

*Les pilotes de l'U.S.N. purent espérer faire du ski nautique pendant les heures de service, avec...*

Du point de vue des performances, le retard accumulé par l'hydravion par rapport aux avions basés à terre n'avait cessé de s'accroître à la fin des années trente et lorsque la seconde guerre mondiale fut achevée, il semblait évident que l'hydravion était un appareil révolu. La forte traînée aérodynamique inhérente aux systèmes marins des hydravions rendait ceux-ci inaptes à recevoir les nouveaux modes de propulsion alors mis au point — turboréacteurs et turbopropulseurs — et il apparaissait impossible d'envisager des progrès aérodynamiques comparables à ceux des avions basés à terre. Encombré d'une large surface frontale, de redans et de fausses quilles à angles vifs, sans parler des flotteurs en bout d'aile, l'hydravion, considéré comme un « bateau avec des ailes » ne pourrait jamais prétendre aux performances des autres aéronefs. Or, dès 1938, un ingénieur génial, Ernest G. Stout avait pleinement réalisé cette situation et formulé les données théoriques permettant à l'hydravion de combler le fossé qui le séparait des avions « terrestres ». Au lieu de considérer l'hydravion comme un bateau muni d'ailes, il posa au départ qu'il fallait d'abord voir dans l'hydravion... un avion. Ainsi priorité était donnée à l'aérodynamique et la recherche des supports marins se trouvant alors subordonnée aux mêmes exigences que les trains d'atterrissage des autres appareils, le fait qu'un appareil soit basé à terre ou sur un plan d'eau ne devait pas avoir d'influence sur ses performances.

# LE CONVAIR "SEA DART"

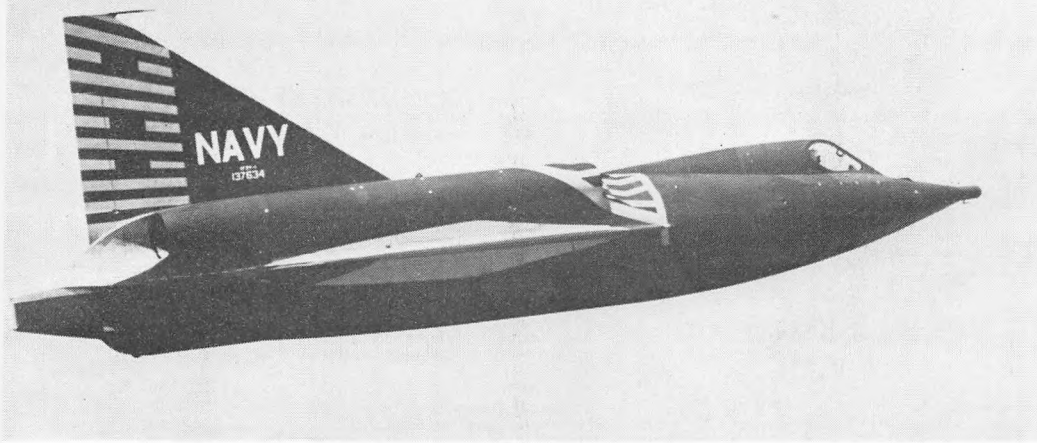
par Stéphane Nicolaou

Les problèmes hydrodynamiques ne pouvaient être résolus qu'au moyen de solutions entièrement nouvelles. Pour cela, le Laboratoire Hydrodynamique de Convair utilisa des modèles réduits téléguidés extrêmement perfectionnés, comparables à des appareils en vraie grandeur non seulement géométriquement mais encore proportionnellement conformes du point de vue du poids total, de l'inertie de la puissance, des accélérations, des forces et des moments aérodynamiques, etc. Ces modèles furent utilisés comme des calculateurs-intégrateurs, d'abord pour la mise au point du XP5Y-1 « Tradewind » dont la coque à rapport longueur/largeur élevé autorisait des performances intéressantes aussi bien à l'eau que dans l'air.

Ensuite, tout un programme de recherche fut effectué sous les auspices du Bureau

of Aeronautics de l'U.S. Navy, afin de déterminer les caractéristiques d'hydravions capables de rivaliser avec les meilleurs appareils terrestres de l'époque. On choisit initialement l'avion ayant le meilleur coefficient de finesse, en l'occurrence le Convair XB-46 — concurrent malchanceux du B-47 puis du RB-45C — et un modèle dynamique en fut extrapolé en version maritime, le « Skate », qui montra d'excellentes qualités hydrodynamiques, sans perte de rendement des performances aérodynamiques. Pour parvenir à ce résultat, les réacteurs furent placés dans le fuselage, et le raccordement de l'aile au fuselage complètement redessiné, selon un profil réduisant au maximum la traînée. La partie con fondue de l'aile et du fuselage servant à la flottaison de l'appareil cette configuration fut baptisée « aile-coque ». Elle montrait

la voie à suivre pour réaliser des hydravions transsoniques. Le Bureau of Aeronautics chargea alors Convair d'étudier non plus un bombardier Mach 0.7 à partir d'un avion existant, mais un chasseur original, capable d'atteindre des vitesses quasi-soniques. Toute une série de modèles « Skate » fut réalisée pendant quatre années consécutives, huit tracés différents étant expérimentés à partir de la configuration aile-coque. A la fin, le « Skate » 9 prouvait qu'il était possible de construire un hydravion transsonique d'une stabilité au moins égale et peut-être même supérieure à celle de tous les autres appareils capables de performances équivalentes. En une période qui aurait tout juste suffi à la construction et aux essais en vol d'un seul type, grâce à l'utilisation de modèles réduits, huit types



Le premier prototype XF2Y-1 en vol, tout rentré. La disposition de la tuyère d'éjection des J-34 est particulièrement mise en valeur par l'angle de prise de vue. On remarquera aussi l'absence de la perche à l'avant, le profil extrêmement pur de la partie inférieure du fuselage qui reçoit les skis rétractés et l'étrange aérofrein-gouvernail qui termine l'appareil.



Page précédente, émergeant du nuage d'embruns qu'il soulève, le second « Sea Dart » hydroplane. Ci-dessus, la navigation à petite vitesse est un vrai plaisir ; skis rentrés le fuselage-coque est au 1/3 enfoncé dans l'eau et l'extrémité de l'aile barbote mais empêche tout mouvement de roulis intempestif. Le pilote vu à travers sa curieuse verrière semble apprécier le temps des gondoles...

différents avaient pu être évalués et comparés.

Dans le même temps, le N.A.C.A. (National Advisory for Aeronautics) effectuait aussi des recherches afin de déterminer quels éléments hydrodynamiques pourraient s'adapter le plus facilement aux appareils les plus rapides de l'époque. De ces études il apparut que l'utilisation d'hydroskis était la solution la plus avantageuse car à l'inverse de la solution aile-coque, l'hydroski ne requerrait pas un fuselage à structure renforcée du fait des contraintes extrêmement sévères subies par cette partie de l'hydravion lors du décollage et de l'atterrissage à des vitesses nécessairement élevées. En effet, à ces phases de vol, seul le ou les skis seraient en contact avec l'eau. D'autre part, en vol, ils adhèreraient totalement au fuselage de manière à laisser

celui-ci parfaitement pur aérodynamiquement.

All American Engineering et Eldo Corporation furent chargées de démontrer la validité de la solution élaborée par le N.A.C.A. Pour cela, ces compagnies adaptèrent des hydroskis sur un Grumman « Goose », un North American S.N.J. et un Piper J-3. Aucune difficulté n'apparaissant sur plan d'eau, ces essais furent considérés comme concluants et très encourageants pour l'adaptation de cette formule à d'autres appareils.

Le « Sea Dart » fut le résultat pratique de toutes ces études auxquelles il serait bon d'ajouter encore celles entreprises par Convair sur une configuration d'aile absolument révolutionnaire pour l'époque : l'aile delta.

L'histoire du « Sea Dart » débute réellement au 1<sup>er</sup> octobre 1948, lorsque le Bureau of Aeronautics de l'U.S. Navy publia un appel d'offre pour un chasseur ayant non seulement une vitesse de Mach 0.85 mais qui soit encore capable d'opérer à partir de plans d'eau, fussent-ils agités de vagues de 1 m 50 ; la tâche principale de cet appareil devant être d'assurer la défense rapprochée aussi bien sur terre — du moins à proximité de lacs — que sur mer. C'était le point de départ de la réalisation du premier hydravion de chasse à posséder des performances équivalentes à celles des meilleurs chasseurs en service à son époque, et du plus rapide hydravion jamais conçu, puisqu'il est le seul jusqu'à maintenant à avoir dépassé la vitesse du son.

Plusieurs compagnies soumièrent leurs propositions, la plupart des études consistant en une coque massive surmontée d'un empennage horizontal placé suffisamment haut pour éviter les embruns. Convair présenta deux projets de bi-réacteurs : dans le premier la coque « lisse » était assistée par les ailes pour la flottaison, le second comportait deux hydroskis. Cette seconde solution triompha de toutes les autres et le 19 janvier 1951 Convair reçut une lettre de commande pour deux prototypes de ce projet alors désigné Y2-2. La principale caractéristique aérodynamique du Y2-2 reflétait une parenté évidente avec les autres projets de la compagnie puisque l'hydravion présentait une aile delta, ce qui apparut à l'époque comme la meilleure solution pour résoudre les problèmes de stabilité aussi bien à vitesse transsonique qu'à basse vitesse. L'hydravion faisait donc suite au XF-92A qui avait volé dès 1948 à des fins purement expérimentales et s'inscrivait dans la lignée qui allait mener aux « Pogo », « Delta Dagger », « Delta Dart » et « Hustler ». Avec la matérialisation du projet, celui-ci changea de désignation et devint le F2Y-1 au mois d'août 1951 et juste un an plus tard, le 28 août 1952, un contrat « définitif » était signé pour 19 avions ainsi répartis :

2 prototypes XF2Y-1 (137634-137635) ;  
12 YF2Y-1 (135762-135773) de pré-série ;  
5 F2Y-1 (138530-138534) de série.

Incontestablement, à ce moment-là, la confiance dans la réussite du projet était grande aussi bien autour de l'ingénieur E.G. Stout, directeur des études chez Convair, qu'après des stratégies de l'U.S. Navy qui voyaient dans le « Sea Dart » un moyen de contre-balancer en partie la décision d'abandonner la construction de porte-avions géants, et d'intégrer le chasseur à une force d'intervention composée de bombardiers « Sea Master » alors à l'étude.

#### DESCRIPTION

Le nez pointu, extrêmement effilé diffère d'un avion à l'autre car la

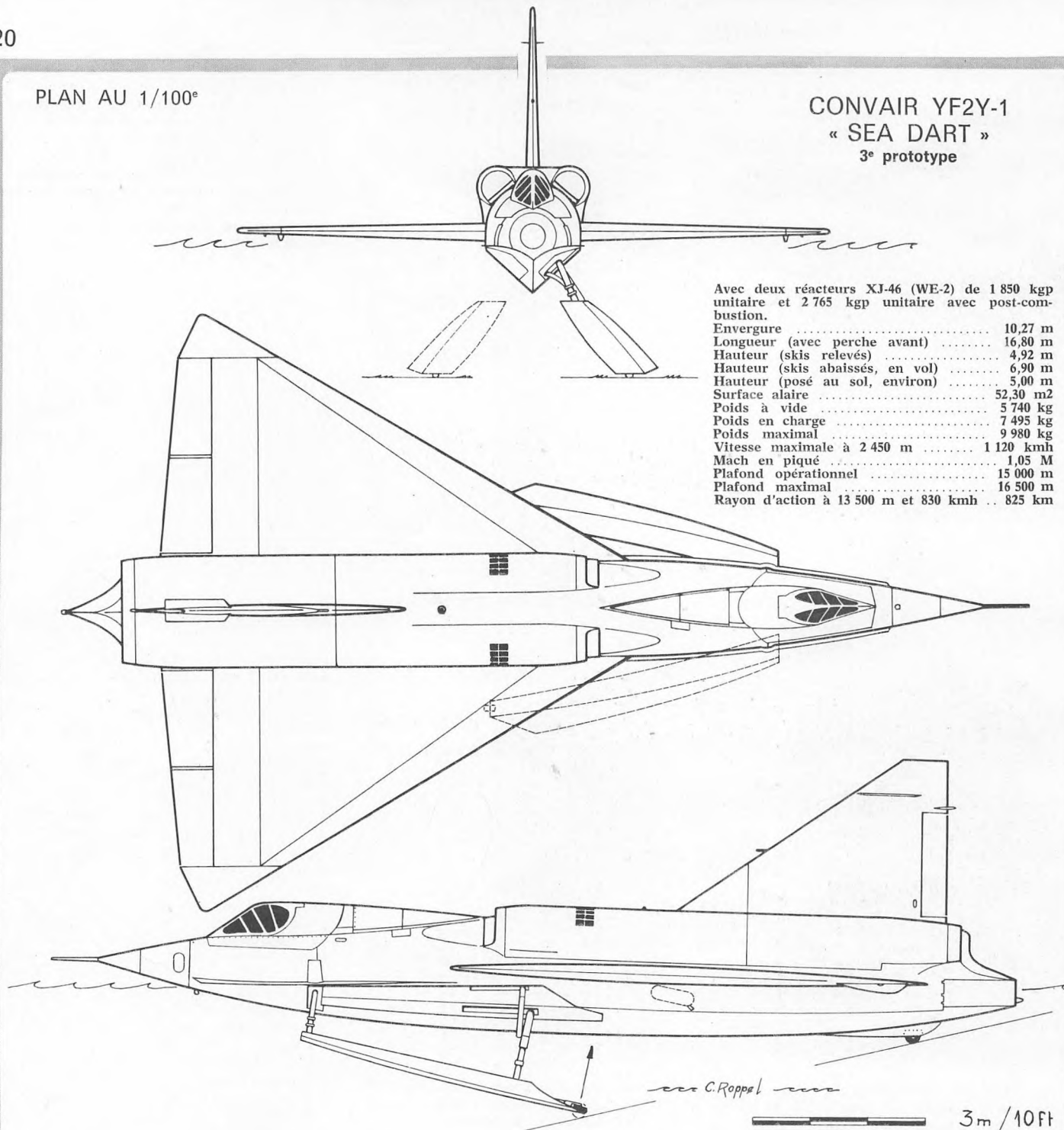


PLAN AU 1/100°

CONVAIR YF2Y-1  
« SEA DART »  
3<sup>e</sup> prototype

Avec deux réacteurs XJ-46 (WE-2) de 1 850 kgp unitaire et 2 765 kgp unitaire avec post-combustion.

Envergure	10,27 m
Longueur (avec perche avant)	16,80 m
Hauteur (skis relevés)	4,92 m
Hauteur (skis abaissés, en vol)	6,90 m
Hauteur (posé au sol, environ)	5,00 m
Surface alaire	52,30 m <sup>2</sup>
Poids à vide	5 740 kg
Poids en charge	7 495 kg
Poids maximal	9 980 kg
Vitesse maximale à 2 450 m	1 120 kmh
Mach en piqué	1,05 M
Plafond opérationnel	15 000 m
Plafond maximal	16 500 m
Rayon d'action à 13 500 m et 830 kmh	825 km



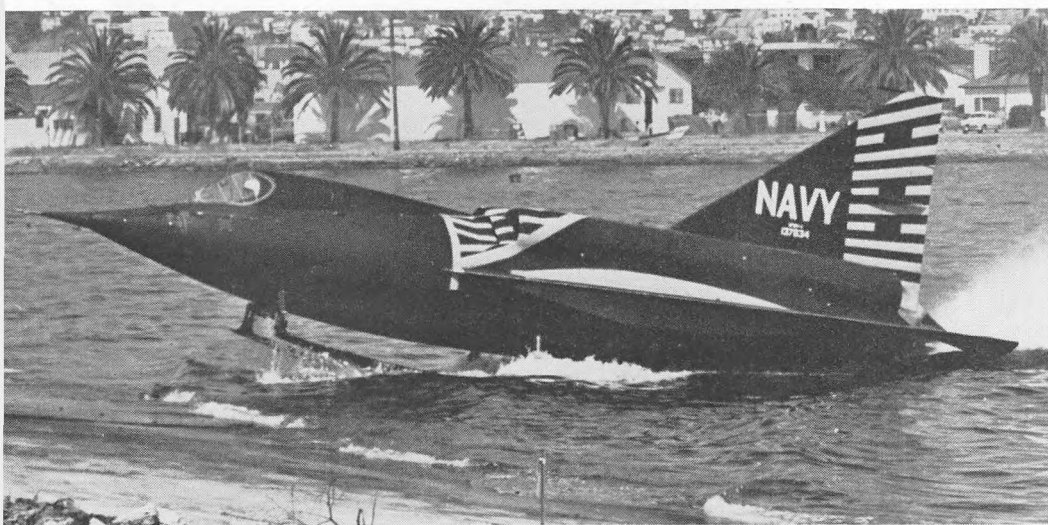
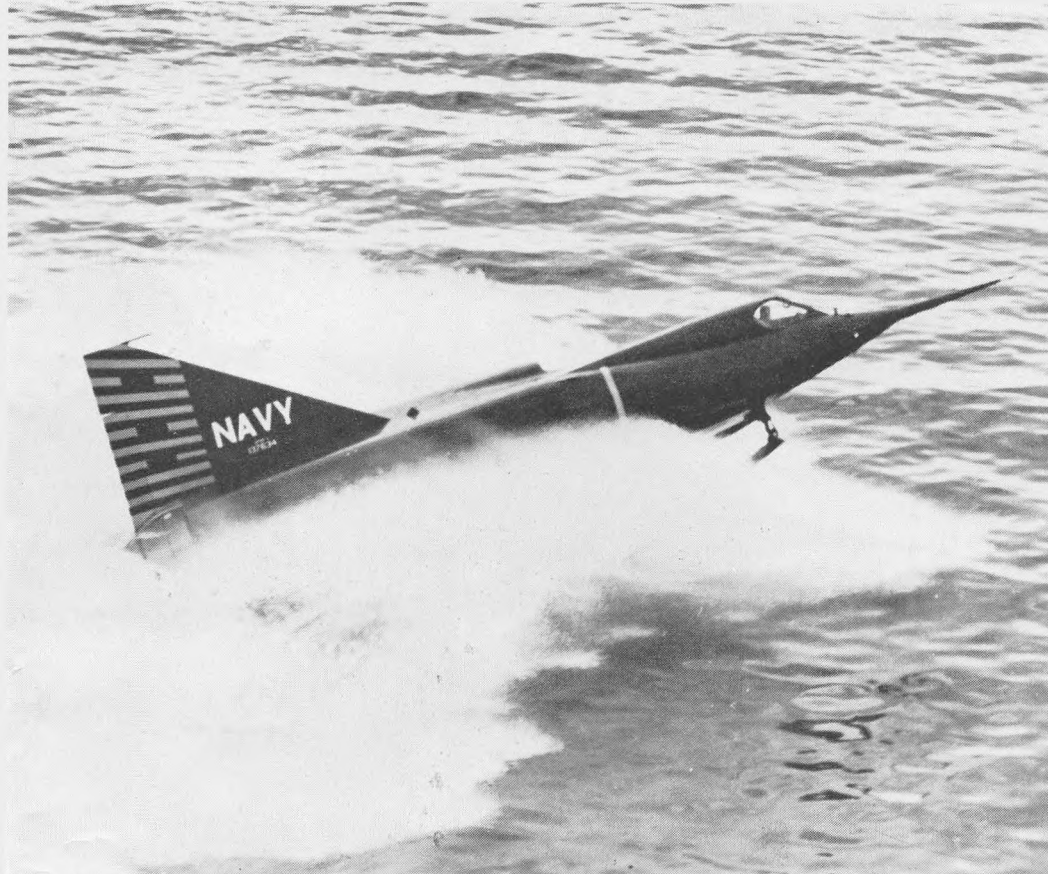
longueur de la perche enregistrant les données de vitesse et de stabilité varie selon la nature des essais à effectuer. Le cockpit pressurisé est placé très en avant de l'appareil et ne possède pas de verrière classique mais deux fenêtres latérales divisées en panneaux de plexiglass assemblées en V inversé dans une barre de métal, élément du châssis qui lui-même se relève vers l'arrière pour permettre au pilote d'avoir accès aux commandes. La disposition des fenêtres a été adoptée afin de réduire la traînée à Mach élevé et sera ultérieurement réutilisée sur les « Delta Dagger » et « Delta Dart ». Toute la protubérance due à la canopée est corrigée aérodynamiquement par un profilage très allongé qui s'achève à hauteur des entrées d'air. Le pilote dispose d'un siège éjectable.

A l'extérieur de l'appareil, sous le cockpit

et très légèrement au-dessus de la ligne de flottaison, une saillie parcourt le fuselage jusqu'à la hauteur de l'emplanture de l'aile. Elle a pour fonction d'éloigner les embruns des entrées d'air lorsque le « Sea Dart » évolue à basse vitesse dans l'eau. Les deux skis effilés à l'avant s'élargissent considérablement vers l'arrière et se terminent par une minuscule roulette qui autorise les déplacements au sol. Chaque ski est rattaché au fuselage par deux jambes hydrauliques servant d'amortisseur. Cet élément s'avèrera particulièrement réussi et fiable, vu les conditions dans lesquelles il aura été utilisé... Les jambes avant sont nettement plus courtes et de section plus fine que les impressionnantes jambes arrière qui se rattachent en deux endroits différents au fuselage. Il faut remarquer que la partie arrière des skis subit des efforts autrement

importants que la partie avant, car c'est elle qui demeure en contact avec la surface de l'eau le plus longtemps au décollage et qui attaque le plan d'eau à l'amerrissage. Cela tient aussi à l'obligation qu'ont tous les appareils delta de prendre une incidence cabrée lors de ces deux phases de vol. Les skis peuvent être sortis ou rentrés sous l'eau quand le « Sea Dart » atteint moins de 10 km/h et 325 km/h en vol. Par contre l'hydravion peut voler jusqu'à 650 km/h avec les skis abaissés.

Les ailes du « Sea Dart » situées à mi-hauteur du fuselage, ont une flèche de soixante degrés et présentent un dièdre nul. Elles s'achèvent par des éleveurs qui occupent presque toute la surface du bord de fuite. De petites cloisons d'ailes seront montées sur l'extrado du second « Sea Dart » pour augmenter la stabilité à très grande vitesse.



En haut, le premier « Sea Dart » au décollage avec encore ses J-34. L'eau soulevée évite les entrées d'air des réacteurs mais retombe sur l'aile. Ci-dessus, le XF2Y-1 démontre qu'il peut regagner la terre ferme par ses propres moyens. La vue a été prise lors des essais initiaux en baie de San Diego.

Tous les appareils possèdent une saillie sur l'intrado afin de limiter le roulis quand l'hydravion évolue dans l'eau. Si l'extrémité des ailes peut se trouver en contact avec l'élément liquide, les ailes ne servent pas de support hydrodynamique. En ce sens le « Sea Dart » marque bien l'abandon de la formule aile-coque qui avait pourtant rendu son développement théoriquement possible.

Les deux entrées d'air sont montées de part et d'autre sur la partie supérieure du fuselage, au-dessus de l'aile, légèrement en retrait du bord d'attaque à l'emplanture. Cette disposition, là encore, a été choisie afin de permettre d'éviter au maximum l'absorption d'embruns par les réacteurs, et de minimiser la corrosion de ceux-ci. L'orifice d'éjection des gaz permet de distinguer le premier « Sea Dart », du moins

tant qu'il vola avec des J-34. En effet, ce réacteur étant plus court que celui originellement prévu, la tuyère d'éjection des gaz s'arrête avant l'extrémité du gouvernail de direction, la partie supérieure du fuselage épousant alors une courbe élégante et aérodynamique pour rejoindre la quille par laquelle s'achève la partie inférieure du fuselage. Par contre, le même « Sea Dart » ayant reçu des J-46 comme tous les autres présente l'extrémité de sa tuyère de post-combustion au niveau où s'achève le gouvernail de direction.

La dérive triangulaire, de surface importante, supporte trois protubérances horizontales, celle du sommet et l'intermédiaire servant aux communications radio, ces antennes n'apparaissant qu'en 1955, et celle du bas abrite les mécanismes actionnant le gouvernail de direction, qui comme les

élevons est mu par un système hydraulique. Sous le fuselage, un léger renflement renforce la structure, l'appareil durant la course initiale du décollage y prenant appui, et sert en vol de quille anti-roulis. Enfin, au sol une roulette rétractable vient assister celles montées sur les hydroskis, le « Sea Dart » en position très cabrée pouvant gagner la berge par ses propres moyens et se déplacer sur la terre ferme à une vitesse extrêmement réduite (5 km/h maximum !). Avantage très considérable car réduisant l'infrastructure et augmentant les capacités opérationnelles du chasseur.

C'est un élément étrange qui termine l'appareil, combinant les fonctions d'aérofrein en vol, de gouvernail et de frein dans l'eau. N'insistons pas sur les difficultés de maintenance occasionnées par un tel dispositif, les problèmes de corrosion par l'eau de mer étant inévitables.

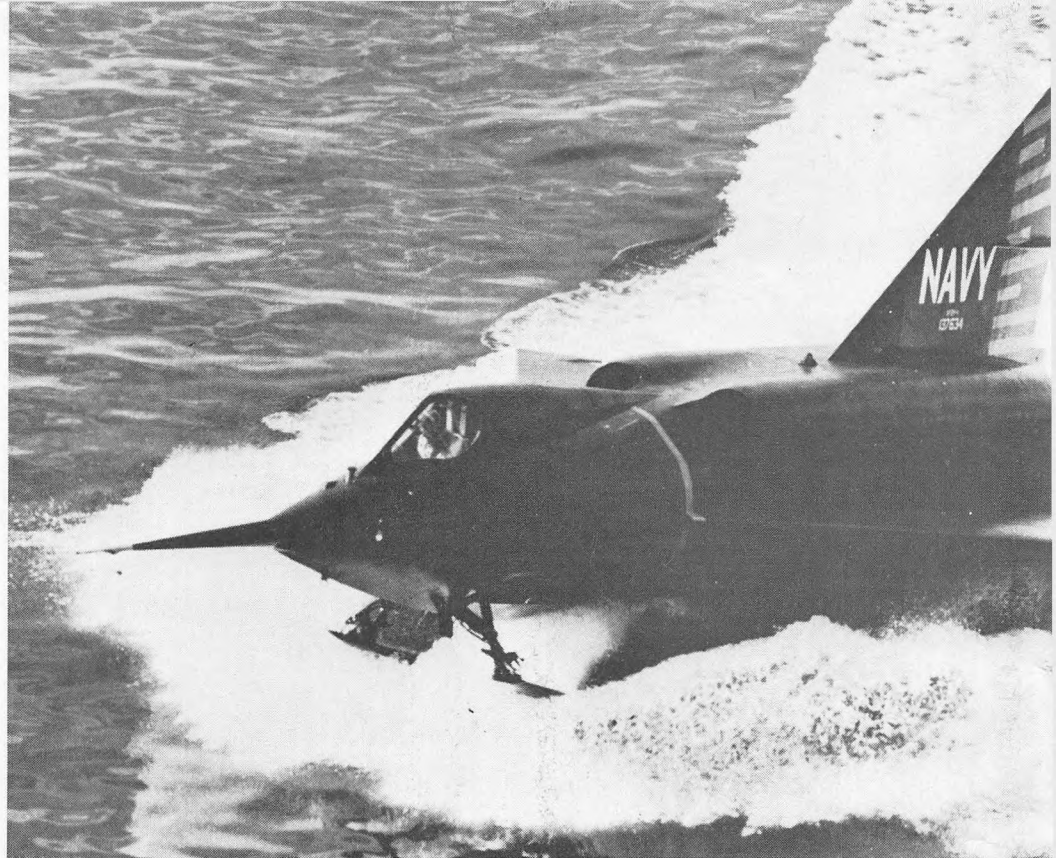
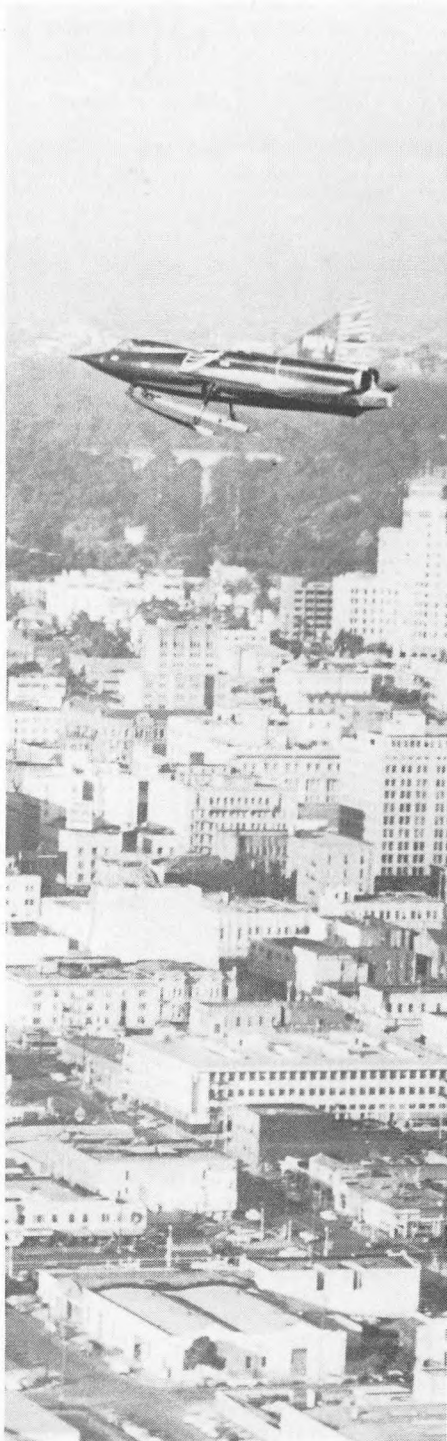
Si la structure du « Sea Dart » est conventionnelle, une attention toute particulière a été accordée à la surface extérieure extrêmement lisse et recouverte d'une peinture anti-corrosion « bleu-nuit » standardisée à cette époque sur tous les avions de l'U.S. Navy. Des bandes jaune clair ont été ajoutées sur les deux premiers « Sea Dart », sur les entrées d'air, les ailes et l'empennage vertical, afin de déterminer plus facilement l'attitude de l'appareil sur les photographies.

L'étoile américaine est localisée sur le fuselage entre le cockpit et l'aile, les deux premiers « Sea Dart » en étant dépourvus. Enfin « Navy » sera peint en blanc sur la dérive avec en dessous, en très petit, la désignation de l'appareil puis, sensiblement plus grand, le serial.

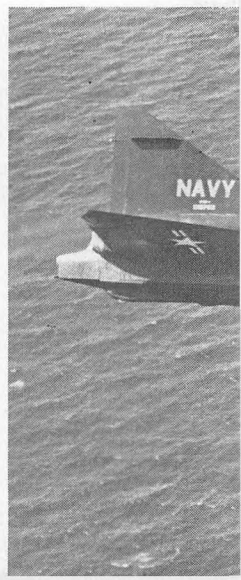
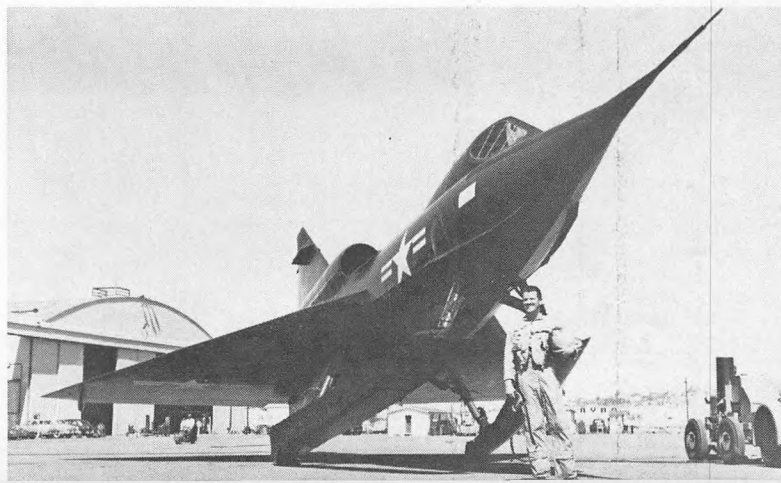
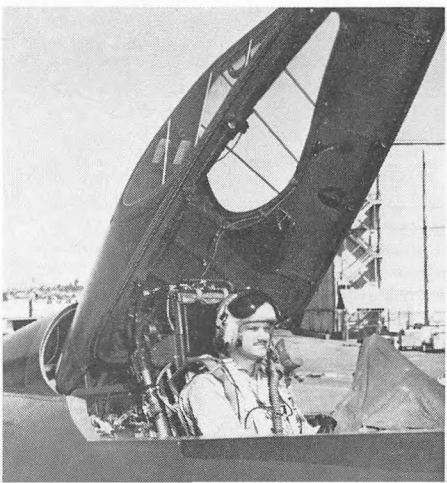
#### DES ESSAIS PEU CONCLUANTS

Le premier XF2Y-1 (137634) fut lancé dans la baie de San Diego le 17 décembre 1952 et aussitôt les premiers essais commencèrent. Le 14 janvier 1953, durant un essai de glissement à grande vitesse l'appareil s'éleva de façon imprévue sur une longueur d'environ 300 mètres ; à la suite de cet incident le premier vol véritable fut retardé, d'autant que de sévères vibrations avaient été ressenties sitôt que l'hydravion avait dépassé la vitesse de 100 km/h. Malgré cet aléa, la solution au problème n'étant pas trouvée, le même appareil effectua son premier vol officiel le 9 avril 1953 avec aux commandes Ed « Sam » Shannon, le chef des essais en vol de Convair. La durée totale de ce vol n'excéda pas dix minutes. Seul le programme d'exploration de la stabilité du « Sea Dart » à basse vitesse put ensuite être entrepris car le XF2Y-1 n'était alors propulsé que par deux réacteurs Westinghouse J-34 WE-32 O ou WE-42 développant chacun seulement 1 540 kgp sec et 1 915 kgp avec post-combustion. Remarquons à ce propos que la post-combustion était absolument indispensable au décollage : en cas de défaillance de la réchauffe d'un seul réacteur, le XF2Y-1 demeurerait incapable d'atteindre la vitesse de 290 km/h nécessaire à son envol — situation rencontrée à maintes reprises par le pilote. Il n'était donc pas question d'explorer le domaine des performances élevées avec ces réacteurs qui avaient été choisis uniquement du fait de l'indisponibilité des moteurs initialement prévus. Il faut avouer que les difficultés rencontrées lors des glissements sitôt que la vitesse atteignait 100 km/h s'annonçaient comme le problème le plus urgent à résoudre et le premier prototype pouvait être





Ci-dessus, en approche au-dessus de San Diego... Ci-dessous, le pilote B.J. Long qui effectua plus de 90 essais sur le 1<sup>er</sup> et le 3<sup>e</sup> « Sea Dart » est assis sur le siège éjectable le plus perfectionné de l'époque. A droite, le 135763 révèle sous ses ailes la solution au problème du décollage : les bouteilles RATO qui permettent de réduire la durée de la phase critique.





Ci-contre, le XF2Y-1 pourvu de réacteurs J-46 effectue une accélération au cours d'essais sur plan d'eau. On constate que l'aile ne touche plus la surface. Il se forme des embruns entre les deux skis et le déplacement d'eau reste considérable.

En dessous, le XF2Y-1 au décollage en configuration monoski. On constate que les embruns sont bien moins importants qu'avec les deux skis. Cette configuration ne sera cependant pas retenue car les difficultés posées par la stabilité à grande vitesse sont encore accentuées. Le 137634 récupérera ultérieurement ses deux skis.

affecté à ce genre d'essais. Au fur et à mesure que les essais s'accumulaient, il apparut que ce problème d'abord supposé mineur conduisait en réalité le programme entier à l'échec. Sitôt franchie la vitesse de 55 nœuds le « Sea Dart » se mettait à bondir à la manière d'un dauphin et il devenait particulièrement dangereux d'augmenter la puissance des gaz car alors l'amplitude des bonds ne faisait que s'accroître, de sorte qu'à chaque retombée les risques d'une défaillance des jambes hydrauliques reliant les skis au fuselage devenaient plus grands.

Du coup l'U.S. Navy revint sur les commandes passées et résilia tour à tour le contrat portant sur le second prototype, puis celui portant sur les appareils de série, au cours de l'automne 1953. Finalement, en mars 1954 il ne resta plus que quatre YF2Y-1 de pré-série en commande. Le « Sea Dart » n'était plus alors considéré comme un projet prioritaire par l'U.S. Navy qui avait par ailleurs lancé un programme de chasseur hautement supersonique capable de décoller à partir des porte-avions existants.

C'est à cette époque que le premier YF2Y-1 (135762) commença ses essais en vol. Il différait du XF2Y-1 de façon sensible puisqu'il possédait les réacteurs initialement prévus, des Westinghouse X7-46 WE-2 développant 1 850 kgp et 2 765 kgp avec la post-combustion. Le domaine des hautes performances put alors être exploré et l'avion atteignit lors d'un essai que le constructeur qualifia de routine une vitesse supérieure à Mach 1, à l'altitude de 11 200 m, le « Sea Dart » ayant été mis en léger piqué par son pilote C.E. Richburg. Le « Sea Dart » entra dans l'histoire de l'aviation comme étant le premier hydravion à dépasser la vitesse du son, l'événement ayant eu lieu le 3 août 1954. Aucun hydravion n'a depuis répété cette performance.

Un intérêt certain renaissait pour le programme tout entier et ce d'autant plus qu'une solution était entrevue pour pallier aux difficultés du décollage : des essais de maquettes avaient montré que l'usage d'un seul hydroski au lieu de deux pouvait résoudre en partie le problème ; d'autre part de nouvelles formes adoptées par les doubles skis avaient déjà amélioré la stabilité au décollage. L'U.S. Navy donna le feu vert pour que soient entrepris par ses pilotes des vols d'évaluation préliminaire au début du mois de novembre 1954. Hélas, une terrible catastrophe allait tout remettre en cause.

Convair ayant décidé de montrer à la Presse ses réalisations dans le domaine aéronaval, trois étonnants appareils furent

présentés en vol, le 4 novembre 1954 : le R3Y « Tradewind », le XFY-1 « Pogo » (lequel effectua un décollage vertical, un vol en palier, puis revint se poser verticalement) et enfin le « Sea Dart ». Voulant montrer les qualités de l'appareil à grande vitesse, C.E. Richburg, aux commandes du YF2Y-1 (135762) excéda la limite de vitesse à basse altitude. L'hydravion atteignant une vitesse quasi sonique à 15 mètres d'altitude fut secoué par des vibrations importantes, accentuées par les manœuvres du malheureux pilote qui, en s'acharnant à compenser les oscillations, ne faisait que les accentuer, jusqu'à ce que l'appareil se désintègre devant le public horrifié. Il faut noter qu'à cette époque les problèmes de stabilité à l'approche de la vitesse sonique n'avaient pas été maîtrisés et que les commandes hydrauliques de direction n'étaient pas compensées artificiellement comme actuellement, mais dépendaient directement de la force imprimée par le pilote.

La conséquence immédiate de cet accident fut la remise à une date ultérieure du programme d'évaluation de l'U.S. Navy. Cependant, la reconnaissance immédiate d'une erreur de pilotage et non d'une défaillance imprévisible de l'appareil autorisa la continuation des vols d'essais et plus particulièrement du XF2Y-1 ayant non seulement reçu des J-46, mais surtout un ski unique. Là encore les résultats vont se montrer décevants. Certes, le ski unique a un avantage important : il dégage moins d'embruns que les deux skis, ce qui ménage les réacteurs en évitant une corrosion trop importante ; par contre, il n'apporte rien quant à la stabilité de l'appareil, bien pire, il la rend plus incertaine encore. C'est pourquoi le second YF2Y-1 (135763) est muni de deux skis lorsqu'il effectue son premier vol en mars 1955. Deux mois plus tard, l'U.S. Navy commence les vols d'évaluation préliminaire du « Sea Dart » afin de définir les conditions d'emploi opérationnel d'un chasseur-hydravion.

Depuis un certain temps déjà, les ingénieurs de Convair avaient pris conscience de l'inadaptation du « Sea Dart » aux conditions opérationnelles qui s'étaient considérablement transformées depuis le début du programme, principalement avec l'apparition de réacteurs surpuissants qui avaient rendu possible une génération nouvelle de chasseurs capables d'atteindre Mach 2. Convair tenta d'intéresser l'U.S. Navy à un projet entièrement refondu, avec, autour d'un J-75 de Pratt et Whitney, un fuselage tenant compte de la loi des aires (taille de guêpe), tout en conservant une aile delta et des hydroskis. Bref, on peut imaginer un F-106 monté sur skis comme correspondant assez précisément à ce projet qui est parfois désigné F2Y-2.

C'est pourquoi, malgré l'abandon officiel du « Sea Dart » par l'U.S. Navy en janvier 1956, l'appareil continua ses essais afin de déterminer définitivement la configuration optimale des hydroskis et les séquences de pilotage à effectuer pour éviter les bonds au décollage. Le problème qui avait grévé tout le développement du « Sea Dart » sera finalement résolu, et le prototype réalisera son dernier vol en avril 1957.

Les quatre « Sea Dart » ayant survécu aux essais en vol ont tous été préservés, le XF2Y-1 au Smithsonian Institute, et les YF2Y-1 à Willow Grove Naval Air Station (Pennsylvanie), à San Diego, et à Renton. Hommage assez inattendu au dernier hydravion de chasse, quand on sait le sort réservé en général aux prototypes malchanceux, aux USA comme ailleurs. ●

