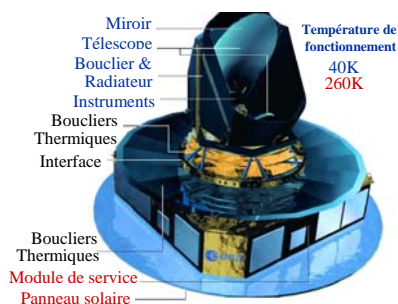


# Emissivité aux températures cryogéniques de l'infrarouge aux ondes submillimétriques. Applications spatiales

Laurent FRANCOU\*, Nicolas RAMBURE\*\*\*, David RAMEL\*, Abdelkader SADOU\*, Philippe HERVE\*, Jean-Luc BODNAR\*\*

\* Laboratoire d'Énergétique et d'Économie d'Énergie (LEEE), Université Paris X, 1, Chemin Desvallières, 92410 Ville d'Avray, France

\*\* Laboratoire d'Énergétique et d'Optique (LEO), Université Reims, Campus du Moulin de la Housse, 51687 Reims, France



## But de L'étude

Planck est un satellite de l'Agence Spatiale Européenne (ESA) qui doit permettre à la communauté scientifique de déterminer la courbure de l'Univers afin d'en prédire son destin, sa topologie, sa densité et sa composition. Le satellite doit fournir une cartographie des fluctuations du rayonnement du fond de ciel (à 2,73K). Pour ne pas être gêné par son propre bruit thermique, le télescope du satellite doit être le plus froid possible. Il est refroidi par un radiateur thermique dont le revêtement doit être le plus émissif possible à la température de fonctionnement (40K). Le Laboratoire d'Énergétique et d'Économie d'Énergie (LEEE) est chargé de mesurer le facteur d'émission total de différents revêtements dans un domaine de température allant de 200K jusqu'à 40K.

## Méthode

- Mesure «  $L_1$  » sur le corps noir à la température  $T_1 = 20K$

$$S_1^0 = \underbrace{\sigma T_1^4}_{\approx 0} - \varepsilon_{P_{ale}} \sigma T_{P_{ale}}^4$$

- Mesure «  $L_2$  » sur le corps noir à une température «  $T_2$  »

$$S_2^0 = \sigma T_2^4 - \varepsilon_{P_{ale}} \sigma T_{P_{ale}}^4$$

- Mesure «  $L_3$  » sur l'échantillon à la température  $T_1 = 20K$

$$S_1 = \underbrace{\varepsilon_{T_1} \sigma T_1^4}_{\approx 0} - \varepsilon_{P_{ale}} \sigma T_{P_{ale}}^4 + (1 - \varepsilon_{T_{env}}) \sigma T_{Env}^4$$

- Mesure «  $L_4$  » sur l'échantillon à une température «  $T_2$  »

$$S_2 = \varepsilon_{T_2} \sigma T_2^4 - \varepsilon_{P_{ale}} \sigma T_{P_{ale}}^4 + (1 - \varepsilon_{T_{env}}) \sigma T_{Env}^4$$



$$\varepsilon_{T_2} = \frac{S_2 - S_1}{S_2^0 - S_1^0}$$

## Erreur de la méthode

$$\varepsilon_{\text{Mesuré à } T_2} = \varepsilon_{T_2} + \frac{\Delta \varepsilon_{(T_2-T_1)} L_{T_1}^0}{L_{T_2}^0 - L_{T_1}^0}$$

## Erreurs expérimentales

Erreur sur la mesure du signal = 0.5%  
Variation de température = 0.2K  
Variation du flux réfléchi = 1% + 0.5%/10K

## Résultats

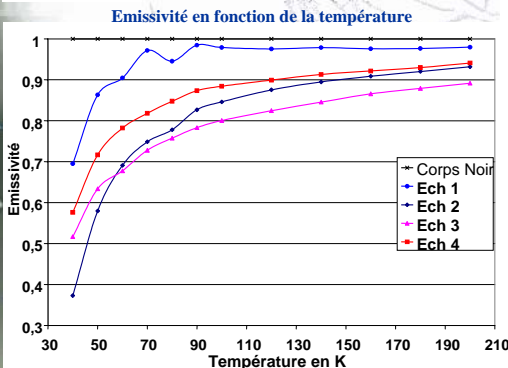
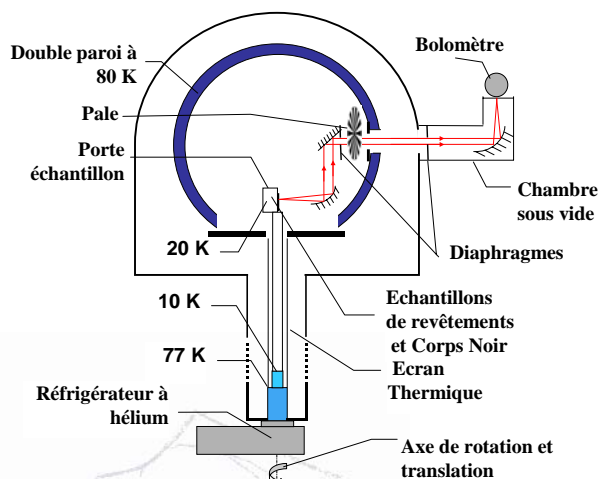


Schéma du montage



Erreur sur l'émissivité en fonction de la température

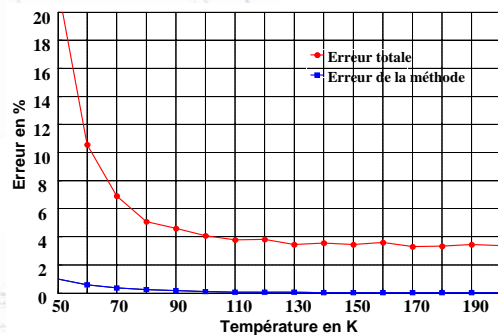


Photo des différents échantillons et des corps noirs

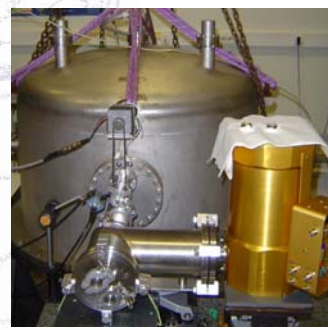


Photo de l'enceinte et du bolomètre



Simulation du fond de ciel vue par Planck  $\Delta T/T = 2.10^{-6}$

## Conclusion

Nous avons observé que l'émissivité totale directionnelle diminue nettement aux basses températures, notamment en dessous de 90K, quelque soit le revêtement.

Les émissivités absolues ont une précision meilleure que 5% au dessus de 80K. Par ailleurs, la reproductibilité des mesures donne une précision sur les émissivités relatives de 5% aux plus basses températures.

Les mesures ont permis de classer les différents revêtements, de définir la meilleure peinture à basse température et de modéliser les échanges thermiques du télescope.