

Campagne de production et test de nanosatellites étudiants

Centre Spatial Universitaire de Montpellier

Muriel BERNARD
Muriel.bernard@umontpellier.fr

CENTRE SPATIAL UNIVERSITAIRE



- 1^{er} Centre Spatial Universitaire
- Mise en orbite du nanosatellite ROBUSTA-1A – lancé en Fev 2012 depuis Kourou sur Vega
- Mise en orbite du nanosatellite ROBUSTA-1B – lancé en Juin 2017 depuis l'Inde sur PSLV

-
- Activité spatiale non étatique, ni industrielle => **new space**
 - Approche innovante: Coûts ↘, Risques ↗

CONTEXTE

- Domaines: Electronique – mécanique – informatique – systèmes embarqués
- Discipline: Ingénierie, Management, Qualité

Problématique: Besoin d'une salle propre MAIS débutant dans la maîtrise de la propreté

Solution: Adhérer à  **Aspec**

Formation du personnel et des étudiants

Rencontre avec d'autres professionnels du milieu (D. FAYE du CNES)

Rencontre avec des fournisseurs (CMI, Igiénair ...)

Audit des améliorations et plan d'actions

Rencontre de partenaires (ECP, EDF ...)

NOS ACTIVITES

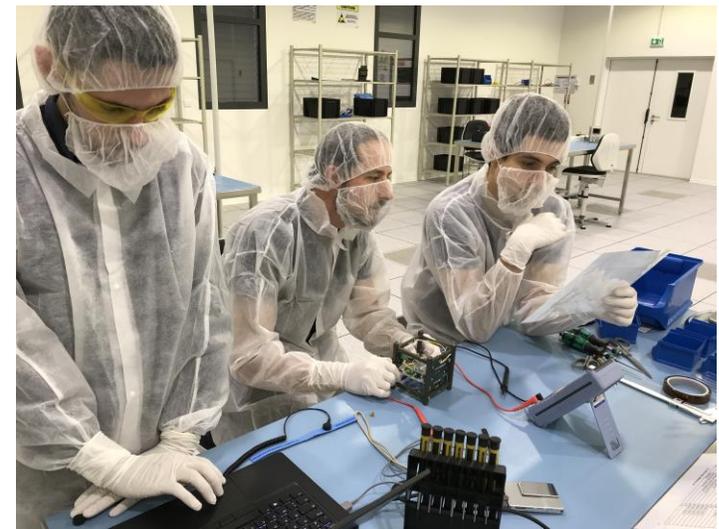
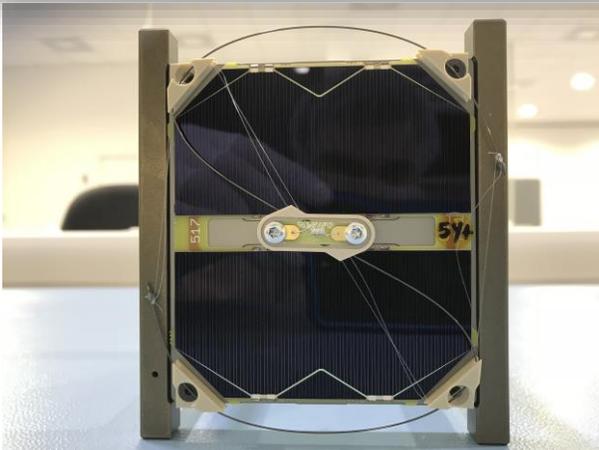
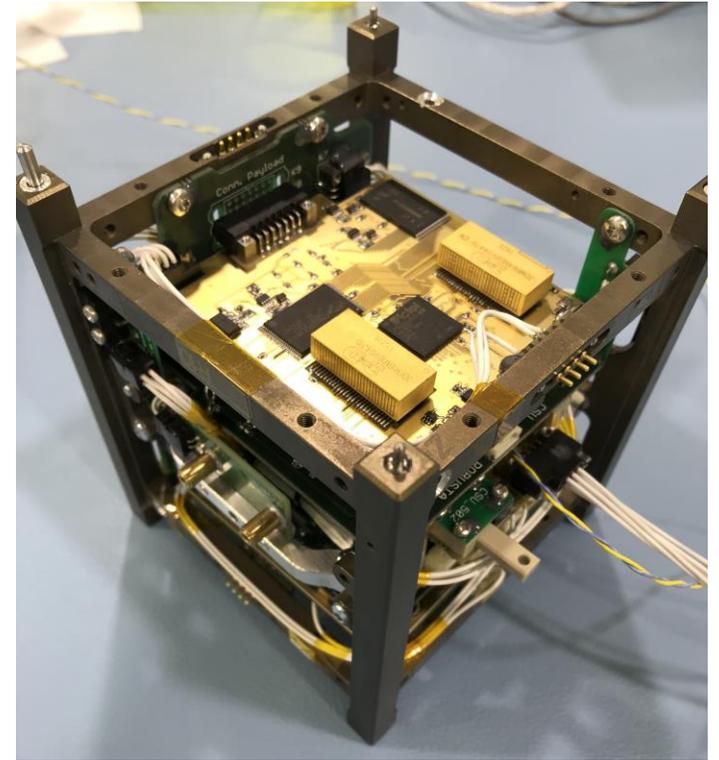


Nanosatellite:

Satellite de 1 → 10 kg

Charge utile < 500 g

Standard CubeSat



CONSTRAINTES DU NEW SPACE



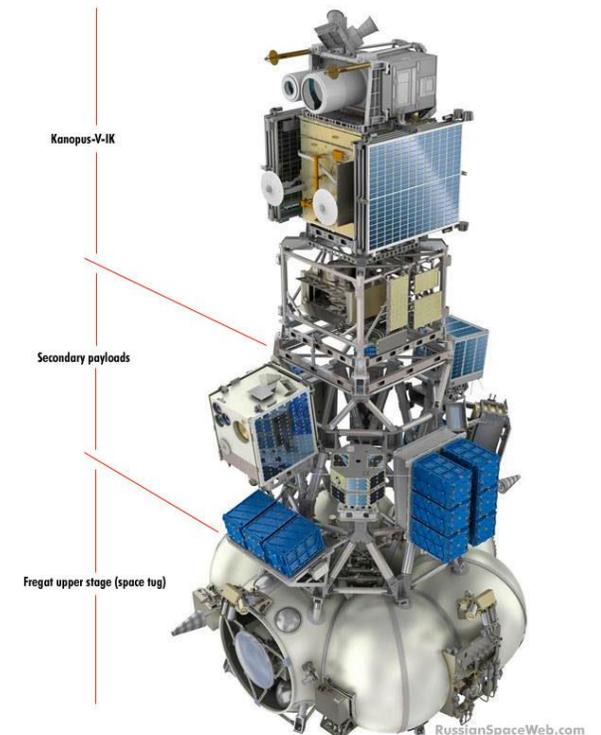
☺ Interface lanceur standardisée => accès à l'espace à bas coût => solution très utilisée par la communauté universitaire: Outil pédagogique & scientifique

☹ Emport en tant que passager secondaire



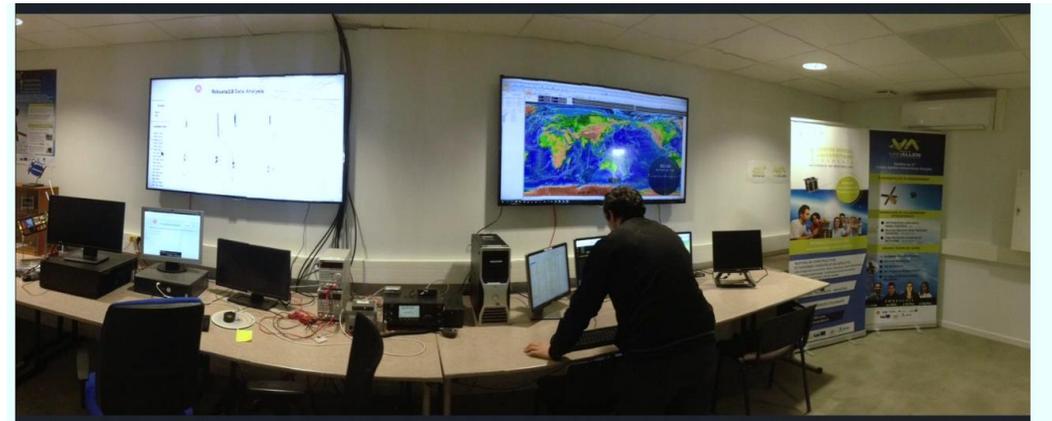
EXIGENCE D'INNOCUITÉ

- Passager secondaire « Piggy-back »
- Ne doit pas perturber la charge utile principale => propreté (contamination, RF), dégazage ...

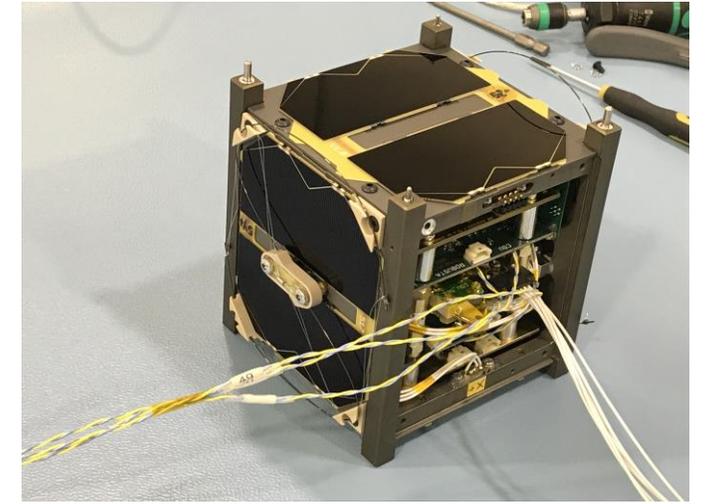
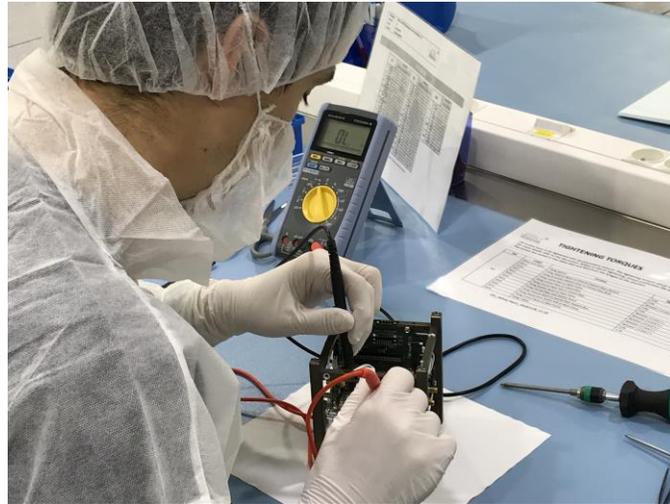
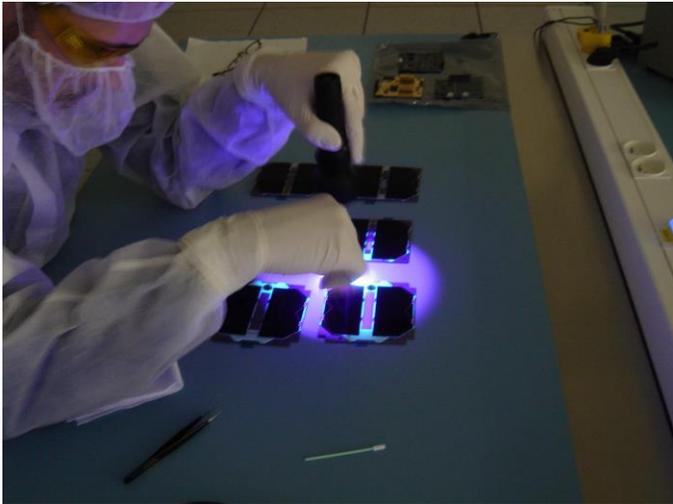


CONFORMITÉ AUX EXIGENCES

- Propreté Contamination particulaire
- Propreté RF
- Dégazage

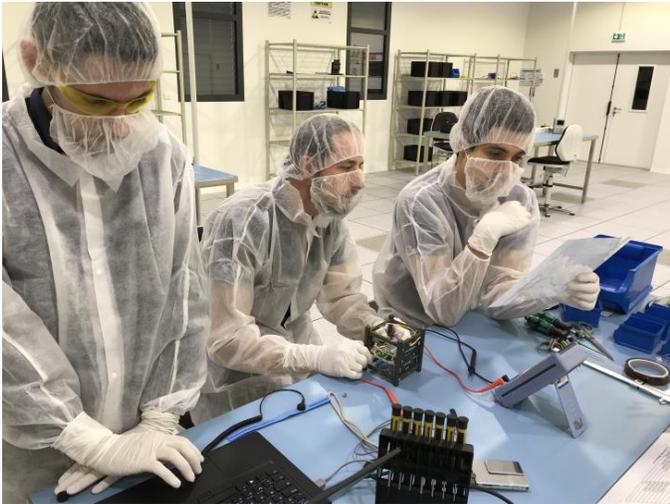


CAMPAGNE TYPE DE PRODUCTION ET TESTS



- Approvisionnement des 300 pièces satellites (cartes électroniques, connecteurs, visserie, bobine câble, batterie, colle, pièces à façon, cellules solaires ...) et des consommables salle propre
- Inspection d'entrée
- Nettoyage et entrée en salle propre des pièces (selon emballage)
- Réalisation des sous-assemblages et tests

CAMPAGNE TYPE DE PRODUCTION ET TESTS



1. Intégration pas à pas + Inspections/Tests intermédiaires (Pesage, Torque ...)
2. Tests Fonctionnels (Modes nominaux, pannes, critiques... sortie boucles, auto-compatibilité)
3. Tests Performances (Conformité aux spécifications Système/Mission)
4. Tests Mission (Autonomie, Auto-diagnostic, Saturation de mémoire, Pics conso...)
5. Tests Opérationnels (avec la station sol) (acquitter/executer d'une télécommande)
6. Tests Environnementaux (Vide thermique: dégazage, cyclage)
7. Test d'intégration satellite-deployer (Dimensions du satellite)
8. Test Vibrations (Sinus et aléatoire)

ETAT ACTUEL

NOTRE SALLE PROPRE

- Salle AIT ISO 8 - 200 m² - 4 m de hauteur
- 9 paillasses en binôme + 3 poste individuels
- Hotte aspirante
- Utilisation du L au V – 7/7j (test)
- Horaires utilisation: 9h à 17h - 24/24h (tests)
- Sol anti-ESD
- Consignes selon ECSS:
 - T = 22°C +/- 3 °C
 - HR = 55 +/- 10 %
- Salle tests ISO 8 (Airbus/Latécoère) 185 m²

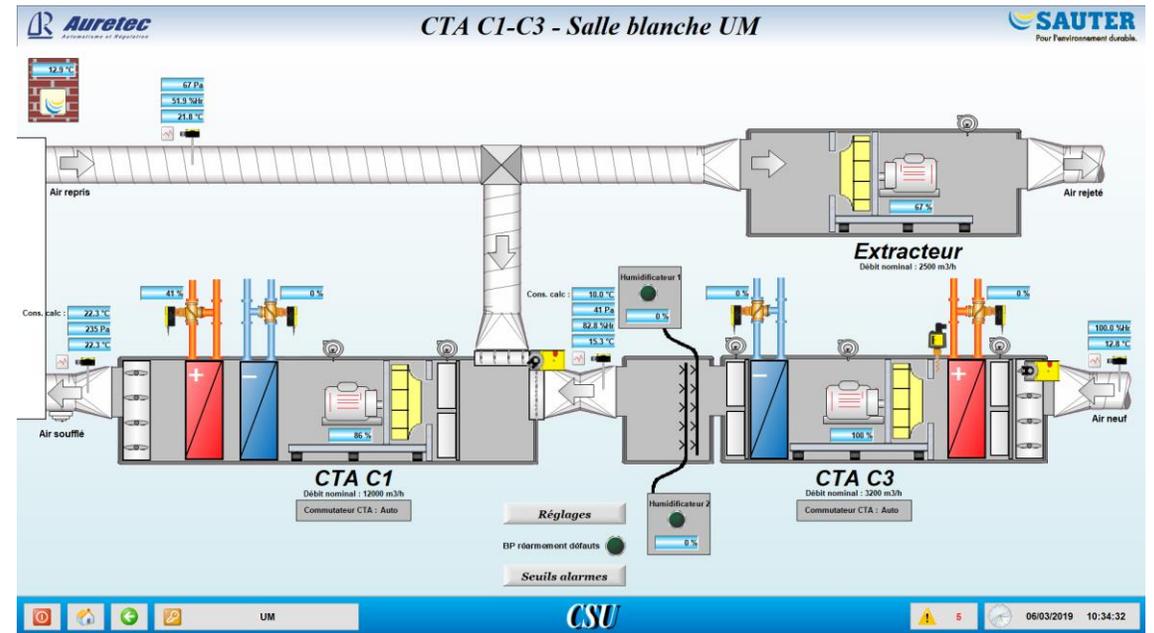


DEFAUTS DE CONCEPTION de la salle propre

- Menuiseries bois → Jeu fermeture des portes → sas bloqué → Maintenances fréquentes
- Hauteur sous plafond → Volume, Zones difficile d'accès pour le nettoyage
- Mesure/enregistrement en continu, mais pas d'export des données T° , HR et ΔP → Investissement
- Absence de comptage de particules → Investissement
- Piliers en ciment brut → peinture + installation d'échaffaudage
- Pas de signalétique d'urgence O_2 + Pas de maintenance du détecteur taux O_2 - déclenchement alarme – mise en évidence de lacune dans le process d'appel d'urgence
- Plan d'évacuation d'urgence erroné → tests des alarmes pas tous réalisés
- Panne de climatisation lors de la canicule → Absence de pièce de rechange sur place

NOTRE CTA

- CTA air recyclé/air neuf
- Utilisation en continue (pas de mode nuit)
- Consommation majoritaire du bâtiment



DEFAUTS DE CONCEPTION de la CTA

Conception/Construction à bas coût/inadaptée

Obtention de la qualification ISO 8 au prix de:

⇒ Taux de brassage important

⇒ Consommation énergétique importante

⇒ Vieillesse des filtres (remplacement anticipé et maintenance + fréquente)

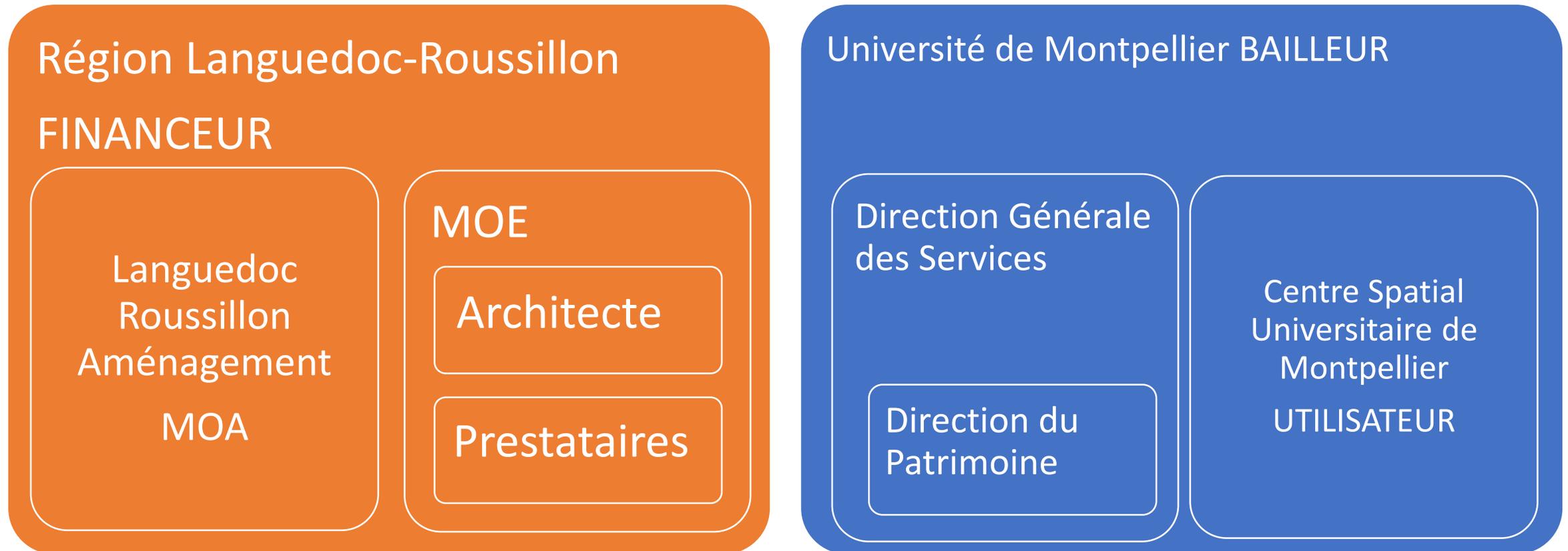
⇒ Surcoût pour l'utilisateur

⇒ Analyse d'efficacité énergétique: piste d'économies

Attention! Qualification faite par un prestataire incompetent (anciennes normes prises comme référence, méthodologie inadaptée ...)

CONCEPTION - EXPLOITATION - MAINTENANCE

Multiplicité des acteurs: Propriétaire/Financeur/Maître d'ouvrage/Titulaire de l'appel d'offre/Futurs locataires/Futurs occupants/Futurs utilisateurs



AMELIORATIONS APPORTEES

NETTOYAGE ET SA VALIDATION

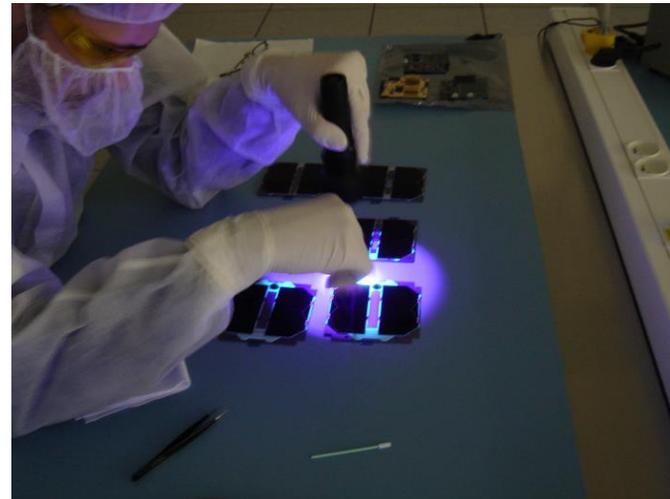
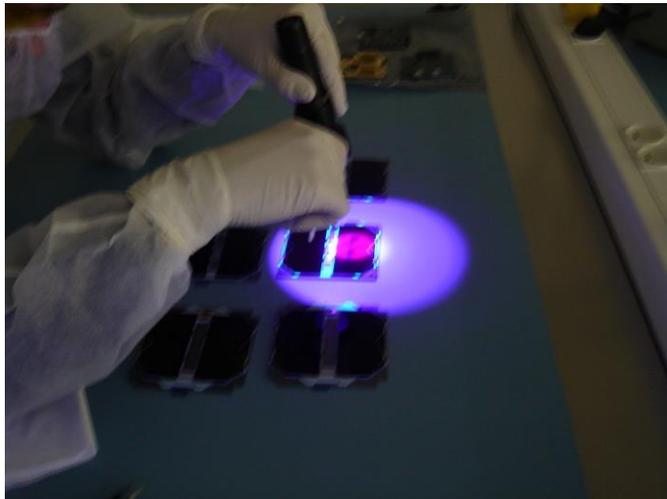


Formation ASPEC: mise en place poste de nettoyage

Visite CNES: bonnes pratiques

Outils: Acquisition d'une lampe BABB CO blanc, UV-A et bleu

Dialogue avec la société de nettoyage de la salle propre: Formation du personnel



SURVEILLANCE SALLE PROPRE



Mise en place d'un dispositif de mesure de T°, HR et Point de rosée

En 8+1 points

Enregistrement permanent et horodaté

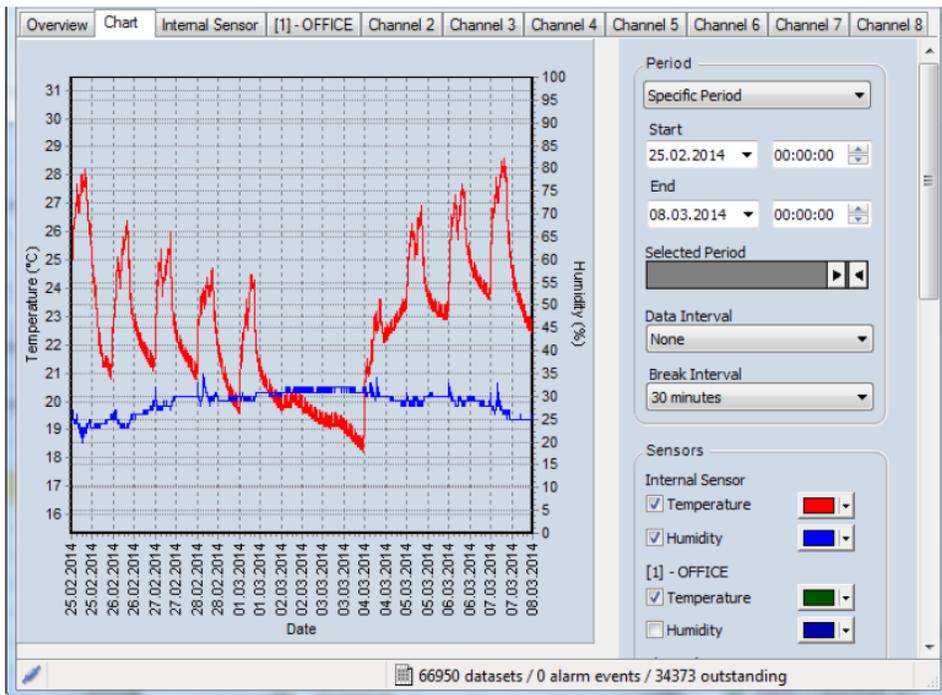
Pas de mesure 1 minute

Centralisé sur un ordinateur (KlimaLogg Pro)

Consultable à distance

Fixation des seuils d'alerte

Alerte par emails en cours



PLAN DE GESTION - MAINTENANCE

Dialogue avec prestataire en charge du nettoyage

Achat des fournitures par nous

Formation des personnels par eux

Dialogue avec le service Patrimoine

Calendrier des maintenances/changement de filtres

Journal des activités - incidents

RENCONTRES CNES

- Réunions de travail avec une professionnelle de la décontamination et la maîtrise de la propreté du spatial: Delphien FAYE
- Visites sur place – Découverte des moyens d'analyse
- Identification des convergences d'intérêts
- Projet de travail collaboratif ambitieux: expériences embarquées sur nanosatellites
- Recherche de financement



PROJET ECP

- Réunions de travail avec un professionnel local du nettoyage:
ECP: David CHEUNG
- Visites sur place – Découverte des exigences des autres domaines
- Identification des convergences d'intérêts
- Elaboration d'un programme de travail commun
- Dépôt d'une demande de subvention pour un projet commun de R&D auprès de la Région Occitanie

GESTION RAISONNEE

Optimisation des consommations de la CTA gérée en T et HR

Mise en place d'un partenariat avec EDF: Jean-Paul RIGNAC & Frédéric SALANSON

Logiciel OpTHum Pro © EDF



- Visite des experts sur place
- Calendrier de travail
- Echanges des données
- Implication d'étudiants dans le traitement des données

PLAN D'INVESTISSEMENT

Adhésion ASPEC - Audit ASPEC
Participation active aux événements
Signalétique
Duplication de l'outillage atelier
Achat d'une binoculaire
Mobilier facilement nettoyable
Vestiaire avant salle propre
WebCam
Achat de blouses tissu pour le personnel
Formation ASPEC du personnel + Plan de formation/actualisation
Achat des consommables de nettoyage
Lampe BABB CO
Achat de 2 tablettes (papier prohibé)

Compteur de particules
Onduleur
Combinaisons intégrales
Tente ISO 5 + accessoires
Délimitation des espaces par un marquage au sol

AMELIORATIONS POSSIBLES

AMELIORATIONS A APPORTER

Organisation des postes de travail



AMELIORATIONS A APPORTER

Aménagement de visuels
pour les visiteurs

Retour vidéo déporté

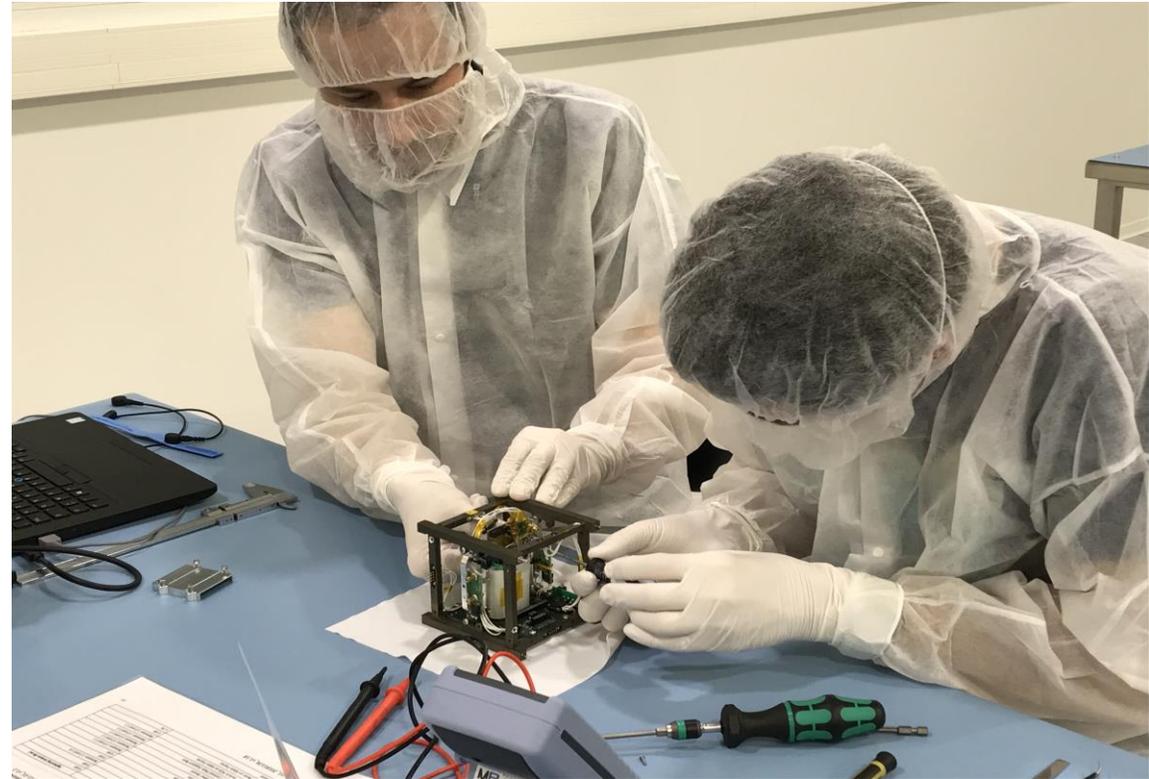


AMELIORATIONS A APPORTER

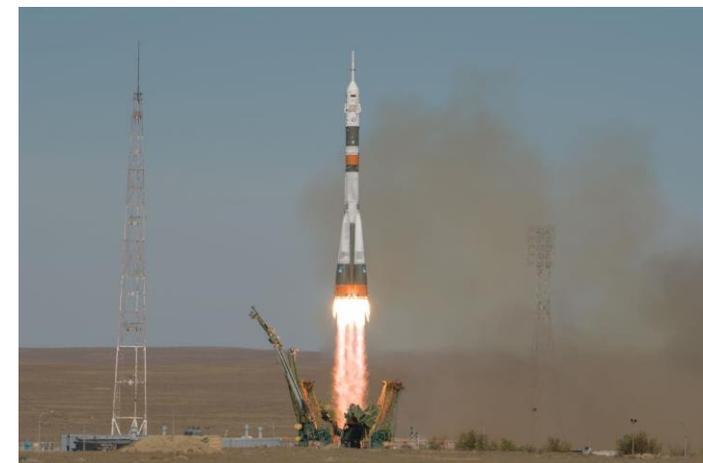
Fabrication d'outils
dédiés:

Aide à la manutention

Aide à l'intégration



CONCLUSIONS



- ☹️ Nombreuses non conformités de la salle propre
- ☹️ Plan de charge lourd (un lancement/an) + Peu de trésorerie
- 😊 Processus d'amélioration continue en œuvre: plan d'actions + plan d'investissement
- 😊 **Minimiser l'impact des défauts de la salle propre sur les campagnes de production et test de nanosatellites => Go pour le lancement**

Jeudi 28 mars | Après-Midi

14h15

Gains énergétiques simulés sur cinq salles propres en hôpital

Jean-Paul RIGNAC, EDF

Frédéric SALANSON, EDF