



Les contraintes de l'environnement spatial dans le choix des systèmes de mesure

Conférence 3AF – Octobre 2024

Noellie CHAUVET
Airbus Defence and Space

AIRBUS

Sommaire

1. Contraintes de l'environnement spatial : lancement et en orbite
2. Essais environnementaux
3. Les types de capteur
4. Cas d'application :
 - TCube
 - Accéléromètres utilisés en essais Vide Thermique
 - Accéléromètres collés en configuration vol

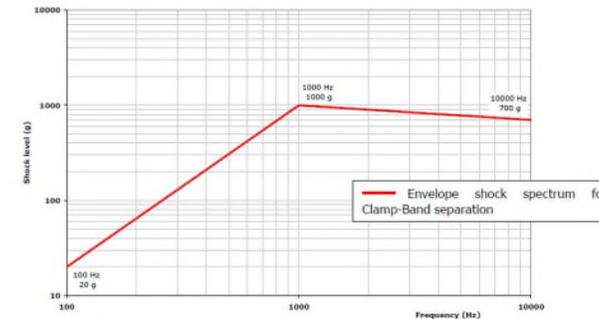
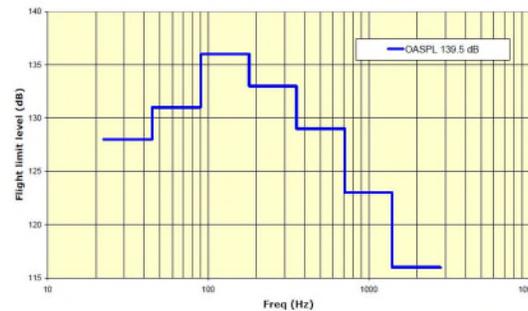
Contraintes de l'environnement spatial

Différentes phases de la vie d'un équipement spatial :

- Le lancement :
 - o Fortes sollicitations mécaniques : acoustique, vibrations et chocs
- L'opération en orbite
 - o Vide
 - o Température
 - o Variations de température
 - o Radiation
 - o Dégazage et contamination
 - o Micro-vibrations



Acoustic noise spectrum



Direction	Frequency band (Hz)	Sine amplitude (g)
Longitudinal	2 - 50	1.0
	50 - 100	0.8
Lateral	2 - 25	0.8
	25 - 100	0.6

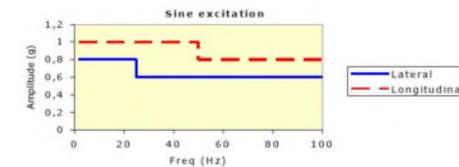
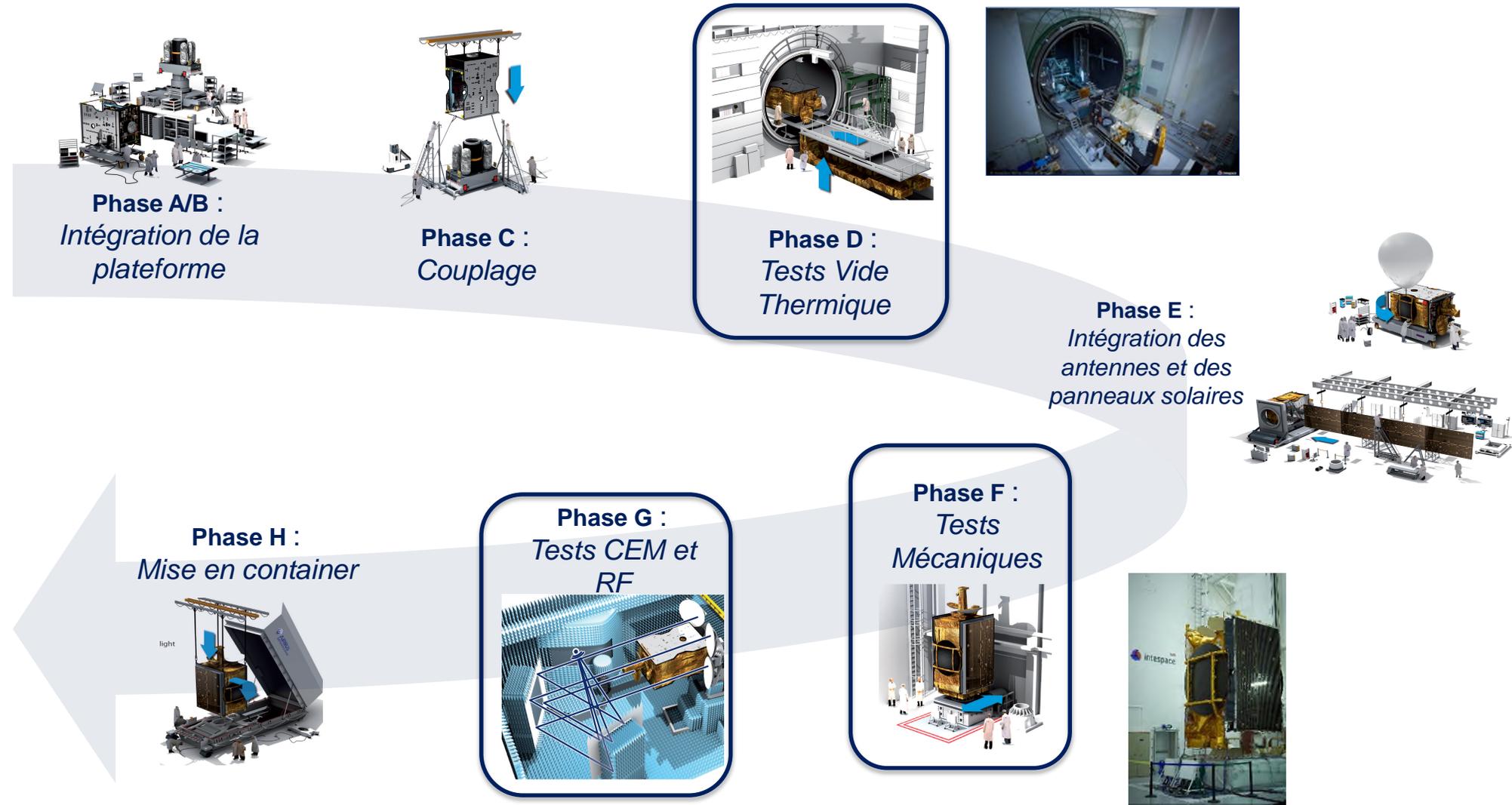
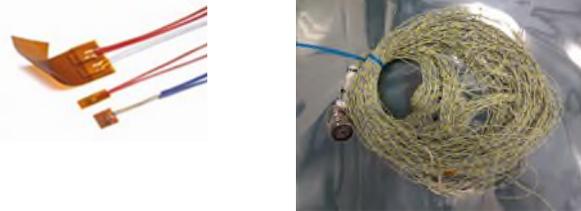
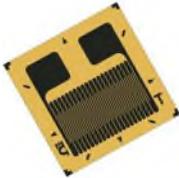


Figure 3.2.7.a Envelope shock spectrum for Clamp-Band release at spacecraft interface and for fairing and Launch Vehicle stage separation events

Essais environnementaux



Les systèmes de mesure

Vide Thermique	Mécanique	RF et CEM
<p data-bbox="122 347 830 429">- Capteurs de température : Thermocouple T et K (principalement), sonde de Platine</p>  <p data-bbox="122 704 749 786">- Jauges de pression à vide : Penning, Pirani, Bayard Alpert</p> 	<p data-bbox="881 347 1421 386">- Accéléromètre (vibration, choc)</p>  <p data-bbox="881 479 1105 519">- Microphone</p>  <p data-bbox="881 565 1156 605">- Cellule de force</p>  <p data-bbox="881 789 1258 829">- Jauges de contrainte</p> 	<p data-bbox="1646 347 2140 386">- Antenne et Sonde de champ</p>  <p data-bbox="1646 389 1972 429">- Sonde de courant</p> 

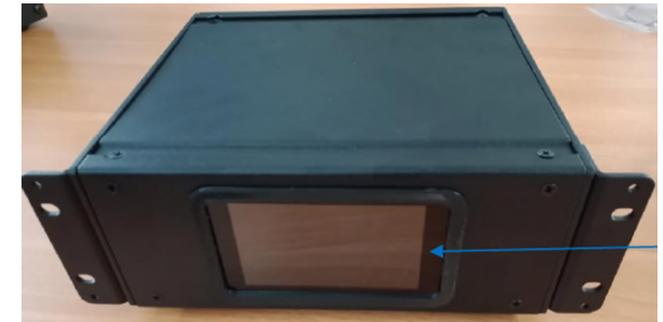
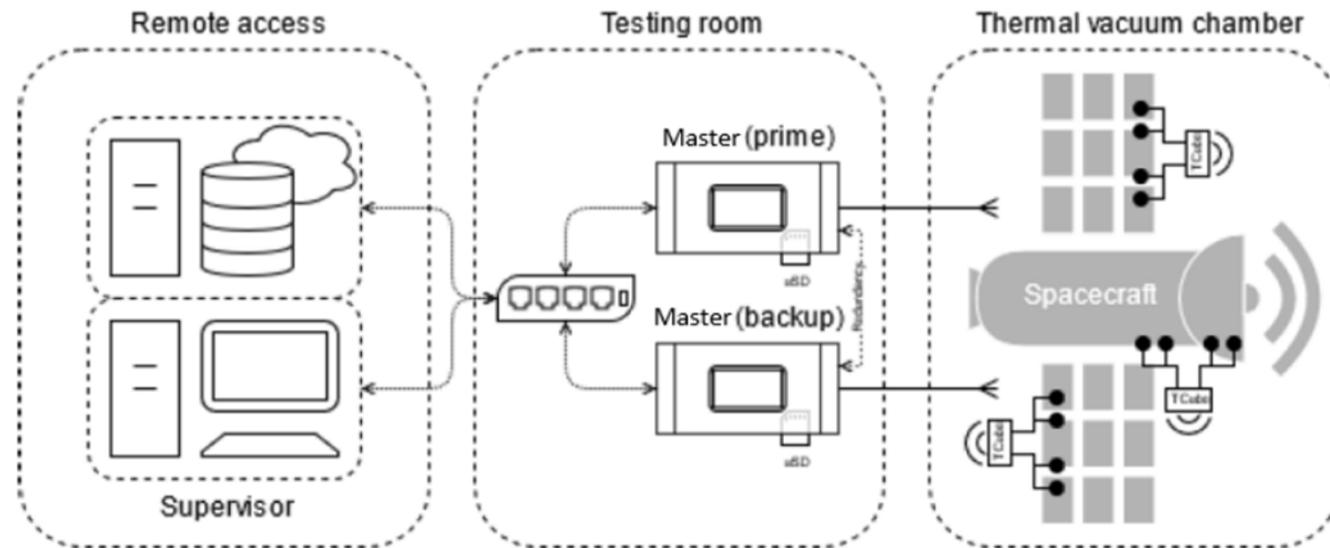
→ Différents cas d'utilisation

- Essais sol uniquement puis démonté
- Essais sol mais laissé en vol
- Présence lors des essais vide thermique avec utilisation / fonctionnement ou non

Cas d'application

- **TCubes** :

Mesure de température lors des essais vide thermique grâce à des nœuds de mesure sans fil



Cas d'application

- TCubes - Spécifications :

Dégazage et contamination	Eviter la pollution des éléments satellites notamment pour les satellites d'observation comportant des optiques	- Critère ECSS RML : Recovered Mass Loss <1% CVCM : Collected Volatile Condensable Materials <0.05% - Liste de matériaux autorisés https://www.spacematdb.com/
Essais de Vibration	Vérifier que le système ne sera pas endommagé et ne risque pas d'endommager le satellite lors du lancement	Essai sur vibreur : - Intégrité du capteur - Fonctionnel
Essais de choc	Vérifier que le système ne sera pas endommagé et ne risque pas d'endommager le satellite lors du lancement	Essai sur vibreur ou machine à choc dédiée - Intégrité du capteur - Fonctionnel
Cyclage en température	Vérifier que le capteur supporte des variations de température sans endommagement.	Essai dans une enceinte climatique : intégrité du capteur
Radiation	Vérifier que le capteur ne risque pas d'endommager le satellite lorsqu'il est soumis à des radiations.	Essai sous radiation : intégrité du capteur
Tenue au vide	Possibilité de réaliser des mesures sous vide sans perturbation du système de mesure	Essai sous vide : Fonctionnel

Cas d'application

- Accéléromètres utilisés lors des essais vide thermique (VT)

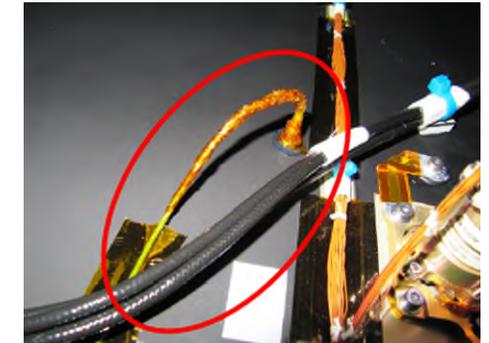
Dégazage et contamination	Vérifier que le capteur est compatible de l'environnement vide Sealing Hermetic Le câble respecte les normes de dégazage (matériaux, RML, CVCM)
Tenue en température	Température d'utilisation ou de stockage du capteur Temperature Range(Operating) -54 to +121 °C



Cas d'application

- Accéléromètres collés en configuration vol

Dégazage et contamination	Vérifier que le capteur est compatible de l'environnement vide Sealing Hermetic Le câble respecte les normes de dégazage (matériaux, RML, CVCM)
Tenue en température	Température d'utilisation ou de stockage du capteur Temperature Range(Operating) -54 to +121 °C
Radiation	Test des câbles sous radiations : enrubannage des câbles avec du kapton
Colle	Tests de tenue de la colle en température et en vide, compatibilité de la colle au niveau dégazage Sécurisation kapton → Eviter que le capteur ne se décolle et puisse endommager le satellite.



Conclusion

Nombreuses contraintes environnementales à prendre en compte pour le choix des systèmes de mesures

- Mécaniques : lors du lancement principalement
- Vide
- Température

Certains points sont vérifiés par les fabricants mais il est souvent nécessaire de réaliser des qualifications internes car le marché pour ces besoins est très restreint.

Les principales contraintes :

- Dégazage et contamination
- Acoustique, vibrations et chocs
- Température
- Tenue au vide

Merci pour votre attention