



**HAL**  
open science

# Etude structurale d'une suie de moteur d'avion par diffusion élastique de neutrons. Interaction eau/suie et implications atmosphériques

Victoria Tishkova, Benjamin Demirdjian, Daniel Ferry

► **To cite this version:**

Victoria Tishkova, Benjamin Demirdjian, Daniel Ferry. Etude structurale d'une suie de moteur d'avion par diffusion élastique de neutrons. Interaction eau/suie et implications atmosphériques. Journées scientifiques du Groupe Français d'Etude des Carbones (GFEC), Mar 2010, Gréoux-les-Bains, France. hal-03228535

**HAL Id: hal-03228535**

**<https://hal.science/hal-03228535>**

Submitted on 18 May 2021

**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.

# Etude structurale d'une suie de moteur d'avion par diffusion élastique de neutrons. Interaction eau/suie et implications atmosphériques



Centre d'Elaboration de Matériaux et d'Etudes Structurales

V.Tishkova<sup>1,2,\*</sup>, B. Demirdjian<sup>1</sup>, D.Ferry<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>CINAM/UPR CNRS 3118 Université Aix-Marseille, Campus de Luminy 13009 Marseille  
<sup>2</sup>CEMES/CNRS 29, rue Jeanne Marvig, BP 94347, 31055 Toulouse  
 \*e-mail: victoria.tishkova@cemes.fr



CINAM - Centre Interdisciplinaire de Nanoscience de Marseille

## L'émission de suies par les avions



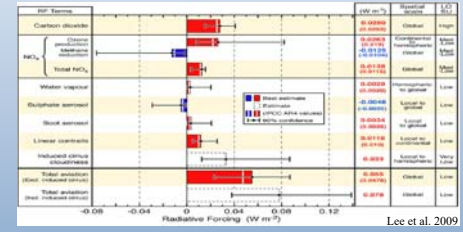
L'effet direct

L'effet indirect

## Introduction

- absorption et diffusion des radiations solaire et terrestre
- modification de la composition chimique de l'atmosphère
- modification du bilan radiatif de l'atmosphère par l'augmentation de la couverture nuageuse

Changement climatique



Ce travail se focalise sur la détermination des propriétés d'une suie produite par combustion de kérosène dans une chambre de combustion de moteur d'avion. Les caractéristiques de cette suie sont comparées à celles d'autres suies de laboratoire

## L'échantillonnage

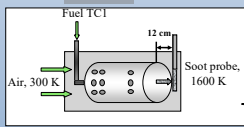
### Suie d'avion

### Suies de laboratoire

CIAM, Moscou, Russie

Suie Thermique (ST) (commercial)

Suie de laboratoire TC1 (SL)



Treatment thermique (3000°C sous flux d'azote)

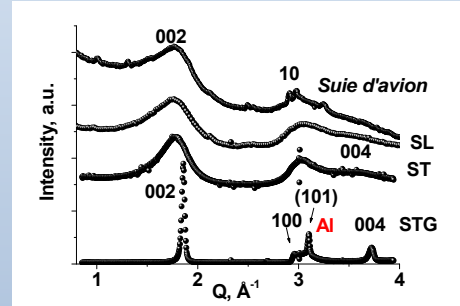


Suie Thermique Graphitée (STG)

produite par la combustion du même kérosène dans une lampe à huile

T <sub>inlet</sub> (K)	T <sub>outlet</sub> (K)	Air / fuel ratio	Pressure (atm)	Fuel
300	1250-1450	4 - 4.5	3 - 5	Aviation kerosene TC1 Sulfur=0.11 wt% Ash=0.003 wt%

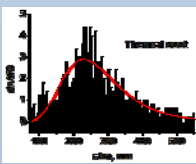
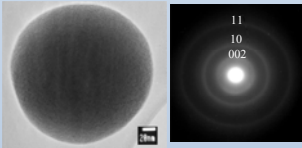
## Microstructure: diffusion élastique de neutrons



	DN, $d_{hkl}$ , Å	SAED, $d_{hkl}$ , Å	Number of planes (n), Size of the microcrystallites
Suie Thermique	$d_{10} = 2.07 \pm 0.10$ $d_{002} = 3.52 \pm 0.15$ $d_{004} = 1.78 \pm 0.07$	$d_{10} = 2.09 \pm 0.09$ $d_{002} = 3.54 \pm 0.19$ $d_{11} = 1.22 \pm 0.07$	$n=6$ $L_c = 21 \pm 3 \text{ Å}$ $L_a = 19 \pm 2 \text{ Å}$
Suie Thermique Graphitée	$d_{002} = 3.38 \pm 0.12$ $d_{101} = 2.02 \pm 0.07$ $d_{100} = 2.12 \pm 0.09$ $d_{004} = 1.69 \pm 0.05$	$d_{002} = 3.34 \pm 0.15$ $d_{100} = 2.05 \pm 0.13$ $d_{004} = 1.71 \pm 0.12$ $d_{110} = 1.22 \pm 0.09$ $d_{112} = 1.14 \pm 0.09$	$n=55$ $L_c = 182 \pm 15 \text{ Å}$
Suie de laboratoire TC1	$d_{002} = 3.58 \pm 0.19$ $d_{10} = 2.05 \pm 0.09$ $d_{11} = 1.77 \pm 0.06$	$d_{002} = 3.60 \pm 0.21$ $d_{10} = 2.07 \pm 0.11$ $d_{11} = 1.23 \pm 0.06$	$n=5$ $L_c = 13 \pm 2 \text{ Å}$ $L_a = 13 \pm 2 \text{ Å}$
Suie d'avion	$d_{002} = 3.58 \pm 0.20 \text{ Å}$ $d_{10} = 2.07 \pm 0.10 \text{ Å}$	$d_{002} = 3.50 \pm 0.18 \text{ Å}$ $d_{10} = 2.07 \pm 0.11 \text{ Å}$ $d_{11} = 1.19 \pm 0.07 \text{ Å}$	$n=3$ $L_c = 21 \pm 2 \text{ Å}$

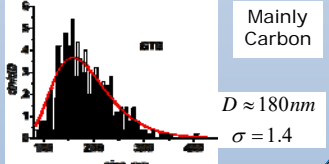
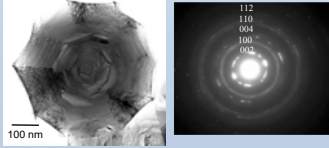
## Microstructure: microscopie électronique en transmission

### Suie Thermique (ST)



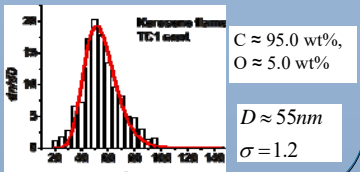
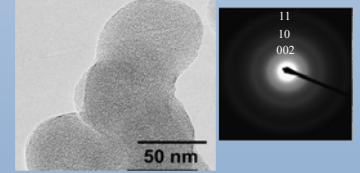
C ≈ 99.6 wt%,  
O ≈ 0.4 wt%  
D ≈ 260 nm  
σ = 1.4

### Suie Thermique Graphitée (STG)



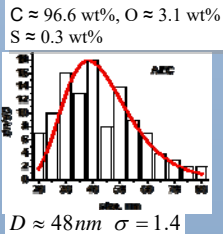
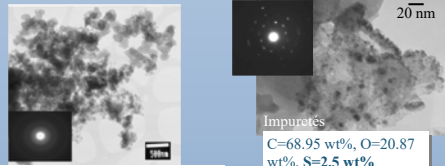
Mainly Carbon  
D ≈ 180 nm  
σ = 1.4

### Suie de laboratoire TC1 (SL)



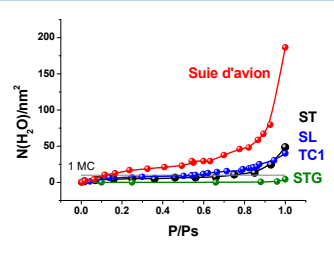
C ≈ 95.0 wt%,  
O ≈ 5.0 wt%  
D ≈ 55 nm  
σ = 1.2

### Suie d'avion

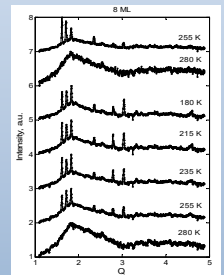


C ≈ 96.6 wt%, O ≈ 3.1 wt%  
S ≈ 0.3 wt%  
C=68.95 wt%, O=20.87 wt%, S=2.5 wt%  
FeO Impuretés  
C=61.2 wt% O=6.1 wt%  
Fe=32 wt% S=0.7 wt%

## Interaction eau/suie et formation de la glace



Isotherme d'adsorption d'eau (température ambiante)  
 Les quantités d'eau adsorbée sur la suie d'avion sont bien plus importantes que sur les suies de laboratoire  
 Fraction soluble dans l'eau:  
 Suie de laboratoire TC1: ≈ 0.9 wt %  
 Suie d'avion ≈ 13.5 wt %



Spectres de diffraction de neutrons: formation de la glace sur la suie d'avion  
 ↓  
 La particule de suie d'avion peut servir comme des noyaux actifs dans la formation de « contrails »

## Conclusions:

La suie d'avion contient deux fractions : une fraction principale présentant une microstructure similaire à celle de la suie de laboratoire TC1 et une fraction d'impuretés (principalement du fer et du soufre)  
 Du à des mécanismes d'adsorption très différents la suie émise par l'avion et les suies de laboratoire se comportent très différemment : les suies hydrophobes (suie de laboratoire TC1, suie thermique et suie thermique graphitisée) adsorbent l'eau uniquement sur les sites actifs de surface alors que les particules émises par les avions interagissent avec l'eau à travers d'une dissolution de leur couche organique/soluble de surface.  
 Nous pouvons ainsi supposer que ces particules agissent comme des noyaux actifs dans la condensation des nuages dans l'atmosphère.