration à travers un effort de standardisation et de conception modulaire. La variété architecturale, géométrique, électrique, des véhicules finaux, a nécessité une bonne maîtrise de la complexité.

Le projet s'est bien déroulé et a rempli la quasi-totalité de ses objectifs. La plate-forme EMP2 équipe ainsi de la C5 Picasso à la 5008 en passant par la 308, et poursuit sa carrière. Vision de départ, vitesse d'exécution (avant tout pour des raisons économiques) et anticipation des coûts induits, souvent sous-estimés, sont les trois « mots d'ordre » confirmés par le retour d'expérience de ce projet.

Rame MF2000

Mené de 2001 à 2006 (première livraison), ce projet est relatif au développement d'une nouvelle rame de métro au bénéfice de la RATP, déployée depuis sur les lignes 2, 5 et 9. Il signe la mise en place d'une organisation toute nouvelle dans ce secteur : l'appel d'offres réalisé en six lots séparés, avec pour corollaire l'intervention d'industriels différents (dont deux grands spécialistes du secteur, d'habitude concurrents) et la nécessité d'une maîtrise d'œuvre coordinatrice, confiée — autre particularité inattendue — à Technicatome, expérimenté dans la gestion de projets complexes à travers l'application de la RG Aéro 00040 et la réponse à un cahier des charges fonctionnel. On notera au passage cette application dans le monde du transport ferroviaire d'un standard d'origine aéronautique, lui-même issu des pratiques spatiales.

Les difficultés rencontrées proviennent d'une culture de management de projet insuffisamment partagée parmi ces grands industriels coopérants et titulaires des lots de travaux et aussi des réticences que peut engendrer une coopération « obligée » : une situation également mentionnée dans le cas des moteurs de l'A400M, mais dont d'autres exemples montrent que les difficultés qu'elle crée au début ne sont pratiquement jamais

rédhibitoires...

Le client RATP, très impliqué techniquement, a émis une expression de besoin complexe, héritière d'une longue histoire de spécifications techniques s'ajoutant les unes aux autres. Les modifications, pour des raisons souvent économiques, ont trop souvent été négociées par « paquets » au risque de retarder la prise de décision technique — pratique également rencontrée dans les programmes Ariane.

Cependant, interaction technique avec le client, approche fonctionnelle, gestion rigoureuse des interfaces, fonctionnement partiel en plateau intégré avec des rituels de management et de pilotage bien respectés, constituent les principales conditions qui ont permis la réussite de ce projet.

Automatisation de la Ligne 1 RATP

Bien au-delà du développement d'une rame automatique, ce projet inclut sa mise en place sur le réseau, avec des contraintes de continuité de service et d'impact minimal sur les usagers qui ont constitué ses principaux « drivers ». À ce titre, il rappelle les exigences du déploiement d'Iridium Next, vu plus haut.

C'est un projet global, mené directement par la RATP de 2004 à 2012, découpé en six sous-projets principaux, dont le véhicule proprement dit (réalisé par Alstom), le système d'automatisation de l'exploitation (Siemens) et la réalisation des façades de quai, qui s'interposent entre le quai et le train à des fins de sécurité et de régulation des flux de passagers. Cette dernière opération, avec l'adaptation des quais proprement dits, constituait la partie la plus susceptible d'impacter le trafic et l'utilisateur ; or, elle s'est effectuée avec un minimum d'interruptions de service, grâce à l'organisation de chantiers de nuit rigoureusement planifiés. C'est probablement cette performance qui a constitué la « marque de fabrique » la plus remarquable de ce projet, la « première » technique d'une ligne automatisée ayant déjà été défrichée par la nouvelle ligne 14.

S'agissant d'automatisation d'une ligne existante, le volet social était évidemment important. Il a fait lui aussi l'objet d'un véritable « projet au sein du projet », passant par de nombreuses interactions avec le personnel et une soignée conduite du changement, afin d'obtenir une vision partagée et un esprit d'équipe renforcé. La fierté des personnels de vivre une expérience unique a constitué l'un des moteurs de ce projet social.

Du fait de la visibilité de ce projet de transformation et de son lien direct avec le grand public (qui par cet aspect, s'apparente à certains projets à dominante logicielle que nous verrons plus loin), la communication externe en a constitué un élément majeur et évident.

RETOUR D'EXPÉRIENCE POUR LES PROJETS INDUSTRIELS

Ces projets — et bien d'autres qui leur ressemblent mais n'ont pu tous figurer dans cette

sélection — présentent, comme on l'a vu, bien des points communs. Examinons plus en détail quelques-unes des leçons génériques que l'on peut en tirer. D'autres, plus générales, partagées avec les projets de construction et les projets à dominante logicielle, figurent plus loin dans la synthèse de ce rapport. On notera, sans grande surprise, que les projets les plus riches d'enseignement sont ceux qui ont rencontré les plus grandes difficultés... Grâce leur en soit rendue à travers ce colloque !

Innovation technologique

Ces projets font presque tous appel à un haut degré d'innovation technologique, le plus souvent possible, préparée en amont par des programmes de recherche et technologie (R & T) allant jusqu'à des « démonstrateurs ». Le plus souvent également, avec un financement public significatif et même vital, comme dans l'espace et l'aéronautique.

Cette phase de R & T, bien qu'elle existe dans tous les secteurs traités ici, généralement sous forme d'une activité continue partiellement (jamais totalement !) déconnectée des grands projets à venir, a peu été mentionnée dans le colloque, peut-être faute de temps.

Le bien-fondé de démonstrateurs technologiques, bien que de plus en plus établi dans le domaine aéronautique par exemple, fait parfois débat. Car ce terme est ambigu : il peut désigner l'intégration de technologies au niveau d'un équipement-test, mais tout aussi bien un quasi-prototype d'un futur produit totalement intégré. En fait, le débat devient plus clair si on le pose en termes de niveau de maturité technologique (TRL). Il est clair que la démonstration de technologies jusqu'à TRL 6, à savoir la démonstration du système ou du sous-système dans un environnement représentatif, constitue un socle quasi nécessaire au démarrage d'un grand projet dans des conditions robustes. Bien entendu, plus le TRL souhaité est fort, plus son atteinte nécessite une proximité du démonstrateur avec le produit ou l'application envisagés. Ceci posé, il est presque secondaire que ces démonstrateurs soient financés de façon externe au projet ou en soient le prélude contractuel.

Il est à noter que, pour les projets fortement industriels et devant assurer une montée en cadence rapide de la production, la maturité technologique doit s'accompagner d'une attention tout aussi forte à la maturité industrielle, poussant ainsi le rôle de la R & T plus loin dans le cycle de vie.

Malgré ce contenu technologique très élevé et ce degré d'innovation considérable, le tempo de ces projets est loin des développements perpétuels de nouvelles versions de smartphones, des technologies d'Internet (naturellement « disruptives ») et des start-up de toute sorte, qui occupent aujourd'hui le devant de la scène, façonnent la vision politique actuelle de la modernité et ont tendance à confisquer la notion même d'innovation... Ce hiatus est d'importance, car il conduit les décideurs à sous-estimer le rôle moteur que conservent les grands projets industriels dans le progrès technologique

et dans la création de valeur.

Coût de développement

La question du coût à terminaison est omniprésente dans la vie quotidienne du chef de projet. Mais la négociation initiale de celui-ci est cruciale. En particulier, il faut éviter d'imposer, côté maître d'ouvrage, ou de s'engager, côté maître d'œuvre, sur un coût à terminaison déraisonnablement sous-estimé pour des raisons politiques ou commerciales. Cela conduit inmanquablement à des impasses dont le prix, un jour ou l'autre, doit être payé avec, pour résultat, un coût final, tant pour le maître d'ouvrage que pour le maître d'œuvre, supérieur à celui qui aurait été atteint après une négociation raisonnable.

Pour des développements complexes contenant des technologies nouvelles d'un niveau de maturité faible, il est illusoire d'appréhender le coût à terminaison de façon analogue à celui de développements plus classiques. Il est alors nécessaire de prévoir des processus de détermination de plus en plus précis des coûts à mesure de l'accroissement de cette maturité et de l'appréciation des risques.

Modélisation et intuition

Gérer un grand projet veut dire gérer la complexité. La notion de « système » est essentielle et s'est largement développée, bien que ce mot ne recouvre pas toujours la même notion. Les modélisations et la simulation prennent une place de plus en plus grande et de plus en plus efficace. Pour autant, la capacité à embrasser l'ensemble du projet, au sein d'un petit groupe de personnes autour du directeur de projet, ne doit en aucun cas être perdue ni laissée « à l'ordinateur ». Autrement dit, l'intuition reste un facteur de succès... si elle est pertinente. À noter l'importance du facteur d'échelle sur le plan technique et managérial, des solutions ou des routines éprouvées, par exemple à l'échelle de l'A320, se sont avérées non pertinentes à celle de l'A380.

Essais

Dans l'aéronautique et l'espace, les modélisations ne sauraient remplacer les essais, dans l'état actuel de leurs capacités respectives. Or il existe une tendance (encore du *wishful thinking*) à croire l'inverse, d'autant que les essais coûtent cher et que la pression est forte sur les coûts de développement. Construire la logique d'essais nécessaire et suffisante, en tenant compte des capacités de modélisations et de recalage des modèles par les essais, est un aspect essentiel de la conduite d'un grand projet industriel. La virtualisation de certains essais s'avère de plus en plus efficace, en permettant de les effectuer plus tôt et de limiter les risques des essais réels.

PROJETS DE CONSTRUCTION

LES PROJETS PRÉSENTÉS

Les huit projets présentés concernent le domaine de l'énergie (éoliennes offshore en Allemagne, projet gazier Yamal LNG, Laser Mégajoule, centrale EPR OL3) et celui des infrastructures (Ligne TGV SEA, viaduc de Millau, musée des Confluences à Lyon, aéroport de Bahrein).

Champs éoliens offshore

L'exposé sur le développement des champs éoliens offshore en Allemagne présente le plan stratégique ayant conduit à l'installation d'éoliennes en pleine mer durant la dernière décennie pour une puissance cumulée de près de 6 000 MW, incomparablement supérieure à celle installée en France. Un tel développement a nécessité la mise au point de matériels performants bien adaptés à cet environnement, ce qui a permis de diminuer sensiblement les coûts de production et donc le montant des subventions. Il a également été favorisé par la faible profondeur des fonds marins qui règnent même loin des côtes. Il ne s'agit donc pas d'un projet *stricto sensu* et les enseignements à en tirer sont plus du domaine de la politique énergétique que du domaine industriel.

Yamal LNG

Le projet gazier Yamal LNG, mené par Total, porte sur la création d'une usine de liquéfaction de gaz naturel dans le grand nord de la Russie. Ce projet frappe tout autant par sa taille exceptionnelle (27 milliards \$) que par son environnement très défavorable (absence totale d'infrastructures, températures extrêmes durant une partie de l'année). Il fallut d'abord construire un port et un aéroport pour accéder au site. Pour réduire les travaux sur place l'usine fut construite par assemblage d'un grand nombre de modules préfabriqués sur des sites lointains et acheminés par voie maritime. L'instabilité du pergélisol (permafrost) conduisit à fonder l'ensemble des installations sur un très grand nombre de pieux tout en assurant le gel permanent du sol par un système de réfrigération. La sélection et la coordination des nombreuses entreprises impliquées, la diversité des techniques

nécessaires et le volume énorme de la main d'œuvre (30 000 personnes sur le site) ont été efficacement gérés par une maîtrise d'œuvre très performante, entièrement dédiée au respect du délai : 4,5 ans de construction conformément aux objectifs.

Laser Mégajoule

Le projet Laser Mégajoule est destiné à amorcer une réaction de fusion thermonucléaire au sein d'une capsule millimétrique par la concentration d'énergie en provenance d'un grand nombre de faisceaux lasers convergents. Il se caractérise principalement par la complexité des matériels de haute technologie de domaines très variés (laser, optique, mécanique, électronique) et par l'extrême précision requise pour tous ces composants ainsi que pour la structure les abritant. La conception de l'ensemble, puis la coordination du grand nombre d'entreprises et fournisseurs intervenant sur le site et le contrôle du respect des spécifications très sévères ont été assurés par une équipe intégrée maîtrise d'ouvrage — maîtrise d'œuvre du CEA. Ceci a permis des circuits de décision très courts. Ce projet a toutefois souffert de son caractère particulièrement innovant : sa conception et sa réalisation s'échelonnèrent sur plus de quinze ans au cours desquels son coût augmenta de façon considérable.

EPR OL3

Le contrat pour la réalisation du projet EPR OL3 en Finlande, portant sur la réalisation d'un nouveau type de réacteur nucléaire, fut signé en décembre 2003 avec une mise en service prévue pour mai 2009. Celle-ci est désormais prévue pour janvier 2020. Cet important retard, accompagné de dérives significatives des coûts, a nécessairement de multiples causes dont on ne mentionnera que les principales.

La négociation du contrat a été menée très rapidement, dans un contexte concurrentiel. Areva tenait à remporter l'offre pour se constituer une référence alors que les perspectives du développement de l'énergie nucléaire dans le monde étaient prometteuses. Les objectifs de délai et de coût étaient très ambitieux (pour ne pas dire irréalistes) pour un tel projet, après de longues années d'inactivité en ce domaine.

Le concept général était bien établi, mais les études de réalisation menées en cours de chantier mirent en lumière des difficultés provenant en particulier de la conception très compacte du projet qui eut une incidence notable sur la construction du génie civil. Par ailleurs, l'industrie européenne n'avait pas été sollicitée depuis longtemps pour fournir de grands composants de qualité nucléaire et leur livraison créa également des retards.

Les règles de sûreté finlandaises correspondaient aux standards internationaux, mais comportaient des spécificités pouvant donner lieu à interprétation. Alors qu'Areva pensait que le modèle présenté satisferait aisément aux règles, de nombreuses modifications se sont progressivement révélées nécessaires, retardant les études et la réalisation.

Les glissements du projet en termes de planning et de budget ont été sous-estimés

tout au long du projet, ce qui n'a pas contribué à une bonne mobilisation des équipes et des partenaires. Par ailleurs, toutes ces difficultés ont altéré la qualité des relations entre Areva et le maître d'ouvrage. Celui-ci, sur la base du contrat « clé en main », fit preuve d'une certaine passivité, ce qui ne favorisa pas le bon déroulement du projet.

Au total, un contrat négocié hâtivement sur une conception insuffisamment définie et avec une appréciation des risques optimiste, des spécificités de la sûreté finlandaise mal appréciées, une relation client-fournisseur difficile : tels furent les ingrédients qui rendirent problématique la réalisation de ce grand projet.

Le réacteur 3 de Flamanville est également du type EPR. Commencé près de trois ans après le réacteur OL3, sa durée de construction devrait être similaire sans réel bénéfice du retour d'expérience. Le schéma contractuel est en apparence très différent : clé en main pour OL3 ; maîtrise d'œuvre EDF avec un lotissement en nombreux lots pour OL3. Mais, en réalité, les rôles d'Areva et EDF sur ces deux projets ont été très semblables, étant responsables respectivement en Finlande et en France de la conception d'ensemble, et de la conduite du projet.

Le projet FL3 a fait l'objet d'un audit approfondi dont les conclusions ont été rendues publiques en octobre 2019 (Rapport au président-directeur général d'EDF - La construction de l'EPR de Flamanville - Jean-Martin Folz - octobre 2019). Il souligne et détaille à propos de FL3 certaines défaillances qui ont affecté les deux projets : une gouvernance de projet inappropriée, une organisation complexe des ressources d'ingénierie, des études insuffisamment avancées au lancement, un contexte réglementaire mal connu (OL3) ou en évolution constante (FL3), des relations insatisfaisantes avec les entreprises, une perte de compétences généralisée.

Si, bien sûr, chacun de ces deux projets a connu des difficultés particulières — conception du contrôle-commande pour OL3, qualité de certaines fabrications pour FL3 — les causes profondes des difficultés et dérapages sont similaires. Dans le même temps, la réalisation de deux réacteurs EPR en Chine sous la conduite d'un maître d'ouvrage très structuré et dans un environnement ayant acquis une compétence nucléaire remarquable s'est bien déroulée. Leur démarrage s'est passé sans difficultés et ils fonctionnent actuellement avec une excellente disponibilité...

Ligne à grande vitesse Sud-Europe Atlantique (LGV SEA)

Ce projet de grande ampleur (8 milliards d'euros), portant sur la réalisation de la ligne à grande vitesse Tours-Bordeaux, a été conduit dans le cadre d'une concession (schéma contractuel défini plus loin). C'est la première application du principe de concession dans le domaine ferroviaire depuis plus d'un siècle. Ce point constitue l'originalité du projet et sa difficulté principale, essentiellement pour le respect des exigences de sécurité qui doit être démontré avant toute mise en service, alors que les spécifications de sécurité, procédant de deux référentiels peu compatibles, étaient mal définies. Sur les lignes à

grande vitesse précédemment réalisées cette exigence ne se posait pas en ces termes car maîtrise d'ouvrage, maîtrise d'œuvre et exploitation étaient assurées par les entités publiques ferroviaires, SNCF et RFF. L'autre difficulté du projet résidait dans l'ampleur des concertations à entreprendre, des contraintes environnementales à définir et des terrains à acquérir sur un tracé de 300 km (procédures qui sont en général du ressort de la puissance publique) sans pour autant donner lieu à un quelconque allongement du délai de réalisation, par ailleurs très tendu. Délai et coût furent tenus grâce à une grosse équipe intégrée de l'entrepreneur intervenant en amont, pour la réalisation en parallèle des études et des procédures publiques.

Viaduc de Millau

Ce projet d'une ampleur plus modeste (400 millions €) fut également entrepris dans le cadre d'une concession, mais dans un cadre plus simple car les diverses procédures publiques avaient déjà été réalisées. Le problème principal de ce projet était d'ordre technique en raison de son caractère innovant. La puissance publique avait fixé la conception d'ensemble (nombre de travées, forme des pylônes et du tablier) mais laissait à l'entrepreneur le choix des matériaux et de la méthode de construction. Le problème principal de ce projet résidait dans l'accès difficile au site et dans la fréquence des vents violents. L'entreprise se libéra de ces contraintes en choisissant un tablier entièrement métallique préfabriqué sur les rives et une méthode de montage originale permettant de limiter l'influence du vent sur le processus de construction. Ce choix lui permit une réalisation rapide grâce à une équipe étude-construction intégrée, dans le respect du délai et du coût.

Musée des Confluences

Le projet du musée des Confluences à Lyon, bâtiment présentant une architecture originale, dite « déstructurée », mouvement architectural dont Frank Gehry est l'un des acteurs majeurs, fit l'objet d'un premier appel d'offres dans le cadre réglementaire d'une procédure de dialogue compétitif. Celle-ci consiste à demander aux entrepreneurs candidats de proposer, sous forme d'un dialogue avec le maître d'œuvre, des solutions techniques permettant de réaliser l'ouvrage défini par un simple avant-projet. Procédure longue qui nécessita deux ans.

À l'issue de cette procédure un entrepreneur fut choisi avec un contrat signé en 2005. Trois ans plus tard l'entreprise se retira du fait de l'impossibilité à trouver une assurance décennale sur le marché après l'accident du terminal 2E de Roissy, mais aussi de son incapacité à maîtriser les difficultés techniques de ce projet complexe. Une étude détaillée du projet fut alors réalisée par le maître d'œuvre et sur cette base un nouvel appel d'offres fut lancé avec une procédure classique. Un contrat fut signé en 2010 avec un nouvel entrepreneur ayant la compétence requise. Celui-ci acheva les travaux en 2014. Cette

procédure inadéquate conduisit ainsi à un retard de plus de quatre ans et à un dérapage très significatif des coûts.

Extension de l'aéroport de Bahrein

Le dernier projet de ce chapitre concerne l'extension de l'aéroport de Bahrein. Il s'agit du processus ayant permis de faire émerger une proposition d'extension en repensant le schéma initial envisagé par le maître d'ouvrage qui envisageait une première étape limitée, d'une réalisation difficile, puis un projet d'extension à moyen terme. Le processus proposé par ADP consista à inverser le schéma : regarder le projet à moyen terme et proposer à partir de celui-ci une meilleure solution pour la première étape.

RETOUR D'EXPÉRIENCE POUR LES PROJETS DE CONSTRUCTION

Schéma contractuel

La plupart des projets présentés ci-dessus se sont déroulés dans le schéma contractuel classique du domaine de la construction, celui avec maîtrise d'ouvrage publique ou semi-publique, avec ou sans maîtrise d'œuvre suivant la nature des contrats, celle-ci étant absente ou très réduite si le contrat porte sur une conception-construction.

Contrairement aux projets industriels et à dominante logicielle, la définition claire du programme fonctionnel ne constitue pas en général un enjeu majeur : soit parce qu'il s'exprime simplement (comme pour la ligne TGV ou le viaduc de Millau), soit parce qu'il fait l'objet d'une étude préalable de la part du maître d'ouvrage (comme pour le Laser Mégajoule ou le musée des Confluences après la résiliation du premier contrat). De plus, des spécifications contractuelles insuffisamment précises ou contradictoires peuvent poser problème, comme mentionné pour la ligne TGV ou l'EPR OL3. Dans cette configuration, il peut être nécessaire d'aller jusqu'à la réécriture de spécifications dédiées au projet. Par ailleurs, le projet du musée des Confluences met bien en lumière les difficultés à maîtriser une procédure de dialogue compétitif sur un projet complexe et insuffisamment défini.

Un schéma contractuel particulier mérite une mention spéciale, celui de la concession, dans lequel ont été réalisés la ligne à grande vitesse SEA et le viaduc de Millau. Dans ce schéma, la puissance publique (le « concédant ») délègue au secteur privé (le « concessionnaire ») le financement, la conception et la construction d'une infrastructure d'intérêt public puis son exploitation pendant une certaine période, à l'issue de laquelle le concessionnaire remet gratuitement l'infrastructure au concédant. Le principe de la concession a été largement appliqué dans le monde entier au cours du XIX^e siècle pour la

réalisation des réseaux ferrés et des canaux puis est tombé en désuétude au moment du développement des réseaux routiers. La France le remit à l'ordre du jour dans les années soixante-dix pour la réalisation de son réseau autoroutier.

Les deux exemples présentés illustrent bien l'intérêt de la concession pour la réalisation de projets sans dérive de coût ni de délai. Un tel schéma assure en effet à l'entreprise une certaine liberté lui permettant l'optimisation du projet en termes de conception et de construction. Mais, en parallèle, il la responsabilise par les contraintes des prêts financiers qui rendent difficile toute rallonge et imposent de lourdes pénalités en cas de retard. Il convient néanmoins d'être conscient des limites de ce schéma : il est efficace sous réserve qu'il n'y ait pas de conflit d'intérêts au sein même de la concession. Le cas d'Eurotunnel, où s'opposaient les intérêts des constructeurs et ceux de la société concessionnaire, dans laquelle les constructeurs n'avaient aucune participation significative, ne s'est pas révélé très concluant. Dans les deux cas présentés lors du colloque, ce conflit d'intérêts n'existait pas car les mêmes entreprises (Vinci pour la ligne SEA, Eiffage pour le viaduc de Millau) étaient présentes à la fois dans la société concessionnaire et dans la société de construction. Une autre limitation pour l'application du schéma de concession concerne la nature du projet : un projet très innovant ou très incertain n'est pas réalisable en concession car les risques sont trop importants pour pouvoir être estimés puis contrôlés. Un exemple célèbre de cette règle est donné par le canal de Panama, qui fut entrepris dans le cadre d'une concession, avec les difficultés que l'on sait, puis achevé, après la faillite de la société concessionnaire, sur le budget fédéral américain dans le cadre de marchés de travaux classiques.

Maîtrise des risques

Un grand projet dans le domaine de la construction est en général un objet unique, tant les conditions du site, la fonctionnalité, le parti technique ou architectural sont variables d'un projet à l'autre. Tout n'est évidemment pas à créer pour un tel projet, mais tout doit être repensé à partir d'éléments existants ou à imaginer. Un tel projet se caractérise donc par son caractère de prototype et doit donc être géré comme tel, particulièrement si le projet se déroule à l'étranger car s'ajoutent alors les aléas relatifs à un environnement moins connu dans les domaines réglementaire, économique, social ou même climatique.

Les projets publics sont attribués au travers d'une procédure d'appel d'offres. Le court délai imparti à cette procédure ainsi que la limitation des dépenses à ce stade encore incertain ne permettent aux entreprises candidates de réaliser une étude approfondie

ni de la solution technique ni des coûts y afférents. La combinaison de ces deux facteurs essentiels — caractère de prototype et attribution par appel d'offres — crée pour l'entreprise, et donc pour le projet lui-même, un risque important de surcoûts et retards.

Pour un grand projet, au stade de l'appel d'offres, la réalisation de l'étude technique assortie de la détermination du coût-délai est souvent un processus complexe, avec forcément des impasses, mais qui doit obligatoirement comporter une analyse objective des risques : détermination des parties déjà maîtrisées, des parties innovantes, de la probabilité de réalisation de ces dernières conformément aux prévisions, de leurs impacts potentiels sur le projet en cas de dérive, des mesures possibles de correction. Attention à la transposition d'éléments techniques d'un domaine à un autre, en particulier aux effets d'échelle, ainsi qu'à la compétence des équipes et à leur capacité à gérer des domaines qui ne leur sont pas familiers ! Attention également à l'état d'esprit créé par une forte volonté de gagner le projet : l'analyse des risques peut alors être biaisée par un optimisme, souvent inconscient, tendant à sous-estimer les difficultés pour maximiser les chances de succès. La découverte de la réalité en cours de réalisation n'en est que plus cruelle car les mesures de sauvegarde n'ont alors pas été anticipées.

L'analyse doit également porter sur le risque lié au contexte du pays si le projet se déroule à l'étranger : normes techniques en vigueur, lois sociales, capacité de trouver la main d'œuvre nécessaire. S'exporter dans un pays mal connu sans des partenaires locaux solides est une aventure très risquée.

L'état de maturité technique du projet doit être examiné avec soin, du fait de sa nature de prototype : si sa réalisation se lance alors que demeurent des problèmes techniques importants non résolus, les risques de dérapage en termes de délai et de coûts peuvent rapidement devenir prépondérants. Pour la réalisation d'un ouvrage unique, les impasses techniques ne pardonnent pas. Cela ne veut pas dire que le recours à l'innovation soit proscrit : de nombreux projets en ce domaine y ont recours, souvent avec bonheur. Mais cette innovation est en général basée sur une combinaison originale de techniques, de procédés ou de matériaux existants au moins sous une forme voisine, et doit avoir fait l'objet d'études préalables à toute réalisation.

Durant la réalisation du projet, l'analyse des risques doit se poursuivre en parallèle avec le suivi du planning et doit porter une attention particulière aux parties innovantes et à la gestion des interfaces entre les différents intervenants, afin de détecter rapidement les dérives naissantes et y apporter les corrections nécessaires. Ceci nécessite en particulier des contrôles réguliers des composants afin d'intervenir avant qu'il ne soit trop tard. Par ailleurs la nécessaire maîtrise des coûts peut pousser à réaliser des économies sur les moyens mis en œuvre ; une telle attitude, *a priori* légitime, peut néanmoins avoir des effets pervers en privilégiant les économies visibles au détriment de l'économie générale du projet. Toute décision de ce genre doit se baser sur une analyse objective coûts-bénéfices, qui pourra montrer par exemple que des moyens de réalisation

paraissant a priori coûteux pour une opération particulière apportent un bénéfice plus général en termes de délai et de réduction des risques. Principe qui peut se résumer par « efficacité avant coût ».

PROJETS À DOMINANTE LOGICIELLE

LES PROJETS PRÉSENTÉS

Ce domaine a fait l'objet de quatre interventions. Deux portaient sur des projets aujourd'hui opérationnels et qui concernent plusieurs millions d'utilisateurs grand public (compteur électrique Linky, déclaration de revenus). La troisième, qui présentait le programme 4Flight de la navigation aérienne, concerne le domaine aéronautique avec des opérateurs spécialistes et des contraintes spécifiques. La quatrième intervention était un retour d'expérience sur de nombreux projets logiciels dont les éléments sont intégrés dans le paragraphe ci-après sur le retour d'expérience pour ce type de projet.

Développement du compteur Linky

Ce programme porte sur l'installation du compteur électrique communicant Linky et du système associé : réseau de communication, stockage et distribution des données recueillies par l'opérateur de réseau vers les clients et les fournisseurs. C'est donc non seulement un projet logiciel, mais un projet de déploiement de plusieurs dizaines de millions d'objets techniques et surtout de changement pour les consommateurs et les acteurs du système électrique.

Le déploiement avait été précédé par un programme expérimental pour quelques départements et 300 000 compteurs afin de mettre au point les spécifications sous maîtrise d'œuvre d'un industriel pour 150 millions d'euros.

Compte tenu des difficultés rencontrées dans cette première phase, le projet fut repris par les équipes d'Enedis. Il se déroule sur six ans de 2015 à 2021 pour un coût de 4,5 milliards d'euros, et porte sur 10 000 emplois, la part système d'information étant de l'ordre de 15 %. Les résultats sont là : fin 2018, 15 millions de compteurs sont installés, et 30 000 nouveaux le sont chaque jour. Les performances sont bonnes avec plus de 99 % de succès des téléopérations, 99 % de taux de collecte journalière et 1,2 milliard de données recueillies par jour.

Face aux enjeux sociétaux et aux multiples risques identifiés, les facteurs de succès résident dans la mise en place d'une gouvernance adaptée, dans le développement d'un système robuste et évolutif, dans l'adhésion des parties prenantes par une communication

adaptée et la préparation au changement des métiers, dans des relations partenariales avec les fournisseurs, dans la standardisation internationale. En particulier, il est essentiel qu'un responsable unique maîtrise l'ensemble des aspects humains, sociaux, financiers et techniques avec la confiance de la direction de l'entreprise.

Un facteur clé de réussite de ce grand projet fut également de défendre et préserver son capital confiance. Face à des oppositions nombreuses venant de groupes de défense et d'intérêts divers mettant en cause le projet sur l'aspect santé, protection des données personnelles ou cyber risques, il a fallu établir la confiance par un travail de terrain au quotidien, auprès des élus, des citoyens, des associations et des médias pour diminuer la perception d'un projet « national », en valorisant son aspect local et en cherchant des alliés.

Programme Copernic

Le programme Copernic du ministère des finances a été lancé en 2001 avec un budget de 1 milliard d'euros sur neuf ans. Ce programme, orienté vers l'utilisateur contribuable, devait d'abord permettre d'établir la télédéclaration de l'impôt sur le revenu, puis de passer d'un ensemble d'applications indépendantes à un ensemble de services basé sur des référentiels de données validées et partagées. Il concerne 38 millions de foyers fiscaux, 28 millions de biens immobiliers et 3,9 millions d'entreprises.

La création de référentiels permet une mise à jour unique et le partage de données en s'assurant de leur qualité. Les référentiels sont entre autres : le référentiel des personnes physiques et morales (PERS), le référentiel des informations complémentaires (mèl, téléphone) (SINF), le référentiel des comptes bancaires (Ref-CB), et le référentiel des occurrences fiscales (OFCI).

L'ouverture des données avec l'accord de l'utilisateur pour l'utilisation pour d'autres services permet d'éviter la transmission de ces informations sous forme papier ainsi que les saisies multiples.

Ce programme a été supporté par une volonté politique continue et, au départ, il s'est appuyé sur les systèmes d'information existants, sans refonte totale. Le cheminement a donc été progressif, ce qui a été une raison de son succès. Ce programme de transformation vers le numérique des finances publiques a permis la fusion de la DGI et de la DGCP en créant la DGFIP. Le retour des contribuables est largement positif.

Comme Linky, ce type de projet a fait l'objet d'une attention particulière des autorités publiques (Sénat, Cour des comptes...)

Modernisation des systèmes de contrôle aérien

Le programme 4flight mené par la DSNA (Direction des services de la navigation aérienne) consiste à renouveler les systèmes d'information de gestion de la circulation aérienne

pour les cinq centres en-route de la navigation aérienne française.

Le système opérationnel actuel a été conçu il y a quarante ans et, malgré de nombreuses évolutions, a subi une certaine obsolescence technique et opérationnelle. Les développements et la maintenance sont assurés au travers de contrats avec des entreprises de services du numérique (SSII), la DSNA assurant l'architecture système et l'intégration.

Les principaux changements portent sur le traitement des plans de vols (Coflight) et une nouvelle interface homme-machine, sur une nouvelle position de contrôle permettant de s'affranchir du strip papier (bande de papier sur laquelle sont marquées toutes les informations relatives à un vol). Il accueille les nouvelles fonctionnalités telles que les liaisons de données air-sol, les outils de détection de conflit, de gestion des trajectoires et les échanges intersystèmes. Il doit se conformer aux exigences européennes et supporter les évolutions en cours de définition dans le programme européen de R & T SESAR.

Le contrôle de la circulation aérienne (ATC) a des spécificités particulières. Le système fonctionne en temps réel, 24 heures / 365 jours par an ; il ne peut être interrompu lors des mises en service opérationnel (MESO) ; il est connecté à de nombreux systèmes (centres voisins, radars...) ; il a des exigences de sûreté de fonctionnement élevées et des contraintes de cybersécurité. Pour la DSNA le changement est important : cinq centres et 1 500 contrôleurs. L'impact sur le trafic durant les phases de transformation et d'appropriation suite à la MESO doit être minimisé, ce qui impose de les réaliser aux périodes de moindre trafic.

Le développement a débuté en 2011. Il fait l'objet d'un contrat-cadre de longue durée avec l'industriel Thales qui assure le développement des nouvelles fonctionnalités et l'intégration du système, en particulier des composants existants fournis par la DSNA et l'industriel. Ce modèle de développement avec un industriel intégrateur est nouveau pour la DSNA.

La mise en service opérationnel était prévue vers 2018. Après le développement et le déploiement de plusieurs incréments techniques et opérationnels, de nombreuses expérimentations sont menées dans les centres. Les MESO pour les centres de Reims et d'Aix-en-Provence sont maintenant prévues pour l'hiver 2021-2022.

Afin d'assurer très tôt la maîtrise des risques, des équipes intégrées opérationnelles et techniques de la DSNA et industrielles de Thales ont été constituées pour assurer l'adéquation du système aux vrais besoins ; une stratégie incrémentale de développement a été mise en place avec réutilisation de composants existants et déploiement dans deux centres pilotes. Les étapes identifiées sont maintenant basées sur des durées plus réalistes, ce qui n'était pas le cas lors du lancement du programme en 2011.

Certaines contraintes avaient été sous-estimées au départ : les niveaux élevés de sûreté de fonctionnement logiciel, de nouvelles exigences sécurité des systèmes d'information (SSI - LPM 2016). Il a fallu faire évoluer la gestion des modes dégradés.

La gestion des ressources humaines sur la longue durée d'un tel projet a dû faire l'objet d'une attention particulière.

RETOUR D'EXPÉRIENCE POUR LES PROJETS À DOMINANTE LOGICIELLE

De l'analyse des trois interventions sur des projets spécifiques et de celle sur le retour d'expérience on peut retenir quelques leçons. Les grands projets à dominante logicielle ont des caractéristiques spécifiques : ils ne sont jamais uniquement techniques, mais portent aussi sur la transformation de l'organisation de l'entreprise et des méthodes de travail, sur des modifications des relations avec les clients et partenaires, dans un contexte d'évolution technologique rapide.

Aujourd'hui, ils sont souvent développés pour remplacer ou compléter des systèmes existants et non à partir d'une « feuille blanche », ce qui les rend encore plus complexes. En effet, contrairement à ce que l'on pense, les grands systèmes informatiques sont presque éternels à l'échelle de la vie humaine : ils ont une durée de vie qui dépasse facilement quarante ans, comme un avion. Les modifications successives, les changements de matériels, les ajouts fonctionnels, les modifications de versions logicielles les rendent souvent complexes, avec des échanges internes multiples. Certaines parties peuvent en devenir difficiles à maintenir, non seulement pour des raisons d'obsolescence technique ou de fournisseurs qui ont disparu, mais aussi parce qu'elles sont plus ou moins bien documentées et que leurs auteurs sont partis à la retraite ! La maîtrise des interfaces externes ou entre sous-systèmes est essentielle, faute de quoi les évolutions ou le remplacement du système peuvent être très difficiles à conduire et nécessiter une séparation en sous-systèmes comme préalable au projet.

Face à cette longue durée de vie des systèmes, comment peut-on passer d'un système de technologies anciennes vers de nouvelles architectures et traiter l'obsolescence des systèmes d'information ? Quand arrête-t-on de rapiécer et doit-on reconstruire le système ? L'évolution est préférable au développement d'un nouveau système, mais face aux obsolescences techniques, il est indispensable de définir une stratégie d'évolution technologique.

Comment décider et agir ?

Pour la gestion des projets, il convient de mettre en place une gouvernance forte au niveau de la direction générale pour porter une vision, fixer et maintenir les objectifs. Il lui revient

de mettre en place une organisation et des modes de fonctionnement qui permettent d'explicitier les divergences et les conflits susceptibles de se développer (un projet n'est jamais un long fleuve tranquille !) et surtout de les traiter pour limiter les dérapages et éviter un échec.

Cette organisation, pour que sa gouvernance soit apte à lever les incertitudes et faire réussir le projet par des décisions claires et explicites, doit s'astreindre à effectuer périodiquement une analyse des risques techniques, organisationnels, humains, contractuels qui soit discutée et analysée pour assurer les parades. Ceci suppose une équipe d'analyse des risques correctement positionnée, avec le bon niveau d'indépendance.

Il revient aussi à la direction générale de choisir judicieusement le chef de projet et lui donner les pouvoirs nécessaires : le profil d'un chef de projet n'est pas le même que celui d'une entité opérationnelle. C'est évidemment un choix essentiel. En particulier, les qualités techniques, mais aussi humaines et relationnelles sont essentielles : nombre de projets sont en difficulté en raison des frictions entre la structure du projet et les structures permanentes assurant la maintenance et le fonctionnement opérationnel.

Que ce soit pour une évolution ou un système « neuf », l'expression du besoin est par nature complexe, souvent imprécise, délicate à obtenir et évolutive au cours du projet. Il faut en tenir compte dans la forme des contrats, le mode de développement et le planning ; cela passe si possible par des développements incrémentaux. Les méthodes dites « agiles » peuvent y aider. Surtout, les utilisateurs doivent participer au projet dès le début, lors de l'expression des besoins, car ils devront s'appropriier le système avec ses fonctions et ses interfaces. C'est d'autant plus important qu'ils sont légitimement exigeants, et que, par leur diversité, leur questionnement, ils peuvent être une aide précieuse pour préciser les fonctionnalités, les priorités, les points qui ont pu être oubliés ou négligés. Au cours du projet l'intégration des équipes opérationnelles, techniques et industrielles et leur motivation vers l'objectif de mise en service sont un facteur clé de succès.

Confiance et transparence entre les partenaires et les sous-traitants vont de pair pour partager et prendre en compte les difficultés. Les contrats au forfait sont difficiles car les besoins ne sont jamais complètement définis au départ. La relation maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre ne peut être que celle d'un partenariat incluant toutes les parties prenantes, de la direction de l'entreprise à l'utilisateur final et aux fournisseurs.

Le planning doit être défini pour tenir compte des temps nécessaires à la définition des besoins opérationnels et techniques, au développement, à la validation, à la formation et à l'appropriation. Les durées doivent être réalistes et tenir compte des exigences de sécurité et de sûreté de fonctionnement. Or l'expérience montre que nombre d'acteurs et de facteurs poussent à aller vite, toujours avec de « bonnes » raisons : il y a une urgence client, l'ancien système n'est plus maintenable, il faut limiter les sur-qualités, il faut respecter le budget, il est inutile de prendre en compte tel ou tel risque, etc. Lorsque

la pression sur les délais est trop forte, elle aboutit généralement au résultat inverse à celui recherché : la mise au point au niveau de qualité requise devient interminable, le budget explose, les fonctionnalités abandonnées rendent les utilisateurs mécontents, au pire le projet n'aboutit pas.

Dans le cas du remplacement d'un système où il faut assurer une continuité de service, il est nécessaire de préserver les interfaces avec d'autres systèmes et cela pour des durées qui peuvent être longues. La durée du projet conduit à des activités et donc des coûts de maintien en conditions opérationnelles des systèmes existants qui sont d'autant plus élevés que la transition est longue.

Cinquante années de projets logiciels et de nombreux échecs ont permis de développer des méthodes pour les gérer avec leurs spécificités. Il convient de les enseigner aux futurs chefs de projet dans les écoles d'ingénieurs ou de management, mais aussi aux cadres dirigeants.

Les causes d'échec des projets logiciels sont connues, les facteurs de succès également, les livres regorgent de méthodes pour réussir un projet et pourtant elles ne sont pas appliquées : résultat, un tiers des projets aboutit avec le coût, le délai et le contenu initialement prévus, un tiers aboutit, mais avec des surcoûts, du retard et/ou une réduction du contenu et un tiers n'aboutit jamais. Le facteur clé d'échec comme de succès réside dans le choix et l'action des hommes, comme partout !

SYNTHÈSE

DÉFINITION ET CARACTÉRISTIQUES DES GRANDS PROJETS

Qu'appelle-t-on « grands projets » ? Ceux-ci se caractérisent tout d'abord par leur ampleur financière qui dépend toutefois du domaine concerné : plusieurs centaines de millions d'euros pour les projets à dominante logicielle jusqu'à plusieurs milliards pour les projets industriels ou de construction. Ils sont en général menés par de grands acteurs industriels et/ou publics. Ils se développent sur plusieurs années, bien souvent plus de quatre ans, et leurs produits ont une durée de vie s'étendant sur des décennies. Ils présentent en général un aspect novateur prononcé dans le domaine technique et/ou fonctionnel et nécessitent souvent des équipes importantes et un grand nombre d'intervenants.

L'ensemble de ces facteurs, coût important, caractère novateur, complexité organisationnelle, fait peser sur ces projets un risque significatif d'échec. Il existe ainsi de nombreux exemples de grands projets à dominante logicielle abandonnés en cours d'élaboration : programme Louvois pour la solde des militaires, programme ONP pour la paie des fonctionnaires mais également dans le domaine privé logiciels de gestion intégrée dits ERP. À l'inverse, les grands projets industriels et de construction, même s'ils traversent de graves difficultés en termes de délais et de coût, sont presque toujours menés à leur terme, la seule exception notable concernant certaines centrales nucléaires aux USA qui ont été abandonnées en cours de construction. Pour tous ces projets, le critère principal de réussite dépend du projet concerné : par exemple il est clair que le respect du délai présente une importance capitale pour un projet d'exploitation gazière, du fait de l'importance des recettes d'exploitation, alors que pour un projet de transport public, le critère essentiel est plutôt le respect du coût. Il appartient à chaque maître d'ouvrage de définir la hiérarchie des critères de réussite pour chacun de ses projets et d'en tirer les conséquences pour ses décisions durant le déroulement du projet, étant entendu qu'il est rare qu'un projet satisfasse parfaitement à tous les critères de réussite posés au départ.

L'importance que prend un grand projet dans l'entreprise est extrêmement variable et son impact, positif ou négatif, peut être faible à crucial. Cela dépend bien sûr de sa taille financière par rapport à celle de l'entreprise, mais aussi de sa nature et de sa place dans la stratégie de celle-ci : le projet concerné constitue-t-il un élément majeur pour le devenir de

l'entreprise ? Deux exemples contrastés peuvent illustrer ce point : alors que l'EPR OL3 et la LGV SEA présentent des coûts finaux comparables, le premier de ces projets présentait un enjeu capital pour l'avenir d'Areva tandis que le second, même dans l'hypothèse où il aurait connu de graves difficultés, ne pouvait pas mettre en péril la survie de Vinci. Certains de ces grands projets peuvent par ailleurs être conçus comme levier de transformation de l'entreprise : c'est très souvent le cas, par nature, des projets à dominante logicielle, mais il n'est pas rare que des projets industriels jouent également ce rôle, comme nous l'avons vu pour l'A380.

PARTIES PRENANTES

Les projets présentés se caractérisent par une grande variété de schémas contractuels et donc de parties prenantes, étant entendu que dans tout projet il existe de fait trois fonctions : la maîtrise d'ouvrage, la maîtrise d'œuvre et l'entreprise ou les entreprises de réalisation. Les entités en charge de ces trois fonctions peuvent beaucoup varier d'un projet à l'autre suivant la nature du domaine concerné et de la maîtrise d'ouvrage. Celle-ci peut être :

- **publique ou semi-publique** comme dans le domaine spatial ou militaire (A 400M), dans le transport public (MF 2000, Ligne 1), dans la production d'énergie (EPR OL3, Laser Mégajoule), dans les équipements publics (Musée des Confluences, aéroport de Bahreïn), pour les projets de nouveaux logiciels (Linky, Copernic, contrôle aérien). La dévolution des travaux se fait en général par procédure d'appel d'offres. Cette catégorie comprend la majorité des projets présentés. Maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre peuvent être assurées par deux entités distinctes (Musée des Confluences, MF 2000) ou par la même entité publique (Laser Mégajoule et les projets de nouveaux logiciels). La maîtrise d'œuvre peut également être en partie déléguée à l'entreprise au travers d'un marché de conception-construction (EPR OL3). Ces projets peuvent parfois faire l'objet de contraintes politiques, dont la gestion constitue un élément important dans la conduite du projet ;
- **publique mais au travers d'une concession**, selon la définition donnée plus haut, pour certaines infrastructures (LGV SEA, viaduc de Millau). Dans ce cas maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre sont, de fait, déléguées au secteur privé alors qu'il s'agit d'infrastructures publiques, la puissance publique ne gardant qu'un contrôle léger pour suivre le déroulement du projet et veiller au respect des normes ;
- **privée** comme pour les satellites de télécommunication (Iridium) et les installations industrielles (Yamal LNG). Dans ce cas, la maîtrise d'œuvre est en général assurée par des entités extérieures et les travaux font l'objet d'appels d'offres avec plus de flexibilité que pour les marchés publics, ce qui permet des choix plus pertinents ;
- **privée avec intégration totale** comme pour les projets automobiles (plate-forme EMP3)

et les projets d'avions commerciaux (A380 et A350). Il s'agit de projets entièrement définis, menés et réalisés par un acteur industriel, par exemple en vue de commercialiser un nouveau produit. La notion de maîtrise d'ouvrage ou de maîtrise d'œuvre est alors implicite, même si l'on peut dire que la direction générale exerce de fait la fonction de maîtrise d'ouvrage et le directeur du projet celle de maîtrise d'œuvre. Les futurs clients potentiels, par exemple les compagnies aériennes, peuvent exprimer des besoins, mais il appartient à l'avionneur de les synthétiser et de décider, agissant bien ainsi en tant que maître d'ouvrage.

DÉFINITION DU PROJET ET SPÉCIFICATIONS

Une définition claire et précise du projet et l'établissement des spécifications dès son démarrage apparaissent comme une condition *sine qua non* de sa réussite. L'entité qui prend en charge cette responsabilité dépend de la nature du projet.

Pour les projets de construction, la consistance du projet est bien souvent établie par le maître d'œuvre lors des études préalables (Laser Mégajoule, Musée des Confluences après résiliation du premier marché, Yamal LNG) ou éventuellement déléguée à l'entreprise sur la base d'un programme fonctionnel simple (LGV SEA, viaduc de Millau, EPR OL3). Les principales difficultés peuvent se rencontrer dans des spécifications insuffisamment précises comme l'illustrent bien les problèmes de l'EPR concernant les règles de sûreté.

Pour les projets industriels ou à dominante logicielle, la définition des besoins par les entreprises ou le maître d'œuvre constitue un enjeu majeur. Bien souvent on ne pourra pas éviter que cette définition évolue en cours de route, ne serait-ce qu'à la suite de difficultés de développement ou d'une évolution du marché ; il est essentiel que ces évolutions demeurent limitées et ne soient jamais le reflet d'un manque de réflexion au départ. De ce point de vue les difficultés de mise au point de l'A400M sont très éclairantes. Par opposition l'abandon de la première version de l'A350 qui n'a pas été reconnue par le marché s'est avéré, malgré les coûts induits, être la bonne décision.

Pour éviter les conflits entre les partenaires, les modifications au contrat des spécifications, ou de délais agréés par les parties, doivent faire l'objet d'un suivi immédiat, précis et chiffré, placées dans un registre « *Change order register* ».

Gestion des délais

La tenue des délais est évidemment une préoccupation de base, car elle est étroitement liée au coût à terminaison et aux recettes d'exploitation pour certains projets. Dans les projets industriels, la négociation avec le client de la date d'entrée en service ou de livraison et l'établissement d'un planning optimal sont un point essentiel et délicat des conditions initiales. Optimal, c'est-à-dire suffisamment tendu pour répondre aux besoins du client et ainsi créer la dynamique nécessaire, mais suffisamment raisonnable pour

être crédible et intégré par tous les acteurs. Un planning trop tendu peut mener à des impasses techniques inopportunes qui pourront créer in fine des retards et des surcoûts plus grands que ceux qui auraient été consentis par une approche plus réaliste lorsqu'il était encore temps. La gestion du planning est un art difficile où la motivation, la confiance et la transparence jouent un grand rôle. Elle requiert du sang-froid et du courage, vertus indispensables plus généralement à l'exercice de la fonction de directeur de projet.

Partenaires et gouvernance

Ces projets se conduisent bien souvent avec des partenaires qui peuvent se trouver dans les trois entités : dans la maîtrise d'ouvrage (comme dans Yamal LNG où sont présents Total et ses partenaires russes ou dans les projets en coopération internationale), dans la maîtrise d'œuvre (comme dans LGV SEA du fait de la nature double de ce projet, ferroviaire et génie civil) ou dans la réalisation (pour la quasi-totalité des projets si l'on entend par « partenaires » également les sous-traitants et fournisseurs de lots importants). Ils apportent souvent des cultures différentes, qu'il appartient au chef de projet d'identifier avant de savoir les gérer.

La présence de ces partenaires, la complexité du projet et la grande taille, généralement, de l'entreprise leader, divisée en entités qui parfois ont tendance à s'ignorer, imposent l'utilisation de plans de management partagés et de rituels de conduite de projet (rendez-vous réguliers, revues), d'outils pour gérer le planning. La mise en place de « plateaux projet » qui réunissent en un même lieu un certain nombre d'acteurs pour au moins une partie de la durée du projet, tout spécialement au départ, s'est généralisée et est désormais considérée comme une condition de succès. Inventer un projet nouveau, surtout dans un laps de temps réduit, ne peut se faire efficacement que par l'intégration des équipes d'études et de définition des méthodes en un lieu unique et dans une démarche commune permettant un constant va-et-vient entre l'idée et la réalisation, ce qui permet une optimisation globale avec pour corollaire une meilleure maîtrise des délais et des coûts. Un tel plateau projet, peut réunir dix personnes ou mille, suivant les projets et les phases de ceux-ci.

Méthodes et outils de management sont situés à leur juste place par les directeurs de projet : indispensables, mais pas « aux commandes ». En effet, la conduite de projet reste d'abord une affaire d'hommes et de femmes. Avant tout, il est indispensable que préexiste une « vision », portée par la direction générale de l'entreprise. Une relation de confiance doit exister entre la direction générale et le directeur de projet, d'une part, mais aussi entre ce dernier et ses collaborateurs et partenaires. Il en découle la nécessité d'une délégation très forte à ce directeur de projet, ce qui n'est pas contradictoire avec la mise en place de comités de pilotage réguliers au niveau le plus élevé. Le directeur de projet doit être capable d'insuffler sur la durée une forte motivation à ses équipes, motivation qui peut aller jusqu'à une véritable passion. Le choix du directeur de projet est donc un

facteur majeur de réussite. Les « grands » directeurs de projet sont une denrée rare. Ils ne se révèlent pas par des certifications, mais au travers des responsabilités successives qui leur sont confiées ; certaines entreprises facilitent leur émergence par un plan de carrière adapté qui peut même les inciter à renoncer à des fonctions managériales afin de consacrer une grande partie de leur carrière à la direction des grands projets.

On note une tendance générale à développer un reporting interne ou externe de plus en plus lourd dont la valeur ajoutée est discutable. La financiarisation des entreprises et la désaffection croissante des directions générales vis-à-vis de la technique en sont certainement les causes. Le développement d'une culture de transparence et de confiance sur l'ensemble des acteurs du projet est peut-être la seule façon d'alléger ces contraintes. En particulier, la présence au sein du comité exécutif de l'entreprise d'un sponsor, chargé de suivre le déroulement du projet au travers d'une relation personnelle avec le chef du projet, peut se révéler très utile pour une prise de décision rapide.

Résolution des conflits

Un climat de coopération devrait être également recherché entre toutes les parties prenantes, ce qui permet, bien plus que dans un climat conflictuel, de définir les meilleures solutions aux problèmes qui ne manquent pas de se poser. Tout conflit majeur au sein d'un grand projet est préjudiciable à sa bonne marche et à l'ensemble des parties concernées. Pour en limiter les conséquences, des procédures de résolution des conflits rapides sont largement préférables à de longues procédures contentieuses qui génèrent des conséquences négatives sur le déroulement du projet par le climat d'incertitude ainsi créé. Ces procédures rapides sont en général basées sur la nomination, si possible dès le début de la réalisation, d'un Dispute Board, régulièrement tenu au courant du déroulement du projet et ainsi apte à intervenir rapidement en cas de besoin.

Communication

Les grands projets font souvent l'objet d'une attention particulière de la part des médias. Soit de façon positive si le projet est un succès et qu'il intéresse directement les usagers, comme la ligne TGV ou le viaduc de Millau, soit de façon négative si le projet est en situation d'échec même s'il se situe à l'étranger et qu'il ne concerne pas l'utilisateur français (mais éventuellement le contribuable...). Cependant, pour les projets lointains qui sont un succès, comme le projet gazier arctique, la couverture médiatique est bien plus réduite. La gestion des médias fait partie intégrante de la conduite du projet et doit être menée en étroite collaboration avec le service communication de l'entreprise car le directeur du projet, pris par ses tâches de production, ne peut lui accorder toute l'attention nécessaire surtout si le projet connaît des difficultés.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La réalisation de ces grands projets constitue une expérience technique et humaine exaltante du fait de leur ampleur et de leur nouveauté... si les choses suivent un cours à peu près harmonieux. Une des clés du succès est la constitution d'une équipe partageant les mêmes objectifs, la même culture et la même passion. *A contrario*, être impliqué dans un projet à la dérive, dans lequel s'accumulent les difficultés techniques, financières et contractuelles (elles vont souvent de pair) est une expérience traumatisante, qui nécessite souvent une relève des équipes en charge. La gestion des ressources humaines dans les grands projets et la formation à leur conduite requièrent une attention toute particulière.

Spécifications claires, analyse et gestion des risques, réalisme dans les objectifs, choix judicieux du directeur de projet, création de l'esprit d'équipe, coopération étroite entre tous les acteurs, gestion des dérives de délai et de coût : l'ensemble des règles de bonne pratique présenté ci-dessus peut paraître à première vue quasiment relever du domaine de l'évidence. Et pourtant l'analyse des échecs les plus marquants de grands projets récents montre que ces échecs sont le plus souvent dus au non-respect de certaines de ces règles. Bien plus, il apparaît qu'une dérive initiale du projet peut conduire à une dérive plus grave encore par un enchaînement d'erreurs ultérieures semblant provenir d'un climat de fuite en avant. La conduite des grands projets est un art : la théorie en est simple mais la pratique difficile !

ANNEXES

DÉFINITION DES ACRONYMES UTILISÉS

ADP	Aéroports de Paris
ATC	Contrôle du trafic aérien
ATV	Véhicule automatique de transfert européen
BTP	Bâtiment et travaux publics
Cnes	Centre national d'études spatiales
DGAC	Direction générale de l'aviation civile
DGCP	Direction générale de la comptabilité publique
DGFIP	Direction générale des finances publiques
DGI	Direction générale des impôts
DSNA	Direction des services de la navigation aérienne
EPR	Réacteur européen à eau pressurisée
ERP	Progiciel de gestion intégrée
ESA	European Space Agency (Agence spatiale européenne)
IVVQ	Intégration, validation, vérification, qualification
KPI	Indicateur-clé de performance (Key performance indicator)
LGV SEA	Ligne à grande vitesse Sud Europe Atlantique
LNG	Gaz naturel liquéfié (Liquefied natural gas)
MESO	Mise en service opérationnel
MRL	Accélération des maturités industrielles
OCFI	Référentiel des occurrences fiscales
Occar	Organisation conjointe de coopération en matière d'armement
PERS	Référentiel des personnes physiques
PLM	Gestion du cycle de vie des produits (Product lifecycle management)

Ref-CB	Référentiel des comptes bancaires
R & T	Recherche et technologie
RFF	Réseau ferré de France
SESAR	Programme de recherche sur la gestion du trafic aérien dans le ciel unique européen (Single European Sky ATM Research)
SINF	Référentiel des informations complémentaires (mail, téléphone)
SSII	Société de services en ingénierie informatique
TRL	Niveau de maturité technologique (Technology readiness level)

RÉFÉRENCES

- Les présentations du colloque du 10 et 11 décembre 2018 peuvent être consultées à l'adresse :
https://academieairespace.com/documents-et-medias/la-gestion-des-grands-projets-retour-dexperience*

- Le programme 4flight de contrôle aérien a fait l'objet d'une analyse par le sénateur Vincent Capo-Canellas disponible à l'adresse :
<http://www.senat.fr/notice-rapport/2017/r17-568-notice.html>

- "The Challenge of Complex IT projects" the report of a working group from The Royal Academy of Engineering and The British Computer Society - Royal Academy of Engineering :
<https://www.bcs.org/upload/pdf/complexity.pdf>

- Rapport de la Cour des comptes sur Linky (février 2018) :
<https://www.ccomptes.fr/sites/default/files/2018-01/07-compteurs-communicants-Linky-Tome-1.pdf>

- Rapport au président-directeur général d'EDF : la construction de l'EPR Flamanville. Jean-Martin FOLZ, octobre 2019. :
https://www.edf.fr/sites/default/files/importPresse/rapport_flamanville_pdf.pdf

MEMBRES DU GROUPE DE TRAVAIL

Coordinateur

Jean-Paul Teyssandier † (Académie des technologies)

Corédacteurs

Yves Bamberger (Académie des technologies)

Dominique Colin de Verdière (Académie de l'air et de l'espace)

Philippe Couillard (Académie de l'air et de l'espace)

Éric Dautriat (Académie de l'air et de l'espace)

Membres

Michel Courtois (Académie de l'air et de l'espace et Académie des technologies)

Didier Evrard (Académie des technologies)

Patrick Ledermann (Académie des technologies)

Alain Pecker (Académie des technologies)

Dominique Vignon (Académie des technologies)

CONFÉRENCIERS

Espace et aéronautique

Philippe Couillard (Projets spatiaux)

Patrick Maute (Iridium Next)

Robert Lafontan (A380)

Didier Evrard (A350)

Alain Cassier (A400M)

Systèmes logiciels

Bernard Lassus (Développement du compteur Linky)

Yannick Girault (Projet Copernic de l'impôt sur le revenu)

Éric Bruneau (Modernisation des systèmes de contrôle aérien)

Gérard Garnier (Mieux réussir les grands projets informatiques)

Énergie

Andreas Reuter (Énergie éolienne offshore en Allemagne)

Anne Rocher (Yamal LNG)

Pierre Vivini (Laser Mégajoule)

Jean-Pierre Mouroux (Centrale EPR OL3)

BTP-Infrastructures

Gilles Causse et Bernard Godinot (LGV SEA)

Marc Legrand (Viaduc de Millau)

Sohrab Bagheri (Musée des Confluences)

Philippe Delaplace (Aéroport de Bahrein)

Transport

Gilles Leborgne (Plate-forme EMP2)

Paul Brossier (Rame MF2000)

Yves Ramette (Automatisation de la ligne 1)

De Panama à Flamanville, la maîtrise des grands projets a révélé ses difficultés, mais les échecs (Panama) ou les difficultés (A400M), sont riches d'enseignements : les réussites (viaduc de Millau, ligne grande vitesse Sud Europe Atlantique) montrent qu'il n'y a pas de fatalité. L'Académie de l'air et de l'espace et l'Académie des technologies ont réfléchi aux conditions du succès et ont organisé conjointement un colloque au cours duquel les acteurs responsables d'une vingtaine de projets emblématiques de ces dernières années ont fait part de leur expérience et des difficultés auxquelles ils ont dû faire face.

Le présent ouvrage présente la synthèse de ces témoignages et de ces réflexions. Les deux Académies espèrent qu'il aidera les responsables des futures grandes opérations, qu'ils en soient les donneurs d'ordre (maîtrise d'ouvrage) ou les réalisateurs (maîtrise d'œuvre), à trouver les voies du succès.

Académie des technologies
Grand Palais des Champs-Élysées - Porte C
Avenue Franklin D. Roosevelt - 75008 Paris
+33(0)1 53 85 44 44
secretariat@academie-technologies.fr
www.academie-technologies.fr

Académie de l'air et de l'espace
Ancien observatoire de Jolimont
1 avenue Camille Flammarion
31500 Toulouse - France
Tél. +33-(0)5.34.25.03.80
Email : contact@academie-air-espace.com
<https://academieairespace.com/>

©2020 Académie des technologies
Académie de l'air et de l'espace
ISBN : 979-10-97579-11-1 979-10-97579-11-1

