

3D Multiscale Analysis Examples

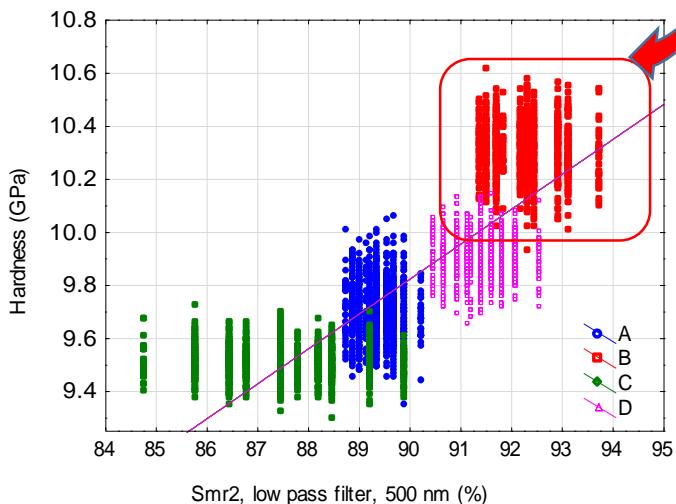
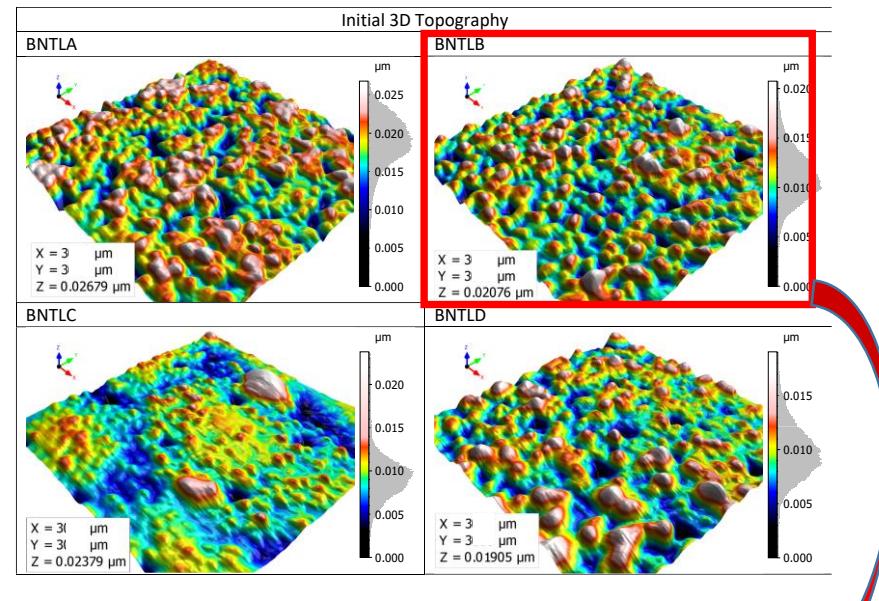
Measurements of mechanical properties on a rough coating

Magnetron sputtering

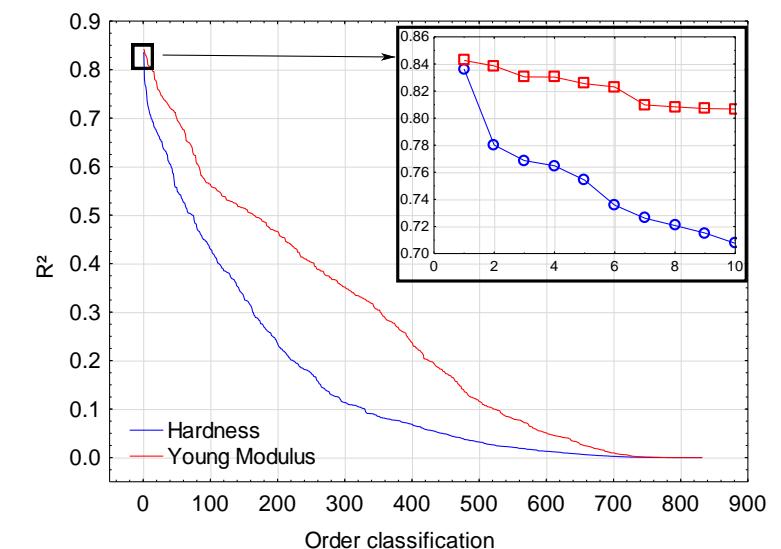
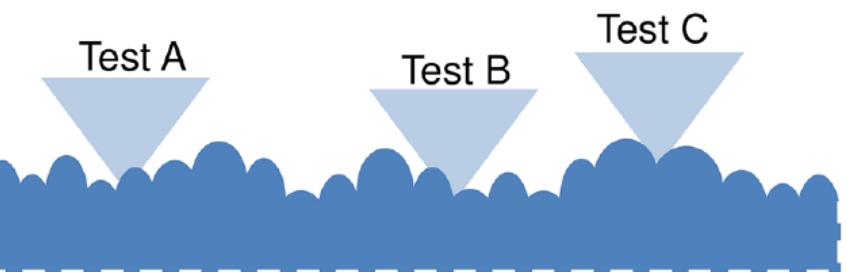


Bruker
Hysitron TribolIndenter
TI980

Up to 6 indents/s



10 % Harder with

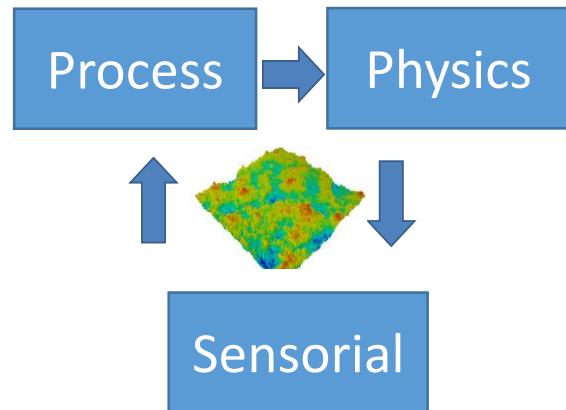


Bruker

A Focus: Simulation on rough Surfaces

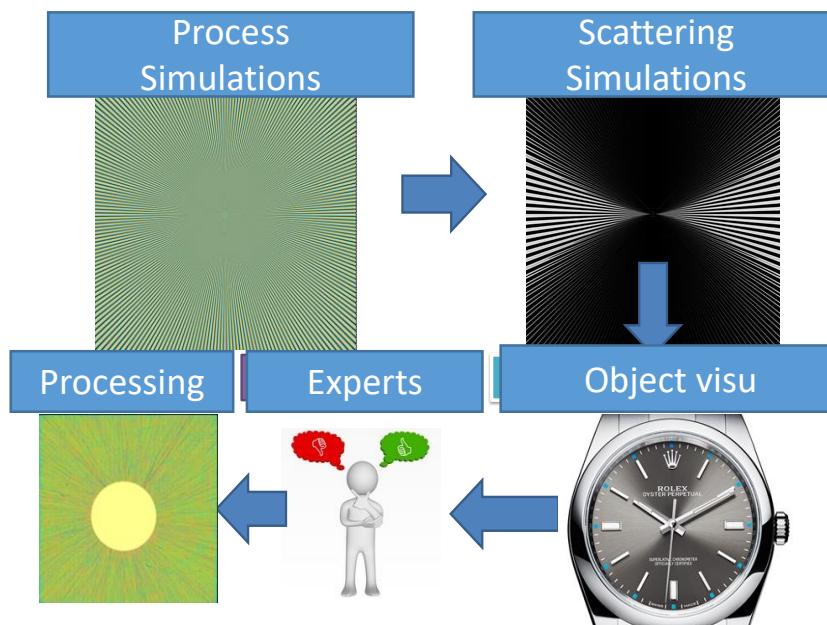
● VIRTUSURF PROJECT: Simulating finishing processes to obtain the best sensorial features.

Context. Process creates surfaces : a physic interacts to give a sensorial aspect.



Problematic. How to adapt process to obtain best sensorial feature minimizing time and reducing costs ?

Solution. Simulate the process of surface texturation to apply efficient scattering algorithm. Infographic texture is then introduced in a CAO vision system to quantify the sensorial quality. After optimizing, texturation surface is processing.



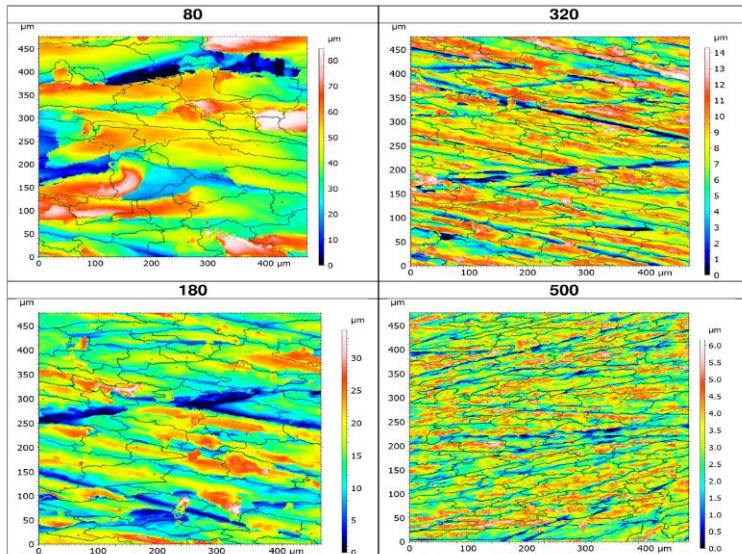
Results. 3D Model of scattering is made. A viewer is done to see the aspect depending on the scattering conditions.

■ TOPO^{SURF} in Transport and Mobility



● WEAR ON CAR DASHBOARD

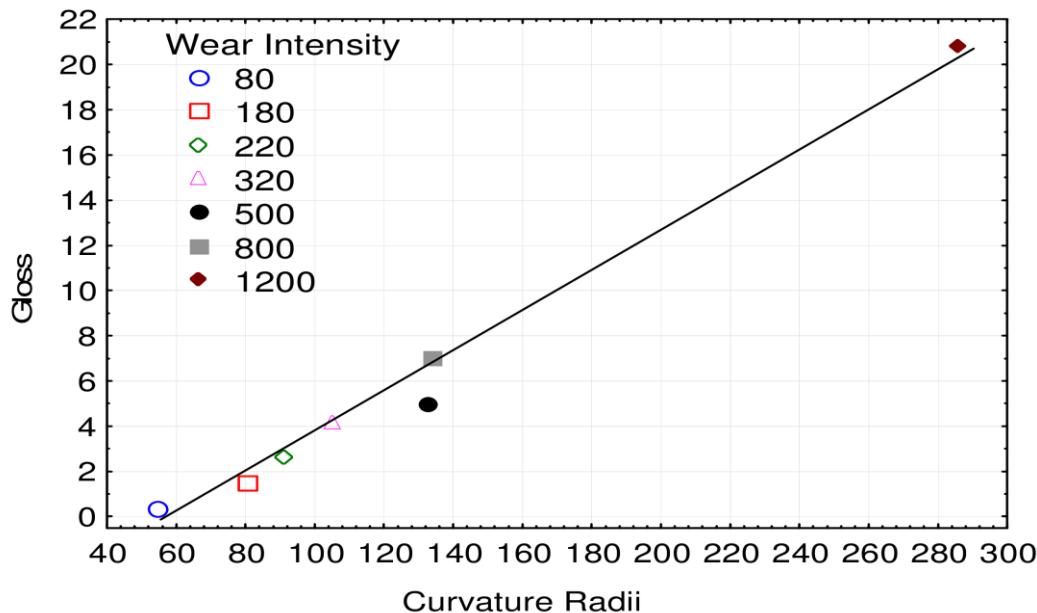
Context. Wear of dashboard give bad brightness.



Problematic. Finding the best process parameters to characterize the “wear sensation”

Results. Increase the curvature radii of peaks of the roughness to increase brightness of the car dashboard.

Solution. Use multi-scale analyses and define a curvature radius on surface segmentation to correlate wear to brightness.



Morphomeca et le développement durable

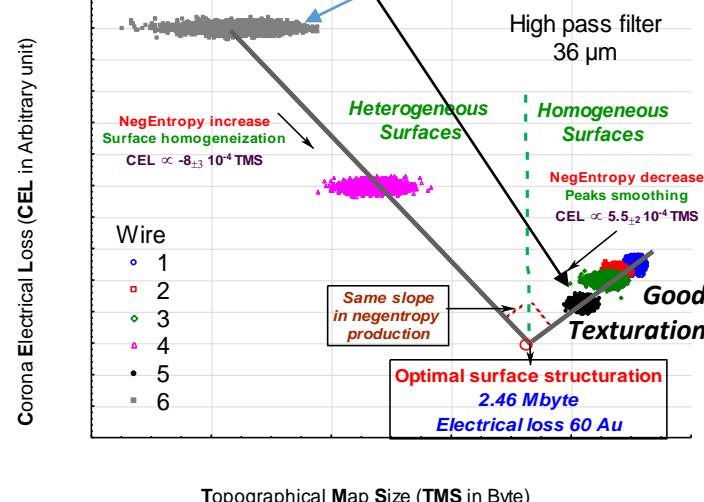
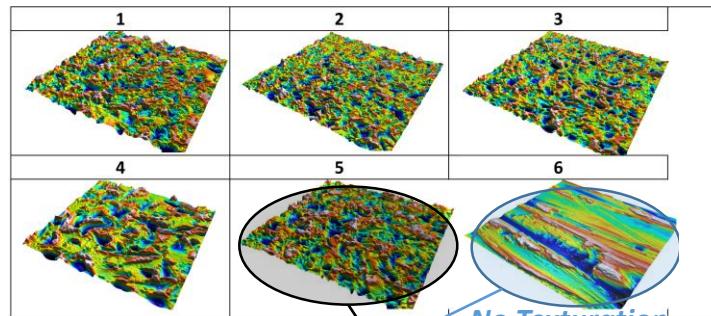
Réduction de pertes



Réseau de transport d'électricité

- REDUCTION OF POWER LOSS OF HIGH TENSION WIRES**

Structured the wire to diminish electric losses due to corona Effect ~ **15%** on the national network



Reduction of energy more than 400 %

World Patent: WO 2016 174339 A1

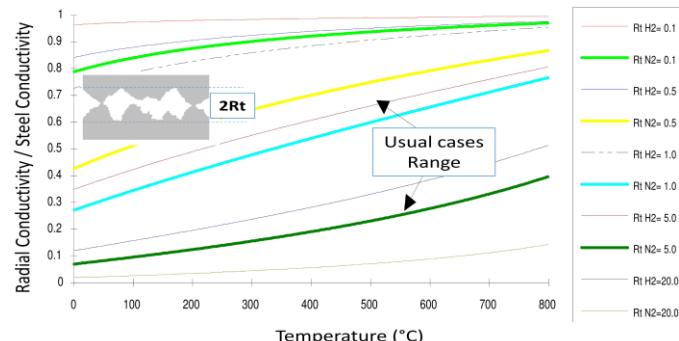
Réduction d'émission CO₂



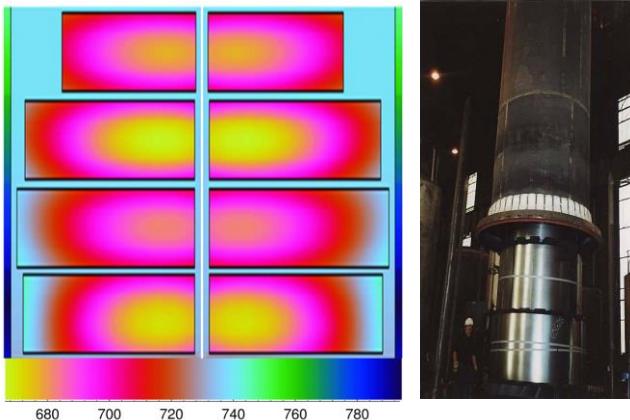
- REDUCTION THE ENERGY CONSUMPTION OF BATCH ANNEALING PROCESSES.**



Replace Nitrogen by **Hydrogen** to diminish thermal resistance in the rough contact between slices of coils and Fan consumption.



$$\lambda_{r,i,j} = \lambda_{s,i,j} \frac{\frac{1+h_0+r\alpha_L}{e_s} \frac{\theta_{i+1,j}-\theta_{i,j}}{\Delta r}}{1+\lambda_{g,i,j} \frac{(h_0+r\alpha_L)}{e_s} \frac{\theta_{i+1,j}-\theta_{i,j}}{\Delta r}}$$



Gain in annealing: 40 %

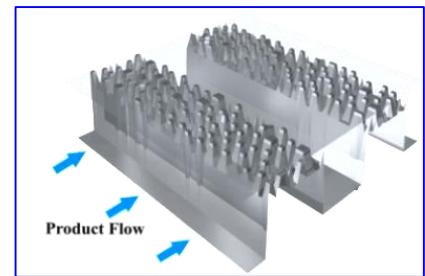
Réduction des polluants (fuites)



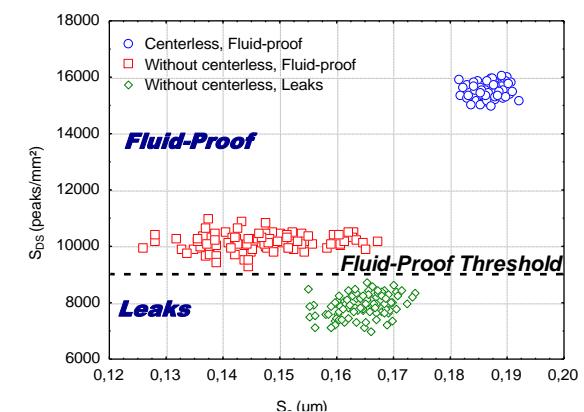
- POLLUTION REDUCTION OF SLIDING ORGANS UNDER PRESSURE**



Sealing characterisation of a sliding contact between a rod and a reciprocating seal. The leakage is located in the cup.



Sds (peak density) the most relevant roughness parameter able to characterise the leakage



Reduction des rejets : 100 %

● WEAR OF MOTORPART

Context. Wear of motorpart depends on both materials properties and lubricant.

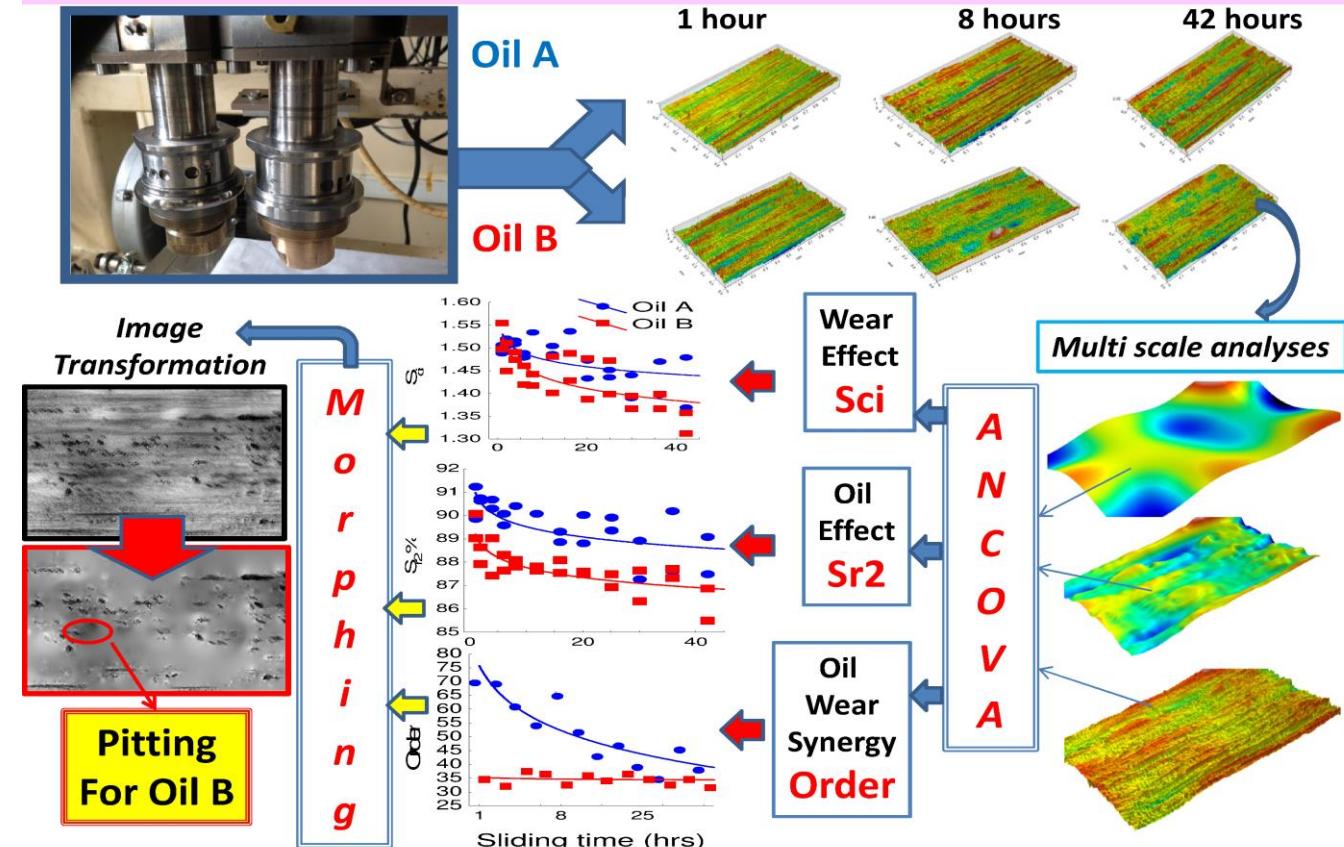
Problematic. How to dissociate lubricant, materials and their interactions on wear rate ?

Results. These selection models show that lubricant A leads to preserve better integrity of surface during wear than lubricant B. Surface are rapidly damaged (form removal, pits creation) with lubricant B and lubricant A leads to the same results but with higher delays.

Solution. Use multi-scale analyses with ancova statistical methodology to finally reconstruct the image showing the phenomena (pitting, abrasion)



Tribometer tests with two oils A and B



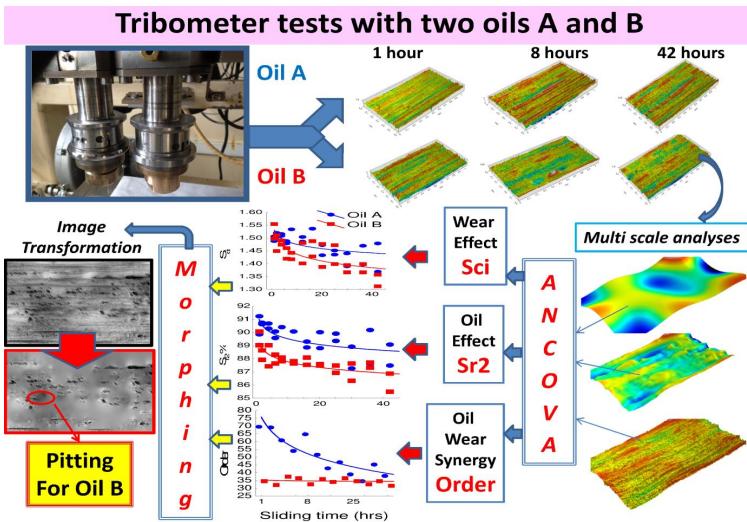
Morphomeca and transport

Lubrication



ENGINE DAMAGE

Use multiscale analysis with ancova statistical methodology to finally reconstruct the image showing the phenomena (pitting, abrasion)



Assistance in the choice of lubricant formulation

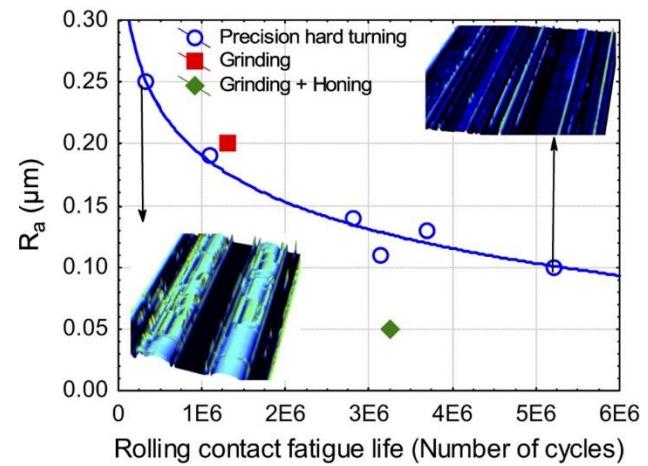
Bearings and gears



FATIGUE OF BEARINGS AND GEARS



Texturing bearing surfaces to increase their contact life.



Increase by a factor of 5 over the life span

Motorization

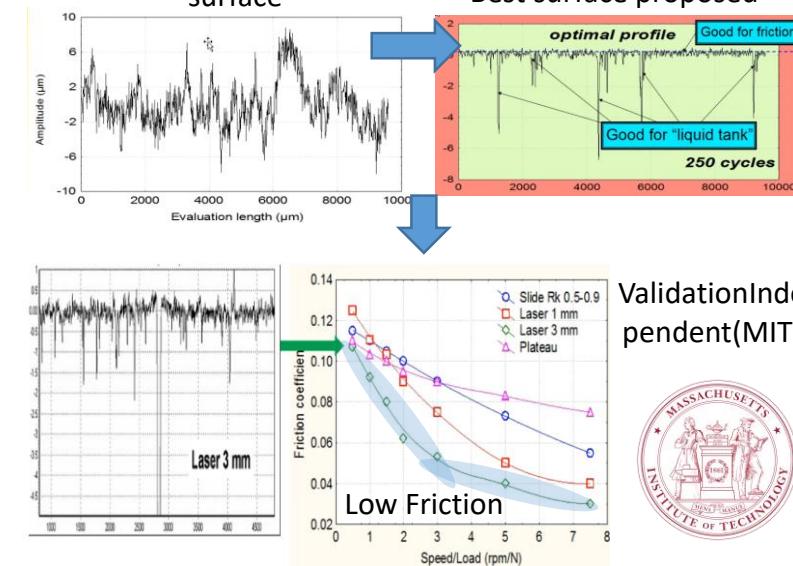


HOW TO INCREASE ENGINE LIFE (CYLINDER/PISTON)

Modèle stochastique fractal (Bigerelle et al.)

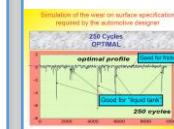
Proposed initial surface

Smart Polishing
Best surface proposed



Optimal surfaces are achieved by taking rough initial surfaces and performing slow abrasion to create deep valleys for lubrication optimization.

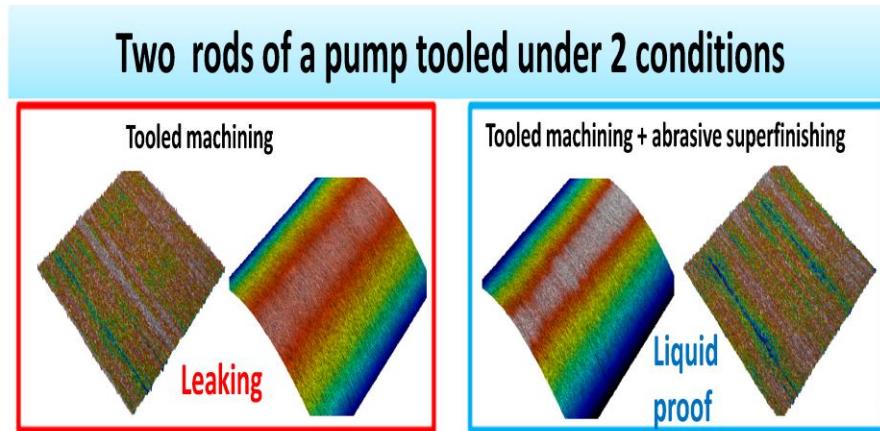
Reduced engine friction at all speeds



A Focus: Simulation on rough Surfaces

A MODEL OF WATERTIGHT BASED ON FLUID MOVEMENT PERCOLATION ON 3D ROUGH SURFACES

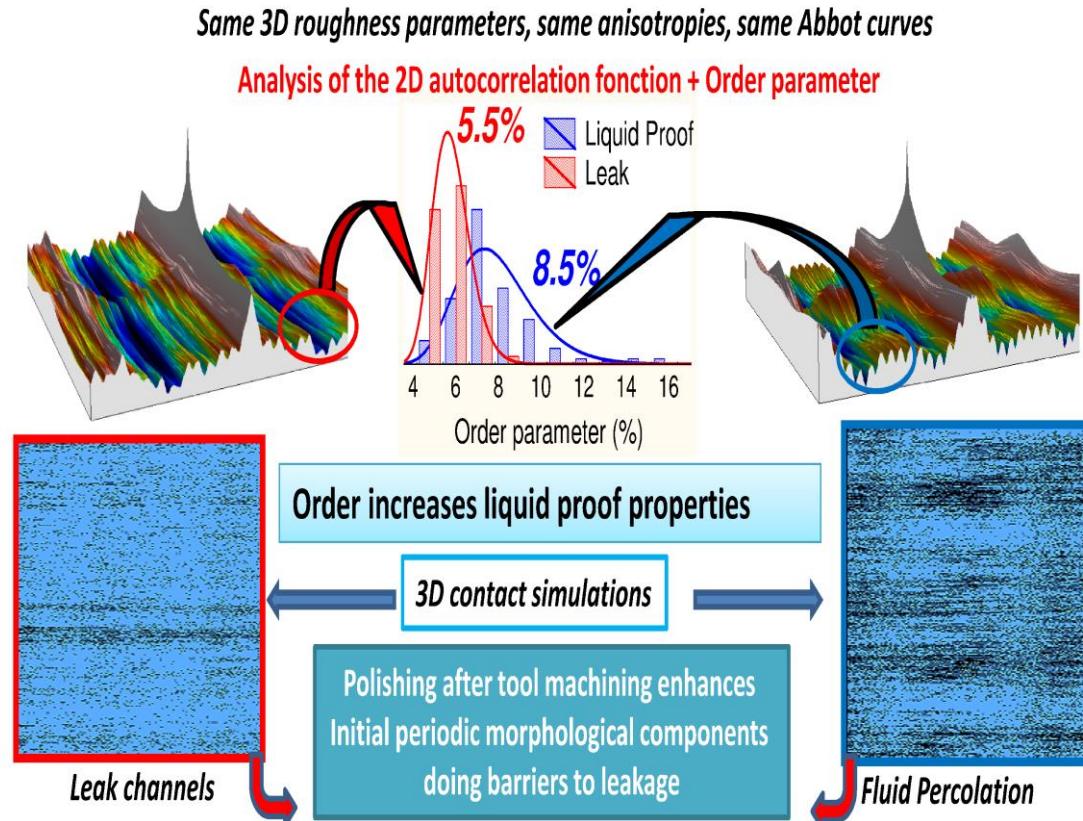
Context. Rods can presents leak and some are Water prof.



Problematic. What are the surfaces parameters that can characterized the leaking effect and find the new process a surface texturation to avoid it.

Results. Polishing after tool machining enhances initial periodic morphological components doing barriers to leakage.

Solution. Find what is the most relevant roughness parameters and simulate fluid movement percolation



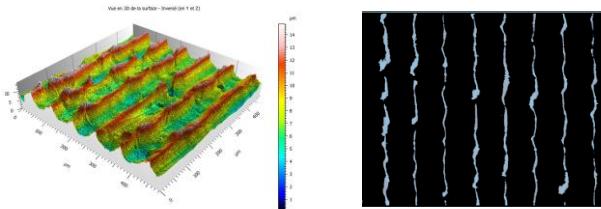
Computer Science Développements : Multi-Scale Modelling

● 3D MULTISCALE AND MULTIPHYSICS

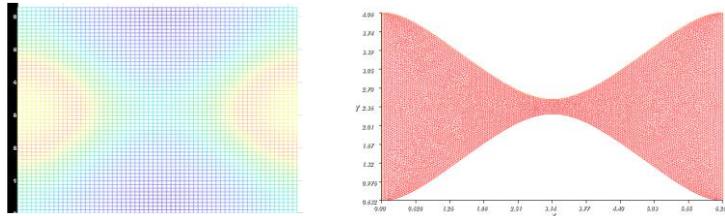
SIMULATION OF LUBRIFICATION INTO A ROUGH DYNAMICAL CONTACT

Objective : Find the best surface topography to minimize leaking

Taking Real Multiscale Topography and Contact pressure Computation

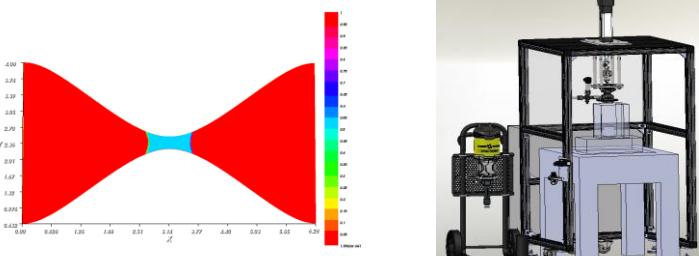


Saddle point detection and High Precision Meshing on x-y on each saddle point.



Pressure Simulation

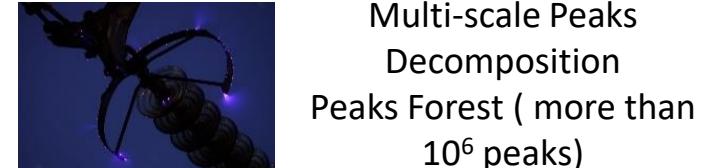
Validation



● 3D MULTISCALE MODELLING OF CORONA

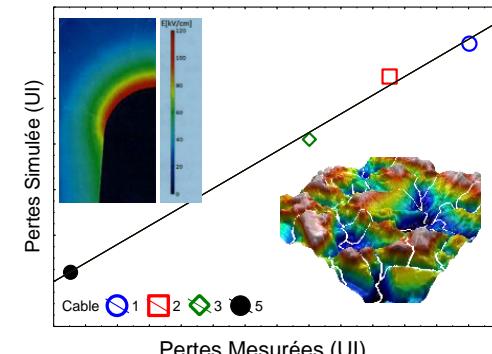
DISCHARGE ON ROUGH HIGH TENSION WIRES

Objective : Find the best surface topography to minimize corona effect



3D Peak Electric stress Modelling

Summation on all peaks of ionisation energy and validation



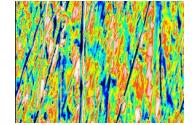
Pertes Mesurées (UI)

● BRDF COMPUTATION ON 3D ROUGH

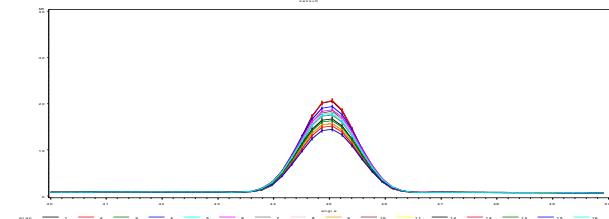
SURFACES

Objective : Physical Modelling of scattering by Derivate Maxwell Equations

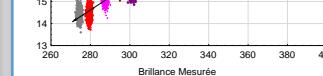
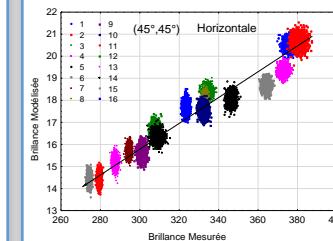
1. Experimental design : 16*15 surfaces with four abrasive compositions



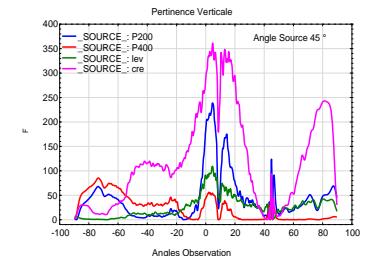
2. Stochastic Brdf Computation (4000)



3. Validation



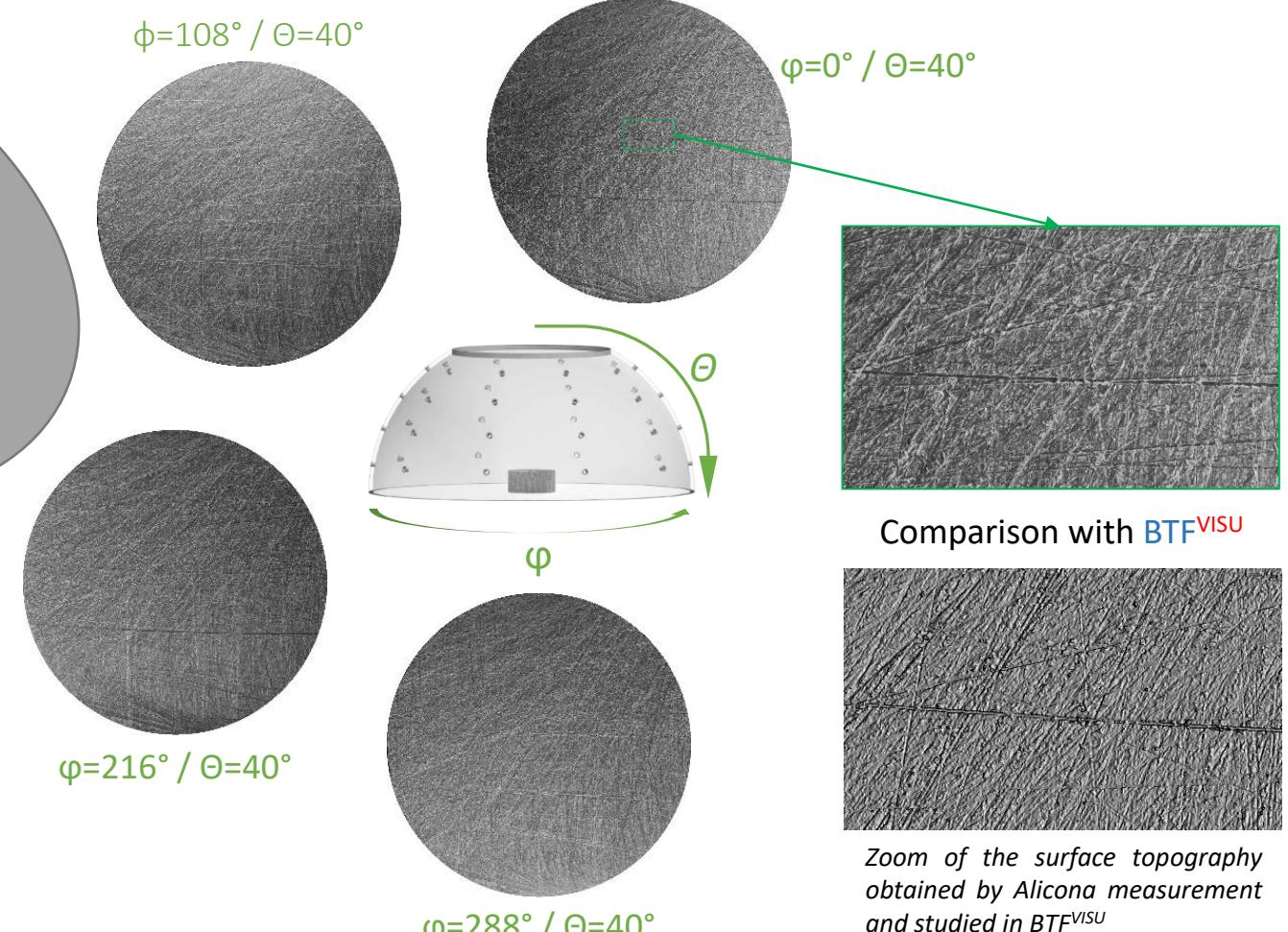
4. Quantification of the effect of each abrasive on scattering



■ Technical tools

● LIGHT DOME : A NEW TOOL FOR CHARACTERIZING SURFACES

Project aim : having more information (wear, stress direction, defaults, etc) about studied surfaces according to the light orientation.



PVC sample polished with a Silicon Carbide grinding paper (grit 120)

Morpho^{Light} : la mesure morphologique 3D in Situ à la portée de tous



Appareil ergonomique et autonome



TECHNOLOGIE

Méthode de réflectance multispectrale combinée à des techniques d'imagerie de haute qualité



MESURES IN-SITU

- Milieu naturel
- Ligne de production
- Laboratoire (statif)

Topographie + Imagerie



DOMAINES D'APPLICATIONS

Fiabilité, arts, contrôle, Sensoriel, défauts, aspects, géologie, usures, qualité, manufacturing, cosmétique, archéologie, ruptures, ...



TYPES DE MESURE

- Toute morphologie de surface grâce à son dispositif de réflectance adaptable
- De l'échelle macroscopique à l'échelle microscopique



Visualisation des données en temps réel



INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Détection et classement des signatures morphologiques



INTERCONNECTÉ



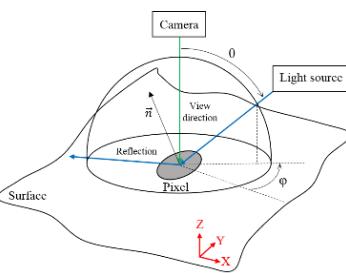
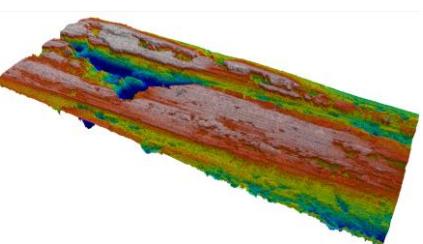
9. REFLECTANCE : Une Mesure Directe sur la caténaire / pantographe

FONCTIONNALITE ET/OU INTEGRITE D'UNE SURFACE

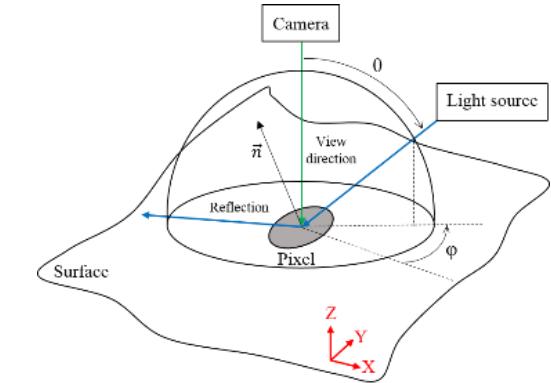
MESURES TOPOGRAPHIQUES

COMPREHENSION DES MECANISMES

OPTIMISATION



RELATION PHYSIQUE
Paramètres 3D pertinents de caractérisation

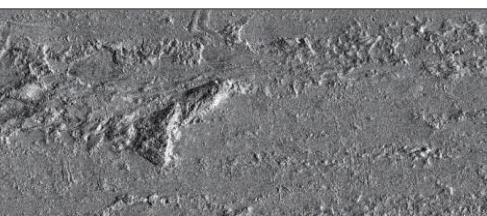


Principe de la réflectance

FABRICATION D'UN APPAREIL POUR CONTRÔLE IN-SITU

SIMULATION DE LA REFLECTANCE
Identification des illuminations pertinentes

BIBLIOTHEQUE D'IMAGES TYPES (SENSORIEL, TEXTURE, ASPECT...)

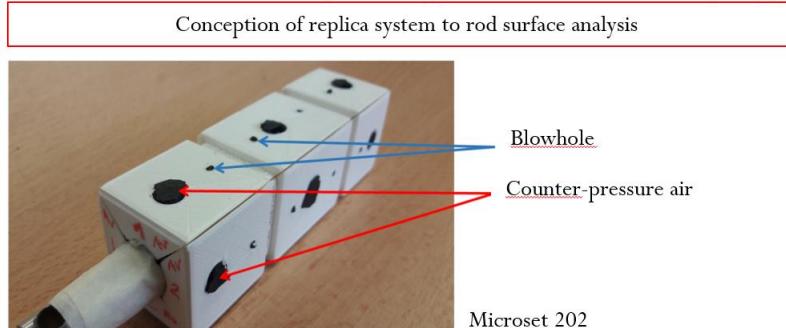
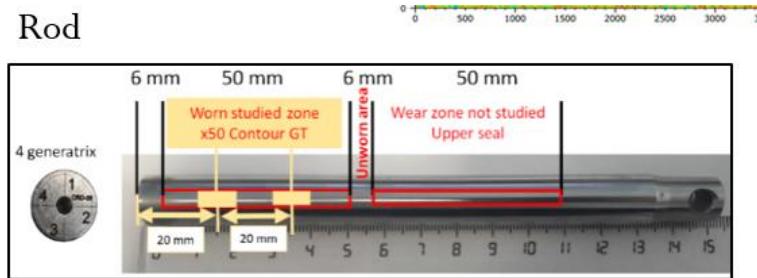


- Mesures in situ (réplique ou sur caténaire, Pantographe) et laboratoire
- Appareil adapté aux surfaces étudiées
- Acquisitions rapides
- Visualisation des mesures en temps réel
- Détection et classification des signatures de surface

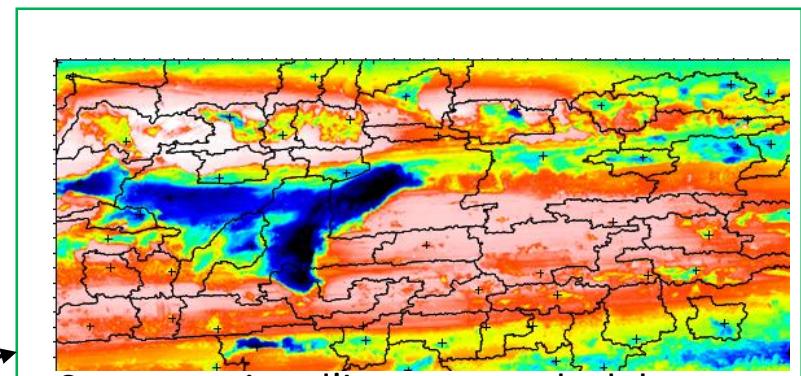
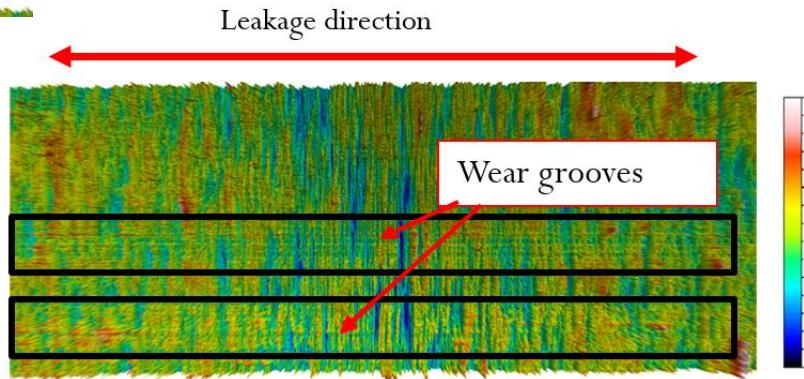
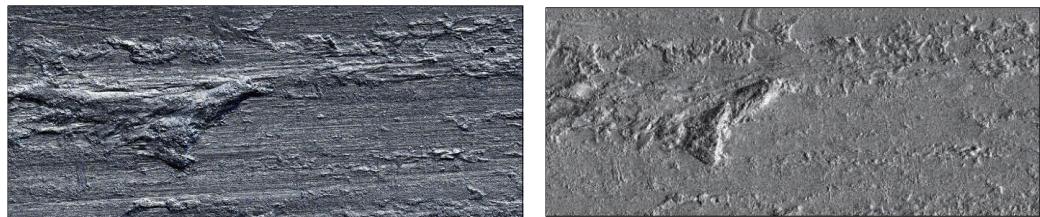
Texturation et Traceurs topographiques

Analyse Différée Prise de réplique in situ de la topographie

Rod

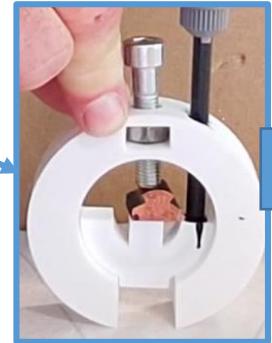
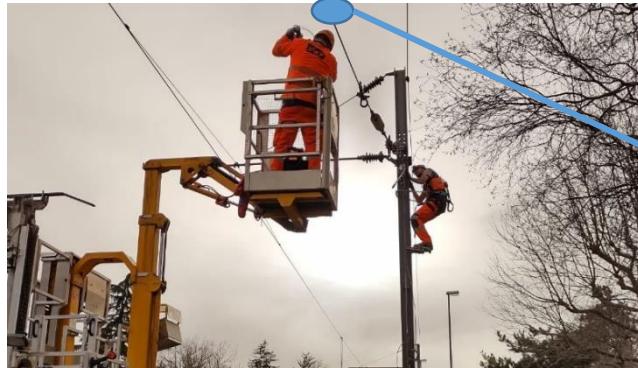


Analyse In situ Dôme de réflectance



- Périmètre
- Circularité
- Diamètre équivalent
- Longueur
- Largeur Maps mesurées
- Etc.

RéPLICATION IN SITU

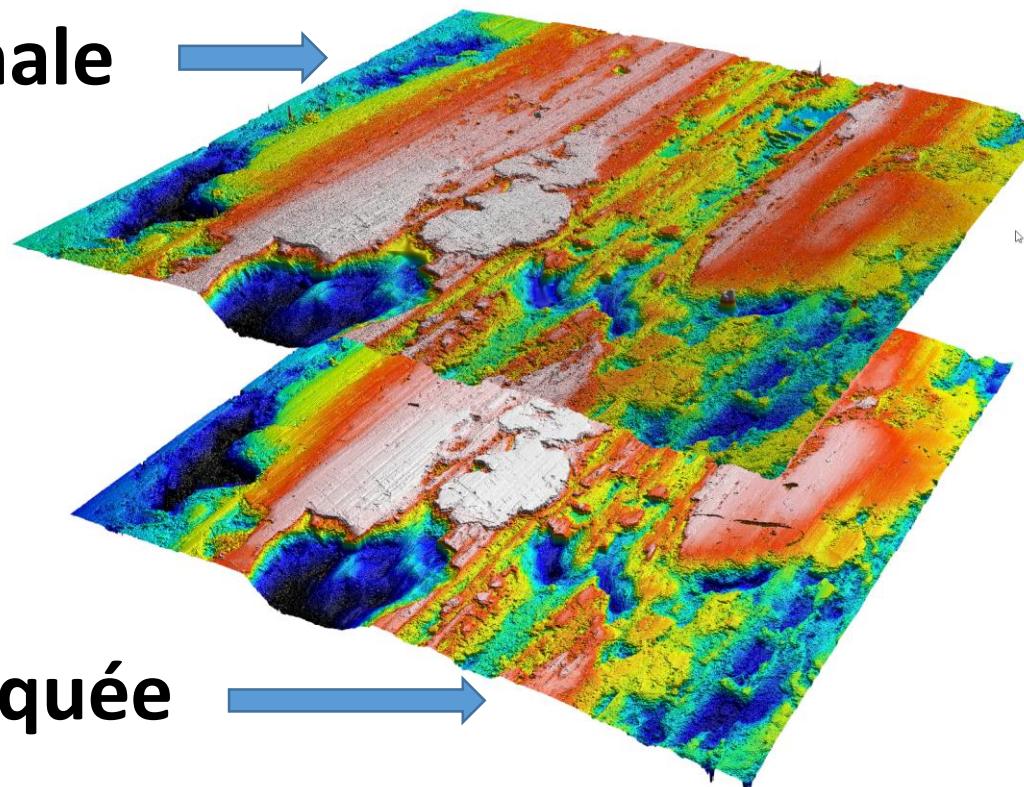


RéPLICATION sur Structure

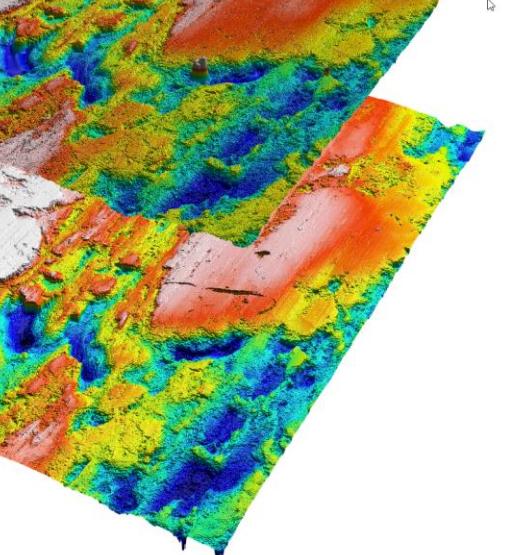
Mesure in Situ

Mesure Labo

Surface Originale



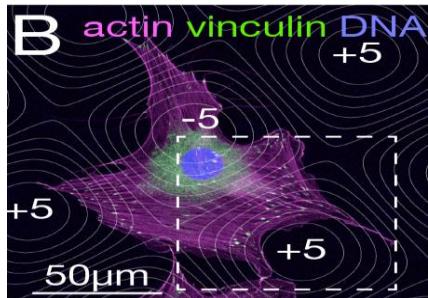
Surface Répliquée



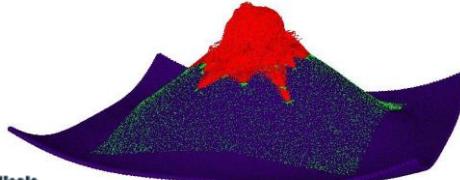
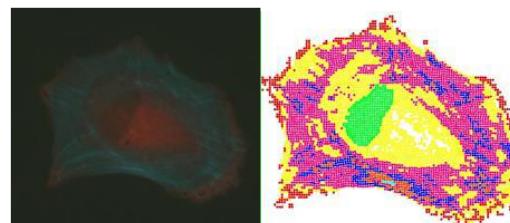
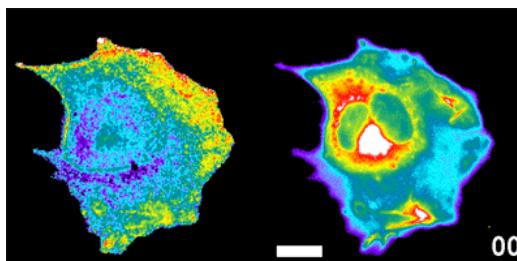
MorphoMeca and Health: Control cell migration by morphology, Determine the origin of prosthesis deterioration, Avoid cancerous topographies.

● CELLS ON STRUCTURED SURFACES

Simulating finishing processes to control the cell migration



CNRS GDR
Surf Topo - 2077
Topographie des Surfaces

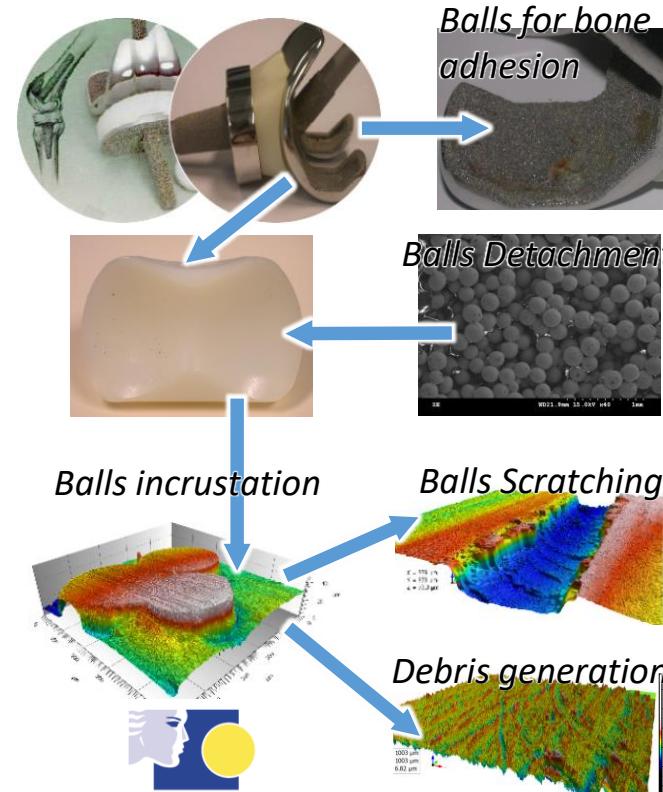


Inserm

Institut national
de la santé et de la recherche médicale

● WEAR OF KNEE PROTESIS

Analyze the wear mechanisms between the femoral-UHMWPE and the tibial-UHMWPE surfaces.

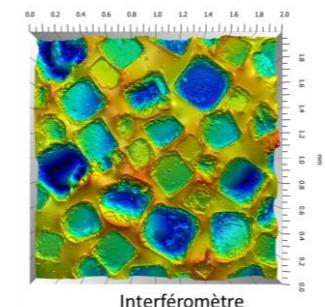


Centre Hospitalier Régional
Universitaire de Lille

Third-body metallic particles bone-implant interfaces play a major role in deleterious wear mechanism by generating fourth-body particles

● BREAST IMPLANT TEXTURATION

TO PROMOTE INTEGRATION ?

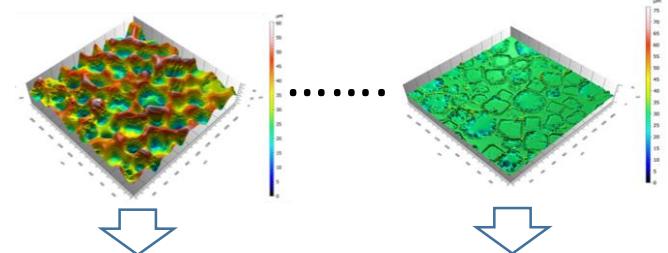


ansm
Agence nationale de sécurité du médicament
et des produits de santé

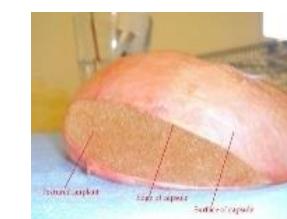
Cancer (Lymphome)
and Texturation

Textured implant topography

Multi-scale decomposition (300μm...25μm)



« Salt-leaching » texturation
to avoid implant misintegration



LAMH
UMR CNRS 5201

Préserver l'état géométrique et microstructurale de la surface rugueuse.

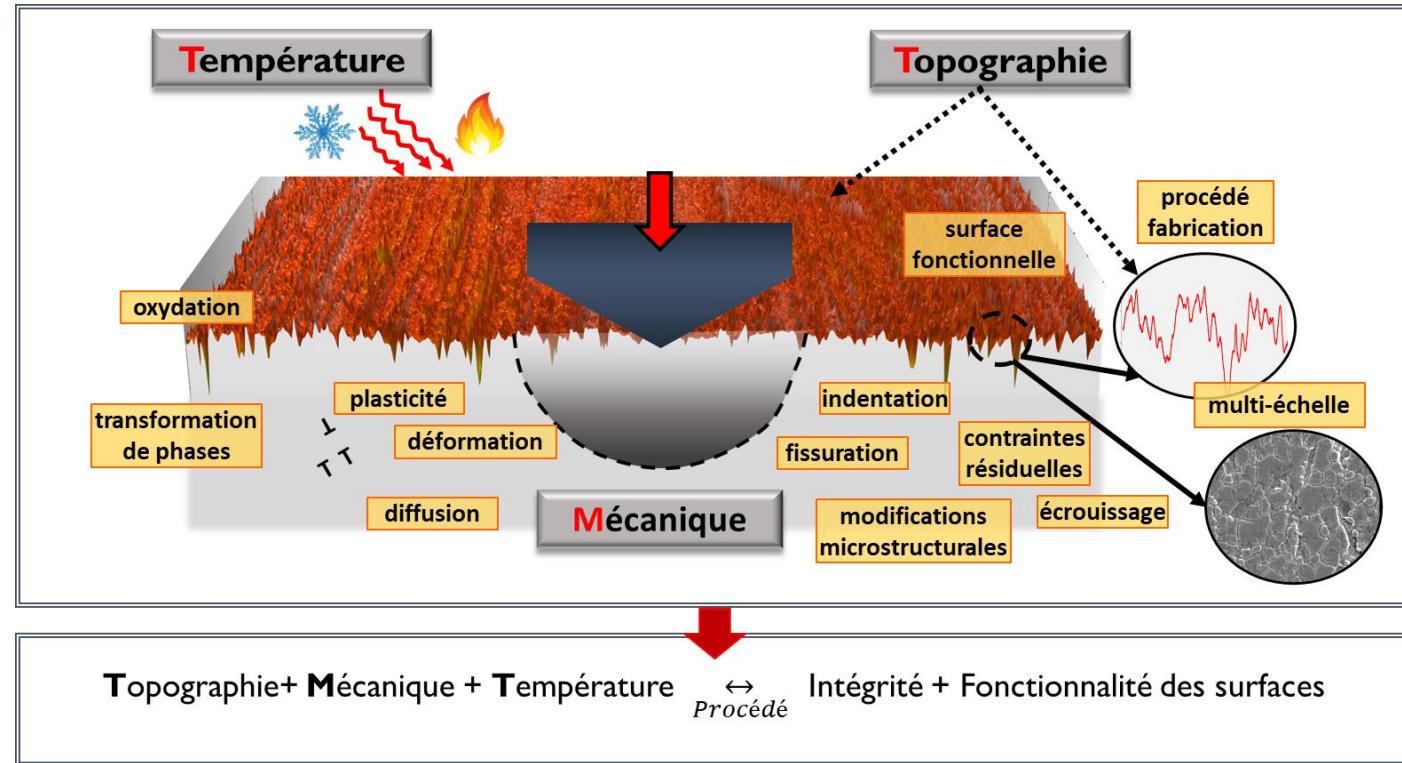


Couplage topographie/comportement mécanique par IIT.

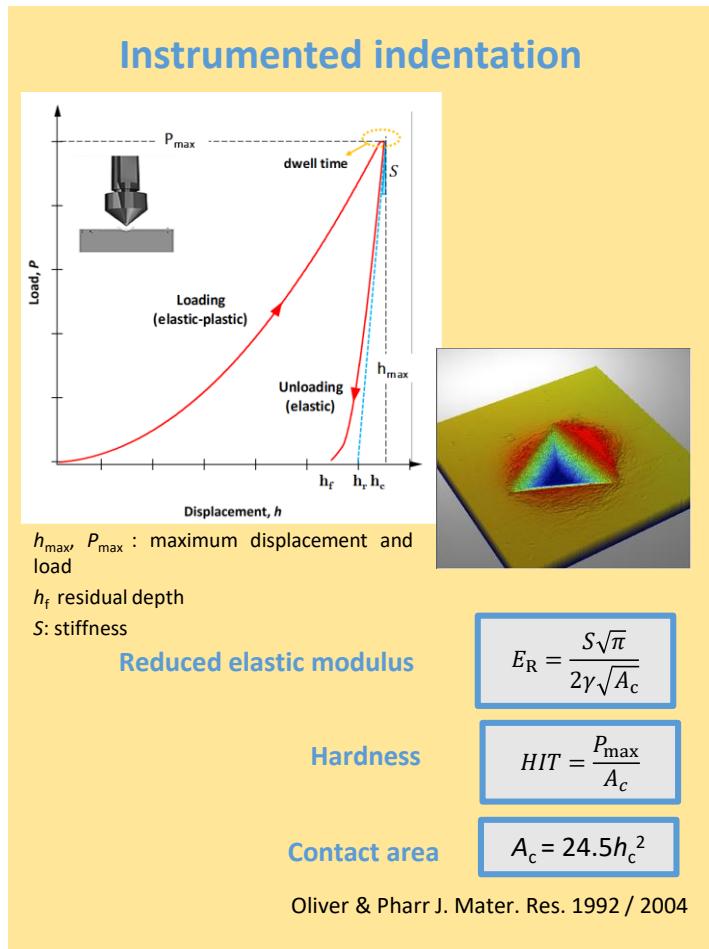


Couplage topographie/comportement mécanique par IIT + température.

Structuration des données de différents instruments (*huge data*).

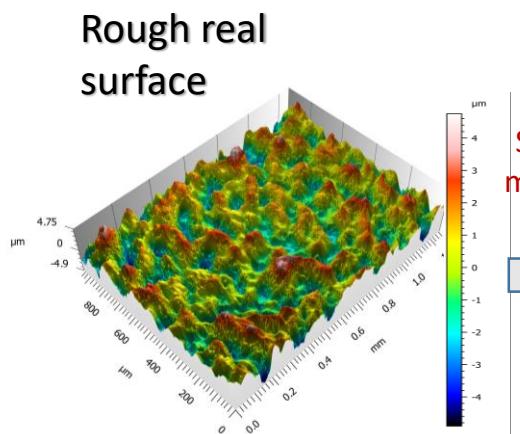


Instrumented indentation (IIT) and surface roughness

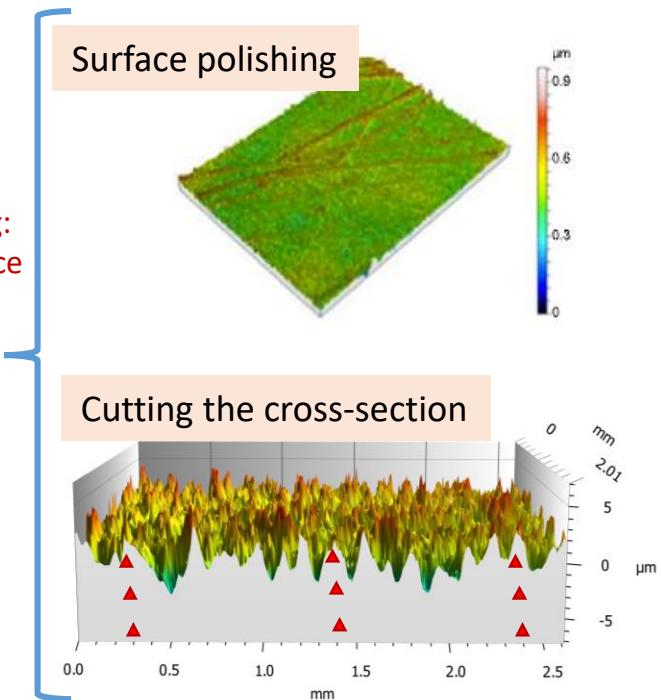


Roughness in IIT = Unwanted → source of uncertainties

ISO 1477-1 : maximum displacement $h_{\max} > 20 \times R_a$



Surface finishing:
modify the surface identity



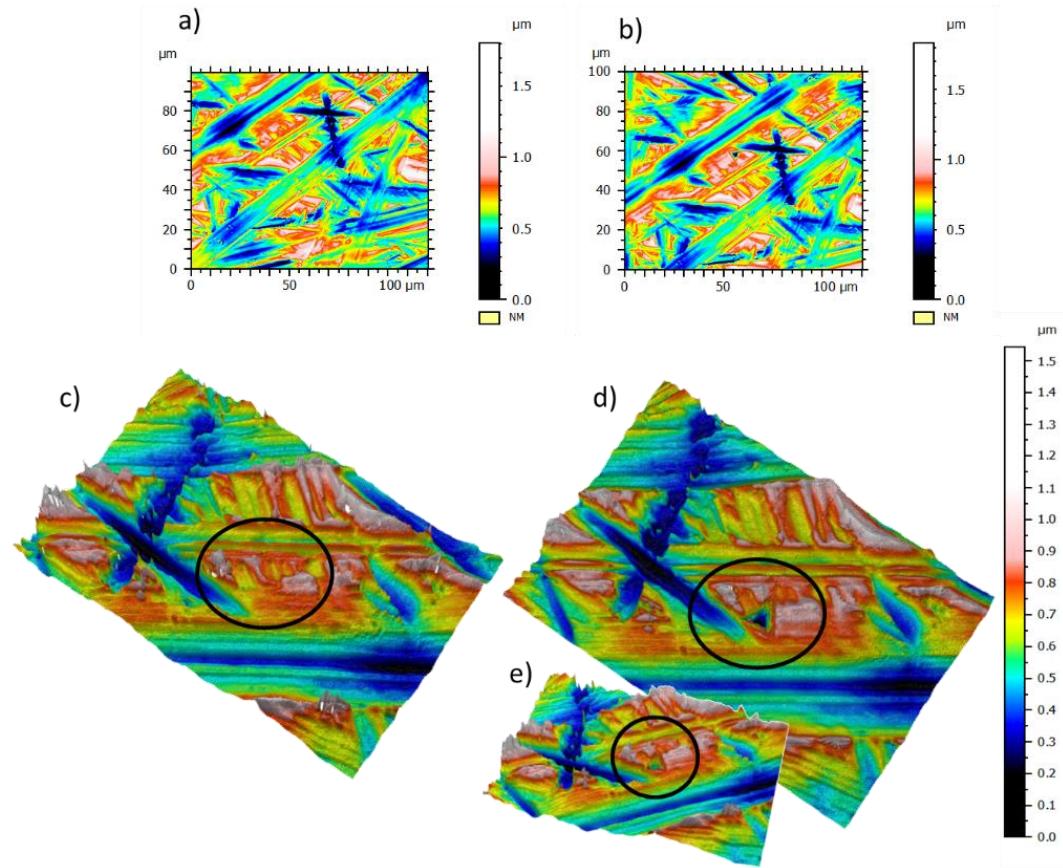
T. Coorevits, S. Kossman, et al., J. Mater. Res., 2019
S. Kossman, et al., J. Mater. Res., 2017

Où nous sommes situés aujourd'hui : surfaces rugueuses

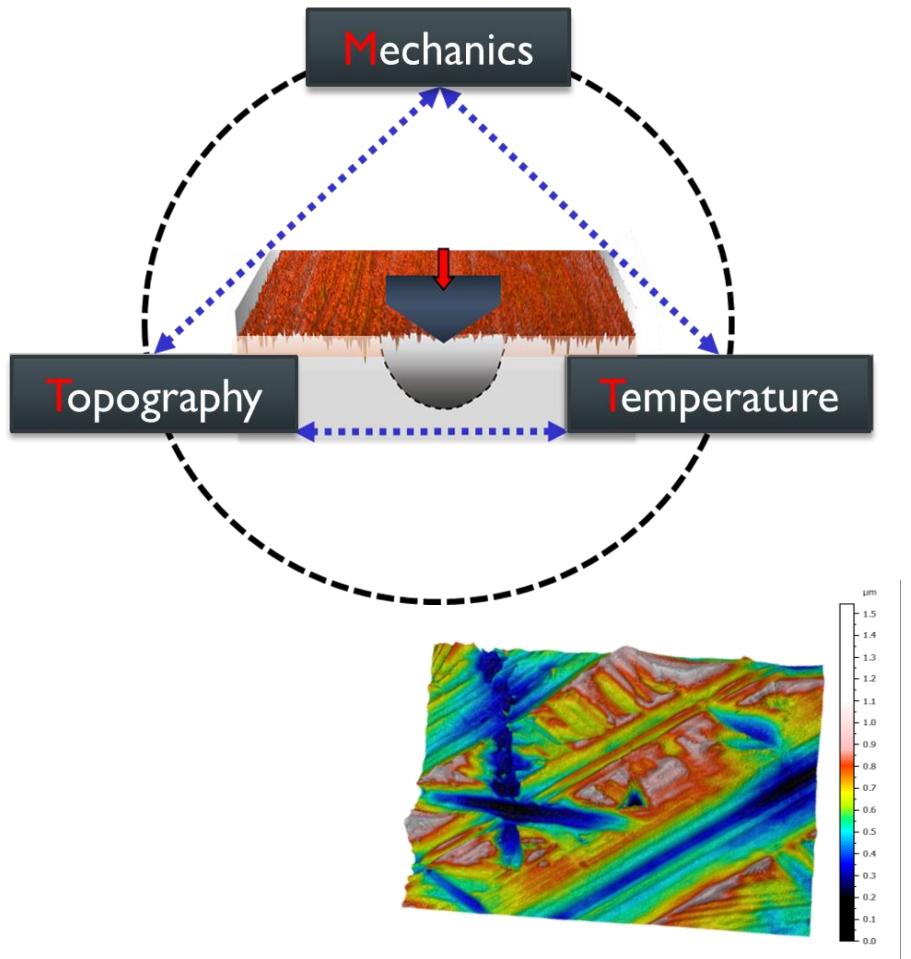
Problématique : nanoindentation surfaces rugueuses

Ti polis grade #80 et #800

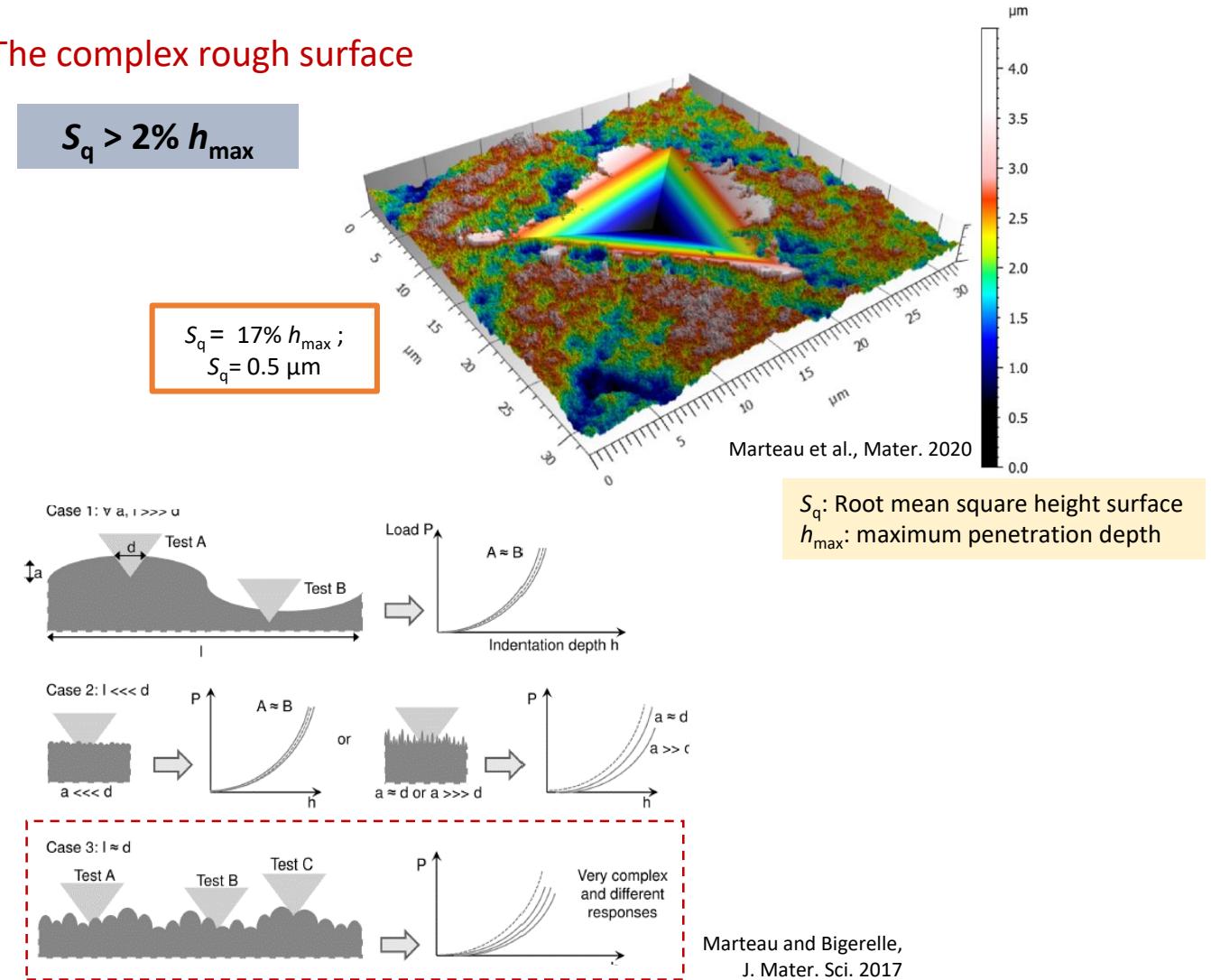
- Repositionnement « correct » des échantillons dans l'interféromètre avant et après essais de nanoindentation.
- Observation des empreintes résiduelles pour h_{\max} ~ 1000 et 3500 nm.
- Propriétés mécaniques moyennes estimées similaires entre les deux échantillons:
 - $H \rightarrow 12\% >$ pour la finition #80
 - $E_r \rightarrow 0,5\% >$
 - L'écart-type H et E \gg pour la surface #80 par rapport à la surface polie à #800



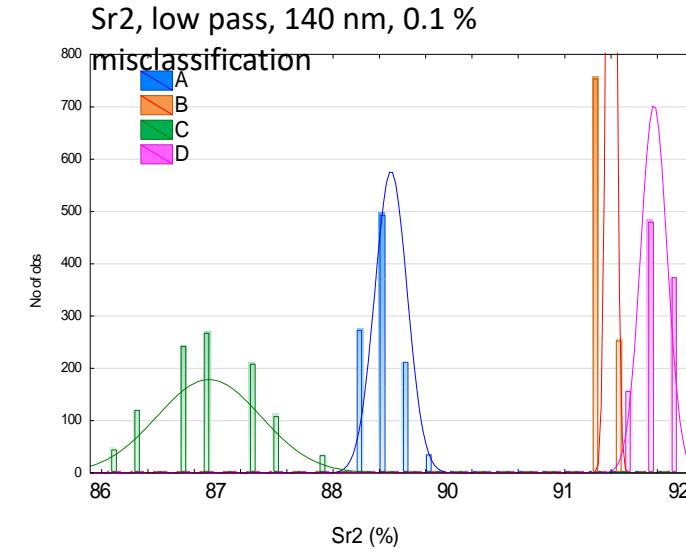
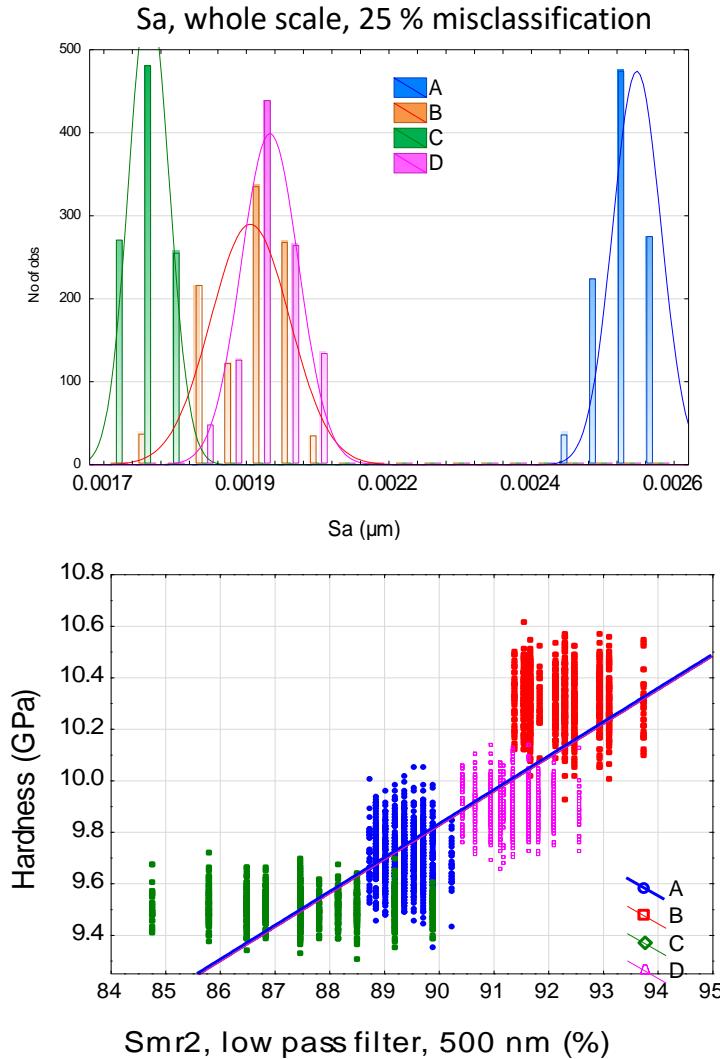
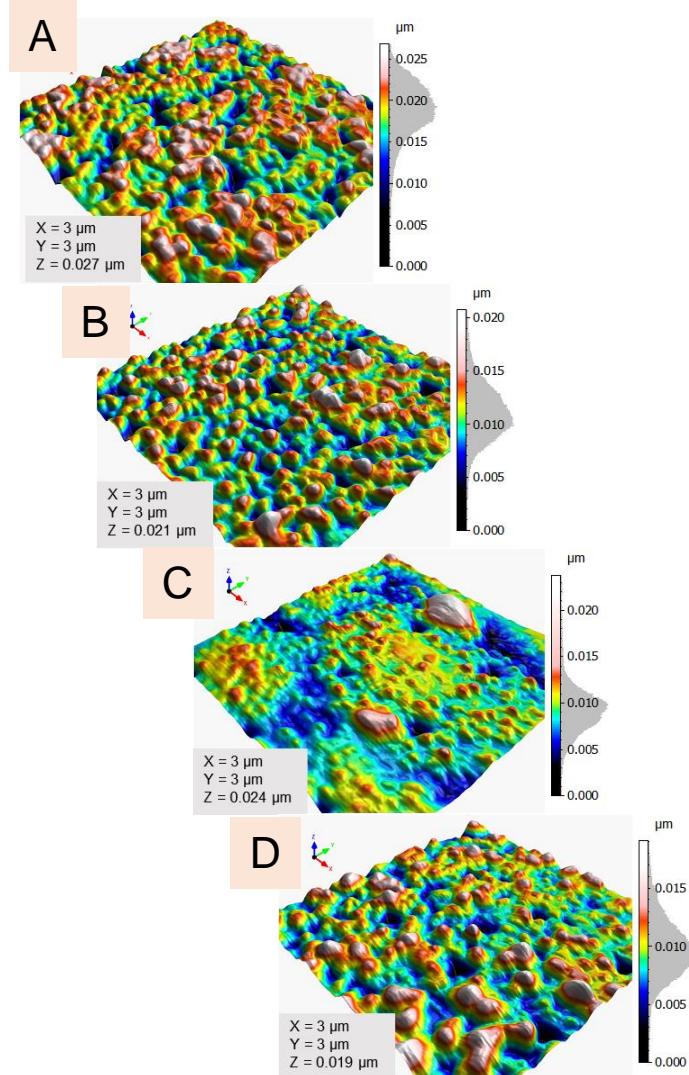
Research project



The complex rough surface



Where we are today: in-situ topography, multi-maps

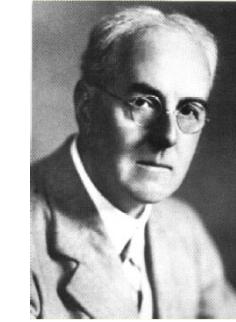


- Relation topography – mechanical properties
- Common measurements Berkovich tip
- Uncertainties topography/mechanical properties

Historique de la caractérisation aire périmètre

Dans la continuité de Richardson,
Mandelbrot et Von Koch

Lewis Fry Richardson (1881-1943)

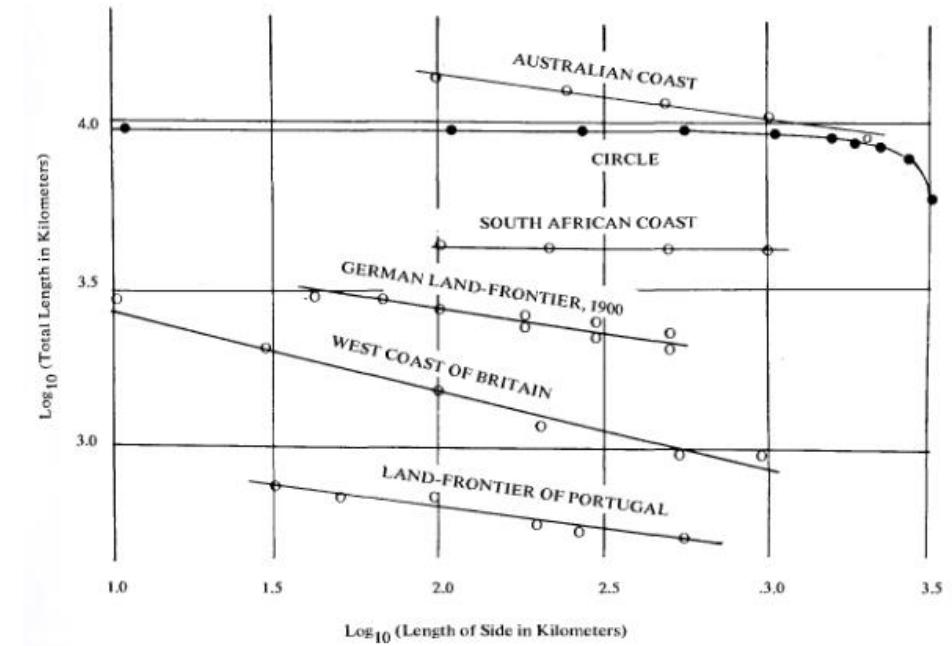


« Cependant, un terme plus approprié est suggéré par le travail remarqué de Lewis Richardson sur la turbulence : le mécanisme générateur peut être appelé une cascade. Lorsque chaque morceau d'une forme est géométriquement similaire à l'ensemble, tant la forme que les cascades qui la génèrent sont appelées auto-similaires. »

Mandelbrot, B. B., & Mandelbrot, B. B. (1982). *The fractal geometry of nature* (Vol. 1, pp. 25-74). New York: WH freeman.

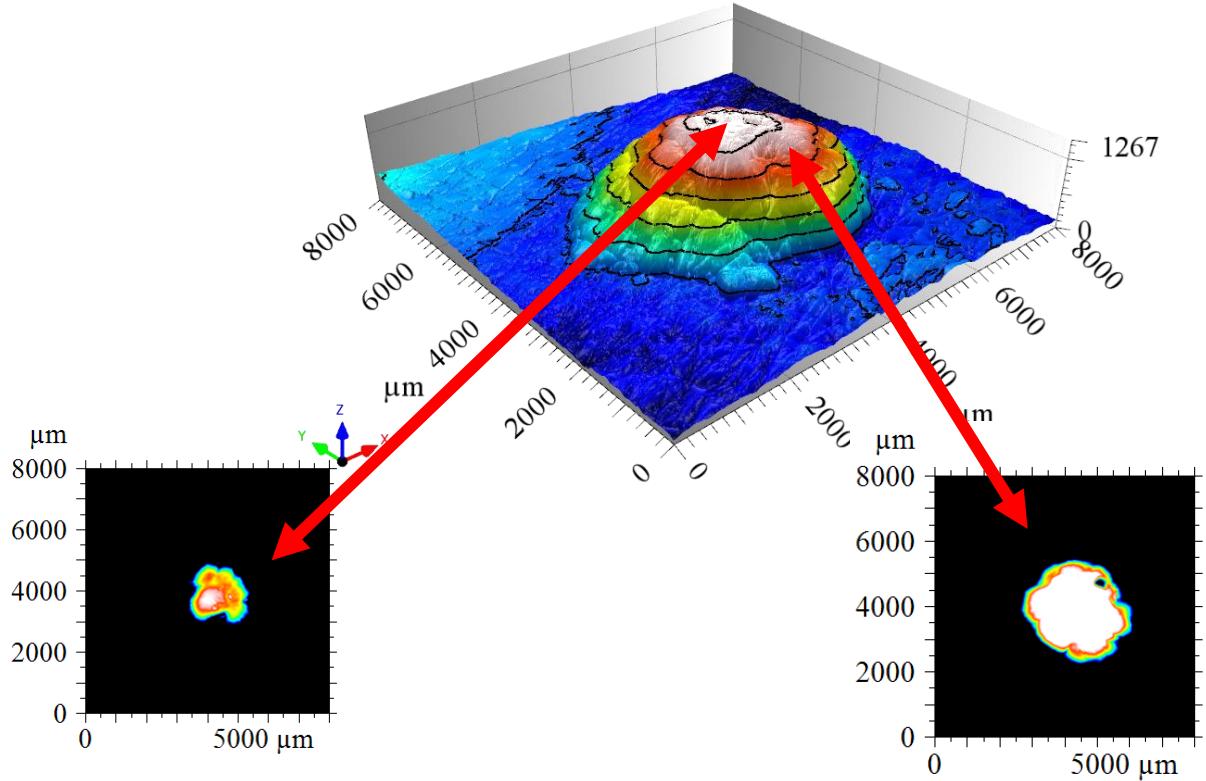


Effet
Richardson

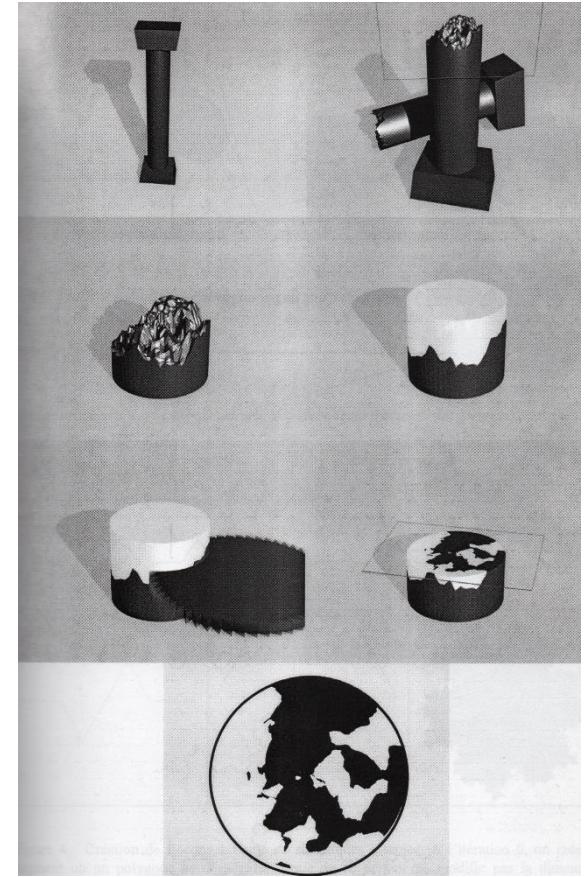


L. F. Richardson, in General Systems Year-book 6, 139 (1961).

Benoit Mandelbrot (1924-2010) et La méthode des îles.



Mandelbrot, B. B., Passoja, D. E., & Paullay, A. J. (1984). *Fractal character of fracture surfaces of metals*. *Nature*, 308(5961), 721-722.
doi:10.1038/308721a0



Bigerelle, M. (1999). *Caractérisation géométrique des surfaces et interfaces applications en métallurgie* (Doctoral dissertation, Paris, ENSAM).

Helge Von Koch (1870-1924)

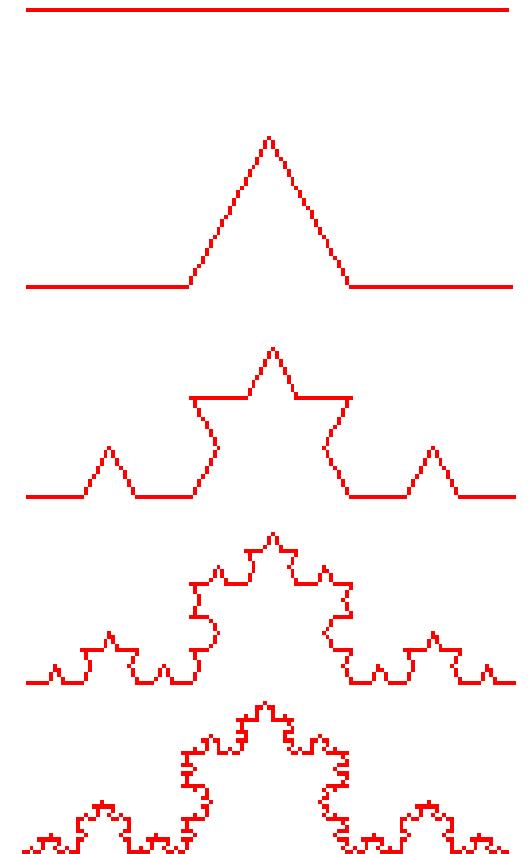


- diviser le segment de ligne en trois segments de longueur égale.
- dessiner un triangle équilatéral qui a le segment médian de l'étape 1 comme base et pointe vers l'extérieur.
- supprimer le segment de droite qui constitue la base du triangle de l'étape 2.

Calcul de la dimension fractale du flocon de Koch

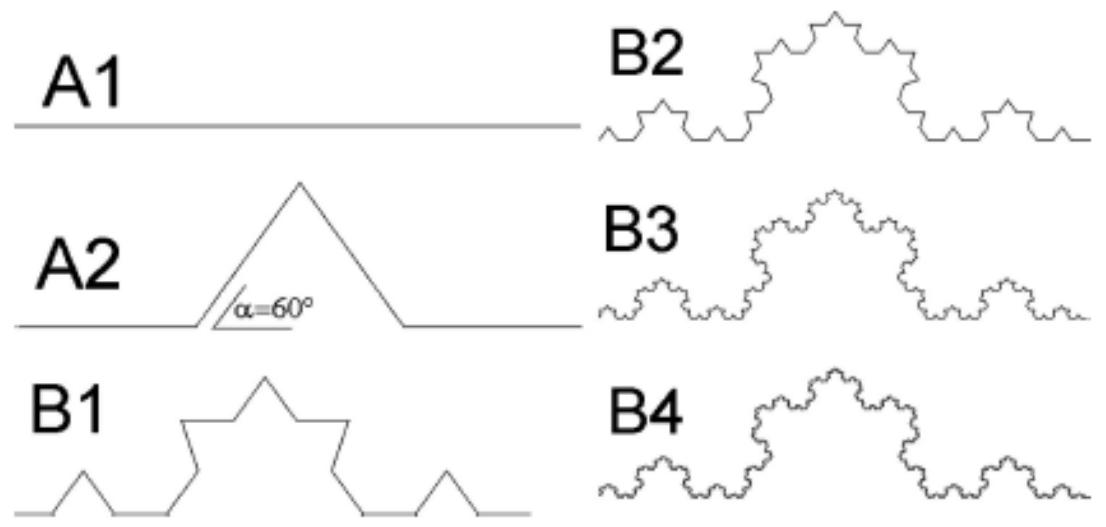
$$D = \frac{\ln N}{\ln m} = 1.26$$

où N est le nombre de parties égales (N=4), et m est la valeur de grossissement (m=3).

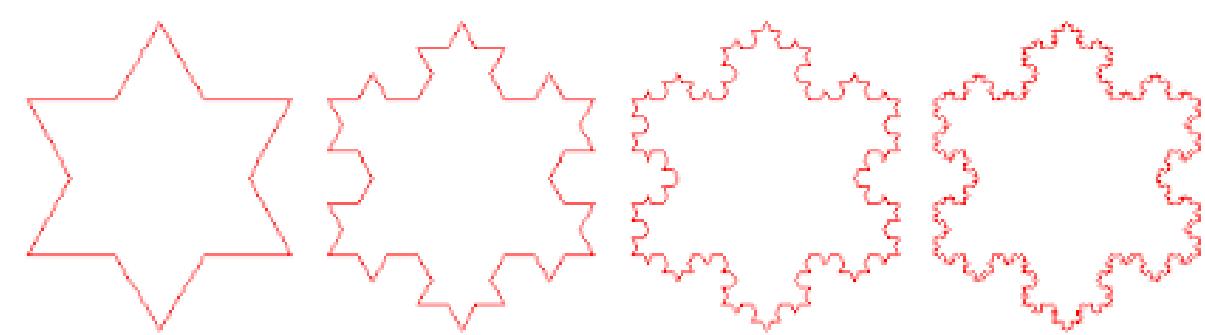


1.H. von Koch, « Sur une courbe continue sans tangente, obtenue par une construction géométrique élémentaire », *Arkiv för matematik, astronomi och fysik*, vol. 1, 1904, p. 681-704.

Génération de courbe fractale basée sur les relations aire pérимètre.



Courbe de Von Koch

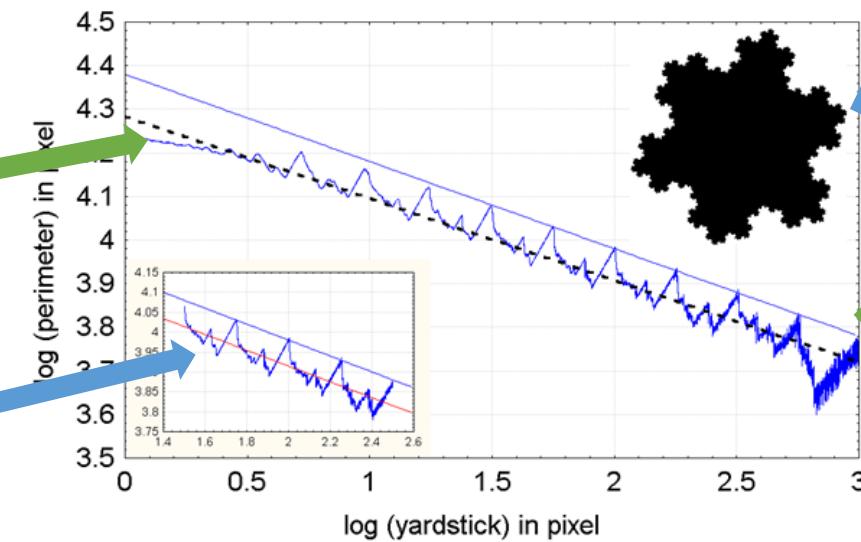


Flocon de Von Koch

Le calcul de la développée de surface du flocon par la méthode du Yardstick

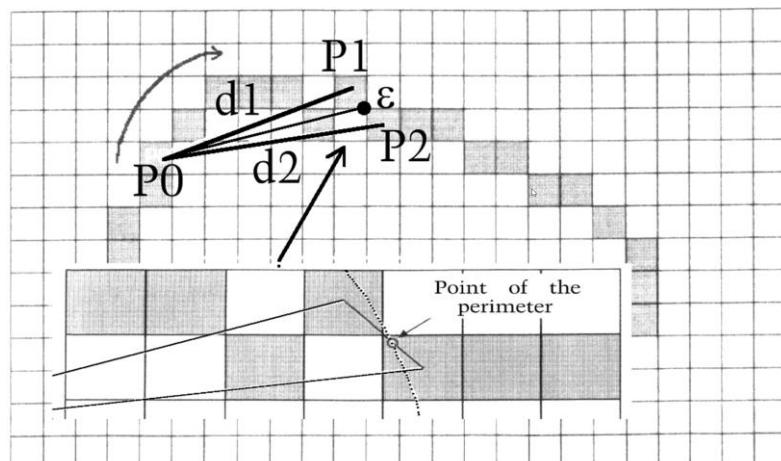
Régression linéaire et donne les valeurs de dimension fractale 1,188

De 30 à 300 pixels, dimension fractale de 1,198



2048x2048 pixels

Ligne supérieure : Périmètre théorique selon l'équation, dimension fractale 1.2

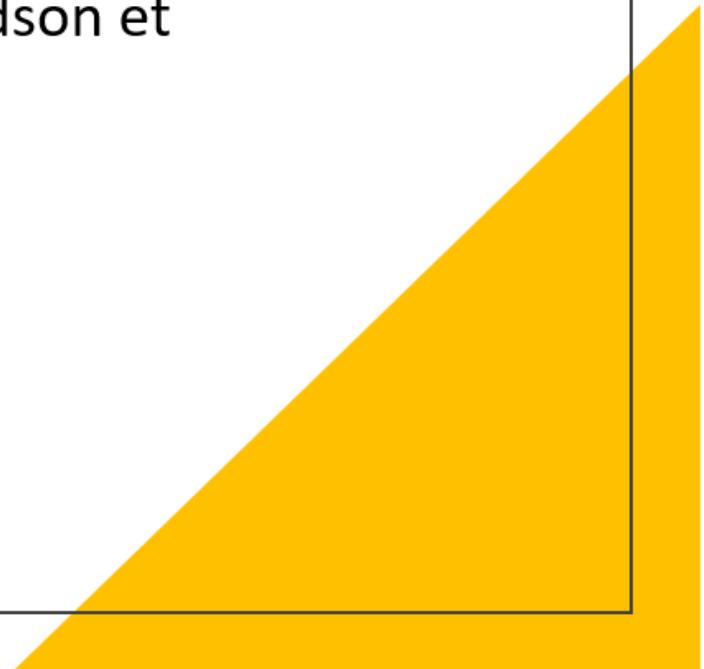


Problématique de la pixélisation

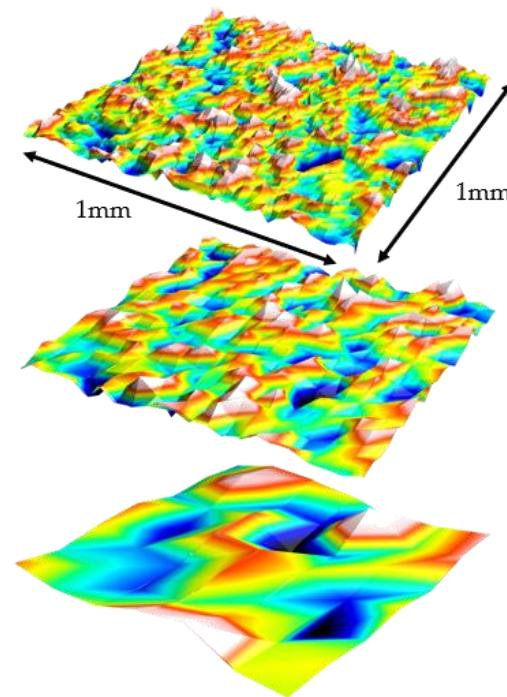
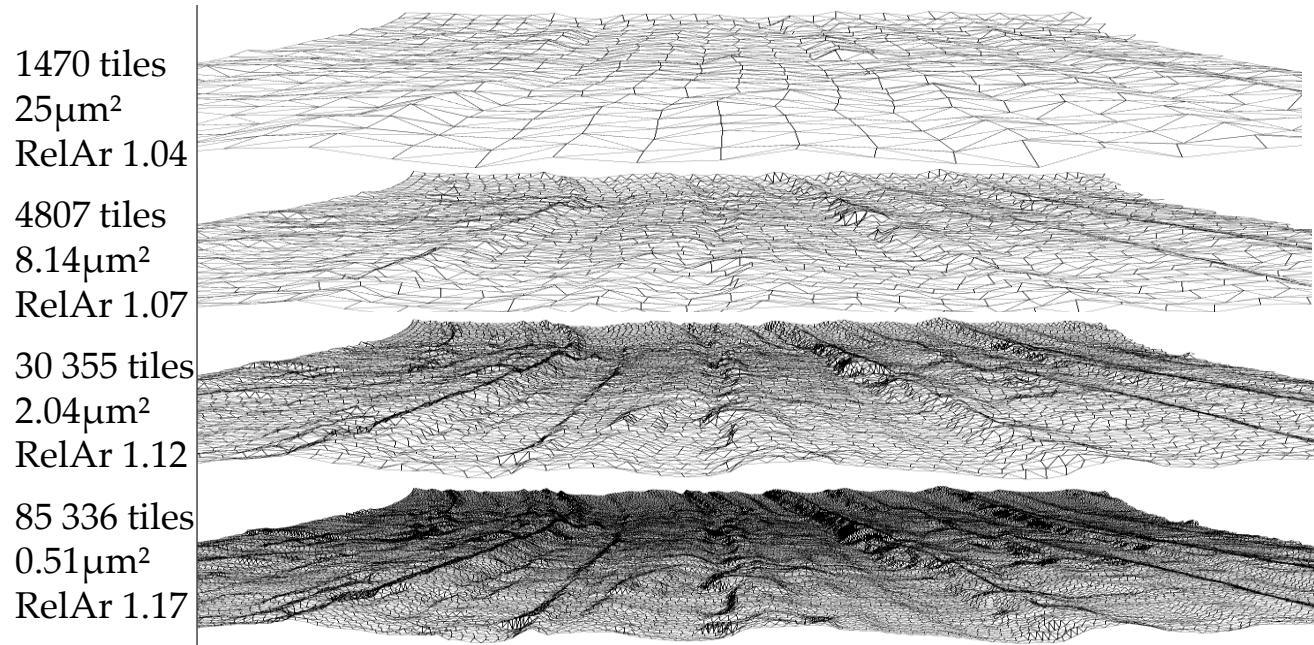
Variation de la longueur du périmètre en fonction de la taille de la règle (en coordonnées log-log) pour un flocon de Von Koch avec une dimension d'auto-similarité $D = 1,2$.

Application des méthodes fractales aire périmètre

Notre nouvelle méthode fractale
dans l'héritage de Richardson et
Mandelbrot et Brown



Relation aire périmètre : Le Patchwork de Brown



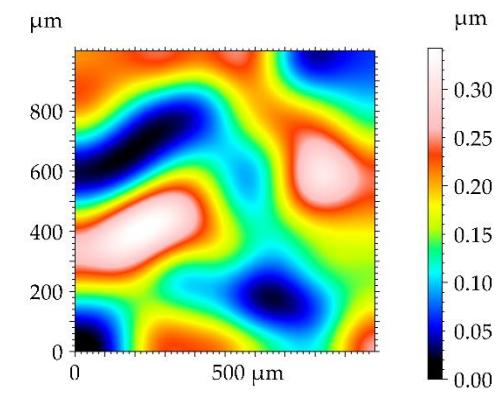
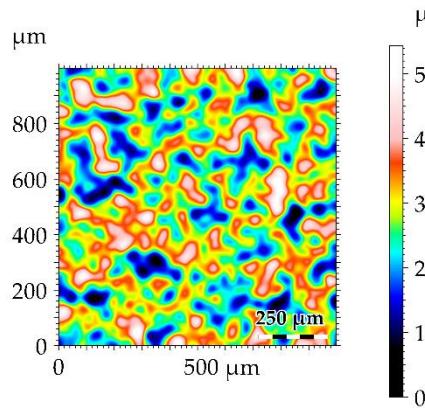
Brown, C. A., Charles, P. D., Johnsen, W. A., & Chesters, S. (1993). Fractal analysis of topographic data by the patchwork method. *Wear*, 161(1-2), 61-67.

Berkmans, F.; Lemesle, J.; Guibert, R.; Wieczorowski, M.; Brown, C.; Bigerelle, M. Two 3D Fractal-based Approaches for Topographical Characterization: Richardson Patchwork versus Sdr. *Materials* 2024, 17, x. <https://doi.org/10.3390/xxxxx>

Vers une nouvelle méthodologie ISO

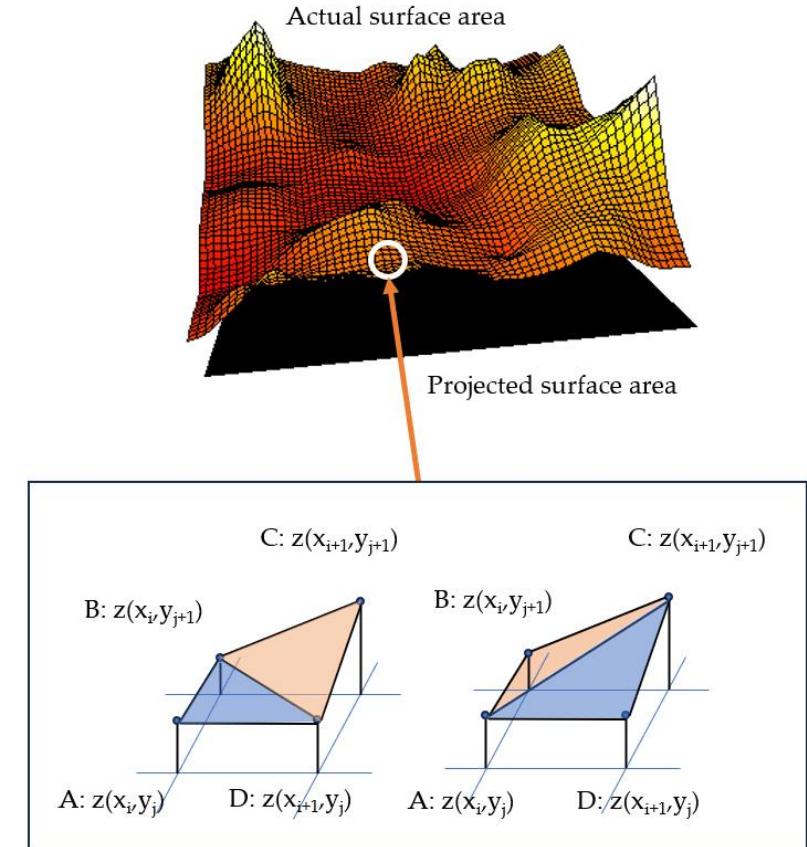
Calcul de l'aire relative du paramètre Sdr à plusieurs échelles en utilisant un filtre passe bas Gaussien

Paramètre Sdr = ISO 25178-2
Filtre Gaussien = ISO 16610-21

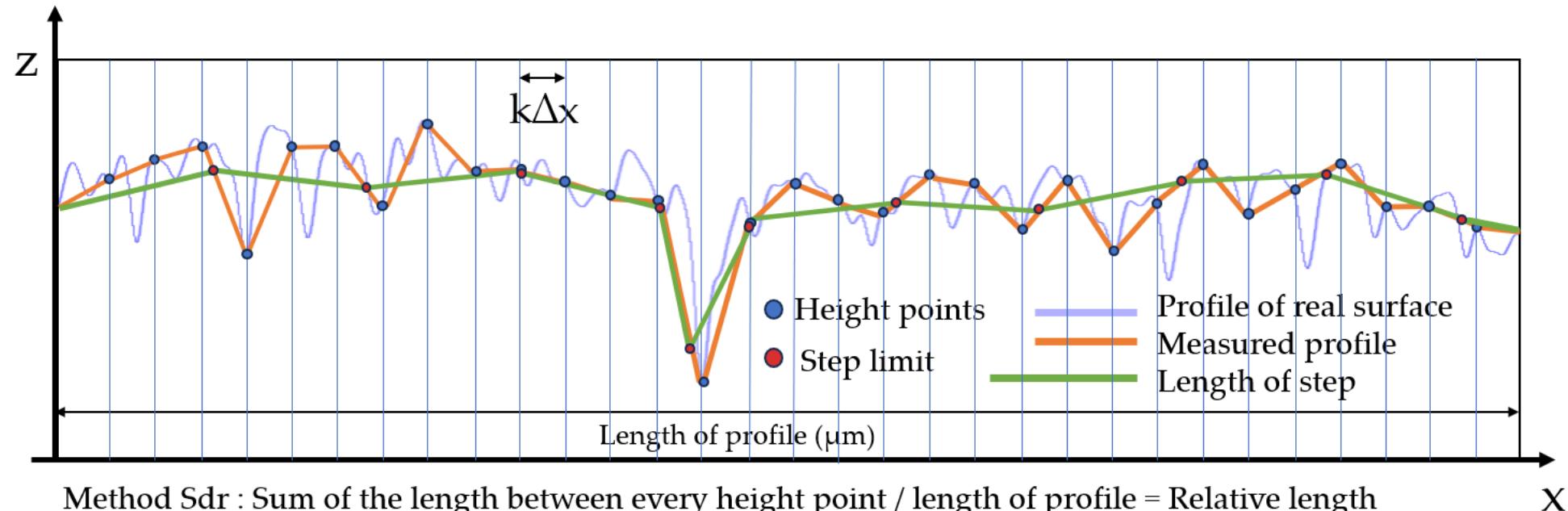


Relative area = 1.001
(pas d'unité)

Relative area = 1.000000008 (pas d'unité)



Différence entre les deux méthodes



Method Sdr : Sum of the length between every height point / length of profile = Relative length

Method Patchwork : Sum of n step length / length of profile = Relative length

La méthode du Patchwork interpole entre les points aux petites échelles

Le Sdr utilise la plus petite échelle d'échantillonnage pour poser ses pas

Relation Sdr cut off length

- $A = a_0 \varepsilon^{2-\Delta}$
- $Sdr = 100 \frac{A-A_0}{A_0}$
- $\log\left(\frac{Sdr}{100} + 1\right) = \log\left(\frac{a_0}{A_0}\right) + (2 - \Delta)\log(\varepsilon)$

Proposition de modèle Bigerelle et al.

Modèle 1

$$\log\log\left(\frac{Sdr}{100} + 1\right) = a + (1 - \Delta')\log(\varepsilon)$$

Modèle 2

$$\log(Sdr) = a' + (1 - \Delta')\log(\varepsilon)$$

Application des méthodes fractales aire périmètre

La fractalité chez Van Gogh : Un indicateur d'authenticité ?

Le corpus des œuvres étudiées

Œuvres authentifiées



Œuvre reconnue
comme fausse
puis authentifiée

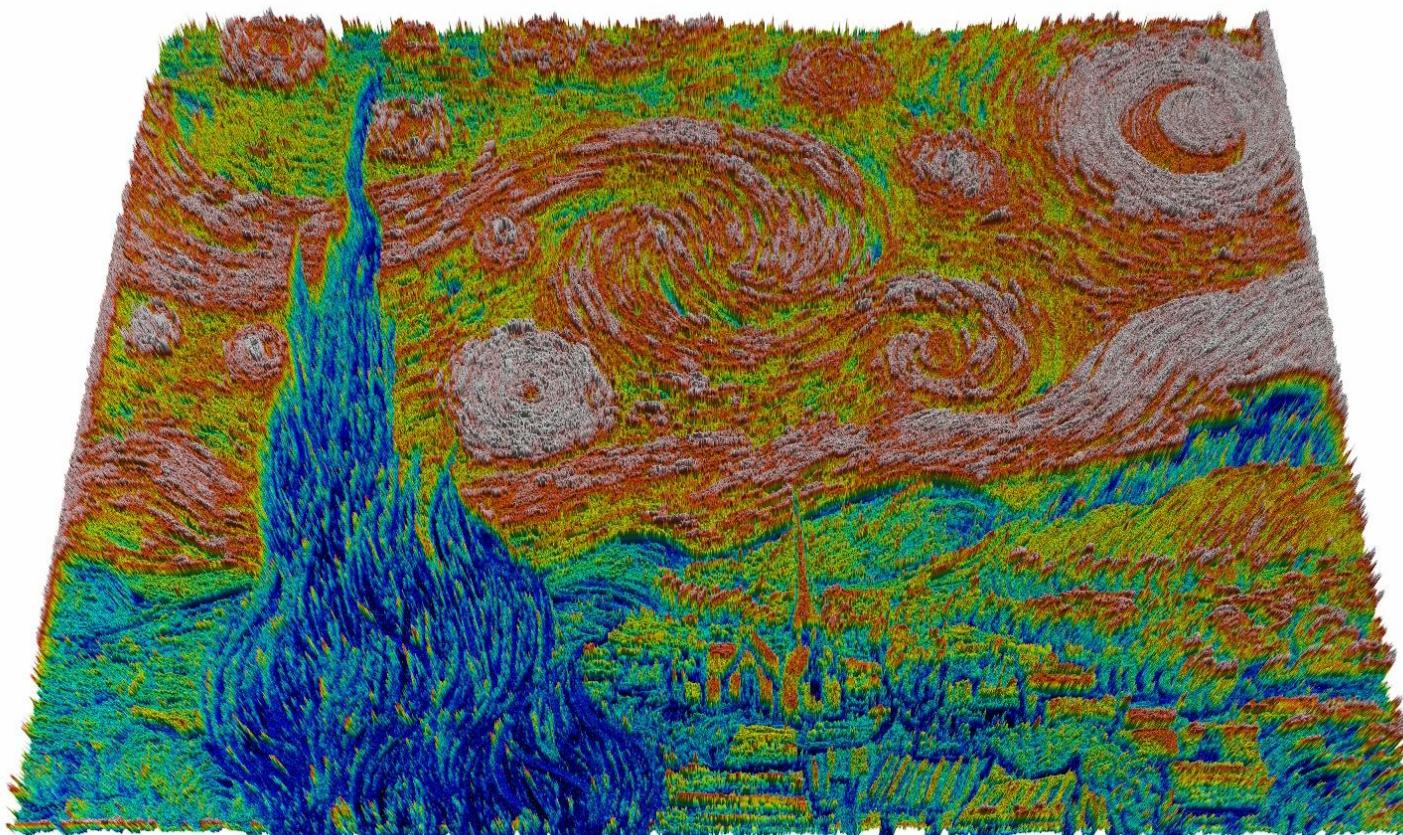


attribuée à Van Gogh
mais considérée
comme fausse



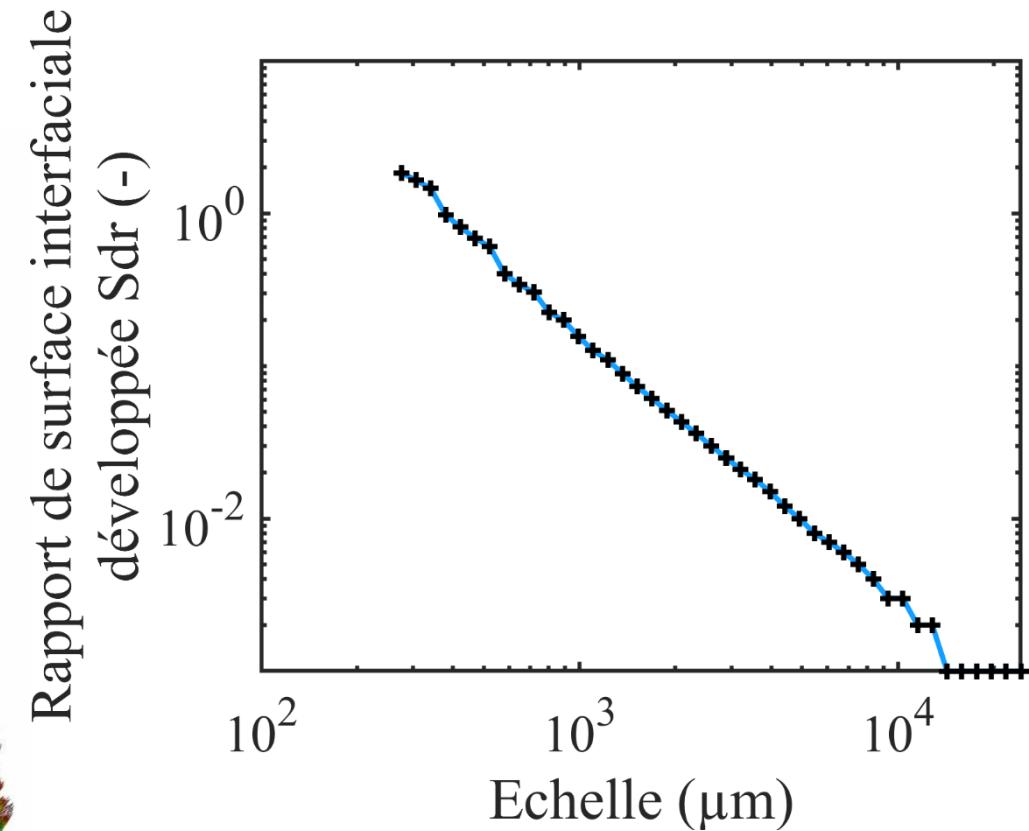
Caractérisation multiéchelle d'un tableau de maître

Peut-on **retranscrire les particularités** d'un peintre,
s'exprimant sur ses œuvres ?



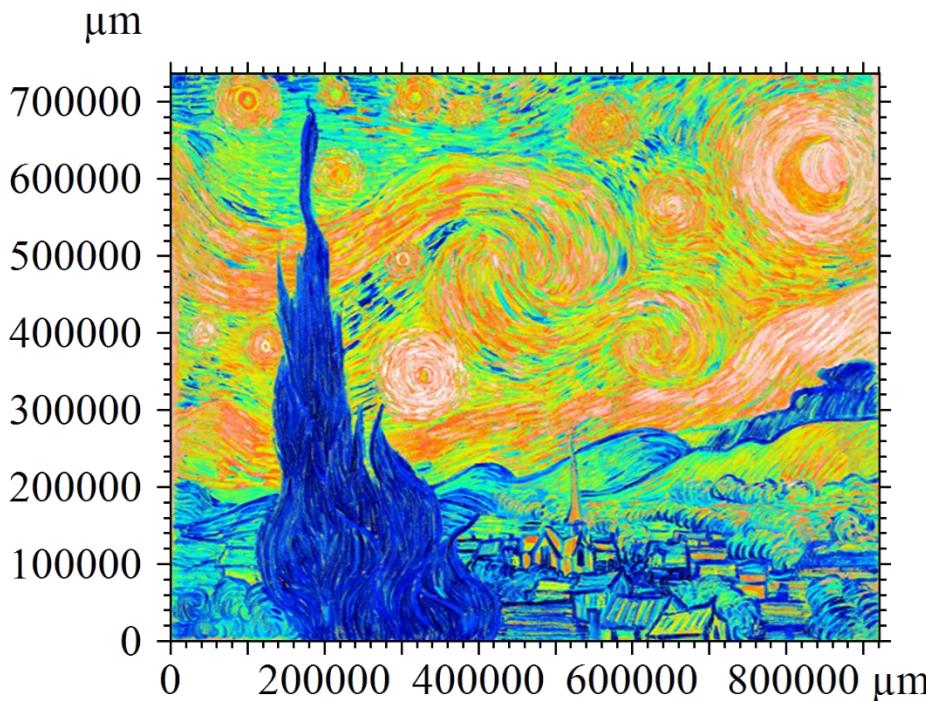
But : **Identification de la signature morphologique du peintre**

Applications : **Authentification** des œuvres, **forensics** d'une toile



Relation linéaire $Sdr = f(Echelle)$ en échelle log-log
→ **Loi d'échelle** modélisée par une **loi puissance**
→ **Peintre identifié par son empreinte fractale**

Multiéchelle par la méthode du Patchwork

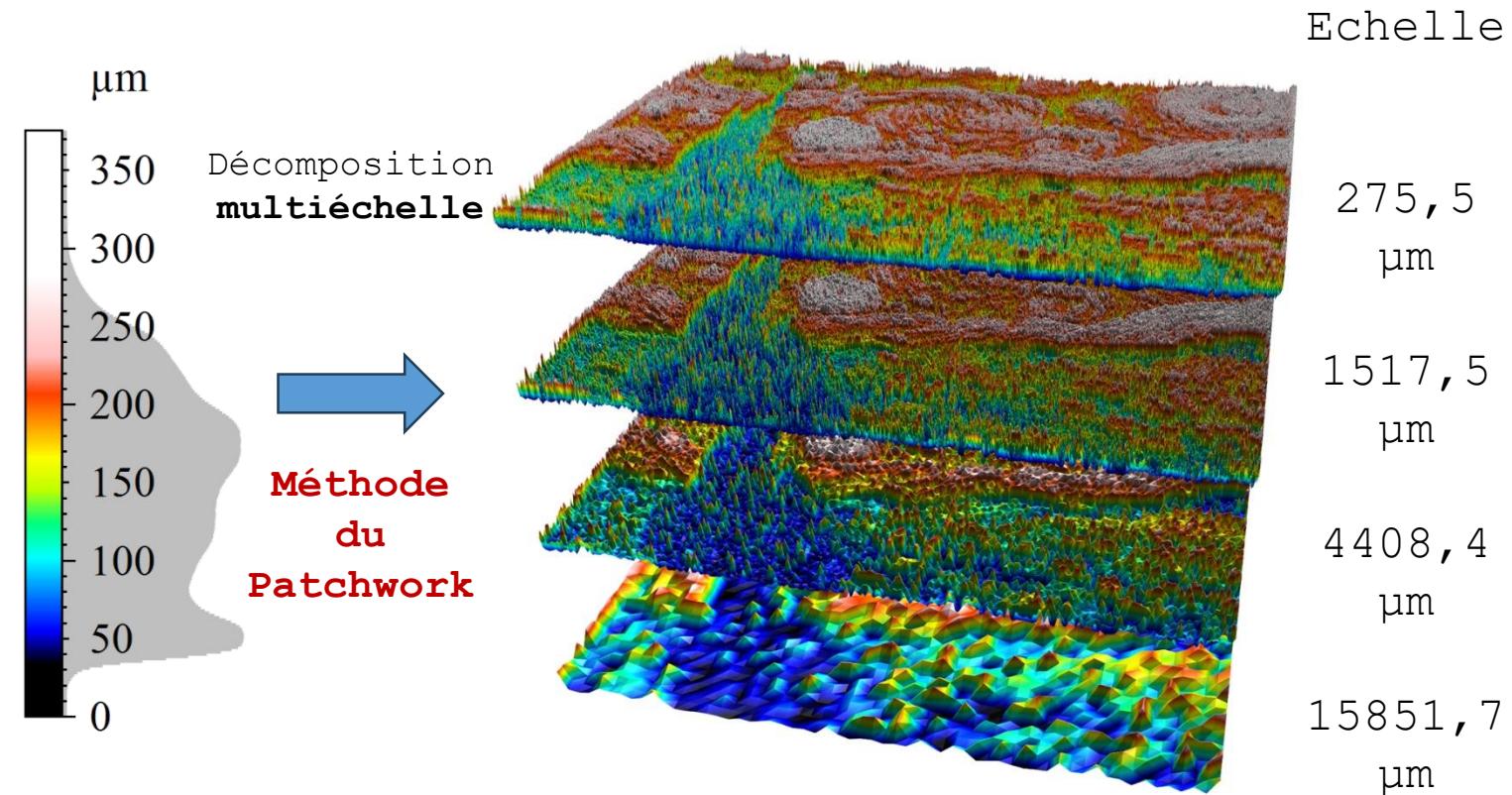


Structures **macroscopiques** : cyprès, maison, lune, étoiles

Structures **mésoscopiques** : charpentes, rayons des astres

→ Nature multiéchelle du tableau

La richesse de l'œuvre repose sur sa fractalité



Méthode du Patchwork :
Décomposition multiéchelle basée sur le pavage
d'une topographie par des éléments d'aire
constante

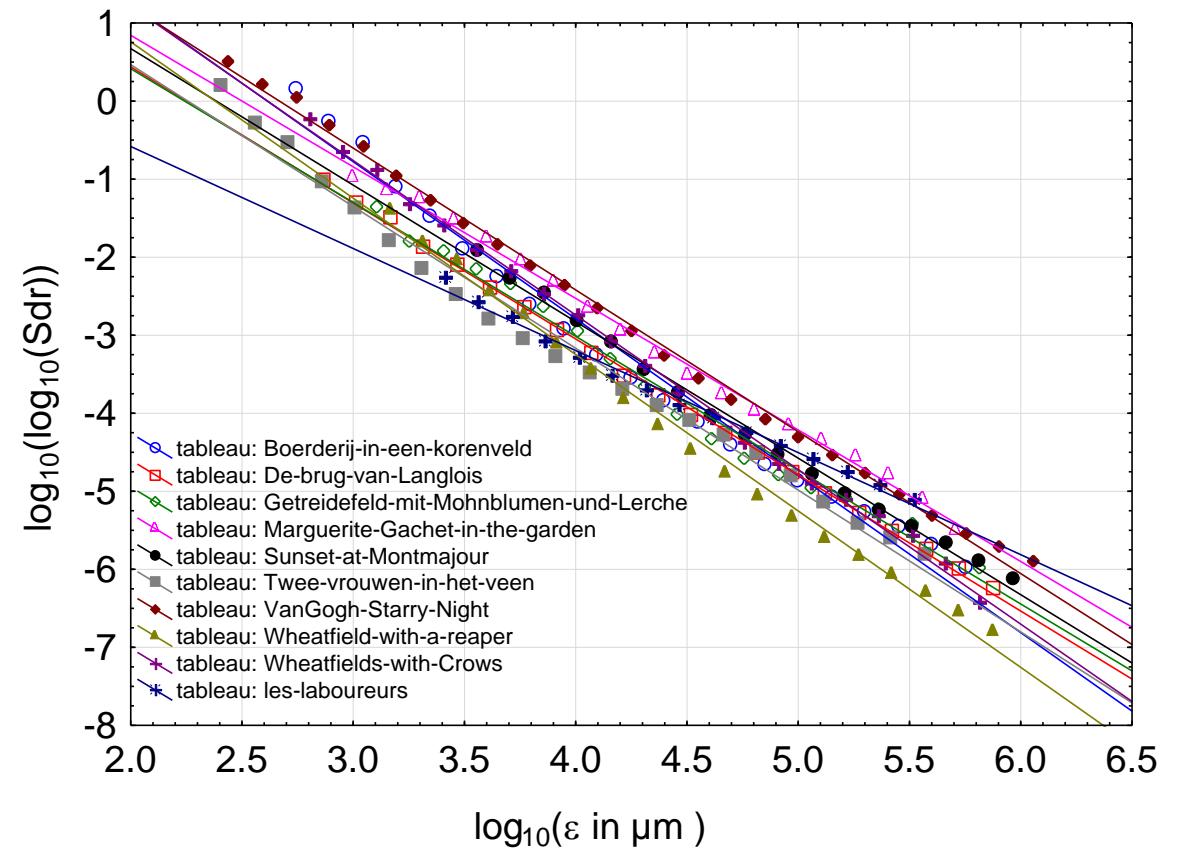
S'apparente à un **filtrage passe-bas**

Etude multiéchelle facilite la **compréhension du processus créatif** de l'œuvre

Relation Sdr-Van Gogh

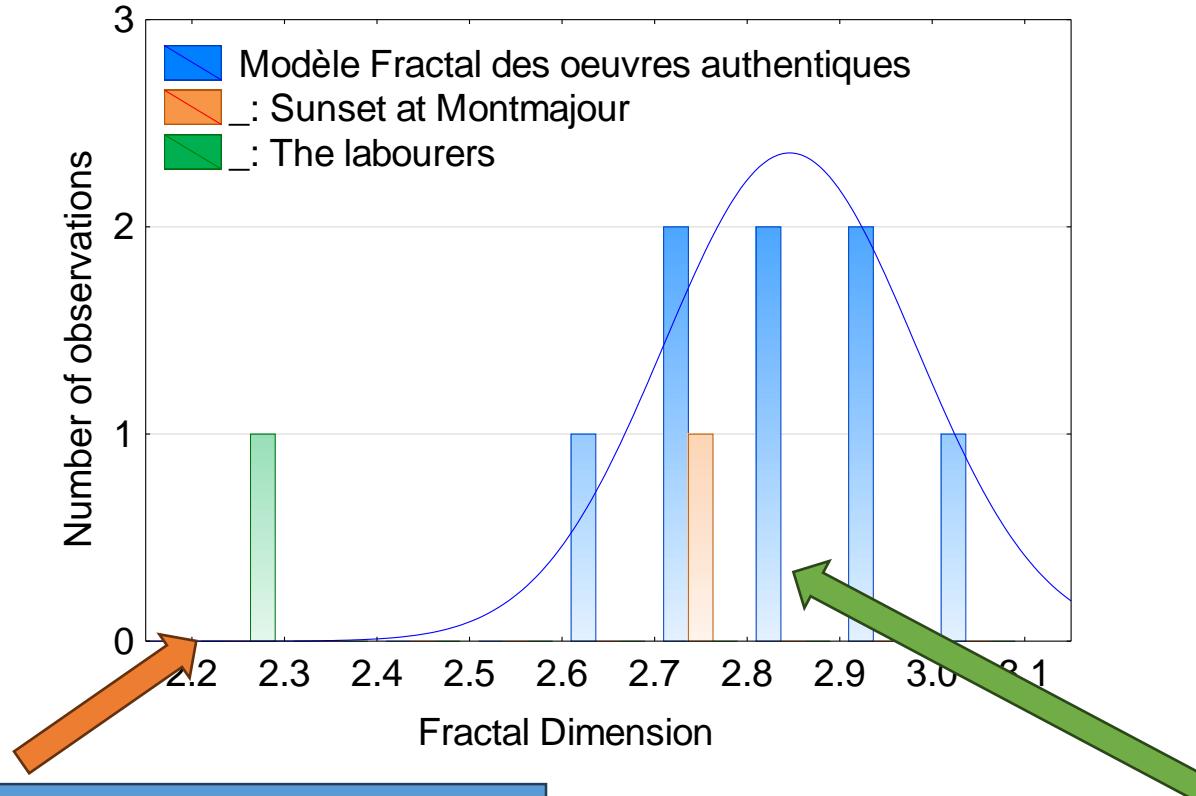
Comparaison des valeurs Sdr en multiéchelle du corpus d'œuvres.

Exploration du modèle fractal Bigerelle et al.



Relation Sdr-Van Gogh

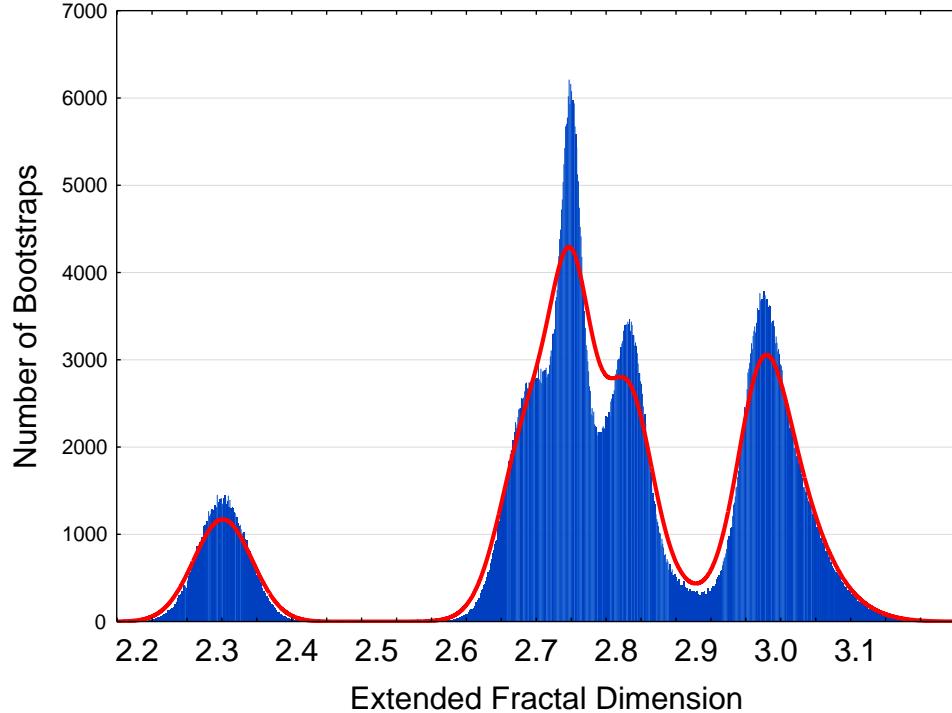
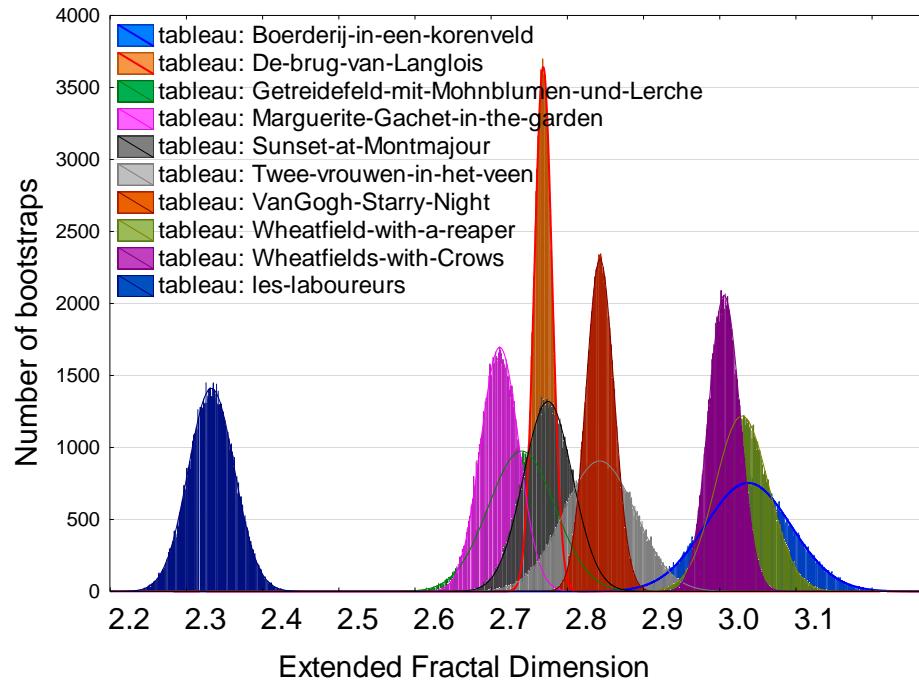
Une simulation Bootstrap est réalisée sur les valeurs des dimensions fractales afin d'analyser la distribution



Le tableau considéré comme faux se trouve clairement en dehors de la distribution des autres œuvres.

L'œuvre problématique est incluse dans la distribution

Modes de distribution des valeurs Sdr pour les œuvres



La distribution des valeurs présente 3 modes, un mode reject et deux qui peuvent correspondre à des périodes spécifiques dans l'évolution du style du peintre

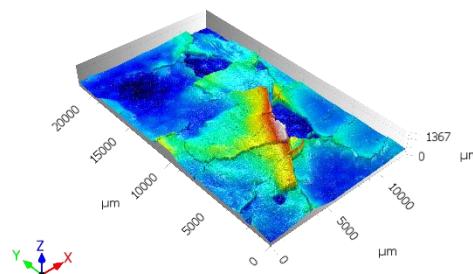
Application des méthodes fractales aire périmètre

Le paramètre Sdr : un indicateur de qualité pour la restauration en peinture

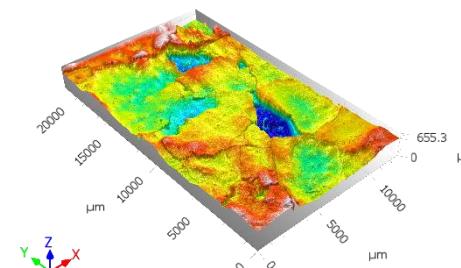
Application à la restauration

Suivi des procédés de restauration de peintures anciennes pour la restauration du patrimoine.

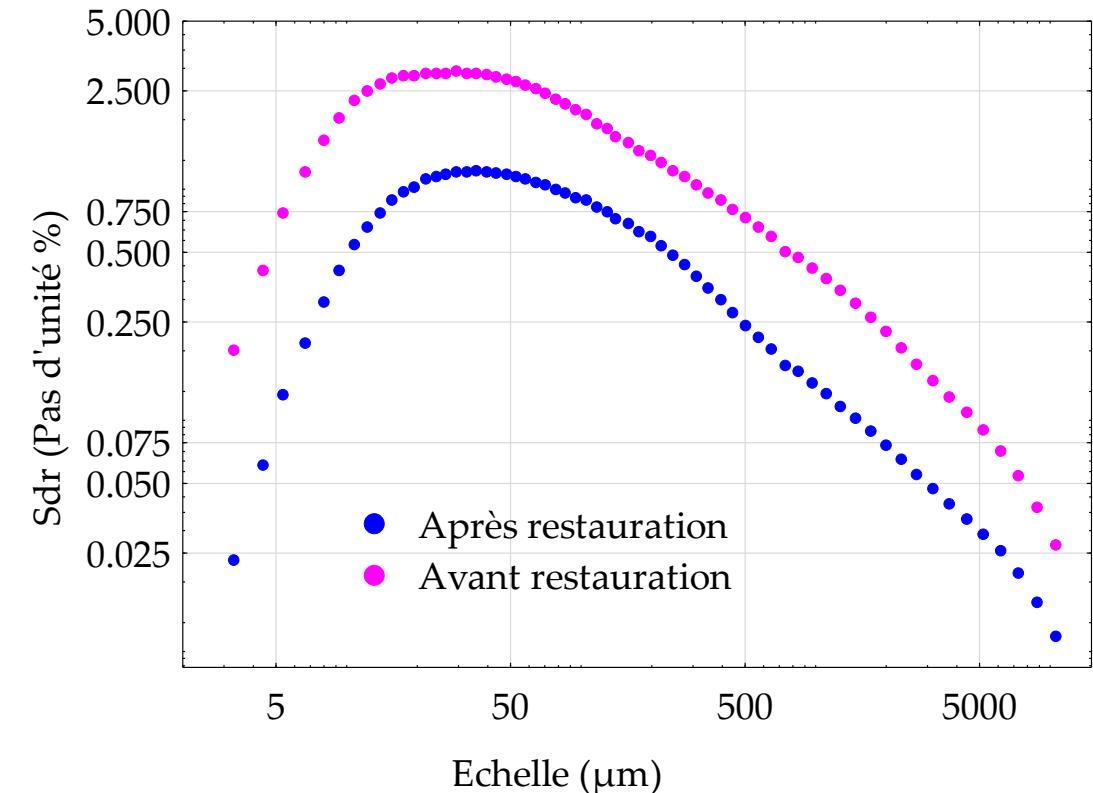
Le refixage permet de recoller à la cire naturelle ou synthétique les parties endommagées de la peinture.



Avant refixage



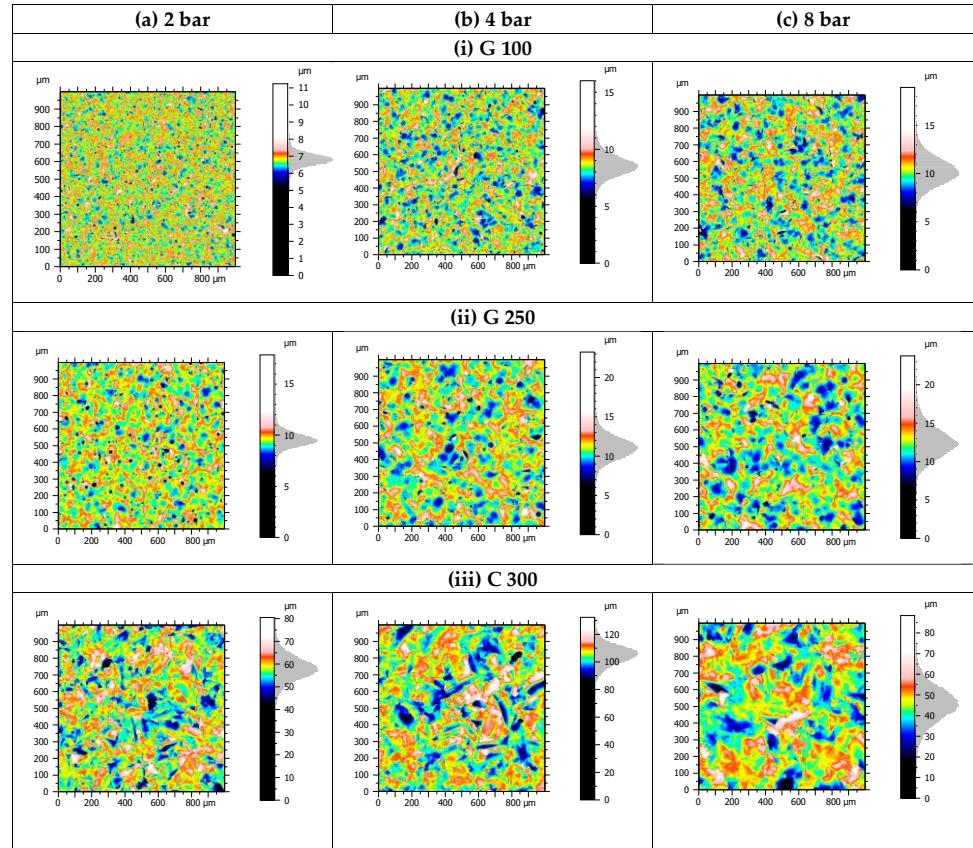
Après refixage



Application des méthodes fractales aire périmètre

L'utilisation de la méthode fractale
Sdr comme caractérisation du
sablage

Application au sablage

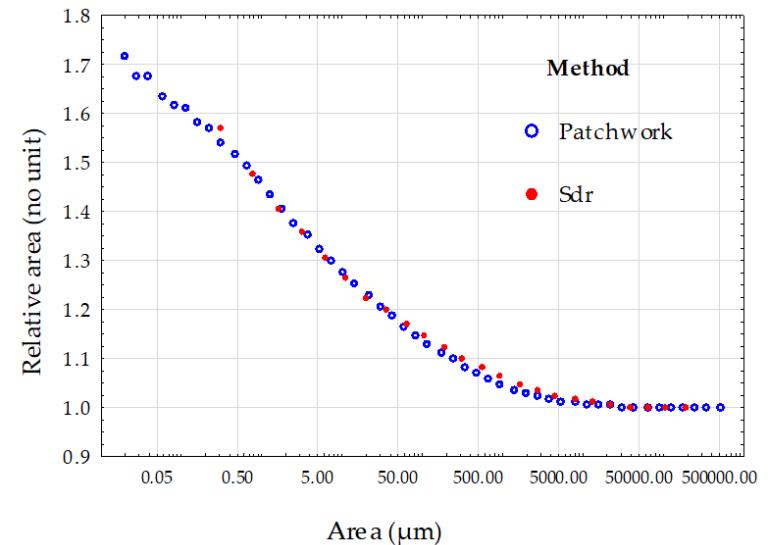


Echantillon de 9 surfaces sur 1750

Test sur 7 pressions
(2 à 8 bar)

3 médias de
sablage (billes de
verre de tailles
différentes et
corindon)

Comparaison des méthodes aire
périmètre pour le calcul de l'aire
relative en multiéchelle.

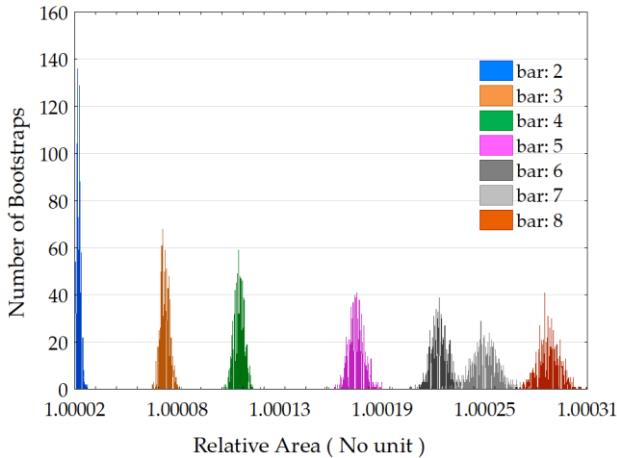


Comparaison à 8 bar avec
corindon

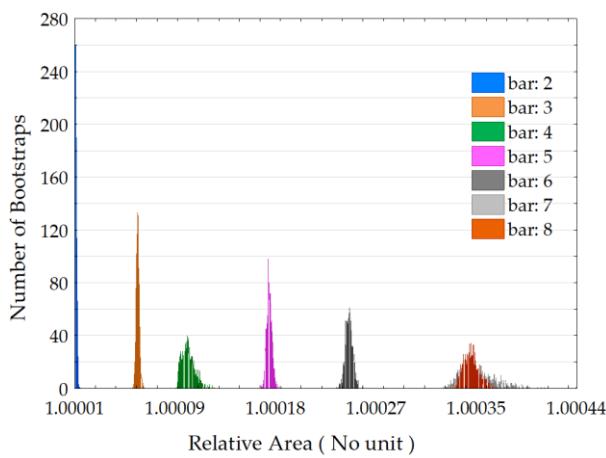
Influence du sablage sur l'aire développée

G 100

Patchwork

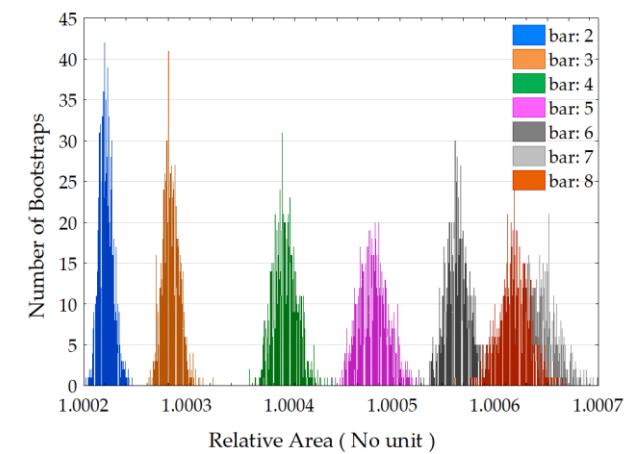


Sdr

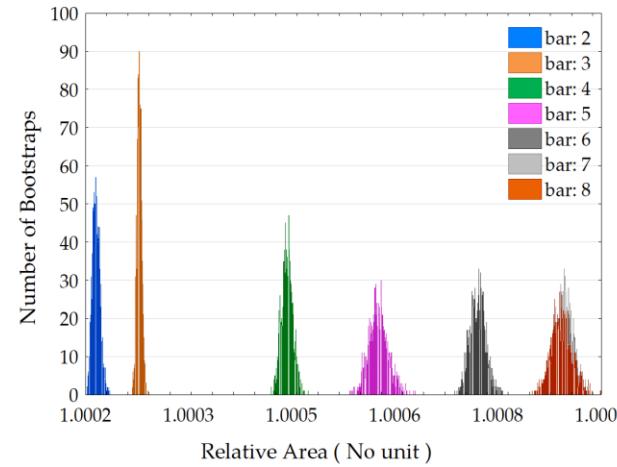


G 250

Patchwork

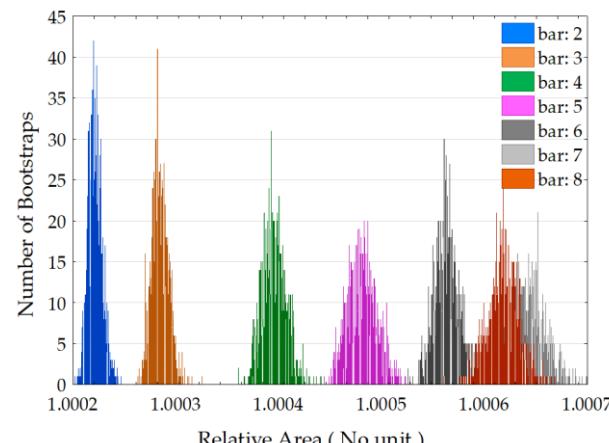


Sdr

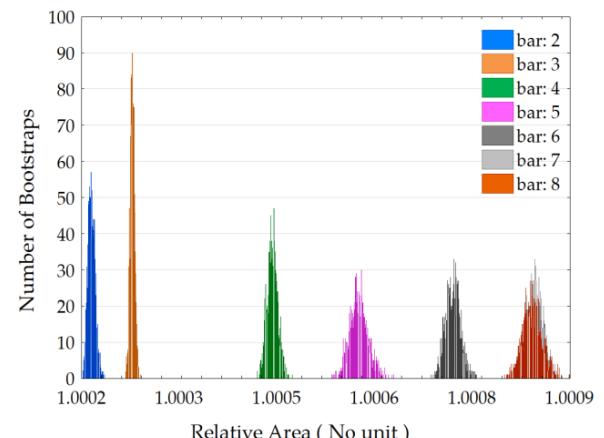


C 300

Patchwork



Sdr



Echelle de pertinence Patchwork: 7657.64 μm (area of triangular tiles)

Echelle de pertinence Sdr: 124.6 μm cut off length

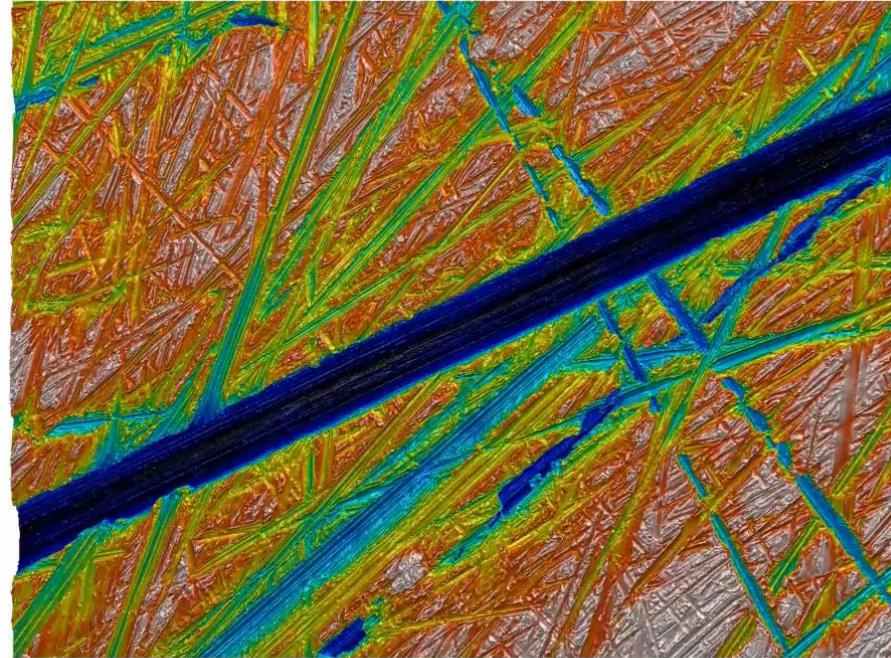
Application du paramètre Sdr

L'utilisation du paramètre Sdr pour caractériser les incertitudes de mesure

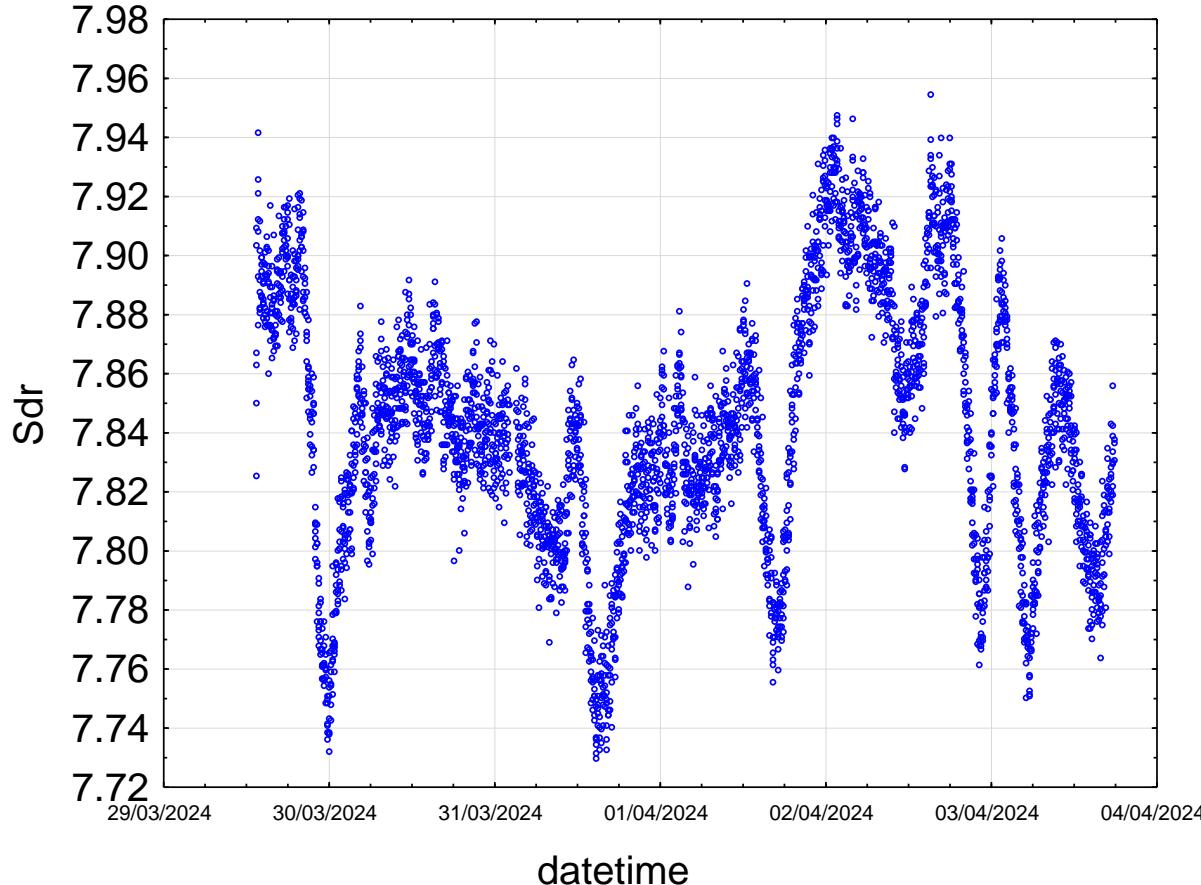
Relation aire-périmètre en métrologie stabilité. Capter une dérive métrologique.

1200 mesures statique
avec un interféromètre
Bruker Contour GT

Objectif : capter la
variabilité de mesure et
quantifier les incertitudes



Variabilité des valeurs en fonction du temps

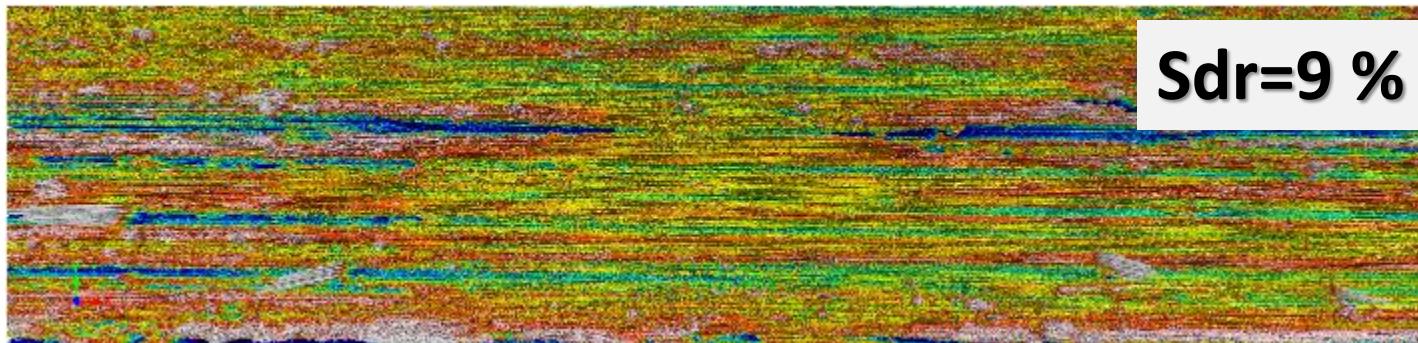


- bonne stabilité du Sdr
- Paramètres pertinent
- Moyenne : 7.84, sigma: 0.04, **Rapport : 200**

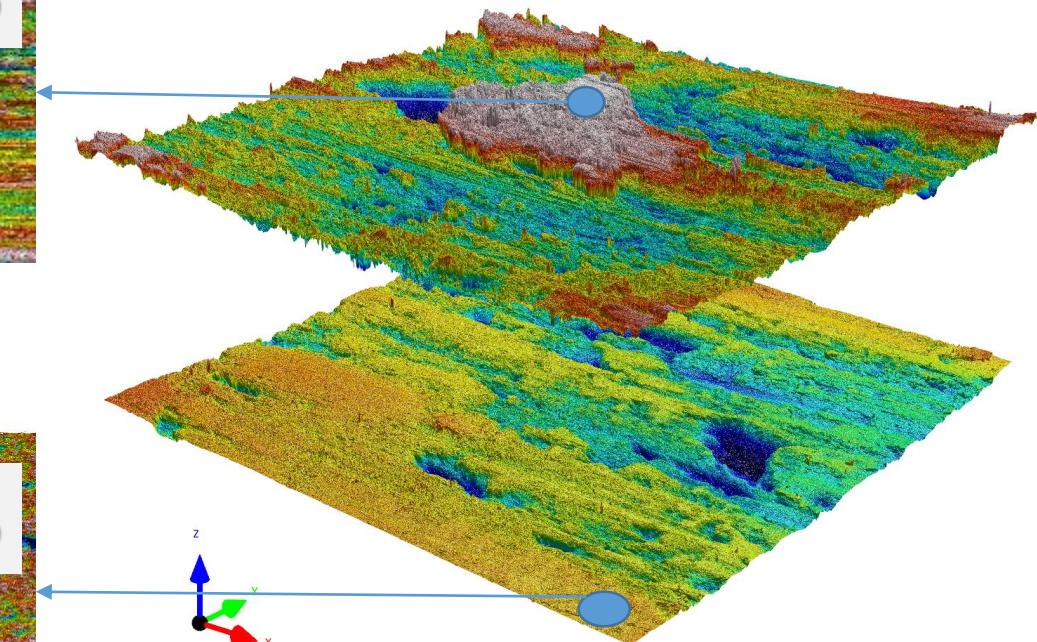
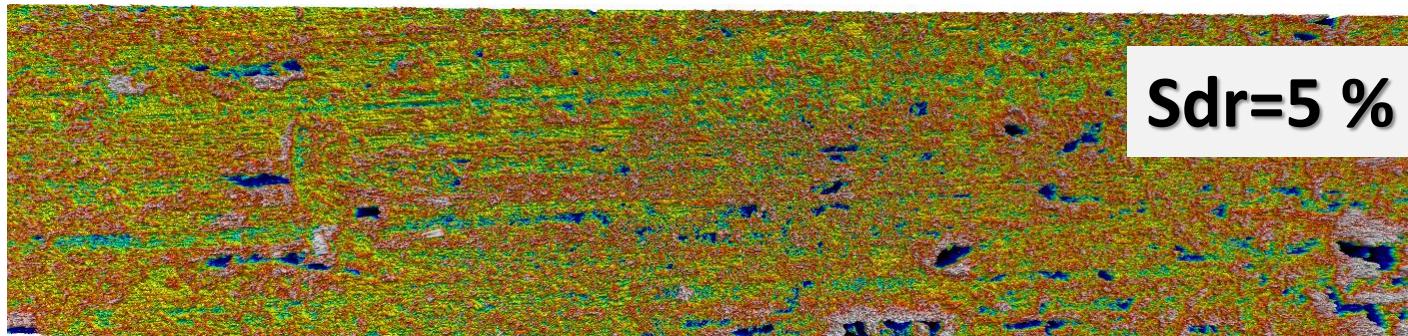
SIGNATURE ABRASION

Isoler les plateaux, calculer le Sdr (développée de surface sur les plateau)

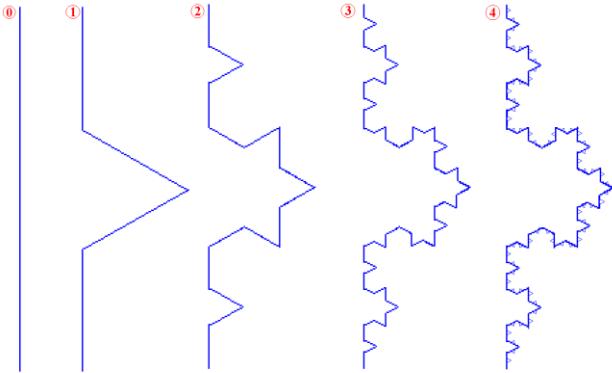
Durée de Vie Caténaire 3 ans
Signature Usure Abrasive Forte



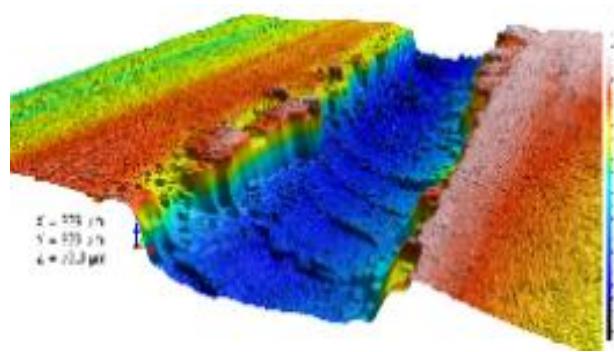
Durée de Vie Caténaire 20 ans
Signature Usure Abrasive Faible



■ MultiScale : Intra Similarity versus Inter Similarity (New Concept)



Intra Similarity



Inter Similarity



Proof of concept: Build a strategy to search, identify and show that there are common multiscale topographic invariants between nanoscale and macroscopic structures and then identify the common physical phenomenological patterns responsible for creating this morphology

Illustration: Is there a shape on the globe that would resemble the deposits from the evaporation of a drop filled with nanoparticles?

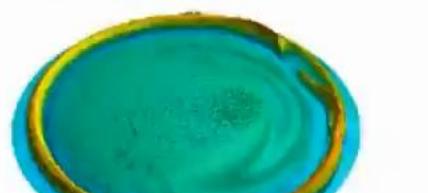
Droplet evaporation of diamond NanoParticles in water

Functionality : increase kinetic of evaporation.

Droplet Evaporation

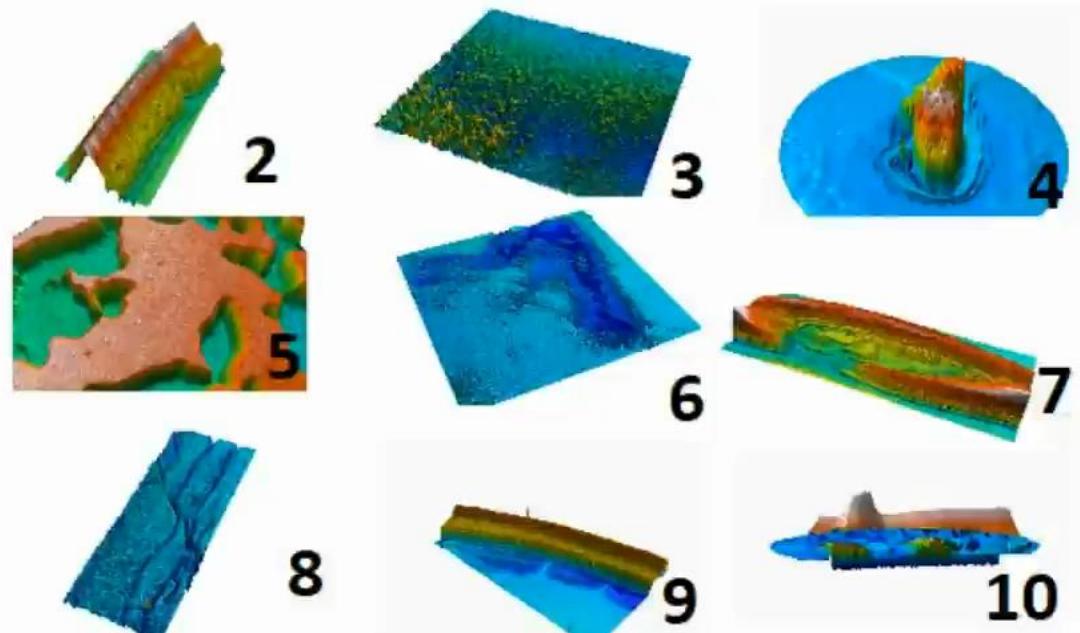


Topography deposition



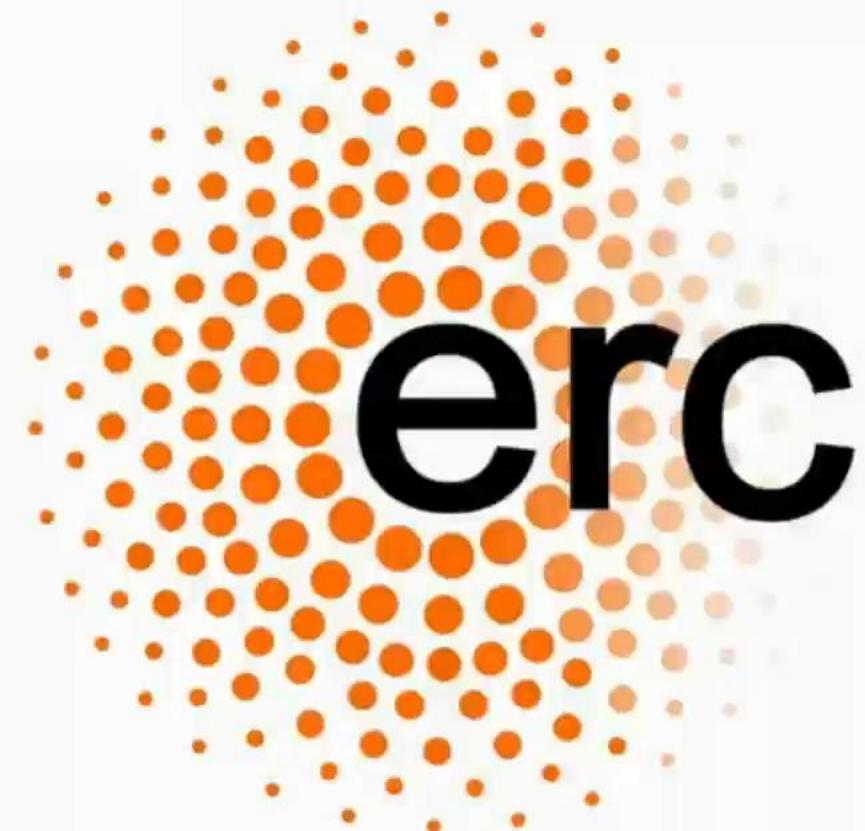
Diameter : 2 mm

*Multi-Scale Topographies
of Particles Deposition*
Size : 1-50 μ m



Is it exist a such morphology at a macroscopic scale ?

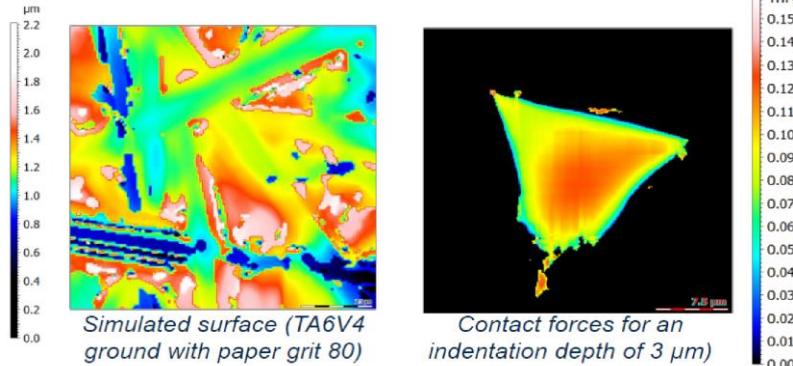
High Definition Topography Depth Analysis



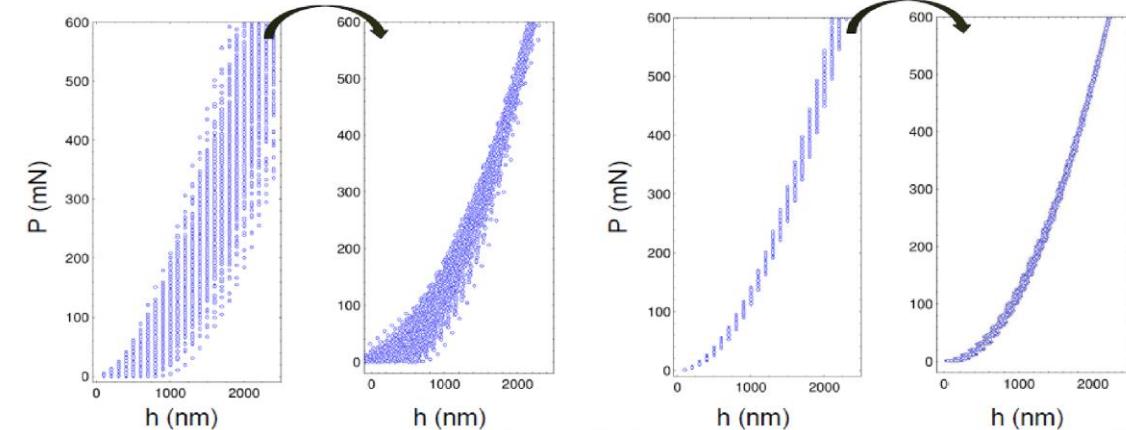
A Focus: Simulation on rough Surfaces

MODELLING INDENTATION ON REAL ROUGH SURFACES

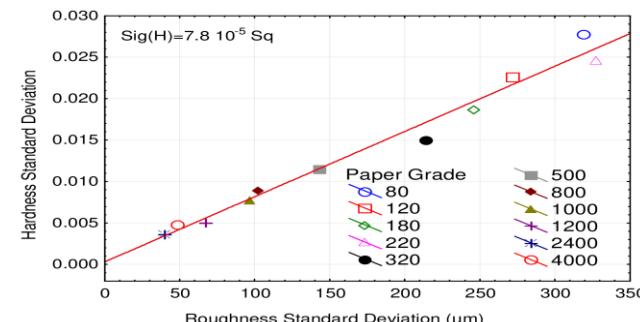
Context. Estimation of mechanical surface properties of rough surfaces



Solution. Origin will be determined taking account constitutive law (curves form) of the materials rather than external reference and verified by simulation.



Problematic. How find the reference of indentation from which stress-strain curves be robust ?



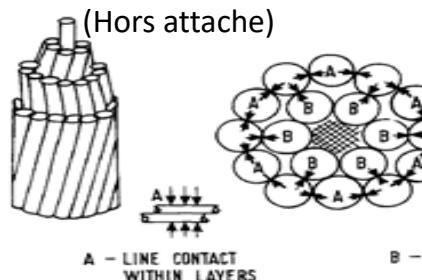
Results. Standard deviation of the hardness varies linearly with the standard deviation of the roughness.

• Effet Endommagement du Cable

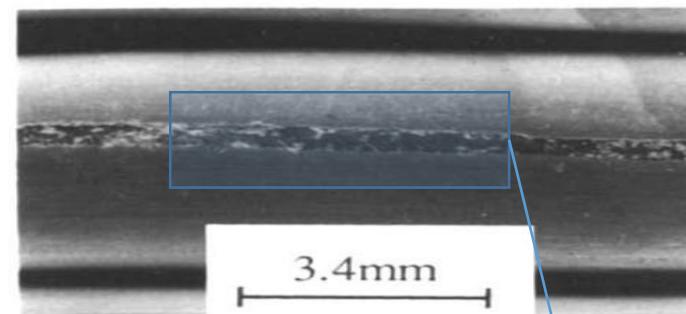
Objectif : donner un indicateur de mesure de l'endommagement du cable in situ sans démontage de la ligne

Deux frottements

Fretting

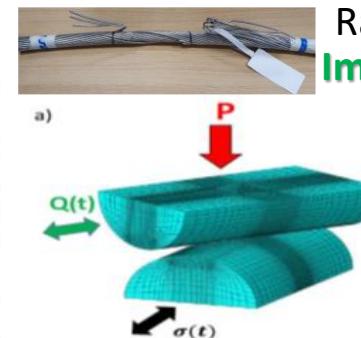


Axial (Peu endommageant), A-A
Mesurable sans détruire le câble



Radiale, A-B (Endommageant)

Immesurable sans détruire le câble



2. Peut on alors mesurer le topographie in situ (la zone A-A) établir un lien topographique ?



Faire un Moule D'injection pour répliquer la zone de fretting (avec écartement des tiges) puis mesurer les indicateurs d'endommagements et mesurer la topographie

Sources

- Sébastien Montalvo. Étude de l'endommagement par fretting-fatigue de fils d'ancrage off- shore : influence de la galvanisation, de la graisse et de l'eau de mer. Autre. Ecole Centrale de Lyon, 2023.
- K Kubiak, T Mathia, M. Bigerelle. Influence of roughness on ZDDP tribofilm formation in boundary lubricated fretting. Tribology - Materials, Surfaces & Interfaces, 2013, 6 (4), pp.182-188.

1. Peut on établir un lien topographique ?

Faire une étude topographique de correspondance de signature d'endommagements communes sur différents câbles endommagés

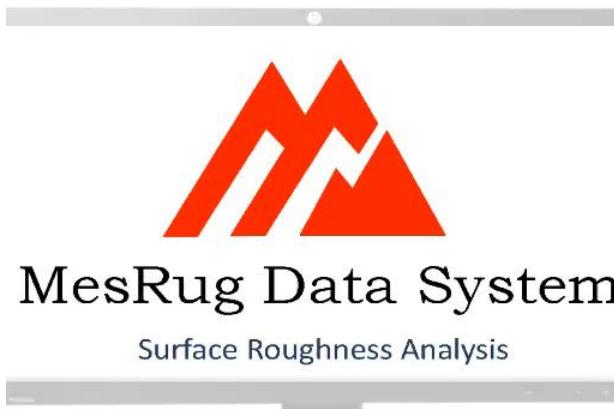
3. Implémenter les contrôles sur des points de Surveillance du réseau RTE :
Mesure signature = etat de la ligne +
Prévision de remplacement → base de données defectométriques géolocalisés, suivi maintenance, ...



Why not begin a multi-scale analysis in your company or laboratory?

- Choose two samples to be topographically characterized (different processes, different functionalities)
- Take contact with MesRug Data System company, our research commercialization firm (maxence.bigerelle@uphf.fr)
- If you are ok, you can send us these two samples to be measured in high precision and the most relevant roughness parameters will be found with their associated spatial scales.

Sandblasting on 316 L surfaces

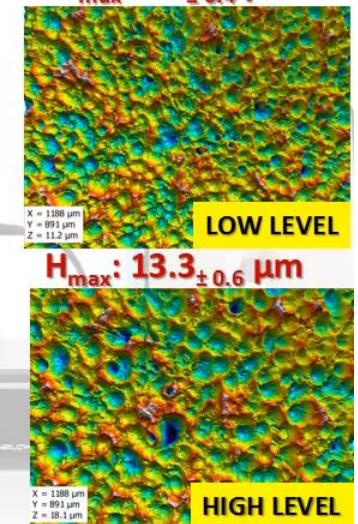


The scale of relevance for the Wear test is 55 μm

Best roughness parameter

H_{\max}
Maximal amplitude
of motifs

Sandblasting Pressure
 $H_{\max}: 8.2 \pm 0.4 \mu\text{m}$



Bigerelle, M., Marteau, J., Blateyron, F. (2017). Assessing the discriminating power of roughness parameters using a roughness databank. *Surface Topography: Metrology and Properties*, 5(2), 025002.

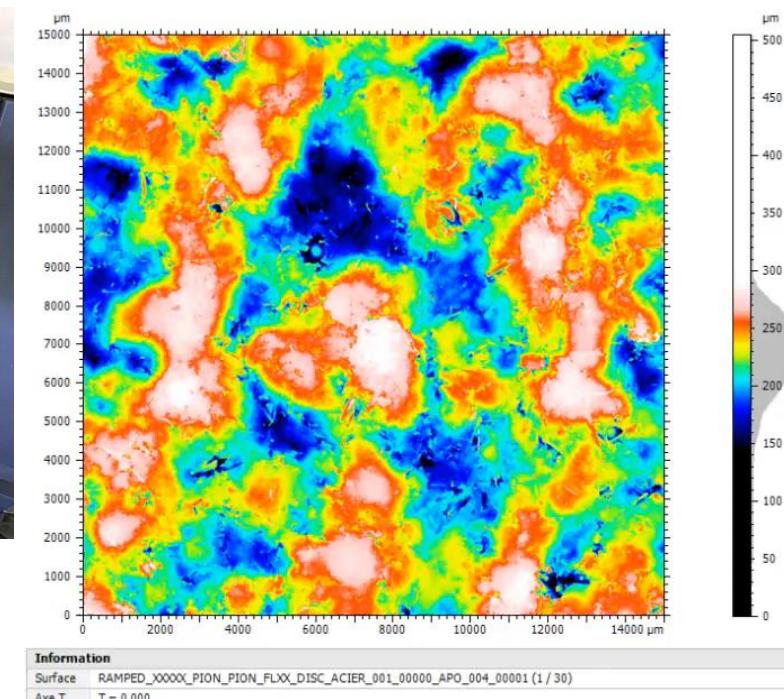
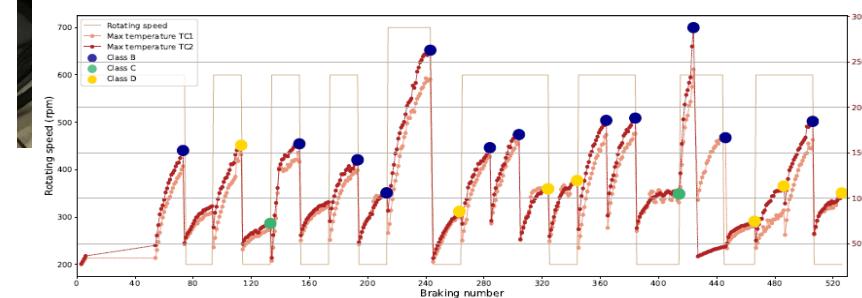
Thank you for your attention
Some questions ?

Etude tribologique de plaquettes de frein

Collaboration LAMIH/LaMCube (Equipe P. Dufrénoy)

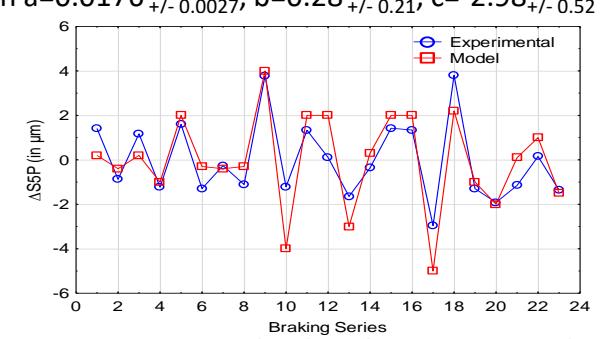
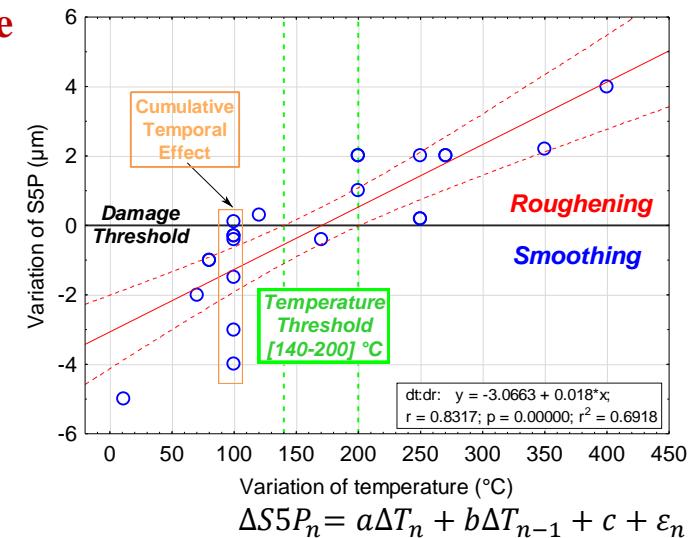
Objectifs : Comprendre le rôle de la morphologie de la plaque de frein lors du freinage

**Déterminer les paramètres de rugosité pertinents en lien avec les physiques du freinage
(usure, capacité de freinage, émission thermique, émission acoustique)**



Etude de l'évolution de la morphologie de la plaque de frein (LAMIH)

Utilisation du système expert MesRug pour la détermination des paramètres de rugosité pertinent (M. Bigerelle)
→ Combiner le développement de banc tribologique dédié et l'analyse de données multimodales



Lien entre morphologie et température de la plaque lors du freinage

2 faits scientifiques marquants

[DÉCOUVERTE SCIENTIFIQUE] LA REVUE NATURE COMMUNICATIONS PUBLIE LES TRAVAUX DE 2 CHERCHEURS



ARTICLE

DOI: 10.1038/s41467-018-06494-6

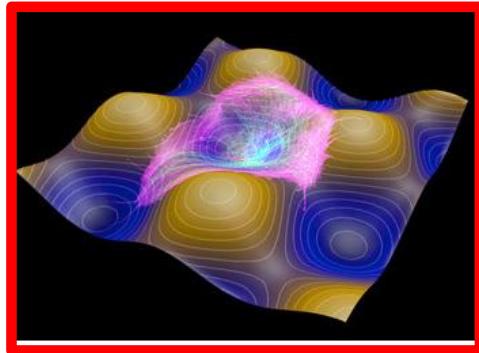
OPEN

Curvotaxis directs cell migration through cell-scale curvature landscapes

<https://www.uphf.fr/découverte-scientifique-la-revue-nature-communications-publie-les-travaux-de-2-chercheurs>



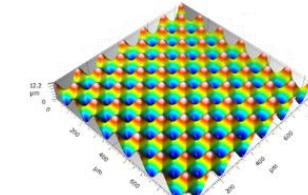
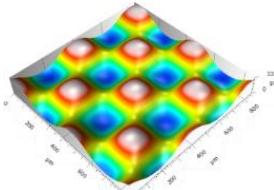
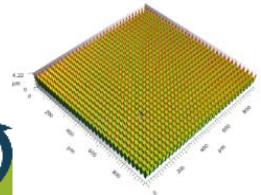
SINUS SURF
Surfaces modèles sinusoïdales



Première Mondiale
UNE SURFACE CENTIMÉTRIQUE
SINUSOÏDALE A LA PRÉCISION
ATOMIQUE ($< 1 \text{ nm}$)

Aucune contraintes résiduelles, ni micro-structurale, ni d'effet d'échelle.

ANR SinusSurf



LE LAMIH UMR CNRS 8201 PARTICIPE À UNE DÉCOUVERTE ARCHÉOLOGIQUE MAJEURE

<https://www.uphf.fr/le-lamih-umr-cnrs-8201-participe-une-découverte-archéologique-majeure>



Letter | Published: 02 May 2018

Earliest known hominin activity in the Philippines by 709 thousand years ago



Analyse Multi-échelle : une aide pour identifier la plus vieille scratch connue faite par l'homme (700 000 ans)

Le Toucher des Textiles BioSourcés

Morpho-Mécanique et Sensoriel

Simon CHATELAIN^{a,b}, Maxence BIGERELLE^a et Marie-Ange BUENO^c

^aLAMIH UMR-CNRS 8201, Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis, Le Mont Houy, Valenciennes, France

^b VELYSAM, 8 Rue de L'Europe, 59540 Caudry, France

^c Laboratoire de Physique et Mécanique Textile, EA 4365, Mulhouse, France.

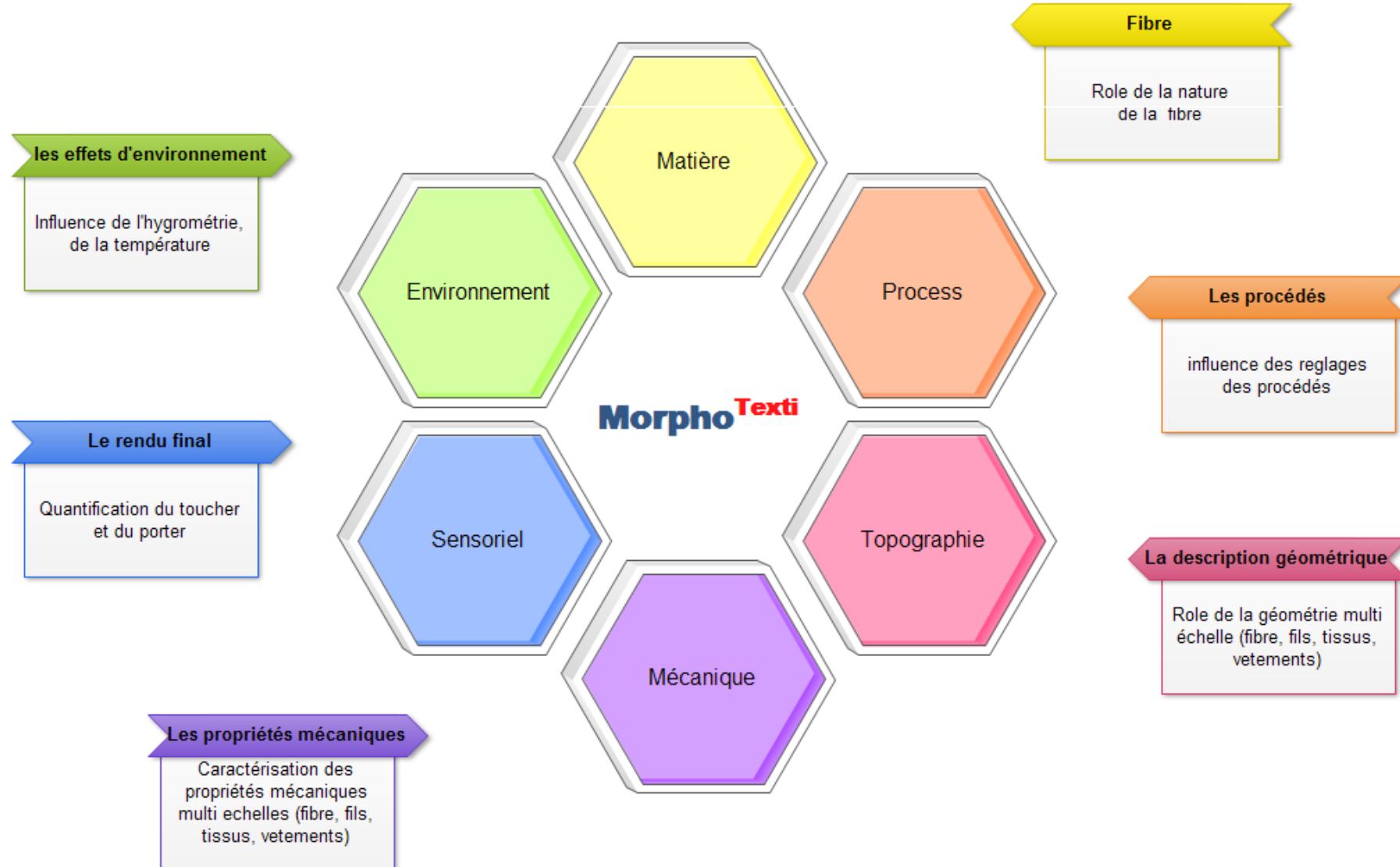
**“Le toucher est le plus démystificateur de tous les sens,
à la différence de la vue, qui est le plus magique.”**

Baruch

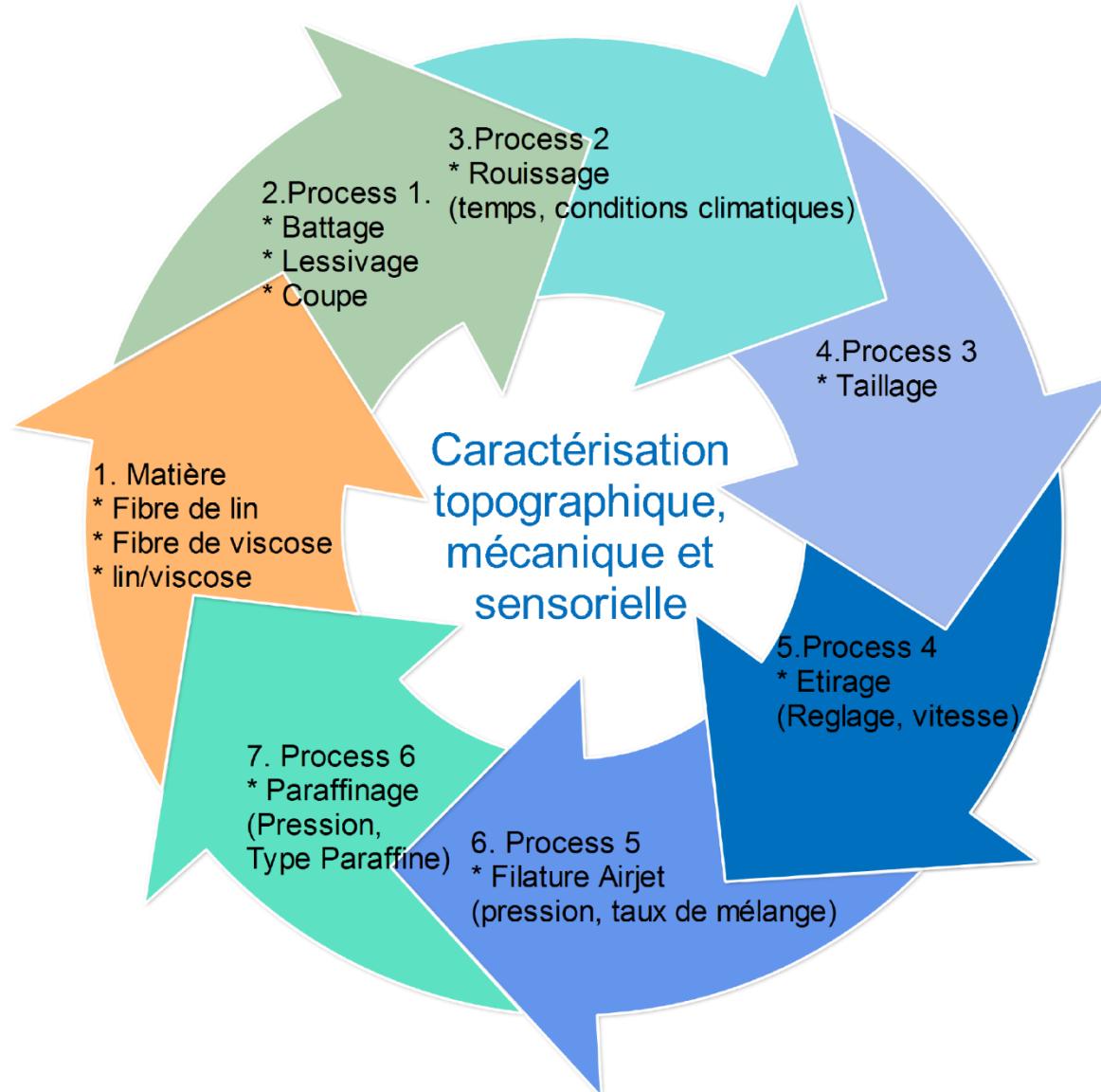
SPINOZA, ETHICA, Ordine Geometrico Demonstrata (1677)



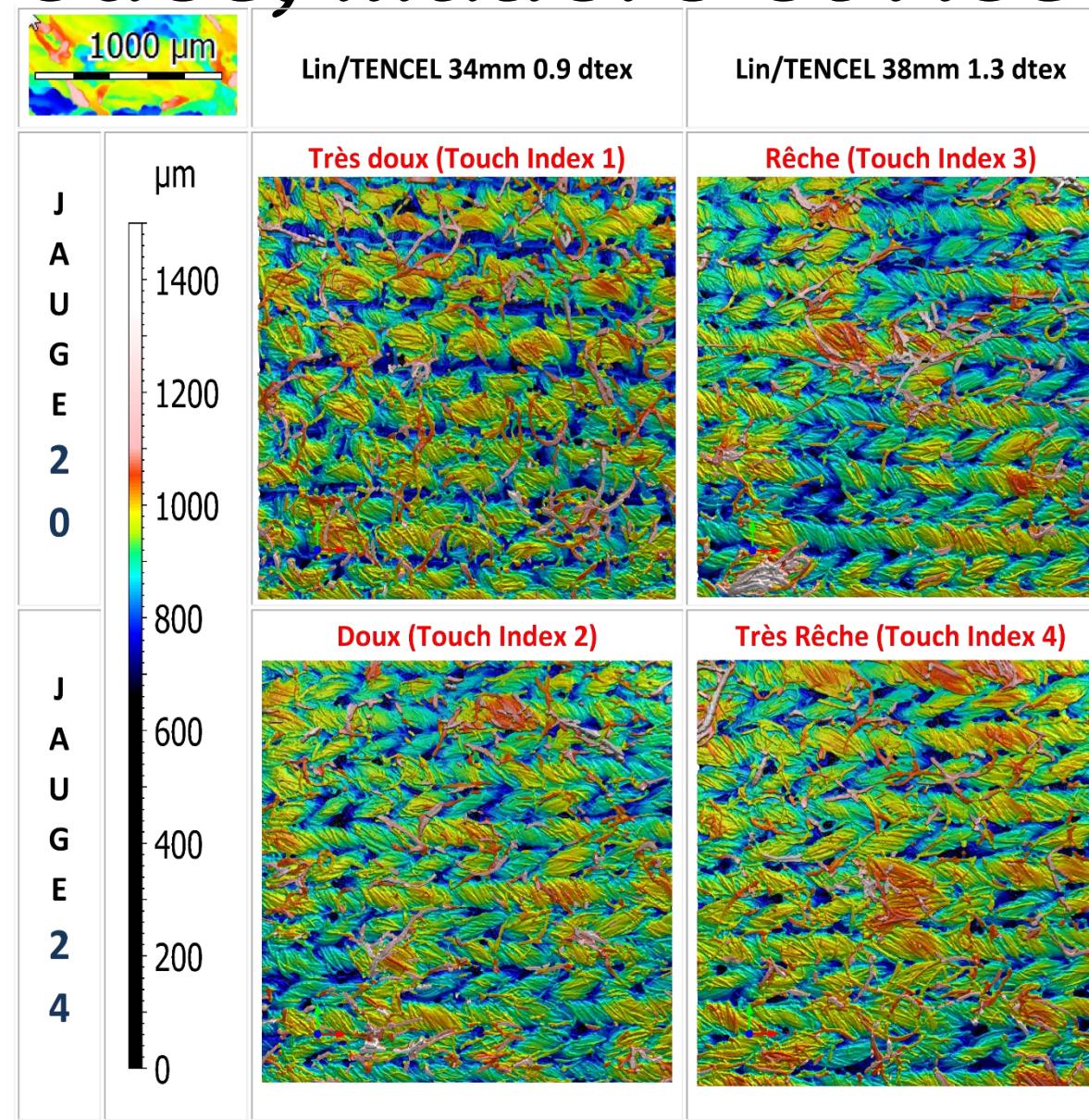
1. Un Environnement MultiDisciplinaire



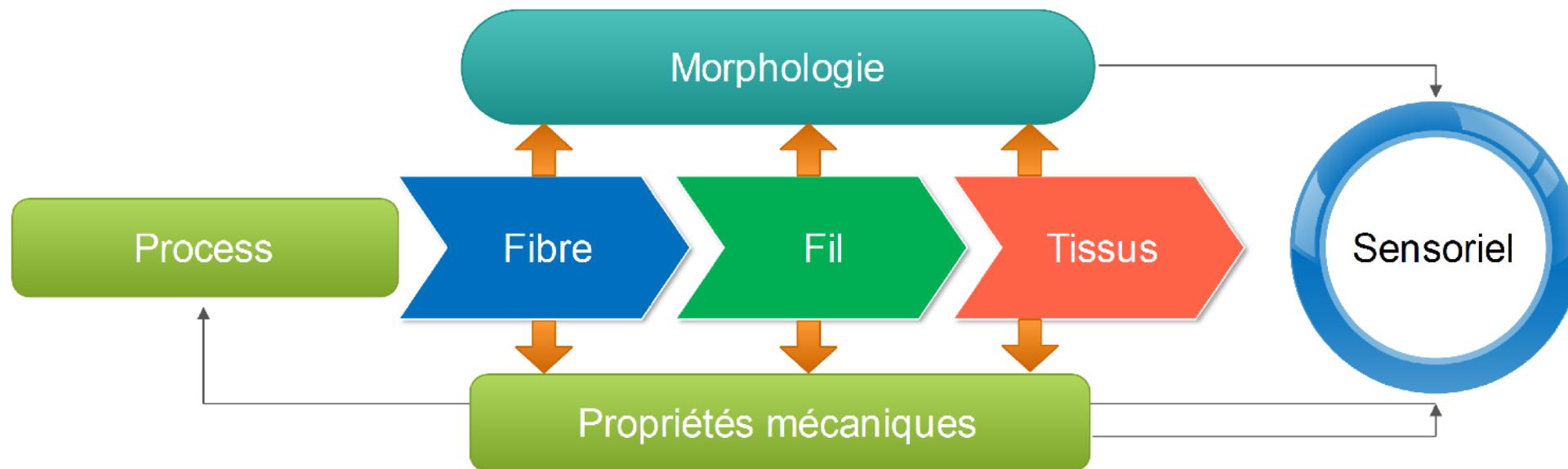
2. Une Problématique MultiParamétrique



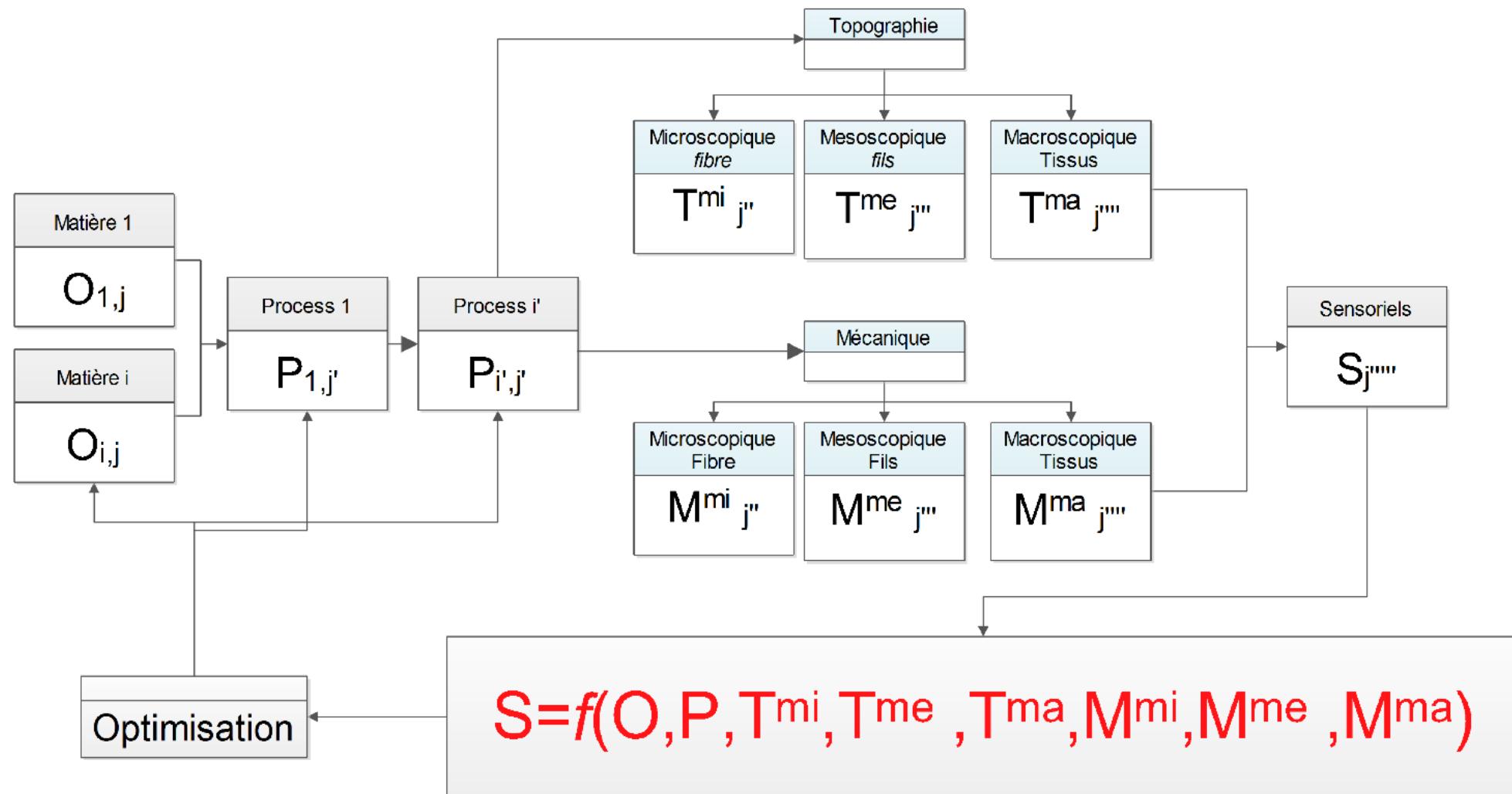
3. Procédés, Matière et Ressenti Tactile



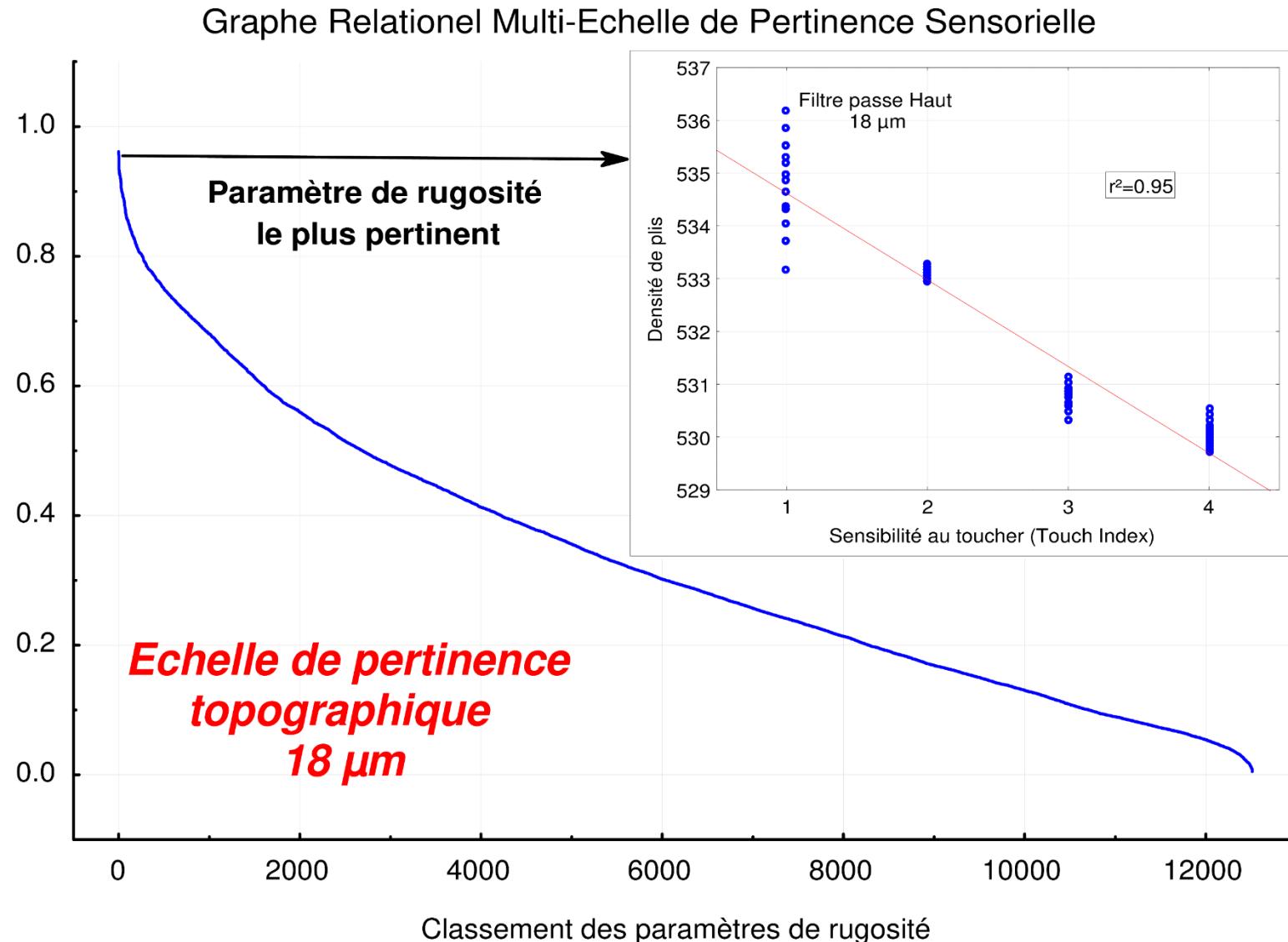
4. La méthodologie du projet *MorphoTexti*



5. Structuration informatique et optimisation



6. Optimum entre Morphologie et Toucher



7. Conclusion

