

:: Travail Personnel Encadré ::

Première Scientifique

Science de l'Ingénieur

Etude de la nacelle de ravitaillement



Boise Valentin - Machavoine Romain - Présent Romain

Première Scientifique 1

Lycée Louis Davier – Joigny - Yonne

→ Plan du dossier

Partie Numéro 1

- **Présentation du ravitaillement en vol** 01.01
- **Présentation des systèmes de ravitaillement en vol** 01.02
- **Présentation de la problématique** 01.03
- **Présentation de la nacelle de ravitaillement** 01.04

Partie Numéro 2

- **Etude de l'unité de puissance** 02.01
- **Etude du système de guidage du tuyau** 02.02
- **Etude du système des voyants** 02.03

Partie Numéro 3

- **Réponse à la problématique** 03.01
- **Annexes** 03.02

Le ravitaillement en vol permet d'accroître l'autonomie des avions sans que ces derniers soient obligés de se poser à nouveau au sol.

Cette opération, qui demande un savoir-faire très particulier des personnels et équipages, est fréquemment utilisée pour les petits avions comme les chasseurs.

En effet, pour des raisons géométriques, un avion de la classe des chasseurs est pénalisé en termes de volume disponible à l'intérieur de sa structure. Les chasseurs sont caractérisés par un aérodynamisme très fin qui s'applique à l'ensemble de l'aéronef comme la voilure ou le fuselage.



On peut observer sur cette photo la finesse de la structure d'un chasseur français Mirage F1 CR. L'espace du fuselage est utilisé pour loger principalement le pilote, le réacteur et leurs composants respectifs. Ref.001

Les premiers essais de ravitaillement en vol remontent aux années 1920. Il s'agissait alors d'une opération rare et relativement dangereuse utilisée principalement pour battre des records de durée de vol. Ainsi en 1923, un biplan britannique du type DH-4B vola durant 37 heures grâce à plusieurs répétitions de cette opération.

Dés 1940, le ravitaillement en vol était au point mais il fallut attendre le début de la guerre froide pour voir arriver ce système dans les unités de combats. En effet, de nos jours le ravitaillement en vol s'applique seulement aux avions militaires.

L'apparition du ravitaillement en vol dans les forces aériennes s'est faite selon les politiques militaires des Etats-Majors. Il apparut à la même époque aux Etats-Unis, en France, en Russie, au Royaume Uni. Cette composante se met peu à peu en place dans les forces aériennes émergentes.



Canne de ravitaillement d'un chasseur français Rafale B participant à sa première opération extérieure. Ref.002

L'utilisation du ravitaillement en vol est définie selon le type de mission effectué par les avions de combat. On distingue majoritairement 3 cas :

- **Le maintien en vol**

Ceci consiste à garder en vol des avions de soutien par exemple, des aéronefs de guerre électronique, de défense aérienne ou encore d'appuis au sol.

- **L'augmentation du rayon d'action**

Ce cas permet aux avions d'atteindre la cible de leur mission, on peut citer la dissuasion nucléaire française dont le ravitaillement est une composante essentielle.

- **Le convoyage**

Dans cette situation le but est de traverser de grandes distances, par exemple intercontinentales, pour déplacer une force aérienne sur un théâtre d'opération ou d'exercice majeur.

Les ravitailleurs en vol sont le plus souvent de gros porteurs dérivés des avions de ligne comme le Boeing 707 se nommant dans sa version de ravitailleur en vol C-135 FR, pour la France, ou KC-135 pour les Etats-Unis mais également plus récemment l'Airbus A310/A330. Il existe de plus des systèmes permettant aux chasseurs de se ravitailler entre eux.



Vue du projet d'Airbus de ravitailleur en vol dit MRTT. Ici le principe de ravitaillement est similaire à celui de notre étude ; des nacelles sont disposées en bouts d'ailes de l'avion. Ref.003

Les industriels développent aujourd'hui de nouveaux avions ravitailleurs et systèmes de ravitaillements. Le ravitaillement en vol est devenu essentiel pour toutes forces aériennes majeures.

Aujourd'hui il existe deux types de systèmes de ravitaillement en vol sur le marché mondial.

Il y a, en premier lieu, le système où l'avion ravitailleur possède une perche rigide rétractable avec, à son extrémité un raccord mâle commandé par un opérateur. Ce dernier fait en sorte d'encastrer la perche dans le raccord femelle situé sur l'avion à ravitailler. Ce système est aussi bien utilisé pour les chasseurs, les bombardiers et les avions du type AWACS. Ce système est utilisé à grande échelle par les forces aériennes américaines.

Un E-3F AWACS français. Cet avion a la particularité de posséder les deux systèmes de ravitaillement. La perche est rétractable ; elle se trouve au dessus du cockpit comme le réceptacle. Ref.004



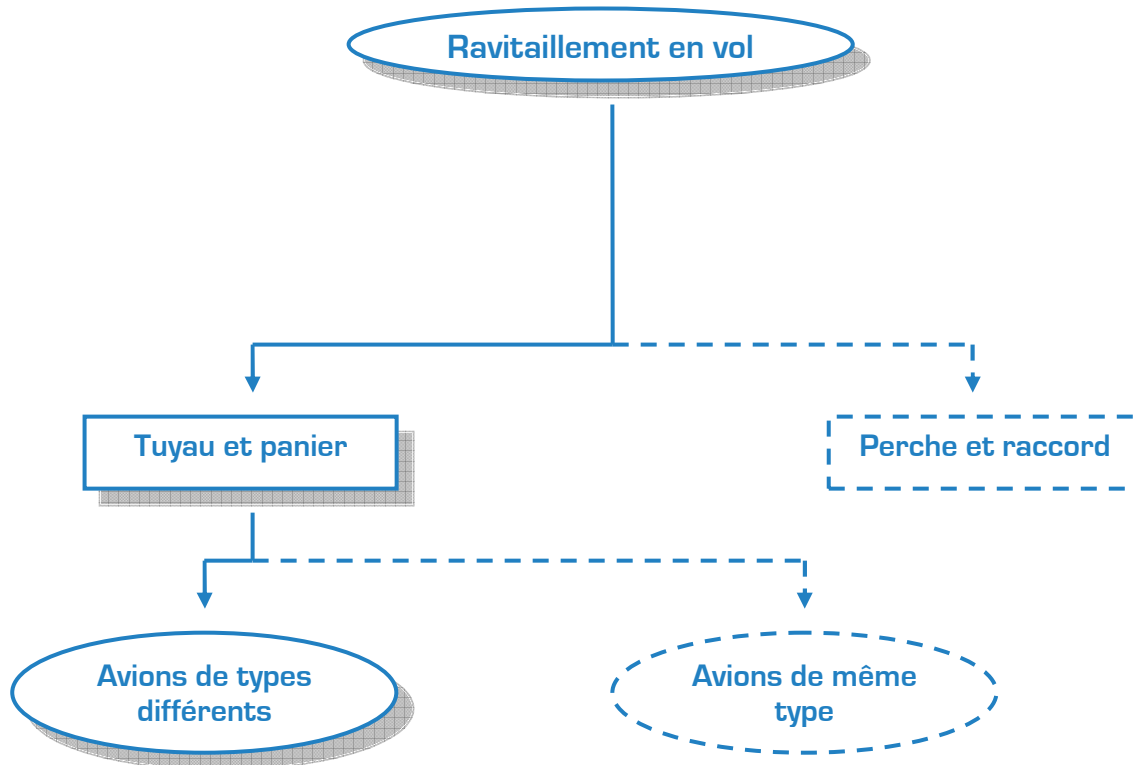
Un chasseur F-16 A MLU de la Composante Aérienne Belge en court de ravitaillement. On distingue nettement le tube qui s'encastre dans le réceptacle situé avant la dérive de l'aéronef. Ce système permet de ravitailler un seul avion à la fois. Ref.005

En second lieu, l'avion ravitailleur possède un ou plusieurs tuyaux souples, enroulés dans une nacelle de ravitaillement au repos, terminés par une sorte d'entonnoir stabilisé aérodynamiquement appelé panier, dans lequel l'avion ravitaillé vient placer sa perche de ravitaillement, rétractable ou non. Cette solution technique est utilisée par les chasseurs principalement mais aussi par les avions de classe moyenne comme le Transall. Les forces aériennes françaises, Armée de l'Air et Aéronautique Navale utilisent intensément ce moyen de ravitaillement.

Un avion de transport Transall. La version NG de cet avion assure le rôle d'avion ravitaillé et d'avion ravitailleur. Ref.006



Dans le cadre de notre TPE nous étudierons le type de ravitaillement "Tuyau et panier" et "Avions de types différents". Voici un résumé graphique.



Dans tous les cas de ravitaillement, les avions qui vont s'approvisionner en kérosène se mettent sur le côté droit de l'avion ravitailleur. Après ordre de l'opérateur qui se trouve dans la queue de l'avion, le pilote vient se positionner dans la zone délimitée pour effectuer l'opération.

L'avion ravitailleur est ici un C-135 FR de l'Armée de l'Air française. Il a été équipé au point central du tube pour le ravitaillement réceptacle. Ici les chasseurs sont de nationalité belge ; les différentes configurations des Tankers français permettent une coopération multinationale. Ref.007

L'apparition du ravitaillement en vol dans l'Armée de l'Air s'est faite depuis les années 1960 avec les C-135 F. En effet, en 1964 la dissuasion nucléaire française en est à ses premiers jours d'existence. Le premier vecteur de l'arme atomique étant aérien, le Mirage IV A, et de plus l'ennemie principale étant l'URSS, le ravitaillement en vol s'est imposé pour la France.

De nos jours, l'opération de ravitaillement en vol s'applique à toutes les missions et tend à se développer sur tous les types d'aéronefs même sur les hélicoptères.

Ceci s'explique par l'éloignement des théâtres d'opérations mais aussi par les nouvelles tactiques employées.

Bref, devant le développement de cette opération nous nous sommes interrogés sur la solution à apporter pour pouvoir ravitailler deux chasseurs simultanément et en toute sécurité.

La solution technologique à cette question existant déjà nous avons décidé de l'étudier.

Problématique : *Comment ravitailler deux chasseurs simultanément et en toute sécurité ?*



Illustration de la solution ; deux chasseurs Jaguar A en ravitaillement auprès d'un C-135 FR. Ref.010

La nacelle de ravitaillement a pour nom industriel POD MK 32B-551. Ce produit est fabriqué par une entreprise anglaise du nom de FLR.

La nacelle de ravitaillement en vol est fixée aux deux extrémités des ailes du C-135 FR, côté intrados, par l'intermédiaire de plots.

Une des nacelles de ravitaillement déposée pour être entretenue dans les ateliers. Les nacelles demandent un entretien fréquent et précis. Ref.008



Un tuyau souple initialement enroulé à l'intérieur du pod est déroulé pendant le vol afin de permettre le ravitaillement.

La nacelle, pratiquement autonome, obtient son énergie d'une turbine entraînée aérodynamiquement par le vent relatif, dû au vol, installée à l'avant du pod.

Le contrôle et la commande des deux nacelles sont effectués par l'Opérateur de Ravitaillement en Vol en cabine via une unité de commande composée notamment d'un poste vidéo qui permet de voir le déroulement des ravitaillements.

Le dialogue entre le poste de commande et les nacelles est majoritairement numérique avec le langage Arinc, Aeronautical Recommendation Incorporated.

Par sa simplicité et sa petite taille, le poste de commande permet à l'Opérateur de Ravitaillement en Vol de contrôler les ravitaillements avec une grande sécurité. Ref.009



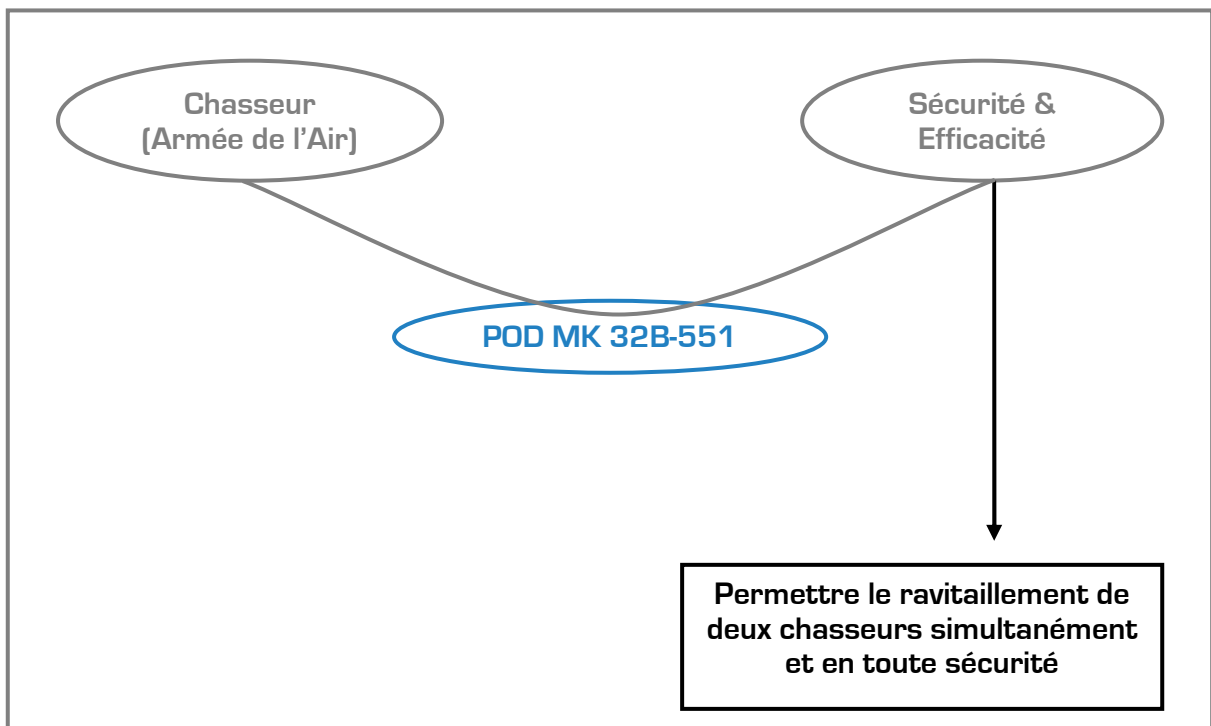
Caractéristiques standards :

<i>Longueur :</i>	4.40 m
<i>Diamètre :</i>	0.86 m
<i>Poids total :</i>	700 kg
<i>Longueur du tuyau :</i>	23 m
<i>Diamètre du panier :</i>	0.63 m
<i>Taux de transfert du kérosène :</i>	1500 L/mn
<i>Pression kérosène :</i>	3.5 bars
<i>Temps d'enroulement et de déroulement du tuyau :</i>	10 à 12 s
<i>Vitesse d'emploi :</i>	445 km/h à 630 km/h

Besoin : Ravitailler deux chasseurs simultanément et en toute sécurité

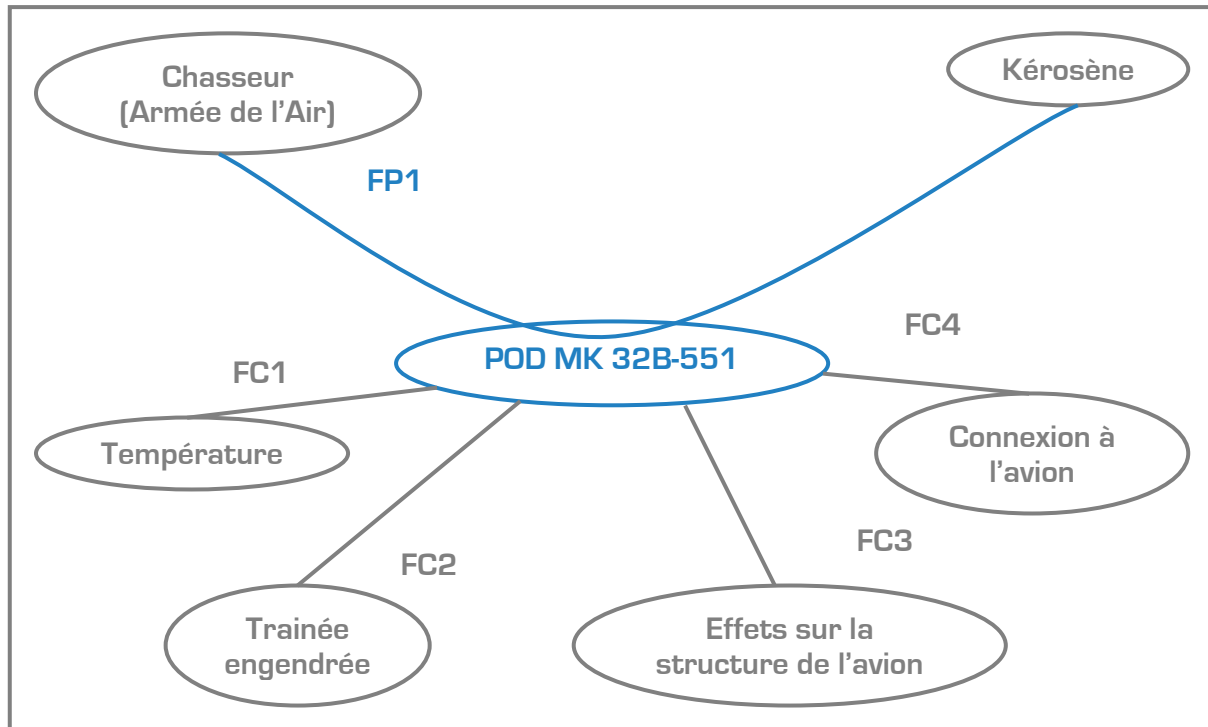
Produit : Nacelle de ravitaillement POD MK 32B-551

Diagramme bête à cornes



La nacelle de ravitaillement est fixée à l'avion ravitailleur via un plot qui facilite la maintenance du pod. Ref.013

Diagramme pieuvre



Fonction Principale 1 :

Ravitailer les chasseurs en kérosène

Fonction Contrainte 1 :

Résister à une température d'environ - 50°C

Fonction Contrainte 2 :

Réduire au mieux la trainée supplémentaire

Fonction Contrainte 3 :

Minimiser les efforts sur la cellule de l'avion

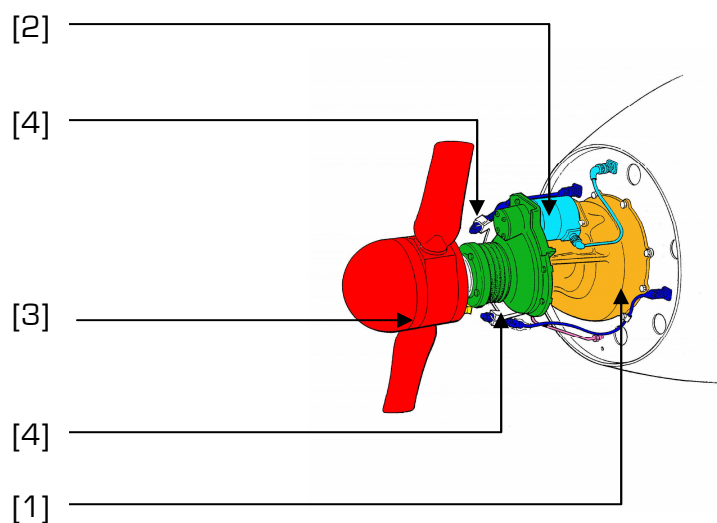
Fonction Contrainte 4 :

Permettre une connexion simple et efficace

Introduction

L'unité de puissance est la partie avant de la nacelle de ravitaillement. Cette partie fournit l'énergie électrique et mécanique nécessaire aux besoins de la nacelle. Elle est composée de 5 parties principales :

- Une pompe [1]
- Un moteur électrique [2]
- Une hélice à pas variable [3]
- Deux capteurs de vitesse [4]



Etude

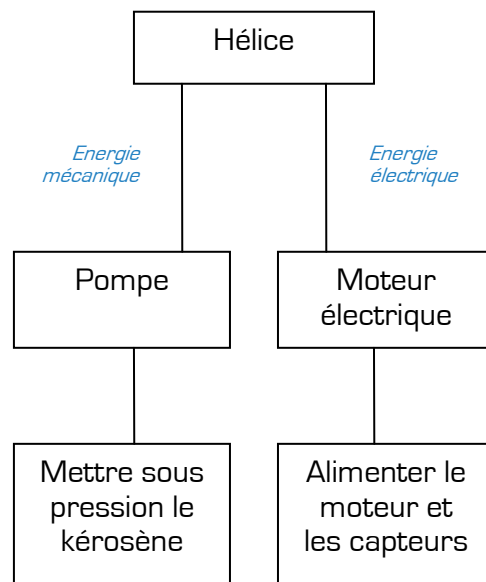
L'hélice à pas variable fournit deux types d'énergie : une énergie mécanique et une énergie électrique :

L'énergie mécanique qui résulte de l'hélice est utilisée par la pompe pour mettre sous pression le carburant, en fonction des besoins des différentes phases du ravitaillement.

L'énergie électrique est utilisée par un moteur.

Ce moteur est très important. En effet, il peut, par un mécanisme d'engrenages, de roulement à billes et de poussoirs, modifier l'inclinaison des pales de l'hélice, ce qui permet d'adapter les besoins de la nacelle en fonction de la vitesse de rotation de l'hélice.

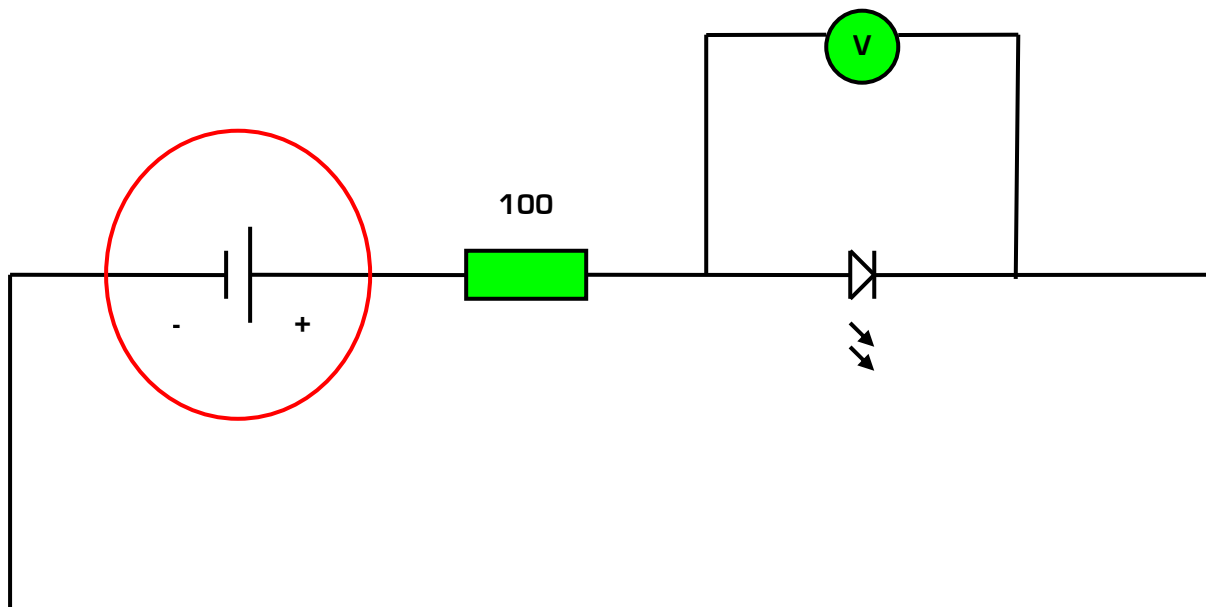
De plus, deux capteurs de vitesse permettent de calculer en temps réel la vitesse de rotation de l'hélice.



On peut facilement distinguer les différents éléments constituant l'unité de puissance. Ref.012

Expérience

J'ai réalisé une expérience très simple visant à prouver que l'on peut produire de l'électricité grâce à une hélice. J'ai dessiné le circuit électrique ci-dessous.



La batterie entourée en rouge est en réalité un ventilateur. L'énergie électrique est produite par l'énergie du vent sur l'hélice. Cette énergie produit une énergie mécanique de rotation qui, à l'aide d'un générateur, produit un courant continu et alimente ainsi la diode. On peut voir la variation de la tension grâce au voltmètre connecté aux bornes de la diode. Pour réaliser cette expérience je me suis servi d'une hélice, d'un sèche-cheveux, d'un voltmètre, d'une diode qui permet de confirmer le passage du courant et d'une résistance pour protéger la diode. Ce système est réversible ; en effet le sens de rotation de l'hélice n'a pas d'influence sur la production de courant électrique.

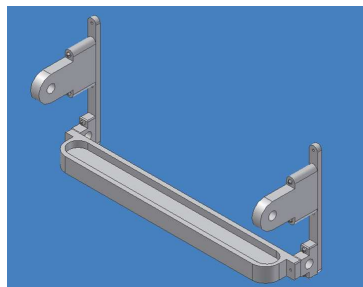
Préambule

Le système de guidage est un élément qui contribue au bon fonctionnement de la nacelle, il est essentiel au bon fonctionnement du pod. Il contribue grandement à la sécurité car grâce à lui, le tuyau est soutenu et il sort donc plus facilement. De plus s'il n'était pas ajouté au pod, le tuyau serait éjecté régulièrement car il pourrait se chevaucher et s'emmêler. En effet, un dispositif a été installé pour le déconnecter dans ce cas.

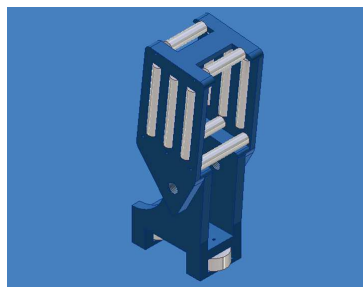
Composants

Il est muni de 3 principaux constituants :

- Le Socle



- Le Chariot



- La Vis d'Archimède

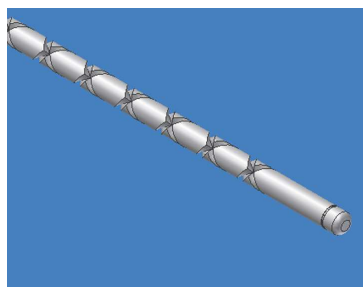
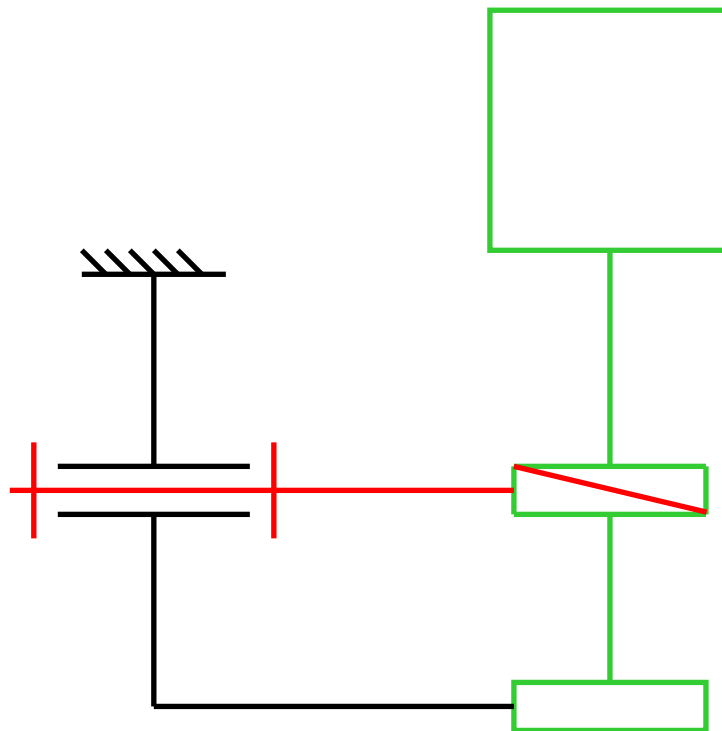


Schéma cinématique

Le schéma cinématique permet d'illustrer les différents mouvements du système :



Interprétation du schéma cinématique

Sur ce schéma, on voit les 4 liaisons qui lient ces pièces entre elles :

- 1 liaison pivot entre le socle (en noir) et la vis d'Archimède (en rouge) pour permettre à cette dernière de tourner.

- 1 liaison hélicoïdale entre le chariot (en vert) et la vis d'Archimède pour laisser au chariot la possibilité de se déplacer latéralement lorsque la vis d'Archimède tourne.
- 1 liaison glissière entre le socle et le chariot pour supprimer la rotation de ce dernier.

Description des composants

- Le socle, qui est fixé dans la nacelle, soutient grâce à des vis, l'ensemble du système.
- Le chariot, qui se déplace sur la vis d'Archimède et sur le socle grâce à des roulettes fixées sur sa base, facilite le passage du tuyau grâce à 11 rouleaux situés dans la partie haute de celui-ci. L'adhérence est donc supprimée.
- La roue dentée, montée sur la vis d'Archimède, est entraînée par une chaîne ce qui a pour effet de provoquer le mouvement de la vis.
- La vis d'Archimède, maintenue dans le socle grâce à 2 anneaux élastiques se trouvant aux extrémités, est l'élément le plus important : elle permet au chariot de se déplacer latéralement dans un sens mais aussi dans l'autre et ce, sans changer de sens de rotation. Sur son corps 2 fonctions hélicoïdales ont été réalisées et dans des sens inverses (horaire et trigonométrique) se rejoignant aux extrémités par une base plane. Ces 2 fonctions permettent donc au chariot un mouvement de va-et-vient pour que le tuyau se déroule et s'enroule toujours droit.

Modélisation

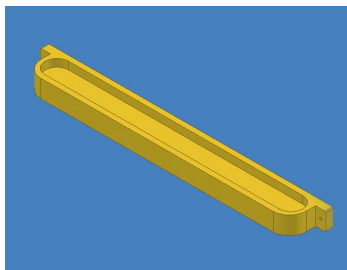
Le logiciel Autodesk Inventor 6.0 permet une modélisation 3D de toute sorte de produits indéformables. Il est complété par Trace Part, un programme qui a en mémoire toutes les vis et autres systèmes de fixations normalisés.

Grâce à eux, j'ai pu réaliser le système de guidage sur ordinateur et j'ai créé des vidéos du fonctionnement : une séquence cinématique.

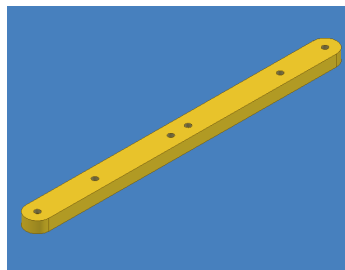
Je vais vous présenter globalement la façon dont j'ai confectionné ces pièces.



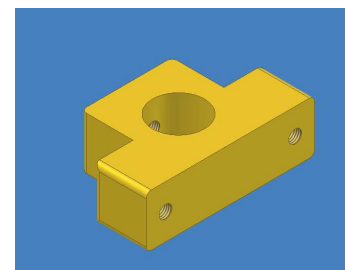
Le Socle



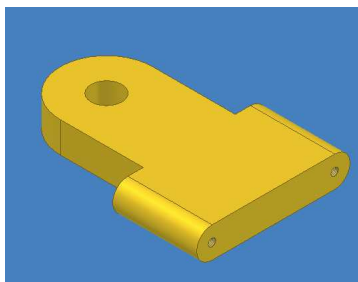
Etape 1 : construction de la base du socle par plusieurs extrusions et 2 perçages pour les extrémités



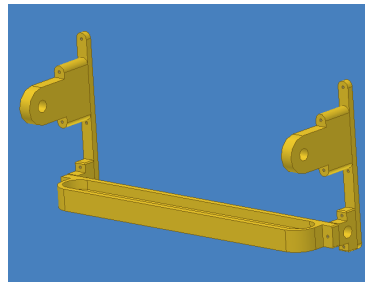
Etape 2 : construction du support de fixation grâce à une extrusion et plusieurs perçages



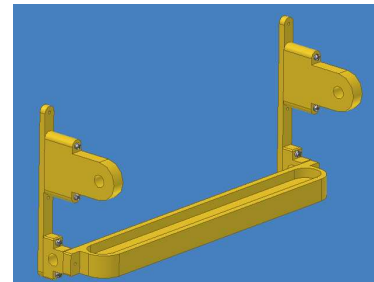
Etape 3 : construction du support de la base par extrusion et perçages



Etape 4 : construction du support de la vis d'Archimède par extrusion et perçages

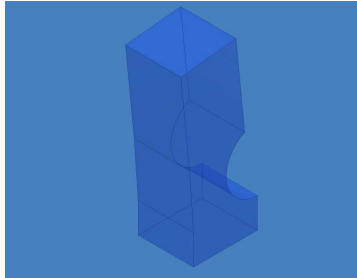


Etape 5 : assemblage du socle grâce aux contraintes

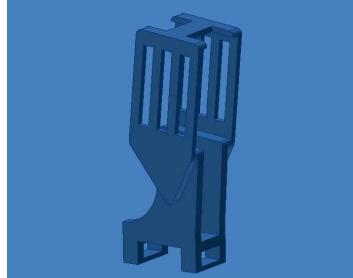


Etape 6 : ajout des vis et des écrous

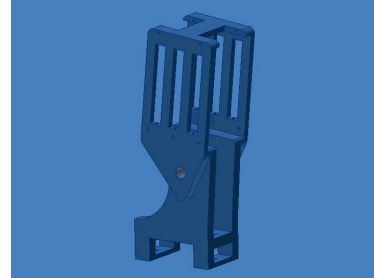
Le Chariot



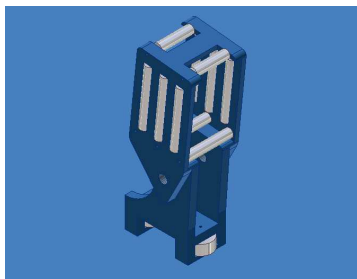
Etape 1 : conception d'une forme de base grâce à une extrusion



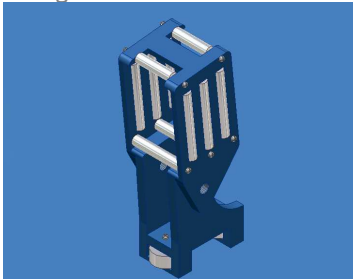
Etape 2 : extrusion de toutes les parties à creuser plus congés des arêtes saillantes



Etape 3 : extrusion de tous les trous pour le passage des vis et de la vis d'Archimède

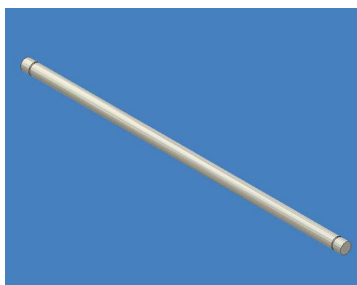


Etape 4 : ajout des rouleaux et roulettes plus ajout des contraintes de rotations

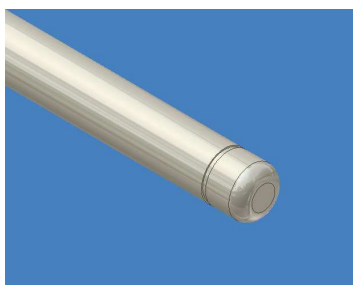


Etape 5 : ajout des vis et des écrous

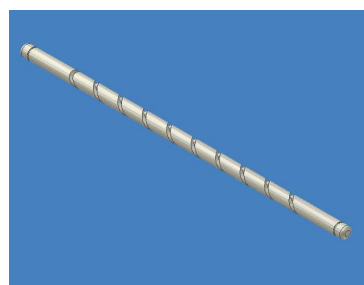
La Vis d'Archimède



Etape 1 : révolution d'une tige comportant 2 gorges



Etape 2 : 2 congés sont pratiquées sur les extrémités

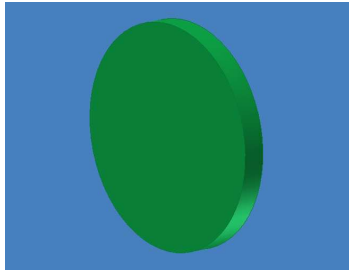


Etape 3 : construction d'une première fonction hélicoïdale dans le sens horaire

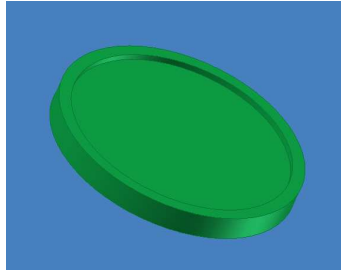


Etape 4 : construction de la seconde hélicoïdale inversée

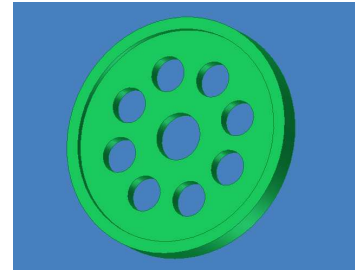
La Roue Dentée



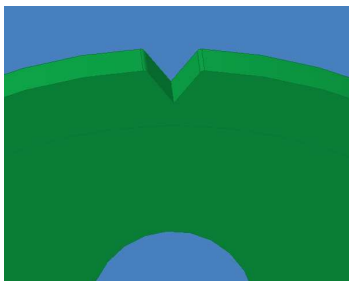
Etape 1 : extrusion d'un cercle pour obtenir la forme de base



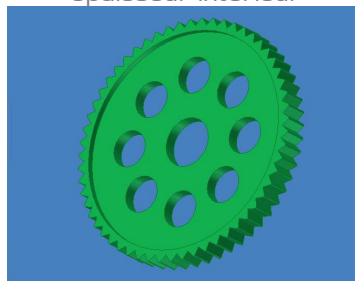
Etape 2 : extrusion pour creuser la roue et diminuer son épaisseur intérieur



Etape 3 : extrusion du trou central et des autres grâce à un réseau circulaire

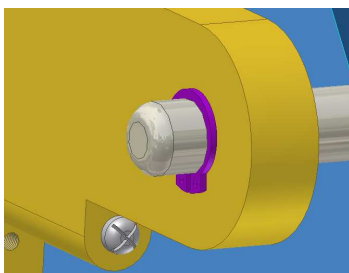


Etape 4 : extrusion d'un triangle sur la partie extérieur plus 2 congés sur les bords

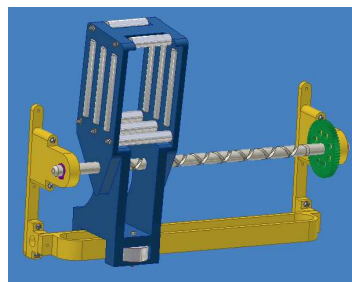


Etape 5 : grâce à un réseau circulaire réalisation des dents de la roue

Le Système de Guidage



Etape 1 : assemblage du système plus ajout des anneaux élastiques pris sur Trace Part



Etape 2 : ajout des contraintes de mouvements pour permettre la translation du chariot

Présentation

Le système des voyants permet la communication entre l'avion ravitailleur et le chasseur. Les 2 interlocuteurs humains sont respectivement l'Opérateur de Ravitaillement en Vol et le pilote de chasse.

Ce système est positionné dans la partie arrière basse de la nacelle de ravitaillement de sorte que le pilote du chasseur puisse le voir pendant l'ensemble des phases de ravitaillement en vol.

Ce concept se présente sous la forme d'un boîtier métallique. Il est composé de 4 couples de lampes de même couleur, en effet pour des raisons de sécurité les voyants sont doublés.

Le couple de couleur blanche a pour but d'éclairer l'intérieur de la partie arrière de la nacelle. Une ligne de couleur orange sert au pilote de chasse pour aligner son avion sur le bon axe. Ces ampoules ne servent pas à communiquer avec le pilote de l'avion qui se ravitaille.

Ensuite, les voyants de couleurs ambre, rouge et vert constituent à eux seuls une grande partie de l'aspect sécurité.

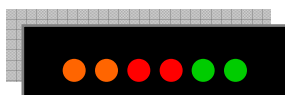
Un code de combinaisons de couleurs a été standardisé pour permettre une communication claire et réactive. L'étude portera principalement sur les différents composants amenant à l'allumage des différents couples de voyants.



Lors du ravitaillement le chasseur se situe légèrement en dessous du niveau de vol de l'avion ravitailleur. Le chasseur ne doit pas rencontrer les turbulences provoquées par le C-135 FR. Dans ce but, des petites ailettes ont été installées sur le côté externe de la nacelle pour guider le flux d'air de sorte que le panier soit au bon niveau et stable au maximum. La distance séparant la nacelle du chasseur est d'une vingtaine de mètres environ. Ref.014

Fonctionnement

Premièrement, voici les combinaisons constituant le langage par l'intermédiaire de la nacelle.

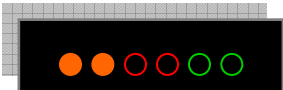
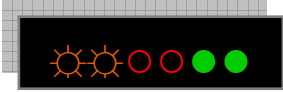
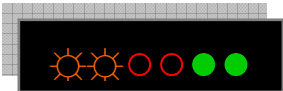
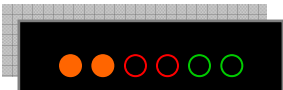
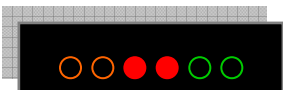


Ci contre, les 3 couples de voyants ; cette configuration ne représente pas une combinaison

 = voyants clignotant

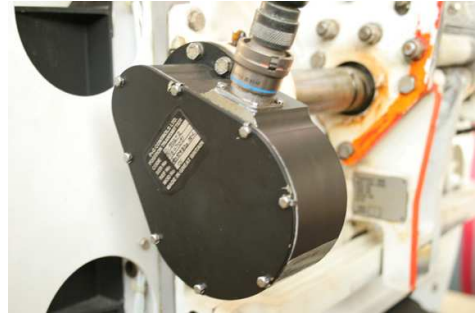
 = voyants éteint

 = voyants fixe

		Tuyau totalement sorti et nacelle prête à ravitailler
RENTREE		Tuyau en bonne position, le ravitaillement s'effectue
		Tuyau un peu trop rentré, le ravitaillement s'effectue
		Tuyau trop rentré, le ravitaillement s'arrête
SORTIE		Tuyau en sortie, le ravitaillement s'effectue
		Tuyau en bonne position, le ravitaillement s'effectue
		Tuyau en sortie totale, le ravitaillement s'arrête
AUTRES		Nacelle hors service
		Le chasseur doit dégager sur le côté de toute urgence

Deuxièmement, les données sont acquises grâce à un capteur. Il acquiert la position du tuyau grâce à un marquage. Il se positionne dans la partie arrière de la nacelle, au niveau du système de guidage du tuyau.

Positionné sur le socle du système de guidage du tuyau, le capteur est essentiel au bon fonctionnement de la nacelle. De plus, ses données permettent le largage du tuyau de ravitaillement si nécessaire ; il est donc nécessaire pour la sécurité de la mission de ravitaillement en vol. Ref.015



Du point de vue technologique, ce capteur délivre la position du déroulement du tuyau sous forme d'une tension électrique.

Les sorties du capteur sont transmises par la suite au calculateur principal de la nacelle de ravitaillement.

Troisièmement, comme précédemment cité, la gestion des différentes données est réalisée par le calculateur principal du pod de ravitaillement. Ce calculateur est en réalité un microprocesseur ; il rassemble et traite l'ensemble des données des capteurs.

C'est donc lui qui gère les séquences d'allumage des voyants.

Schéma récapitulatif :



Expérience de simulation

Pour cette simulation, un certain nombre d'outils ont été nécessaires. Afin de mieux en saisir les rudiments voici leurs bases de fonctionnement.

La logique séquentielle est un type de logique dont les résultats ne dépendent pas seulement des données actuellement traitées mais aussi de celles précédemment traitées. Elle s'oppose à la logique combinatoire, dont les résultats sont uniquement fonction des données actuellement traitées.

En d'autres termes, la logique séquentielle utilise la notion de mémoire de stockage contrairement à la logique combinatoire.

L'élément de base de la logique séquentielle est la bascule.

Une bascule est une sorte d'opérateur qui a une sortie égale à 0 ou 1.

Cette dernière caractéristique est essentielle pour la simulation.

La numération binaire est un système de codage en base 2 qui représente les nombres avec des symboles.

Ces symboles sont 0 et 1.

Chaque position successive vers la gauche indique une valeur deux fois plus importante que la précédente.

Cet outil est de nos jours la base de l'informatique que nous connaissons.

Ainsi :

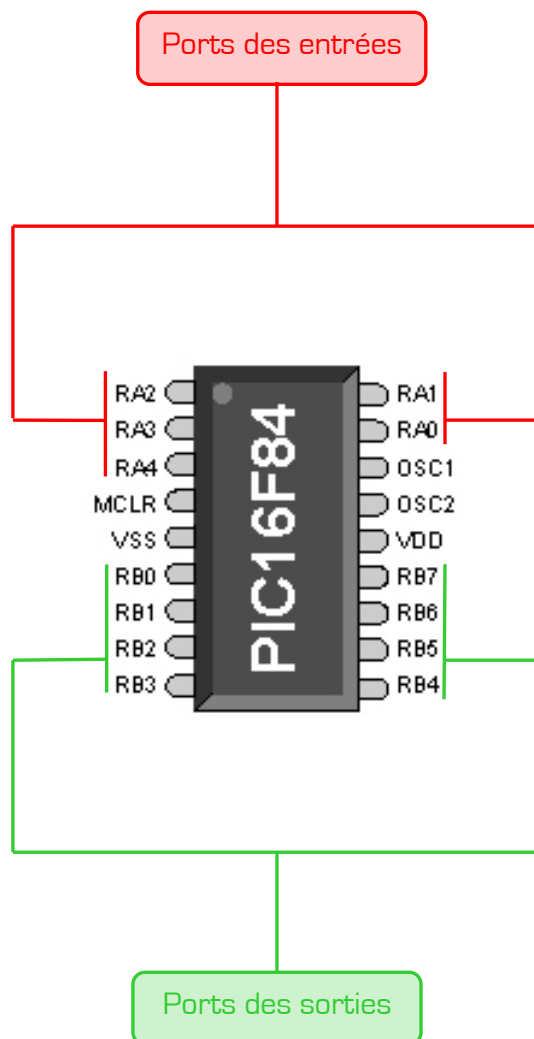
Position	...	3	2	1	0
Valeur	...	$2^3 = 8$	$2^2 = 4$	$2^1 = 2$	$2^0 = 1$

Flowcode Multipower est un logiciel de programmation permettant la création de programmes numériques.

Ces programmes sont destinés à être transférés sur des composants PICmicro. Ces programmes sont donc réellement opérationnels et peuvent servir dans la réalité ; il ne s'agit plus d'une simulation mais d'un nouvel algorithme de gestion, certes simplifié, mais qui garde tout son potentiel d'application dans l'entretien du système des voyants.

Pour revenir au PICmicro, il s'agit d'un composant contenant un microprocesseur, de la mémoire numérique et des circuits d'entrées et de sorties.

Voici le composant électronique sur lequel le programme pourrait être installé :



Les simulations effectuées avec Flowcode, ont été réalisées par la mise en forme des données et des sorties sous formes de langage de 0 et de 1. Les entrées, A3 à A0, forment une valeur binaire qui sera ensuite traitée par un opérateur. Les sorties, B0 à B2, sont les couples de voyants. Lorsque le symbole vaut 1 alors le couple est allumé, au contraire si la valeur est de 0 alors les voyants correspondant seront éteints.

Cas Parfait

	A3	A2	A1	A0	Valeur binaire	B0	B1	B2
T1	0	1	0	0	4	1	0	0
T2	1	1	0	0	12	0	0	1
T3	0	1	0	0	4	1	0	0

Cas Fréquent

	A3	A2	A1	A0	Valeur binaire	B0	B1	B2
T1	0	1	0	0	4	1	0	0
T2	1	1	0	0	12	0	0	1
T3	1	1	1	0	14	1	0	1
T4	1	1	0	0	12	0	0	1
T5	0	1	0	0	4	1	0	0

A travers cette solution technologique, nous avons étudié 3 systèmes des plus intéressants :

- L'unité de puissance qui contribue à l'autonomie de la nacelle en produisant l'énergie électrique et mécanique
- Le système de guidage qui assiste le tuyau dans son enroulement et dans son déroulement pour assurer une bonne sécurité lorsque le pod est en service
- Le système des voyants qui communique avec le pilote de l'avion ravitaillé pour augmenter la sécurité de l'opération

Ces trois éléments sont donc en partie créés pour sécuriser au maximum le ravitaillement en vol. De plus, la distance entre chaque avion ravitaillé est d'environ 40 mètres, ce qui est suffisant si un des deux chasseurs avait un problème est serait amené à se dégager.

Grâce à cette distance et à ces éléments il est alors possible de ravitailler 2 chasseurs en même temps avec une sécurité optimale ce qui fait gagner de précieuses minutes.



Ref.016



Ref.017

Le Groupe de Ravitaillement 00.093 "Bretagne" est issu du groupe Force Française Aérienne Libre "Bretagne" créé à Fort Lamy, au Tchad, le 1^{er} janvier 1942. Dissous après la seconde guerre mondiale, il est recréé le 1^{er} décembre 1964 sous le nom d'Escadron de Bombardement 02.91 "Bretagne". Le 4 juillet 1996, le "Bretagne" est dissous. Peu de temps après, le 1^{er} août 1996 l'Escadron de Ravitaillement en Vol 01.093 "Aunis" et l'Escadron d'Instruction de Ravitaillement en Vol 03.093 "Landes" sont eux aussi dissous ; leurs moyens sont regroupés en un seul escadron : l'Escadron de Ravitaillement en Vol 00.093 "Bretagne" stationné à Istres. Par la suite, il prendra le nom de Groupe de Ravitaillement et resta placé sous le Commandement des Forces Aériennes Stratégiques.

Aujourd'hui, la mission principale du Groupe de Ravitaillement est la mission de dissuasion nucléaire. Les avions ravitailleurs confèrent aux Mirage 2000 N, porteur du missile nucléaire Air-Sol Moyenne Portée, l'allonge nécessaire à leur mission.



Ravitaillement d'une patrouille de chasseurs Mirage 2000 N par un C-135 FR du "Bretagne". Ref.011

Dans le but de respecter la propriété intellectuelle voici les auteurs des différentes photographies contenues dans ce dossier.

Alexandre Paringaux

010, 011, 017

Bruno Squarcioni

page de garde, 004

Dirk Voortmans

005, 007

Patrick Genoud

016

Valentin Boise

001, 002, 006, 008, 009, 012, 013, 014, 015

Airbus

003

Nous tenons à remercier :

L'ensemble des personnels de la Base Aérienne 125 d'Istres et plus particulièrement le Lieutenant-colonel Guéret, l'Officier des Traditions du "Bretagne", et l'Adjudant Sauter pour leurs accueils et leurs aides professionnels.

Monsieur Calpena et Monsieur Rivière respectivement proviseur et proviseur adjoint du Lycée Louis Davier de Joigny.

Monsieur Delebecque et Monsieur Palazy tous deux professeurs de sciences de l'ingénieur respectivement de génie électrique et de génie mécanique.

Notre chef des travaux en la personne de Monsieur Dreure.

Notre professeur de physique chimie ainsi que les préparateurs.

Les photographes professionnels et passionnés pour leurs photos de qualité.

Toutes les personnes qui nous ont encouragés et soutenus tout au long de notre projet et particulièrement les membres de l'Association JPAP.