



PROFESSIONNELS ET AMIS DE L'AÉRONAUTIQUE ET DE L'ESPACE

LE MOT DU PRÉSIDENT

Chers amis des Vieilles Racines,

Le premier semestre 2025 a connu de belles visites, et je remercie vivement Jean Taquet, le maître d'œuvre de ces visites qui vient de préparer le programme pour le second semestre, à commencer par un mois de septembre très dense.

Le jeudi 11, nous étions à Compiègne, pour rendre hommage à Georges Guynemer en déposant la traditionnelle gerbe des Vieilles Racines, autour du Porte-drapeau de l'association. Ainsi, nous étions 9 devant l'imposant monument à la mémoire du héros national, pilote de chasse de la Grande Guerre, mort au combat le 11 septembre 1917 à Poelcapelle en Belgique. Inauguré en 1923, il représente Georges Guynemer en tenue de pilote encadrée par deux figures féminines ailées, représentant la guerre et la paix, sur un socle où est gravé « Georges Guynemer 1894 - 1917 ».

Le jeudi 18, nous participions à la remise officielle du Prix littéraire Guynemer au siège des Ailes Brisées. Décerné tous les deux ans depuis 1964, il vise à couronner un ouvrage de langue française dont la lecture fera naître, dans l'esprit du public, un sentiment favorable à l'aviation civile ou militaire. Il est à l'initiative de « l'Union des Pilotes Civils de France » en association avec « Les Vieilles Racines », « Les Vieilles Tiges », « Les Ailes Brisées », l'A.P.N.A., l'A.N.O.R.A.A.E. et « l'Association des Pilotes de Chasse ». Les jurés issus de ces associations ont attribué le Prix Guynemer 2025 au Général Vincent Lanata, ancien Chef d'Etat Major de l'Armée de l'Air, pour son livre : « Un siècle d'aviation militaire. Batailles aériennes et enjeux stratégiques », paru aux éditions Odile Jacob. Le jury a salué un ouvrage sobre mais dense, rigoureusement factuel, qualifié par l'un de ses membres comme « indispensable – un livre que tout aviateur militaire doit connaître et conserver en mémoire pour comprendre d'où vient l'institution de l'Armée de l'Air et de l'Espace ».

Le dimanche 21, le meeting aérien de Chartres, a vu une dizaine d'adhérents se rendre au stand des Vieilles Racines tenu par Françoise, que je remercie pour cette organisation minutieuse.

Enfin, les 25 et 26 septembre, nous avons rencontré plusieurs entreprises de Luxeuil, et lancé le premier ancrage des VR en Région, grâce à des contacts constructifs avec M. le Maire, très impliqué, et M. le Proviseur du lycée professionnel Beauregard, ayant ouvert une classe « BTS aéronautique ». Ainsi, Philippe Boiron, aidé de Jean Pouilly, a accepté de devenir le référent de ce premier relais. Les compétences d'enseignement de l'aéronautique de l'ancien Directeur Général Technique de Dassault Aviation, Nicolas Mojaïsky, adhérent de l'association, en charge des relations avec les établissements scolaires, seront essentielles pour s'adresser à des publics jeunes, qui demandent à s'instruire et connaître les métiers qui pourraient devenir les leurs !

Participez en famille et avec vos amis, aux visites et voyages des Vieilles Racines dans lesquels l'Histoire, les découvertes et la convivialité sont toujours assurés !

Les Vieilles Racines évoluent, l'association a besoin de celles et de ceux qui s'engagent, apportent leur enthousiasme dans la préparation du Centenaire 2026. Je sollicite vos idées, vos projets pour réussir ensemble cet évènement unique.

Rejoignez-nous dans les activités du second semestre et faites-vous plaisir !

■ Philippe RIBATTO,
Président des Vieilles Racines

ERNEST RUSSEL LYON, Aviateur britannique mort pour la France par Yves LE COROLLER

Celles et ceux d'entre nous qui ont participé à la sortie à Lorient en novembre 2014 se souviennent sûrement de ce moteur de Spitfire, un moteur Rolls Royce, salement endommagé, exposé au musée de l'Aéronavale à Lann Bihoué. C'était celui de l'avion d'un jeune écossais de 21 ans engagé à la RAF depuis ses 18 ans, Ernest Russel Lyon.



Nous étions alors fin juillet 1944, il y a donc 81ans, un peu plus d'un mois après le débarquement de Normandie, et les troupes alliées s'affairaient à libérer le pays aussi rapidement qu'ils le pouvaient, dont la plus grande partie de la Bretagne, à l'exception de 3 poches de résistance de l'armée allemande à Brest, Lorient et Saint Nazaire. Chacune de ces 3 villes abritait une base de sous-marins, les terribles U-Boote. La plus importante de ces bases était celle de Lorient, qui était d'ailleurs en cours d'agrandissement par l'unité K4, et l'Amiral Dönitz, qui commandait l'ensemble de cette flotte avait sa résidence juste en face, au Kernevel en Larmor-Plage, à proximité du chenal. Sous sa pelouse se trouvait un bunker d'où son état-major était en contact avec toute la flotte des U-Boote.

Il était essentiel pour les allemands de conserver ces bases car leurs sous-marins étaient extrêmement dangereux pour les navires alliés, et, tant qu'ils seraient opérationnels, l'Allemagne ne pouvait pas être vaincue. Et, pour les mêmes raisons, il était essentiel pour les alliés de mettre fin au plus vite à ces poches, en bombardant sans répit les villes où elles se situaient, plus pour gêner le trafic que pour détruire les bases, abritées par une double toiture extrêmement épaisse en béton armé séparées par un vide pour encaisser les effets de souffle.

Le problème, à Lorient était que la Luftwaffe avait installé à proximité de la ville son aérodrome de Kerlin-Bastard (aujourd'hui Lann Bihoué), et que de cet aérodrome partaient des chasseurs qui causèrent des pertes importantes aux escadrilles

de bombardiers alliés. Il fallait donc infliger de lourds dégâts à cet aérodrome, ses avions et ses installations pour le neutraliser.

Le 27 juillet 1944, en début de soirée, décolla d'un aérodrome de Cornouaille une escadrille de 8 Spitfires lourdement armés pour cette mission. Après avoir fait un premier passage en direct sur Kerlin Bastard, l'escadrille devait opérer un demi-tour pour effectuer un deuxième passage avant de rentrer en Angleterre. Dans

cette escadrille se trouvait le jeune Ernest Russel Lyon qui venait de terminer son demi-tour lorsqu'il fut pris sous le feu de la batterie allemande des 4 chemins de Larmor. Son avion s'écrasa, en flammes, dans la lande à la limite de Larmor Plage et de Ploemeur. Les quelques témoins du crash se précipitèrent alors vers l'épave, espérant pouvoir sauver le pilote. Il était, hélas, trop tard, et sa dépouille fut transférée au cimetière de Guidel, où elle fut inhumée dans le carré du Commonwealth, d'abord anonyme, puis, grâce aux recherches effectuées par sa famille qui ne pouvait se résoudre à la simple mention de « porté disparu », sous son nom. Quant à l'épave de l'avion elle-même, tout le monde s'en désintéressa et elle tomba dans l'oubli, au grand désespoir d'un jeune garçon qui était au nombre de ces témoins, nommé Joseph Le Coroller (peut-être un lointain cousin : je n'ai pas vérifié).

Cette histoire l'avait beaucoup marqué, et, 60 ans plus tard, il s'adressa au Comité d'histoire de la ville de Ploemeur, dont un des membres, nommé Jean Robic, n'eut pas trop de mal à retrouver l'épave. Mais le feu et le temps avaient fait leur œuvre, et il ne restait de réellement récupérable que le moteur. C'est ainsi que ce moteur fut transféré au musée de l'Aéronavale à Lann Bihoué, où nous pûmes le voir 10 ans plus tard. Par rapport à ce que nous avons vu, il fut prélevé un peu plus tard l'arbre d'hélice, qui n'était d'ailleurs plus rattaché au moteur puisque le réducteur avait été complètement pulvérisé. Cet



arbre d'hélice devait servir de base à une sculpture destinée à orner un monument érigé à la mémoire d'Ernest Russel Lyon, non loin du lieu du crash, en bordure de la route menant des 4 chemins de Larmor à Ploemeur.

Quant à la poche de Lorient, il y fut mis fin le 10 mai 1945, lorsque les troupes allemandes déposèrent les armes, deux jours après l'armistice. Cela signifiait que, jusqu'au dernier jour, les U-Boote purent continuer à remplir leurs funestes missions contre les navires alliés.

A ce moment-là, de Lorient, il ne restait plus qu'un amas de ruines, d'où émergeaient la base de sous-marins, parfaitement opérationnelle malgré quelques vilaines cicatrices, la tour de

la Découverte, le clocher de l'église Saint Louis, la grue de l'arsenal, les murs calcinés des immeubles détruits par des bombes incendiaires, quelques rares maisons et immeubles, épargnés de la destruction par le plus grand des hasards, principalement dans les faubourgs et les deux ponts sur le Scorff, ainsi que la petite chapelle Saint Christophe.

Enfin, c'était fini, et nous allions enfin pouvoir naître ! Ce fut le fameux Baby-Boom d'après-guerre. Mais, que nous en ayons bénéficié ou non, nous ne devons jamais oublier ces milliers de héros qui, comme Ernest Russel Lyon, n'ont pas hésité à se battre au péril de leur propre vie pour nous rendre un monde de liberté et de paix.

Le 24 juillet 2024 eut lieu une cérémonie devant la stèle élevée en sa mémoire, pour commémorer, en présence de sa famille, des municipalités de Larmor-Plage et Ploemeur et de plusieurs associations d'anciens combattants, l'anniversaire des 80 ans du jour où un jeune écossais de 21 ans, Ernest Russel Lyon, est mort au combat, « mort pour la France ».

Les Vieilles Racines au Meeting de Chartres...



Nous avons vu dans le précédent numéro que le pronostic suscite des attentes et que son industrialisation dans le cadre d'une maintenance reste à faire.

Dans ce numéro nous allons détourner les activités et les compétences à mettre en œuvre :

Le pronostic ne suffit pas à inventer une maintenance prévisionnelle car pour cela il faut aussi, à côté des talents du data scientist (statisticien Big Data), une connaissance exacte du processus de gestion de flotte, de gestion de la supplychain (le circuit réparation) auquel le pronostic doit servir.

Avec le pronostic, on ne peut pas esquisser une maintenance prévisionnelle car pour cela il faut aussi un sens d'ingénierie système et d'ingénierie produit pour composer et aligner les flux de données aux procédures industrielles de décisions, de prise de rendez-vous, de réparation et de retour d'expérience.

Avec le pronostic, on ne peut réaliser aucune maintenance prévisionnelle car il faut des connaissances pratiques et une familiarité avec les rôles et les responsabilités des acteurs du soutien et des concepteurs.

Avec le pronostic, on ne mène pas d'affaires industrielles car pour cela, il faut des femmes et des hommes de caractères et une connaissance des affaires commerciales.

Le pronostic

Le pronostic ne suffit pas à inventer une maintenance prévisionnelle car pour cela il faut aussi, à côté des talents du data scientist (statisticien Big Data), une connaissance exacte du processus de gestion de flotte, de gestion de la supplychain (le circuit réparation) auquel le pronostic doit servir.

- **Le pronostic par détection des signaux faibles d'une dégradation**

Le pronostic par détection d'un signal faible consiste à détecter la sortie d'un signal de sa plage nominale. L'équipement est toujours en bon fonctionnement, mais sa dégradation est jugée suffisamment significative pour pronostiquer une défaillance à venir.

C'est le principe du témoin d'usure, une invention de la marine britannique au XVII^e siècle : seules les cordes où l'âme rouge est apparentes doivent être changées.

La nouveauté du pronostic est de fonder le témoin par la surveillance des données plutôt que par un dispositif spécifique.

La détection de signaux faibles a l'avantage d'être accessible par apprentissage automatique sur les données. On appelle « apprentissage » la génération d'une règle de calcul image d'un ensemble de données et généralisable par interpolation. L'exemple le plus simple est la droite de régression linéaire.

La détection de signaux faibles

a l'inconvénient de ne fournir aucune information sur le niveau de dégradation avant l'apparition du signal faible : cette méthode n'est pas alignée sur les processus de gestion de flotte qui privilégient la maîtrise de la planification des rendez-vous de maintenance et des rendez-vous d'emploi.

Prenons un exemple, l'alerte d'usure des plaquettes de freins est un événement perturbateur sur la planification de l'emploi de votre voiture quand bien même le freinage est encore fonctionnel.

- **Pronostic par comptage de stress**

Le principe de comptage et de prévision est bien aligné avec la gestion de flotte à condition qu'il ne soit pas trop sensible aux écarts entre la planification d'emploi et l'emploi effectivement réalisé.

Il est simple à mettre en œuvre. Les applications sont multiples : par exemple la sélection des avions au regard du spectre de missions qu'ils auront à mener.

Les stress sont des énergies reçues et dissipées par le biais de dégradations. Ce sont la chaleur, la vibration mécanique, le facteur de charge, le rayonnement, la chimie (pollution, acidité de l'air etc.) et aussi l'entropie qui dégrade les additifs.

La dégradation résulte de trois contributions :

- **La sensibilité** est la part de la conception et de la fabrication de l'équipement.
- **L'exposition** est la part de la

conception de l'aéronef et sa capacité à protéger les équipements des agressions. Par exemple les soutes d'un avion peuvent être refroidies.

- La sévérité de l'agression et le temps d'exposition est la part due à l'emploi.

Mais ce principe simple à exploiter est délicat à concevoir car il nécessite une excellente expertise et un retour d'expérience de qualité pour apprécier les stress et les anticipations de stress. L'utilisation d'IA qui opèrent sur des graphes de connaissances est une piste. Pour l'heure, des modèles sur dire d'expert est une solution pertinente.

- **Quel niveau de performance doit avoir le pronostic ?**

Le procédé de conception du pronostic est le suivant : Le métier choisi les données d'apprentissage, le data scientist met en œuvre les algorithmes d'apprentissage et sélectionne la règle de pronostic qui a obtenu la meilleure performance. Est-ce que la meilleure performance est suffisante ?

La question n'est jamais sérieusement posée.

Déployer un pronostic ou une nouvelle version d'un pronostic a un coût et les erreurs de pronostic déclenchent des actions inutiles et contre productives.

L'industrie distingue trois types de performance : l'efficacité est le niveau de résultat obtenu au regard de l'objectif, l'efficience est le coût ou le délai au regard du niveau de résultat obtenu et la pertinence est le niveau d'immobilisation de ressources allouées à l'objectif.

- **Quelle est l'efficacité admissible d'un bon pronostic ?**

L'industrie a un concept fort : la « qualification ». C'est une piste de réflexion pour réfléchir sur l'efficacité du pronostic. Qualifier un matériau consiste à définir les « admissibles » à respecter en conception pour utiliser un matériau au regard de l'usage qui en sera fait. Prenons un exemple, les admissibles d'un métal peuvent être par exemple l'épaisseur minimale qu'il doit avoir pour une tenue mécanique efficace et cette épaisseur minimale dépend si son usage sera de servir de cendrier dans la cabine ou de longeron supportant tout le poids de l'avion.

Quelles sont les valeurs minimales ou maximales des caractéristiques admissibles du pronostic pour par exemple l'aide au diagnostic, le pré positionnement de rechange, la dépose anticipée pour restaurer les potentiels d'un avion qui devra servir au loin.

La question n'est pas posée de manière rigoureuse.

Lorsque le pronostic est fondé sur la détection de signaux faibles, les statisticiens caractérisent le pronostic en terme de rappel (ou sensibilité) et de précision. Le rappel est la probabilité de détecter un signal quand il existe, la précision est la probabilité que la détection d'absence de signal soit vrai.

Quelles en sont les admissibles pour l'aide au diagnostic ? le pré positionnement de rechange ? la dépose anticipée ?

Et ces admissibles sont à définir au regard de la prise de risque

induite par la probabilité a priori d'une maintenance impérative, de la rareté des rechanges, et de l'importance accordée à la mission à venir au regard de la facilité à remplacer l'aéronef si nécessaire.

La question est la même à propos de la confiance sur l'horizon de panne.

- **Quelle est la pertinence d'un bon pronostic ?**

La question n'est pas posée.

Imaginons un avion avec 2 équipements A et B. Ces équipements ont une maintenance horaire groupée dont le pas est de 1000 heures de vol. Bingo, un pronostic permet de déposer en moyenne l'équipement A toutes les 1500 heures. Il semble donc très avantageux : 2 opérations de maintenances seront à faire sur A là où avant il en fallait 3. Mais il faudra aussi immobiliser l'avion une première fois pour la maintenance de l'équipement B à 1000 heures, puis celle de l'équipement A à 1500 heures, puis celle de l'équipement B à 2000 heures. 1 immobilisation est ajoutée là où avant il n'y en avait que 2.

Certes, ce pronostic est efficace, mais est-il pertinent ? Non, il immobilise plus souvent l'avion, les outillages, le personnel.

- **Gérer c'est prévoir : comment exploiter le pronostic**

Avec le pronostic, on ne peut pas esquisser une maintenance prévisionnelle car pour cela il faut aussi un sens d'ingénierie système pour composer et aligner les flux de données aux procédures industrielles de décisions, de prise de rendez-vous, de réparation et de retour d'expérience.

• Comment exploiter le pronostic ?

La réponse semble évidente quand on raisonne pour un équipement.

La question n'est pas posée quand il s'agit de raisonner sur l'optimisation globale avion. Paradoxalement, la question est envisagée mais de façon partielle quand il s'agit de raisonner sur la gestion d'une flotte d'avions : l'application envisagée est de choisir l'avion le plus apte à réaliser la mission à venir.

C'est méconnaître le contour de la gestion de flotte. La gestion de flotte consiste d'une part à vérifier la couverture des missions à venir et à planifier les tâches de maintenance des avions en ligne et d'autre part à planifier les immobilisations hors ligne des avions au regard de leur état de dégradation.

• Mais alors, à quoi sert le pronostic ?

Le pronostic est une information de contexte qui vient s'ajouter pour décider de la stratégie de pré positionnement des rechanges, d'aide au diagnostic, de remise en état des avions immobilisés, de gestion de la couverture des missions à venir et de prescription des ordres de services des immobilisations.

Mais ce n'est pas une information comme les autres, c'est une variable aléatoire (elle est entachée d'incertitude). De plus elle est non prescriptive. Le diagnostic est une information prescriptive : un diagnostic de panne impose une remise en état. Le pronostic est une information de contexte, uniquement informative, comme

d'autres comme par exemple la disponibilité de rechanges, le coût des rechanges, l'importance accordée aux missions, les redondances de flotte pour assurer la couverture des missions etc. et bien sur le pronostic des autres équipements y compris ceux des autres avions.

C'est sur l'ensemble de ces informations que le gestionnaire de flotte prend ses décisions. Et dans la mesure où cette information est entachée d'incertitude, il manque à la gestion de flotte une fonction de calcul des coûts en termes de prise de risque sur la couverture des missions à venir, de dépenses ou de pertes financières.

Prenons un exemple, un avion est détaché au loin pour un exercice. Son pronostic déclare une panne à venir pendant ce détachement avec une probabilité de 90%.

Par ailleurs, le reste de la flotte est composé de 300 avions en métropole et dont la probabilité de panne individuelle est de 1%. Soit une probabilité globale de $1 - 0,99^{300} = 95\%$. Ou faut-il le pré positionner le rechange unique ?

Réponse : je ne vous ai pas tout dit, l'exercice au loin doit montrer que la France peut agir loin de son sol. Peu importe la probabilité de panne, le rechange est à pré positionner au loin.

Le concepteur de pronostic ne saura pas concevoir la fonction de coût. Il faudra la participation des meilleurs gestionnaires de flotte, de supplychain et de magasins de stocks de rechanges.

• Le retour d'expérience Il faudra convenir d'accords

commerciaux pour collecter et traiter les données nécessaires à l'exploitation et à la conception du pronostic.

Du point de vue technique, il faudra s'accorder avec les réparateurs sur la nature des données à échanger et sur les règles à respecter. Par exemple, le seuil de détection d'un signal faible doit être aligné aux consignes de réparations sans quoi le réparateur risque de retourner l'équipement avec un statut NFF No faultFound. Un autre aspect est de convenir du niveau d'investigation à mener par le réparateur ainsi que le niveau de réparation en fonction de l'état de dégradation apprécié pendant l'emploi.

Enfin, il sera utile de connaître l'état de dégradation réelle diagnostiqué par le réparateur pour envisager d'éventuelles améliorations de l'algorithme de pronostic.

Ces questions, et bien d'autres, sont structurantes pour envisager une Maintenance Prévisionnelle.

Les conditions de succès de la maintenance prévisionnelle

Avec le pronostic, on ne peut réaliser aucune maintenance prévisionnelle car il faut des connaissances pratiques et une familiarité avec les rôles et les responsabilités des acteurs du soutien.

Avec le pronostic, on ne mène pas d'affaires industrielles car pour cela, il faut des femmes et des hommes de caractères et une connaissance des affaires commerciales.

- **Les affaires industrielles fondées sur une ingénierie système solide**

L'ingénierie système vise l'économie d'une solution. Elle identifie les activités (conception, exploitation, etc.) et les moyens à mettre en œuvre.

Puis, les affaires industrielles négocient les contrats entre les acteurs de ces activités.

Le succès de la maintenance prévisionnelle dépend de l'ingénierie système et des affaires industrielles.

Le pronostic c'est l'arbre, la maintenance prévisionnelle, c'est la forêt.

- **La nécessité d'un cadre normatif**

- Une organisation **structurée** est une organisation où les rôles et responsabilités individuels sont clairement définis et respectés. Pour cela, une organisation structurée de grande taille doit être dotée d'un management.

- Une organisation **constituée** est une organisation qui dispose d'organes structurels qui définissent et gèrent les principes et les règles générales à respecter par l'ensemble de ses acteurs.

L'administration française est dirigée par le premier ministre. C'est une organisation structurée.

La France est une organisation constituée non structurée : le parlement vote les lois (les règles du vivre ensemble), il ne définit pas les rôles et les responsabilités individuels de chaque français. Le chef de l'État n'est pas le chef des français.

Les automobilistes qui traversent un carrefour s'auto or-

ganisent pour éviter les collisions en respectant le code de la route. Mais ils ne définissent pas entre eux le code de la route. Ils forment une organisation non constituée.

Un industriel est une organisation structurée. Un consortium d'industriels doté d'un comité de pilotage est une organisation constituée.

Les organisations qui mettent en œuvre aujourd'hui la maintenance prévisionnelle sont des organisations structurées qui regroupent des opérateurs, des stations-services et des compétences de pronostic. Comme par exemple Air France ou la SNCF. Dans ce cadre, des applications et des bénéfices ont été démontrées.

Alors, qu'est-ce qui freine la généralisation de la maintenance prévisionnelle ?

C'est que l'ensemble des fabricants, opérateurs, stations-services et réparateurs forment une organisation non constituée. Leurs règles de fonctionnement (leur code de la route) sont celles du droit commercial, des agréments de l'EASA et des normes de la profession.

Or, les règles de fonctionnement de la maintenance prévisionnelle ne relèvent ni du droit ni des agréments. Et elles n'ont pas encore émergé en tant que normes.

L'absence de cadre normatif pour mettre à disposition des données et partager leur analyse est un frein majeur.

Les consortiums à venir de nouveaux programmes avion devraient faire bouger les lignes,

ils établiront des règles partagées de maintenance prévisionnelle. Par la suite, ces règles et le retour d'expérience pourront être promues en normes de la profession.

La feuille de route

Bien sûr, il faut investir pour collecter, exploiter les données et la fonction de coût reste à faire.

Mais les freins à la mise en œuvre de la maintenance prévisionnelle sont d'abord culturels car il faut s'accorder sur :

- L'architecture de la circulation et du partage des données opérationnelles nécessaires au pronostic.

- L'architecture de sa conception, son amélioration continue et son exploitation alignée aux besoins de la gestion de flotte, de la supplychain et des stocks de rechanges.

- Les règles technico-commerciales de valorisation.

C'est le domaine de l'ingénierie système et des affaires industrielles.

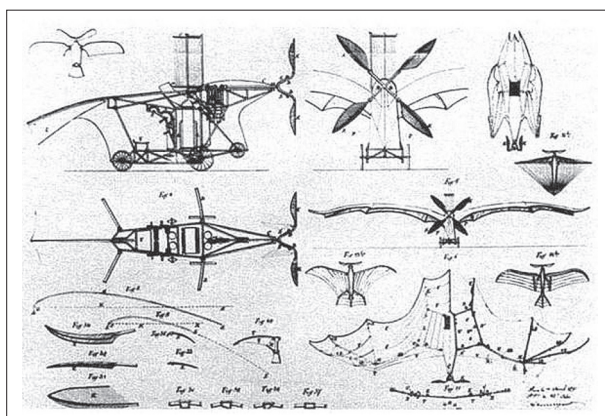
L'expérience montre qu'il est difficile de réinterroger les rôles et les responsabilités des acteurs d'un programme conçu avant la transformation numérique.

Une étape majeure sera franchie avec les nouveaux programmes dès lors que les consortiums industriels auront la maintenance prévisionnelle comme préoccupation.

Nous serons alors sur la pente de l'illumination et nous aurons atteint in fine le plateau de la productivité lorsque les règles du vivre ensemble autour de la maintenance prévisionnelle seront normalisées.

Après le moteur, l'avion

Pour construire la membrure de l'oiseau, il fallait un très bon ouvrier modelleur sachant bien travailler le bois et très intelligent pour comprendre toutes ces choses nouvelles. C'était une véritable industrie qu'il fallait créer. J'avais remarqué, quand j'étais chez M. Digeon, un jeune modelleur dont l'intelligence et l'habileté étaient très appréciées et qui se nommait Louis Espinosa. Je lui proposai de se joindre à nous, ce qu'il accepta avec enthousiasme.



Dessins d'Ader

Ce fut là qu'avec de faibles moyens, on fit de grandes choses : recherches sur les bois (sapin, peuplier, bambous), leur résistance, leur application aux divers usages, leur préparation, le fil, la texture, les veines, sur la soie, les toiles, les colles... Une fièvre de travail nous animait tous. M. Ader, toujours avec nous, du matin au soir, pendant douze ou treize heures par jour, nous encourageait par sa persévérance et ses conseils affectueux. Les dimanches, les fêtes n'existaient pas et cela pendant des années. Mais nous avons notre objectif : voir voler l'appareil ! La fatigue ne comptait pas, rien d'autre n'existait que l'appareil... Nous étions tour à tour menuisiers, couturiers, colleurs, dessinateurs, toujours enthousiastes et toujours visant le but final. On peut juger de la somme de travail qu'il fallut fournir nous n'étions alors que trois : Garnier, Espinosa et moi. Garnier et moi, nous nous étions mis à travailler le bois, préparant, sciant, collant, pendant qu'Espinosa, dont c'était le métier, finissait, ajustait et retouchait sous l'inspiration de M. Ader. C'est ainsi qu'une véritable industrie spéciale fut mise en œuvre pour tous les assemblages. De cela, je ne dirai rien car cette industrie, encore

inconnue aujourd'hui, est la propriété exclusive de M. Ader et, seul, il peut la vulgariser si c'est son bon plaisir. Nous nous sommes tous engagés à ne jamais dévoiler, sous aucun prétexte, ce que nous faisons et par quels moyens. Aussitôt la membrure de l'oiseau finie — ce n'était qu'un squelette — il fallut faire la voilure. Ici, nouvelle transformation: nous voici tous les trois mués en couturiers, il fallait faire des patrons avant de découper et joindre la soie qui devait habiller l'oiseau. Nous avons embauché un ouvrier-tapissier et une ouvrière nommée Mme Ricci, actuellement établie à Auteuil, qui préparait et bâtissait les étoffes. Espinosa s'était transformé en coupeur... Mais nous touchions à la fin et nous eussions fait n'importe quel métier ! Enfin, tout fut terminé et essayé dans le laboratoire ; il s'agissait ensuite d'essayer sur le terrain.

Le premier aérodrome

Ce terrain s'annonçait assez difficile à trouver. Il fallait qu'il fût grand, plat, de préférence en pré car les terrains cultivés seraient trop peu résistants aux roues qui étaient très étroites. Nous partions souvent, Espinosa et moi, des gares rayonnant autour de Paris, pour trouver ce terrain. Il le fallait pas trop loin de Paris mais à l'abri des curieux et des oisifs. Cependant, un jour, M. Ader me dit que Mme Isaac Péreire avait mis à sa disposition une partie, à son choix, de son splendide parc d'Armainvilliers, à l'abri de toutes indiscretions. C'était tout ce que nous désirions...

Immédiatement, les dispositions furent prises pour le transport de l'appareil. Une voiture fut faite en peu de temps, voiture fermée complètement et ressemblant un peu aux roulottes des saltimbanques. L'«Eole» fut démontée et aménagée soigneusement à l'intérieur. Rien ne pouvait trahir ce qu'elle contenait... Le charretier qui conduisait le cheval ignorait complètement ce qu'il transportait. Une voiture de déménagement suivait, avec le matériel nécessaire. M. Gustave Péreire avait donné l'ordre à son garde-chasse principal, nommé Lenoir — actuellement encore au château d'Armainvilliers — de se mettre à la disposition de M. Ader pour le choix du terrain. Il avait mis aussi à notre disposition un hangar pour remiser l'appareil. Ce furent des jours de grande fièvre ; il fallut préparer le terrain, le dé-

gazonner, le niveler à peu près, le cylindrer pour le durcir. Quand tout fut prêt, M. Ader demanda à M. Gustave Péreire d'éloigner le plus possible le personnel du château pendant les expériences. M. Péreire fit savoir à tout son personnel que, sous peine de renvoi, il ne devait pas s'approcher de l'aire, qui était à l'extrémité du potager. Cette aire, qui avait environ deux cents mètres de longueur, était bornée par des arbres ; nous devons être bientôt convaincus que cet espace n'était pas suffisant. Mais il fallait essayer... Chaque fois que le temps le permettait, car nous étions en automne, nous sortions l'appareil que montait M. Ader. Nous faisons des essais de soulèvement dont le contrôle était très facile : comme je l'ai déjà dit, les jantes des roues étaient, en effet, très étroites et laissaient des traces profondes dans le sol ; mais à mesure que la vitesse de l'appareil augmentait, ces traces diminuaient jusqu'à disparaître complètement. Le danger d'aller donner dans les obstacles, aux extrémités de l'aire, avait toujours empêché M. Ader de faire donner à la force motrice tout et qu'elle aurait pu donner.

Le premier vol

Cependant, le temps passait ; les beaux jours étaient rares. A l'une de ses expériences, sans nous prévenir, M. Ader força un peu rapidement la pression ; l'appareil prit une vitesse plus grande et nous le vîmes tout à coup quitter franchement le sol sur un espace de cinquante mètres environ ! Alors, notre enthousiasme fut indescriptible ! Nous courions comme des insensés pour prévenir M. Ader qu'il avait quitté le sol franchement. Mais, mieux que nous, il en avait eu la sensation très nette. Il avait, lui, conservé tout son sang-froid. Il nous dit tout de suite qu'il ne fallait faire aucune démonstration de joie, qu'il avait encore besoin du secret le plus absolu sur ces essais. Ceux-ci, dit-il encore, ne devaient profiter qu'à la défense nationale et ne devaient être soupçonnés de l'étranger qu'au moment où nous posséderions une flottille d'avions capables de faire la guerre : (Note 1: Sans doute la première trace écrite du mot « Avion » . Le mot est dans le texte d'Eloi Vallier. En 1908. ce mot n'existait pas... sauf dans le langage d'Ader qui l'avait créé, et de ses collaborateurs). Son idée fut toujours de fonder, avec le concours du Ministère de la Guerre, une école d'aviateurs et d'avionneurs, les aviateurs étant choisis parmi les jeunes officiers et les avionneurs parmi les ingénieurs les plus distingués de nos écoles et par-

mi les meilleurs ouvriers de toutes nos industries. Malgré tout, lui dis-je, c'est ici que l'on élèvera votre statue, car c'est ici que, pour la première fois, un appareil plus lourd que l'air a quitté le sol, et vous en êtes l'auteur.

Ceci se passait le 9 octobre 1890. Pour commémorer cet événement, nous fîmes creuser un trou dans le sol à l'endroit où l'appareil s'était envolé et nous y enfouîmes, Espinosa et moi, de gros blocs de charbon, pris au calorifère servant à chauffer les serres du château. Ces témoins sont de ceux qui ne disparaissent pas ; sauf bouleversement, ils doivent y être encore. (Note 2 : Quelques années plus tard, au cours de travaux accomplis dans le parc d'Armainvilliers, on mit effectivement à jour ces blocs de charbon.)

Les essais de Satory



Cependant une avarie assez importante au générateur ne nous permit pas de continuer ces essais. L'« Eole » fut démontée et regagna le laboratoire de la rue Pajou. On décida de faire un nouveau générateur plus perfectionné. Nous savions alors- où prendre les matières premières ; nous avions les tours de mains et l'expérience acquise. L'année d'après, en 1891, le générateur était fait, monté, essayé. Mais il nous fallait un terrain plus grand. M. Ader fit des démarches auprès du Ministre de la Guerre et obtint de faire ses essais au camp de Satory, près de Versailles, sur le terrain de l'Artillerie. Une escouade de sapeurs du Génie fut mise à notre disposition. Pendant que nous construisions un hangar, cette escouade faisait une piste droite, d'environ huit cents mètres de longueur et vingt mètres de largeur ; au milieu de cette piste, nous avons tracé une raie blanche d'un mètre de largeur, de façon à guider l'aviateur, qui était M. Ader, dans la direction de la piste. Plusieurs essais furent effectués comme à Armainvilliers, en faisant de petites envolées. Mais à l'un de ces essais, s'étant élevé plus longtemps,

l'appareil dériva vers la gauche et vint buter dans le matériel qui nous avait servi à faire la piste et, particulièrement, dans les baquets à chaux qui avaient servi à tracer la ligne blanche. Les roues furent brisées et l'hélice endommagée.

Mais il était bien démontré que le problème était résolu et qu'il suffisait d'apprendre à se servir de l'appareil.

Pendant tout le temps que durèrent ces essais, nous avons installé deux lits dans le hangar où Espinosa et moi couchions près de l'appareil. Nous évitions ainsi toute crainte d'espionnage ou de malveillance. Les essais étaient toujours faits soit le matin de très bonne heure, avant l'arrivée des troupes sur le terrain, soit le soir après leur départ, cela pour conserver le secret et éviter toute publicité. Aujourd'hui, quand un aviateur commence à monter un appareil, on dit qu'il va casser du bois. Nous en étions à la période où l'on casse du bois, mais le mot n'existait pas.

L'usine-laboratoire de la rue Jasmin



L'atelier de la rue Jasmin

Les avaries avaient été sommairement réparées quand M. Ader nous donna l'ordre de transporter l'«Eole» au Pavillon de la Ville de Paris pour l'y exposer. Il avait l'intention, avec quelques amis, de fonder une société pour continuer d'étudier, d'une façon plus large, les questions d'Aviation. Mais une visite de M. de Freycinet, alors Ministre de la Guerre, accompagné du Général Mensier, Directeur du Génie, changea tout le programme. Le rêve de M. Ader commençait à prendre corps. De suite, M. de Freycinet et le Général Mensier comprirent l'importance que pouvait avoir, pour la défense nationale, un engin de ce genre, et il fut décidé que M. Ader construirait, pour le compte de l'Etat, un appareil nouveau et plus perfectionné. Pour construire ce nouvel appareil, nous ne pouvions le faire rue Pajou. Il fallut se mettre à la recherche d'un terrain convenable pour y construire un nouveau laboratoire. Il fut trouvé

tout près, à Auteuil, aux 11 et 13 de la rue Jasmin. Immédiatement, on fit construire là le nouveau laboratoire mais, cette fois, ce fut une véritable usine mue par la vapeur, avec de nombreuses machines-outils pour travailler le bois et les métaux. Une grande salle de 200 mètres carrés était réservée aux épures et au montage. Il fallait aller vite... Je fis une démarche auprès de notre ami Morel, qui avait dessiné la première machine, il vint se joindre à nous et fut chargé des travaux de dessins. Espinosa fut chargé des travaux de menuiserie de la membrure. Mais ici, les difficultés surgirent ; il fallut former un personnel de mécaniciens, tourneurs, ajusteurs, menuisiers, susceptibles de se plier aux exigences d'un travail de précision et de patience. Après bien des insuccès, nous arrivâmes à former un noyau d'ouvriers habiles parmi lesquels je citerai Paul Guyot, Fourment, Marault, Devilliers, Pluvert — devenu, par la suite, contremaître de la menuiserie à la Société Industrielle des Téléphones. Ces hommes d'élite encadraient de nombreux autres ouvriers de choix car, je l'ai dit déjà, en plus des qualités professionnelles exigées, nous étions tous tenus à, la plus grande discrétion ; nous avons, tous, signé un contrat qui nous plaçait sous le coup des lois sur l'espionnage.

Les appareils n°2 et n°3

Ce fut avec ce personnel que se poursuivirent les travaux de construction de l'avion N° 2. Il fallut faire de nouveaux essais sur la résistance des matériaux, sur les soupapes de sûreté, sur les pompes à air et les pompes d'alimentation. Il fallait que tous ces appareils soient très légers et d'une grande sûreté de fonctionnement. On fit aussi des essais très laborieux sur le choix des bois et les différentes façons de les employer... Il fallut étudier différents modèles de générateurs, foyers, brûleurs, etc... Tous ces travaux se faisaient presque en même temps, dans une fiévreuse activité. Enfin, la machine à vapeur de l'avion N° 2 fut terminée. Une commission, nommée par le Ministre de la Guerre, vint au laboratoire la voir fonctionner et constater sa puissance au frein. Elle fut ensuite démontée de son banc d'essai et pesée devant cette même Commission qui était composée du Colonel Laussedat, Directeur du Conservatoire des Arts- et-Métiers, de MM. Sarrau et Ré- sal, ces derniers professeurs de Mécanique appliquée à l'Ecole Polytechnique. Pour gagner du temps et arriver plus vite au succès complet, M. Ader décida alors de ne continuer

l'avion N° 2 que plus tard et de construire de suite l'avion N° 3 à double traction. Il fallut donc faire de nouvelles machines à vapeur qu'actuellement on peut voir sur cet « Avion » N° 3 conservé aux Arts-et-Métiers. Avec persévérance, nous entreprîmes donc la construction de l' « Avion » N° 3. Nous escomptions tous les jours un succès immense dès l'instant où les Français — surpris et ravis, car le secret avait été bien gardé — verraient évoluer sur leurs têtes ce gigantesque oiseau. Le projet final de M. Ader était, après ses essais et surtout son apprentissage d'aviateur, de partir du Camp de Satory et d'atterrir au champ de manœuvres de Vincennes.

L'expérience décisive

Le moment tant attendu arriva enfin : l'appareil fut terminé. Le Ministre de la Guerre forma une nouvelle Commission qui décida de l'essayer de suite. Cette Commission comprenait le Général Mensier, président, les Généraux Delambre et Grillon, MM. Sarrau et Léauté, membres de l'Institut. On fit construire immédiatement, au Camp de Satory, un hangar fermé, avec une petite chambre pour les gardiens. Une aire circulaire de 450 mètres de diamètre fut construite par une escouade de sapeurs du 1^{er} Génie sous les ordres du Lieutenant Binet. Une raie blanche, tracée à la chaux, indiqua le milieu de la piste qui avait 40 mètres de largeur. Tout était prêt. Mais nous étions au mois d'octobre et les beaux jours se faisaient rares. Il fallait profiter de tous pour faire nos essais. M. Ader avait fait déjà quelques tours de piste en se tenant à 3 ou 4 kg. de pression : tout marchait bien. Il fit quelques petits bonds en poussant la pression à 6 ou 8 kg. Le 14 octobre 1897, en présence du Général Mensier, du Général Grillon, du Lieutenant Binet, malgré une brise assez forte, son peu d'habileté comme conducteur et son état d'énervement, M. Ader voulut tenter une envolée. Je l'en déconseillai de mon mieux. J'avais même préparé un « petit accident » qui l'aurait empêché de partir, mais je reculai devant la responsabilité que j'encourrais si le mauvais temps nous avait empêchés, ensuite, de faire d'autres expériences. L'avion fut donc sorti, les machines mises en mouvement. M. Ader monta dans l'appareil et partit. La brise qui soufflait avait encore augmenté et, au moment où il quittait le sol, il sortait de l'aire et s'en allait au moins à 200 mètres à droite où il toucha le sol. Les roues furent brisées, les propulseurs cassés... Ce fut un désastre !

La fin...

Malgré cela, il nous restait une consolation : nous n'étions plus seuls à constater que l'avion s'était envolé. Après cet événement, nous sommes rentrés au laboratoire de la rue Jasmin où nous avons transformé l'essieu pour permettre aux roues de se déplacer et de pouvoir rouler obliquement. Nous avons réparé toutes les avaries afin d'être prêts au prochain printemps à faire de nouvelles expériences. Malheureusement, le Ministre de la Guerre était changé et des difficultés surgirent. Le nouveau Ministre, le Général Billot, mit M. Ader en demeure de poursuivre les essais à ses frais. M. Ader a expliqué tout cela dans sa brochure intitulée « La première étape de l'Aviation militaire en France ». Mon avis personnel est que les Ministres, à ce moment, étaient affolés par l'Affaire Dreyfus ; on ne pensait plus qu'à cela, on ne parlait plus d'autre chose. Chaque homme politique, chaque Ministre fuyait toute responsabilité. Nous étions tous atterrés de voir cette œuvre énorme abandonnée. L'avion N° 1 « Eole », blotti dans un coin, après avoir été déplacé en tous sens pendant la construction de l'avion N° 3, ses ailes pliées comme un oiseau frileux et craintif, semblait attendre patiemment le coup qui allait l'anéantir. Car M. Ader, déçu, incompris, fou de douleur de voir le labeur de toute sa vie, sa fortune et son ambition patriotique perdus, le fit détruire en cachette. Quand j'eus connaissance de cet acte de vandalisme, je voulus savoir par qui il avait été commis. J'appris que c'était M. Genevois, alors concierge du laboratoire, aidé de M. Boiret, qui, sur l'ordre de M. Ader, et bien à contre-cœur, scièrent la membrure en petits morceaux et la brûlèrent dans le calorifère. Us brisèrent, à coups de masse, la machine, son générateur, enfin tout, sans qu'il en reste aucune trace. Ainsi finit « Eole ».



Plus heureux, l'avion N° 3 fut donné au Conservatoire National des Arts-et-Métiers où il est encore actuellement. Encore une

fois, une grande découverte bien française a dû attendre qu'elle nous revînt de l'étranger. Il en est toujours ainsi du reste !

LE nEUROn

par N. MOJAIKY



© photo : Dassault Aviation - V.Almansa

50^e Salon du Bourget, du 17 au 23 juin 2013

Introduction

En juin 2003, le Ministère de la Défense, après quelques mois d'instruction avec les équipes de Dassault Aviation, décide de lancer un Démonstrateur Technologique d'un drone de combat furtif. Ce programme est affiché comme ouvert à la coopération européenne, sous Maitrise d'Ouvrage de la Direction Générale à l'Armement (DGA), et sous Maitrise d'œuvre de Dassault Aviation ; les Nations candidates se devaient de proposer de faire avancer des technologies déjà développées dans leurs industries, et soutenir financièrement le programme à hauteur de leurs ambitions.

Début 2006, après construction du projet et après avoir scellé les accords de coopération, le contrat est notifié aux Industriels.

Le 01 décembre 2012, le nEUROn effectue son premier vol, puis enchaîne les vols d'ouverture de domaine, ainsi que la campagne de mesure et démonstration des performances, performances techniques mais aussi performances se rapprochant d'une utilisation opérationnelle.

2013, le nEUROn est exposé au Salon du Bourget, sous une bulle afin de protéger des secrets en relation avec la furtivité.

A l'issue de la clôture du contrat initial, le nEUROn a continué à réaliser une campagne de vol par an pour poursuivre le programme d'évaluation suivant des objectifs convenus entre le Ministère des Armées et Dassault Aviation.

L'article ci-après s'attache à raconter quelques facettes de ce projet qui, certainement, ont contribué au succès de cette opération.

La genèse

La préparation de l'avenir est un sujet majeur pour une industrie de haute technologie, et ceci est particulièrement vrai pour l'industrie de l'aéronautique de combat.

Pour Dassault Aviation, à partir des années 2000, alors que le Mirage 2000 vit ses dernières phases de développement, que le RAFALE est (enfin) sur les rails pour atteindre les objectifs opérationnels fixés en 1988, les réflexions sur « et après » bouillonnent dans la Direction de la Prospective de la Direction Générale Technique de Dassault Aviation.

Si des études amonts sont régulièrement notifiés par la DGA, le maintien des compétences nécessite de concevoir des avions jusqu'à la mise en vol : sans un objectif de mise en vol, les équipes font du papier ou des simulations et les questions que doit résoudre un avionneur ne sont que faiblement abordées.

Concevoir un avion et le mettre en vol, soit. Mais quelle sera l'objectif pour ce programme. A cette date, il n'existe pas d'expression de besoin d'Etat Major, et les discours des chefs de l'Armée de l'Air soutiennent l'hypervélocité au détriment de toute autre technologie.

Les équipes de Dassault Aviation sont convaincues qu'il faut explorer les technologies nécessaires à la maîtrise d'un drone de combat furtif, et bâtissent une logique progressive d'acquisition des savoirs, en partant de la mise en vol d'un modèle réduit (2-3 mètre d'envergure), avant de se projeter sur un avion à l'échelle 1.

Après les vols des modèles réduits, la DGA adhère à l'idée d'un Démonstrateur d'UCAV (Uninhabited Combat Air Vehicle), et reçoit la proposition de Dassault Aviation pour la réalisation d'un Démonstrateur Technologique.

Les objectifs affichés pour ce projet, cadré à 450 M€¹, dont la moitié financé par la France :

¹ - Par comparaison, le projet X47B aux USA a bénéficié d'un budget de 1.5 milliard de dollars.

- Une gouvernance nouvelle pour la coopération maximisant le bénéfice de recherche technologique, suivant le slogan « Best value for Money »

- Une furtivité suffisante pour agir sans être détecté

- Un contrôle à grande distance d'un drone de combat furtif, partageant l'espace aérien militaire

- Le tir d'armement à grande vitesse, à partir d'une soute.

Et, lors du Salon du Bourget 2003, la Ministre de la Défense fait l'annonce du lancement du projet.

La construction du projet

Partant de la proposition faite par Dassault Aviation à la DGA, les équipes de la DGA et de Dassault Aviation s'attèlent à la construction du projet nécessaire à la contractualisation.

Les principaux sujets qui ont mobilisés les équipes étaient :

- Définir des règles de gouvernance au niveau de la Maitrise d'Ouvrage et au niveau de la Maitrise d'œuvre

- Construire l'équipe européenne partie prenante du projet, et identifier le partage des tâches

- Définir l'avant-projet du drone

- Définir comment obtenir les autorisations de vol, et le régime sous lequel cet avion serait autorisé à effectuer ses vols d'essais.

Et très vite, il faut trouver un nom : nEUROn est retenu.

La gouvernance

« Best Value for Money » obligeait les équipes à instruire deux problématiques :

- **La première**, c'est la démarche de contractualisation où le Contractant (la DGA) veut une garantie sur l'atteinte d'objectifs très ambitieux, et le Contracté (Dassault Aviation), s'attaquant à des activités de recherche technologique ambitieuse, ne veut pas être pénalisé si le programme de recherche n'aboutit pas.

Partant d'une volonté commune d'ambition technologique, l'instruction par les experts de Dassault Aviation et de la DGA a convergé sur les méthodes et les moyens nécessaires à la réalisation des ambitions, mais aussi les méthodes et moyens permettant de les mesurer.

La DGA a pris en charge, au niveau de ses centres d'essais, l'adaptation de ses moyens de mesure pour se rendre capable de mesurer la furtivité au niveau de l'ambition du programme.

L'Industrie (Dassault Aviation en tête) a pris en charge les développements des technologies, les essais partiels progressifs qui permettent de vérifier la tenue du plan de marche.

Sur cette base, seuls des aléas (par définition, non prévus au départ du projet) mettent à risque l'atteinte des objectifs et la couverture des conséquences de ces aléas n'est pas incluse dans le contrat.

Les équipes sont donc mobilisées pour y arriver, mais on ne leur coupe pas la tête si elles tombent sur des os insolubles dans le périmètre du programme.

- **La seconde**, c'est le choix des technologies à développer et l'affectation des projets de recherches aux industriels européens.

Face aux objectifs ambitieux, les industriels, sous pilotage de Dassault Aviation, ont affiché les technologies qu'elles se proposaient de développer. Les règles de gouvernance mise en place imposaient :

- Que chaque nation désigne un industriel, responsable du tissu industriel de son pays

- Que chacun de ces industriels prenne en charge un ou des projet(s) de recherche technologique, adossé à des compétences préexistantes chez eux

- Dassault Aviation, Maitre d'œuvre, garde la responsabilité de l'intégration des technologies et de l'obtention des performances globales

En dehors des sujets de recherche, nombre de constituant nécessaire à l'avion devait être acquis avec un minimum d'effort ; une grande

quantité d'équipements ont été achetés « sur étagère » (exemple le moteur) ou avec une adaptation minimale (exemple les trains d'atterrissage).

La coopération européenne

Le choix des pays avec qui la France souhaite coopérer relève de la décision du Ministère de la Défense, Dassault Aviation étant bien entendu force de proposition.

Des règles simples ont été affichées :

- La DGA agit en temps qu'Agence Exécutive au nom des Agences des pays associés au programme
- Dassault Aviation est Maître d'œuvre du Projet
- La France finance 50% du projet et assure 50% des activités
- Chaque Pays désigne un industriel principal, qui sous-contracte les activités dans le tissu industriel local

Par ordre d'importance de leur contribution financière au projet, après deux ans d'échanges et d'arbitrage, l'équipe est constituée de :

- L'Italie, et Alenia (maintenant Leonardo) en tête de file
- La Suède, avec SAAB en tête de file
- L'Espagne, avec EADS -CASA (maintenant AIRBUS) en tête de file
- Le Grèce, avec HAI en tête de file
- La Suisse, avec RUAG en tête de file.

En France, à part Dassault Aviation, THALES a été retenue pour les communications, et RRTM (Rolls&Royce – Turboméca) a été retenue pour le moteur.

Il faut aussi souligner que pour les centres d'essais étatique, la France a confié à la DGA-EV la supervision des essais en vol, et l'exploitation des mesures sensibles (secrètes). La DGA MI a eu en charge les mesures de furtivité en chambre. Côté Européen, le FMV Suédois a supervisé les essais en vol en Suède, et l'aeronautica Militare Italienne a supervisé les essais en vol en Italie.

Il est notable que les publications en Italie et en Suède à l'issue de la réalisation du programme montrent combien chaque pays est fier de sa contribution au projet, ce qui est une image d'une coopération réussie.

Le projet du drone



Présentation des formes nEUROn à la Direction Générale de Dassault Aviation (23/06/2005)

Le niveau de furtivité visé orientait les équipes vers une formule d'aile volante. Dassault Aviation avait construit, depuis le RAFALE, une capacité à calculer les caractéristiques intéressant la furtivité électromagnétique (MAXWELL), mais aussi infrarouge, et ces codes de calculs ont été améliorés pour être capable d'intégrer les contributions des partenaires européens, tout en se mettant au niveau des ambitions de détectabilité spécifiés.

Par ailleurs, les codes de calculs aérodynamiques (EULER, NAVIER-STOKES) était largement utilisés aussi bien dans le domaine militaire que le civil.

Grace à ces codes de calcul, le choix des formes a pu être convergé : un objet furtif au plan électromagnétique, infrarouge et visible capable d'un domaine de vol (vitesse, altitude, manœuvrabilité) homogène à un avion de combat.

Vers mi 2005, le projet était bouclé : choix des formes, choix de l'architecture structurale, choix de l'architecture de contrôle, choix de l'architecture numérique.

Cela donne un avion de type aile volante, de la taille d'un RAFALE, 7 tonnes au décollage, avec une capacité de manœuvre proche d'un chasseur bombardier.

Sur cette base, la répartition détaillée des tâches est construite, et les industriels vont réaliser la conception, en numérique d'abord, dans un outil commun, sur base de CATIA V5.

Autorisation de vol, puis les vols

Il était décidé que la mise en vol le nEUROn s'effectuera à partir de la Base aérienne d'Istres, puis de réaliser les campagnes d'essais en vol à partir d'Istres, de Vidsele en Suède et de Sardaigne.

Les règles, pour l'aviation militaire, désignent l'Autorité Technique de la DGA responsable de la signature de l'autorisation de vol. Chez Dassault Aviation, toute autorisation de premier vol (civil ou militaire) relève de la responsabilité du Directeur Général Technique.

Fort de son expérience dans le domaine des FALCON, Dassault Aviation propose à la DGA la rédaction d'un référentiel, dit base de navigabilité, par analogies aux référentiels civils Part 23 ou 25. On note cependant qu'il n'y a pas de certification à la clé de cette démarche.

Les équipes de Dassault Aviation et de la DGA s'attèlent à cette tâche ; il faut tout inventer car cette démarche est nouvelle pour le militaire, aucune expérience préalable en Europe, et les problèmes liés à l'absence de pilote à bord méritent des réflexions approfondies.

Grace à la rigueur partagée entre les ingénieurs de Dassault Aviation et de la DGA, le projet de base de navigabilité est de très bon niveau, accepté par les Autorités techniques (DGA et Dassault Aviation) ; Il est aussi accepté par les Autorités Suédoises et Italiennes. Ce document sera proposé (et accepté) par la suite pour devenir un STANAG (référentiel OTAN).

Avec ce référentiel, les équipes disposent des éléments clés de conception (niveau de sécurité en particulier, stratégie en cas de pannes majeures conduisant à un crash).

Cependant, le processus progressif des essais conduisant à une mise en vol en vigueur chez Dassault Aviation n'est pas applicable : en effet, ce processus confie au pilote d'essais un rôle primordial (avis du pilote après les rouleurs avec augmentation progressive de la vitesse,

jusqu'au « lever de roulette »). Les Essais en Vol de Dassault Aviation reprennent toute la réflexion de la démarche progressive et des acquis nécessaires pour une mise en vol ; il en découle des exigences sur la conception spécifique à ce type de produit.

De son côté, la DGA EV, en liaison avec Dassault Aviation et le Contrôle de l'Armée de l'Air de la base d'Istres mettent en place le référentiel permettant le vol dans l'environnement de la base aérienne

(qui reste opérationnelle), dans la proximité de l'aéroport de Marignane (dont le croisement avec les trajectoires des avions civils), et le contrôle de l'espace militaire réservé au-dessus de la Méditerranée pour la réalisation des vols d'essais.

Un bilan succinct

Les choix initiaux convergés lors de la construction du projet ont contribué à un déroulement, sans remise en cause de développement du démonstrateur. Encadré par quelques anciens, Dassault Aviation et la DGA ont profité de ce projet pour faire grandir des jeunes, hommes et femmes, qui aujourd'hui sont les leaders techniques sur différents projets.

La conviction défendue par Dassault Aviation que le développement des compétences nécessite de mettre en vol un avion à la bonne échelle a été démontrée par le nEUROn : les théories « papier » construites via les études amonts ont régulièrement été corrigées lorsqu'elles ont dû se confronter à la réalité de l'avion, en essais sol ou en essais en vol.

En regard des objectifs du projet, il faut retenir :

- Que le modèle de gouvernance (coté Maîtrise d'Ouvrage et coté Maîtrise d'œuvre) s'est révélé efficace. Il faut cependant souligner qu'il n'a été activé que pour un programme de développement. Quand la France a souhaité aller plus loin avec les Britanniques, puis avec l'Allemagne et l'Espagne, pour développer le Système de Combat Aérien de Futur (SCAF & FCAS), il est apparu que les questions de certification (et détention du Certificat de Type) et de Production (et en particulier responsabilité de la mise en vol des avions de série) nécessitaient des arbitrages complémentaires.



• Le partage des tâches a permis de mener à bien le projet : ce partage a veillé à garder des interfaces les plus simples possibles entre industriels, à respecter les secrets industriels de chacun, à confier au Maître d'œuvre la responsabilité de l'intégration (et donc arbitrages techniques au niveau des interfaces), à confier au Maître d'œuvre la tenue à jour des modèles globaux (Aérodynamiques, Electromagnétiques, Structural, Systèmes, ...) en intégrant les contributions de chaque industriel et de ce fait piloter la cohérence au jour le jour. Ceci s'est révélé un point clé dans la réussite technique et programmatique du projet.

• La mesure des performances a été effectuée sur le drone en configuration de vol ; l'avion a démontré toutes les performances techniques (furtivité, domaine de vol, ...). Au-delà de ces performances techniques, le drone a été expérimenté dans des exercices de confrontation suivant des scénarii imaginés par les centres d'expérimentation de la DGA et des Forces. Cet aspect a développé un savoir (équipes étatiques et Industrielles) majeur pour se projeter vers les futurs systèmes de combat aériens.

• Enfin, l'approche de mise en place d'une base de navigabilité, transposée des pratiques du monde civil, a été une première dans le monde militaire ;

elle a permis une conception et une mise en vol sur une base opérationnelle dans un environnement partagé avec le civil, ce qu'aucune nation européenne n'a voulu réaliser. On note cependant le danger de cette approche : la rédaction de cette base de navigabilité impose de respecter une règle de pragmatisme, arbitré par une autorité technique reconnue, faute de quoi, chaque expert étatique maximisera les exigences dans son domaine, et les industriels seront poussés à concevoir un système inabordable au plan des coûts et au plan technique.

Conclusion

Le projet nEUROn a été lancé pour développer des nouvelles technologies, expérimenter des formes efficaces de coopération européenne et être le véhicule de transmission de compétence entre générations d'ingénieurs.

Le bilan montre une réussite sur ces trois axes.

Les futurs programmes d'avions de combat (avec ou sans pilote à bord) nous montreront comment ils sauront faire fructifier l'héritage du nEUROn.

NOUVEAUX ADHÉRENTS

■ ROBIN Christophe

RECRUTEMENT

PENSEZ À FAIRE ADHÉRER VOS AMIS S'INTÉRESSANT À L'AVIATION ET À L'ESPACE

Pour être active et efficace, notre association doit réunir un nombre suffisant d'adhérents. Les actions de promotion que nous effectuons (stand au Salon de l'Aéronautique, site Internet, participation à des séminaires de préparation à la retraite...) ont une efficacité limitée car elles ne sont pas ciblées de façon assez précise et nous constatons une baisse régulière et inquiétante de nos effectifs. A titre personnel, vous êtes bien placés pour trouver des personnes qui pourraient être intéressées par nos activités et pour mettre celles-ci en valeur auprès d'elles. C'est pourquoi nous demandons à chacun de participer à cet effort de promotion en nous transmettant leurs coordonnées, après les avoir vérifiées, pour que nous leur envoyions, de votre part, un dossier d'inscription contenant : une documentation, un formulaire d'adhésion et quelques numéros anciens de notre bulletin « Contact », accompagné d'un courrier spécifique vous citant.

Nous vous remercions d'avance de cette action qui, nous l'espérons, nous permettra de réunir encore plus d'amis de l'Aéronautique et de l'Espace.

Tout courrier doit être envoyé à l'adresse ci-dessous :

LES VIEILLES RACINES



Administration :
30, rue de l'Ancienne Mairie
92100 Boulogne-Billancourt
Tél. : 01 46 05 03 38
Courriel : lesvieillesracines@orange.fr
adresse site des VR :
<https://aerospaceracines.fr/>

Permanence :

Mardi et Jeudi de 10 h à 12 h et de 13 h 30 à 17 h
Directeur de la publication :
Philippe RIBATTO
Rédacteur en Chef :
Gérard MEYER
Maquettiste : Isabelle PANAUD
Imprimé en France par :
Imprimerie ROQUES - 94000 Créteil