



Influence des propriétés topographiques du doigt sur les vibrations induites par frottement

1 juillet 2022

Présentée par Benjamin Weiland à Mulhouse

Directeur de thèse : Pr. Emmanuel Foltête

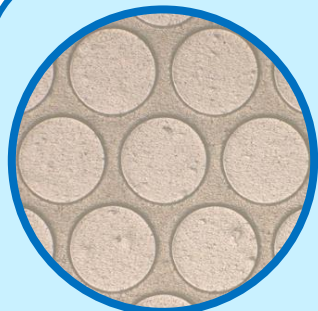
Co-directeurs de thèse : Dr. Luc Carpentier et Dr. Pierre-Henri Cornuault

Département Mécanique Appliquée, Institut Femto-st

TRAVAUX RÉALISÉS DURANT LE DOCTORAT



Caractérisation des surfaces en contact



Surfaces texturées

Topographie



Propriétés du doigt

Morphologie
Topographie
Mécanique
Physico-chimie



Caractérisation de la perception tactile



Perception tactile

Dimensions
Intensités perçues

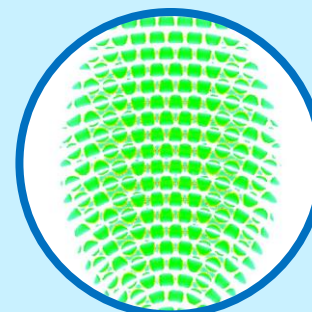


Caractérisation du contact digital



Essais de frottement actif

Efforts
Vibrations



Simulations numériques

Surfaces
Pressions
Déformations



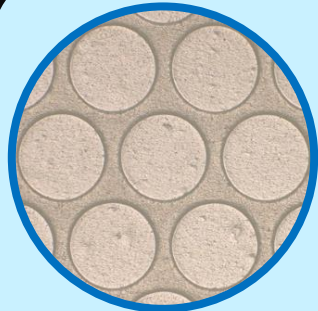
Phénomènes pilotant la perception tactile

Comportement tribologique du contact digital

TRAVAUX RÉALISÉS DURANT LE DOCTORAT



Caractérisation des surfaces en contact

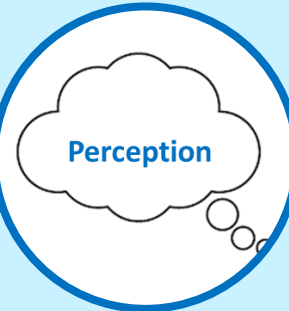


Surfaces texturées

Topographie



Caractérisation de la perception tactile



Perception tactile

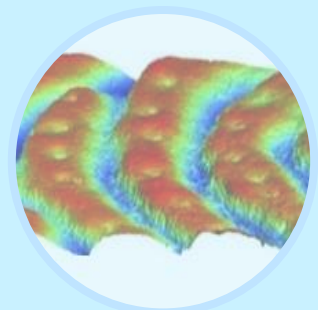
Dimensions
Intensités perçues



Phénomènes pilotant la perception tactile

Comportement tribologique du contact digital

Caractérisation du contact digital



Propriétés du doigt

Morphologie
Topographie
Mécanique
Physico-chimie



Essais de frottement actif

Efforts
Vibrations

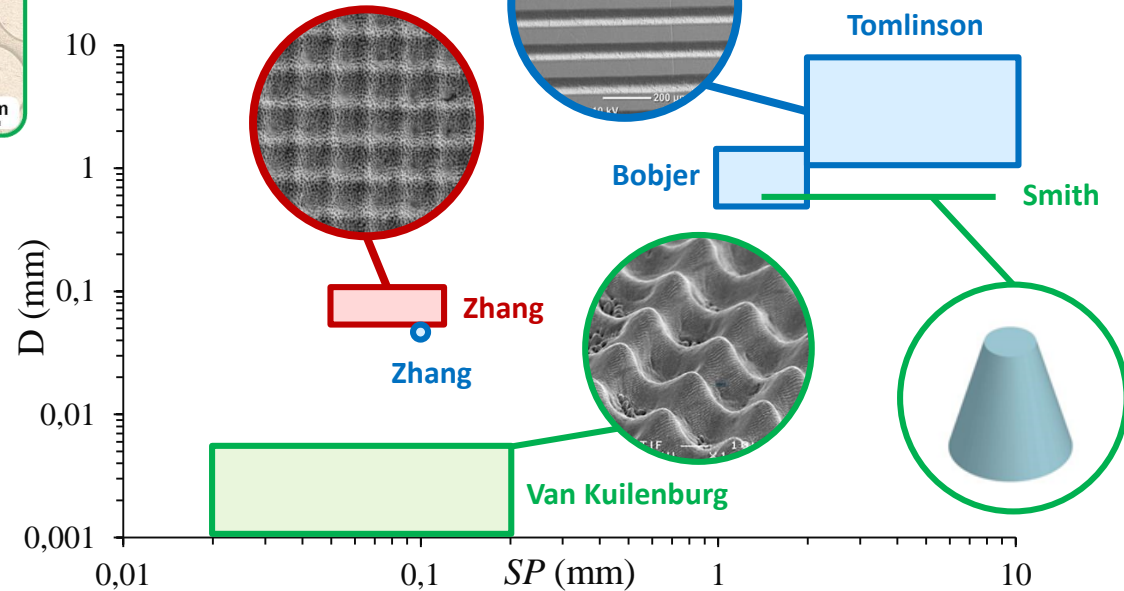
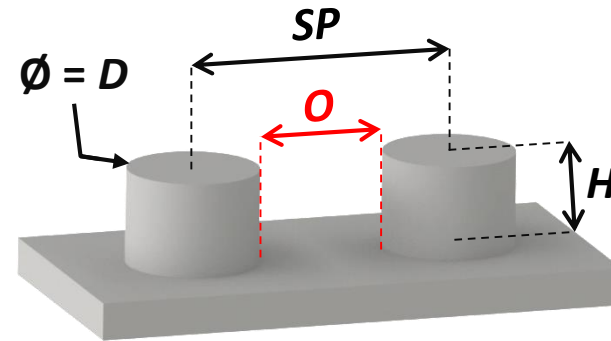
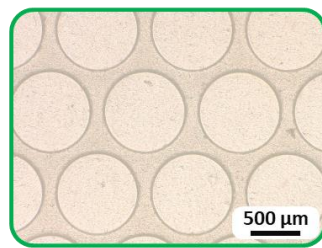
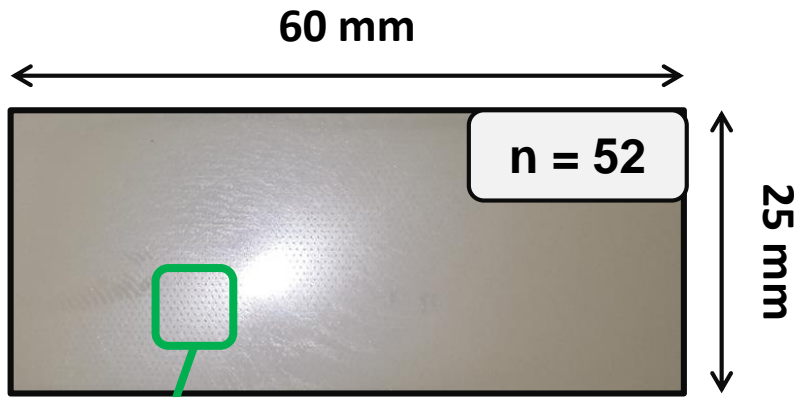


Simulations numériques

Surfaces
Pressions
Déformations

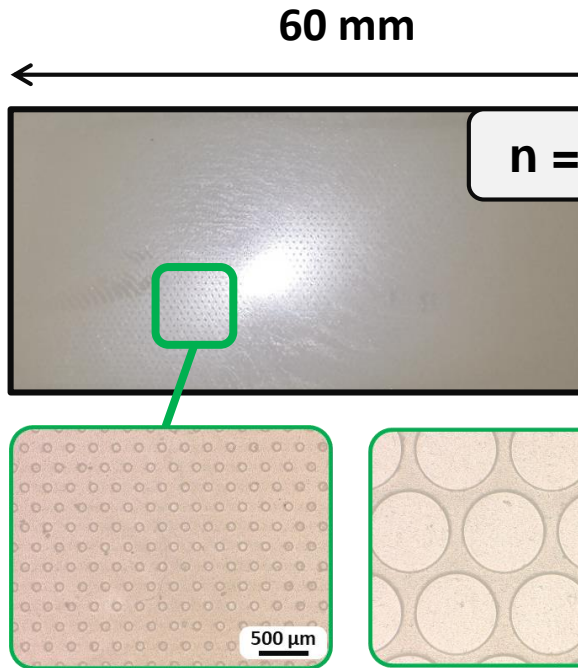


DÉFINITION DES SURFACES TEXTURÉES

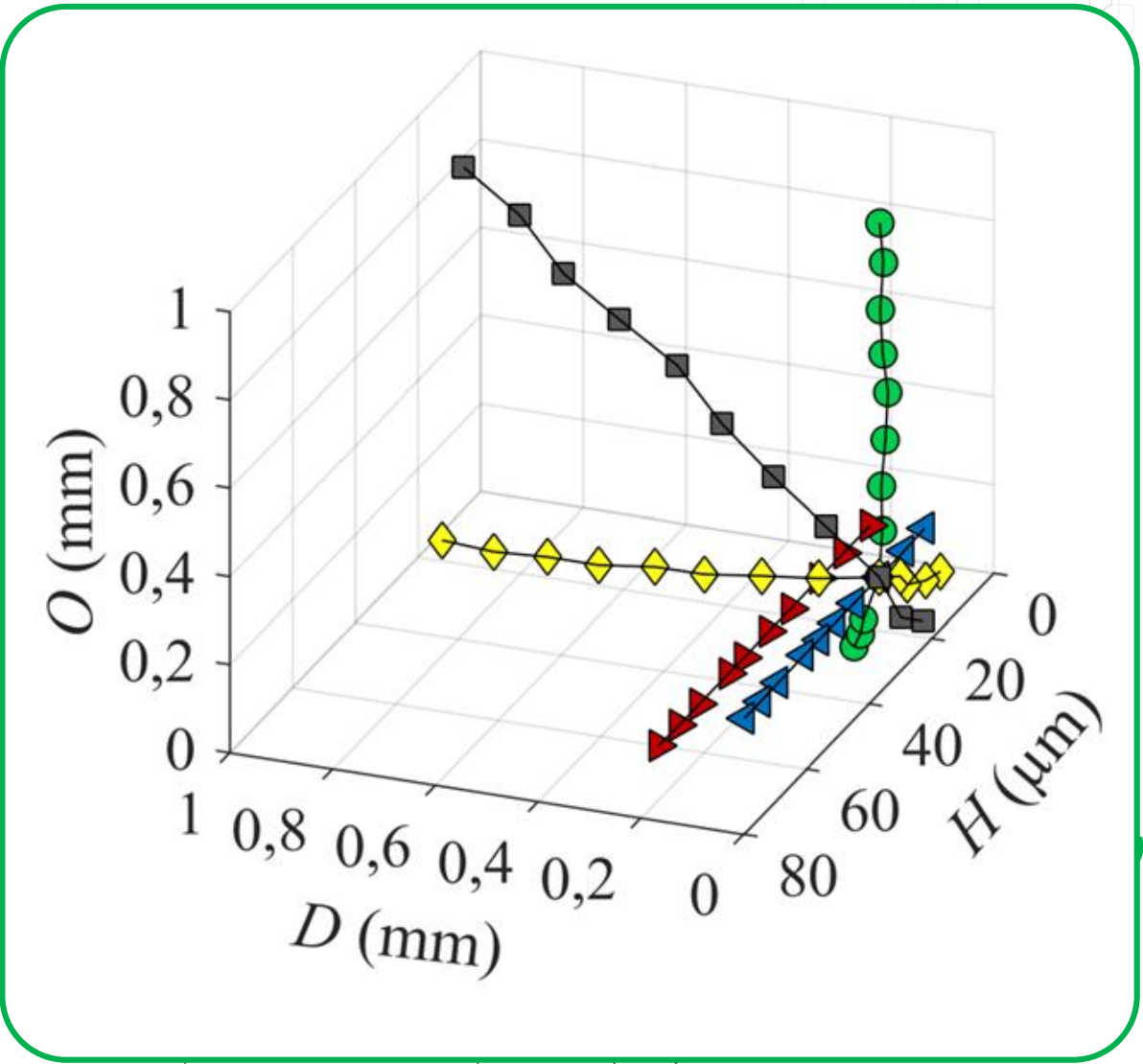


Entre 25 et 700 000 plots sur les échantillons

DÉFINITION DES SURFACES TEXTURÉES



Entre 25 et 700 000 plots sur les échantillons

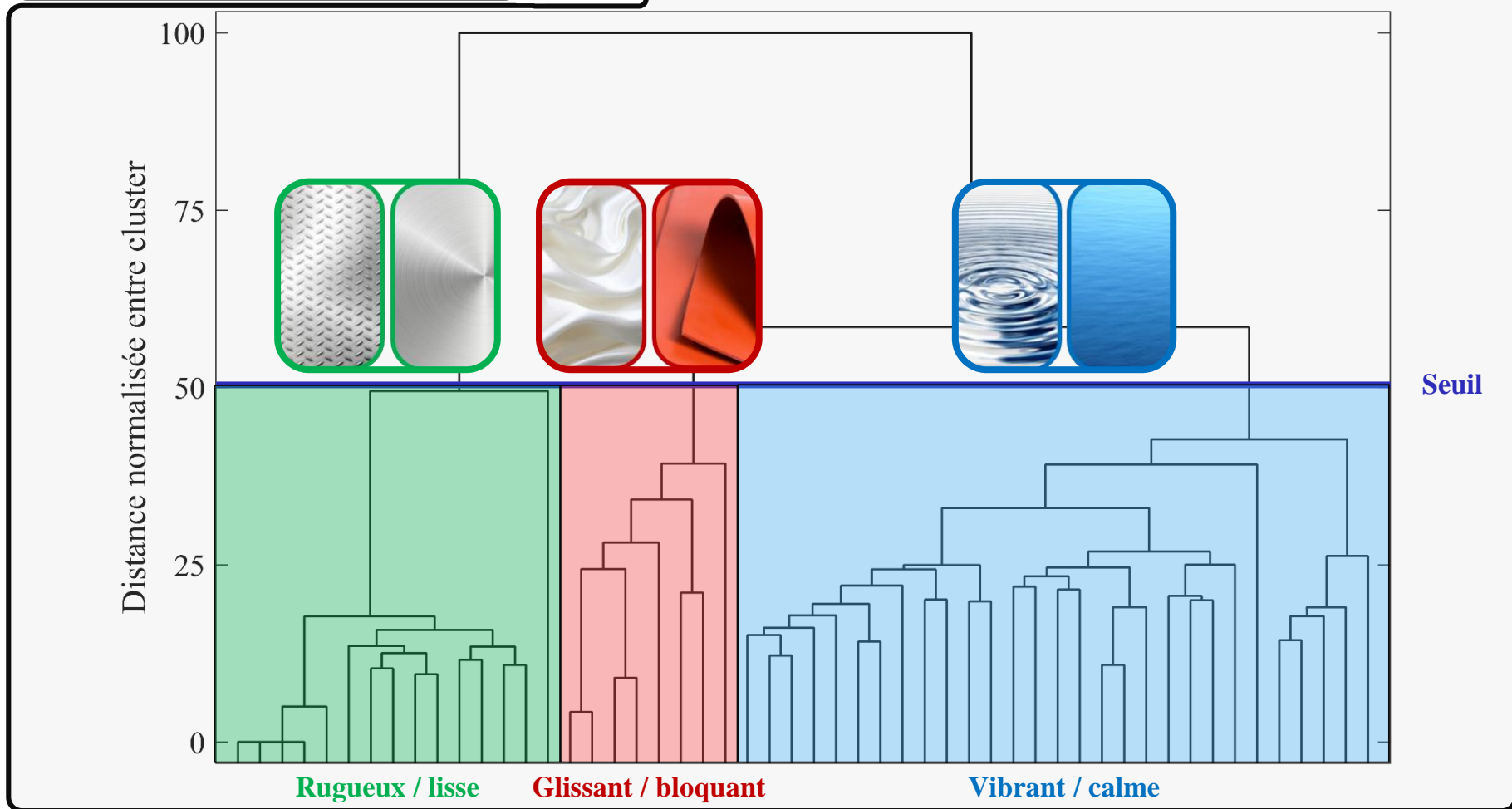


DIMENSIONS PSYCHO-PERCEPTIVES



Classification ascendante hiérarchisée

Dendrogramme

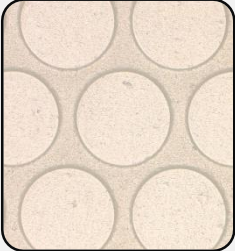


Lévy E. et al., Enfance, 2002

INTENSITÉS PERÇUES

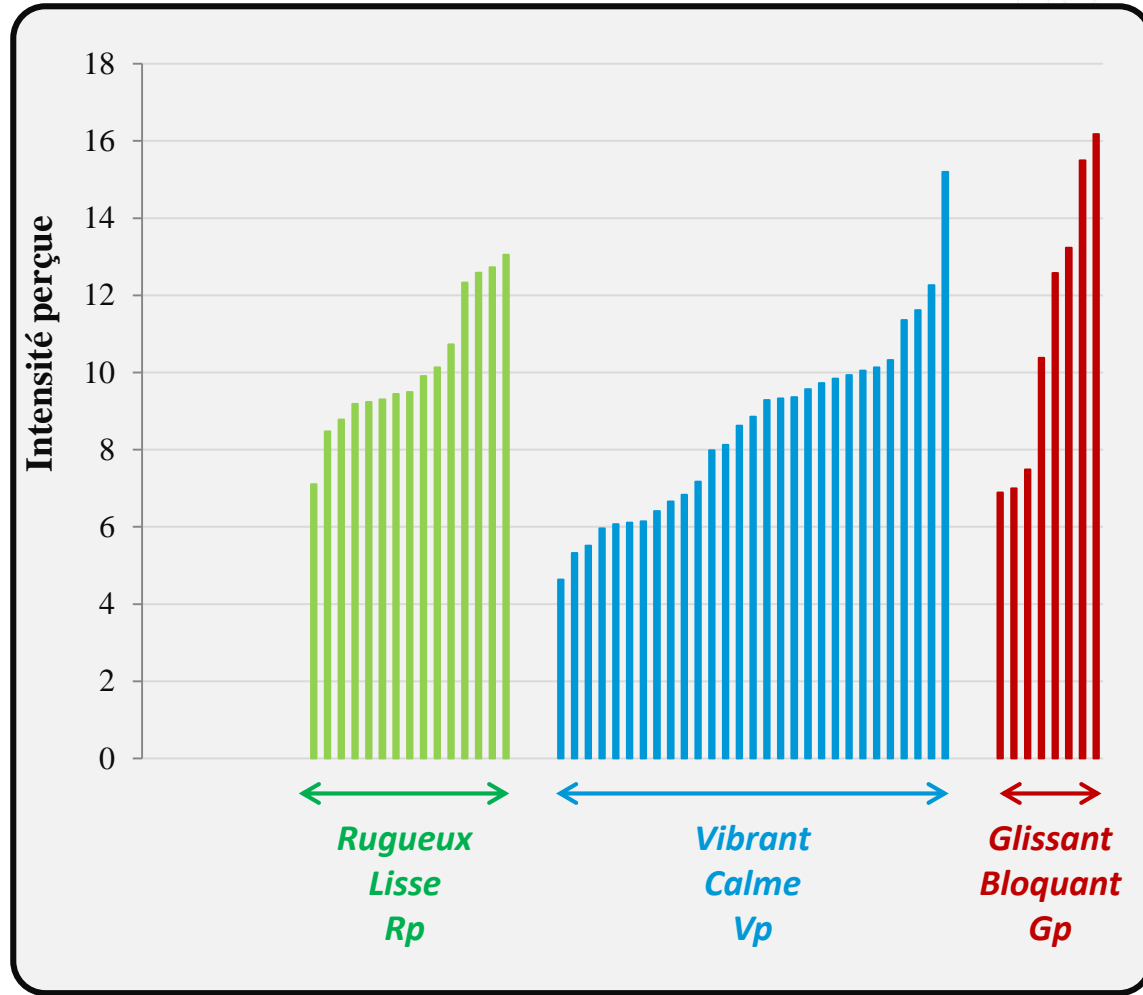
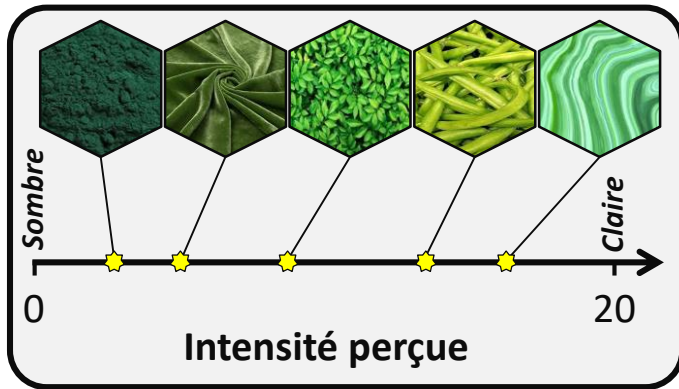


Micro

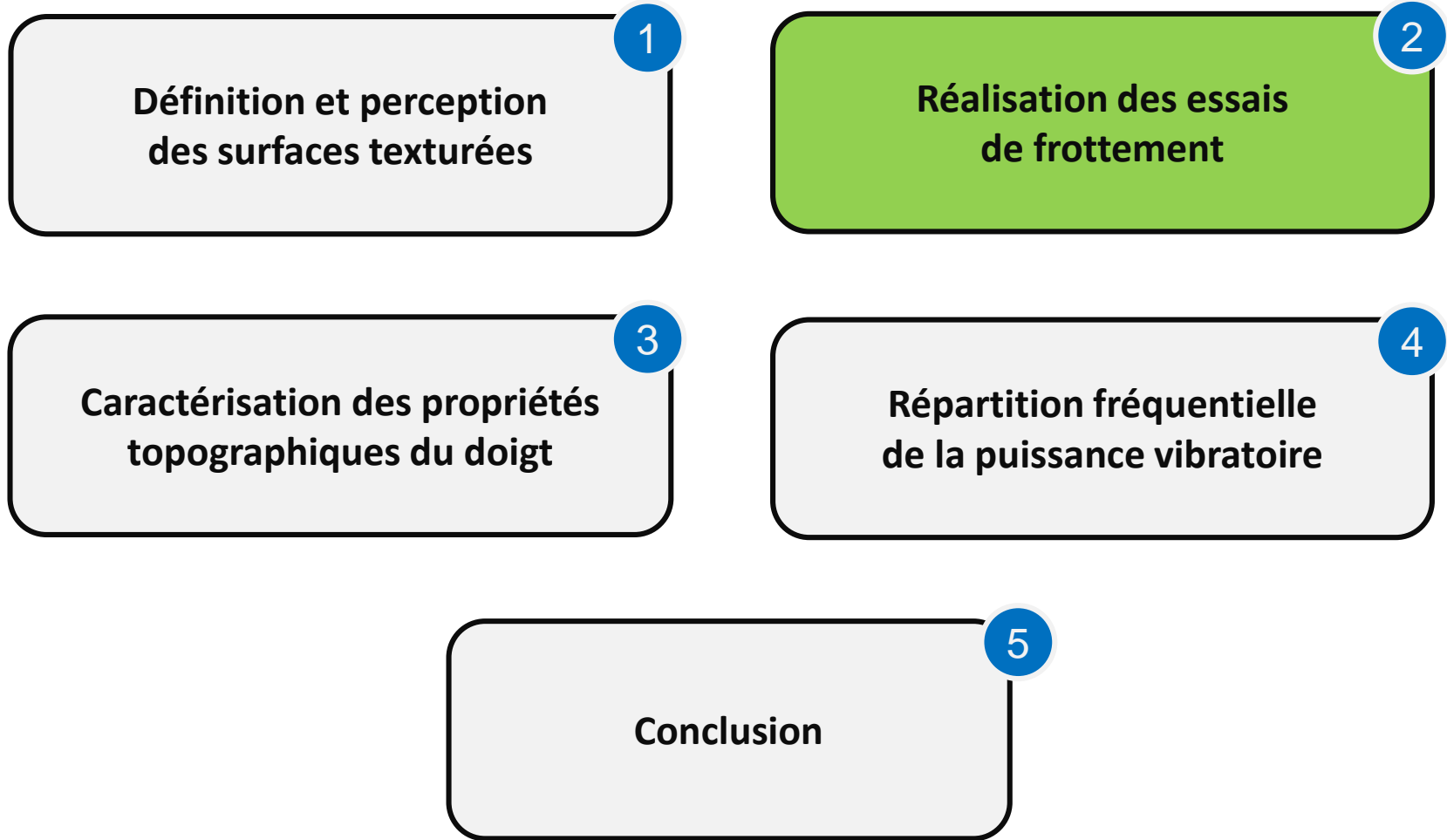


Jugement
(25 volontaires)

femto-st
SCIENCES & TECHNOLOGIES

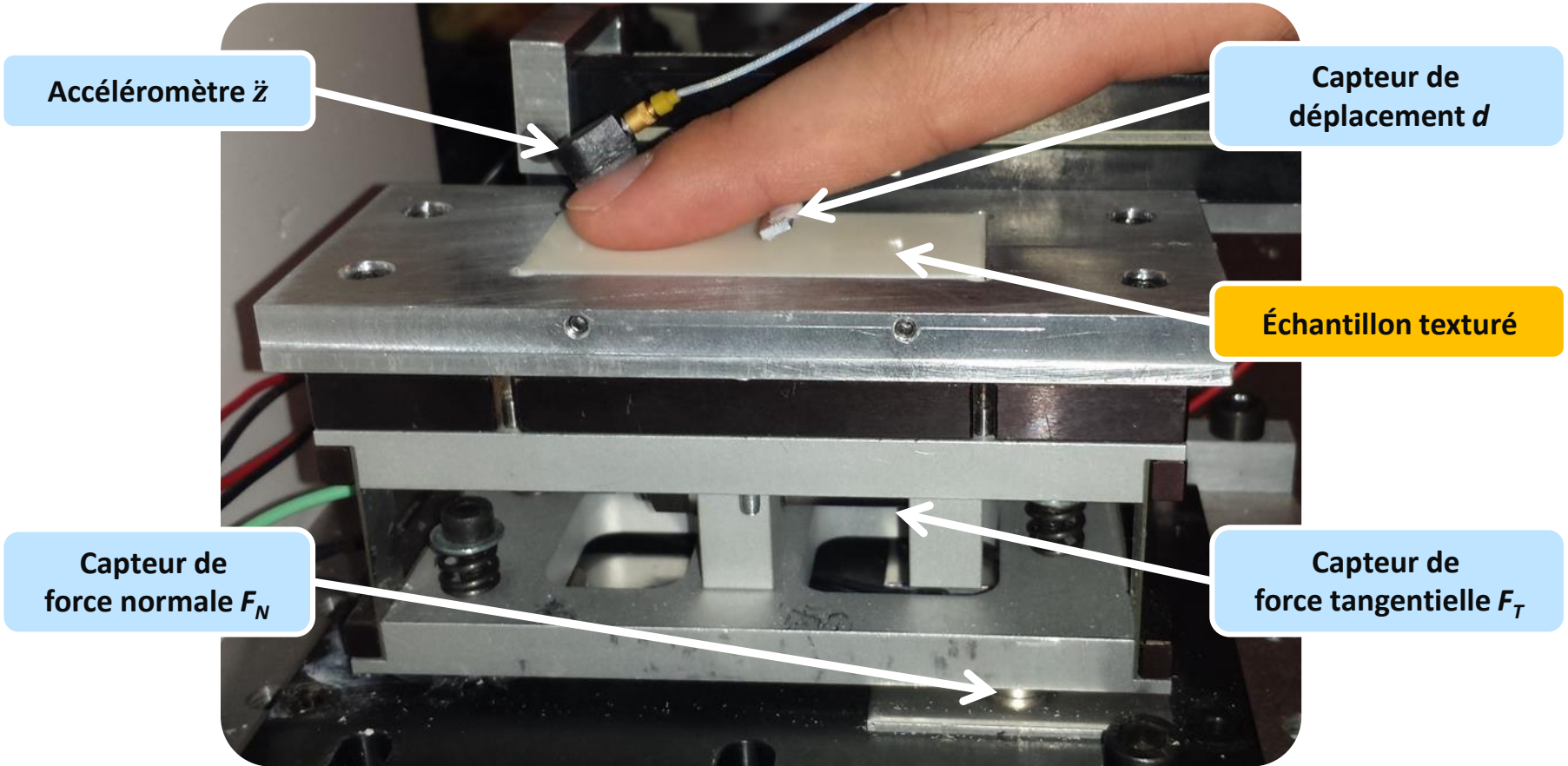


SOMMAIRE



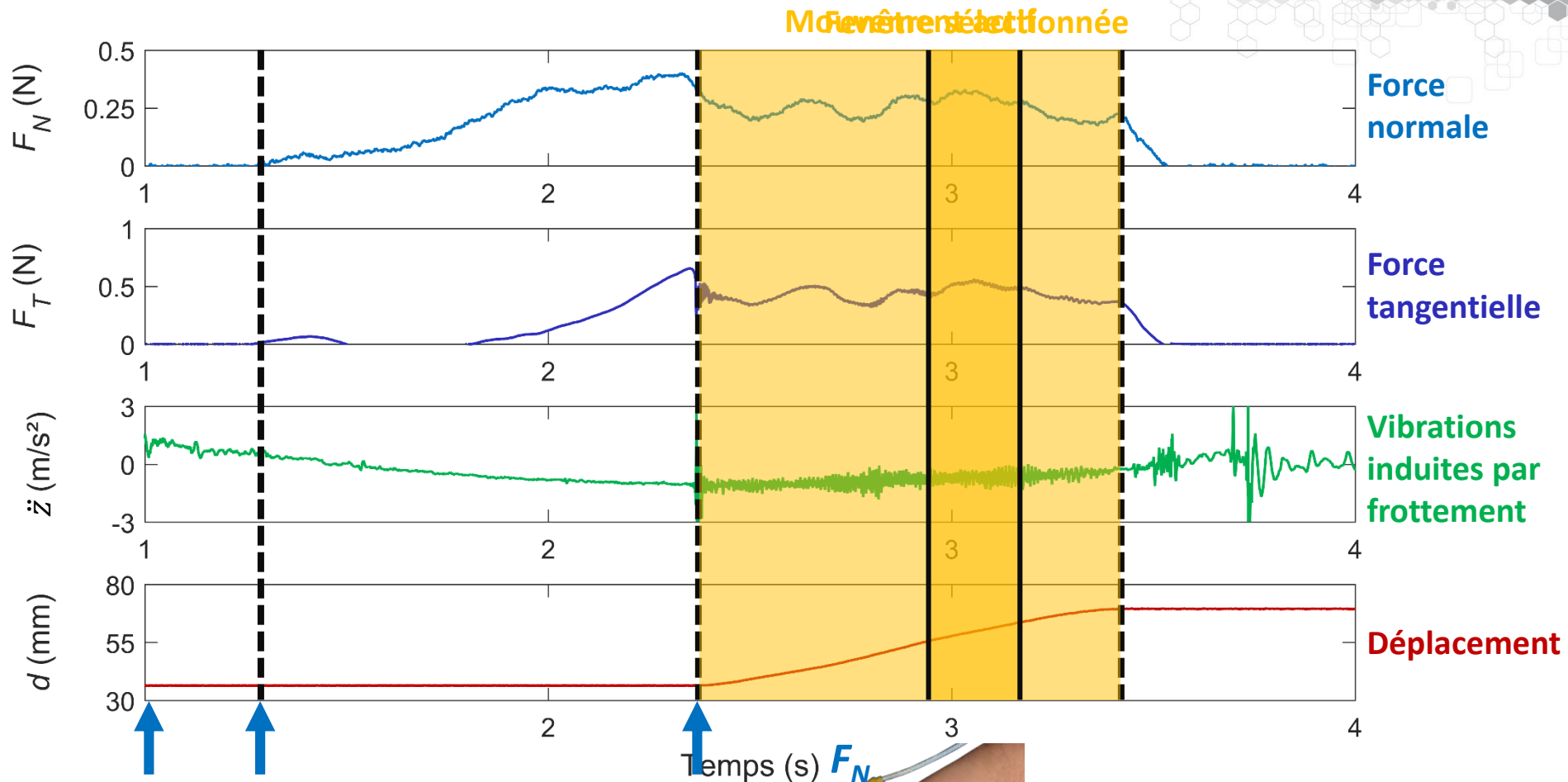
TRIBOMÈTRE ACTIVTACT

ActivTact, développé par L. Carpentier et B. Weiland, Institut Femto-ST

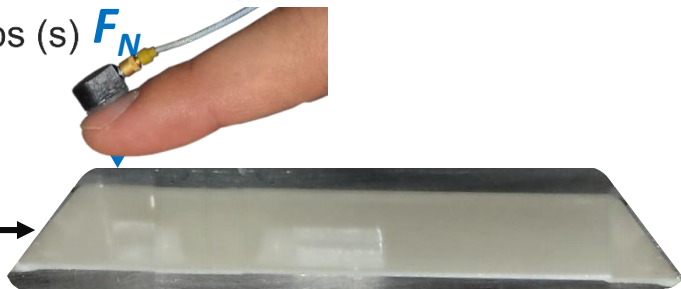


Fagiani R. et al. *J. Eng. Tribol.*, 2009

DÉROULEMENT D'UN ESSAI



Surface texturée



RÉPONSES TRIBOLOGIQUES



Conditions de contact

$$\overline{F_N} = \frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^N F_{Ni}$$

F_N

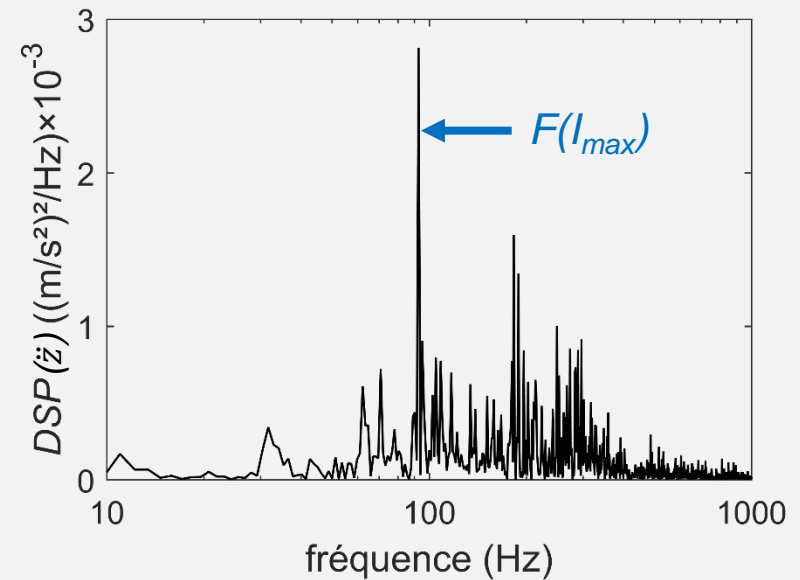
$$\overline{v} = \frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^N V(p_i)$$

d

Répartition fréquentielle

$$DSP(\ddot{z}) = \frac{2}{f_s * N} \times FFT^2$$

\ddot{z}



SOMMAIRE



1
Définition et perception
des surfaces texturées

2
Réalisation des essais
de frottement

3
Caractérisation des propriétés
topographiques du doigt

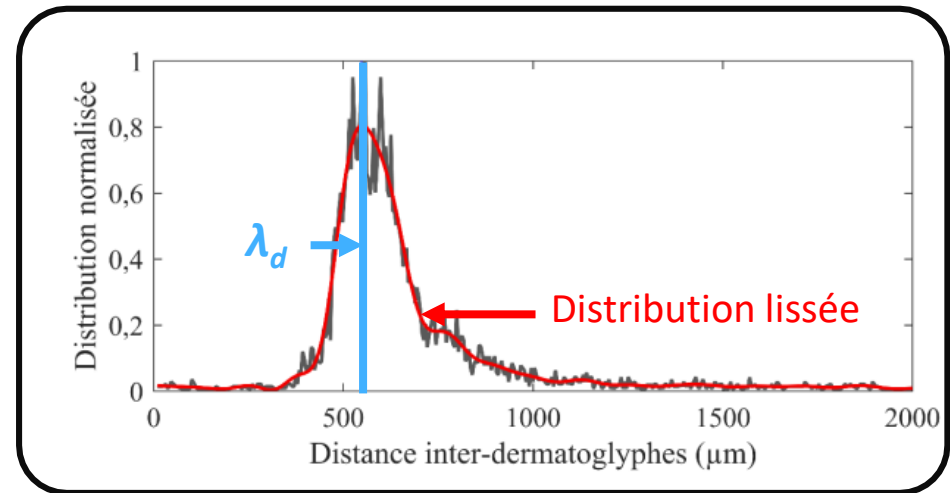
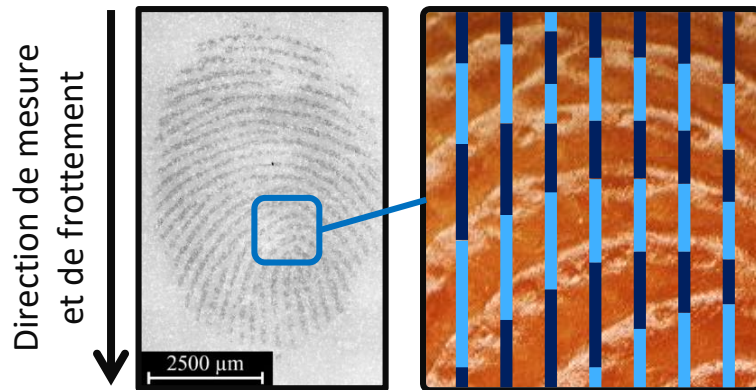
4
Répartition fréquentielle
des vibrations

5
Conclusion

CARACTÉRISATION DES PROPRIÉTÉS TOPOGRAPHIQUES



Période spatiale des dermatoglyphes



SOMMAIRE



1
Définition et perception
des surfaces texturées

2
Réalisation des essais
de frottement

3
Caractérisation des propriétés
topographiques du doigt

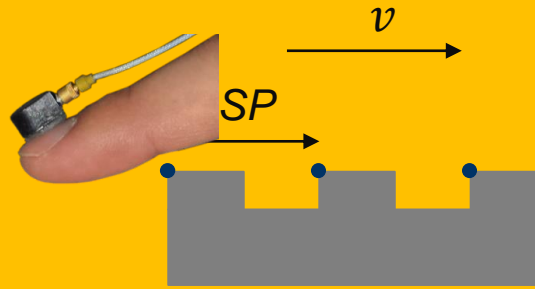
4
Répartition fréquentielle
des vibrations

5
Conclusion

RÉPARTITION FRÉQUENTIELLE DES VIBRATIONS



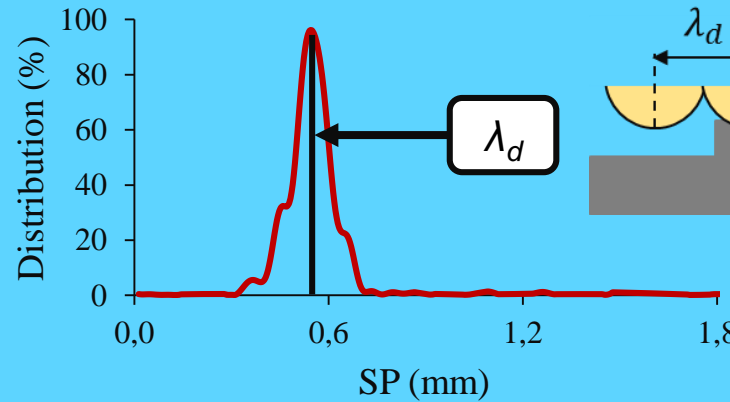
Fréquence fondamentale
de déplacement des
plots sous le doigt H_1



$$H_1 = \frac{v}{SP}$$

$$H_n = n \times H_1$$

Fréquence fondamentale
de déplacement des
dermatoglyphes
sur un plot D_1



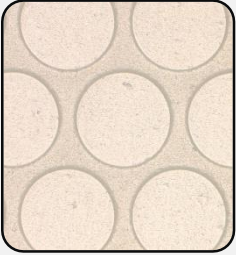
$$D_1 = \frac{v}{\lambda_d}$$

$$D_n = n \times D_1$$

RÉPARTITION FRÉQUENTIELLE DE LA PUISSANCE VIBRATOIRE



Surfaces micro-texturées



1 volontaire

$F_N = 0,4 \text{ N}$

$v = 30 \text{ mm/s}$

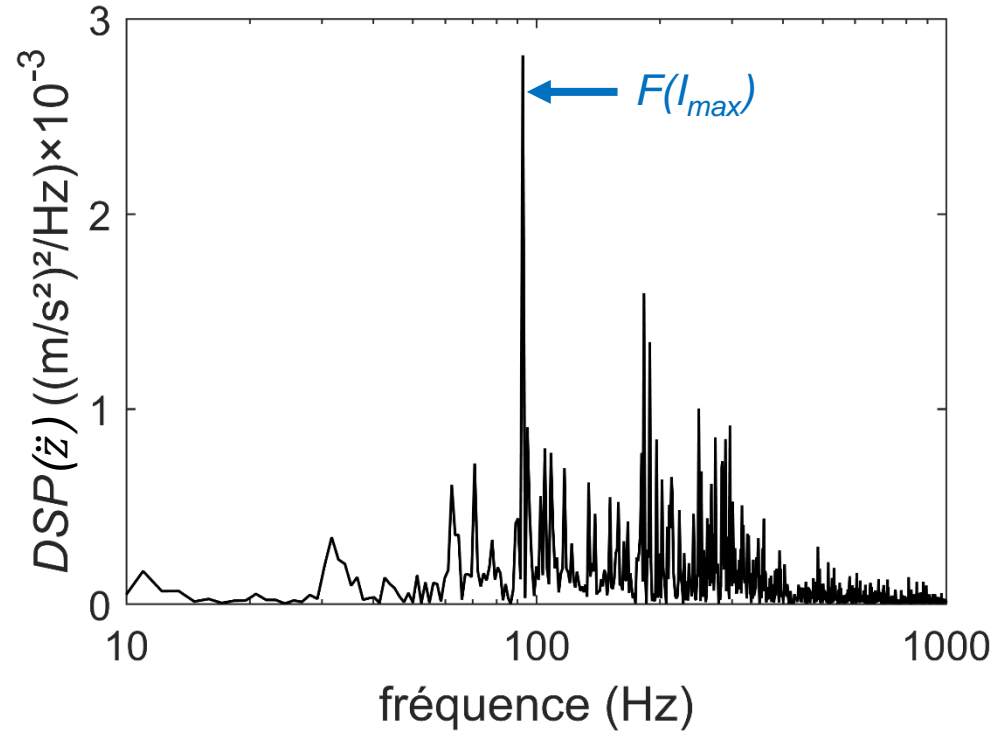
Groupe 1 : $SP < 0,5 \text{ mm}$

$F(I_{max})$ dépend des propriétés des textures

Groupe 2 : $SP > 0,5 \text{ mm}$

$F(I_{max})$ est constant
Fonction des dermatoglyphes ?

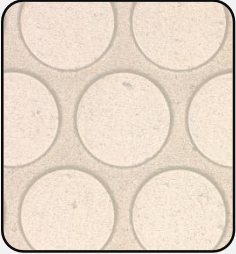
Les dermatoglyphes filtrent les vibrations induites par frottement



RÉPARTITION FRÉQUENTIELLE DE LA PUISSANCE VIBRATOIRE



Surfaces micro-texturées

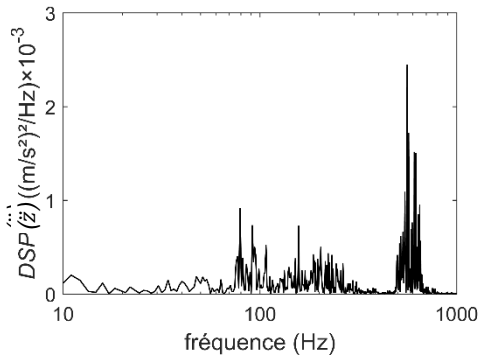


1 volontaire

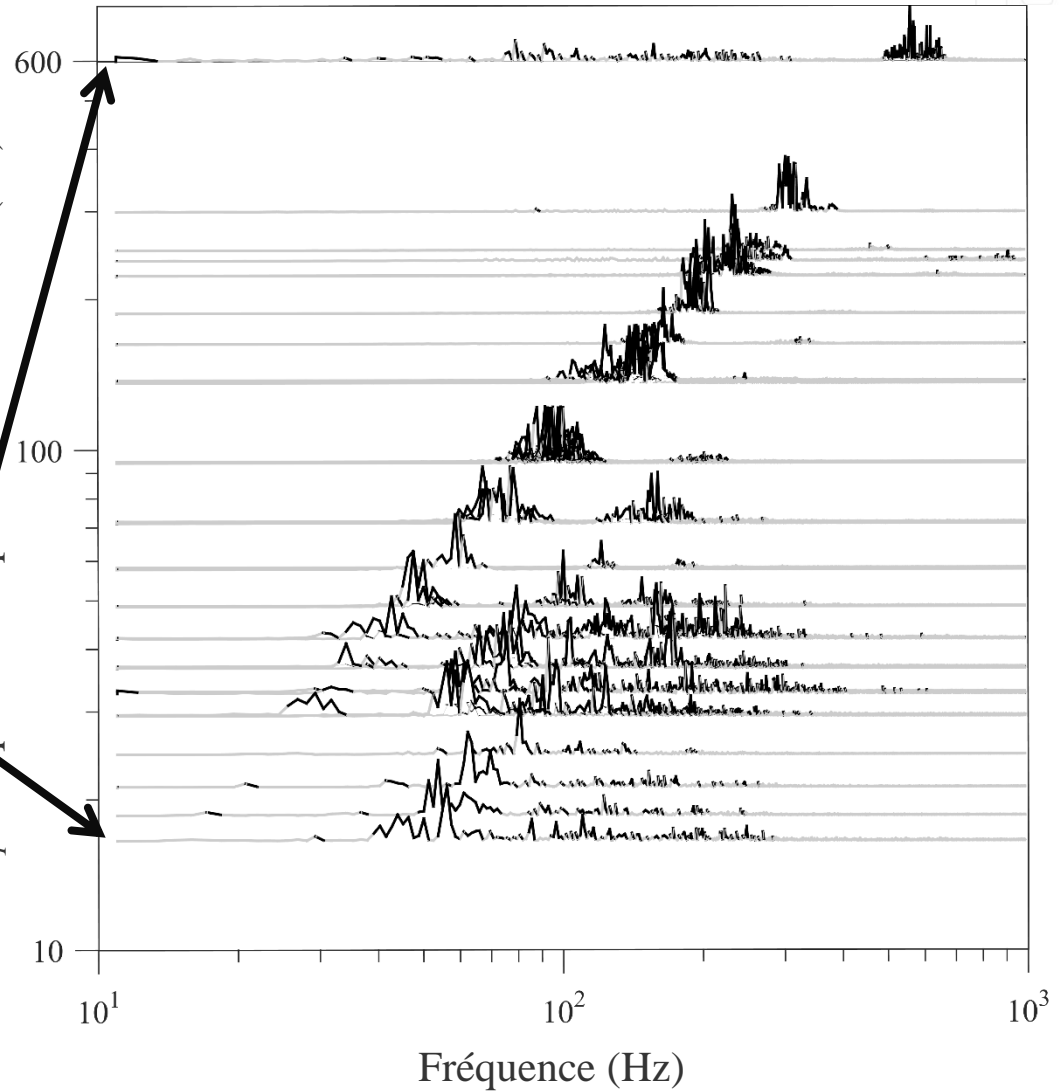
$$F_N = 0,4 \text{ N}$$

$$v = 30 \text{ mm/s}$$

$SP = 0,05 \text{ mm}$ $H_1 = 600 \text{ Hz}$



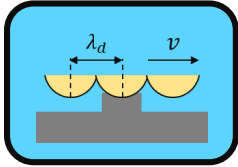
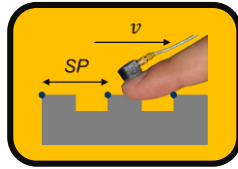
H_1 : fréquence des pics à $v = 30 \text{ mm/s}$ (Hz)



RÉPARTITION FRÉQUENTIELLE DE LA PUISSANCE VIBRATOIRE



Le contenu fréquentiel ne dépend ni du diamètre des plots, ni de leur hauteur



Groupe 1 : $SP < 0,3$ mm

Fréquence = H_1

Groupe 2 : $0,3 < SP < 0,5$ mm

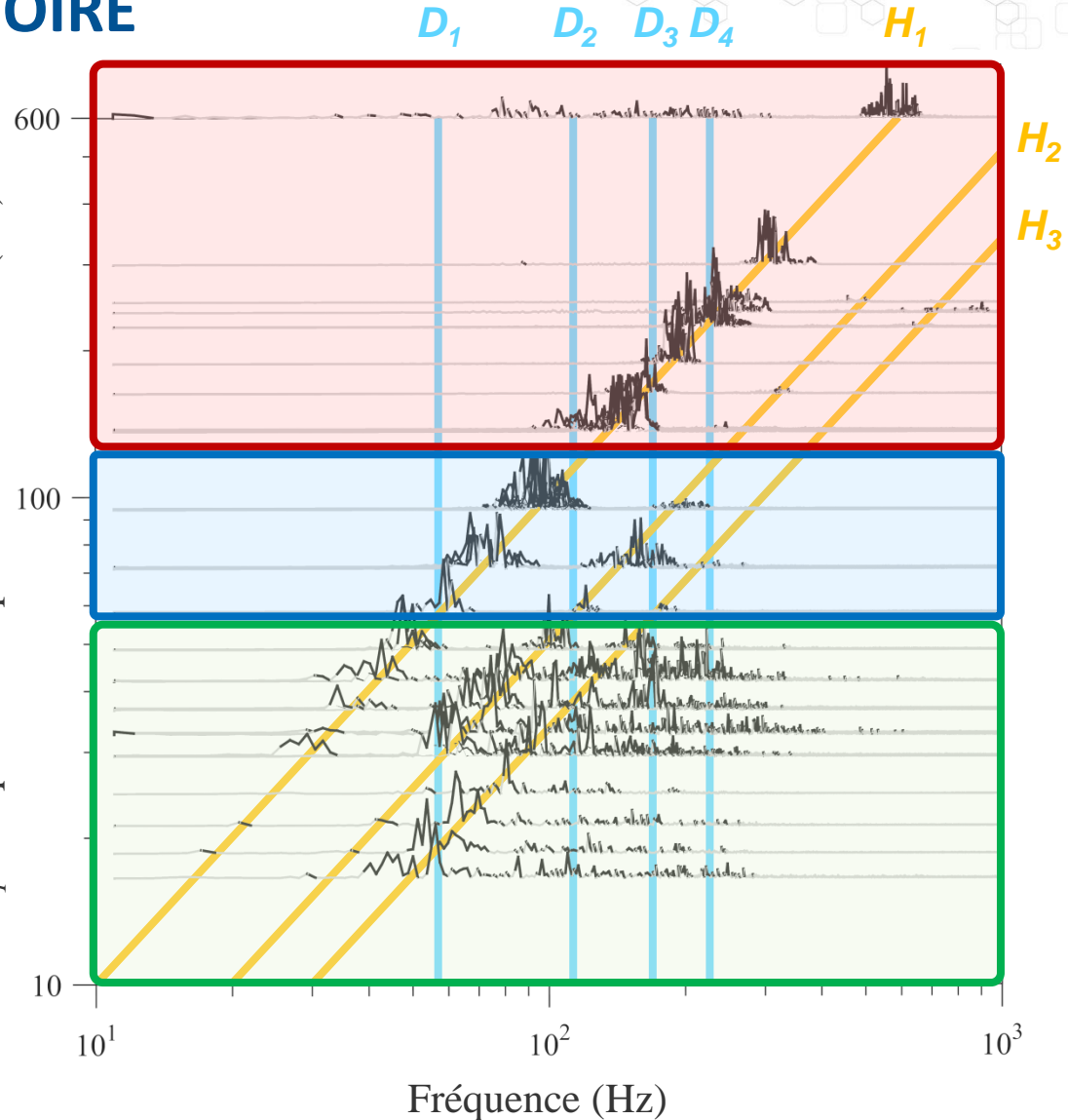
Fréquences = H_n

Groupe 3 : $SP > 0,5$ mm

Spectre large bande

Fréquences fonction de H_n (et D_n ?)

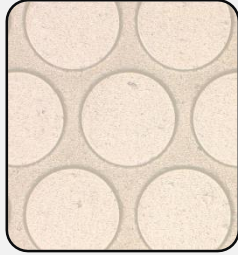
H_1 : fréquence des plots à $v = 30$ mm/s (Hz)



TRANSITION ENTRE LES DIMENSIONS



Surfaces micro-texturées



Glissant
Bloquant

Fréquence = H_1

Vibrant
Calme

Régime
intermédiaire

Rugueux
Lisse

Spectre large
bande

Niveau
vibratoire

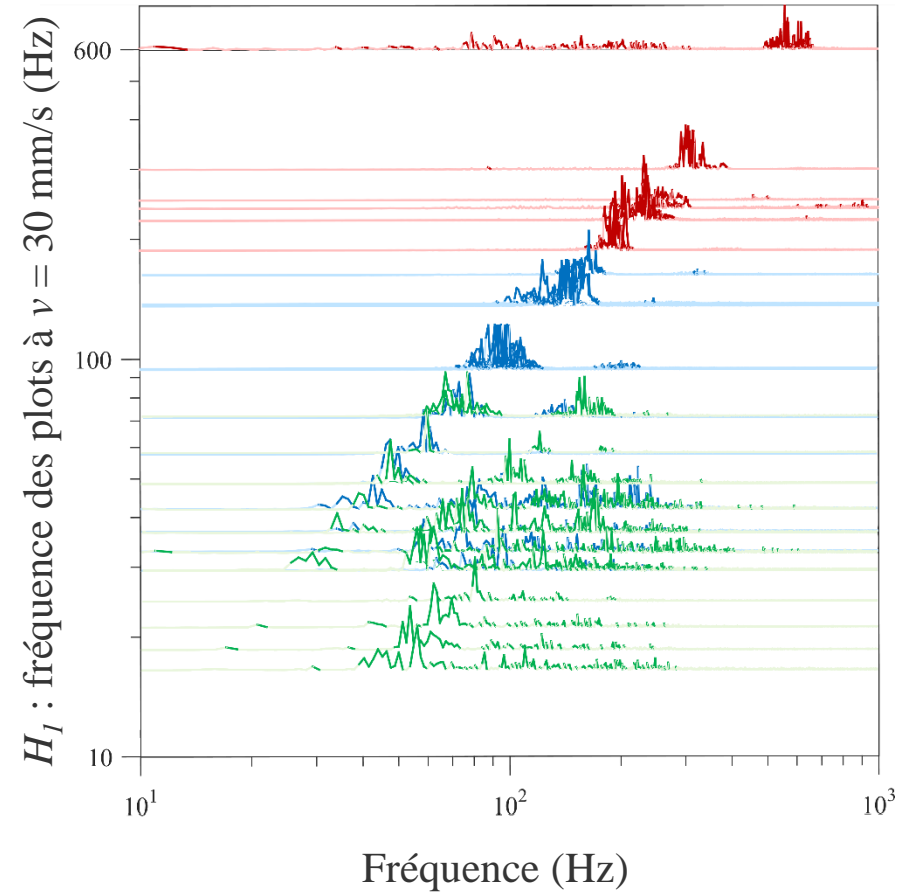


Coefficient
de frottement

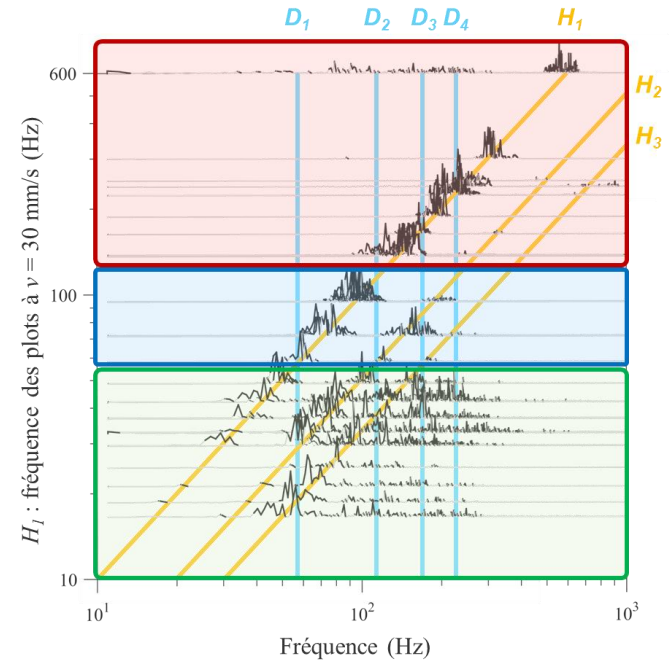
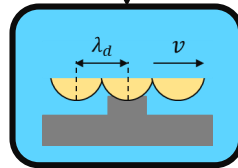
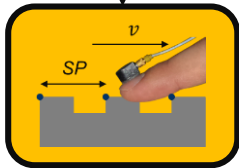
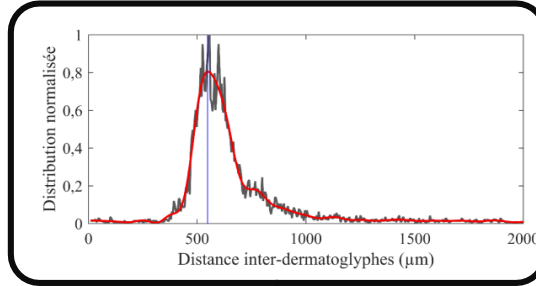
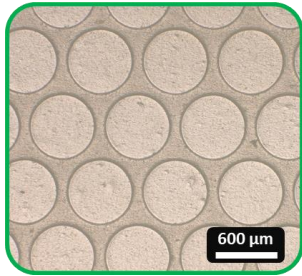
Répartition
fréquentielle
de la puissance
vibratoire



Cascade de *DSP*



CONCLUSION



Filtration des vibrations induites par frottement par les dermatoglyphes



Merci de votre attention

REMERCIEMENTS

Directeurs de thèse :

Pr. Guy Monteil (01/11/2015 – 31/08/2018)

Pr. Emmanuel Foltête (01/09/2018 – 31/08/2020)

Co-directeurs de thèse :

Dr. Pierre-Henri Cornuault

Dr. Luc Carpentier (ActivTact, ContactPlot)

Femto-ST et Mimento :



Dr. Gilles Bourbon, Dr. Djaffar Belharet et Dr. Laurent Robert (méthodologie fabrication des surfaces micro-texturée)

Collaboration LPMT Mulhouse :



Fabrication des surfaces macro-texturées

Collaboration LEAD Dijon :



Dr. Arnaud Witt (Jugement surfaces macro-texturées et méthodologie études perceptives surfaces micro-texturées)

A tous les participants aux campagnes de mesures