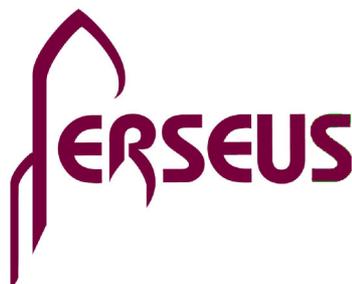




Direction des Lanceurs  
Sous Direction Futur, Recherche &  
Coopération avec la Russie



## SPÉCIFICATIONS GÉNÉRALES FH-2008

	Nom et sigle	Date et signature	Liste de diffusion	Nb
Rédigé par	Badr RMILI Planète Sciences	 21/04/08	Caroline AUSSILHOU (CNES) Raymond BEC (CNES) Monir Benchoaib (Planète Sciences) Florent Bouchoux (CLES FACIL)	
Vérifié par	Emmanuel JOLLY Planète Sciences	05/06/08	Pierre Jean Bristeau (SYSNAV/ Polytechnique) Axel Chovet (GAREF) Thierry CLAUZON (CNES)	
Application autorisée par			Léo COME (Planète Sciences) Pierre Dacruz (Planète Sciences) Philippe DENEU (CNES) Julien Franc (Planète Sciences) Julien Graingeot (Planète Sciences) Hélène Hingre (RSYS) Jerome Hamm (Planète Sciences) Emmanuel Jolly (Planète Sciences)	
Pour approbation	Thierry STILLACE CNES		Jean Louis LEBLANC (AE) Jean Pierre MAZEL (CNES) Rafik Meziani (CLES FACIL) Florent Nobelen (SUPAERO) Jean Oswald (CNES) Nicolas Petit (SYSNAV/ École des Mines) Laurent REGNAULT (Planète Sciences) Badr Rmili (Planète Sciences) Éric Robert (CNES) Bernard Scache (GAREF) Pierre SERIN (ESO) Thierry Stillace (CNES)	
			DLA/AQ/BT	1

## FICHE DOCUMENTAIRE

### RESUME DE SYNTHESE :

Ce document présente les spécifications générales des FH-2008

Nom : Badr RMILI (Planète Sciences)

Signature :



### CONFIDENTIALITE ET MEDIAS DE DIFFUSION AUTORISES

Classe du document (cochez)	Classe	Libellé	Média autorisé (pour information)	
			Support physique	Réseau informatique
X	1	Grand Public	Autorisé	Non protégé admis
	2	Industrie- Projet – Projet PERSEUS	Autorisé	Non protégé admis
	3	Diffusion restreinte - Projet PERSEUS	Autorisé	Protégé obligatoire
	4	Confidentiel – Projet PERSEUS	Obligatoire	Interdit

**Contrat :**

### CATEGORIE

Catégorie du document (cochez)	Catégorie	Libellé
	1	Configuré pour acceptation / approbation
	2	Non configuré pour acceptation / approbation
	3	Non configuré pour acceptation
	4	Autres

### HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Edition	Revision	Date	Chapitres ou pages modifiés / Raison / Nature de l'évolution
0.1		14/12/2008	Création
0.2		02/02/2008	Ajouts sur l'ensemble les paragraphes Ajout des annexes
0.3		08/02/2008	Compléments sur les spécifications mécaniques Compléments sur les spécifications électroniques Ajout des dates clefs du projet dans « organisation et règles de managements »
0.3a		25/02/2008	Corrections de problèmes de mise en page
0.4a		21/04/2008	Séparation du document en deux documents distincts : Une note d'organisation (NO FH2008 0.4a) et une spécification générale (SG FH2008 0.4a)  Suppression du mot « éventuellement » de la page 16  Ajout des spécifications des modules remplaçant les modules AETNA de la case à équipement CE1 en cas de non disponibilité. Page 25  Ajout d'un tableau récapitulatif du bilan de masse mécanique. Page 11  Ajout des liens internet pour télécharger les annexes par morceau ou intégralement



# **Fusex Hybride 2008**

## ***Spécifications générales***

Commission Technique :  
Propulsion Hybride,  
Démonstrateur fusée sonde ARCADIA,  
Fusex Hybride.

Rédacteurs : BR, JF  
Création 14/12/2007  
Version 0.4a du 21/04/2008  
Contact : [badr.rmili@planete-sciences.org](mailto:badr.rmili@planete-sciences.org)

Version	Date	Rédacteur	Information
0.1	14/12/2007	Badr RMILI, Julien FRANC,	Création
0.2	02/02/2008	Badr RMILI	Ajouts sur l'ensemble les paragraphes Ajout des annexes
0.3	08/02/2008	Badr RMILI, Julien FRANC	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compléments sur les spécifications mécaniques</li> <li>- Compléments sur les spécifications électroniques</li> <li>- Ajout des dates clefs du projet dans « organisation et règles de managements »</li> </ul>
0.3a	25/02/2008	Badr RMILI, Julien FRANC	Corrections de fautes de frappes (orthographiques) et de problèmes de mise en page
0.4a	21/04/2008	Badr RMILI	<p>Séparation du document en deux documents distincts : Une note d'organisation (NO FH2008 0.4a) et une spécification générale (SG FH2008 0.4a)</p> <p>Suppression du mot « éventuellement » de la page 16</p> <p>Ajout des spécifications des modules remplaçant les modules AETNA de la case à équipement CE1 en cas de non disponibilité. Page 24</p> <p>Ajout d'un tableau récapitulatif du bilan de masse mécanique. Page 11</p> <p>Ajout des liens internet pour télécharger les annexes par morceau ou intégralement</p>

## Table des matières

1	Introduction .....	5
2	Contexte et objectifs.....	5
3	Les FH-02, 03 et 04.....	5
4	Spécifications générales .....	7
4.1	Spécifications mécaniques.....	8
	Dimensions générales de la fusée:.....	9
	Bilan de masse préliminaire :.....	10
	Intégration :.....	11
	Système de récupération :.....	13
4.2	Spécifications électriques et électroniques.....	15
	Bilan de masse préliminaire :.....	15
	Voyants, interrupteurs et ombilicale :.....	16
	Fonctions et modules de l'électronique de bord :.....	17
5	Annexe 1 : Bilan Courtine et lancement FH-01.....	29
6	Annexe 2 : Cahier des charges pour fusées expérimentales mono-étage.....	30
7	Annexe 3 : AETNA - DTN2008.....	31
8	Annexe 4 : Documentation Keasy.....	32
9	Annexe 5 : Exemple de trame Keasy , Trame externe FH-01.....	33
10	Annexe 6 : Documentations Xsens.....	34

## Liste des définitions :

**AETNA** : Macro projet PERSEUS, Avionics and Electrical Technologies for NLV Applications

**AST** : Analyse de Sécurité du Travail

**CE** : Case à équipement

**CN** : Conditionneur Numérique

**DTN** : Défi Technologique Navigation

**FH-XX** : Fusée expérimentale à propulsion Hybride PERSEUS

**IHM** : Interface Homme Machine

**Keasy** : Logiciel de télémétrie

**OBC** : On Board Computer

**OE** : OBC + Émetteur

**SRS** : Système de récupération Sol

**SV** : Séquenceur Vol (système de récupération vol)

## 1 Introduction

Ce document a pour but de fournir **les spécifications générales des fusées FH-02, FH-03 et FH-04** dans le cadre de la commission technique Propulsion Hybride, ARCADIA et FUSEX du projet PERSEUS.

## 2 Contexte et objectifs

Depuis les débuts du projet PERSEUS, la propulsion hybride est l'un des axes de recherche privilégiés. Dans ce cadre, le CNES a lancé le développement d'un propulseur hybride de R&D ayant la capacité d'être utilisé lors des campagnes de lancement de Fusex et d'une fusée associée. Le développement du moteur a été confié à l'ONERA et la partie fusée à Planète Sciences. La fusée avait pour objectif principal de mesurer les paramètres du moteur au sol lors des phases de mise en oeuvre ainsi qu'en vol. Après des essais au bancs, FH-01, la première fusée hybride de la série FH-XX, a été lancée le 1er août 2007 sur le camp militaire de La Courtine dans La Creuse (23). FH-01 devait faire office de banc d'essai volant.

Après ce tir réussi, le CNES a décidé d'approfondir les recherches menées avec ce moteur R&D, notamment, au travers d'études de dimensionnement, d'études des instabilités de combustions et d'optimisation des performances (nouveaux combustibles, injecteurs, réservoirs...). Ces nouveaux développements amèneront des tirs au banc et une série de tirs en vol à l'aide des fusées de la série FH-XX.

Durant la campagne 2008 trois lancements sont prévus FH-02, FH-03 et FH-04.

## 3 Les FH-02, 03 et 04

### FH-01, rappels concernant la première génération lancée en 2007 :

La partie basse de la fusée contient le propulseur et la case parachute, elle est constituée d'un tube porteur en sandwich composite carbone/nomex/carbone, renforcé avec des inserts métallique pour les fixations des couples internes de la fusée. La partie haute contient la case à équipement et l'ogive en fibre de verre, c'est une structure porteuse en aluminium recouverte de fines peaux de carbonnes amovibles.

La fusée enregistre et transmet au sol des mesures effectuées dans le moteur pendant le vol : pression et température du réservoir d'oxydant, pression de la chambre de combustion et vibrations du moteur. A cela vient s'ajouter une mesure d'accélération tri axes.

FH-01 mesure 2300 mm de haut et a un diamètre de 140 mm pour une masse à vide de 7,3 Kg. Tout les éléments de la fusée ont été réalisés sur mesure, pour faciliter la conception et la réalisation des futurs fusées de la série FH, il a été décidé de passer au standard 6 pouces (152mm) pour pouvoir utiliser des pièces existants dans le commerces (tubes composites en fibre de carbone, ogives...).

### FH-02 :

But : tester le moteur ONERA avec un pain de combustible paraffine.  
Par rapport à FH-01 la structure reste la même sauf que le diamètre passe à 152 mm pour utiliser des éléments présents dans le commerce. Coté électronique on souhaite que les vitesses d'acquisitions des capteurs soient doublées. Il est également prévue une mesure de trajectographie par centrale inertielle. Les réalisations et logiciels mis en oeuvre lors des défis technologiques navigation (DTN 2008) pourront en fonction de leur avancement être mis à contribution pour cette fonction.

### FH-03 et FH-04 :

But : FH-03, voler avec la configuration habituelle du moteur (identique à FH-01). Après le vol de FH-03, reconditionner et préparer le moteur pour un second vol avec FH-04 pour valider la « réutilisabilité » du moteur et par la même occasion doubler les mesures.

**FH-02, FH-03 et FH-04 sont strictement identiques bien que leurs missions différent.**

## 4 Spécifications générales

Les trois FH-2008 s'appuient de manière générale sur les acquis de FH-01. Ces acquis se concentrent principalement sur l'architecture mécanique, le système de récupération en vol et au sol et une partie des conditionneurs. D'autre part, au même titre que les fusées expérimentales, **les FH-2008 respectent les recommandations et exigences du «Cahier des charges pour fusées expérimentales mono-étage»**, à cela s'ajoute les contraintes et besoins spécifiques des FH-XX. Enfin, FH-02, FH-03 et FH-04 sont strictement identiques bien que leurs missions diffèrent.

Par rapport à FH-01, les évolutions principales des FH-2008 sont de :

- Permettre aux clubs de se reposer sur les acquis des FH-01 et l'utilisation de matériels standards
- Simplification et fiabilisation avec l'utilisation au maximum d'éléments du commerce pour la mécanique
- Évolution du plan de mesure :
  - Amélioration des performances des chaînes actuelles de mesures (BP à 1ksp pour tous les capteurs)
  - Ajout d'une trajectographie complète par l'intermédiaire d'une ou deux cases à équipements compatible des réalisations des défis navigation AETNA
  - Justifier le plan de mesure actuel et le cas échéant le compléter
- Amélioration de l'ergonomie du logiciel sol permettant l'affichage des mesures pressions et températures réservoir lors des phases de mise en oeuvre. Retransmission vidéo de la télémessure et des phases de vol vers la zone publique
- Intégration d'un système vidéo DVB-HS embarqué dans les fusées (utilisation des éléments des sujets de transmissions AETNA) avec retransmission vidéo en zone publique (fonction optionnelle)

Ces évolutions apportent quelques nouvelles fonctionnalités et une simplification de la fabrication, par contre, elles imposent le redesign et l'amélioration d'une partie de la mécanique et de l'électronique. Au final, d'un point de vu budgétaire, l'augmentation du coût matériel et de la sous-traitance reste cantonnée à l'apport des nouvelles fonctionnalités , le coût du redesign est par définition transparent dans ce genre de projet.

**Les spécifications générales sont une base, non exhaustive, des caractéristiques et contraintes des FH-2008.** Tout en offrant une base commune, elles permettent aux équipes participantes de garder une certaine liberté dans les choix de conception mais contraignent les suiveurs à être plus présents sur les premières itérations de définition. Néanmoins à la suite des étapes/itérations « revue d'objectif » et « revue de conception », les documents de définition (l'équivalent d'une proposition technique) des différentes équipes deviendront les références concernant les spécifications détaillées des FH-2008.

Parmi les caractéristiques et contraintes globales on peut noter :

- Vitesse de sortie de rampe 20 m/s minimum
  - L'altitude maximale atteinte est de l'ordre de 600 m
  - Masse maximale de la fusée sans moteur 8kg
- L'accélération continue maximale est de +10 G.

- La vitesse de rotation maximale est de  $300^\circ /s$ .
- Le niveau de vibration maximum est de l'ordre de +/- 7 G à 200 Hz pendant 2 secondes max.
- Température lors de la phase de mise en oeuvre : +15 à +30°C.
- Température durant le vol : +15 à +30°C.
- Autonomie maximale de la fusée en fonctionnement nominal (attente en rampe): 4 heures.
- Mesure et affichage des paramètres moteur pendant toutes les phases de mises en oeuvres (gestion d'une alimentation externe par la fusée)
- La rampe : rampe rail FH-XX.
- Contraintes de mise en oeuvre spécifiques au propulseur.

#### 4.1 Spécifications mécaniques

L'architecture mécanique de FH-01 est reconduite sur les FH-2008 à quelques détails près. En effet, pour s'adapter aux diamètres existant dans l'industrie le diamètre des fusées passe de 140 à 152mm. D'autre part, afin de faciliter la fabrication, le sandwich fibre de carbone/nid d'abeille/fibre de carbone est remplacé par un tube en fibre de carbone simple épaisseur d'environ 2,8mm. Cela entraîne une légère modification des bagues de la fusée et du système de montage du moteur. Le but final est de simplifier (et rationaliser) la réalisation des fusées.



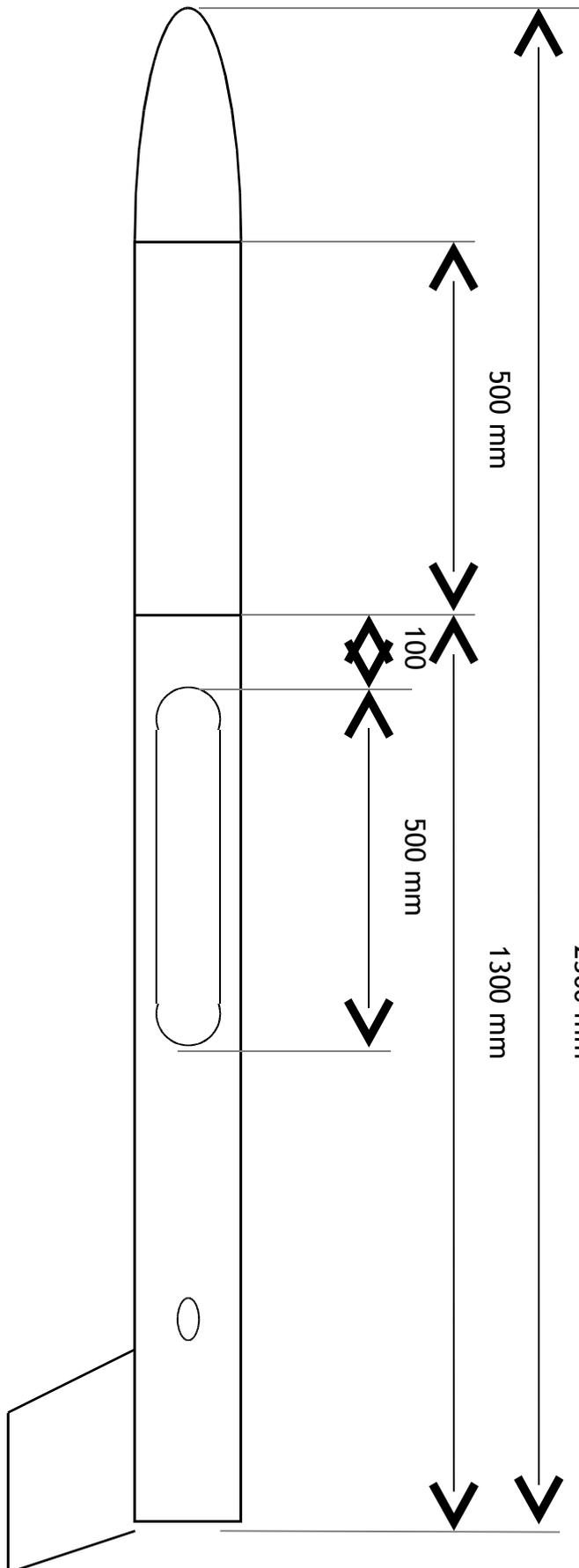
Diamètre extérieur : 152 mm

Longueur : 2300 mm

La partie basse de la fusée est constituée d'un tube en carbone porteur. Elle sert de logement au moteur Hybride et des trappes sont découpées dans le tube pour accéder au moteur lors de la mise en oeuvre avant le vol. La moitié haute du tube abrite le système de récupération de la fusée. Il s'agit d'un parachute éjecté par une trappe latérale. Juste au dessus du moteur se trouve le conditionneur de mesures. Enfin, les ailerons sont réalisés en tôle d'aluminium et boulonnés sur le tube porteur.

La partie haute de la fusée est une structure porteuse constituée de deux U en aluminium recouvert de deux demi coques fines en fibre de carbone. Cette partie fait office de case à équipement. On y trouve l'ordinateur de bord, les batteries de vol et l'émetteur de télémétrie.

Dimensions générales de la fusée:



Ogive

Case à équipement

Système de récupération

Case parachute

Conditionneur de mesure

Propulseur hybride

## Bilan de masse préliminaire :

Le critère de vitesse de sortie de rampe est primordial, il impose une vitesse supérieure ou égale à 20 m/s, l'expérience de FH-01 montre que l'on sort de rampe à 23 m/s et que l'on atteint une culmination de l'ordre de 500m. Pour les FH-2008, le critère « vitesse de sortie de rampe » devra être respecté, d'autre part, on souhaite garder des performances significatives sur le vol en culminant à plus de 500 mètres d'altitude.

FH-01 sans moteur pèse 7,9 Kg, le moteur hybride chargé pèse 6,3 Kg, l'ensemble pèse 14,2Kg. Par conséquent les FH-2008 ne devront pas excéder 8 Kg, ce qui impose un effort pour optimiser les masses mécaniques et les systèmes embarqués. La répartition des masses ne sera pas fondamentalement différente de FH-01, le centre de gravité de la fusée se trouvera approximativement en bas de la case parachute  $X_{cg} = 1220$  mm.

- La masse totale d'une FH-2008 sans moteur ne doit pas excéder 8 Kg,
- La masse mécanique (parachute compris) estimée est de l'ordre de 6 Kg +/- 500 g,
- Par conséquent, la masse allouée à l'électronique embarquée et le câblage est d'environ 2 Kg. La répartition fine est détaillée dans le paragraphe spécifications électroniques.

Détail des masses et des dimensions des principaux éléments mécaniques :

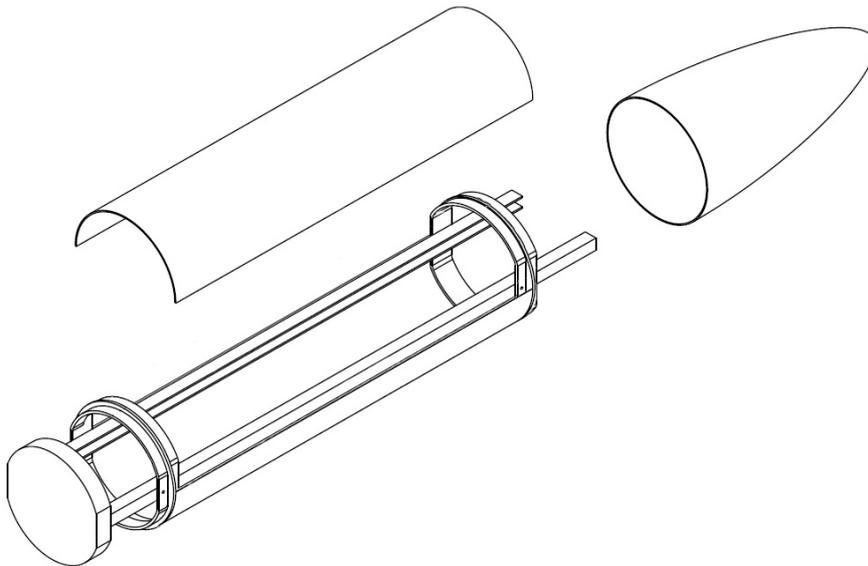
- Peau porteuse en fibre de carbone (Partie basse de la fusée) :
  - Diamètre extérieur : 152 mm
  - Épaisseur : 2,8 mm
  - Longueur : 1300 mm
  - Masse : 2800 g
- Coque supérieure en fibre de carbone (Case à équipement - partie haute de la fusée) :
  - Diamètre extérieur : 152 mm
  - Épaisseur : 0,7 mm
  - Longueur : 500 mm
  - Masse : 300 g
- Ogive en fibre de verre (Partie haute de la case à équipement) :
  - Diamètre de base : 152 mm
  - Longueur : 400 mm
  - Masse : 400 g
- Bague de poussée, bagues inter-étages, structure aluminium, ailerons et visseries diverses :
  - Masse : 1500 g
- Parachute et accessoires :
  - Masse : 1100 g

Éléments mécaniques	Masse (g)
Peau porteuse en fibre de carbone (Partie basse de la fusée )	2800
Coque supérieure en fibre de carbone (Case à équipement - partie haute de la fusée)	300
Ogive en fibre de verre (Partie haute de la case à équipement)	400
Bague de poussée, bagues inter-étages, structure aluminium, ailerons et visseries diverses	1500
Parachute et accessoires	1100
<b>Total</b>	<b>6100</b>

### Intégration :

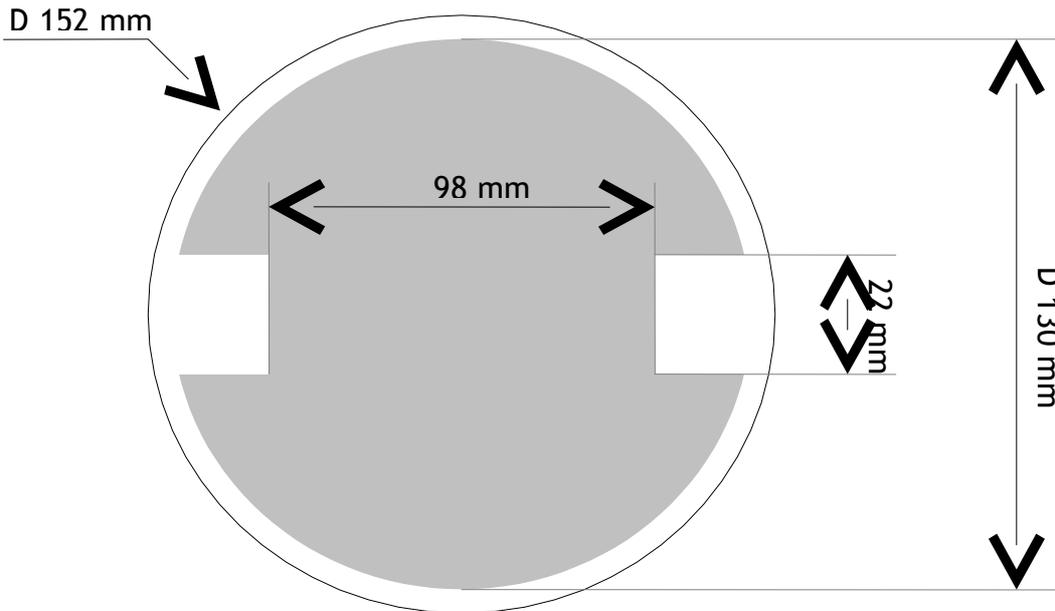
→ Case à équipement :

La case à équipement est constituée de deux profilés en U en aluminium recouverts de coques en fibre de carbone comme illustré sur la vue éclatée suivante :



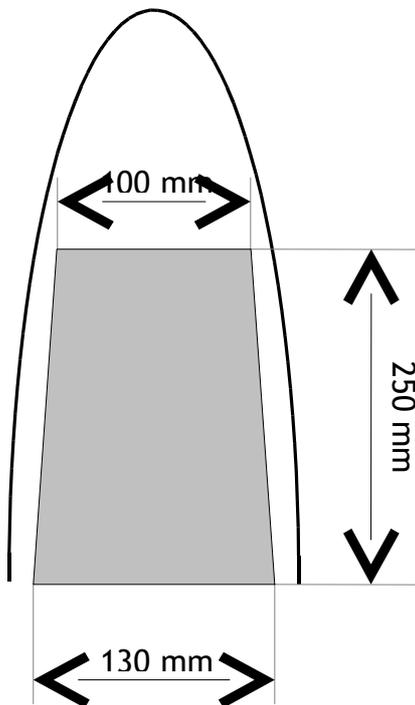
La fixation des différents modules de l'avionique de bord se fait sur les profilés en U. Les profilés sont distants de 100 mm et large de 15 mm. Les cartes seront de préférences disposées verticalement le long des profilés. Les demi coques démontables permettent un accès aisé à l'avionique.

L'espace disponible pour l'intégration du matériel est représenté en coupe sur le schéma suivant (zone grisée) :



La case à équipement mesure 500 mm de long, dans celle-ci 300 mm sont alloués à l'ordinateur de bord, au séquenceur, aux batteries de vol et aux câblages associés. Les 200 mm restant sont réservés pour un équipement provenant des défis technologiques AETNA.

→ Ogive :

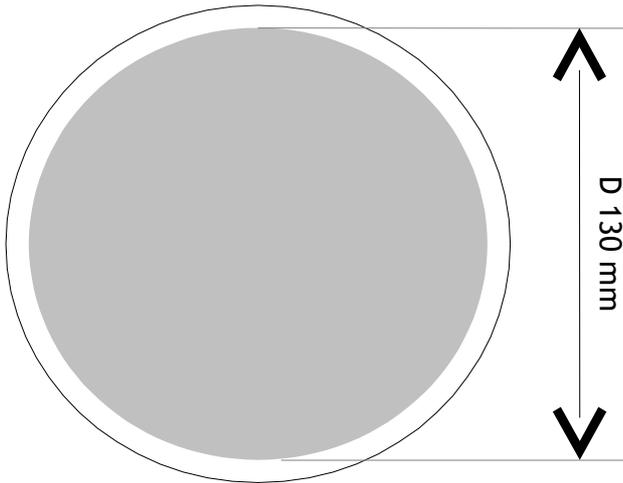


Il y a également un large espace disponible sous l'ogive.

Son volume s'inscrit dans un cône tronqué de diamètre de base 130 mm finissant par un diamètre 100 mm sur une hauteur d'environ 250 mm. La coupe est similaire à celle de la case à équipement car les profilés en U dépassent dans l'ogive.

Cet espace peut servir pour l'intégration de l'avionique de bord au même titre que la case à équipement. De plus, l'ogive est le lieu privilégié pour l'intégration de l'émetteur de télémesure et de l'antenne associée. La fixation de l'émetteur peut se faire sur les profilés en U qui dépassent de 100 mm environ dans l'ogive.

→ Tube porteur :



Afin de réaliser les mesures au plus près des capteurs intégrés au moteur, le conditionneur de mesure se trouve juste en dessous de la case parachute.

Il se monte dans le tube porteur, la zone utile est définie par un cylindre de diamètre 130 mm sur une hauteur de 200 mm.

Le conditionneur se fixe sous la bague du bas de la case parachute.

### Système de récupération :

#### → Récupération vol :

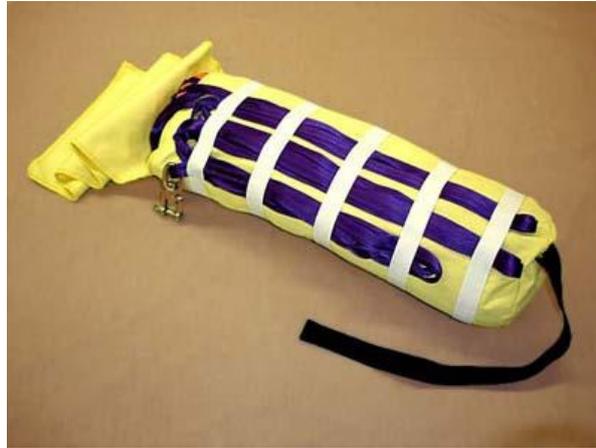
Le système de récupération se compose d'un parachute éjecté par une trappe latérale et d'un séquenceur qui donne l'ordre d'ouvrir cette trappe.



A l'image de l'architecture FH-01, la porte de la case parachute est directement découpée dans le tube porteur en carbone. Le volume de la case parachute est délimité par 2 bagues en aluminium qui encadrent la case des 2 cotés. La bague supérieure comporte le système de déverrouillage et d'éjection de la porte. Elle est libérée par un verrou commandé par un servomoteur ou un moteur à courant continu. L'éjection est assurée par 2 ressorts de compression situés de part et d'autre du verrou.

Lors de l'ouverture, la porte se détache de la fusée mais en reste solidaire par l'intermédiaire d'un câble. La porte entraîne avec elle le parachute qui se déploie à l'extérieur de la fusée.

Le parachute est du type TAC-1, de 2 mètres d'envergure, qui pourra être utilisé avec un sac de déploiement et un extracteur. On vise une descente de la fusée à environ 6 m/s. Des tests de déploiements son prévus.



→ Récupération sol :

Le terrain de La Courtine est particulièrement bien fourni en végétation de toutes sortes et à l'issu de son vol la fusée risque de retomber hors de vue directe. On souhaite néanmoins s'assurer de la bonne récupération de la fusée. Pour cela elle sera équipée, tout comme FH-01, d'un système autonome de localisation. Il se compose d'une localisation goniométrique à l'aide d'une balise Marshal et d'une alarme sonore.



## 4.2 Spécifications électriques et électroniques

Par rapport à la génération précédente de FH-XX, les fonctions électroniques mises en oeuvre évoluent «en douceur» (voir introduction paragraphe spécifications générales, ci-dessus), en effet, le conditionneur évolue en vitesse d'acquisition et en nombre de voies mais garde son architecture actuelle. L'OBC évolue un peu plus en profondeur pour gérer deux cases à équipement issues des études AETNA et augmente sa capacité de stockage. La communication entre l'OBC, le conditionneur et les cases à équipement met à présent en oeuvre un bus de terrain robuste, simple et évolutif (RS485). Les trames de communication sont du type Keasy. Les IHM sont déportées au plus bas de la fusée pour faciliter l'accessibilité. Le système de récupération vol (séquenceur) de FH-01 est reconduit pour les FH-2008, par contre l'actionneur actuel (servomoteur) pourrait être remplacé par un moteur courant continu pour des raisons de commodité. Le système de récupération sol de FH-01 est reconduit pour les FH-2008. Un synoptique, page suivante, présente l'architecture générale de l'électronique de bord des FH-2008.

De manière générale, l'électronique est toujours soumise à de fortes contraintes de masse, dès les premières itérations de conception un bilan de masse chiffré et un plan d'intégration détaillé devront être réalisés afin que les équipes mécanique/structure puissent évaluer les marges et les répartitions de masses. Les niveaux vibratoires contraignent à la mise en oeuvre d'électronique de qualité et à l'utilisation de connecteurs robustes (les connecteurs DTN2008 sont repris et spécifiés ci-dessous) mais qui ont la particularité d'être facilement manipulable. Les aspects CEM ne sont pas à négliger, en premier lieu, les perturbations auto-induites par l'électronique de la fusée sur le conditionneur et en second lieu, les perturbations liées aux liaisons à la terre et aux pièces métalliques flottantes.

### Bilan de masse préliminaire :

L'électronique de bord et l'ensemble des câblages associés ne doit pas excéder 2 Kg, il est proposé le bilan de masse détaillé suivant :

Fonctions/Modules	Masse (g)
OE + IHM OE + Antenne + Batterie	800
CN + IHM CN + Capteurs + (Batterie optionnelle)	300
CE1 (sur base Défis Technologiques AETNA - DTN2008)	500
CE2	70
SV + Batterie	150
SRS + Batterie	150
Câblage + divers	400
<b>Total</b>	<b>2370</b>

Ce bilan de masse est une proposition de répartition qui pourra être réajustée finement avec les équipes participantes mais il met en évidence le fort besoin d'optimisation des masses pour l'électronique de bord.

## Voyants, interrupteurs et ombilicale :

Les voyants et interrupteurs des fusées (IHM - Interface Homme Machine) doivent être centralisés, visibles en plein soleil et accessibles de l'extérieur lors de la mise en oeuvre en rampe. A défaut et pour des raisons de simplicités et de fiabilités, l'IHM est accessible à partir d'une ouverture sur la case à équipement. Néanmoins l'expérience de FH-01 montre que cet emplacement est difficile d'accès, en effet, lors de la mise en oeuvre, la fusée est relativement haute dans la rampe et impose l'utilisation d'une échelle pour accéder à l'IHM se trouvant dans la case à équipement. Un système optionnel permettant de déporter sur un pupitre au bas de la rampe l'ensemble de l'IHM pourrait être à étudier.

Les interrupteurs ne sont pas tous recensés, cependant il faut au minimum :

- 1 interrupteur alimentation externe,
- 1 interrupteur alimentation OBC,
- 1 interrupteur à verrouillage (ou équivalent à clef) permettant la relecture des données stockées en mémoire interne de la fusée,
- 1 interrupteur à verrouillage (ou équivalent à clef) permettant l'effacement des données stockées en mémoire interne de la fusée,
- 1 interrupteur alimentation émetteur télémétrie,
- 1 interrupteur alimentation séquenceur,
- 1 interrupteur du type jack ou accéléro-contact pour la détection de décollage du séquenceur,
- 1 interrupteur du type jack ou accéléro-contact pour la détection de décollage du système embarqué de récupération au sol,

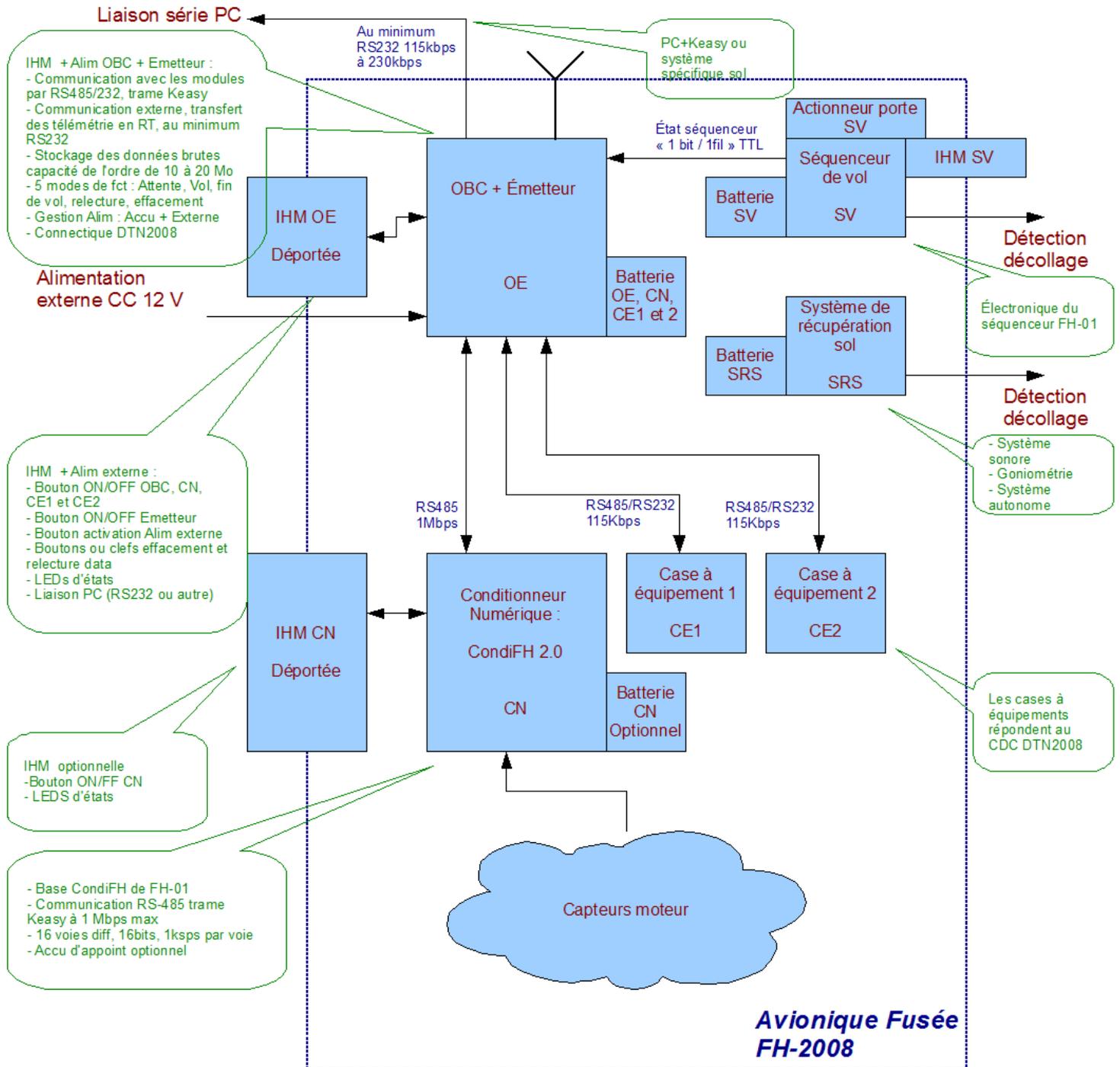
De même pour les voyants d'états :

- 1 voyant alimentation externe,
- 1 voyant alimentation OBC,
- 1 voyant alimentation émetteur,
- Des voyants indiquant le bon état de marche des principales fonctions de la fusée,
- Des voyants indiquant le mode de fonctionnement de l'OBC,
- Des voyants associés à chaque batterie indiquant un niveau de batterie faible ou critique,
- 1 voyant alimentation séquenceur,
- Des voyants indiquant l'état du séquenceur.

De par leur propulsion hybride, les FH-XX ont une mise en oeuvre plus complexe et plus longue que les fusex classiques. Par conséquent, la fusée doit pouvoir être alimentée électriquement par une source externe et permettre le basculement (manuel) sur les batteries internes de vol lors des mises en oeuvre finales. De plus, lors de l'ensemble de la mise en oeuvre la fusée doit fonctionner en « mode attente » de vol et transmettre au pied de la rampe par câble et au camion de télémétrie (ou équivalent) les informations de température et de pression du réservoir de N<sub>2</sub>O. Sur la base de ces informations transmises en temps réel (par câble et télémétrie), un affichage au pied de la rampe doit permettre de visualiser clairement les évolutions en temps réel de la température et de la pression du réservoir.

## Fonctions et modules de l'électronique de bord :

Le synoptique, ci-dessous, présente les différents modules et fonctions de l'électronique de bord des FH-2008 :



Module :

**OE : OBC + Émetteur**

Fonction et Description du module OE :

Ce module OE se compose de :

- l'ordinateur de bord (OBC),
- l'émetteur de télémétrie et son antenne,
- la ou les batteries alimentant ce module et les autres modules CE1, CE2 et CN,
- l'IHM (interface homme machine) associée.

**Ce module OE a pour fonction:**

- De récupérer en continu les trames de mesure provenant du conditionneur (module CN) et des cases équipements spécifiques contenant les réalisations AETNA (CE1 et CE2)
- Si l'OBC est en mode « vol » (voir explication des modes de fonctionnement, ci-dessous), de stocker en mémoire interne non-volatile (estimée à environ 10 à 20 Mo) et en temps réel, un flux de données, pendant 2 à 3 min, se composant de :
  - Trames de mesures provenant de CN, CE1 et CE2,
  - Phases de vol provenant du séquenceur de vol (SV),
  - Datage des trames reçues et des phases de vol,
  - États de l'OE et des différents autres modules.
- Si l'émetteur de télémétrie est allumé, d'émettre en temps réel un flux de données équivalent à celui stocké en mémoire interne (trame du type Keasy), le flux peut-être éventuellement sous-échantillonné si le débit de l'émetteur est insuffisant.
- D'émettre en direction de la station sol au pied de la rampe un flux de données en continu et en temps réel équivalent à celui stocké en mémoire interne (éventuellement dégradé). Ceci par l'intermédiaire d'une liaison filaire utilisant la sortie série de la fusée (trame du type Keasy).
- Par l'intermédiaire de sa/ses batterie(s) d'alimenter l'ensemble de l'OE et les modules CN, CE1 et CE2 et d'assurer une autonomie de 2 à 3 heures.
- Lors des phases de mise en oeuvre en rampe, d'assurer l'alimentation par une source externe DC 12V (+/- 5%) de l'ensemble du module OE et des modules CN, CE1 et CE2, ceci afin de préserver les batteries jusqu'aux derniers instants de mise en oeuvre.
- D'établir ses modes de fonctionnement en fonction de l'état des interrupteurs de l'IHM et en fonction des phases de vol transmises par le module séquenceur de vol (SV).

En dehors des modes induits par les interrupteurs d'alimentations, l'OE a cinq principaux modes de fonctionnement :

- **Mode attente** : Le séquenceur de vol (SV) est en attente de décollage et la fusée est en rampe, l'OE acquiert et stocke les données des modules CN, CE1 et CE2 dans un buffer de 10 secondes. Les données sont continuellement émises vers l'émetteur de télémétrie et la liaison série en direction de la station sol au pied de la rampe.
- **Mode vol** : Au moment où le séquenceur de vol (SV) transmet l'information de décollage, l'OE acquiert et stocke les données des modules CN, CE1, CE2 et du buffer dans la mémoire interne. Les données sont continuellement émises vers l'émetteur de télémétrie et la liaison série.

- **Mode fin de vol** : 2 à 3 min après le décollage, l'OE continue à acquérir les données des modules CN, CE1 et CE2 mais arrête les enregistrements sur la mémoire interne et la verrouille. Les données continuent à être émises vers l'émetteur de télémétrie et la liaison série.
- **Mode relecture** : Ce mode sert à relire, par l'intermédiaire de la liaison série vers la station sol au pied de la rampe, les données enregistrées sur la mémoire interne. Il est activé au moment de la réinitialisation de l'OE si la clef (ou interrupteur) de relecture est enclenchée et verrouillée.
- **Mode effacement** : Ce mode sert à réinitialiser intégralement la mémoire interne. Il est activé au moment de la réinitialisation de l'OE si la clef (ou interrupteur) d'effacement et la clef (ou interrupteur) de relecture sont enclenchées et verrouillées.

## Entrée / Sortie OE

### Liaison OE <> CN :

→ **Physique** : la liaison est caractérisée par une connectique du type binder série 711, sur l'OE est montée une embase femelle 8 voies. Brochage :

- 1 : - batterie
- 2 : + batterie
- 3 : SYNC IN (non utilisé)
- 4 : SYNC OUT (non utilisé)
- 5 : RS485 TX+
- 6 : RS485 RX+
- 7 : RS485 TX-
- 8 : RS485 RX-

L'alimentation du module CN par l'OE se fait par l'intermédiaire de la broche 1 et 2 du connecteur, la tension d'alimentation est comprise entre 9V et 13V et la consommation du module CN **n'excédera pas 300 mA en continu**, de plus, une protection sur le module doit garantir une protection en sur-courant et surtension.

→ **Protocole/trames** : la communication entre les deux modules s'effectue par une liaison RS485 full duplex, exclusive entre les deux modules. La configuration de la liaison est la suivante :

- vitesse : 921,6 kbps
- 8 bits de données
- 1 bit de start
- 1 bit de stop
- pas de bit de parité

Dès sa mise sous tension, le module CN transmet en continu les données des capteurs et les différentes informations associées et ceci jusqu'à sa mise hors-tension. Par conséquent, le module OE n'a aucune trame/message à transmettre au module CN pour le commander. Les trames transmises par le module CN sont des trames du type Keasy qui se décomposent de la manière suivante :

Éléments composant une trame	Taille (Octet)
Entête	3
Données capteurs : (1 capteur = 16bits data + 8 bits statut) * 16 voies	48
Données d'état du module CN	1
Datage « local »/numéro d'échantillon	3
Checksum	2
<b>Total</b>	<b>57</b>

Sachant que la vitesse d'acquisition du module CN est de 1 ksps par voie, on atteint un débit effectif sur la liaison de l'ordre de 570 kbps (57 o \* 10 bits \* 1 ksps).

### Liaison OE <> CE1 :

Bien que la case équipement CE1 soit compatible avec les spécifications des défis technologiques navigation AETNA (DTN2008), il y a quelques adaptations pour l'interface avec le module OE. Les adaptations touchent les tolérances de tension d'alimentation et l'ordonnancement des connecteurs :

→**Physique** : la liaison est caractérisée par une connectique du type binder série 711, sur l'OE est montée une embase femelle 8 voies. Brochage :

- 1 : - batterie
- 2 : + batterie
- 3 : SYNC IN (non utilisé)
- 4 : SYNC OUT (non utilisé)
- 5 : RS232 TX / RS485 TX+
- 6 : RS232 RX / RS485 RX+
- 7 : RS485 TX-
- 8 : RS485 RX-

L'alimentation du module CE1 par l'OE se fait par l'intermédiaire des broches 1 et 2 du connecteur, la tension d'alimentation est comprise entre 9V et 13V et la consommation du module CE1 n'excédera pas 200 mA en continu, de plus, une protection sur le module doit garantir une protection en sur-courant et surtension.

→**Protocole/trames** : la communication entre les deux modules reprend les spécifications des défis technologiques navigation AETNA (DTN2008), la communication entre les deux modules s'effectue par une liaison RS232 full duplex, exclusive entre les deux modules. La configuration de la liaison est la suivante :

- vitesse : 115,2 kbps
- 8 bits de données
- 1 bit de start
- 1 bit de stop
- pas de bit de parité

Dès sa mise sous tension, le module CE1 transmet en continu les données des capteurs et les différentes informations associées et ceci jusqu'à sa mise hors-tension. Par conséquent, le module OE n'a aucune trame/message à transmettre au module CE1 pour

le commander. Les trames transmises par la module CE1 sont des trames du type Keasy qui se décomposent de la manière suivante :

Éléments composant une trame	Taille (Octet)
Entête	Non défini
Données capteurs : x voies	Non défini
Données d'état du module CE1	Non défini
Datage « local »/numéro d'échantillon	Non défini
Checksum	Non défini
<b>Total</b>	<b>40 max</b>

Sachant que la vitesse d'actualisation des trames du module CE1 est de 200 Hz, on atteint un débit effectif sur la liaison de l'ordre de 80 kbps ( $40 \text{ o} * 10 \text{ bits} * 200 \text{ Hz}$ ).

### Liaison OE <> CE2 :

→**Physique** : la liaison est caractérisée par une connectique du type binder série 711, sur l'OE est montée une embase femelle 8 voies. Brochage :

- 1 : - batterie
- 2 : + batterie
- 3 : SYNC IN (non utilisé)
- 4 : SYNC OUT (non utilisé)
- 5 : RS232 TX / RS485 TX+
- 6 : RS232 RX / RS485 RX+
- 7 : RS485 TX-
- 8 : RS485 RX-

L'alimentation du module CE2 par l'OE se fait par l'intermédiaire des broches 1 et 2 du connecteur, la tension d'alimentation est comprise entre 9V et 13V et la consommation du module CE2 n'excédera pas 100 mA en continu, de plus, une protection sur le module doit garantir une protection en sur-courant et surtension.

→**Protocole/trames** : le module CE2 est une centrale inertielle Xsens MTI-28A13G35 et répond, par conséquent, au modèle de communication de celle-ci (voir annexe MTI-Xsens). Les mesures à obtenir de la centrale sont les suivantes :

- Données inertielles et magnétiques calibrées
- Données inertielles et magnétiques fusionnées
- Datages associés

La communication entre les deux modules s'effectue par une liaison RS232 full duplex. Les différentes commandes et trames pour obtenir de la centrale ces mesures sont à définir (voir annexe MTI- Xsens). Le mode par défaut à 115,2kbps et avec une vitesse d'acquisition capteurs à 100Hz devrait suffire.

### Liaison OE <> SV :

Les informations en provenance du séquenceur de vol permettent à l'OE d'acquérir les phases de vol et d'établir son mode de fonctionnement.

→**Physique** : la liaison est caractérisée par une connectique du type binder série 711, sur l'OE est montée une embase femelle 3 voies. Brochage :

- 1 : - batterie
- 2 : + batterie
- 3 : SV\_MODE (signal TTL, SV vers OE)

Une partie de l'alimentation du module SV est faite par l'OE et se fait par l'intermédiaire des broches 1 et 2 du connecteur, la tension d'alimentation est comprise entre 9V et 13V et la consommation du module **SV n'excédera pas 10 mA en continue.**

→**Protocole/trames** : le module SV est relié à l'OE par le signal SV\_MODE, qui est un signal TTL, où SV est la sortie et OE l'entrée. La liste suivante présente les différentes phases de vol transmises à l'OE :

- SV\_MODE = 0 : OE en mode attente de vol.
- SV\_MODE = 1 : OE en mode vol.
- SV\_MODE passe de 1 à 0 : OE en mode vol, phase de vol = ouverture de parachute.

#### Liaison OE <> alimentation externe :

L'alimentation externe permet d'alimenter l'OE et tous les modules en dépendant par une source externe à la fusée, DC de 12 V (+/-5%), afin de préserver les batteries « vol », lors de la mise en oeuvre :

→**Physique** : la liaison est caractérisée par une connectique du type binder série 711, sur l'OE est montée une embase femelle 3 voies. Cette embase est placée sur l'une des ouvertures de la fusée, permettant ainsi l'accès au connecteur sans ouvrir celle-ci.

Brochage :

- 1 : - batterie
- 2 : + batterie
- 3 : Non utilisé

#### Liaison OE <> station sol au pied de la rampe :

Cette liaison permet d'émettre en direction de la station sol au pied de la rampe un flux de données en continu et en temps réel équivalent à celui stocké en mémoire interne (éventuellement sous-échantillonné). Ceci par l'intermédiaire d'une liaison filaire utilisant la sortie série de la fusée (trame du type Keasy).

→**Physique** : la liaison est caractérisée par une connectique du type RS-232 DB-9 ou port série émulé par USB (dans ce cas un connecteur USB-B)

→**Protocole/trames** : la communication entre les deux modules s'effectue par une liaison série full duplex, exclusive entre les deux modules. La configuration de la liaison est la suivante :

- vitesse : 230,4 kbps
- 8 bits données
- 1 bit de start
- 1 bit de stop
- pas de bit de parité

Dès sa mise sous tension, le module OE transmet en continu une concaténation données/trames des modules CN, CE1, CE2, SV, des différents états et datage jusqu'à sa

mise hors-tension. Par conséquent, la station sol au pied de la rampe n'a aucune trame/message à transmettre au module OE pour le commander. Les trames transmises par la module CN sont des trames du type Keasy.

### Liaison OE <> Camion de télémessure ou équivalent :

Cette liaison a pour but d'émettre en temps réel un flux de données équivalent à celui stocké en mémoire interne (trame du type Keasy), le flux peut-être éventuellement dégradé si le débit de l'émetteur est insuffisant. Si nécessaire, la fréquence d'émission utilisée et la mise en oeuvre de la station sol associée doivent faire l'objet d'une dérogation ou d'une demande d'autorisation auprès des autorités compétentes. Si la solution classique « Kiwi millénium /camion de télémessure » dans la bande 136-138 MHz n'est pas retenue comme solution définitive, elle doit néanmoins être prévue comme solution de repli en cas de problèmes d'autorisations ou de développements.

### Liaison OE <> IHM (interface homme machine) :

- Les interrupteurs ne sont pas tous recensés, cependant il faut au minimum :
  - 1 interrupteur alimentation externe,
  - 1 interrupteur alimentation OBC,
  - 1 interrupteur à verrouillage (ou équivalent à clef) permettant la relecture des données stockées en mémoire interne de la fusée,
  - 1 interrupteur à verrouillage (ou équivalent à clef) permettant l'effacement des données stockées en mémoire interne de la fusée,
  - 1 interrupteur alimentation émetteur télémessure.
  
- De même pour les voyants d'états :
  - 1 voyant alimentation externe,
  - 1 voyant alimentation OBC,
  - 1 voyant alimentation émetteur,
  - des voyants indiquant le bon état de marche des principales fonctions de la fusée,
  - des voyants indiquant le mode de fonctionnement de l'OBC,
  - des voyants associés à chaque batterie indiquant un niveau de batterie faible ou critique.

Module :

## **CE1 : Case à équipement 1**

Fonction et Description du module CE1 :

- Ce module CE1 a pour fonction de proposer une case à équipement pouvant accueillir des réalisations provenant des défis technologiques AETNA. L'interface de ce module est spécifiée dans ce document mais aussi dans les cahiers des charges et sujets des projets

AETNA. A l'heure actuelle, plusieurs projets AETNA en cours de réalisation sont compatibles avec ces spécifications, le choix des réalisations à intégrer dans les FH-2008 n'a pas encore été arrêté et le sera en fonction de l'état d'avancement de celles-ci. Dans le cas où les réalisations ne seraient pas disponibles. CE1 contiendra en remplacement un à deux modules autonomes et indépendants (sans connexion électrique avec le reste du système et dépourvu de système d'émission sans fil). Les données qu'enregistreraient ces modules seront restitués après vol, la mise en oeuvre spécifique de ces modules devra faire l'objet d'une analyse par les responsables systèmes avant intégration et prise en compte dans les procédures de mise en oeuvre des FH-2008. Ces nouveaux modules devront respecter les spécifications générales et mécaniques.

## Entrée / Sortie CE1 :

### Liaison CE1 <> OE :

Bien que la case équipement CE1 soit compatible avec les spécifications des défis technologiques navigation AETNA (DTN2008), il y a quelques adaptations pour l'interface avec le module OE. Les adaptations touchent les tolérances de tension d'alimentation et l'ordonnancement des connecteurs :

→**Physique** : la liaison est caractérisée par une connectique du type binder série 711, sur CE1 est montée une embase femelle 8 voies. Brochage :

- 1 : - batterie
- 2 : + batterie
- 3 : SYNC IN (non utilisé)
- 4 : SYNC OUT (non utilisé)
- 5 : RS232 TX / RS485 TX+
- 6 : RS232 RX / RS485 RX+
- 7 : RS485 TX-
- 8 : RS485 RX-

L'alimentation du module CE1 par l'OE se fait par l'intermédiaire des broches 1 et 2 du connecteur, la tension d'alimentation est comprise entre 9V et 13V et la consommation du module CE1 n'excédera pas **200 mA en continu**, de plus, une protection sur le module doit garantir une protection en sur-courant et surtension.

→**Protocole/trames** : la communication entre les deux modules reprend les spécifications des défis technologiques navigation AETNA (DTN2008), la communication entre les deux modules s'effectue par une liaison RS232 full duplex, exclusive entre les deux modules. La configuration de la liaison est la suivante :

- vitesse : 115,2 kbps
- 8 bits données
- 1 bit de start
- 1 bit de stop
- pas de bit de parité

Dès sa mise sous tension, le module CE1 transmet en continu les données des capteurs et les différentes informations associées et ceci jusqu'à sa mise hors-tension. Par conséquent, le module OE n'a aucune trame/message à transmettre au module CE1 pour le commander. Les trames transmises par la module CE1 sont des trames du type Keasy

qui se décomposent de la manière suivante :

Éléments composant une trame	Taille (Octet)
Entête	Non défini
Données capteurs : x voies	Non défini
Données d'état du module CE1	Non défini
Datage « local » / numéro d'échantillon	Non défini
Checksum	Non défini
<b>Total</b>	<b>40 max</b>

Sachant que la vitesse d'actualisation des trames du module CE1 est de 200 Hz, on atteint un débit effectif sur la liaison de l'ordre de 80 kbps ( $40 \text{ o} * 10 \text{ bits} * 200 \text{ Hz}$ ).

Module :

## CE2 : Case à équipement 2

Fonction et Description du (ou des) module(s) :

→ Ce module CE2 a pour fonction de proposer une case à équipement pouvant accueillir des réalisations provenant des défis technologiques AETNA. L'interface de ce module est spécifiée dans ce document mais aussi dans les cahiers des charges et sujets des projets AETNA. Cette case est prévue pour accueillir une centrale inertielle Xsens Mti, afin de mesurer la trajectoire et l'attitude durant le vol des FH-2008. Le second objectif est de fournir des données numériques aux équipes travaillant sur des projets d'algorithmes de centrales inertielles « low cost » .

Entrée / Sortie :

### Liaison CE2 <> OE :

→ **Physique** : la liaison est caractérisée par une connectique du type binder série 711, sur CE2 est montée une embase femelle 8 voies. Brochage :

- 1 : - batterie
- 2 : + batterie
- 3 : SYNC IN (non utilisé)
- 4 : SYNC OUT (non utilisé)
- 5 : RS232 TX / RS485 TX+
- 6 : RS232 RX / RS485 RX+
- 7 : RS485 TX-
- 8 : RS485 RX-

L'alimentation du module CE2 par l'OE se fait par l'intermédiaire des broches 1 et 2 du connecteur, la tension d'alimentation est comprise entre 9V et 13V et la consommation du module CE2 n'excédera pas 100 mA en continu, de plus, une protection sur le module doit garantir une protection en sur-courant et surtension.

→ **Protocole/trames** : le module CE2 est une centrale inertielle Xsens MTI-28A13G35 et répond, par conséquent, au modèle de communication de celle-ci (voir annexe MTI-Xsens). La communication entre les deux modules (CE2 et OE) s'effectue par une liaison RS232 full duplex, exclusive entre les deux modules. Les mesures à obtenir de la centrale sont les suivantes :

- Données inertielles et magnétiques calibrées
- Données inertielles et magnétiques fusionnées
- Datages associés

Les différentes commandes et trames pour obtenir de la centrales ces informations sont à définir. Le mode par défaut à 115,2kbps et avec une vitesse d'acquisition capteurs à 100Hz devrait suffire.

Module :

**CN : Conditionneur numérique**

Fonction et Description du (ou des) module(s) :

- Ce module de conditionnement numérique a pour fonction de s'interfacer avec les capteurs de la fusée, de les conditionner, les numériser, effectuer un pré-traitement et formater une trame à envoyer au module OE. Les performances et caractéristiques principales (et minimales) sont les suivantes :
- Conditionner et numériser 16 voies analogiques différentielle (avec une conception modulaire permettant l'extension des voies)
  - Pour chaque voie, les gains et décalages d'entrée peuvent être pré-réglés lors de l'intégration des capteurs (gamme d'entrée de  $-/+100$  mV à  $+/- 10$  V, décalage fixe de  $+/- 2,5$  V).
  - La résolution de numérisation est d'au moins 16 bits à une vitesse d'acquisition de 1ksps par voie, ce qui a pour conséquence que l'ensemble de la chaîne de conditionnement (alimentation isolée, amplificateurs d'entrée, références de tensions, immunité...) doit permettre l'obtention de cette performance.
  - La communication du conditionneur (CN) avec l'OE doit se faire sur une liaison rapide et robuste, permettant de transmettre l'ensemble des mesures et des informations d'états associées en temps réel.

Entrée / Sortie :

### Liaison CN <> OE :

→ **Physique** : la liaison est caractérisée par une connectique du type binder série 711, sur CN est montée une embase femelle 8 voies. Brochage :

- 1 : - batterie
- 2 : + batterie
- 3 : SYNC IN (non utilisé)
- 4 : SYNC OUT (non utilisé)
- 5 : RS485 TX+
- 6 : RS485 RX+
- 7 : RS485 TX-
- 8 : RS485 RX-

L'alimentation du module CN par l'OE se fait par l'intermédiaire des broches 1 et 2 du connecteur, la tension d'alimentation est comprise entre 9V et 13V et la consommation du module CN n'excédera pas 300 mA en continu, de plus, une protection sur le module doit garantir une protection en sur-courant et surtension.

→ **Protocole/trames** : la communication entre les deux modules s'effectue par une liaison RS485 full duplex, exclusive entre les deux modules. La configuration de la liaison est la suivante :

- vitesse : 921,6 kbps
- 8 bits données
- 1 bit de start
- 1 bit de stop
- pas de bit de parité

Dès sa mise sous tension, le module CN transmet en continu les données des capteurs et les différentes informations associées et ceci jusqu'à sa mise hors-tension. Par conséquent, le module OE n'a aucune trame/message à transmettre au module CN pour le commander. Les trames transmises par la module CN sont des trames du type Keasy qui se décomposent de la manière suivante :

Éléments composant une trame	Taille (Octet)
Entête	3
Données capteurs : (1 capteur = 16bits data + 8 bits statut) * 16 voies	48
Données d'état du module CN	1
Datage « local »/numéro d'échantillon	3
Checksum	2
<b>Total</b>	<b>57</b>

Sachant que la vitesse d'acquisition du module CN est de 1 kbps par voie, on atteint un débit effectif sur la liaison de l'ordre de 570 kbps (57 o \* 10 bits \* 1 kbps).

### Liaison CN <> Capteurs :

Le conditionneur numérique est relié à une série de capteurs qui pour la plupart sont intégrés au moteur hybride:

→ 2 Capteurs de pression en silicium architecturé en pont de jauge de contrainte,

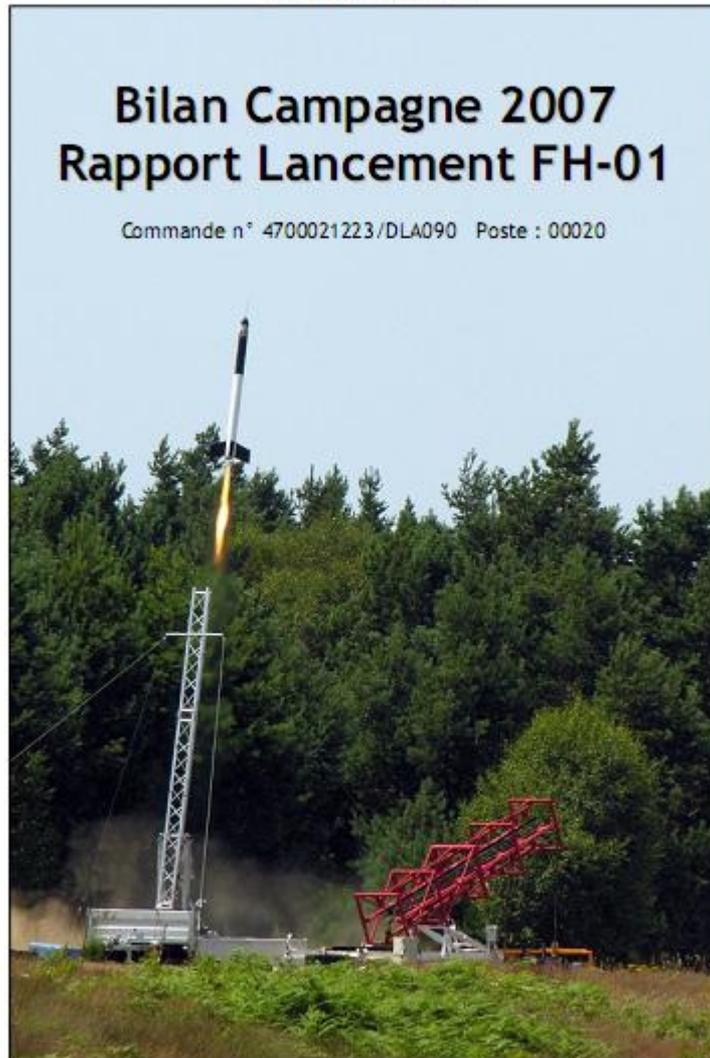
référence : Kulite XT-123B-190M-70BARVG. Ces capteurs sont intégrés au moteur pour la mesure de pression dans le réservoir et dans la chambre d'injection.

- 1 Capteur de température, Thermocoax thermocouple chemisé étanche de type T. Ce capteur mesure la température du réservoir.
- 1 capteur de température sonde platine PT1000, utilisé en tant que compensation de soudure froide (CSF) pour le thermocouple. Ce capteur est intégré au conditionneur au niveau de la jonction du thermocouple.
- 1 capteur de vibrations Analog device ADXL321. Ce capteur est intégré sur le moteur pour mesurer les vibrations engendrées lors de la phase propulsée.
- 1 capteur de vibrations Analog device ADXL321. Ce capteur est intégré directement sur le conditionneur pour mesurer les vibrations engendrées sur la fusée par le moteur lors de la phase propulsée.

L'étude du plan de mesure détaillée conjointement avec les équipes de l'ONERA pourra amener à l'adjonction de nouveaux capteurs.

Lien intégral des annexes : <http://fh2008.perseus.free.fr/specifications/0.4/>

## 5 Annexe 1 : Bilan Courtine et lancement FH-01



Le décollage de la Fusée Expérimentale Hybride FH-01

Secrétariat : 16, place Jacques Brel - 91130 Ris-Orangis - Tél. : 01 69 02 76 10 - Télécopie : 01 69 43 21 43  
Site : [www.planete-sciences.org](http://www.planete-sciences.org) - Siège social : Palais de la découverte, Paris  
Agréé par les Ministères de la Jeunesse, de l'Éducation Nationale et de la Recherche C.C.P. Paris 15, 91, 21 7 - SIRET 784 363 848 00016 - APE 912 C

## 6 Annexe 2 : Cahier des charges pour fusées expérimentales mono-étage

Lien : [http://www.planete-sciences.org/espace/basedoc/wikiCommun/index.php/Cahier\\_des\\_charges\\_pour\\_fus%C3%A9es\\_exp%C3%A9rimentales\\_mono-%C3%A9tage](http://www.planete-sciences.org/espace/basedoc/wikiCommun/index.php/Cahier_des_charges_pour_fus%C3%A9es_exp%C3%A9rimentales_mono-%C3%A9tage)

Cahier des charges fusées expérimentales mono étage  
FUSEX/CDC/1/CNES-PLASCI/V2.1

Cahier CNES-PLANETE-SCIENCES  
Page 1/94



CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES

Service Culture Spatiale du CNES  
18, avenue Edouard Belin - 31401 TOULOUSE CEDEX 9  
Tél. : ( ) 5 61 27 31 14 / Fax : ( ) 5 61 28 27 67  
Site internet : www.cnes-edu.org



PLANETE SCIENCES - Secteur Espace  
16, place Jacques Brel - 91130 R.S-ORANGIS  
Tél. : ( ) 1 69 02 75 10 / Fax : ( ) 1 69 43 21 43  
Site internet : www.planete-sciences.org/espace

Document :	CAHIER DES CHARGES FUSEES EXPERIMENTALES MONO ETAGE	
	Nous et sigles	Date et Signatures
Rédigé par :	Olivier BOIREAU / Alain DARTIGALONGUE / Philippe DECAUDIN / Jean LAMOURE / Pierre LEBRUN / Francis LESEL / Olivier LIMAUX et Laurent REGNAULT	Pia Etienne MAIER le 26/10/05
Approuvé par :	- Laurent COSTY (responsable sauvegarde Planète Sciences) - Bruno LAZARE (pour le comité technique SSRJ et p/o responsable sauvegarde CNES) - Pierre-Louis CONTRERAS (responsable projet CNES/DCE)	6/12/2005 6.12.05
Autorisé pour application par :	- Arnaud BENEDETTI (CNES/DCE/D)	

CAHIER DES CHARGES pour FUSEES EXPERIMENTALES MONO ETAGES Cahier Planète Sciences/CNES	
Références	FUSEX/CDC/1/CNES-PLASCI/V2.1
Version	2.1
Etat	Pour application
Date d'édition	15 octobre 2005
Nb pages	94

## 7 Annexe 3 : AETNA - DTN2008



Commande n°470002296 3/01/A090 du 05/11/2007 - Poste : 00010

Éditeur : IRE  
Y11\_0 - 34/11/2007  
Contact : [ire@celestis-arcade.fr](mailto:ire@celestis-arcade.fr)

## 8 Annexe 4 : Documentation Keasy

Lien : [http://www.planete-sciences.org/espace/basedoc/wikiCommun/index.php/Logiciels\\_de\\_r%C3%A9ception\\_des\\_t%C3%A9l%C3%A9mesures](http://www.planete-sciences.org/espace/basedoc/wikiCommun/index.php/Logiciels_de_r%C3%A9ception_des_t%C3%A9l%C3%A9mesures)

## 9 Annexe 5 : Exemple de trame Keasy , Trame externe FH-01

Lien : [http://www.planete-sciences.org/espace/basedoc/wikiCommun/index.php/Logiciels\\_de\\_r%C3%A9ception\\_des\\_t%C3%A9l%C3%A9mesures](http://www.planete-sciences.org/espace/basedoc/wikiCommun/index.php/Logiciels_de_r%C3%A9ception_des_t%C3%A9l%C3%A9mesures)

## 10 Annexe 6 : Documentations Xsens

Lien : [www.xsens.com](http://www.xsens.com)

# MTi and MTx User Manual and Technical Documentation



Document MT0100P  
Revision I, January 30, 2007



Xsens Technologies B.V.  
Pantheon 6a  
P.O. Box 559  
7500 AN Enschede  
The Netherlands

phone +31-(0) 88-9736700  
fax +31-(0) 88-9736701  
e-mail [support@xsens.com](mailto:support@xsens.com)  
internet [www.xsens.com](http://www.xsens.com)



Direction des Lanceurs  
Sous Direction Futur, Recherche &  
Coopération avec la Russie

EDITION : 0

REVISION : 4a

Date édition ou dernière révision : 21/04/2008

Annexes Supplémentaires (pièces jointes) : 0

Référence interne :

**Classe :****Catégorie :**

## NOTE D'ORGANISATION DU PROJET FH-2008

	Nom et sigle	Date et signature	Liste de diffusion	Nb
<b>Rédigé par</b>	Badr RMILI Planète Sciences	 21/04/08	Caroline AUSSILHOU (CNES) Raymond BEC (CNES) Monir Benchoaib (Planète Sciences) Florent Bouchoux (CLES FACIL)	
<b>Vérifié par</b>	Emmanuel JOLLY Planète Sciences	05/06/08	Pierre Jean Bristeau (SYSNAV/ Polytechnique) Axel Chovet (GAREF) Thierry CLAUZON (CNES)	
<b>Application autorisée par</b>			Léo COME (Planète Sciences) Pierre Dacruz (Planète Sciences) Philippe DENEU (CNES) Julien Franc (Planète Sciences) Julien Graingeot (Planète Sciences) Hélène Hingre (RSYS) Jerome Hamm (Planète Sciences) Emmanuel Jolly (Planète Sciences)	
<b>Pour approbation</b>	Thierry STILLACE CNES		Jean Louis LEBLANC (AE) Jean Pierre MAZEL (CNES) Rafik Meziani (CLES FACIL) Florent Nobelen (SUPAERO) Jean Oswald (CNES) Nicolas Petit (SYSNAV/ École des Mines) Laurent REGNAULT (Planète Sciences) Badr Rmili (Planète Sciences) Éric Robert (CNES) Bernard Scache (GAREF) Pierre SERIN (ESO) Thierry Stillace (CNES)	
			<b>DLA/AQ/BT</b>	<b>1</b>

## FICHE DOCUMENTAIRE

### RESUME DE SYNTHESE :

Ce document présente la note d'organisation du projet FH-2008

Nom : Badr RMILI (Planète Sciences)

Signature :



**CONFIDENTIALITE ET MEDIAS DE DIFFUSION AUTORISES**

Classe du document (cochez)	Classe	Libellé	Média autorisé (pour information)	
			Support physique	Réseau informatique
X	1	Grand Public	Autorisé	Non protégé admis
	2	Industrie- Projet – Projet PERSEUS	Autorisé	Non protégé admis
	3	Diffusion restreinte - Projet PERSEUS	Autorisé	Protégé obligatoire
	4	Confidentiel – Projet PERSEUS	Obligatoire	Interdit

Contrat :

**CATEGORIE**

Catégorie du document (cochez)	Catégorie	Libellé
	1	Configuré pour acceptation / approbation
	2	Non configuré pour acceptation / approbation
	3	Non configuré pour acceptation
	4	Autres

**HISTORIQUE DES MODIFICATIONS**

Edition	Revision	Date	Chapitres ou pages modifiés / Raison / Nature de l'évolution
0.1		14/12/2008	Création
0.2		02/02/2008	Ajouts sur l'ensemble les paragraphes Ajout des annexes
0.3		08/02/2008	Compléments sur les spécifications mécaniques Compléments sur les spécifications électroniques Ajout des dates clefs du projet dans « organisation et règles de managements »
0.3a		25/02/2008	Corrections de problèmes de mise en page
0.4a		21/04/2008	Séparation du document en deux documents distincts : Une note d'organisation (NO FH2008 0.4a) et une spécification générale (SG FH2008 0.4a) Ajout du planning et de la répartition des tâches, tiré du compte rendu de la revue FH-2008 du 02/02/08 – page 12 Ajout des noms des participants et de la nouvelle organisation, suite à la réunion d'avancement FH-2008 du 21/03/2008 – page 7



# **Fusex Hybride 2008**

## ***Note d'organisation***

Macro projet :  
HERA

Rédacteurs : BR, JF  
Création 14/12/2007  
Version 0.4a du 21/04/2008  
Contact : [badr.rmili@planete-sciences.org](mailto:badr.rmili@planete-sciences.org)

Version	Date	Rédacteur	Information
0.1	14/12/2007	Badr RMILI, Julien FRANC,	Création
0.2	02/02/2008	Badr RMILI	Ajouts sur l'ensemble les paragraphes Ajout des annexes
0.3	08/02/2008	Badr RMILI, Julien FRANC	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compléments sur les spécifications mécaniques</li> <li>- Compléments sur les spécifications électroniques</li> <li>- Ajout des dates clefs du projet dans « organisation et règles de managements »</li> </ul>
0.3a	25/02/2008	Badr RMILI, Julien FRANC	Corrections de fautes de frappes (orthographiques) et de problèmes de mise en page
0.3b	03/03/2008	Badr RMILI, Julien FRANC	Corrections de fautes de frappes (orthographiques) et de problèmes de mise en page
0.4a	21/04/2008	Badr RMILI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Séparation du document en deux documents distincts : Une note d'organisation (NO FH2008 0.4a) et une spécification générale (SG FH2008 0.4a)</li> <li>• Ajout du planning et de la répartition des tâches, tiré du compte rendu de la revue FH-2008 du 02/02/08 - page 12</li> <li>• Ajout des noms des participants et de la nouvelle organisation, suite à la réunion d'avancement FH-2008 du 21/03/2008 PER-CR-3411-11-CNES - page 7</li> </ul>

## Table des matières

1	Introduction .....	5
2	Contexte et objectifs.....	5
3	Les FH-02, 03 et 04.....	5
4	Organisation et règles de management.....	6
4.1	Organisation.....	6
4.2	Dates clefs du projet.....	8
4.3	Liste des revues à effectuer et leurs objectifs respectifs.....	8
4.4	Outils de suivi.....	11
4.5	Planning et répartition des taches.....	12

## Liste des définitions :

**AETNA** : Macro projet PERSEUS, Avionics and Electrical Technologies for NLV Applications

**AST** : Analyse de Sécurité du Travail

**CE** : Case à équipement

**CN** : Conditionneur Numérique

**DTN** : Défi Technologique Navigation

**FH-XX** : Fusée expérimentale à propulsion Hybride PERSEUS

**IHM** : Interface Homme Machine

**Keasy** : Logiciel de télémétrie

**OBC** : On Board Computer

**OE** : OBC + Émetteur

**SRS** : Système de récupération Sol

**SV** : Séquenceur Vol (système de récupération vol)

Documents applicables : Bilan Courtine et lancement FH-01

## 1 Introduction

Ce document a pour but de fournir **les spécifications générales et la marche à suivre pour organiser et réaliser les fusées FH-02, FH-03 et FH-04** dans le cadre de la commission technique Propulsion Hybride, ARCADIA et FUSEX du projet PERSEUS.

## 2 Contexte et objectifs

Depuis les débuts du projet PERSEUS, la propulsion hybride est l'un des axes de recherche privilégiés. Dans ce cadre, le CNES a lancé le développement d'un propulseur hybride de R&D ayant la capacité d'être utilisé lors des campagnes de lancement de Fusex et d'une fusée associée. Le développement du moteur a été confié à l'ONERA et la partie fusée à Planète Sciences. La fusée avait pour objectif principal de mesurer les paramètres du moteur au sol lors des phases de mise en oeuvre ainsi qu'en vol. Après des essais au bancs, FH-01, la première fusée hybride de la série FH-XX, a été lancée le 1er août 2007 sur le camp militaire de La Courtine dans La Creuse (23). FH-01 devait faire office de banc d'essai volant.

Après ce tir réussi, le CNES a décidé d'approfondir les recherches menées avec ce moteur R&D, notamment, au travers d'études de dimensionnement, d'études des instabilités de combustions et d'optimisation des performances (nouveaux combustibles, injecteurs, réservoirs...). Ces nouveaux développements amèneront des tirs au banc et une série de tirs en vol à l'aide des fusées de la série FH-XX.

Durant la campagne 2008 trois lancements sont prévus FH-02, FH-03 et FH-04.

## 3 Les FH-02, 03 et 04

FH-01, rappels concernant la première génération lancée en 2007 :

La partie basse de la fusée contient le propulseur et la case parachute, elle est constituée d'un tube porteur en sandwich composite carbone/nomex/carbone, renforcé avec des inserts métallique pour les fixations des couples internes de la fusée. La partie haute contient la case à équipement et l'ogive en fibre de verre, c'est une structure porteuse en aluminium recouverte de fines peaux de carbonés amovibles.

La fusée enregistre et transmet au sol des mesures effectuées dans le moteur pendant le vol : pression et température du réservoir d'oxydant, pression de la chambre de combustion et vibrations du moteur. A cela vient s'ajouter une mesure d'accélération tri axes.

FH-01 mesure 2300 mm de haut et a un diamètre de 140 mm pour une masse à vide de 7,3 Kg. Tout les éléments de la fusée ont été réalisés sur mesure, pour faciliter la conception et la réalisation des futurs fusées de la série FH, il a été décidé de passer au standard 6 pouces (152mm) pour pouvoir utiliser des pièces existants dans le commerces (tubes composites en fibre de carbone, ogives...).

## FH-02 :

But : tester le moteur ONERA avec un pain de combustible paraffine.

Par rapport à FH-01 la structure reste la même sauf que le diamètre passe à 152 mm pour utiliser des éléments présents dans le commerce. Coté électronique on souhaite que les vitesses d'acquisitions des capteurs soient doublées. Il est également prévue une mesure de trajectographie par centrale inertielle. Les réalisations et logiciels mis en oeuvre lors des défis technologiques navigation (DTN 2008) pourront en fonction de leur avancement être mis à contribution pour cette fonction.

## FH-03 et FH-04 :

But : FH-03, voler avec la configuration habituelle du moteur (identique à FH-01). Après le vol de FH-03, reconditionner et préparer le moteur pour un second vol avec FH-04 pour valider la « réutilisabilité » du moteur et par la même occasion doubler les mesures.

**FH-02, FH-03 et FH-04 sont strictement identiques bien que leurs missions différent.**

## **4 Organisation et règles de management**

### **4.1 Organisation**

#### Les équipes participantes

Les projets de fusées FH-XX s'adressent principalement aux clubs aérospatiaux, toutefois on ne souhaite pas fermer la porte à d'éventuelles équipes d'étudiants d'universités ou d'écoles d'ingénieurs souhaitant participer dans le cadre de leur cursus scolaire.

En plus de la conception et de la réalisation de la partie fusée, les clubs participants pourront être impliqués dans le développement du moteur.

#### Rôle des suiveurs (ou consultants techniques)

Le rôle des suiveurs est capital dans ce type de projet, ils doivent s'assurer que les équipes ne dérivent pas dans leurs études/réalisations et leur apporter des conseils et un soutien technique. Avec les responsables techniques (anciennement référents), les suiveurs veillent dès les premières itérations de conception à la bonne intégration et mise en oeuvre des différentes réalisations.

#### Rôle des responsables techniques (anciennement référents)

Les responsables techniques ont pour rôle de veiller à la bonne marche du projet dans le domaine technique qui leur est attribué. C'est à dire, veiller à la tenue des spécifications et des objectifs (techniques, plannings et budgétaires) et dans le cas échéant apporter l'assistance technique et manageriale nécessaire aux équipes. Il prépare les revues.

Suite à la réunion d'avancement FH-2008 du 21/03/2008 animée par Thierry Stillace, l'organisation du projet a été réajustée afin de mieux répondre aux attentes des partenaires PERSEUS et des participants. Depuis ce jour le projet s'organise de la manière suivante :

### Équipes participantes :

- CLES FACIL :
  - Rafik Meziani
  - Florent Bouchoux
  - et interventions ponctuelles de différents membres du club
- Club SUPAEROSPACE :
  - Florent Nobelen
  - Andreas Jauslin
  - Mathieu Delecroix
- Club GAREF :
  - Axel Chovet
  - Lionel Matuszewski
  - Bernard Scache
  - Pierre-Henri Avalle
  - Charlie Bouvier
  - Nicolas D'Estais
- Mines de Paris / Polytechnique - SYSNAV :
  - Nicolas Petit
  - Pierre Jean Bristeau
- Bénévoles et stagiaires Planète Sciences :
  - Jerome Hamm
  - Julien Graingeot
  - Pierre Dacruz
  - Romain Boré
  - Monir Benchoaib
  - Jean Carlos Gayoso

### Responsables Techniques :

- Propulsion :
  - Éric Robert
- Système et coordination technique :
  - Emmanuel Jolly
  - Badr Rmili
- Mécanique et sécurité :
  - Julien Franc
- Système électrique :
  - Axel Chovet

### Chef de projet :

- Thierry Stillace

### Consultants techniques et membres de revues :

- Caroline AUSSILHOU (CNES)
- Raymond BEC (CNES)

- Thierry CLAUZON (CNES)
- Léo COME (Planète Sciences)
- Philippe DENEU (CNES)
- Jean Louis LEBLANC (AE)
- Jean Pierre MAZEL (CNES)
- Laurent REGNAULT (Planète Sciences)
- Pierre SERIN (ESO)

## 4.2 Dates clefs du projet

Les équipes participantes présenteront et dresseront lors des différentes revues, des plannings prévisionnels ajustés à l'avancement et à l'inter-dépendances des équipes. D'autre part, ces plannings doivent se conformer et se construire autour de dates clefs qui rythment le projet. Ces dates sont :

- Dossier de conception finalisé au plus tard fin Mars 2008,
- Réalisations, fabrications, mises aux points et essais/tests unitaires effectués au plus tard fin Mai 2008,
- Intégrations, essais et qualifications réalisés au plus tard fin Juin 2008,
- Préparatifs de la campagne et des lancements fin Juillet 2008.

## 4.3 Liste des revues à effectuer et leurs objectifs respectifs

Il est nécessaire de suivre l'évolution des travaux des équipes participantes tout au long du projet, de pouvoir répondre rapidement à leurs interrogations et veiller à ce que les objectifs et les spécifications soient respectés. Pour cela des revues régulières seront mises en place et réuniront les équipes (par affinité de projet si tous les participants ne peuvent se réunir au même moment). Les revues sont animés par des membres de revues (experts extérieurs au projet)

- Une réunion de présentation/lancement
- Une revue d'objectif
- Des revues de conception
- Des revues d'avancement
- Plusieurs séances de tests, d'intégration et de mises en oeuvres
- Deux à trois revues d'exploitation

### Réunion de présentation/lancement :

#### Objectifs :

Présenter les objectifs du projet, identifier les souhaits/compétences techniques des équipes. Répartir entre les équipes les différents sous-systèmes et « macro-tâches » du projet. S'assurer de la bonne compréhension des exigences techniques (spécifications générales).

#### Données d'entrée :

Responsable technique : documentation de l'activité (thème d'étude et méthode de travail), convention / financement éventuel, aide technique.

### Déroulement de la revue :

- Les équipes participantes et les suiveurs prennent rendez-vous directement
- Durée estimative de la réunion : 2 heures
- Réunion informelle - questions / réponses
- Chaque équipe participante désignera un chef de projet unique en son sein

Les coordonnées de tous les participants, suiveurs et référent devront être échangées à cette occasion.

### Sorties attendues (A produire par les suiveurs) :

Un compte rendu de la revue précisant les attendus pour la revue suivante.

### Revue d'objectif :

#### Objectifs :

Évaluation de l'aptitude de l'équipe participante à tenir **les objectifs qu'ils se sont fixés dans le cadre des spécifications générales** et présentation d'une conception préliminaire.

Données d'entrée (A produire par les équipes participantes) 7 jours avant la revue :

1. Un Dossier « organisation » répartissant les tâches au sein de l'équipe et auprès de quels fournisseurs/sous-traitants seront approvisionnés les éléments du projet qui ne sont pas réalisés sur place.
2. Un Dossier proposant une définition préliminaire au stade avant projet (schémas, Plan, références cartes/composants ...), principe théorique, algorithme, ... sur la base des spécifications générales
3. Un Dossier Justificatif reprenant chacun des critères des spécifications générales et donnant une justification préliminaire.
4. Un Dossier de réalisation limité à ce stade à une analyse des moyens de fabrication critiques nécessaires.
5. Un planning prévisionnel de l'activité, en incluant les activités sous traitées ou achetées.
6. Le top five des points critiques du projet et du plan d'action prévu.
7. Une analyse financière du projet.

### Déroulement de la revue :

Cette revue est organisée de préférence de façon groupée avec toutes les équipes. Elle se tiendra sur une demi journée.

Cette revue doit répondre aux questions posées sur la fiche de suivi qui aura été préalablement établie par le suiveur lors des points/visites de suivis entre les revues ou en séance durant les revues.

### Sorties attendues (A produire par les suiveurs) :

Un compte rendu de la revue précisant les attendus pour la revue suivante.

Une décision de franchissement ou non de l'étape « revue d'objectif ». Si cette étape n'était pas franchie, la liste précise des points à corriger sera établie et un planning en concertation avec l'équipe.

### Revue de conception :

### Objectif :

Évaluation de la maturité de la conception du projet pour être prêt le jour prévu.

Données d'entrée (A produire par les équipes) 7 jours avant la réunion :

1. Une mise à jour du Dossier « organisation » répartissant les tâches au sein de l'équipe et auprès de quels fournisseurs/sous-traitants seront approvisionnés les éléments du projet qui ne sont pas réalisés sur place.
2. Une mise à jour du Dossier proposant une définition détaillée (schémas, Plan, références cartes/composants ...), principe théorique, algorithme, ... sur la base des spécifications générales. **Les données de définition doivent permettre de fabriquer l'objet et de l'intégrer**, adapter la taille du document en conséquence.
3. Une mise à jour du Dossier Justificatif reprenant chacun des critères des spécifications générales. Le contenu doit montrer qu'aucune spécification n'a été omise et que la définition prévue permet de respecter celles-ci, adapter la taille du document en conséquence.
4. Une mise à jour du Dossier de réalisation donnant à ce stade le détail de la réalisation prévue (paramètres de fabrication si besoin est), adapter la taille du document en conséquence.
5. Une mise à jour du planning prévisionnel de l'activité, en incluant les activités sous traitées ou achetées.
6. Une mise à jour du « top five » des points critiques du projet et du plan d'action prévu.
7. Une mise à jour de l'analyse financière du projet.

### Déroulement de la revue :

Cette revue est organisée de préférence de façon groupée avec toutes les équipes. Elle se tiendra sur toute la journée.

Cette revue doit répondre aux questions posées sur la fiche de suivi qui aura été préalablement établie par le suiveur lors des points/visites de suivi entre les revues ou en séance durant les revues.

### Sorties attendues (A produire les suiveurs) :

Un compte rendu de la revue précisant les attendus pour la revue suivante.

Une décision de franchissement ou non de l'étape « revue d'objectif ». Si l'étape n'était pas franchie, la liste précise des points à corriger sera établie et un planning établi en concertation avec les équipes.

### Revue d'avancement :

#### Objectif :

Faire le point sur l'avancement des projets, vérifier que les projets seront prêts à temps pour les tests et l'intégration finale.

Cette revue est facultative. Selon l'avancement des équipes elle pourra se faire groupée ou équipe par équipe.

### Séances d'intégration et de test :

### Objectif :

Réaliser des tests et essais qualitatifs ainsi que l'intégration finale. Ces séances d'intégration et tests s'organiseront autant de fois que nécessaire avec les équipes impliquées dans cette phase afin d'atteindre l'intégration finale.

### Revue d'exploitation :

#### Objectif :

Exploitation des données sol/vol et « Capitalisation de l'expérience acquise »

Données d'entrée (A produire par les équipes) 7 jours avant la réunion :

1. Interprétation et exploitation des données sol et vol
2. Bilan processus expérimental
  - a. rappel des prévisions avant essai
  - b. les mesures brutes de l'essai
  - c. analyse technique des écarts prévision / mesures
3. Capitalisation expérience technique :
  - a. aspects négatifs à corriger / recommandations pour l'année suivante
  - b. points pouvant être améliorés / recommandations pour l'année suivante
  - c. aspects positifs à capitaliser / recommandations pour l'année suivante
4. Capitalisation expérience projet
  - a. aspects négatifs à corriger / recommandations pour l'année suivante
  - b. points pouvant être améliorés / recommandations pour l'année suivante
  - c. aspects positifs à capitaliser / recommandations pour l'année suivante

#### Déroulement de la revue :

Cette revue est organisée de préférence façon groupée avec toutes les équipes. Elle se tiendra sur une demi journée.

Cette revue doit répondre aux questions posées sur la fiche de suivi qui aura été préalablement établie par le suiveur lors des points/visites de suivis entre les revues ou en séance durant les revues.

#### Sorties attendues (A produire les suiveurs) :

Un compte rendu de la revue

Une décision de franchissement ou non de l'étape « revue d'exploitation ». Si l'étape n'était pas franchie, la liste précise des points à corriger sera établie et un planning établi en concertation avec les équipes.

## 4.4 Outils de suivi

Afin de compléter les revues et les diverses réunions les outils de suivi et de communication, ci-dessous, seront mis en oeuvre :

#### Fiche de suivi à remplir par les suiveurs

Cette fiche permet de suivre l'évolution des équipes, après chaque revue ou point de suivi, une partie de la fiche est remplie par les suiveurs

### Tableau d'avancement global des FH-2008

Ce tableau a pour objectif de centraliser les informations des fiches de suivi, les plannings, les avancements, les actions et les points critiques.

### Le portail PERSEUS

Lien entre les équipes et le reste du projet, moyen de communication par listes de diffusion et base de données sur le projet.

## **4.5 Planning et répartition des taches**

Le planning et la répartition des taches est la suivante :

Taches principales de FH-2008 (hors coordination)	Qui	février	mars	avril	mai	juin	juillet	septembre
<b>Système de récupération</b>								
Test du nouveau parachute	PlaSci							
Mise en œuvre du Séquenceur FH-01	Cles Facil							
Système d'ouverture - FH-01/Cles Facil	Cles Facil							
Système de récupération sol	PlaSci							
<b>Mécanique</b>								
Mise à jour des plans mécaniques	Cles Facil							
Calcul nouvelle structure	Club SUPAERO							
Approvisionnement matériel RR et achats divers	PlaSci							
Sous-traitance des fabrications des bagues et des montages tubes	PlaSci							
Finition et derniers montages des mécaniques	1 Cles Facil et 2 PlaSci							
<b>Électronique</b>								
OBC + émission	Club GAREF							
Plan de mesure	PlaSci / ONERA							
Conditionneur	PlaSci							
Cases à équipements	AETNA / PlaSci							
Système sol (rampe)	PlaSci							
Intégration + câblage	PlaSci							
Intégration finale et qualification	Tous							
Réception sol + pré traitement	Club GAREF							
Pré-exploitation	PlaSci / SYSNAV							
Vidéo embarqué	PlaSci							
Système sol vidéo	à défaut PlaSci							
<b>Campagne</b>								
Préparation campagne de lancement	Tous							
Dossier de sécurité	PlaSci / CNES							
<b>Moteur</b>								
Choix de la configuration PE (PK1)	ONERA							
Confirmation de la config moteur et recette moteur (PK2)	ONERA							
Montage moteur et calibration capteurs FH-2008	ONERA/PlaSci							
Autorisation pour préparation vol (PK3)	ONERA							
Premier bilan vols (PK4)	ONERA							

Dossier de conception finalisé

Réalisations, fabrications, mises aux points et essais/tests unitaires

Intégrations, essais et contrôle finale

Lancement Courtoine