Nacelles
ISSN : 2552-6987

6 | 2019
Conception aéronautique : une transformation digitale à bas bruit (années 1960-2010)

Dassault et la Conception assistée par ordinateur

Claude Carlier

http://interfas.univ-tlse2.fr/nacelles/772

Electronic reference
Claude Carlier, « Dassault et la Conception assistée par ordinateur », *Nacelles* [Online], 6 | 2019, Online since 17 juin 2019, connection on 29 mai 2023. URL : http://interfas.univ-tlse2.fr/nacelles/772

Dassault et la Conception assistée par ordinateur

Claude Carlier

OUTLINE

1. L'Adaptation aux révolutions technologiques
2. La Création de Dassault Systèmes
3. L'Entreprise numérique

TEXT

1 Avec ses Rafale et ses Falcon, Dassault Aviation symbolise la réussite française dans le domaine des avions de combat et celui des avions d'affaires. Mais il est aussi une autre société du groupe industriel Marcel Dassault qui connaît une grande réussite : Dassault Systèmes.

2 L'entrée de Dassault dans l'électronique remonte à 1955. Répondant à une demande de l'armée de l'air, la société fait voler le Mystère IV N qui doit être équipé d'un radar pour la chasse de nuit. L'avion est une réussite, mais se trouve confronté à un problème non négligeable : la France ne fabrique pas encore de radar aéroporté ! Ne concevant pas d'être freiné dans la construction de ses prototypes, Marcel Dassault décide de créer un département électronique et recrute Bertrand Daugny[1], qui avait quitté la compagnie française Thomson Houston où il était responsable de l'étude et de la réalisation d'un radar de Conduite de tir d'artillerie lourde (COTAL) commandé par l'OTAN.

3 En 1963, le département électronique est transformé en société indépendante sous l'appellation « Électronique Marcel Dassault » qui fabrique des radars, des calculateurs numériques, des autodirecteurs de missiles, des appareils médicaux, des distributeurs automatiques de billets de banque. Une de ses plus célèbres fabrications est l'autodirecteur qui équipe le missile mer-mer antinavire Exocet[2].

1. L'Adaptation aux révolutions technologiques

4 Au début des années 1970, l'apparition de commandes de vol intégralement électriques – remplacement de la totalité des timoneries et des circuits hydrauliques par des fils électriques commandant de petits moteurs manœuvrant les gouvernes de vol – permet un gain de poids et d'encombrement [3]. Cette évolution a pour conséquence de permettre un contrôle électronique du vol par l'intermédiaire d'un ordinateur qui gère les divers paramètres de l'avion lui donnant ainsi une trajectoire quasi parfaite. La tâche du pilote est considérablement aidée, en particulier en augmentant la manœuvrabilité et en réduisant la vitesse d'approche à l'atterrissage, point faible des avions à ailes delta. Selon Jean Cabrière [4], directeur général technique de la société Dassault : « La plus grande innovation technologique de l'après-guerre, c'est le tout électrique qui a permis de faire voler un avion instable, ainsi que le tout digital [5]. » Pour Henri Déplante, ancien directeur général technique : « La stabilité artificielle des avions actuels constitue le plus grand progrès, c'est ce qui m'a le plus étonné depuis la guerre [6]. » Parallèlement, la généralisation de l'utilisation de matériaux composites (fibres de verre, fibres de carbone) dans la structure d'un appareil permet des diminutions importantes de poids.

5 Jusqu'aux années 1970, les bureaux d'études des constructeurs aéronautiques comprenaient de grandes salles remplies de dizaines de planches à dessin inclinables, équipées de règles à dessiner mobiles, de crayons et de gommes sur lesquelles se penchaient ingénieurs et techniciens. À chaque modification du produit, il fallait refaire tous les dessins. De plus, la vue n'était pas réaliste, car les surfaces et les volumes ne pouvaient pas être définis. Il fallait les compléter par la réalisation d'une maquette en bois ou en métal, à l'échelle un, qui permettait de voir dans l'espace la forme du produit. Avec l'avènement de l'informatique qui permet l'apparition de logiciels de conception en deux (2D) puis en trois dimensions (3D), les planches disparaissent et sont remplacées par des écrans, des claviers et des souris.

6 Petite société à l'échelle mondiale, la société Dassault ne pouvait durer, en plus de l'obligation de posséder des personnels de haute qualité, que si elle était équipée d'outils de travail au moins égaux si

ce n'est supérieurs à ceux de ses concurrents, essentiellement les très grandes sociétés américaines. En 1975, elle acquiert CADAM (Computer Augmented Design And Manufacturing), un logiciel de dessin interactif en deux dimensions (2D) développé par l'Américain Lockheed Aviation. Sur cette base, une dizaine d'ingénieurs, dirigés par Francis Bernard [7], améliorent ce concept en visant d'emblée la fabrication industrielle. C'est ainsi qu'est créé le programme DRAPO (Définition et réalisation d'avions par ordinateur), mis en service à la fin de 1975, qui permet de dessiner sur l'écran d'un terminal d'ordinateur les pièces de structure et d'élaborer directement le programme d'usinage pour les machines à commande numérique. En 1977, Jean Cabrière demande le développement d'un outil tridimensionnel (3D) facile à utiliser par des non-informaticiens. Les ingénieurs élaborent progressivement le programme CATI (Conception assistée tridimensionnelle interactive) qui permet de s'assurer du bon ajustement de milliers de pièces conçues en trois dimensions et assemblées virtuellement. CATI permet aussi de détecter les risques d'interférences entre les composants et donc réduire le nombre et le coût des modifications. C'est ainsi qu'une voilure de soufflerie peut désormais être conçue en quatre semaines contre six mois auparavant. En novembre 1980, Marcel Dassault, alors âgé de quatre-vingt-huit ans, demande une démonstration des capacités du logiciel et se montre intéressé par les perspectives qu'il laisse entrevoir. Francis Bernard se souvient : « Il regarde la conception d'une surface sur le terminal et, après quelques minutes, il me dit : "Laissez-moi travailler par moi-même". Marcel Dassault comprend immédiatement la valeur de notre logiciel. [8] »

7 C'est le début d'une grande aventure technologique qui donne naissance à une société de conception assistée par ordinateur.

2. La Création de Dassault Systèmes

8 En 1981, CATI donne satisfaction, mais se pose la question de son avenir. Charles Edelstenne [9], qui était alors secrétaire général, rappelle le contexte : « Nous avions constaté que la conception et la fabrication assistées par ordinateur devenaient de plus en plus importantes pour notre industrie, mais que leur développement entraînerait l'appari-

tion de concurrents. Fallait-il garder notre avance ou créer un standard international ? Nous courions le risque, dans le cas d'un développement purement interne, d'avoir un jour à l'abandonner par manque de compatibilité avec d'autres systèmes. » Partisan de faire de CATI un outil international incontournable, Charles Edelstenne, après une étude des possibilités mondiales, propose à Marcel Dassault de créer une société. Ce dernier ne manifestant pas un grand intérêt, il l'informe qu'il est prêt à la créer, seul. Réplique de Marcel Dassault : « Mais vous n'avez pas l'argent ? », « Je vais emprunter. », lui déclare Charles Edelstenne.

9 Marcel Dassault donne finalement son approbation, mais avec une réserve : « C'est d'accord, mais à condition que vous mettiez votre argent dedans. » Charles Edelstenne précise : « Il a fixé ma participation à 10 %.[10] »

10 Le 5 juin 1981, avec cinq ingénieurs venant de Dassault, est créée Dassault Systèmes, une SARL qui a pour principaux actionnaires la Société centrale d'études Marcel Dassault et Charles Edelstenne, qui en est le gérant. CATI est alors commercialisé sous l'appellation Catia (Conception assistée tridimensionnelle interactive application).

11 À la même époque, la société américaine IBM, numéro un mondial des matériels informatiques, teste Catia avec d'autres logiciels américains et japonais. En juillet 1981, elle choisit Catia et signe avec Dassault Systèmes un accord global non-exclusif de marketing, vente et support. C'est le début d'un partenariat de longue durée.

12 Catia permet de concevoir en trois dimensions (3D) les produits industriels les plus complexes. L'objet peut être manipulé sous tous ses angles, sans nécessiter la construction d'une maquette, d'où la réduction du coût et du temps de conception des produits. Il est ainsi possible de concevoir des ensembles de nature et de taille aussi variées que celle d'une plate-forme pétrolière ou d'un cœur artificiel, en passant par l'aménagement des bâtiments d'une usine, la définition de la forme d'un récepteur téléphonique ou la conception d'une chaîne de soudure automatique, d'une chaussure ou encore d'un collant, sans oublier les avions, les voitures et les bateaux. En proposant cette nouvelle façon de travailler, Dassault Systèmes ne s'adresse plus seulement aux techniciens et ingénieurs, mais aux dirigeants des entreprises, lesquels sont très concernés par la réduction des temps de

cycle des fabrications, les coûts et la qualité des produits. Pour le client, Dassault Systèmes n'est plus un fournisseur de produits, mais devient un partenaire. Selon Charles Edelstenne,

> Ce que nous avons réussi à faire avec Dassault Systèmes, c'est-à-dire créer un outil qui a révolutionné l'étude, la conception, la fabrication de produits, est certainement aussi important, et je pèse mes mots, que l'apparition de la machine-outil dans un monde qui était jusqu'alors essentiellement manuel. Avec Catia, nous avons divisé par cinq le temps nécessaire à la création des produits tout en dépensant moins d'argent. Cela a été rendu possible, en particulier, grâce à l'augmentation constante de la capacité de calcul des ordinateurs [11].

13 En 1981-1982, après Dassault, les premiers clients de Catia sont le constructeur aéronautique américain Grumman [12], le motoriste Snecma [13] en France, les constructeurs automobiles allemands Daimler-Benz et BMW ainsi que Honda au Japon. En 1981, la société possède vingt-neuf clients, ils sont quatre cents en 1985.

14 En 1986, Boeing choisit Catia pour la conception et la fabrication de son futur long-courrier commercial, le B-777, ce qui a permis d'assembler d'une manière virtuelle trois millions de pièces, soit l'équivalent de quatre années de travail pour 4 500 ingénieurs. Charles Edelstenne se souvient des conditions de l'accord :

> Nous avons été convoqués, le président d'IBM et moi, par le président de Boeing. Au cours de la réunion, les ingénieurs de Boeing ont présenté leurs challenges, ceux d'IBM et de Dassault Systèmes ont présenté Catia et les moyens de soutien qu'ils étaient prêts à apporter. Après la présentation, le président de Boeing a réuni un comité restreint au cours duquel il a demandé au président d'IBM et à moi-même que nous garantissions la capacité de nos outils pour réaliser la maquette numérique du 777 et nous a demandé de signer un document commun qui est l'acte de lancement du programme. Nous avons signé, car nous étions certains de la qualité de notre produit et il n'y a pas eu de problème [14].

15 Le choix de Boeing, numéro un mondial des avions commerciaux, donne à Dassault Systèmes une notoriété internationale qui déclenche de nouvelles ventes. Charles Edelstenne a réussi son pari, mais a néanmoins un regret :

> De 1981 à 1986, alors que je voyais Marcel Dassault deux fois par semaine pendant une heure et demie, le sujet Dassault Systèmes n'a jamais été abordé. Plus tard, j'ai appris qu'il disait : « Edelstenne doit être en difficulté, il n'ose pas m'en parler ». En 1986, il m'a joué le plus mauvais tour de ma vie. Alors que je m'apprêtais à lui dire : « Monsieur, on a gagné », il décède. C'est ma plus grande frustration professionnelle[15].

16 Dassault Systèmes est transformée en société anonyme le 8 avril 1993. Charles Edelstenne devient président-directeur général.

3. L'Entreprise numérique

17 En 2000, à l'occasion du programme de l'avion d'affaires triréacteur Falcon 7X, Dassault Aviation accomplit avec Dassault Systèmes une révolution industrielle en faisant de l'entreprise numérique une réalité. Pour prendre ce tournant technologique, l'entreprise s'appuie sur les outils de « gestion du cycle de vie des produits » (*Product Lifecycle Management*) de Dassault Systèmes qui donnent la possibilité de réaliser virtuellement des phases, auparavant distinctes chronologiquement, concernant la conception, l'industrialisation et la fabrication d'un nouveau produit, quel qu'il soit.

18 Le Falcon 7X est entièrement développé en maquette numérique virtuelle en trois dimensions. Il n'y a aucun plan papier ni aucune maquette, tous les éléments sont consultables sur écran d'ordinateur. Sous maîtrise d'œuvre de Dassault Aviation, quelque cinq cents ingénieurs Dassault et ceux de vingt-sept sociétés partenaires implantées dans le monde conçoivent les différentes parties de l'avion. Tous les ordinateurs étant connectés entre eux et utilisant les mêmes logiciels Dassault Systèmes, chaque ingénieur peut ainsi prendre connaissance des modifications apportées par un autre ingénieur situé à l'autre bout de la planète.

19 Grâce à ce « plateau virtuel », les pièces primaires du premier Falcon 7X sont réalisées sans ajustement ou rattrapage, ce qui entraîne une réduction des délais d'assemblage de l'avion qui passent de seize à sept mois. Selon Christian Decaix[16], alors directeur général industriel et social de Dassault Aviation : « Le résultat obtenu est fascinant. Le premier avion est de qualité équivalente à un centième d'avion de

série dans les programmes précédents. Cela ne s'était jamais produit auparavant.[17] » La maîtrise de ces procédures donne à Dassault Aviation une avance technologique et un avantage compétitif importants.

20 Le triréacteur Falcon 7X effectue son premier vol le 5 mai 2005, respectant le calendrier fixé cinq ans auparavant. Pour la première fois, un système aérien intégrant autant de nouvelles technologies sur un avion d'affaires (commandes de vol électriques avec mini-manche, poste de pilotage entièrement numérisé, nouvelle aile, matériaux composites, nouveaux réacteurs) est développé aussi rapidement. Le Falcon 7X est le premier d'une nouvelle famille Falcon ; il se situe sur le créneau haut de gamme des avions d'affaires capables d'aller directement de Paris à Los Angeles.

21 Le démonstrateur technologique européen d'avion de combat furtif sans pilote à bord nEUROn de Dassault Aviation qui fédère le savoir-faire de coopérants italien, suédois, espagnol, grec et suisse, a effectué son premier vol le 1er décembre 2012. Il est défini, développé et fabriqué selon les procédés appliqués au Falcon 7X, tous les partenaires utilisant les mêmes outils. C'est une première mondiale sur un programme militaire. Les mêmes procédés sont appliqués pour l'étude et la fabrication du Falcon SMS destiné à compléter la gamme.

22 Dans les années 1990, Dassault Systèmes connaît un développement rapide, essentiellement par croissance externe. L'acquisition régulière et ciblée de sociétés aux produits innovants, créatrices de valeur, permet, en les intégrant et leur offrant la possibilité de se développer dans les structures existantes, d'accélérer la capacité de Dassault Systèmes à mettre en œuvre sa stratégie.

23 Le 8 avril 1993, Dassault Système est transformée en société anonyme dont Charles Edelstenne est le président-directeur général. Le 1er septembre 1995, Bernard Charlès est nommé directeur général[18]. Son souhait est de mettre la puissance de la 3D à la portée de tous, afin d'aider les entreprises de l'ensemble des secteurs industriels à développer, simuler et optimiser le cycle de vie de leurs produits avec pour objectif d'améliorer leur environnement, innover et gagner en compétitivité.

24 À partir de cette période, l'entreprise emprunte une trajectoire de développement, essentiellement par croissance externe, et devient

un leader mondial du marché des logiciels de création 3D, de maquettes numériques en 3D et de solutions de gestion du cycle de vie des produits (PLM)[19]. Dassault Systèmes devient « The 3DExperience Company ». Aujourd'hui, l'entreprise possède des clients dans plus de 140 pays représentant plus de 220 000 entreprises de toutes tailles. Elle est présente dans douze secteurs : aéronautique et défense, architecture, ingénierie et construction, biens de consommation, énergie et procédés, finance et services, hautes technologies, équipements industriels, sciences de la vie, marine et offshore, ressources naturelles, transport et mobilité, gestion de la ville…

25 Mais c'est déjà une autre histoire…

BIBLIOGRAPHY

Archives Dassault Aviation, archives Marcel Dassault.

Berger Luc, Carlier Claude, *Dassault – 50 ans d'aventure aéronautique*, 1945-1995, Éditions du Chêne, Paris, deux tomes, 1997.

Carlier Claude, *Marcel Dassault – La légende d'un siècle*, Perrin, Paris, 2002.

Carlier Claude, *Dassault – De Marcel à Serge, 100 ans d'une étonnante aventure humaine, industrielle et politique*, Perrin, Paris, 2017.

Dassault Systèmes, rapports annuels.

NOTES

1 . Bertrand Daugny (1925-2014) est un ingénieur Supélec qui rejoignit Dassault en 1954 et y développa l'activité électronique. Il dirige à sa création EMD (Électronique Marcel Dassault) avec Benno-Claude Vallières et Serge Dassault et en est président-directeur général de 1986 à 1999.

2 . EMD devient en 1982 Électronique Serge Dassault, puis en 1990 Dassault Électronique qui, en 1998, fusionne avec Thomson-CSF et Alcatel pour former Thalès dont Dassault Aviation possède 26 % du capital.

3 . Quelques appareils comme le Mirage IV et le Concorde en étaient déjà partiellement équipés.

4 . Jean Cabrière (1915-2010), ingénieur Supaéro, rejoint Dassault en 1947 au bureau d'étude du MD 450 Ouragan, premier chasseur à réaction de fabri-

cation française commandé par l'armée de l'air. Directeur technique puis directeur général technique en 1973, il soutient le développement des outils informatiques.

5 . Entretien avec l'auteur.

6 . *Ibid.*

7 . Francis Bernard (1940-), ingénieur Supaéro, rejoint Dassault en 1967 au département des études avancées. Il développe de premières applications de calcul, puis est à l'origine de la CAO. À la création de Dassault Systèmes, en 1981, il en assure la direction technique jusqu'en 1995 et conduit le développement de Catia.

8 . Francis Bernard, *The Dassault Systemes Success Story*, Isicad, 26 novembre 2010.

9 . Charles Edelstenne (1938-), expert-comptable, entre chez Dassault en 1960 comme chef du service des études financières, secrétaire général de la société en 1975, vice-président chargé des affaires économiques et financières en 1986, président-directeur général de Dassault Aviation (2000-2013), directeur général du groupe industriel Marcel Dassault (2013-2018), président-directeur général depuis 2018. Il est le fondateur/gérant de Dassault Systèmes en 1981 puis président-directeur général avant de devenir président du Conseil d'administration. Entretien avec l'auteur.

10 . *Ibid.*

11 . *Ibid.*

12 Grumman est une entreprise américaine de construction d'avions civils et militaires fondée en 1929 par Leroy Grumman. Elle fusionne avec Northrop en 1994.

13 Snecma (Société nationale d'étude et de construction de moteurs d'aviation) est créée en 1945 par nationalisation de Gnome et Rhône. Elle se développe dans les décennies qui suivent et fait peu à peu l'acquisition de nombreuses sociétés (Hispano-Suiza, Messier, Bugatti, Turboméca, Labinal). En fusionnant avec SAGEM en 2005 elle devient Safran.

14 . *Ibid.*

15 . *Ibid.*

16 . Christian Decaix (1937-) Ingénieur Supaéro, il rejoint le bureau d'études Dassault à Saint-Cloud en 1962. Directeur adjoint de l'établissement de Saint-Cloud (1980), puis directeur de l'établissement d'Argenteuil (1987), il

développe pour le Rafale le concept de maquette numérique. Directeur général des opérations industrielles (1992), il met en œuvre une ingénierie concourante entre les bureaux d'études.

17 . Entretien avec l'auteur.

18 . Bernard Charlès, né en 1957, diplômé de l'École normale supérieure de Cachan, agrégé de mathématiques, a rejoint Dassault Systèmes, en 1983, où il est chargé des nouvelles technologies puis directeur de la stratégie, recherche et développement de 1988 à 1995. Directeur général depuis 2002, il est vice-président du conseil d'administration depuis 2016.

19 . Parmi les concurrents de Dassault Systèmes figurent la société allemande Siemens PLM Software (au sein de la division Siemens Digital Factory) et Parametric Technology Corporation.

ABSTRACTS

Français

Du Mystère IV N (1955) et la création d'un département électronique au sein de Dassault Aviation au Falcon 7X (2005) entièrement développé en maquette numérique virtuelle en trois dimensions, cet article retrace les grandes étapes de la trajectoire de ce qui sera Dassault Systèmes et le succès de Catia. Derrière cette trajectoire, il a une partie essentielle du développement de la cao en France et dans l'aéronautique. Il donne la parole à des acteurs de premier plan qui montrent, notamment, le rôle particulièrement important des relations interpersonnelles et des paris techniques et organisationnels souvent audacieux.

English

This article follows the main stages of the Dassault Systems birth and growth, the chronology of the development of Catia and finally its worldwide success. The period considered begins with the launch of the "Mystère IV N programme" (1955) and the creation of an electronics department within Dassault Aviation and goes along until the Falcon 7X (2005) which was entirely developed in a three-dimensional virtual digital model. During the period, an essential part of cad development in France and in aeronautics emerged. The article gives a voice to key players. It shows, in particular, the important role of interpersonal relationships and technical and organisational challenges, which are often daring.

INDEX

Mots-clés
Catia ; Dassault Systèmes ; maquette numérique ; entreprise 3D.

Keywords
Catia; Dassault Systemes; digital model; 3D company.

AUTHOR

Claude Carlier
Docteur d'ÉtatDirecteur du Centre d'histoire de l'aéronautique et de l'espace et le président de l'Institut d'histoire des conflits contemporains.110144@free.fr