



# CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES

## Caractérisation des pertes de performances d'optiques en fonction de la concentration surfacique de contamination

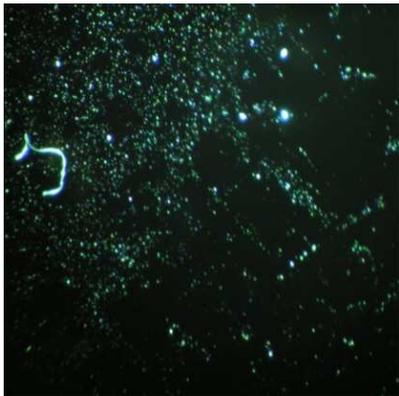
Maître d'apprentissage : Delphine Faye

Tuteur pédagogique : Christèle Combes

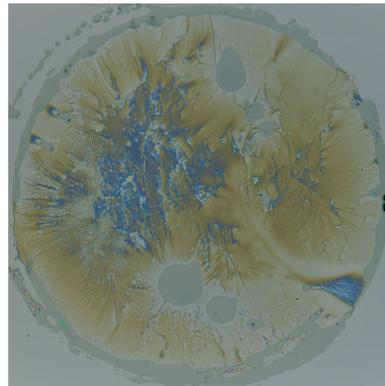
- **I. Contexte - Contamination**
- **II. Objectifs de l'apprentissage**
- **III. Étalonnage du spectromètre IRTF**
- **a. Matériaux étudiés**
- **b. Moyens techniques**
- **c. Méthode d'essai**
- **Conclusion et perspectives**

# I. Contexte - Contamination

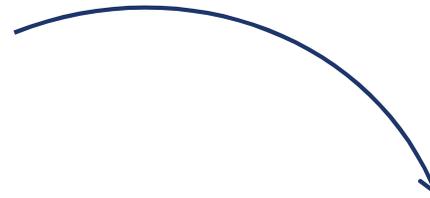
**2 types de contamination:**



Contamination particulaire  
*Pollution d'un filtre optique*



Contamination moléculaire  
*(banc dépôt)  
RTVS 691 sur Ge*



Facteurs	Effets
Pression Température Nature substrat Etat de surface Prétraitement	Optiques Revêtements thermiques Systèmes électroniques

## II. Objectifs de l'apprentissage

Etude sur les polymères les plus employés dans les derniers projets du CNES et qui dégazent le plus :

- **Etalonnage** : relation entre pertes de performance d'optiques et concentration en contaminants
- **Morphologie** des dépôts
- **Cinétiques** de dégazage
- **Identification** des molécules dégazées

## III. Méthode d'étalonnage:

### a. Matériaux étudiés

Classe	Désignation	Nature chimique
Peintures, primaires et encres	MAP-PUK	Polyuréthane
	MAP-SG121FD	Elastomère silicone
Lubrifiants	Braycote 601EF	Polyéther perfluoré
Résines d'enrobage	Nusil CV-2566	Silicone
Composite à matrice polymère	FR4	Fibres de verre + polymère

Classe	Désignation	Nature chimique
Revêtements, adhésifs, vernis	Scotch-Weld EC-9323-2	Epoxy
	3M 850 tape Silver	Polyester
	Redux 312 L	Epoxy
	MAPSIL 213B	Elastomère silicone
	RTV-S691	Silicone
Thermoplastiques	Kapton HN	Polyimide

Issus des DML de : Aces/Pharao, Bepi-Colombo, Corot, Demeter, Euclid, IAS NG, Insight, MegaTropiques, Merlin, Microscope, Parasol, Picard, Pléiades, Svom

## III. Méthode d'étalonnage

### b. Moyens techniques

#### BANC 4-QCM

##### Caractéristiques

- 4 fours chauffés à des températures de consignes
- Substrat (lame ou QCM) refroidi à l'azote liquide (Ge à  $-172^{\circ}\text{C}$ )
- Vide secondaire ( $\sim 10^{-6}$  mbar)

##### Données récupérées

- Perte de masse échantillon
- Variation de masse substrat

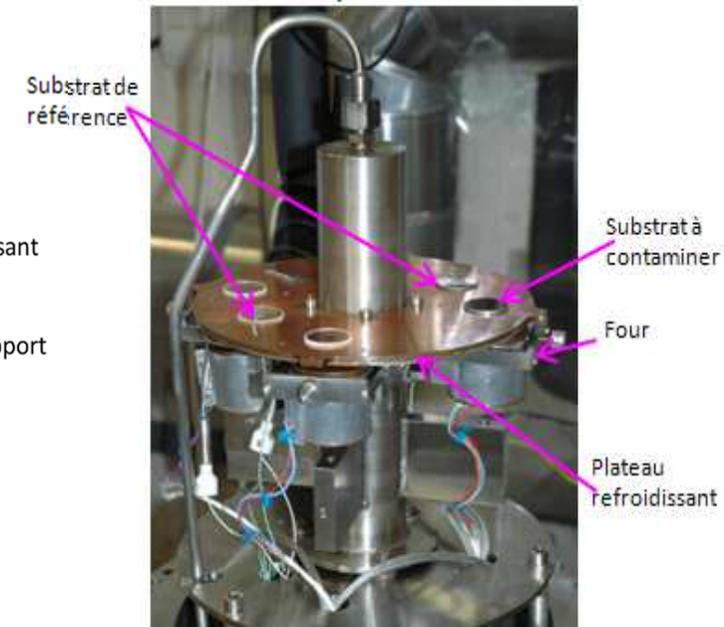
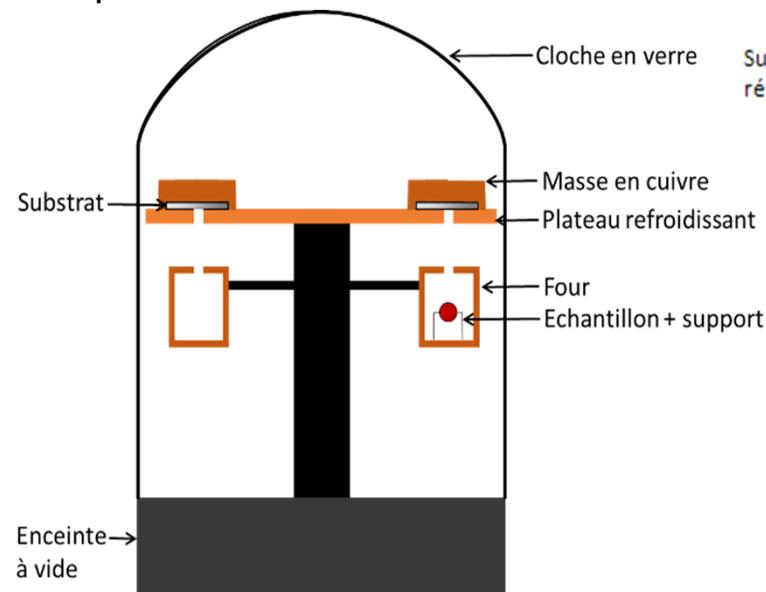


Schéma du banc 4-QCM (à gauche) et photographie du système (à droite).

# III. Méthode d'étalonnage

## b. Moyens techniques

### SPECTROMÈTRE IRTF – MODE TRANSMISSION

*Nicolet iS10 Thermo Scientific*

Moyen infra rouge 4000 à 400  $\text{cm}^{-1}$

Intéraction entre un rayonnement et la matière :

**Analyse qualitative** : structure moléculaire (groupes fonctionnels et liaisons chimiques)

**Analyse quantitative** : concentration, Beer-Lambert

$$\text{Absorbance} = \varepsilon C$$

$\varepsilon$  : Coefficient d'absorption à un nombre d'onde donné ( $\text{cm}^2/\text{g}$ )

$C$  : Concentration surfacique ( $\text{g}/\text{cm}^2$ )

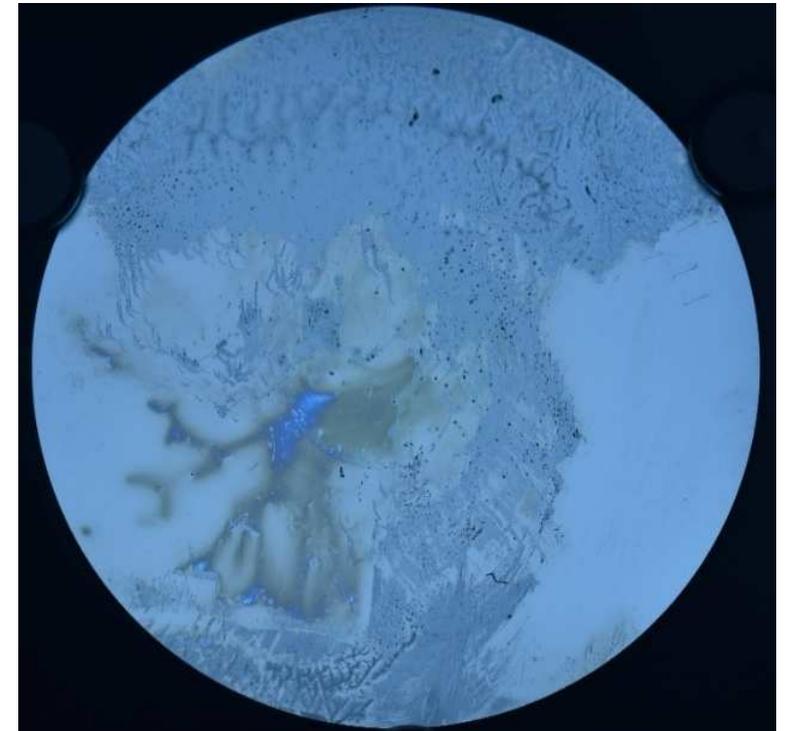
### III. Méthode d'étalonnage

#### c. Méthode d'étalonnage

1

Réalisation d'un dépôt préliminaire

→ Banc 4-QCM



*Photographie du dépôt issu du dégazage de RTVS691 à 100°C pendant 4 jours (banc 4-QCM)*

## III. Méthode d'étalonnage

### c. Méthode d'étalonnage

1

Réalisation d'un dépôt préliminaire

→ Banc 4-QCM

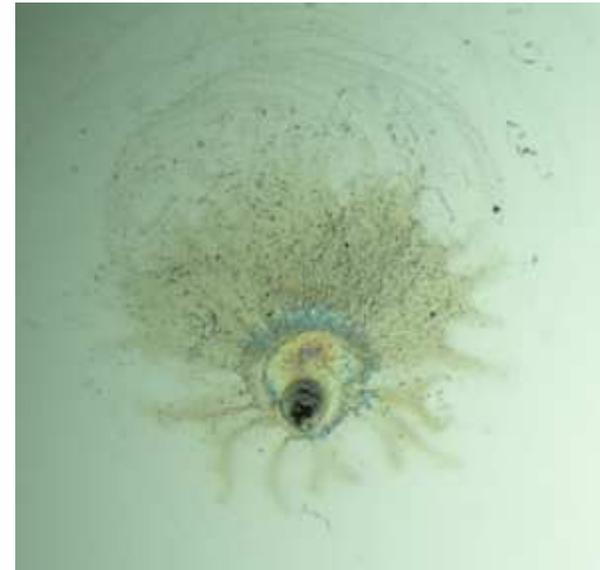
2

Réalisation d'une solution mère en mettant en solution le dépôt préliminaire

## III. Méthode d'étalonnage

### c. Méthode d'étalonnage

- 1 Réalisation d'un dépôt préliminaire  
→ Banc 4-QCM
- 2 Réalisation d'une solution mère en mettant en solution le dépôt préliminaire
- 3 Création de dépôts étalons à partir de la solution mère

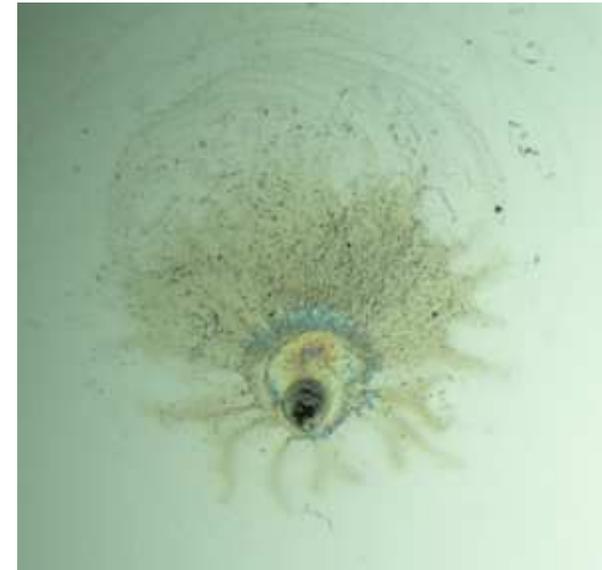


*Observation à la loupe binoculaire du dépôt étalon issu du dégazage de RTV-S691 avec un grossissement  $\times 7$*

## III. Méthode d'étalonnage

### c. Méthode d'étalonnage

- 1 Réalisation d'un dépôt préliminaire  
→ Banc 4-QCM
- 2 Réalisation d'une solution mère en mettant en solution le dépôt préliminaire
- 3 Création de dépôts étalons à partir de la solution mère
- 4 Mesure de la surface des dépôts

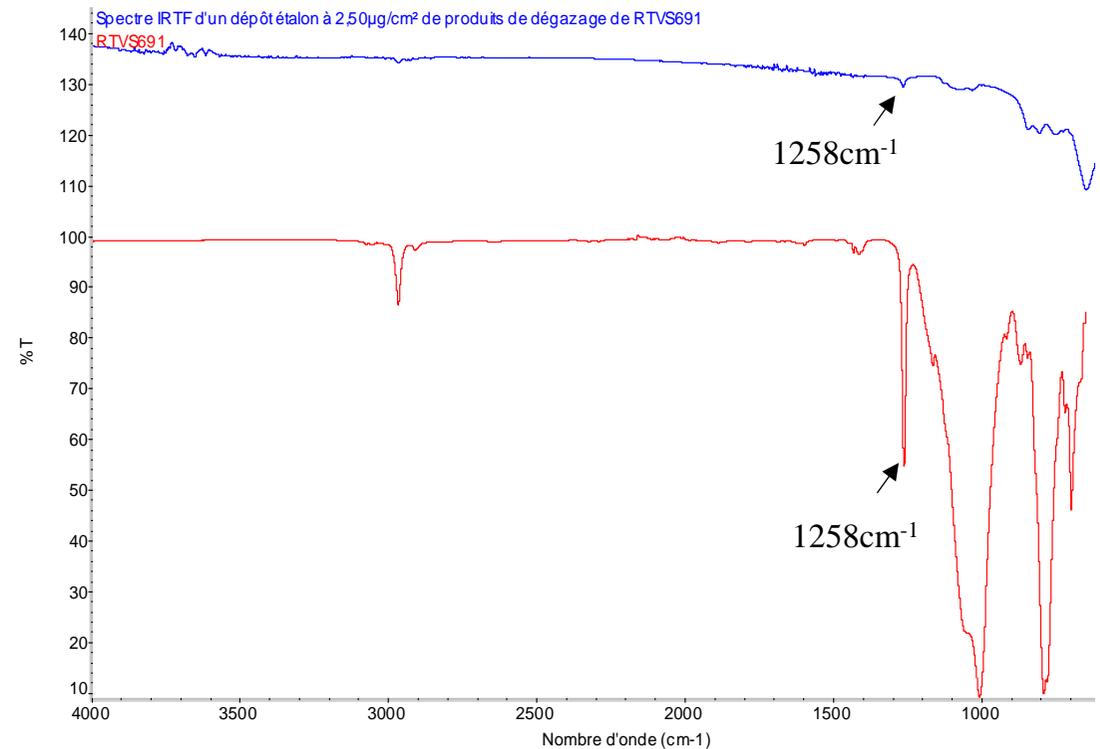


*Observation à la loupe binoculaire du dépôt étalon issu du dégazage de RTV-S691 avec un grossissement  $\times 7$*

## III. Méthode d'étalonnage

### c. Méthode d'étalonnage

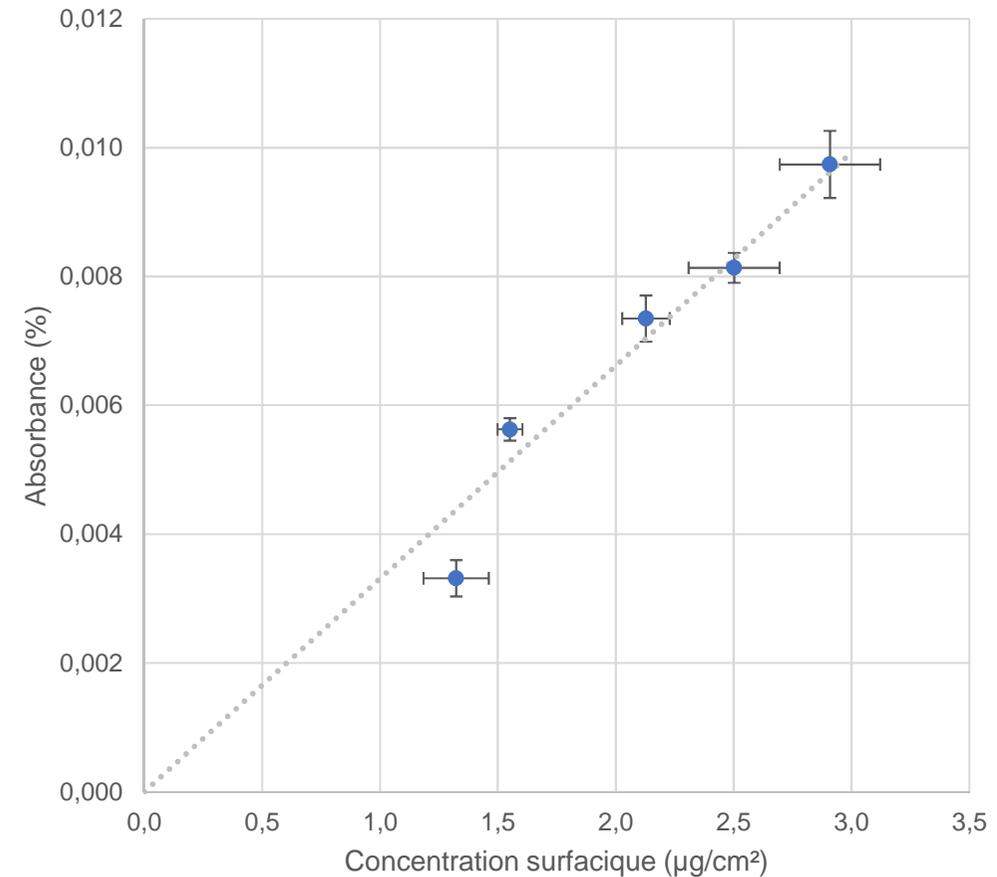
- 1 Réalisation d'un dépôt préliminaire  
→ Banc 4-QCM
- 2 Réalisation d'une solution mère en mettant en solution le dépôt préliminaire
- 3 Création de dépôts étalons à partir de la solution mère
- 4 Mesure de la surface des dépôts
- 5 Mesure d'absorbance de la gamme étalon de dépôts → Spectromètre IRTF (transmission)



## III. Méthode d'étalonnage

### c. Méthode d'étalonnage

- 1 Réalisation d'un dépôt préliminaire  
→ Banc 4-QCM
- 2 Réalisation d'une solution mère en mettant en solution le dépôt préliminaire
- 3 Création de dépôts étalons à partir de la solution mère
- 4 Mesure de la surface des dépôts
- 5 Mesure d'absorbance de la gamme étalon de dépôts → Spectromètre IRTF (transmission)



## Conclusion et perspectives

- Première approche avec le matériau siliconé RTV- S691
  - Problèmes d'incertitudes identifiées
  - Modification de la norme ECSS-Q-ST-70-05C
- Développement de la méthode d'étalonnage sur la liste de matériaux