

Elaboration et caractérisation de revêtements céramiques multicouches réalisés par procédé sol-gel

Eloïse DOUET ¹, Arnaud TRICOTEAUX ¹, Christelle NIVOT ¹, Philippe CHAMPAGNE ¹,
Franck BECLIN ², Matthieu TOUZIN ²



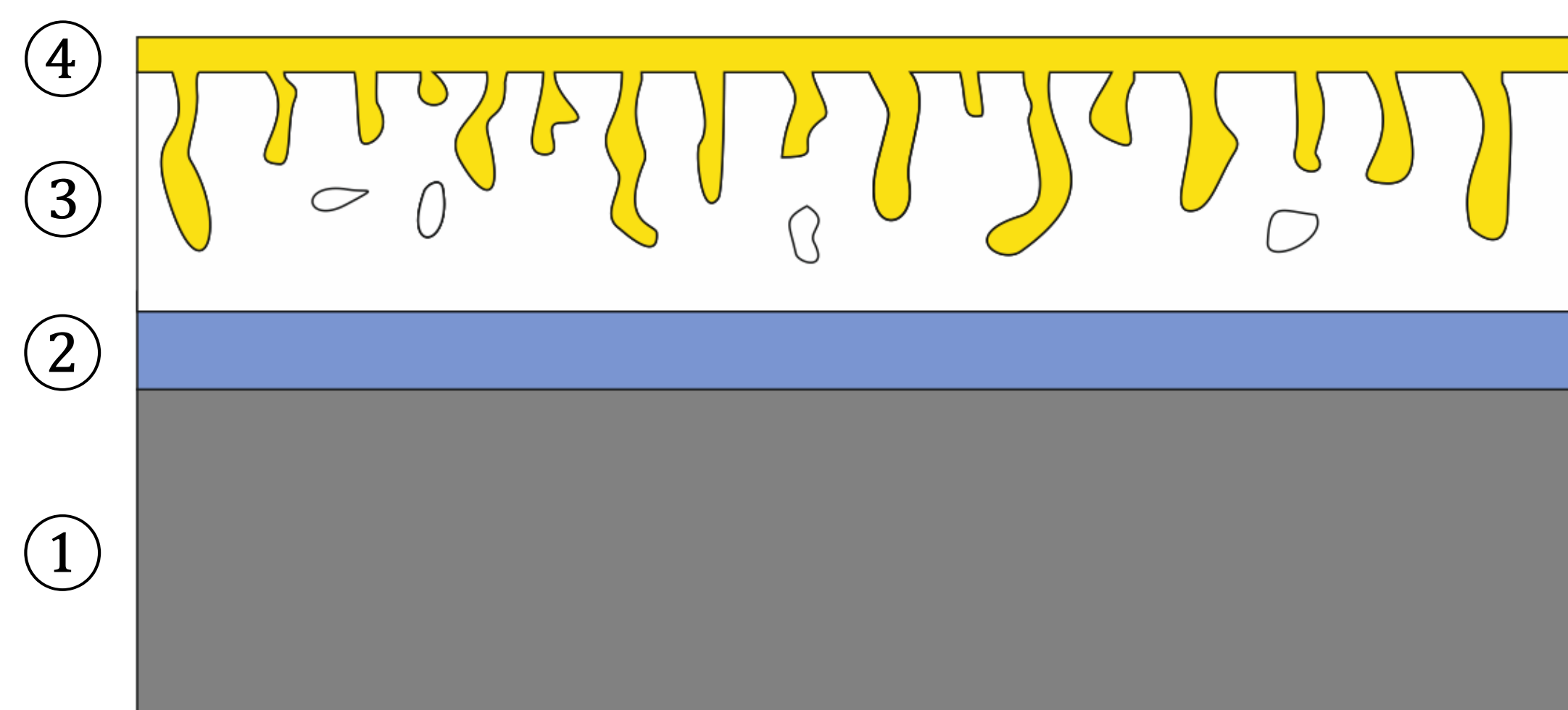
¹ Université Polytechnique Hauts-de-France, Laboratoire des Matériaux Céramiques et Procédés Associés (LMCPA), 59600 Maubeuge
² Université de Lille, CNRS – UMR 8207, UMET – Unité Matériaux et Transformations, Cité Scientifique, 59650 Villeneuve d'Ascq

Introduction

Les secteurs du transport (aéronautique, aérospatial, ferroviaire, automobile, outillages, mécanique et sous-traitants) sont des secteurs très développés de part et d'autre de la zone frontalière franco-belge. Pour ces secteurs, la qualité (longévité et fiabilité) des pièces métalliques est primordiale, celles-ci devant résister aux frottements, à l'usure, à la corrosion et à de fortes contraintes thermiques. Les matériaux performants existants sont souvent onéreux, et ne répondent pas aux besoins des industriels car ils ne combinent pas la résistance à l'usure et à la corrosion. De fait, la demande du marché est très forte pour des pièces plus performantes, plus économiques, et qui résisteront à la fois aux phénomènes d'usure et de corrosion.

Objectif

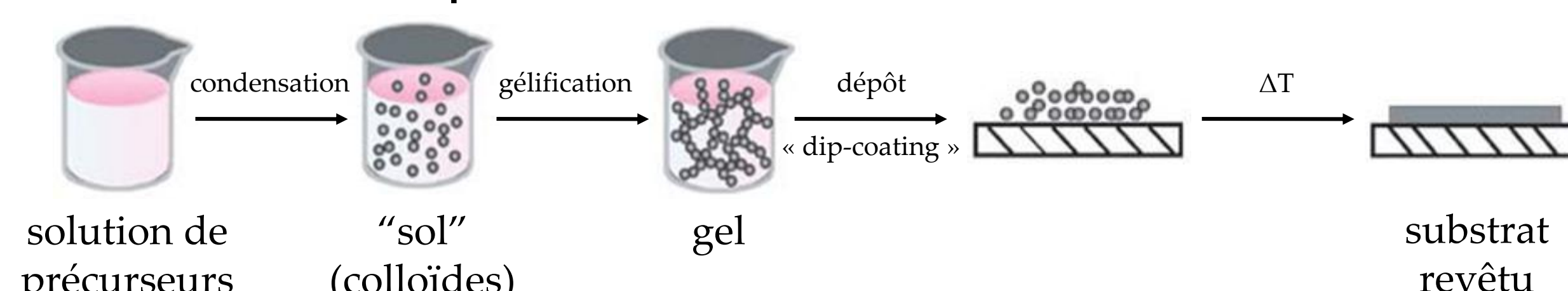
Développer des revêtements céramiques multicouches par voie sol-gel, alliant **résistance à l'usure et propriétés anti-corrosion**, sur des substrats métalliques fournis par des partenaires industriels. Le revêtement multicouche envisagé est le suivant :



- ① Substrat métallique de TA6V
- ② Couche de TiO_2 dense contenant des inhibiteurs de corrosion (sels de Ce ou de Mo) servant d'accroche mécanique et de barrière de diffusion préventive en cas de corrosion
- ③ Couche de $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ poreuse
- ④ Couche de lubrifiant pour imprégner les pores de la couche poreuse permettant de diminuer le coefficient de frottement et ainsi d'améliorer les propriétés tribologiques du matériau

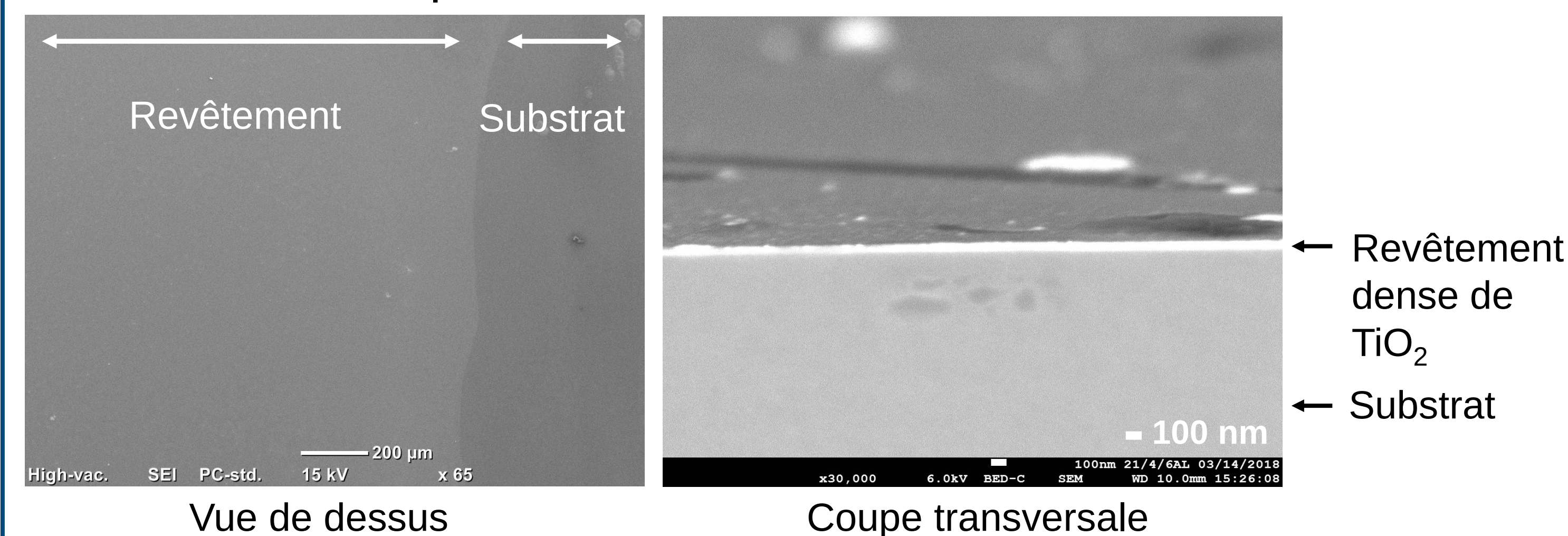
Méthode

- Synthèse par voie sol-gel
- Dépôt par dip-coating sur le substrat
- Traitement thermique



Revêtement dense de TiO_2

Traitement thermique : 6h à 350°C



- Revêtement couvrant, sans fissure
- Epaisseur de la couche dense $\approx 100\text{nm}$

Revêtement poreux de $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$

Utilisation d'un **agent porogène** : PEG (1000)
Traitement thermique : 4h à 400°C

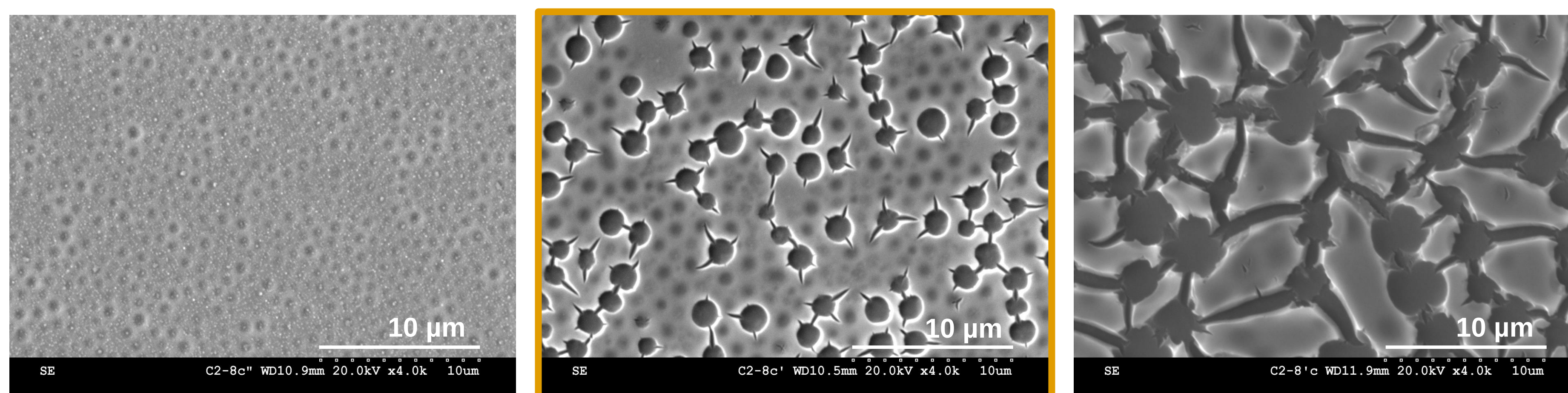
Dépôt par dip-coating → **Effet de la vitesse de retrait.**

- Vitesse élevée → Couche épaisse et risque de fissuration
- Vitesse lente → Couche fine et risque de ne pas présenter des pores mais uniquement une texturation de surface

But : Trouver la vitesse intermédiaire permettant d'obtenir des pores en évitant la fissuration.

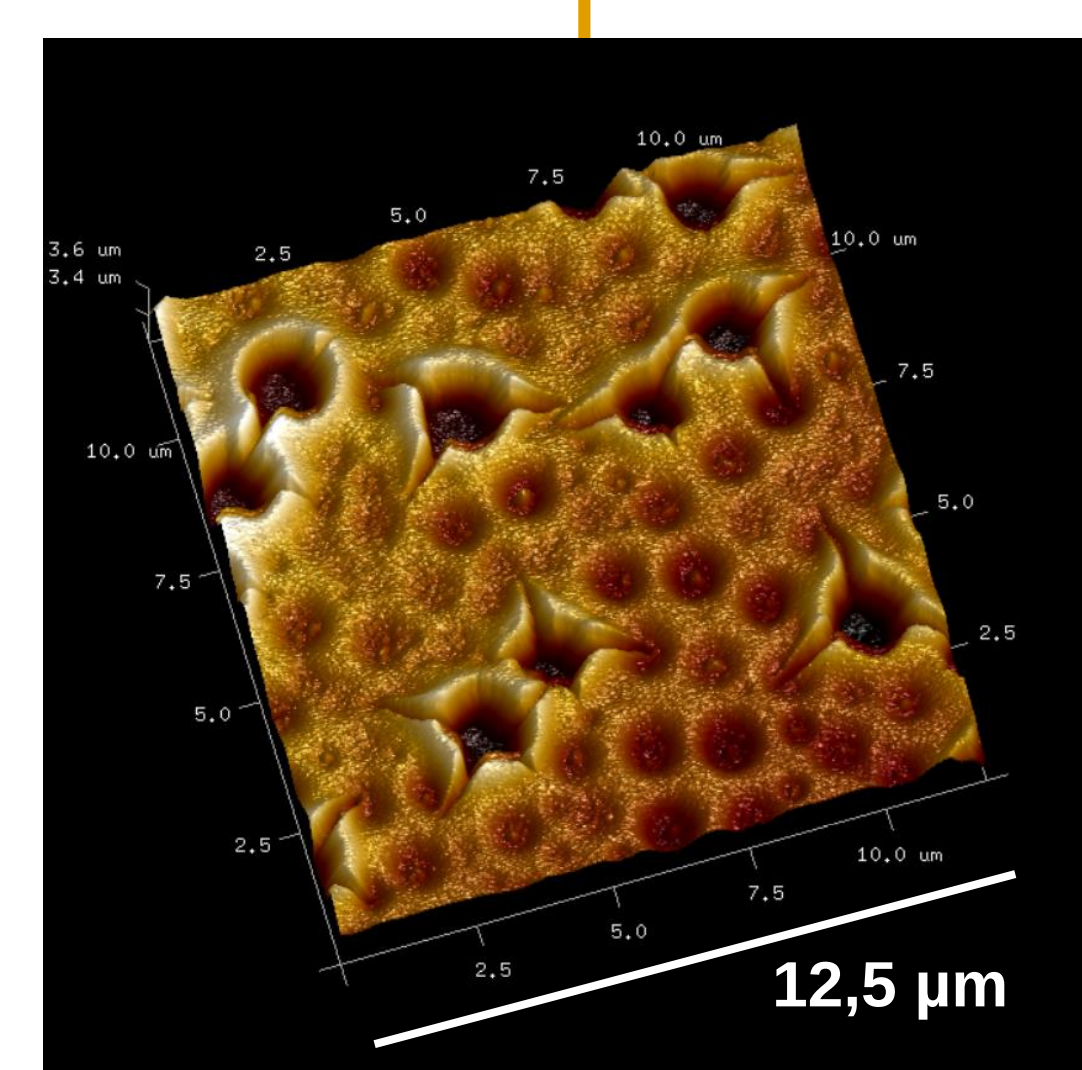
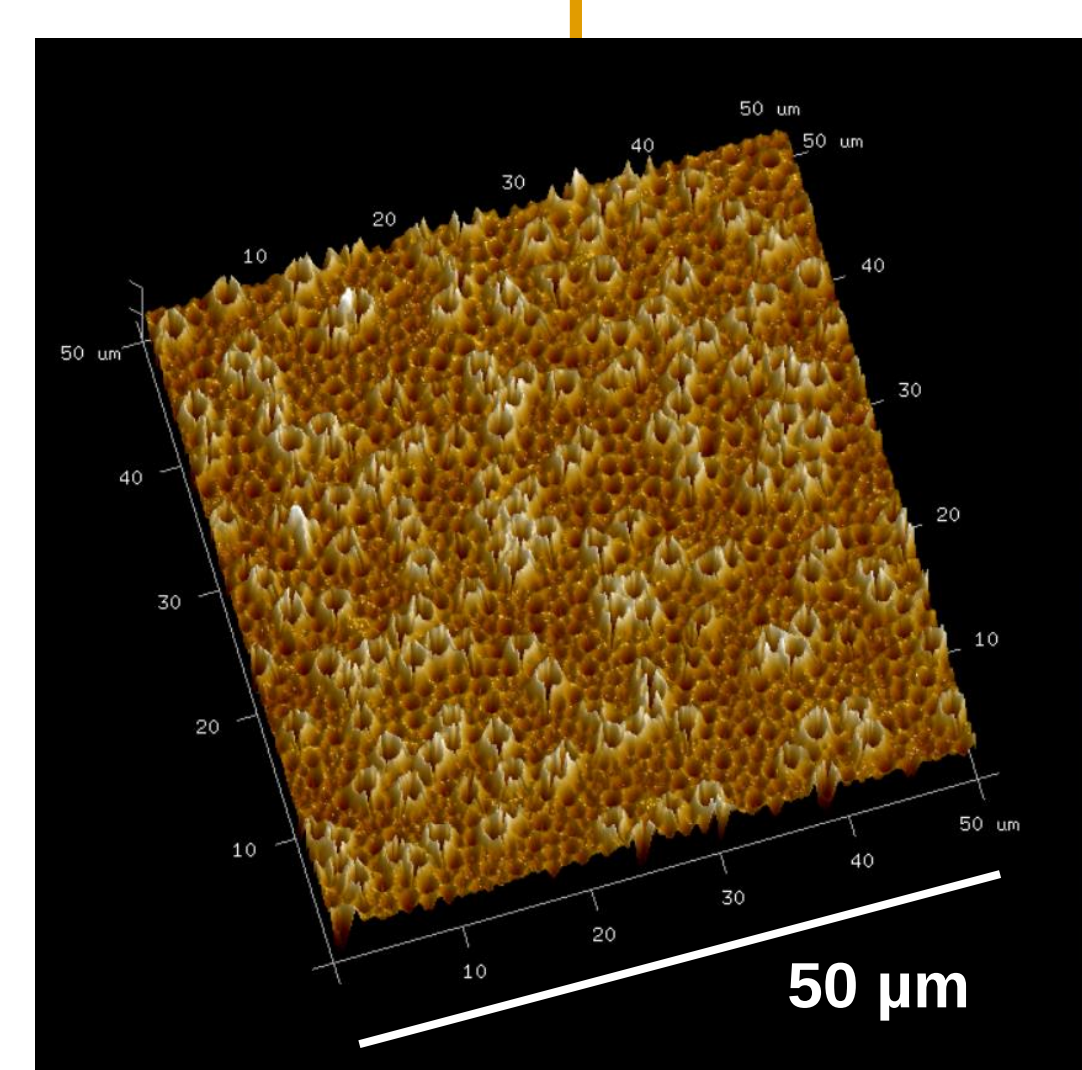
2 types de microstructures de surface (AFM) :

- Pores de $2\mu\text{m}$ de diamètre et 200nm de profondeur qui pourront être imprégnés de lubrifiant
- Texturation de surface composée de « creux » d'environ $1\mu\text{m}$ de diamètre et 100nm de profondeur



Vitesse minimale

Vitesse maximale



Vues 3D obtenues à l'AFM (Atomic Force Microscope)

Perspectives

- Optimisation des conditions d'élaboration du système **multicouche**
- Caractérisation des **propriétés mécaniques** : nanodureté, scratch-test (partenaire : ENSAM Lille)
- Imprégnation avec un **lubrifiant**
- Caractérisation des **propriétés électrochimiques** (partenaire : UMONS)