Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses
Band: 114 (1988)
Heft: 21

Artikel: Retraite anticipée pour un avion extraordinaire
Autor: Weibel, Jean-Pierre
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-76841

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

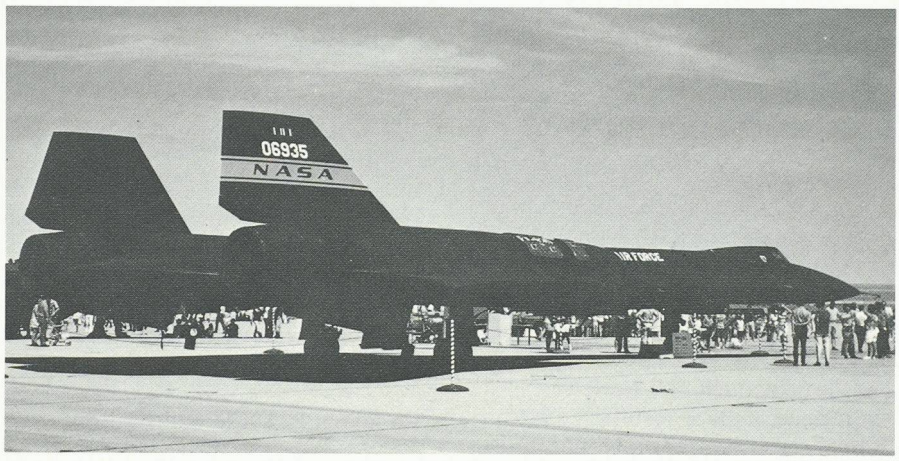
Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Retraite anticipée pour un avion extraordinaire

Il est malheureusement vrai que nombre de progrès techniques sont obtenus sous la pression d'exigences militaires. L'avion présentant aujourd'hui encore les meilleures performances au monde – vitesse et altitude – est issu, il y a un quart de siècle, d'un programme demandant un chasseur meilleur que tous les appareils alors connus.
Indépendamment de cet aspect militaire, il nous a paru intéressant d'examiner la genèse d'un avion extraordinaire du point de vue de l'ingénieur – personnage clé, quoi qu'on veuille en dire.



Le Lockheed SR-71 au sol: 33 m de long, 17 m d'envergure, une ligne peu usuelle et une livrée qui annoncent des performances et des missions inhabituelles.

Le meilleur, depuis un quart de siècle

Pour raisons d'économie – telle est du moins la version officielle – l'US Air Force va retirer du service l'un des avions les plus extraordinaires de l'histoire de l'aviation: le *Lockheed SR-71*, surnommé *Blackbird*[1], actuellement basé à Kadena, sur l'île d'Okinawa, et à Mildenhall, en Angleterre.

PAR JEAN-PIERRE WEIBEL, RÉDACTEUR EN CHEF

Cet avion détient plusieurs records du monde absolus[2], et ce depuis plus de vingt ans:
- vitesse en ligne droite (sur une distance de 15-25 km), soit 3529,56 km à l'heure, le 28 juillet 1976;
- vitesse sur un circuit fermé de 1000 km, soit 3367 km/h, le 27 juillet 1976[3];
- altitude en vol horizontal stationnaire, soit 25929 m, le 28 juillet 1976[4].

Parmi les exploits les plus impressionnants connus au crédit du SR-71, mentionnons un vol de quelque 24135 km à l'altitude de 24000 m et à la moyenne de 2300 km/h (avec plusieurs ravitaillements en vol), le 27 avril 1971, et une traversée de l'Atlantique de New York à Londres (5583 km) en 1 heure 54 minutes et 57 secondes (2827 km/h!)[5], le 1er septembre 1974.
Ainsi, aussi étonnant que cela puisse paraître, le SR-71 va disparaître des effectifs sans que ses performances aient été atteintes (et en aucun cas dépassées) par aucun autre appareil. Le premier SR-71 a fait son premier vol le 22 décembre 1964 et ce type est en service dans l'US Air Force depuis 1965 déjà. Il vaut la peine de rappeler ici le développement de cet avion, au moment où il entre dans l'Histoire.

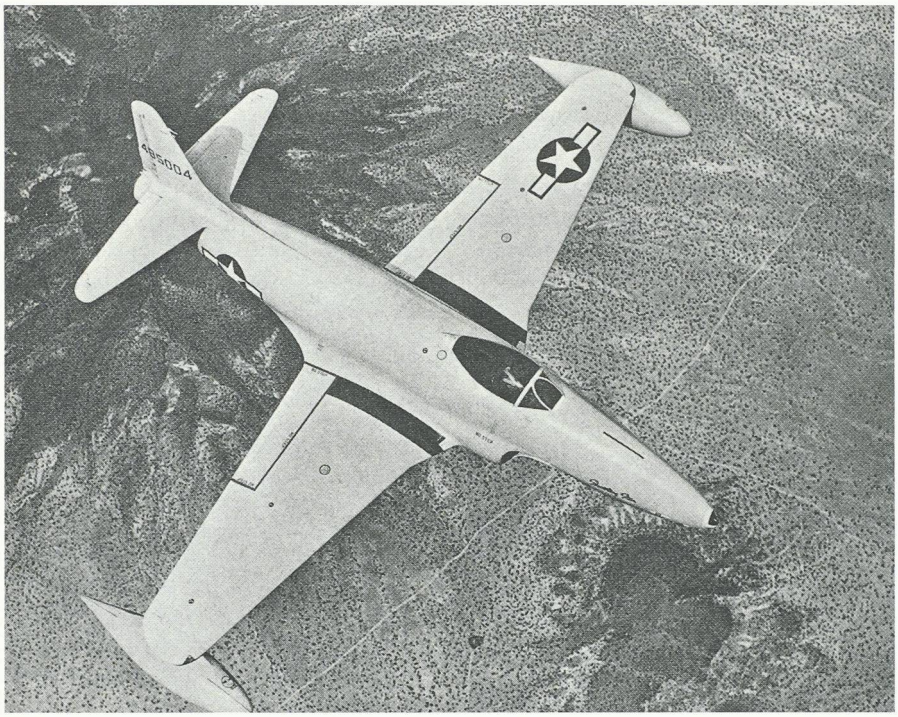
Remerciements
Nous remercions sincèrement la maison Lockheed Aeronautical Systems Company, en particulier M. Eric Schulzinger, Chief Photographer and Coordinator, Public Relations Department, de la documentation photographique aimablement mise à notre disposition.

Un ingénieur exceptionnel pour un avion exceptionnel

Le SR-71 est l'un des tout derniers avions à porter la forte empreinte d'un homme, même si sa réalisation est le résultat du travail de toute une équipe de spécialistes. Aujourd'hui, à l'ère du calcul et de la conception assistés par ordinateur, le projet et notamment la forme d'un avion sont l'aboutissement d'un méticuleux travail d'optimalisation, dans lequel la créativité d'un individu, si doué soit-il, n'a plus une place prédominante.
Mais le Lockheed SR-71 est essentiellement la création d'un ingénieur, Clarence L. «Kelly» Johnson. Il s'inscrit dans une lignée d'avions qui ont tous, à divers titres, marqué l'histoire de la technique aéronautique.
Clarence L. Johnson est né en 1910, dans le Michigan, septième de neuf enfants d'une famille très pauvre d'immigrants suédois (la réalité dépasse la fiction des romans à bon marché!). Son enfance ressemble à celle d'innombrables petits enfants d'immigrés, qui ont appris à lutter pour survivre et à travailler aux champs pour payer leur scolarité.
C'est par la lecture que le petit Johnson a découvert l'aviation et que son génie créateur a été éveillé: à 12 ans, il écrit déjà un petit livre sur l'aviation!
Entré à l'Université du Michigan, à Ann Harbour, il devient l'assistant d'un célèbre aérodynamicien, le pro-

Des travaux des champs aux distinctions les plus prestigieuses: Clarence L. Johnson, ingénieur en aéronautique.

[1] «Bye, Bye Blackbird» in *Aviation Week & Space Technology* du 9 mai 1988.
[2] Il s'agit de records homologués officiellement par la Fédération aéronautique internationale (FAI).
[3] Pour mieux juger de cette performance, il faut se souvenir que la vitesse est rapportée aux côtés d'un triangle délimité par trois points fixes au sol, mais que le rayon de virage à 3300 km/h sous une accélération normale de 3 g est de quelque 30 km, d'où augmentation de la distance effectivement parcourue!
[4] Mentionnons que sur sept records homologués en classe C, six sont détenus par des Américains. Seul le record absolu d'altitude, établi pratiquement en convertissant l'énergie cinétique pour atteindre brièvement l'altitude maximale en vol semi-balistique, appartient à un MiG-25 russe (37650 m) depuis le 31 août 1977. Cet avion n'est pas opérationnel à une telle altitude.
[5] Le vol de retour Londres-Los Angeles (8790 km) a pris 3 h 47 min et 35 s (2313 km/h). (2313 km/h).



Du premier trait de crayon au premier vol en 143 jours: le XP-80 (ici un avion de la série P-80A Shooting Star).

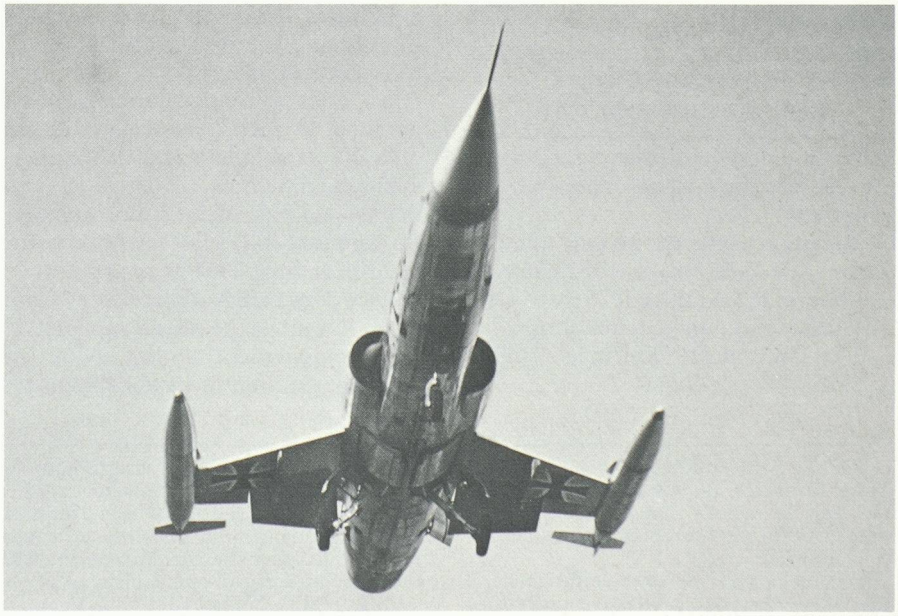
fesseur Stalker. Pendant ses études, il loue avec un camarade la soufflerie de l'université et travaille pour le compte de Studebaker à améliorer l'aérodynamisme des voitures de la marque en incorporant les phares aux garde-boue. Entré comme ingénieur chez Lockheed en 1933, il se signale d'emblée à son nouvel employeur (dont l'ingénieur en chef était diplômé du prestigieux Massachusetts Institute of Technology) en lui annonçant tout de go que son dernier avion est instable ! Par chance, on fait confiance à ce blanc-bec présomptueux, qui va pouvoir montrer ce dont il est capable. Résultat: l'avion en cause - le Lockheed Electra - deviendra le premier succès commercial du constructeur, grâce à l'élimination de son défaut originel.
On ne résume pas en quelques lignes une carrière aussi fructueuse que celle de Kelly Johnson, dont une caractéristique essentielle était d'être un généraliste. Ses activités l'ont mis face à des tâches comme la construction d'un four pour le traitement des métaux, l'optimalisation aérodynamique d'un avion, la mission d'ingénieur d'essais en vol[6], la conduite du personnel des ateliers, la rationalisation de la production aéronautique en temps de guerre, l'étude de nouveaux matériaux : la liste est longue, mais le résultat en est que Johnson a su assurer seul le contrôle et la responsabilité d'un programme aussi complexe que le développement du SR-71.

Le premier défi: le XP-80

Après avoir participé à la conception d'avions aussi célèbres que le Lockheed P-38 Lightning et le Lockheed Constellation, Kelly Johnson se voit confier, le 8 juin 1943, la tâche de construire autour d'un moteur anglais, en 180 jours (!), le premier avion à réaction américain qui sera engagé en combat: le Lockheed P-80 Shooting Star. A ce moment, les usines de ce constructeur étaient occupées à produire 17 chasseurs P-38, quatre «Forteresses volantes» B-17 et sept avions d'autres types *par jour*. C'est dire que Johnson a dû se débrouiller avec une équipe extrêmement restreinte - seulement 23 ingénieurs -, mais homogène, qui allait se construire ses propres locaux à l'aide de bois récupéré de caisses d'emballage et de toile de tente, l'atelier étant constitué de celui précédemment utilisé à la fabrication de modèles de soufflerie. Le principe d'une unité autonome - les futurs *Skunk Works* - devait se révéler extrêmement fructueux tout au long de la carrière de Johnson, permettant de mener à bien des projets ambitieux avec un rendement maximal.
Le prototype XP-80 a volé le 8 janvier 1944, après seulement 143 jours d'un travail acharné[7], mais pas bâclé: aujourd'hui encore, plusieurs armées de l'air utilisent le Lockheed T-33, qui est la version d'entraînement biplace du P-80 de 1943 !

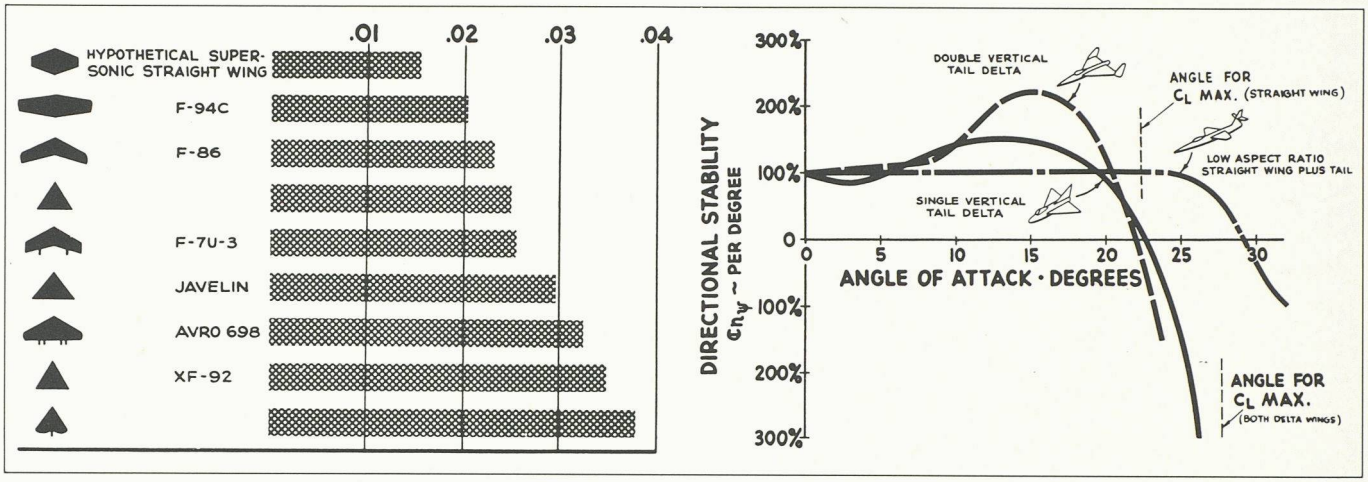
Un jalon: le F-104 Starfighter

Le propre d'un grand ingénieur, c'est d'être en avance sur son temps ; en janvier 1954, on pouvait lire dans la revue suisse *Interavia*, sous la signature de Clarence Johnson, un article intitulé «La forme des avions pour le vol à grande vitesse». A cette époque, il semblait acquis que les avions à réaction supersoniques devaient être équipés d'ailes en forte flèche, comme par exemple le North American F-100 Super-Sabre (environ 45°) ou la série à venir des Mystère français.



Le «missile avec pilote» F-104, conçu comme intercepteur, allait devenir un chasseur-bombardier dit polyvalent de plus de 13 tonnes (ici la version F-104G de l'armée de l'air allemande) et traîner une mauvaise réputation largement imméritée. En 1959, il avait fait l'objet d'une évaluation approfondie par l'armée suisse.

[6] Johnson a toujours affirmé qu'un ingénieur devait voler à bord de ses créations — sinon les piloter — sans quoi il ne pouvait comprendre le point de vue des pilotes. Prêchant d'exemple, il a lui-même volé à bord du SR-71.
[7] A noter que le moteur n'est arrivé d'Angleterre que sept jours avant que l'avion soit prêt au vol ! Son installation a dû être préparée à l'aide d'une maquette en bois.



Ces comparaisons, pour divers types ou diverses configurations d'avion, de la surface alaire par unité de poids (à gauche) et stabilité directionnelle en fonction de l'angle d'attaque, indiquaient à l'observateur averti dans quelle direction s'était orienté Lockheed pour la conception de l'avion qui allait incessamment faire son premier vol: le F-104 doté de l'«hypothetical supersonic straight wing»!

(«Interavia» N° 1, 1954.)

Or, dans son article, Johnson proposait pour les grandes vitesses de minuscules ailes trapézoïdales, extrêmement minces. Ces conceptions annonçaient un nouvel avion révolutionnaire, le Lockheed F-104 Starfighter, dont le premier vol, gardé secret, remonte au 28 février 1954. Là aussi, le développement, longtemps tenu secret, est à mettre au crédit d'une petite équipe menée par Kelly Johnson. La renommée européenne de cet avion, qui a été le premier chasseur à opérer normalement à Mach 2, soit deux fois la vitesse du son, est bien plus mauvaise que ses caractéristiques effectives et largement imméritée. Le fait est que ce type a ouvert une ère nouvelle du vol à très haute vitesse et restera un jalon dans l'histoire de la technique aéronautique[8]. Il a occupé dans les tabelles des records la place tenue aujourd'hui par le SR-71.

Swerdlowsk: la fin d'un secret bien gardé

Le 1er mai 1960, l'avion de reconnaissance à haute altitude Lockheed U-2 apparaissait à la pointe de l'actualité mondiale: après que des appareils de ce type avaient survolé impunément l'URSS pendant quatre ans, l'un d'eux était abattu près de Swerdlowsk. Là aussi, il s'agissait d'une création de Kelly Johnson, développée dans le plus grand secret sous contrat de la CIA, dans une usine créée de toutes pièces dans un endroit désert pour de tels travaux.

A tous les égards, le U-2 se situait aux antipodes du Starfighter: le dessin de son aile à très grand allongement, d'une envergure de 24,38 m, était directement emprunté aux planeurs de compétition. Alors que la charge alaire du F-104 atteignait jusqu'à 724 kg/m², elle n'était que de 130 kg/m² pour le U-2. L'idée de base était de construire un avion d'une grande finesse (rapport portance/traînée), capable de voler en croisière à très haute altitude (plus de 24000 m) pendant des heures à une vitesse de l'ordre de grandeur de 800 km/h, sur plus de 6500 km. De fait, la puissance nécessaire pour maintenir le U-2 en vol était si faible que l'avion montait encore avec le réacteur au ralenti! La réserve de puissance au décollage était telle que l'avion montait à peu près sous le même angle qu'un planeur au treuil et qu'il ne traînait ainsi pas longtemps à des altitudes où il pouvait attirer l'attention[9].

A l'altitude de croisière, aucune traînée de condensation ne trahit le passage d'un U-2. Dans les années cinquante à soixante, aucun chasseur ne montait assez haut pour pouvoir l'intercepter et l'abattre. Il a fallu attendre le développement de missiles appropriés pour que les Russes puissent enfin toucher le premier de ces avions que leurs radars voyaient passer depuis quatre ans.

Il est juste de dire que les U-2 n'ont pas assuré uniquement des missions militaires: utilisés par la NASA, ils ont permis d'acquérir de précieuses connaissances sur la haute atmosphère.

L'incident de Swerdlowsk n'a pas mis fin à un développement aussi remarquable. En 1965, Lockheed a proposé une version améliorée U-2R, de 30 m d'envergure au lieu de 24, avec une surface alaire passant de 57 à 95 m², équipée d'un réacteur d'une poussée accrue de 20%. Les performances améliorées n'ont pas été acquises au détriment de la fiabilité: sur l'ensemble de ses missions au Vietnam, le U-2R a assuré les 98% de ses missions avec un

Un secret bien gardé pendant quatre ans: le Lockheed U-2.

[8] Il a valu en 1959 à Lockheed et à Johnson le *Collier Trophy*, «for the greatest achievement in aviation» de 1958.

[9] Deux exemplaires mis en service en 1956 à Lakenhead, près de Londres, ont mis en émoi la Royal Air Force (qui ignorait la présence d'avions aux caractéristiques aussi exceptionnelles), en s'entraînant à plus de 21000 m: à plusieurs reprises, la RAF a envoyé des chasseurs pour tenter d'identifier ces «intrus».

Le U-2R: des équipements spéciaux ont quelque peu altéré la pureté originelle des formes de la version de base.

Dernier en date des développements du Lockheed U-2: l'avion de reconnaissance TR-1.

écart de moins de 15 minutes sur les horaires prescrits.

Les progrès incorporés aux dernières versions TR-1 leur valent d'être aujourd'hui encore opérationnelles, certes dans d'autres conditions qu'en 1960: les équipements électroniques de reconnaissance, d'une portée atteignant près de 500 km, permettent de renoncer au survol des territoires qu'on veut surveiller. D'autre part, l'écoute des communications radio et la surveillance des faisceaux radar revêtent une importance prioritaire par rapport aux missions photographiques. Rappelons-nous que la lignée des U-2 vole depuis 1955: une conception capable de se maintenir en première ligne pendant trente-trois ans, voilà qui est rare en aviation!

Prévoir, c'est mieux: du U-2 au SR-71

Lorsque le U-2 est entré en service, il ne faisait pas de doute que son invulnérabilité ne durerait pas éternellement. C'est pourquoi l'équipe de Kelly Johnson s'est mise au travail dès 1956 pour lui donner un successeur.

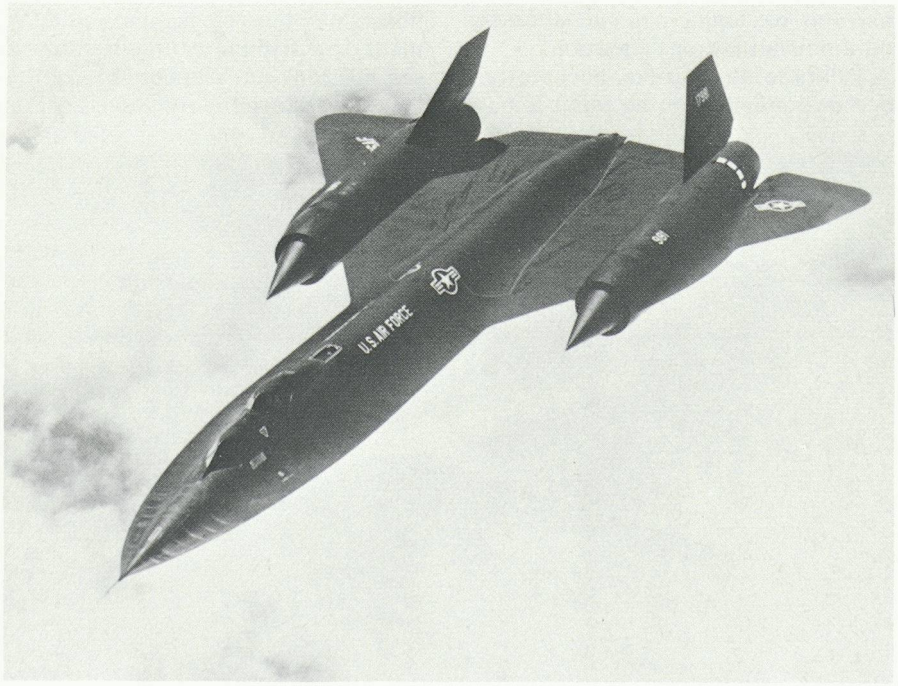
Les études préliminaires ont très vite indiqué que le nouvel avion devrait pouvoir opérer à plus de 25 000 m et à une vitesse bien supérieure à Mach 3 pour être invulnérable[10]. Parmi les autres caractéristiques requises figuraient aussi une bonne manœuvrabilité, afin d'échapper aux missiles sol-air, une bonne stabilité à haute altitude, indispensable à la réussite des missions photographiques, et une très faible trace radar[11].

D'autres constructeurs américains se mirent sur les rangs pour ce projet ambitieux, mais en vain: l'expérience accumulée par Lockheed et sa capacité de réaliser un projet dans les temps prescrits au coût convenu constituaient des atouts majeurs.

Kelly Johnson reconnaît que le développement du nouvel avion a été la tâche la plus ardue confiée aux Skunk Works et la plus grande difficulté rencontrée dans sa carrière. D'une part, les techniques permettant de minimiser l'écho radar renvoyé par un avion n'en étaient qu'à leur tout début; d'autre part, il n'existait encore aucun avion ayant volé plus de quelques minutes à la vitesse à laquelle le nouvel avion devait voler pendant des heures[12]. A Mach 2 déjà, la température du revêtement d'un avion est portée à une température supérieure à 100°C, à cause de l'échauffement cinétique dû à la vitesse. A Mach 3, cette valeur atteint quelque 300°C jusqu'à 425°C au bord d'attaque de l'aile.

C'est dire qu'il a fallu résoudre simultanément un ensemble de problèmes dont chacun relevait d'une technique de pointe encore mal connue.

Citons ici au hasard quelques-unes des solutions retenues:

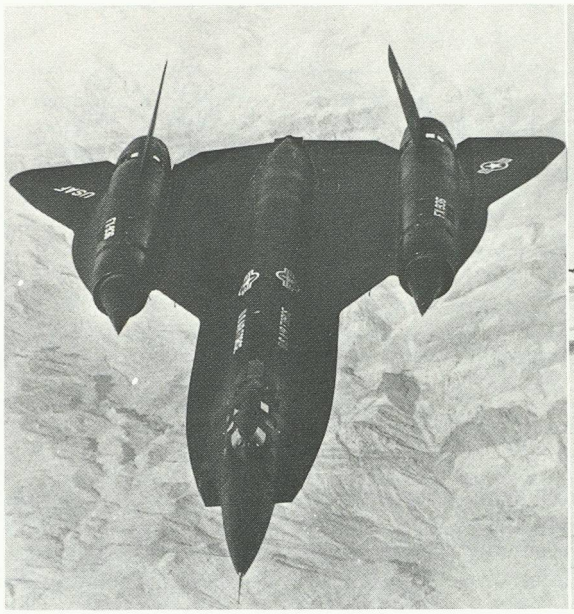


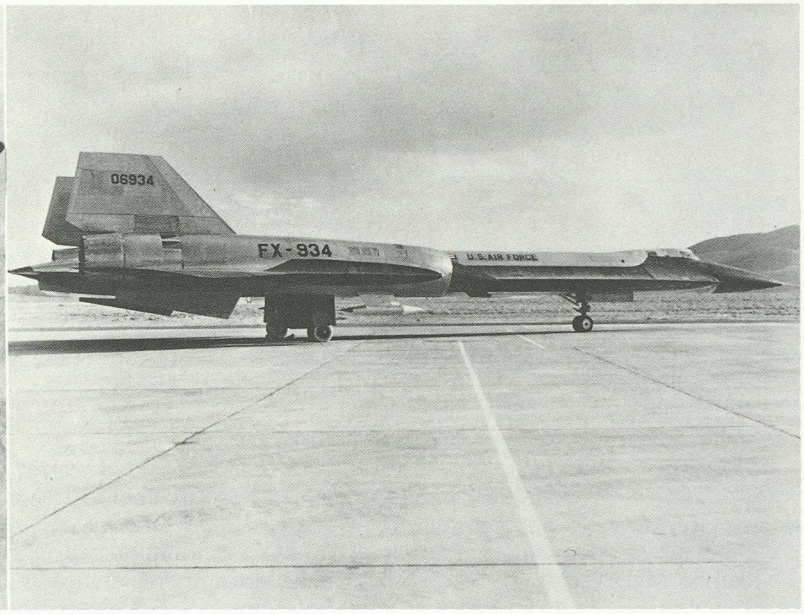
Sommet de l'ingénierie aéronautique: l'avion de reconnaissance Lockheed SR-71 Blackbird (ici une version d'entraînement à double commande, reconnaissable à la présence d'un second cockpit légèrement surélevé). Le prolongement de l'aile par des streaks *jusqu'au nez de l'avion est ici bien visible.*

[10] Soit trois fois la vitesse du son, ce qui représente quelque 3200 km/h à haute altitude. Rappelons que c'est l'aérodynamicien suisse Jakob Ackeret qui a introduit le nombre de Mach = rapport de la vitesse d'un corps à la vitesse du son dans les mêmes conditions.

[11] Cette caractéristique a été baptisée «furtivité» en français: un avion discret sur les écrans radar est «furtif»!

[12] L'avion expérimental X-15 avait bien volé à des vitesses et des altitudes supérieures; équipé de moteurs-fusées, il ne pouvait pas décoller par ses propres moyens. Largué à haute altitude d'un avion porteur, il allumait ses fusées pour un vol propulsé de quelques minutes, avant de redescendre en vol plané pour se poser sur un lac salé asséché.





Proches parents du SR-71, deux prototypes du YF-12A de 1963, qui serait aujourd'hui encore le plus redoutable chasseur, si les Etats-Unis n'y avaient pas renoncé alors. C'est pour ce système d'armes qu'ont été développés les missiles air-air Phoenix, équipant aujourd'hui les chasseurs embarqués Grumman F-14A Tomcat.

- pour résister à la chaleur, c'est à un alliage de titane qu'on a recouru pour la structure. Au-delà de ce choix, il a fallu développer de nouvelles techniques pour la mise en œuvre de ce matériau très délicat à travailler;
- pour absorber l'importante dilatation thermique à haute vitesse, le revêtement est formé de panneaux comportant des ondulations longitudinales capables de s'adapter à ces déformations;
- si le réacteur choisi - le Pratt & Whitney J58 - développe quelque 15 tonnes de poussée au décollage (avec postcombustion), un système de propulsion nouveau s'est révélé nécessaire en vol de croisière: à 3200 km/h, le compresseur est arrêté et la géométrie du moteur lui permet de fonctionner comme stato-réacteur assurant 90% de la poussée (inutile de dire que cela est le résultat d'un ensemble ayant fait l'objet d'études approfondies);
- à basse température, les réservoirs de carburant (qui doivent pouvoir se dilater avec l'échauffement) ne sont plus étanches. Il a donc fallu trouver un carburant peu inflammable, le JP-7, de façon que les inévitables fuites ne constituent pas un danger dans les hangars;
- pour protéger le train d'atterrissage de la chaleur accumulée par la structure à travers le revêtement, son logement est entièrement entouré par des réservoirs de carburant présentant une grande inertie thermique;
- la forme de l'avion, avec notamment les carénages qui prolongent les ailes jusqu'au nez de l'avion *(streaks)*, sert à la fois à optimaliser les caractéristiques aérodynamiques et à réduire l'image laissée par l'appareil sur un écran radar;
- la peinture noire typique - qui devient du reste bleue à haute vitesse, sous l'effet de l'augmentation de température - sert également à réduire la réflexion des ondes radar;
- pour garantir la maîtrise de l'avion par le pilote en cas de panne asymétrique de moteur, le SR-71 a été doté de deux impressionnantes gouvernes de direction entièrement mobiles;
- les commandes de vol étant hydrauliques, il a fallu développer un liquide insensible aux températures élevées auxquelles est portée la structure. Conséquence inattendue, il devient solide en dessous de 30°C!

Préfigurant la solution adoptée sur nombre d'avions modernes (y compris des avions de ligne), les commandes de vol sont assistées par des ordinateurs, pour résoudre les problèmes de stabilité posés par une aérodynamique plus axée sur les performances que sur le confort de pilotage.

La complexité de l'avion et de ses systèmes, y compris les équipements de

Les «Skunk Works»

Ce surnom a été donné aux ateliers dans lesquels ont été réalisés - de la conception au premier vol - les prototypes des avions militaires qui ont fait la renommée de Kelly Johnson et de la maison Lockheed.

Le secret inhérent à de tels travaux a beaucoup aiguillonné l'imagination des observateurs. Il est vrai que les buts visés n'étaient pas toujours avouables: comment la CIA - responsable gouvernemental du projet U-2 - aurait-elle pu reconnaître qu'il s'agissait de construire un avion spécifiquement destiné à violer impunément l'espace aérien soviétique?

En réalité, l'originalité des Skunk Works réside dans une autre caractéristique: ils rassemblent dans une seule équipe réduite, placée sous la responsabilité d'un seul ingénieur - en l'occurrence Kelly Johnson -, l'ensemble des moyens personnels et matériels nécessaires à toutes les phases allant de la conception à la mise au point de l'avion projeté.

Cette solution intégrée a connu des succès techniques et commerciaux inégalés: de la réalisation du P-80 de 1943 en 143 jours à la livraison de la série de 30 SR-71, en passant par la fourniture de 26 U-2 (soit 6 de plus que convenu par contrat), avec une ristourne de 2 millions sur le prix convenu de 22 millions de dollars. A noter que le premier U-2 a volé huit mois seulement après la conclusion du contrat.

Le bon fonctionnement de ce principe impliquait que Johnson puisse assurer *seul* - par-dessus la direction de Lockheed! - le contact avec *une seule* personne représentant le gouvernement.

La pratique actuelle, confiant la responsabilité des acquisitions à de vastes commissions de spécialistes, a conduit aux Etats-Unis (qui a dit: en Suisse aussi?) à des échecs techniques et financiers retentissants: on ne dilue pas impunément les responsabilités.

Quelques étapes dans l'histoire de la maison Lockheed

Type	*Année*	*Envergure [m]*	*Longueur [m]*	*Surface alaire [m²]*	*Poids maximal [kg]*	*Poussée (puissance) [kg (ch)]*	*Vitesse maximale [km/h]*	*Charge alaire [kg/m²]*
P-38 Lightning	1939	15,85	11,55	30,43	5810	(2×1470)	666	191
P-80A Shooting Star	1944	11,85	10,52	22,07	6350	1814	898	288
F-104G[1] Starfighter	1954	6,68	16,70	18,22	13192	11113	2137	724
U-2	1956	24,38	15,11	57,00	7384	5080	804	130
SR-71 Blackbird[2]	1964	16,94	32,74	187,20	65770	2×14740	3530[3]	351

[1] Il s'agit de la version la plus évoluée et la plus lourde, telle que l'a acquise la Luftwaffe.
[2] Valeurs estimées.
[3] Valeur homologuée officiellement.

reconnaissance électroniques, demande une préparation longue et délicate de chaque vol, demandant environ 24 heures. Malgré cela, le SR-71 est capable d'assurer des missions avec une précision comparable à celle d'un satellite lié à son orbite et avec une souplesse bien plus grande, à un coût moindre. Il faut voir là les raisons d'une durée de vie opérationnelle exceptionnellement longue. Sur la trentaine de SR-71 construits, on estime qu'une douzaine d'appareils sont encore en service, d'autres étant conservés en vue d'une réutilisation éventuelle. Il est donc vraisemblable que la mise hors service des SR-71 ne signifiera pas leur démolition : qui voudrait se priver sans appel d'un engin aussi formidable ?

Parallèlement au SR-71, Lockheed avait développé et construit le YF-12A, prototype d'un intercepteur à long rayon d'action, présentant nombre de caractéristiques semblables. Un sentiment quelque peu trompeur de sécurité a poussé les Etats-Unis à renoncer à la production en série de ce chasseur, qui avait effectué son premier vol en 1963. Avec la mise hors service du SR-71, c'est donc aujourd'hui la seconde fois que les Etats-Unis renoncent à la suprématie offerte par Lockheed.

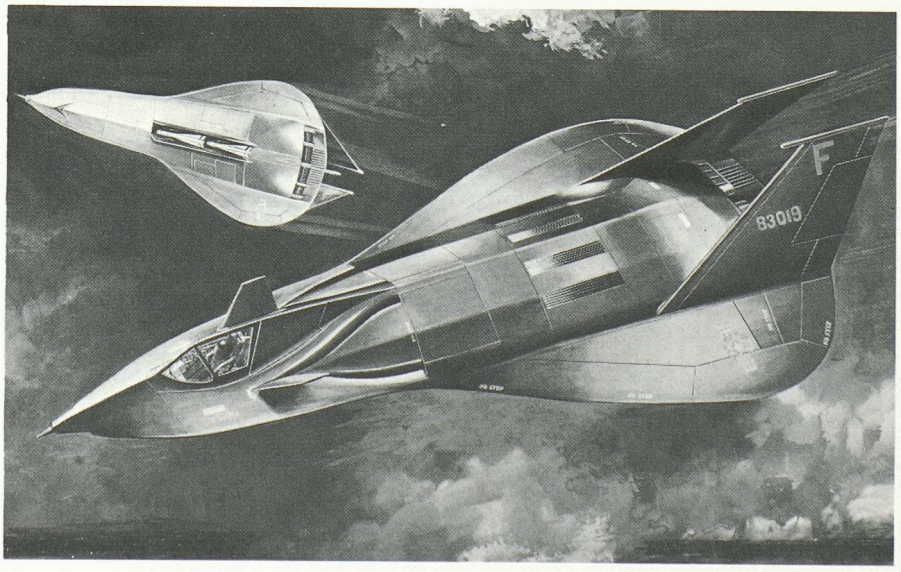
Les spéculations sur le développement et la livraison par Lockheed d'une série de chasseurs dits « Stealth » – c'est-à-dire non détectables par le radar – ont été alimentées par deux accidents, après lesquels le site californien où se sont abattus les avions a fait l'objet d'un bouclage hermétique. Il existe même dans le commerce deux *kits* de modèles réduits en plastique représentant le prétendu Lockheed F-19 ! Jusqu'ici, les milieux militaires américains se sont refusés à tout commentaire sur l'existence d'un tel type d'avion. Il est toutefois certain que Lockheed serait le constructeur le mieux armé pour une telle réalisation[13].

Triomphe du généraliste

Toute la carrière de Johnson et le caractère exceptionnel de ses réussites techniques illustrent bien le rôle du généraliste, même dans les projets les plus complexes. Tout au long de son demi-siècle d'activité dans une industrie de pointe, Johnson a dû acquérir des connaissances nouvelles, dans les domaines les plus variés, allant de l'aérodynamique supersonique aux techniques voire aux détails de mise en œuvre de matériaux nouveaux. Il n'est devenu un spécialiste dans aucun de ces secteurs mais, dans chacun, il en a su assez pour en maîtriser les applications et venir à bout des problèmes les plus ardus.

Cette capacité de transcrire dans la pratique courante les acquis de la recherche de pointe, quitte à stimuler et à orienter celle-ci dans la direction souhaitée, est rarement donnée aux chercheurs, de sorte que c'est à l'ingénieur constructeur de faire l'essentiel du chemin vers les connaissances dont il a besoin.

Le contact avec tous les aspects intervenant dans une réalisation complexe est absolument essentiel. Un entretien à bâtons rompus en dit souvent plus qu'un long rapport et permet de mettre en évidence les difficultés rencontrées par ceux qui doivent traduire dans la matière les idées présentées par les plans ; en outre, il fournit l'occasion de cultiver la motivation bien mieux que les relations réglées par une hiérarchie trop formelle[14]. Pour l'ingénieur, la fréquentation assidue des ateliers est



L'hypothétique chasseur « invisible » Lockheed F-19, tel que certains experts l'ont imaginé par recoupements et qu'il est proposé par Italeri *comme maquette à construire. Un vague air de famille avec le SR-71 est indéniable, mais il s'agit d'un avion dont la vitesse maximale est nettement plus faible, de sorte que la ressemblance ne saurait aller bien loin. Il en existe des variantes nettement plus fantaisistes (proposées par exemple par* Monogram*). Strictement aucune information n'a été fournie, ni par Lockheed, ni par l'US Air Force, de sorte qu'il s'agit jusqu'à ce jour de pures spéculations.*

[13] Le bombardier dit invisible B-2, en cours de mise au point par la maison américaine Northrop, connaît actuellement de graves problèmes de délais – le premier vol, prévu au mois d'août, n'aura pas lieu avant la fin de l'année – et de dépassements de coût. On est loin de l'efficacité instituée par Johnson dans les Skunk Works de Lockheed !

[14] On peut relever à ce sujet les difficultés rencontrées par de grandes industries métallurgiques de Suisse au moment où a fraîchi le vent de la concurrence internationale : la hiérarchie verticale à sens unique, de type militaire traditionnel, a efficacement occulté les signaux transmis de la base et empêché toute souplesse de réaction.

Bibliographie sommaire

Aviation Week & Space Technology (hebdomadaire), New York.

Interavia, revue aérospatiale (mensuelle), Genève.

KELLY, CLARENCE L. "KELLY"; SMITH, MAGGIE: *More Than My Share of It All*, Smithonian Institution Press, Washington D.C., 1985.

LOFTIN, LAURENCE K. JR.: *Quest for Performance - The Evolution of Modern Aircraft*, NASA, Scientific and Technical Information Branch, Washington D.C., 1985.

ANGELUCCI, ENZO: *The Rand McNally Encyclopedia of Military Aircraft 1914-1980*, The Military Press, New York, 1983.

un élément indispensable de la formation continue.

L'utilisation des outils modernes de conception, de calcul, de fabrication et de gestion ne fait que valoriser le rôle du généraliste. Pour conserver les moyens d'assumer sa responsabilité, il est indispensable qu'il ne se laisse pas couper du contact avec la matière en abdiquant devant la complexité de cet appareil informatique. De toute façon, la clé du succès réside dans la recherche de la simplicité. *KISS = Keep it Simple, Stupid:* tel était le leitmotiv des Skunk Works. L'exemple du Lockheed SR-71 montre qu'il n'était nullement incompatible avec le développement de l'avion le plus performant qui ait volé jusqu'ici: ce succès est le résultat de solutions simples à une multitude complexe de problèmes, dont un ingénieur a su conserver la vue d'ensemble.

L'esprit critique ne se cultive pas dans l'atmosphère douillette d'un bureau, mais en rencontrant tous les maillons de la chaîne qui mène à la réalisation et en faisant face aux remarques les moins bienveillantes, notamment de la part des ateliers de fabrication et d'assemblage ou des utilisateurs. Kelly Johnson n'a pas hésité, par exemple, à aller se rendre compte sur place comment ses U-2R se comportaient au Vietnam.

Le caractère extraordinaire des succès de Kelly Johnson[15] est lié au domaine où cet ingénieur a travaillé. Il est évident que d'autres ingénieurs ont connu des réussites comparables, mais dans des branches ignorées de l'actualité. Il n'en reste pas moins que cette carrière constitue un exemple convaincant du rôle de l'ingénieur constructeur, généraliste par essence, que sa formation et sa tournure d'esprit prédisposent à l'acquisition constante de connaissances nouvelles, en vue de leur application optimale. Parler de «généraliste de génie» n'est aucunement une exagération.

Jean-Pierre Weibel

[15] Succès d'ailleurs limité aux milieux de l'aéronautique: qui, dans le grand public, pourrait nommer le créateur du Starfighter, du U-2 ou du SR-71?

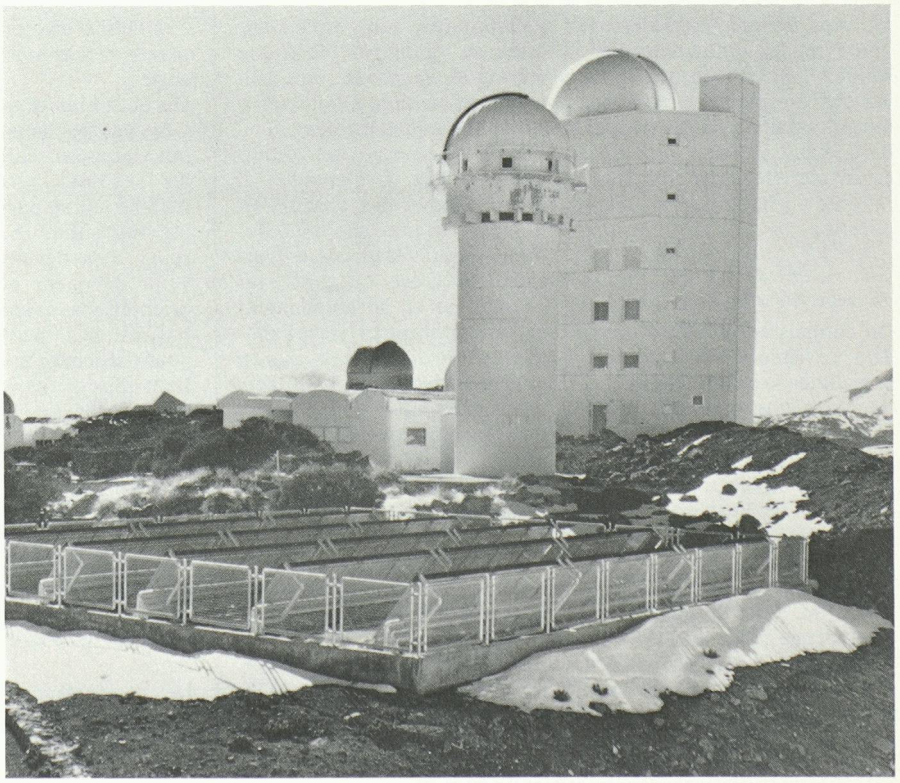
Industrie et technique

Energie solaire pour l'étude du soleil

L'équipement technique perfectionné livré par Sulzer Anlagen- und Gebäudetechnik GmbH, Stuttgart, permet aux astronomes travaillant au nouvel observatoire solaire de l'Institut allemand Kiepenheuer de Ténériffe de se livrer à des observations particulièrement minutieuses. Ces installations créent dans les locaux des états d'ambiance extrêmement stables, remplissant ainsi une condition primordiale pour l'obtention de résultats valables et reproductibles.

L'observatoire est situé sur une crête de montagne, à 2400 m d'altitude, 13 km à l'est du Pico de Teide et au-dessus de la couche d'inversion des vents alizés; les conditions thermiques extraordinairement homogènes qui règnent à cet endroit-là font de ce site un endroit prédestiné aux observations astronomiques solaires.

Comme la région ne dispose que de ressources fort limitées en électricité, on a accordé une grande importance à une utilisation rationnelle de l'énergie lors de la conception des systèmes techniques. Une production de chaleur par les moyens classiques, comme des chaudières à mazout, n'entrait du reste pas en ligne de compte, vu que l'émission de polluants gênerait les travaux scientifiques. C'est pourquoi, afin de couvrir les besoins de chaleur, on a eu recours à des capteurs solaires, en plus des éléments de chauffe électriques alimentés au réseau et des récupérateurs de chaleur équipant les groupes électrogènes de secours. Une installation de 90 m² de surface absorbante, comprenant 900 collecteurs tubulaires sous vide, fournit la majeure partie de la chaleur requise pour le chauffage statique des bâtiments, pour le chauffage à air chaud et la production d'eau chaude. Le décalage qui apparaît toujours entre le moment de l'offre et celui de la demande de chaleur est pris en charge par des accumulateurs de chaleur.

Les deux bâtiments, qui abritent respectivement le télescope de Grégory et le télescope-tour sous vide, sont équipés de cinq installations de climatisation intégrale, lesquelles à leur tour desservent plusieurs zones. Les deux

Observatoire solaire de Ténériffe; au premier plan, collecteurs solaires.
(Photo Institut Kiepenheuer, Fribourg-en-Brisgau.)