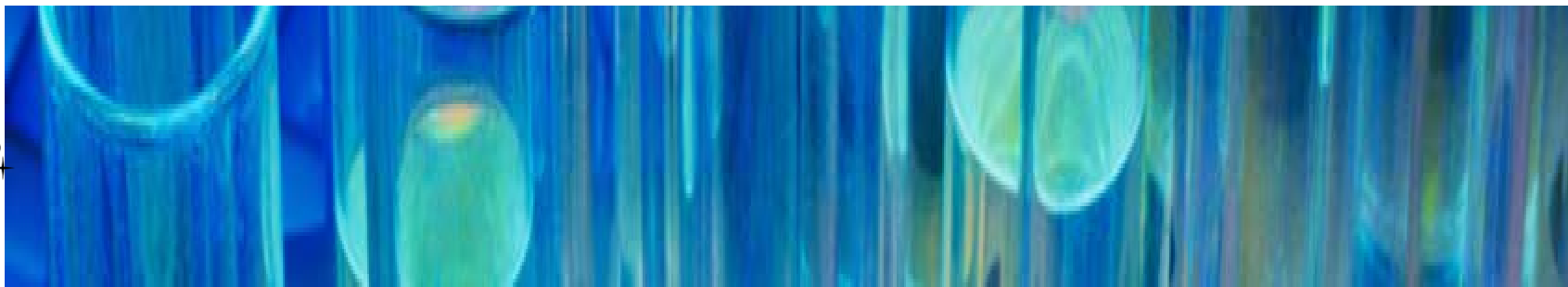




« Les salles propres : de l'installation à l'utilisation, de la théorie à la pratique
– Usages et retours d'expériences »

Rappels théoriques sur le travail en salle propre

Sandrine COUTURIER
Responsable qualité et assurance produit IAS-CNRS





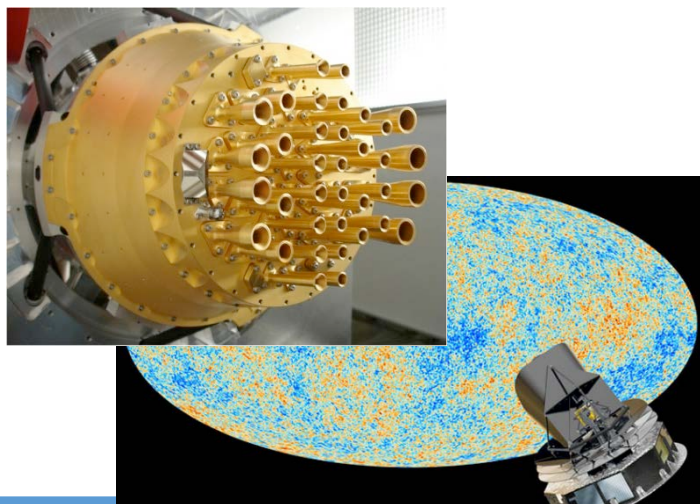
L'IAS : institut d'astrophysique spatiale (1)

- Effectifs : 150 personnes (moitié chercheurs, moitié Ingénieurs/Techniciens)

Thèmes de recherche

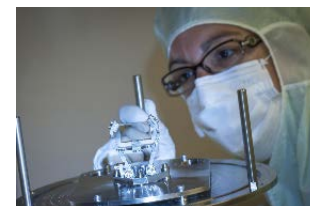
- La physique du soleil et des étoiles
- Les planètes du système solaire et les planètes extrasolaires,
- La matière extraterrestre et la matière interstellaire,
- Les galaxies et la cosmologie.

➔ conception, développement, intégration, étalonnage et exploitation d'instruments spatiaux d'observation





L'IAS : institut d'astrophysique spatiale (2)



➔ Instruments composés d'éléments sensibles à la contamination

➔ risques de pertes de performance de l'instrument ou de dysfonctionnements:

- lumière parasite, absorption spectrale sélective
- Occultation des surfaces par les particules ➔ perte de performance optique, thermique...
- défaillance des mécanismes de précision due à la présence de particules

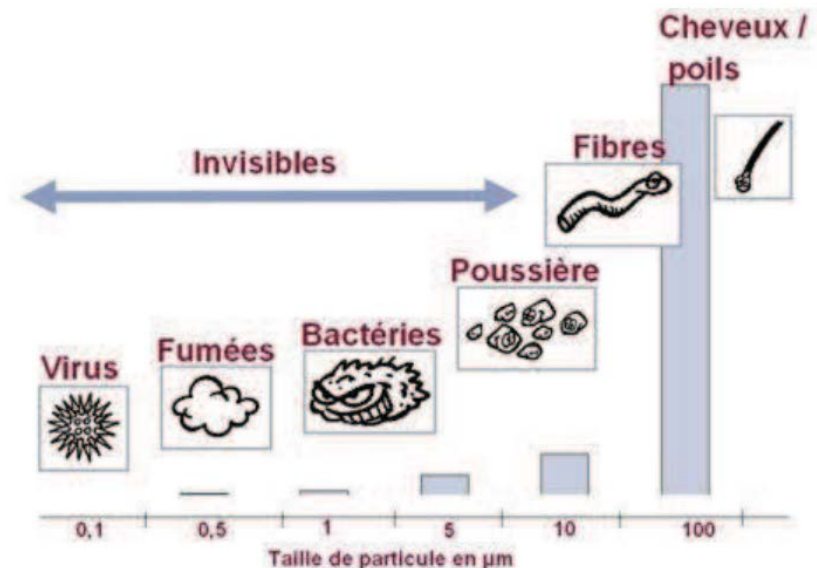




Qu'est-ce qu'un contaminant ?

- Contaminant : Matière étrangère ayant un temps de résidence suffisamment long sur une surface ou dans un environnement fonctionnel pour en dégrader les performances ou la durée de vie
- Il peut être d'origine particulaire, moléculaire (chimique), microbiologique

*Exemples de tailles de contaminants
fréquemment rencontrés*





- Pour limiter la contamination
 - ➔ environnement de travail maîtrisé et contrôlé
 - ➔ utilisation de salles propres



Salles propres de l'IAS

- Plus de **850m²** d'environnement à atmosphère contrôlée
- **19 salles propres** dont **6 sas pressurisés** allant de l'**ISO 8** à l'**ISO 7**
- **34 flux laminaires de classe ISO 5**
- **Une salle de protection planétaire ISO 7HC** avec deux postes de sécurité microbiologique (PSM) : conditions de travail en milieu stérile





Qu'est ce qu'une salle propre?

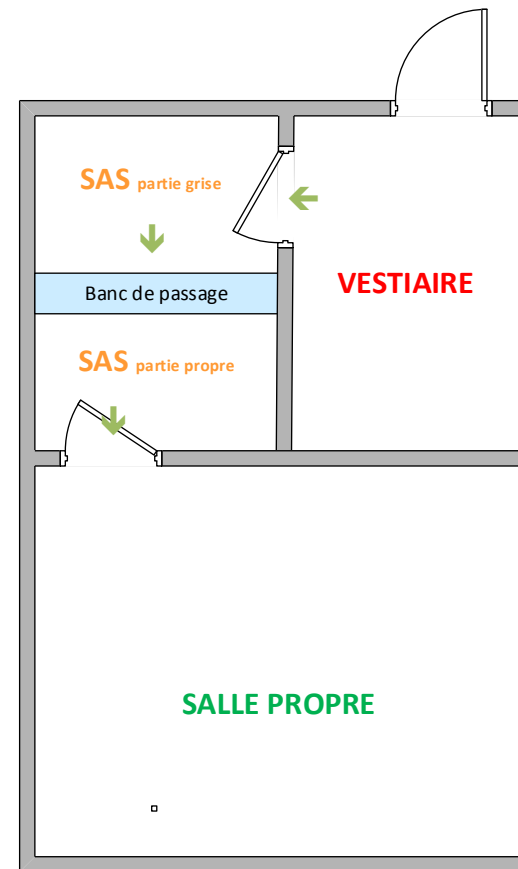
- Salle dans laquelle **la concentration des particules en suspension dans l'air** est maîtrisée et qui est construite et utilisée de façon à minimiser l'introduction, la production et la rétention des particules à l'intérieur de la pièce, et dans laquelle d'autres paramètres pertinents, tels que **la température, l'humidité et la pression** sont maîtrisés comme il convient.

FS 209 E	ISO 14644	Particules /m ³					
Classe	Classe	≥0,1 µm	≥0,2 µm	≥0,3 µm	≥0,5 µm	≥1 µm	≥5 µm
	ISO 1	10					
	ISO 2	100	24	10			
1	ISO 3	1 000	237	102	35		
10	ISO 4	10 000	2 370	1 020	352	83	
100	ISO 5	100 000	23 700	10 200	3 520	832	
1 000	ISO 6	1 000 000	237 000	102 000	35 200	8 320	293
10 000	ISO 7				352 000	83 200	2 930
100 000	ISO 8				3 520 000	832 000	29 300



Exemple d'agencement d'une salle propre

- Entrée par un ou plusieurs SAS selon la configuration des salles propres
 - SAS personnel
 - SAS matériel

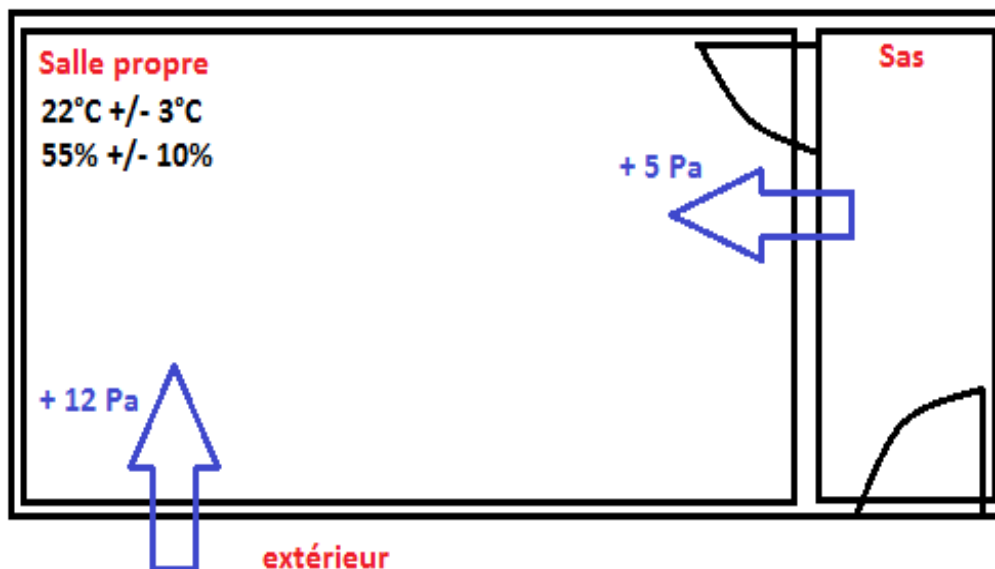




Fonctionnement d'une salle propre

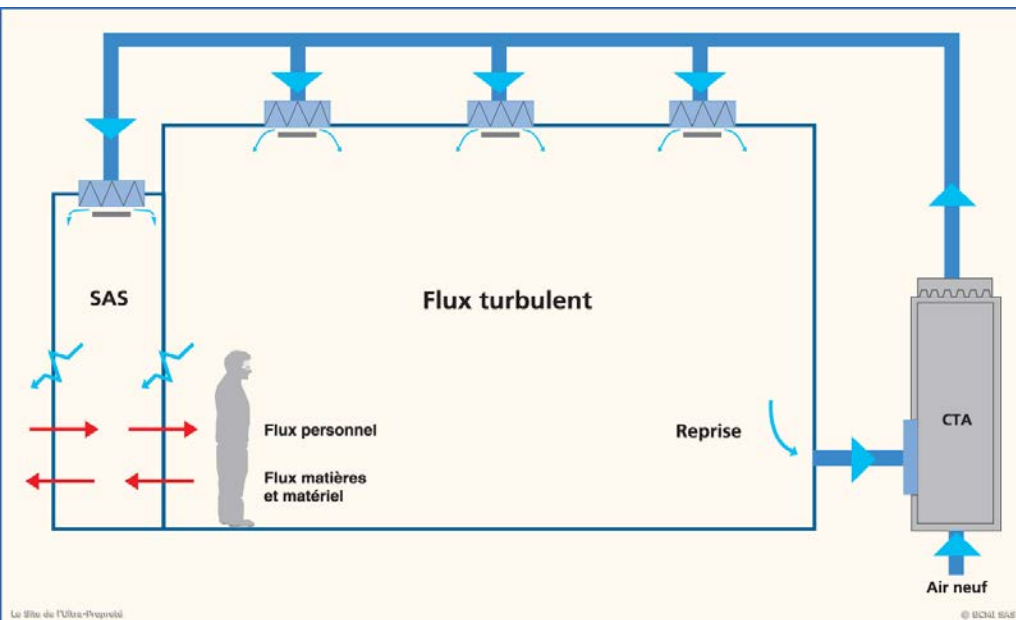
- Salle en surpression avec un système de filtration dans laquelle sont maîtrisées :
 - La concentration de particules en suspension dans l'air
 - La température
 - L'humidité

Exemple de paramètres
environnementaux requis dans
le domaine du spatial



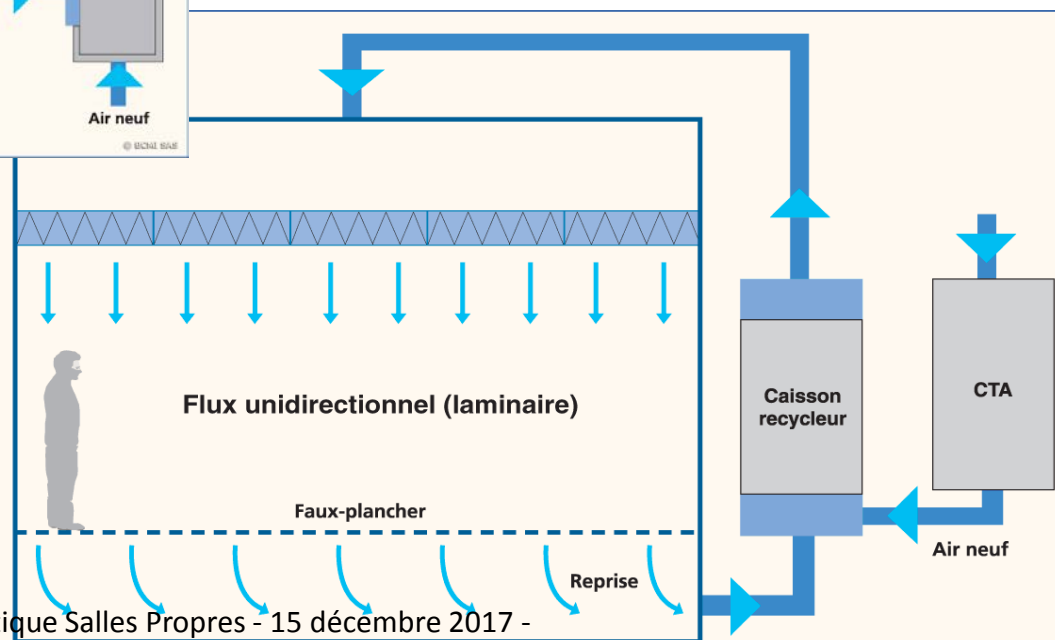


Fonctionnement d'une salle propre



Salle propre à écoulement turbulent

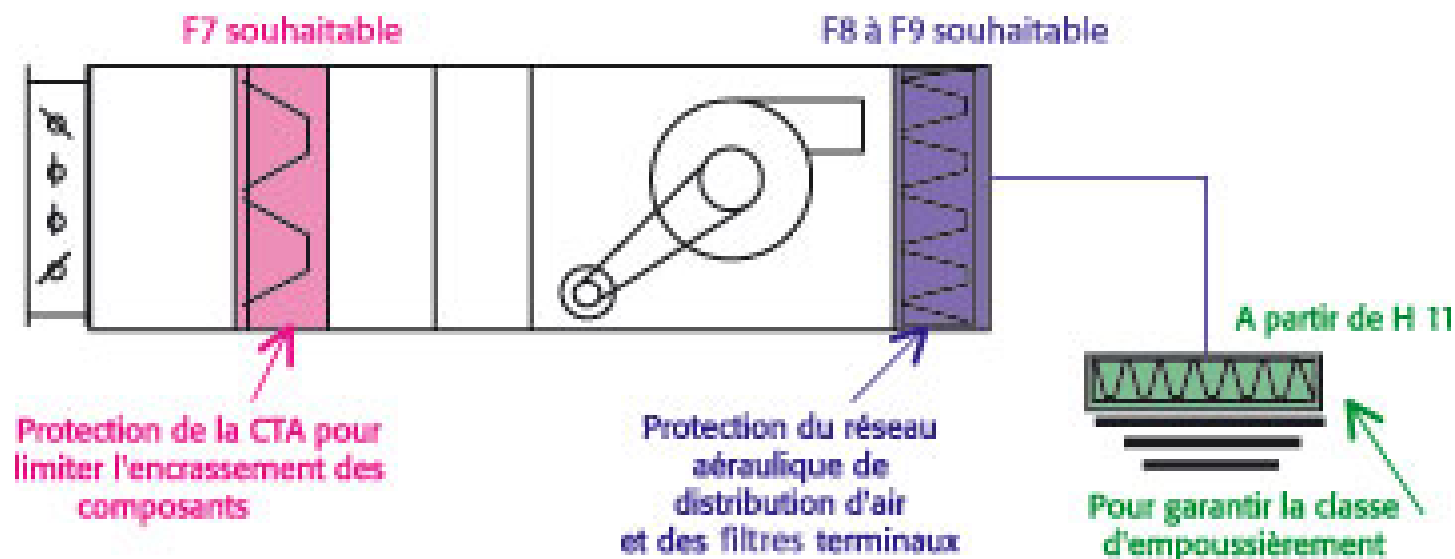
Salle propre à écoulement unidirectionnel





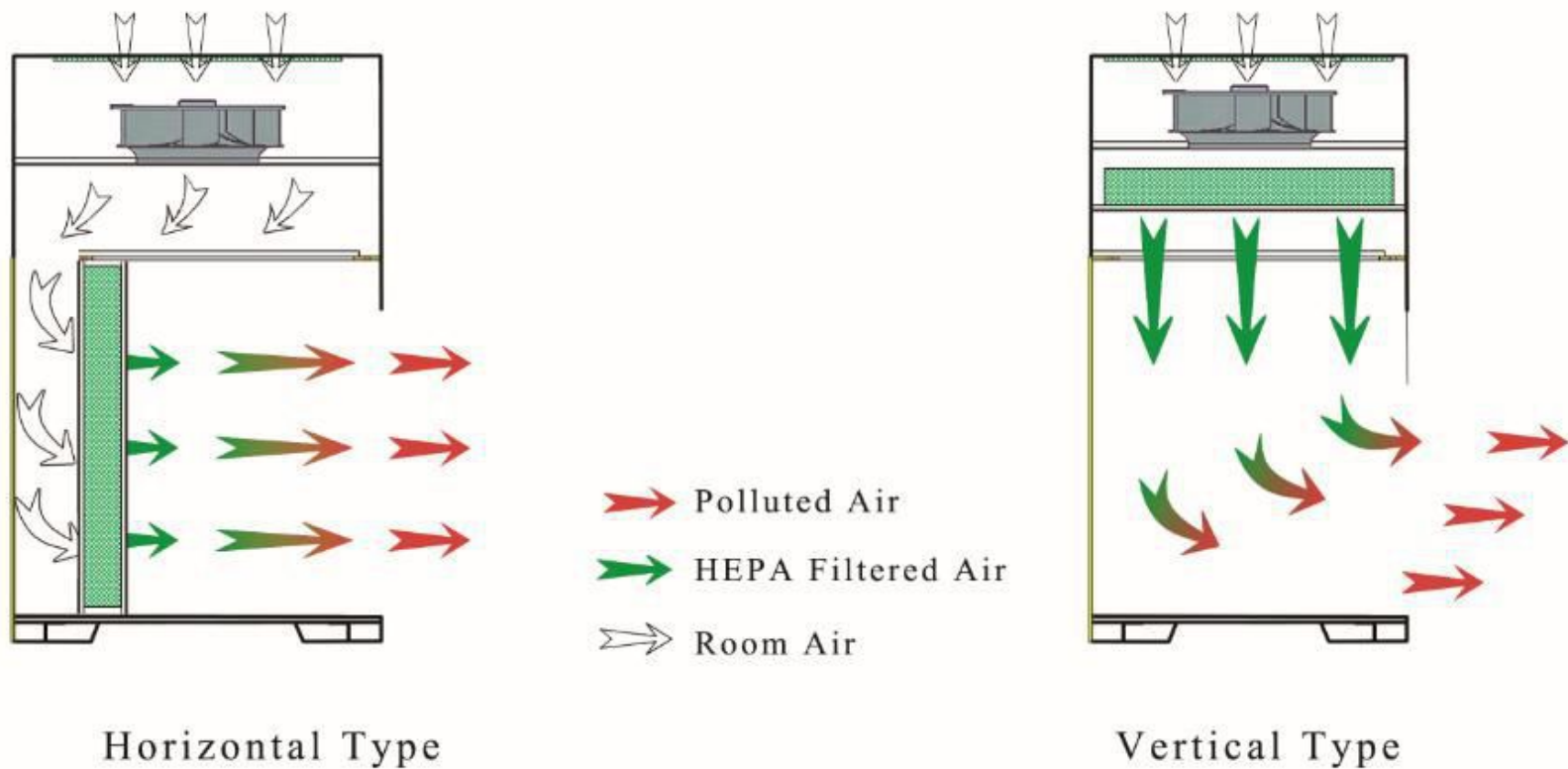
Fonctionnement d'une salle propre

- CTA (centrale de traitement d'air)
 - Filtres grossiers, fins et absolus
 - Recyclage de l'air entrant
 - Contrôle de la température et de l'hygrométrie





Hottes à flux laminaire



➔ Ne pas se placer entre le flux et l'équipement sensible



Responsabilités

- Le(s) responsable(s) de la salle propre doit(vent)
 - Maintenir en conformité les locaux sous sa responsabilité
 - Suivi et surveillance des salles
 - Prévenir le responsable qualité et le responsable projet concerné en cas d'anomalie.
 - Mettre en œuvre des dispositions nécessaires pour faire aboutir les actions déclenchées par l'anomalie.
 - S'assurer que les consommables nécessaires au bon fonctionnement des salles propres sont disponibles
 - Sensibiliser les utilisateurs aux bonnes pratiques
 - Mettre en place les outils nécessaires à la bonne transmission et la traçabilité des informations (provenant et à destination de l'utilisateur).
- Les utilisateurs doivent :
 - Etre formés aux bonnes pratiques des salles propres
 - Respecter les consignes et les règles d'utilisation des salles propres (affichage, procédures,...)
 - Vérifier les paramètres environnementaux de la salle propre lors de son utilisation (pression, hygrométrie, température, particules)
 - Alerter le responsable de salle propre en cas d'anomalie.
- Une liste des personnes formées à l'utilisation des salles propres doit être conservée au niveau du laboratoire.



Mise en place de suivi de la salle propre

- Surveillance

- surveillance des paramètres environnementaux de la salle propre
 - température, hygrométrie, pression, taux de particules



- Mesure de conformité des salles propres

- Fréquence : une fois par an, à adapter en fonction de la criticité des applications
- Nombre de points de prélèvement donné par la norme ISO 14644-1 v2016, en fonction de la surface de la salle propre



- Maintenance des installations :

- CTA, groupe froid, flux laminaires
 - Ex: changement de filtres...

- Entretien : nettoyage des salles propres

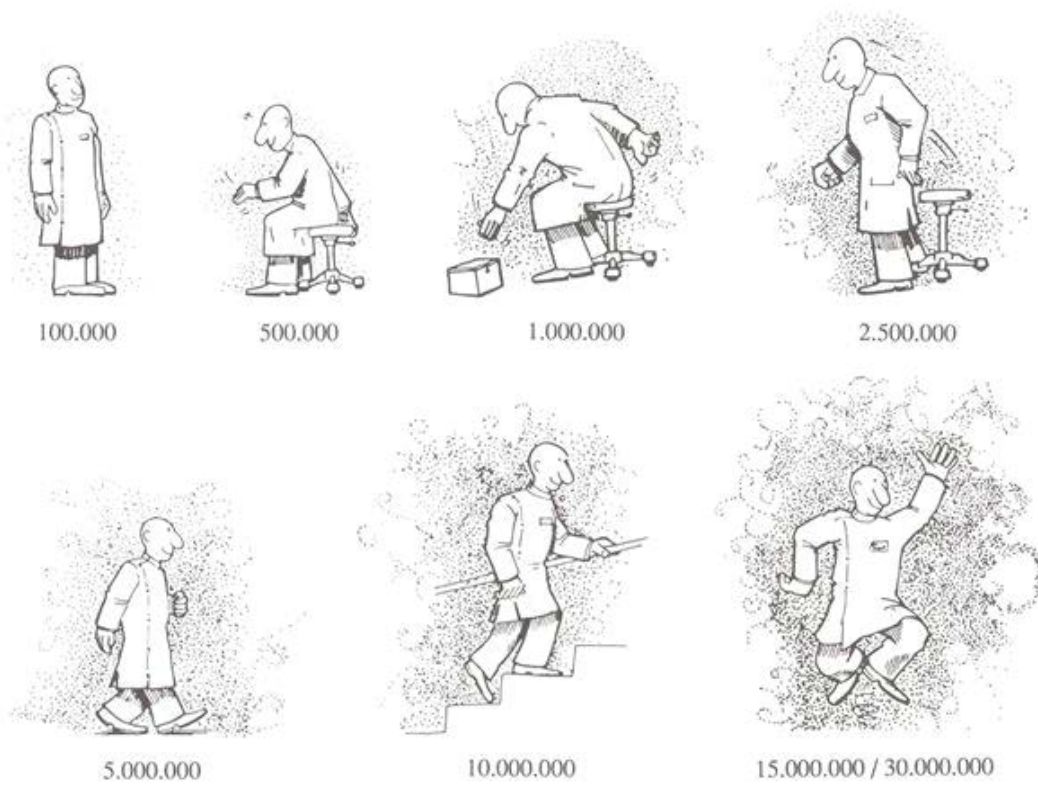




Principales sources de contamination

- L'homme et son activité sont les principales sources de contamination particulaire

Exemple chiffré :
Émission de particules $\geq 0,3\mu\text{m}$ émises par
minute d'une personne en salle propre en
fonction de son activité





Comment limiter la contamination particulaire ?

- Limiter la contamination due au personnel



- Limiter la contamination liée au matériel entrant





Limiter la contamination due au personnel (1)

- En limitant l'accès du personnel
 - Limiter le nombre de personnes dans la salle propre
 - Accès limité à des personnes formées ou accompagnées d'une personne formée





Limiter la contamination due au personnel (2)

- Mise en place de procédures/affichage : habillage du personnel entrant
 - différents selon la classe de propreté

- **Habillage recommandé en ISO 8 et ISO 7**

1. **Charlotte**
2. **Surchausses**
3. **Blouse**
4. **Masque et gants selon applications**

Cache barbe si besoin





Limiter la contamination due au personnel (3)

- **Habillage recommandé en ISO 6 et ISO 5**

1. Charlotte
2. Sur-chausses, si besoin
3. Gants
4. Combinaison
5. Sur-bottes
6. Cagoule
7. Masque
8. Lunettes de protection
9. Gants



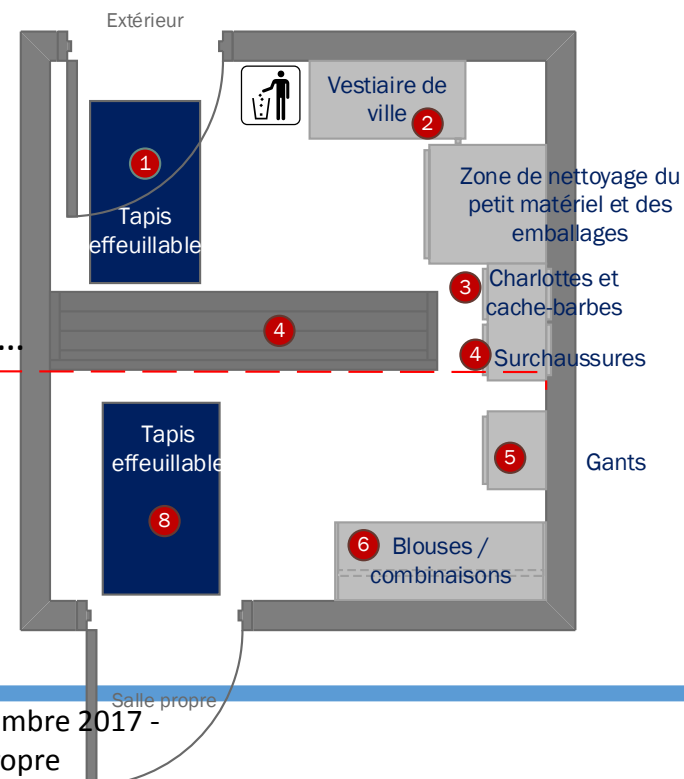


Limitier la contamination due au personnel (4)

- Mise en place de procédures/affichage d'entrée en salles propres
 - Dépôt des vêtements de ville dans le vestiaire ou partie grise du SAS (manteaux, écharpes, sacs, ...)
 - Habillage spécifique selon la classe de propreté
 - Respecter l'ordre d'habillage
- Avant d'entrer en salle propre
 - Toujours vérifier la tenue
 - position de la charlotte, gants par-dessus la blouse,...
 - Marcher sur le tapis « collant »

Partie « grise » du SAS

Partie « propre » du SAS





Limiter la contamination liée au matériel entrant : Nettoyage du matériel

- **Tout matériel doit être nettoyé avant d'être introduit en salle propre**
 - Nettoyage grossier (dégraissage, aspiration,...) à l'alcool, Acétone ou produit dégraissant
 - En dehors du SAS et de la salle propre
 - Nettoyage intermédiaire et fin à l'alcool (Isopropanol)
 - Dans le SAS et si besoin nettoyage complémentaire en salle propre
- Matériel de nettoyage
 - Lingette non pelucheuse
 - Écouvillon
 - Bain à ultrason
- 4 paramètres à faire varier
 - Chimie du produit
 - Température
 - Action mécanique
 - Durée



Quelques bonnes pratiques





Bonnes pratiques en salle propre (1)

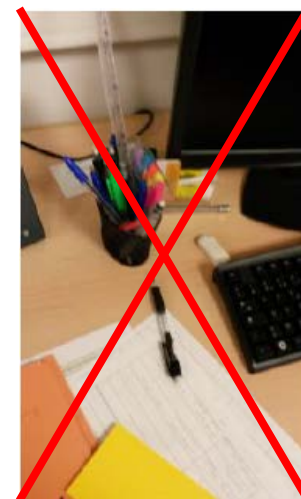
- Ne pas fumer, boire, manger, mâcher du chewing-gum
- Respecter l'habillement obligatoire
 - Ne pas porter de short ou de jupe
➔ possibilité d'utiliser un pantalon jetable
 - Eviter de porter de vêtements pelucheux sous la blouse
 - Ne pas réutiliser sa charlotte et ses sur-chausses
- Eviter le maquillage pour des classes de propreté inférieures ou égales à ISO 7
- Éviter d'entrer en salle propre en cas de maladie
- Adapter son comportement
 - Ne pas faire de geste brusque ou courir





Bonnes pratiques en salle propre (2)

- Ne pas entrer de caisse en bois, de cartons, de mousse polyuréthane, des chiffons ou gazes pelucheux, de PVC, de tissu



- Ne pas entrer du matériel non nettoyé
- Ne pas utiliser de feuilles en papier, de crayons à papier, de gommes
➔ Utilisation de papier spécial salle propre et/ou mise sous pochette des papiers
- Ne pas utiliser de mouchoir / essuie-tout en papier



Bonnes pratiques en salle propre (3)

- Ranger et nettoyer soigneusement son plan de travail après activités



- Ne pas effectuer d'opération génératrice de poussière ou de fumée (perçage, limage, essai incendie traditionnel...)
 - ➔ Si nécessaire, mettre en place des protections et aspirations



Bonnes pratiques en salle propre (4)

- Eviter d'entrer équipements ventilés dans les salles propres (ordinateur, alimentation, microscope,...)
 - Si nécessaire,
 - ➔ orienter la ventilation de manière à ne pas contaminer les éléments sensibles
 - ➔ Ne pas entrer les équipements dans les salles ou sous les flux laminaires ISO5
- Ne pas stocker de matériel au sol, ni devant les bouches de ventilations





En résumé

- ☒ Formation et sensibilisation régulière des usagers à l'utilisation de salles propres
- ☒ Port d'une tenue vestimentaire adaptée et propre
- ☒ Procédure /affichage des règles d'utilisation des salles propres (nettoyage du matériel, habillage,...)
- ☒ Surveillance des paramètres des salles propres (pression, température, hygrométrie, taux de particules)
- ☒ Maintenance et entretien des salles propres



Documents de référence

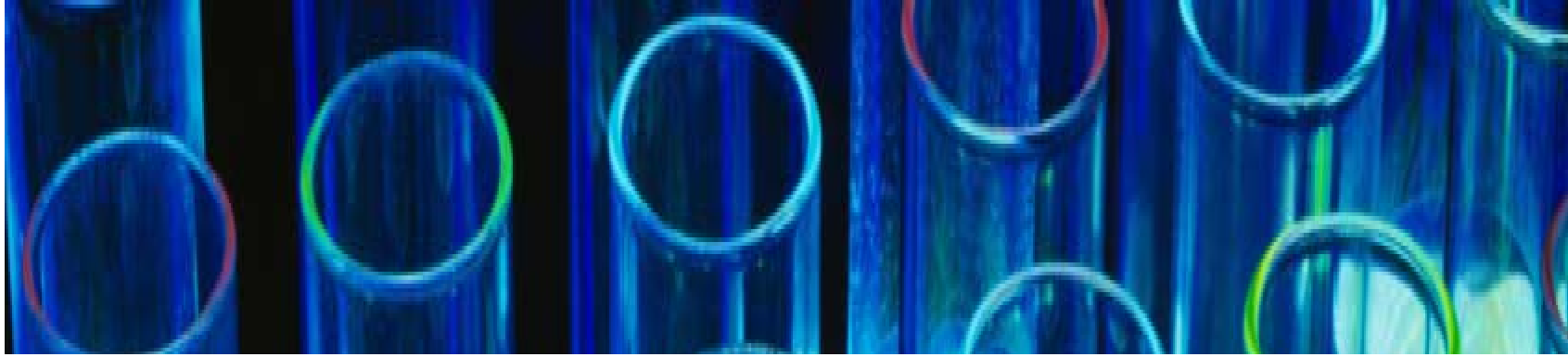
- Procédures INSU
 - **INSU-PRO-017 v1.2 Travailler en salle propre**
 - **INSU-PRO-024 v1.2 Propreté des équipements en salle propre**
 - **INSU-PRO-026 v1.0 Gestion d'une salle propre**
 - **INSU-PRO-027 v1.0 Maîtrise et contrôle de la contamination**

- **NF EN ISO 14644** : Salles propres et environnements maîtrisés apparentés (partie 1 à 10)

- **NF EN ISO 14698**: Salles propres et environnements maîtrisés apparentés - Maîtrise de la biocontamination (partie 1 et 2)

- **ECSS-Q-ST-70-01**: Space product assurance-Cleanliness and contamination control

- **ECSS-Q-ST-70-50**: Space product assurance-Particles contamination monitoring for spacecraft systems and cleanrooms



« Les salles propres : de l'installation à l'utilisation, de la théorie à la pratique
– Usages et retours d'expériences »

Merci pour votre attention

Sandrine COUTURIER
Responsable qualité et assurance produit IAS-CNRS

