



HAL
open science

Paramètres optiques et texturaux gouvernant les propriétés radiatives de l'Al 6061 à $T = 20^{\circ}\text{C}$

Chloe Le Roux, Benoit Rousseau, Steven Le Corre, Violaine Le Louët, Maxime Villière, Pascal Paillard, Ludovic Charpentier, Marianne J.H. Balat-Pichelin, Jose Gonzalez-Aguilar, Charles-Alexis Asselineau

► To cite this version:

Chloe Le Roux, Benoit Rousseau, Steven Le Corre, Violaine Le Louët, Maxime Villière, et al.. Paramètres optiques et texturaux gouvernant les propriétés radiatives de l'Al 6061 à $T = 20^{\circ}\text{C}$. 4èmes Journées Annuelles du GDR TAMARYS, Jun 2022, Villeurbanne, France. . hal-03879065

HAL Id: hal-03879065

<https://hal.science/hal-03879065>

Submitted on 30 Nov 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Chloe Le Roux¹, Benoit Rousseau¹, Steven Le Corre¹,
 Violaine Le Louet², Maxime Villière²,
 Pascal Paillard³,
 Ludovic Charpentier⁴, Marianne-Balat-Pichelin⁴,
 Jose Gonzalez-Aguilar⁵, Charles-Alexis Asselineau⁵

¹LTen Nantes, France ²Capacités Nantes, France, ³IMN Nantes, France, ⁴PROMES Odeillo, France ⁵IMDEA Energy Madrid, Espagne

* Stage 4^{ème} TEM Polytech/Nantes (2 mois)

Contexte : conversion de l'énergie à haute température (600-1500°C)

(procédé d'élaboration) ↔ (composition chimique, texture)

↔ (dépendance thermo-spectro-directionnelles) ↔ propriétés radiatives :
 quelles méthodologies?

propriétés Verrous scientifiques/ enjeux industriels :

- impact du vieillissement (corrosion chimique, endommagement mécanique) sous haut flux thermique (0,5-5 MW/m²) sur l'efficacité de conversion énergétique?
- impact sur les propriétés thermophysiques (mesures en conditions réelles)?
 - paramètres « seuil » ↔ durabilité?
- Comment aborder la modélisation multi-échelle des propriétés radiatives?

MSCA IF HEASERS

Partners:

- IMDEA Energia (Madrid, Spain): Hosting institution
- LTen (Nantes, France): Secondment Hosting institution.

Temperature: 650 - 1500°C

Micro-scale (1 μm) | Meso-scale (0.1 mm) | Macro-scale (0.1 m)

Tailored roughness | Meso-structures | Industry

HEASERS

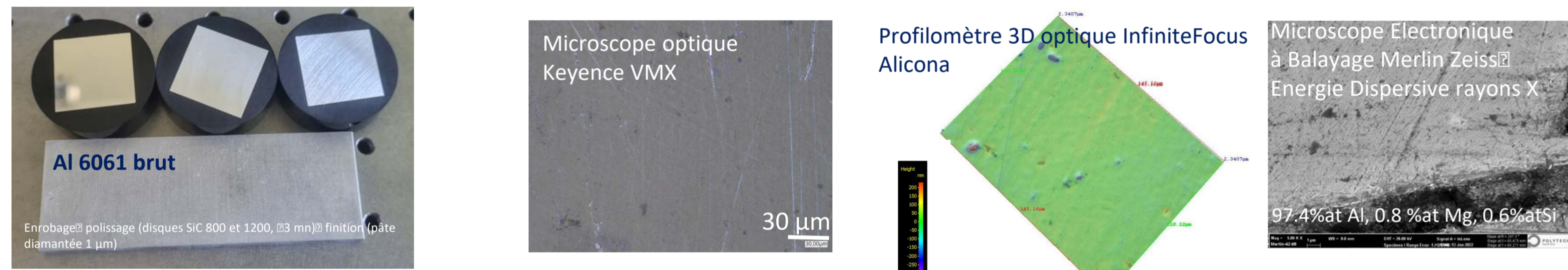
C.-A. Asselineau IMDEA Energy (2022-2023)
 High-Temperature Angular-Selective Radiant Surfaces

Composés métalliques réfractaires multi-élémentaires ☑ oxydation complexe à HT

Thèse J. Colas « Etude du comportement de revêtements multicouches élémentaires » UPVD 2019
 Un exemple : Kanthal APMT (alliage Fe-Cr-Al)

Surfaces opaques rugueuses mono-élémentaires : Al 6061 (T_f = 585°C, λ ~ 150-200 W.m⁻¹.K⁻¹)

polissage (800, 1200) finition (1μm)



polissage (800)

polissage (1200)

Statistique de surface (Mex Alicona)

	A: 800	B: 800,1200	C: 800,1200, 1μm
σ_{rms} (μm)	0,79	0,21	0,051
τ (μm)	17,8	6,8	10,5
σ_{rms}/τ	0,045	0,032	0,005

extraction fichier .stl (Mex Alicona)

Simulation numérique (Monte Carlo Lancer de Rayon, Maxwell)

Modélisation numérique des propriétés radiatives ?

$\sigma_{rms}/\lambda \ll 1$ et $\sigma_{rms}/\tau < 0.1$: théorie de Rayleigh-Rice
 $0.125 < \sigma_{rms} \cos \theta_i / \lambda < 0.2$ et $\sigma_{rms}/\tau < 0.3$: approximation de Kirchhoff
 $\sigma_{rms} \cos \theta_i / \lambda > 0.2$ et $\sigma_{rms}/\tau < 4$: approximation de l'optique géométrique

Moyens expérimentaux – LTEN

0,4-200 μm

20°C

CPER 2007-2013

Région PAYS DE LA LOIRE

BRUKER

Unité électronique avec des indicateurs en LED pour monitorer l'état de l'appareil

Source Laser He-Ne

Separateur

Dispositif de haute résolution pour générer les interférences: interféromètre de Michelson

Postes de stockage de séparation des faisceaux

Détecteurs

Compartiment échantillon

Module de source interne

Accroisse standard pour mesurer la transmittance normale normale

IR JULES VERNE

Porte échantillon chauffant rotatif

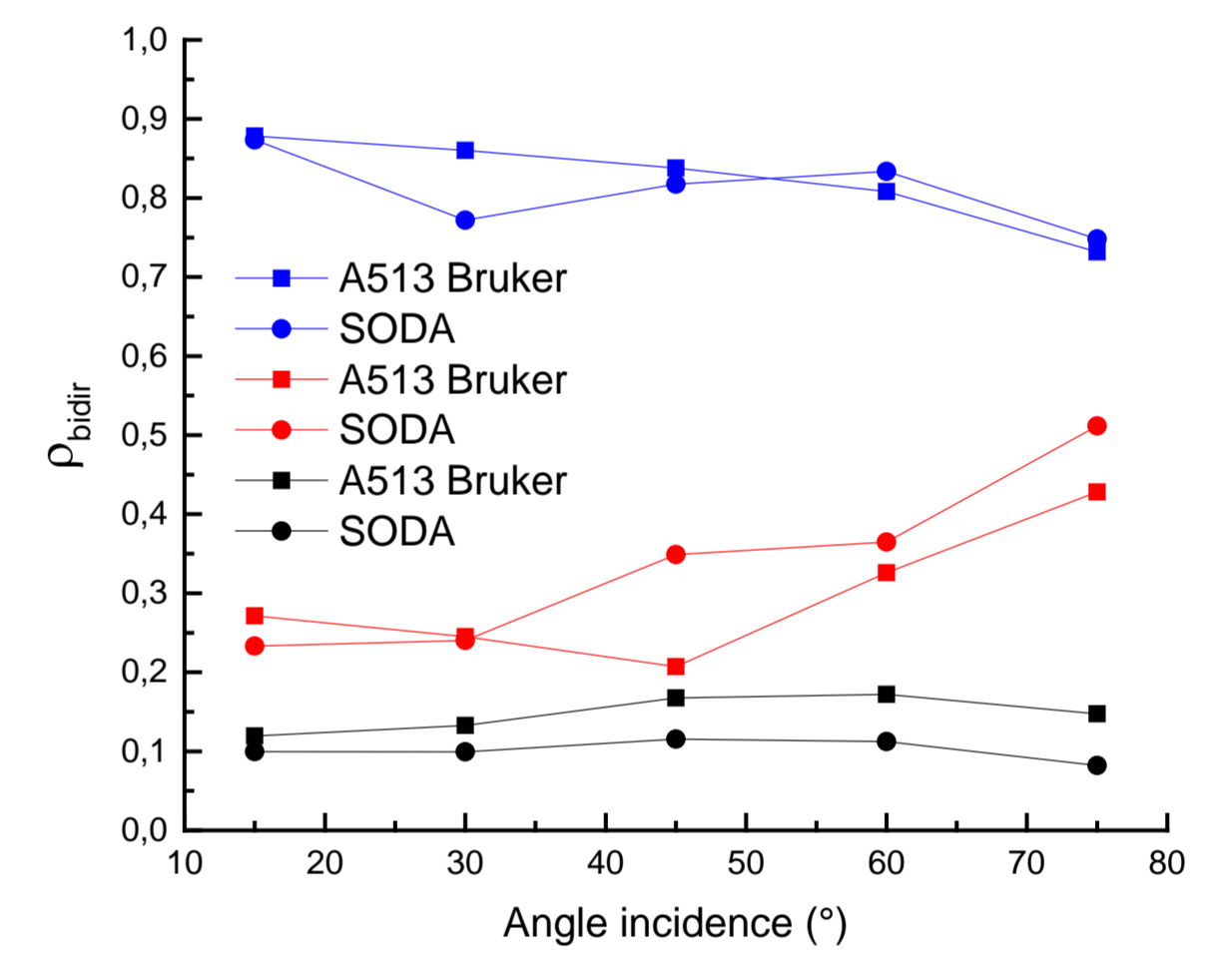
Détecteur (Diode Si) interface Bruker 80 V

Bras rotatif de collecte faisceau réfléchi

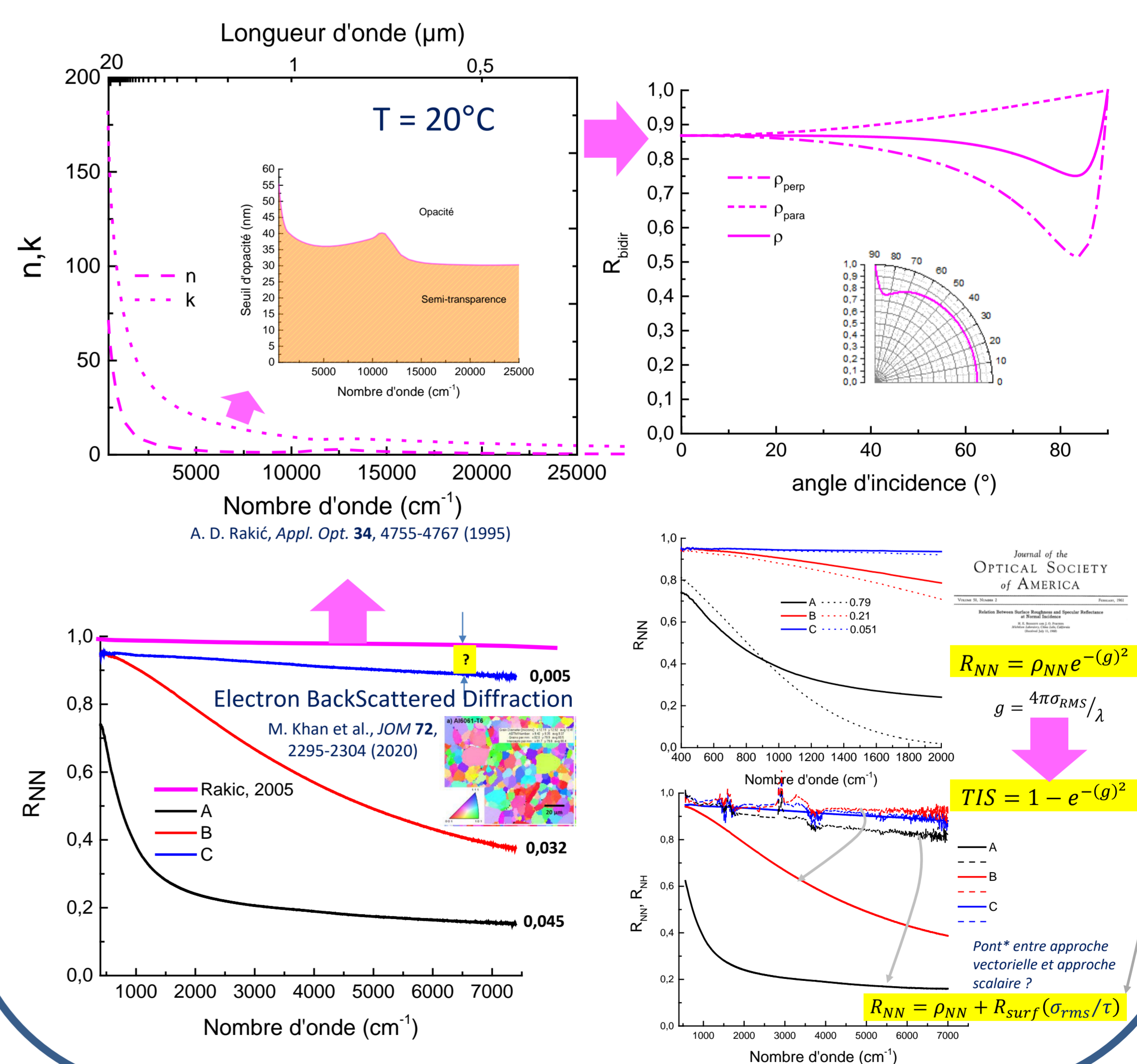
Platine gonio-photométrique tri-axe SODA 20-600°C

M. Bitterling et al., Solar Energy 209, 653–661 (2020)

Comparaison banc SODA/A513 Bruker (réglages optiques, anisotropie échantillon cellule de détection) taille échantillon : 20x20 mm² à 30x30 mm²



Propriétés radiatives : fonctions optiques, effet de rugosité + microstructure



*Elias, M., & Lafait, J. (2015). La couleur. Lumière, vision et matériaux: Lumière, vision et matériaux. Humensis.

Conclusions & perspectives

- Développement d'un nouveau banc gonio-photométrique tri-axe (20-600°C ; 0,4-200 μm) : SODA
- Première comparaison prometteuse entre A513 Bruker/SODA à T = 20°C
- Caractérisation texturale à T = 20°C de surfaces d'Al 6061 à σ_{rms}/τ graduel (0,005-0,05) → anisotropie prononcée à σ_{rms}/τ élevé
- Diminution de σ_{rms}/τ → augmentation de R_{NN} et diminution de la diffusion de surface
- Détermination des performances du banc SODA à poursuivre (spectralon, alumine, silicium ; comparaison sphères intégrantes /SODA ; comparaison CEA CESTA, ICA?, IThEMM ?)
- Détermination des indices optiques : impact de la microstructure (EBSD, IMN)
- Calcul des erreurs sur les mesures avec SODA et A513Bruker
- Modélisation des RNN, RNH, Rbidir, BRDF (HEASERS) : quels descripteurs statistiques seuils?
- Comparaison numérique/analytique (Cook-Torrance, Beckmann-Spizzichino,...) : pont entre approche vectorielle et approche scalaire?