



CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES

Réf. :

Edition : 0 Date : 09/07/2013

Révision : 0 Date :

DIRECTION DU CENTRE SPATIAL DE TOULOUSE
DIRECTION PROJETS ORBITAUX
SERVICE FILIERE SATELLITE
Réf. Secrétariat : DCT/PO/FS - 2013.0016265
Date :

CAHIERS DES CHARGES
POUR LA RÉALISATION D'UNE RÉPLIQUE DU LANDER INSIGHT

	Date	Signature
Préparé par : GABORIAUD Alain Responsable développement réplique INSIGHT	Le 24/09/13	
Approuvé par : LAUDET Philippe Chef de projet de l'instrument SEIS pour INSIGHT		
Pour application :		

CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES

Si è g e
2, place Maurice Quentin - 75039 Paris Cedex 01
Tél. : 01 44 76 75 00 / Téléfax 01 44 76 76 76 / Tél ex 214674
SIRET 775 665 912 00082

Centre de Toulouse
18, avenue Edouard Belin - 31401 Toulouse Cedex 4
Tél. : 05 61 27 31 31 / Téléfax : 05 61 27 31 79 / Tél ex 531081
SIRET 775 665 912 00033

RCS PARIS B 775 665 912 - CODE APE 731Z - N° d'identification TVA : FR 49 775 665 912



Réf. :

Edition : 0

Date : 09/07/2013

Révision :

Date :

Page : 2

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Ed.	Rev.	Date	Modifications	Visa
0	0	09/07/13	Création du document	A. Gabo riaud



Réf. :

Edition : 0

Révision :

Date : 09/07/2013

Date :

Page : 3

TABLES DES MATIERES

1.	OBJET.....	
2.	LA MISSION INSIGHT ET LA CONTRIBUTION FRANÇAISE.....	
2.1.	Description.....	
3.	EXIGENCES GÉNÉRALES POUR LA REPLIQUE DU LANDER.....	
4.	ACTIVITÉS À RÉALISER.....	
4.1.	Définition de la réplique.....	
4.2.	réalisation dES panneaux solaire.....	
4.3.	réalisation du bras articulé.....	
4.4.	réalisation du système d'énergie.....	
4.5.	réalisation de la réplique de l'instrument SEIS.....	
4.6.	réalisation du système de visualisation.....	
4.7.	réalisation du système de Pilotage.....	
4.8.	Réalisation des autres sous systèmes du LANDER.....	
4.9.	intégration et validation de la maquette.....	
5.	ORganisation et planning.....	

1. OBJET

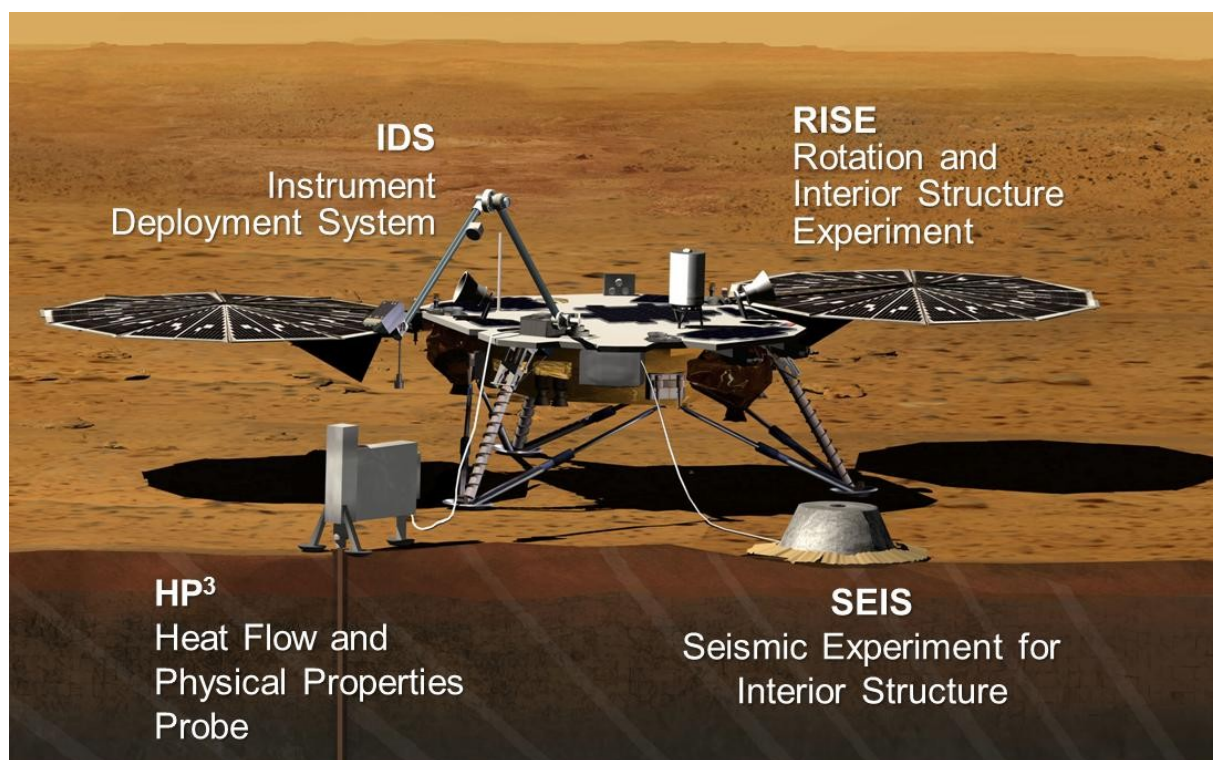
Dans le cadre des activités d' « outreach » (promotion des activités scientifiques et techniques spatiales auprès des écoles, des universités et du grand public) prévues dans le cadre de la contribution française à la mission INSIGHT de la NASA, le CNES a proposé de faire concevoir et réaliser par des sections de BTS industriels de l'académie de Toulouse une réplique à l'échelle 1 du Lander de cette mission.

Ce document décrit le cahier des charges pour la conception et la réalisation de cette réplique.

2. LA MISSION INSIGHT ET LA CONTRIBUTION FRANÇAISE

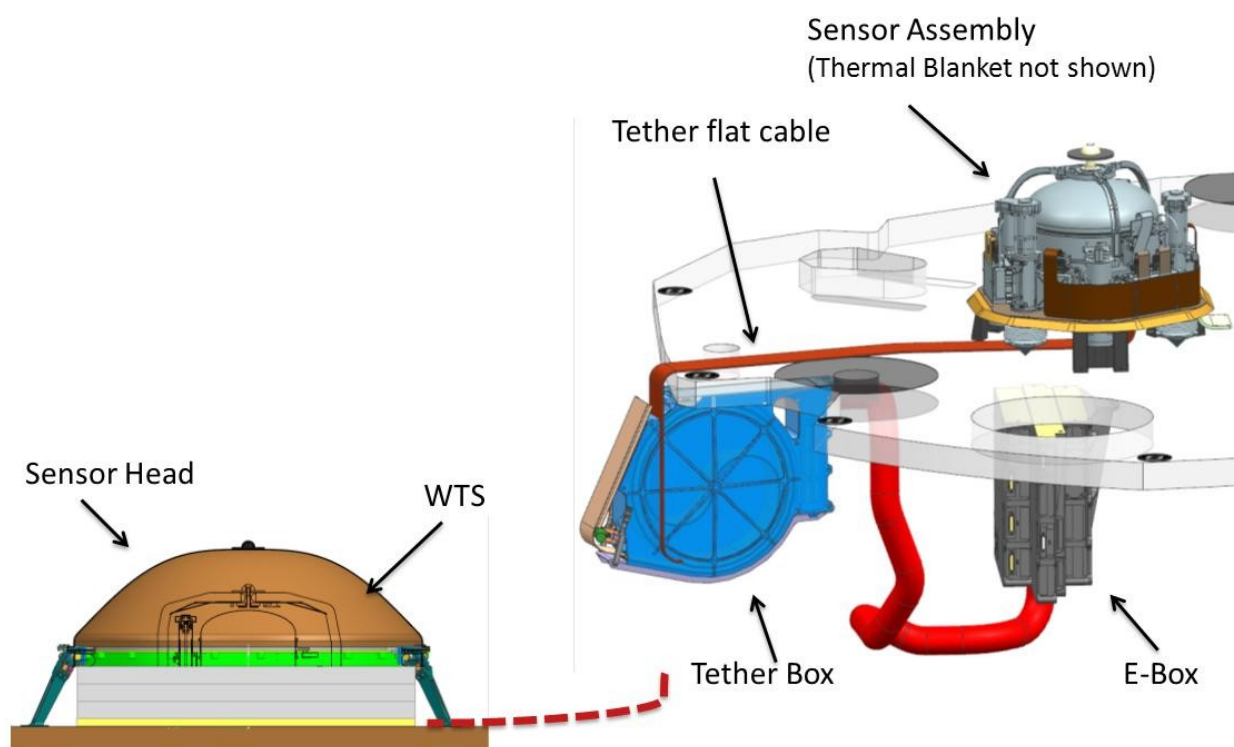
2.1. DESCRIPTION

La mission InSight est une mission de géophysique martienne proposée et réalisée par le JPL (Jet Propulsion Laboratory) en coopération avec le CNES/IPGP (Institut de Physique du Globe de Paris), qui fournit le sismomètre SEIS (Seismic Experiment for Interior Structure), et le DLR (agence nationale allemande) qui fournit une sonde de flux de chaleur HP3. Un troisième instrument, RISE, fourni par le JPL lui-même, est un transpondeur pour la mesure de la précession et de la nutation de l'axe des pôles de Mars. Un bras robotique (IDS) et une caméra permettront le déploiement des instruments.



Le sismomètre, dont le principal investigateur (PI) est M. Philippe Lognonné de l'IPGP est réalisé en collaboration avec trois partenaires européens : Allemagne (MPS), Suisse (ETHZ), et Grande-Bretagne (Oxford University et Imperial College).

Le sismomètre est déployé par un bras robotique sur le sol martien. Son électronique (Suisse), restera sur la plateforme fixe sur Mars (similaire à l'atterrisseur Phoenix) et sera reliée au sismomètre par un câble d'environ trois mètres fourni par le JPL. Le sismomètre est recouvert d'une coque de protection (Windshield) fournie par le JPL. Le sismomètre est composé de trois capteurs longues périodes (VBB) enfermés dans une sphère de titane sous responsabilité française, trois capteurs courtes périodes sous responsabilité britannique, un système de nivellement sous responsabilité allemande.



Le lancement est prévu au printemps 2016 et la durée de la mission est au minimum une année martienne (deux années terrestres) à la surface de Mars.

3. EXIGENCES GÉNÉRALES POUR LA REPLIQUE DU LANDER

La réplique devra représenter structurellement le lander INSIGHT à l'échelle 1. Le «look » est une exigence importante : objet de communication.

Certaines parties du lander (corps du lander, pieds, antennes,...) seront réalisées de manière la plus représentative possible du point de vue des formes et des dimensions.

Certaines fonctionnalités de la réplique seront développées de manière simplifiée afin de mettre en évidence une partie de ses capacités (voir chapitres suivants).

La réplique du lander devra :

- fonctionner en intérieur, à l'abri des intempéries, sur un sol quasi horizontal.
- être autonome en énergie pour pouvoir fonctionner pendant 24h et ceci 250 jours par an pendant 10 ans.
- être aussi léger que possible (maximum 200 Kg)

Le transport devra être possible d'un site de démonstration à un autre. À cet effet, la réplique du lander devra être démontable facilement. Des outillages seront fournis pour montage/démontage et un seul container sera fabriqué pour un transport par camion et manipulable par un « fenwick ».

4. ACTIVITÉS À RÉALISER

4.1. DÉFINITION DE LA REPLIQUE

Une des premières activités sera de réaliser des plans d'ensemble de la réplique et des différents sous systèmes.



Réf. :

Edition : 0

Date : 09/07/2013

Révision :

Date :

Page : 6

Ne disposant pas de plans détaillés du lander (règles ITAR : données US non diffusables), la conception sera faite à partir d'images, de photos et de caractéristiques fournies par le CNES.

Les caractéristiques suivantes sont à prendre en compte :

- Hauteur entre le sol et le plateau : 1m (AC)
- Diamètre du plateau : 1,5 m (AC)

Un dossier de définition sera réalisé. Il comprendra :

- les modèles numériques de conception de l'ensemble,
- les modèles de définition de l'ensemble des éléments constituant l'ensemble
- les documentations techniques de l'ensemble des composants intégrés dans la maquette.

Les fonctionnalités de la réplique sont :

- 1 Déploiement des panneaux solaires
- 2 Déploiement du bras
- 3 Prise de l'instrument SEIS par le bras
- 4 Dépose de l'instrument SEIS sur le sol à environ 2 m du lander
- 5 Prise du bouclier protecteur (WTS) par le bras
- 6 Déploiement des pieds et de la jupe du bouclier protecteur
- 7 Mise en place du bouclier sur l'instrument SEIS
- 8 Prise par le bras de l'instrument HP3
- 9 Dépose de l'instrument HP3 sur le sol à environ 2 m du lander et à 1m de l'instrument SEIS
- 10 Replie du bras en position de repos après la dépose des instruments
- 11 Refaire en sens inverses les étapes de 9 à 1

Les schémas en annexe du document donnent les caractéristiques générales du lander et les principales vues des fonctionnalités.

4.2. RÉALISATION DES PANNEAUX SOLAIRE

Les deux panneaux solaires devront pouvoir se déployer comme un éventail de la position fermée à la position ouverte et inversement.

Les panneaux seront équipés de quelques cellules solaires (nombre AD) afin de simuler la génération d'énergie.

Les dimensions des panneaux solaires sont :

Surface: 4,2 m²(AC)
Rayon : 1,15 m (AC)

4.3. RÉALISATION DU BRAS ARTICULÉ

Le bras devra être capable de se déplier grâce à une épaule un coude et un poignet, il devra effectuer tous les mouvements afin de réaliser les fonctionnalités présentées au chapitre 4.1.

Une caméra sera installée sur le bras.

Le bras sera constitué des éléments suivants :

- Une épaule avec un axe vertical motorisé sur 180° et un axe horizontal motorisé sur 90°
- Un coude avec un axe horizontal motorisé sur 180°,
- Un poignet fixe,
- Une tête porte caméra.
- Un outil au bout du bras permettant de soulever les instruments, les transporter pour les déposer au sol (outil magnétique ou autre)

Le bras, non démontable, devra être verrouillable dans une position stable lors des transports.

La longueur du bras déployé est de 2,35 m (AC)

4.4. RÉALISATION DU SYSTÈME D'ÉNERGIE

La maquette doit être autonome pendant 24 heures (sans branchement électrique)

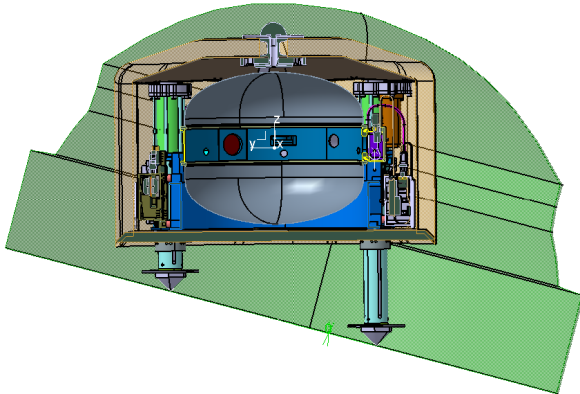
La recharge de la batterie doit pouvoir se faire soit par des cellules solaires installées sur les panneaux soit à partir d'une prise électrique.

4.5. RÉALISATION DE LA RÉPLIQUE DE L'INSTRUMENT SEIS

La réplique de l'instrument SEIS sera réalisée à partir des plans fournis par le CNES et sera la plus représentative possible.

Un sismomètre sera fourni par le CNES afin de récupérer un signal pour mise en forme et présentation sur l'écran d'un PC en temps réel.

La structure contenant le sismomètre sera équipée d'un système de nivellement à base de pieds. Voir le schéma suivant à titre d'exemple :



4.6. RÉALISATION DU SYSTÈME DE VISUALISATION

Une caméra de type WebCam, sera installée au bout du bras. Les images prises par cette caméra seront transmises au système de pilotage pour traitement et visualisation.

4.7. RÉALISATION DU SYSTÈME DE PILOTAGE

Le système de pilotage sera constitué d'un terminal (ordinateur portable et une plateforme androïde PAD (fonctionnant de manière exhaustive)) et d'un réseau de communication permettant d'échanger des informations avec les automates des sous systèmes (bras, panneau solaire) et avec la caméra.

Tous les échanges d'informations entre la réplique du lander et le système de pilotage se feront par WIFI.

L'interface Homme/Machine devra être conviviale.

Les commandes utilisateurs seront générées à partir de l'IHM, des touches du clavier, et/ou d'une souris pour l'ordinateur portable et aussi à partir du PAD.

Les principales fonctions accessibles par l'utilisateur seront :

- Déploiement et fermeture des panneaux solaires,
- Actionner le bras (rotation des différents éléments pour déplier et replier le bras) pour prise et dépose de l'instrument SEIS et inversement.
- Actionner le bras (rotation des différents éléments pour déplier et replier le bras) pour prise et dépose du bouclier protecteur de l'instrument SEIS et inversement.



Réf. :

Edition : 0

Date : 09/07/2013

Révision :

Date :

Page : 8

- Actionner le bras (rotation des différents éléments pour déplier et replier le bras) pour prise et dépose de l'instrument HP3 et inversement.

Le niveau de l'énergie embarquée (batterie et cellules solaires) sera visualisé en permanence.

Les images issues de la caméra seront présentées sur l'ordinateur et le PAD.

Une retransmission de l'image sur écran à l'aide d'un vidéo projecteur sera possible.

4.8. RÉALISATION DES AUTRES SOUS SYSTÈMES DU LANDER

Les autres sous-systèmes de la réplique du lander seront réalisés sous forme de structures représentatives en forme et en volume. Il s'agit principalement :

- Du corps du lander,
- Des antennes,
- Des accessoires sur le plateau et sous le plateau,
- De l'instrument HP3
- Des câbles reliant les instruments.

4.9. INTÉGRATION ET VALIDATION DE LA MAQUETTE

La conception de la plupart des sous-ensembles fonctionnels sera réalisée séparément, par des équipes différentes, en respectant des contraintes d'interface permettant de les intégrer.

En juin 2014, un jury, constitué de membres du CNES, de l'éducation nationale, et d'ingénieurs indépendants de ces structures sélectionnera les sous ensembles qui seront réalisés et intégrés au cours de l'année scolaire 2014-2015.

Une équipe sera alors chargée de l'assemblage de la réplique du lander et des tests de fonctionnement, elle sera choisie pour ses compétences et sa capacité à mener à bien cette phase essentielle.

5. ORGANISATION ET PLANNING

Cette maquette sera conçue et réalisée par des étudiants en BTS deuxième année situés dans l'académie de Toulouse. Les types de BTS concernés sont :

- BTS Conception de Produits Industriels (CPI)
- BTS Conception et Réalisation en Chaudronnerie Industrielle (CRCI)
- BTS Conception et Réalisation de Systèmes Automatiques (CRCA)
- BTS Industrialisation des Produits Mécaniques (IPM)
- BTS ELectro Technique (ELT)
- BTS Système Electronique (SE)
- BTS Informatique et Réseaux pour l'Industrie et les Services (IRIS)

L'organisation des activités dans les différents lycées de BTS sera proposée par l'académie de Toulouse.

Les pièces usinées pourront être réalisées par les élèves de la filière productique (bac pro et BTS) et éventuellement sous traitées en entreprise.

Les étudiants seront encadrés par leurs professeurs tout au long de la réalisation de la maquette.

Le CNES assurera un suivi régulier de l'avancement des travaux (un contact environ tous les mois ou tous les deux mois). Des revues seront organisées par les BTS :

- Revue Critique de spécification (validation de l'expression fonctionnelle du besoin)
- Revue Critique de Conception Préliminaire (Validation des solutions techniques)
- Revue Critique de conception Générale et détaillée (modèle 3D et liasse de plans de détails et d'ensemble)

Si besoin et dans la mesure du possible, le CNES pourra fournir ponctuellement un ingénieur expert (en mécanique, électronique, traitement image,...) pour discuter de différents point techniques.

Les objectifs calendaires sont les suivants :

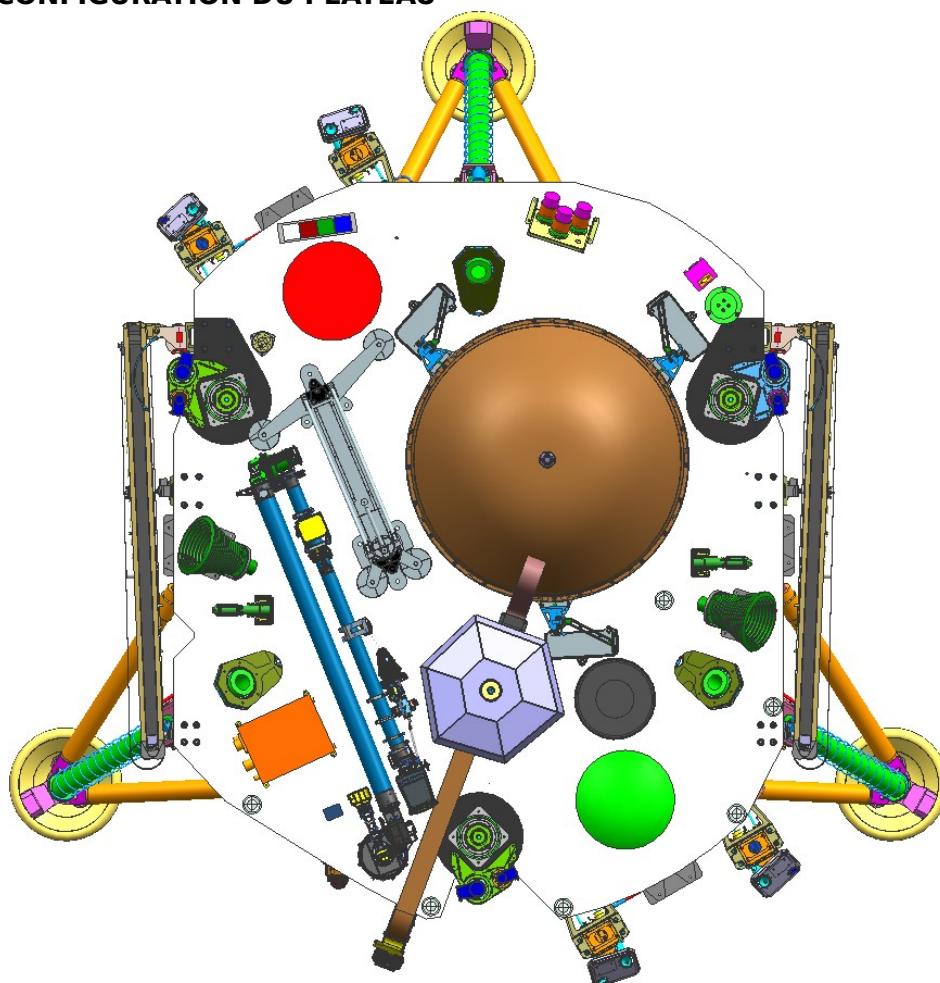
- Démarrage des activités à la rentrée scolaire : 2013/2014
- Fin de réalisation de la réplique du lander : Mai 2015 (présentation au salon du Bourget)

ANNEXE 1

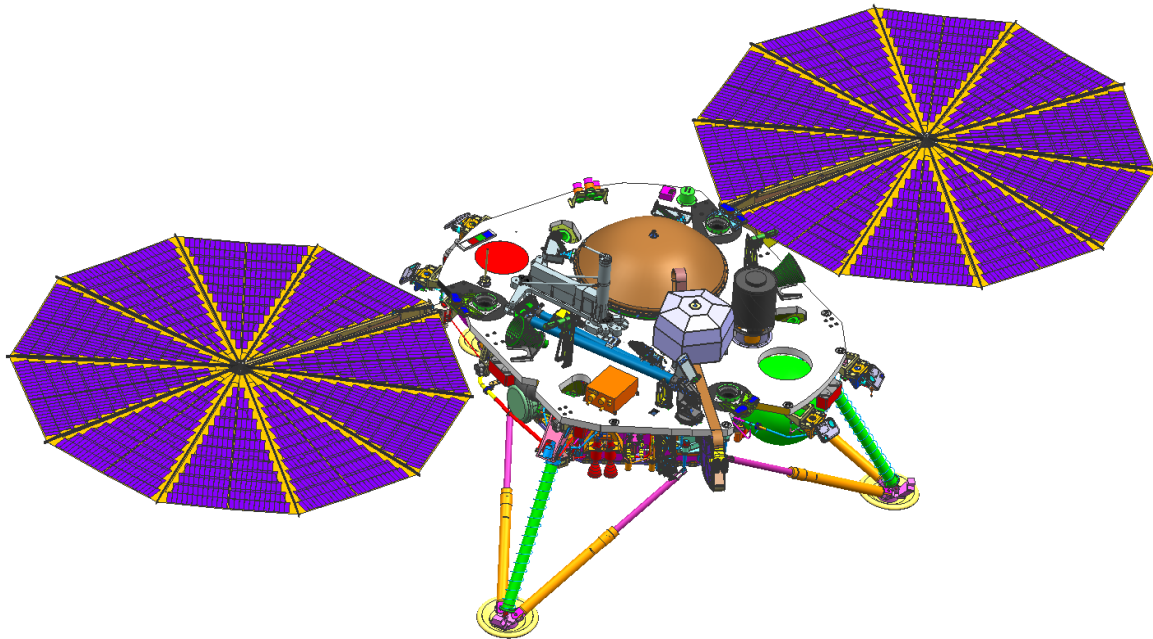
SCHÉMA DU LANDER

ET LES DIFFÉRENTES ÉTAPES DE DÉPLOIEMENT

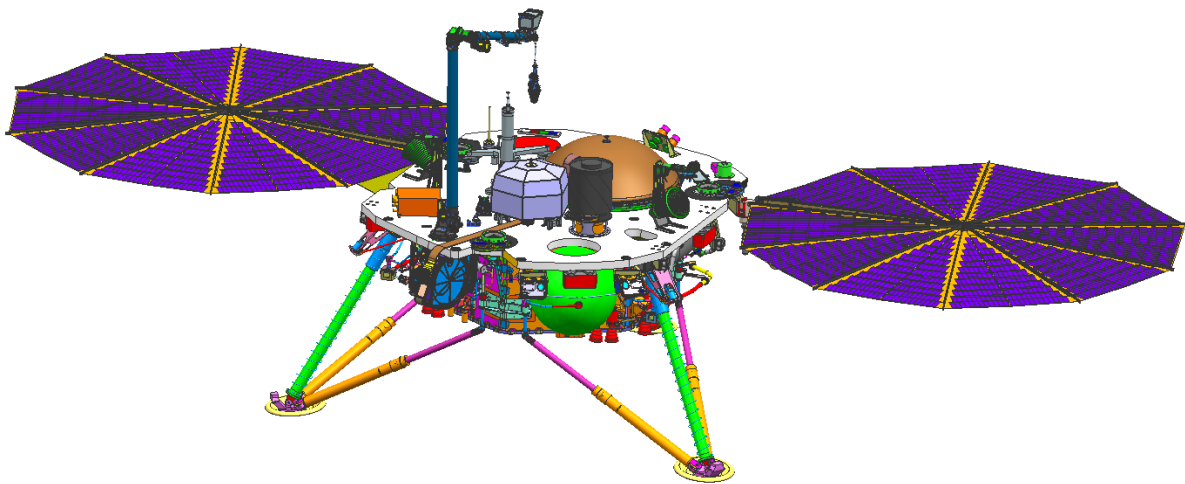
1- CONFIGURATION DU PLATEAU



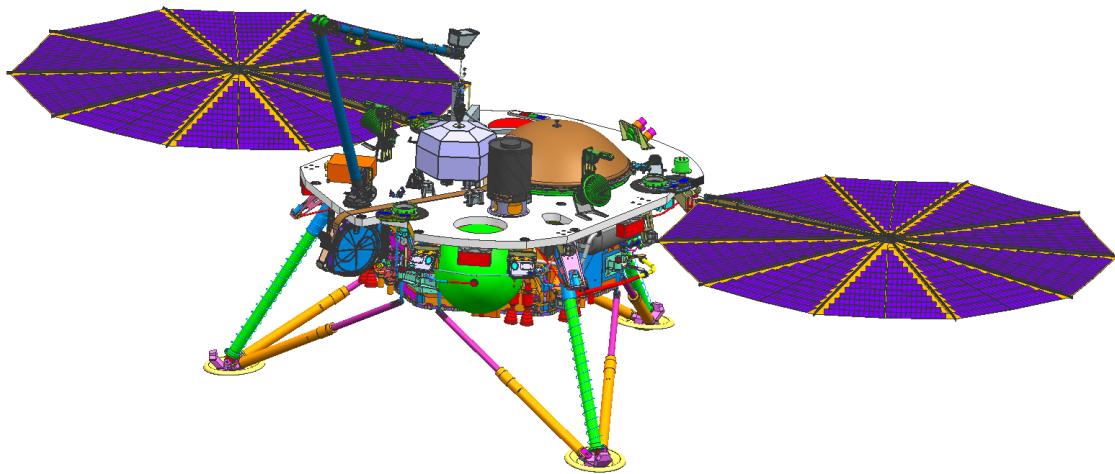
2- LANDER POSÉ NON DÉPLOYÉ



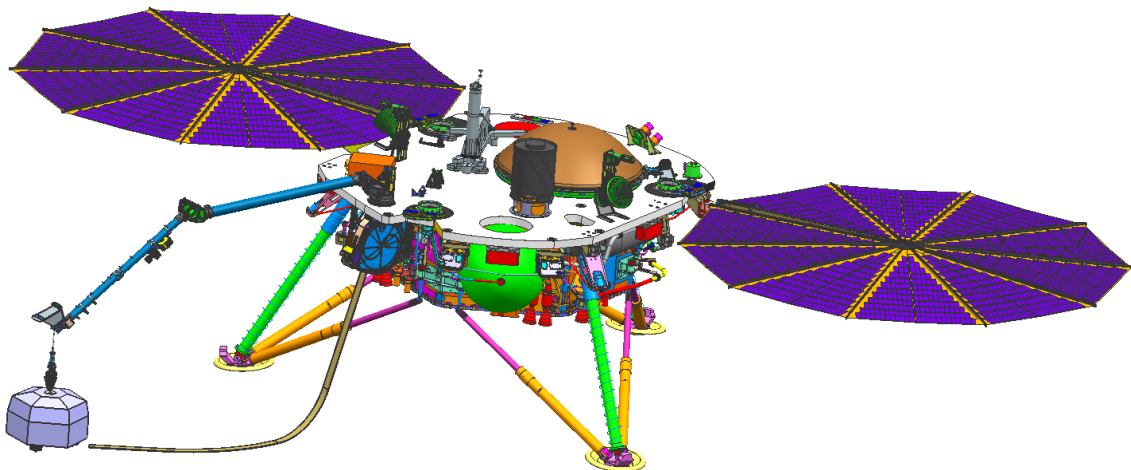
3- BRAS DÉPLOYE



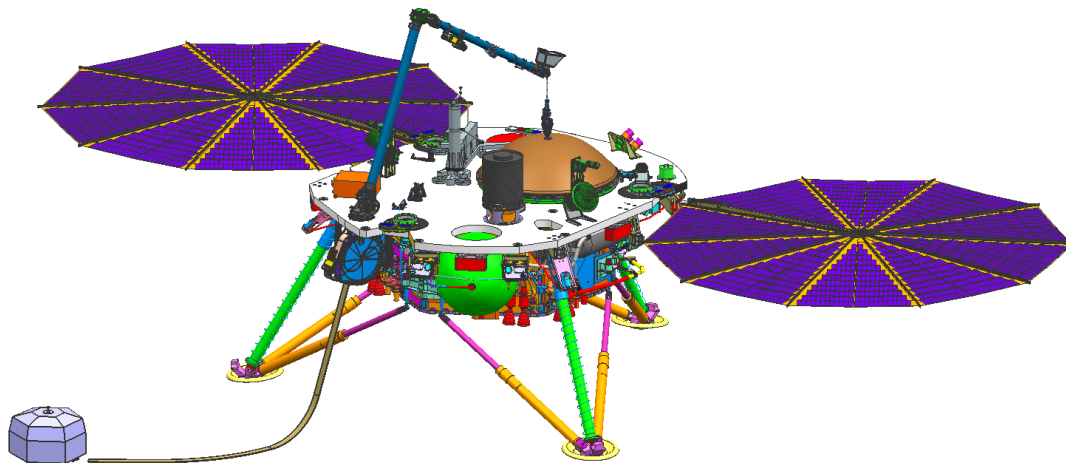
4- PRISE DU SEIS PAR LE BRAS



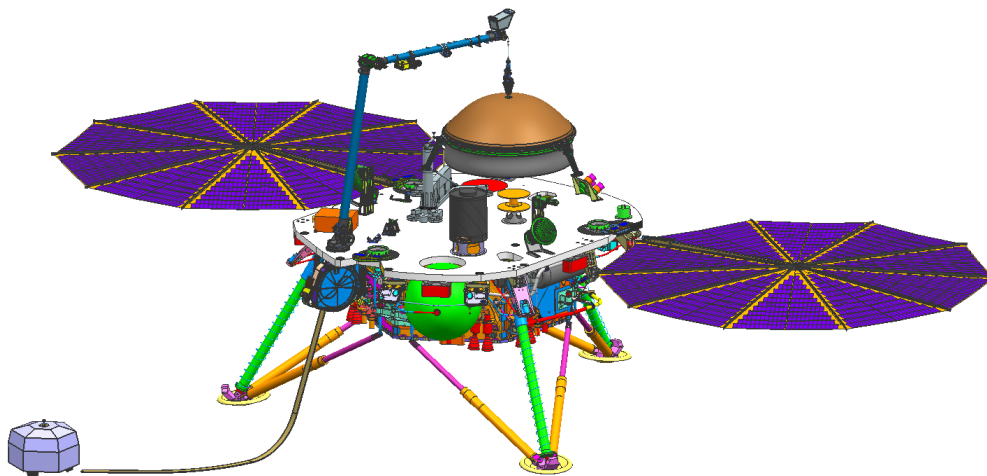
5- DÉPOSE DU SEIS SUR LE SOL



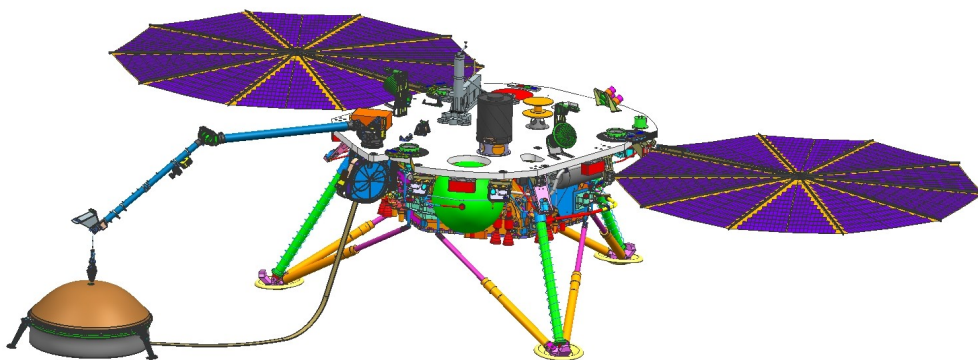
6- PRISE DU BOUCLIER PROTECTEUR PAR LE BRAS



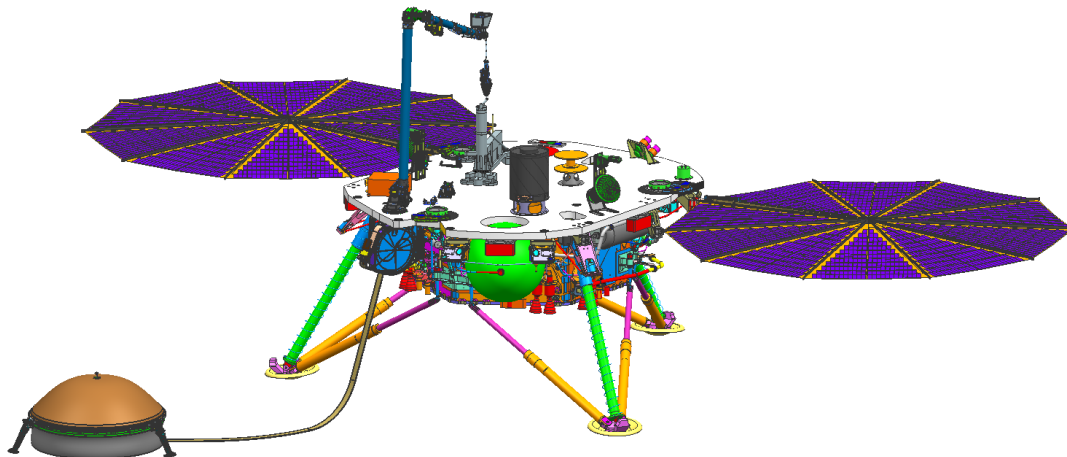
7- DÉPLOIEMENT DES PIEDS ET DE LA JUPE DU BOUCLIER PROTECTEUR



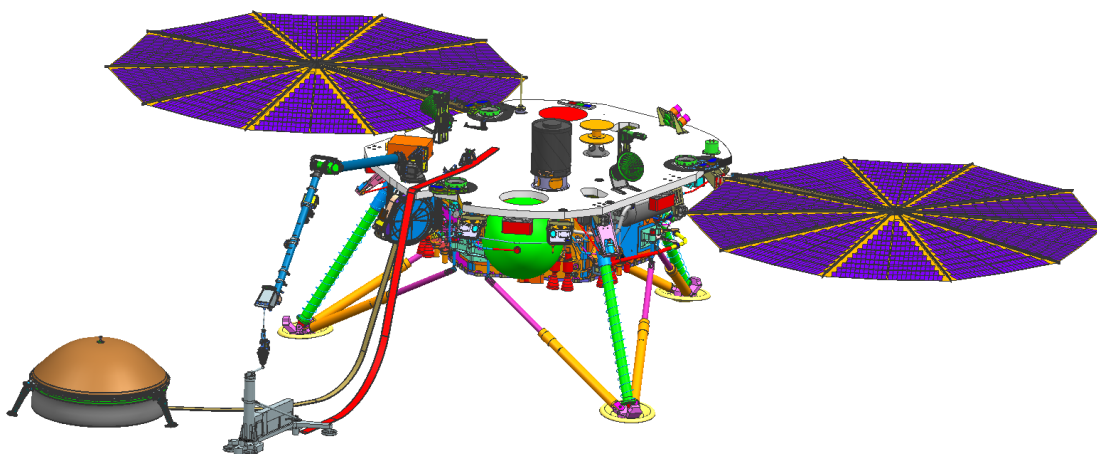
8- MISE EN PLACE DU BOUCLIER SUR LE SEIS



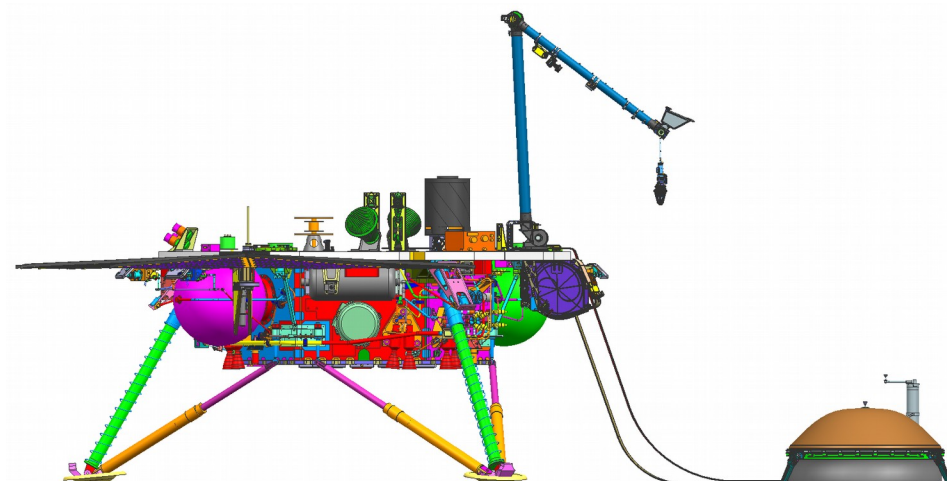
9- PRISE PAR LE BRAS DE L'INSTRUMENT HP3



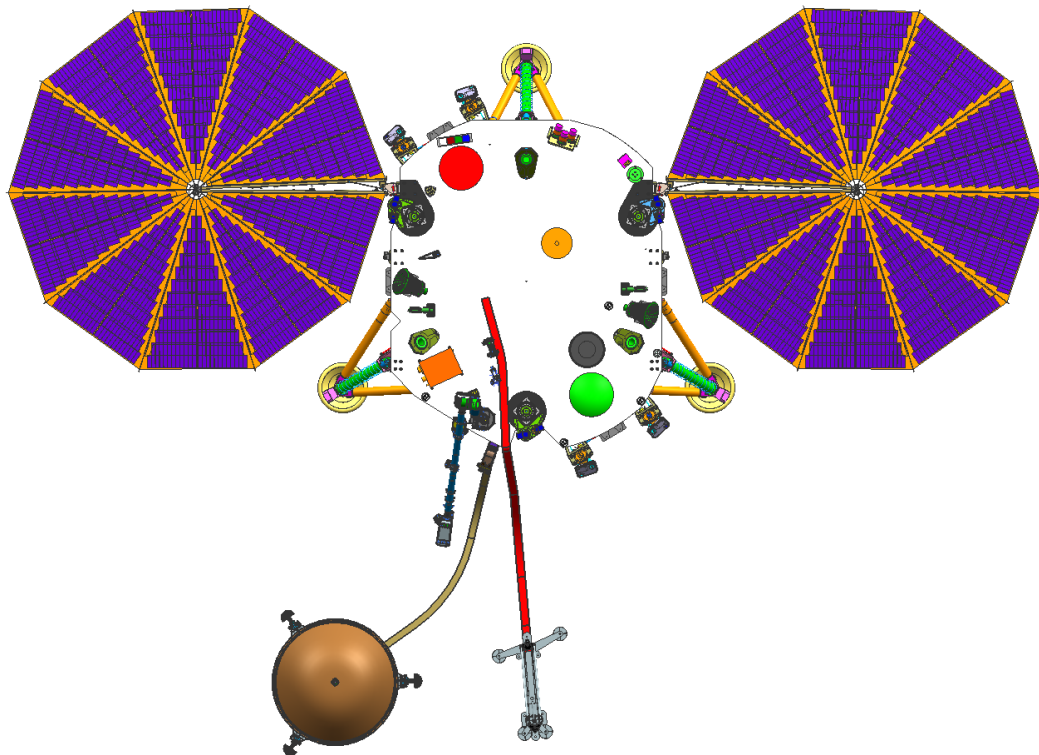
10- DÉPOSE DE HP3 SUR LE SOL



11- BRAS AU REPOS APRÈS LES DÉPOSES



12- VUE DE DESSUS APRÈS DÉPOSES DES INSTRUMENTS



DIFFUSION

Réf. document : **Ed. : 0 Rev. : 0 du : 09/07/2013**

Titre : Cahier des charges pour la réalisation d'une maquette du Lander INSIGHT

[illegible]