

**PROJET MGS EDS 3D**

# SOMMAIRE

- Rappel des objectifs et du travail demandé
- Les paramètres de rugosité 3D
- Les moyens de mesure de rugosité
- Les paramètres d'acquisition influents
- Recensement des laboratoires participants
- Définition de la pièce étalon
- Traitement des données
- Conclusion

# RAPPEL DES OBJECTIFS ET DU TRAVAIL DEMANDÉ

- Objectif à court terme : Connaître les limites des moyens de mesure de rugosité.
- Objectif à long terme : Déterminer des pistes de choix des paramètres pertinents à mesurer sur une pièce selon sa fonctionnalité

# RAPPEL DES OBJECTIFS ET DU TRAVAIL DEMANDÉ

début Avril 2009

| Thème               | Question associée                                    | Etude                             | Méthode   | Besoins   |
|---------------------|--|-----------------------------------|---|---|
| Moyen de Mesure     | Que mesure-t-on exactement ?                         | influence de l'aire mesurée       | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Réduire la zone de mesure du moyen à contact à <math>2\text{mm}^2</math> pour être équivalent au moyen sans contact</li> <li>-Observer les résultats sur les graphiques de comparaison</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Pas de nouvelles mesures</li> <li>-Récupération des fichiers de données chez Mitutoyo Roissy</li> </ul>   |
| Moyen de Mesure     | Que mesure-t-on exactement ?                         | influence du pas d'acquisition    | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Faire des mesures avec un pas d'acquisition de <math>5\mu\text{m}</math></li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Les tubes ne sont plus disponibles</li> <li>-Nouveaux échantillons et Nouvelles mesures</li> </ul>  |
| Moyen de Traitement | Comment sont traités les résultats ?                 | influence du logiciel             | <ul style="list-style-type: none"> <li>-(La longueur de coupure reste à <math>0,08\text{mm}</math>)</li> <li>-Essayer les différents logiciels de traitement disponibles à l'INSA : Mountain, Surfascan</li> </ul>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Pas de nouvelles mesures</li> </ul>   |
| Type de Surface     | La forme va-t-elle perturber la mesure de rugosité ? | étude paramétrique à iso-rugosité | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Etablir un protocole fixe de mesure</li> <li>-Utiliser une série d'échantillons dont les paramètres de forme varient</li> </ul>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Paramétrage de selle de cheval possible<br/>Définir le programme de fabrication<br/>-&gt; AIX<br/>Fabrication de pièces en acier (mat) -&gt; INSA</li> <li>2) Paramétrage de selle de cheval impossible<br/>Utilisation des échantillons en alu (brillant) existants</li> </ol> |

# LES PARAMETRES DE RUGOSITE 3D

- Projet de Norme PR NF EN ISO 25178-2
- Rapport européen EUR 15178 EN

|    |    |                    |   |  |  |
|----|----|--------------------|---|--|--|
| Sz | μm | PR NF EN ISO 25178 | Hauteur maximale de surface à échelle limitée | $Sz = Sp + Sv$   | Sp et Sv étant défini comme précédemment   |
| Sz | μm | EUR 15178 EN       | Hauteur de surface                            | $Sz = \frac{\sum_{i=1}^5  Spi  + \sum_{i=1}^5  Svi }{5}$ | Sp1, Sp2 ... étant les 5 plus grandes valeurs de pics à l'intérieur de la zone de définition<br>Sv1, Sv2 ... étant les 5 plus grandes valeurs de pics à l'intérieur de la zone de définition |

- St : Utilisé dans certains logiciels (dont SURFASCAN), correspond à Sz dans la norme

|     |   |                    |   |   |  |
|-----|---|--------------------|---|---|--|
| Std | ° | PR NF EN ISO 25178 | Orientation de texture de la surface à échelle limité | $Std = s$   | qui donne la valeur absolue maximale de $APS(s-\theta)$        |
| Std | ° | EUR 15178 EN       | Orientation de la texture de la surface               | $Std = \begin{cases} -s, & s \leq \frac{\pi}{2} \\ \pi - s, & \frac{\pi}{2} < s \leq \pi \end{cases}$ | avec s qui donne la valeur absolue maximale de $APS(s-\theta)$ |

# Moyens de mesure de Rugosité

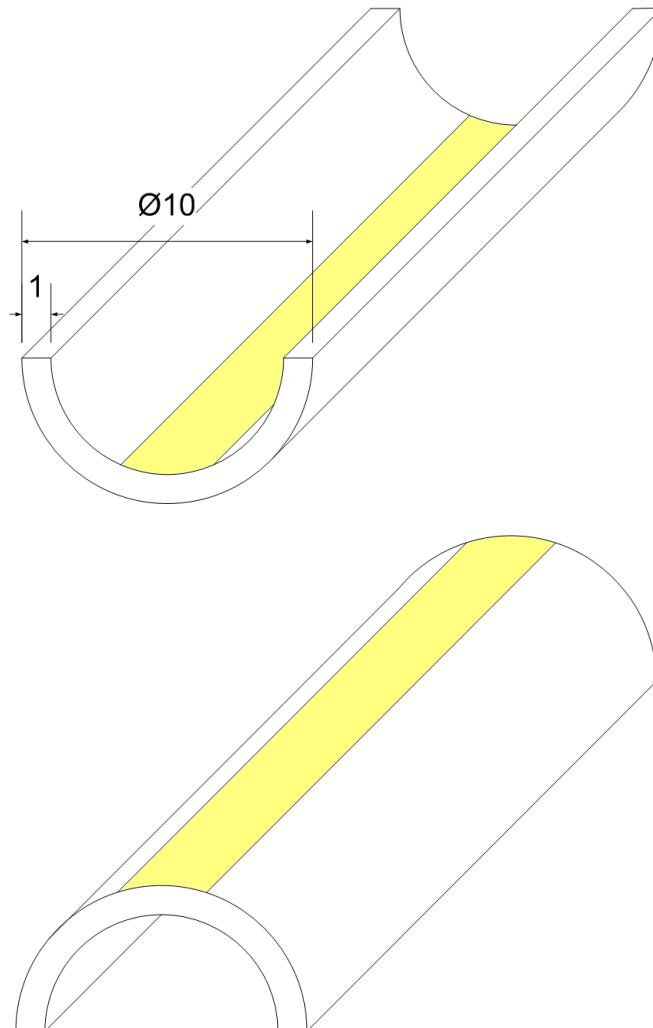
- A contact :
  - Palpeur mécanique
- Sans contact :
  - Interféromètre
  - Microscopie confocale
  - Aberration chromatique
  - Maximum de focalisation

# PARAMETRES D'ACQUISITION INFLUENTS

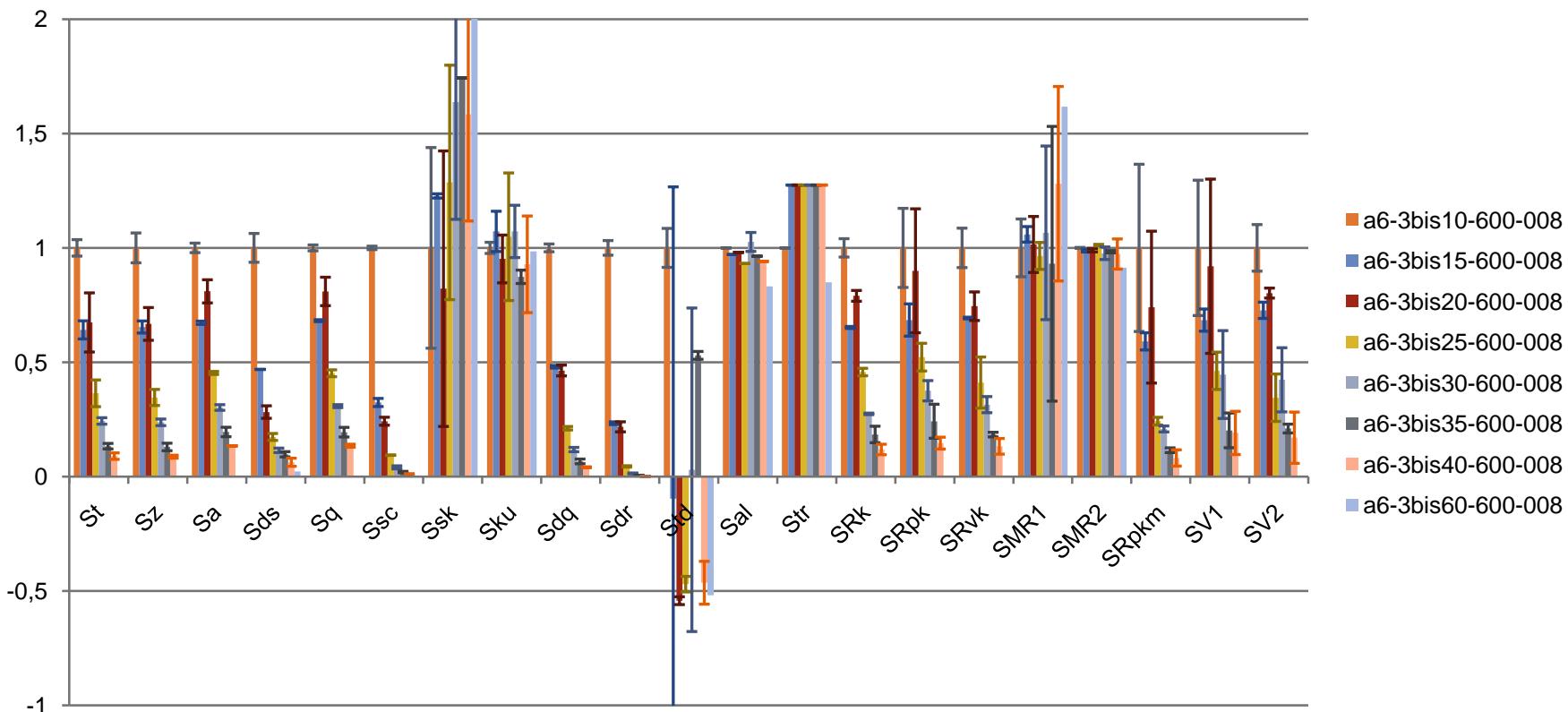
- Pas d'échantillonnage
- Taille de la zone d'acquisition
- Traitement de la forme
- Filtre
- Logiciel
- Etat de surface
- Forme

# PARAMETRES D'ACQUISITION INFLUENTS

- Absence de certaines données numériques
- Mesures réalisée avec une machine STIL confocale
- Surface de  $2\text{mm}^2$  avec un pas de  $10\mu\text{m}$
- Résolution latérale du stylet :  $3,3\mu\text{m}$



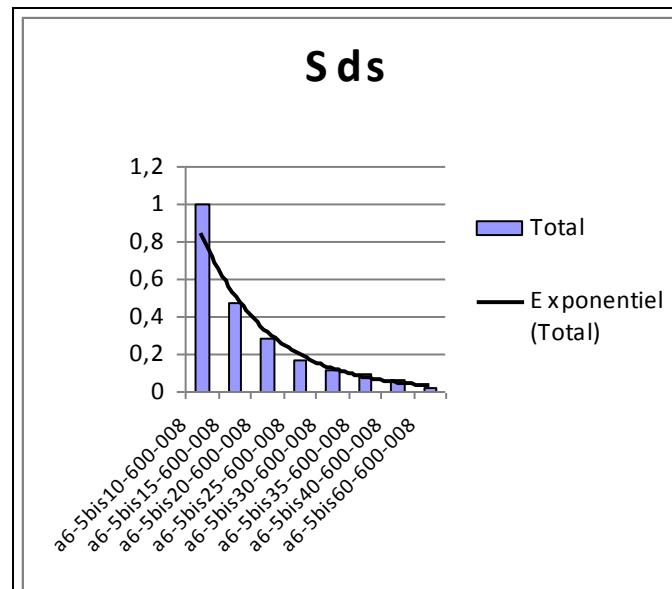
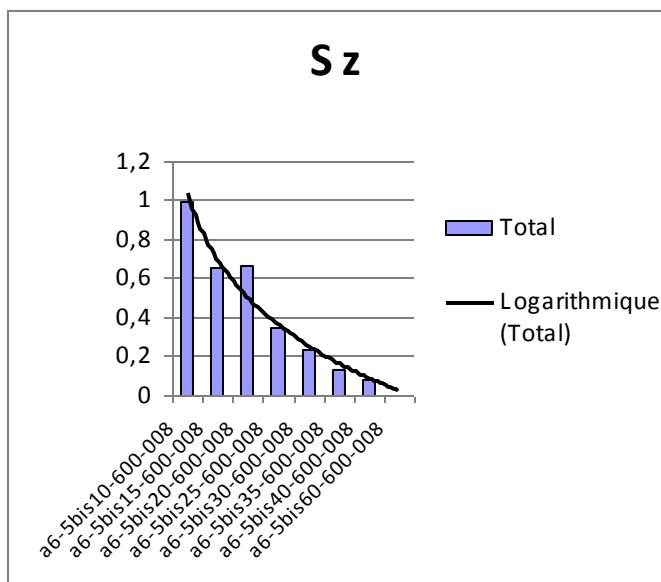
# PARAMETRES INFLUENTS : Pas d'échantillonnage



- Nom de la surface – pas – taille de la zone d’acquisition – cut-off du filtre
  - Normalisation des paramètres par rapport à la valeur obtenue avec le plus faible pas.

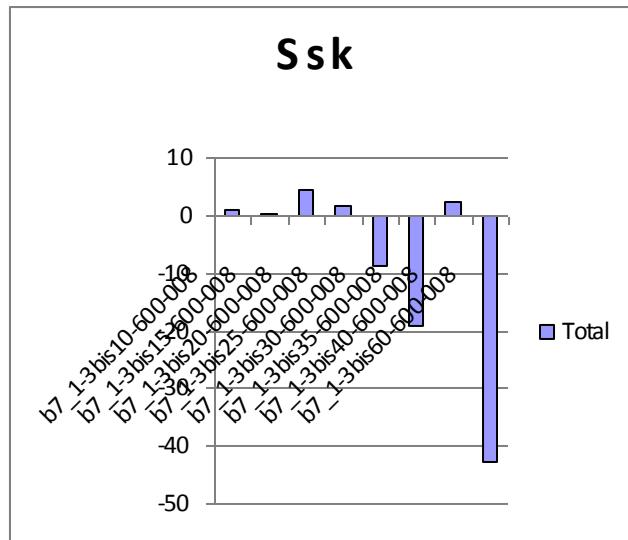
# PARAMETRES INFLUENTS : Pas d'échantillonnage

- Forte influence du pas d'échantillonnage
- Sku, Sal, Str, SMR1 et SMR2 restent stables
- St, Sz, Sa, Sq, Sdq, SRk, SRpk, SRvk, SRpfm, SV1 et SV2 peuvent être modélisés par des courbes logarithmiques, Sds par une courbe exponentielle :



# PARAMETRES INFLUENTS : Pas d'échantillonnage

- Cas particuliers : Ssk : Variations très importantes et aléatoires

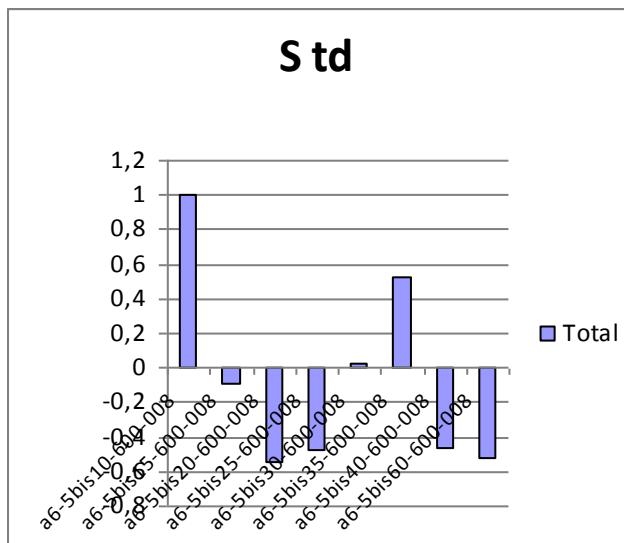


- Valeurs proches de 0 mais amplifiées par la normalisation
- Le mode de calcul peut amener des variations de signes.

|     |                                   |   |  |
|-----|-----------------------------------|---|--|
| Ssk | PR NF EN ISO 25178 – EUR 15178 EN | Facteur d'asymétrie de la surface à échelle limitée | $Ssk = \frac{1}{Sq^3} \left[ \frac{1}{A} \iint_A z^3 \mathbf{e}_z \cdot \mathbf{n} dxdy \right]$ |
|-----|-----------------------------------|---|--|

# PARAMETRES INFLUENTS : Pas d'échantillonnage

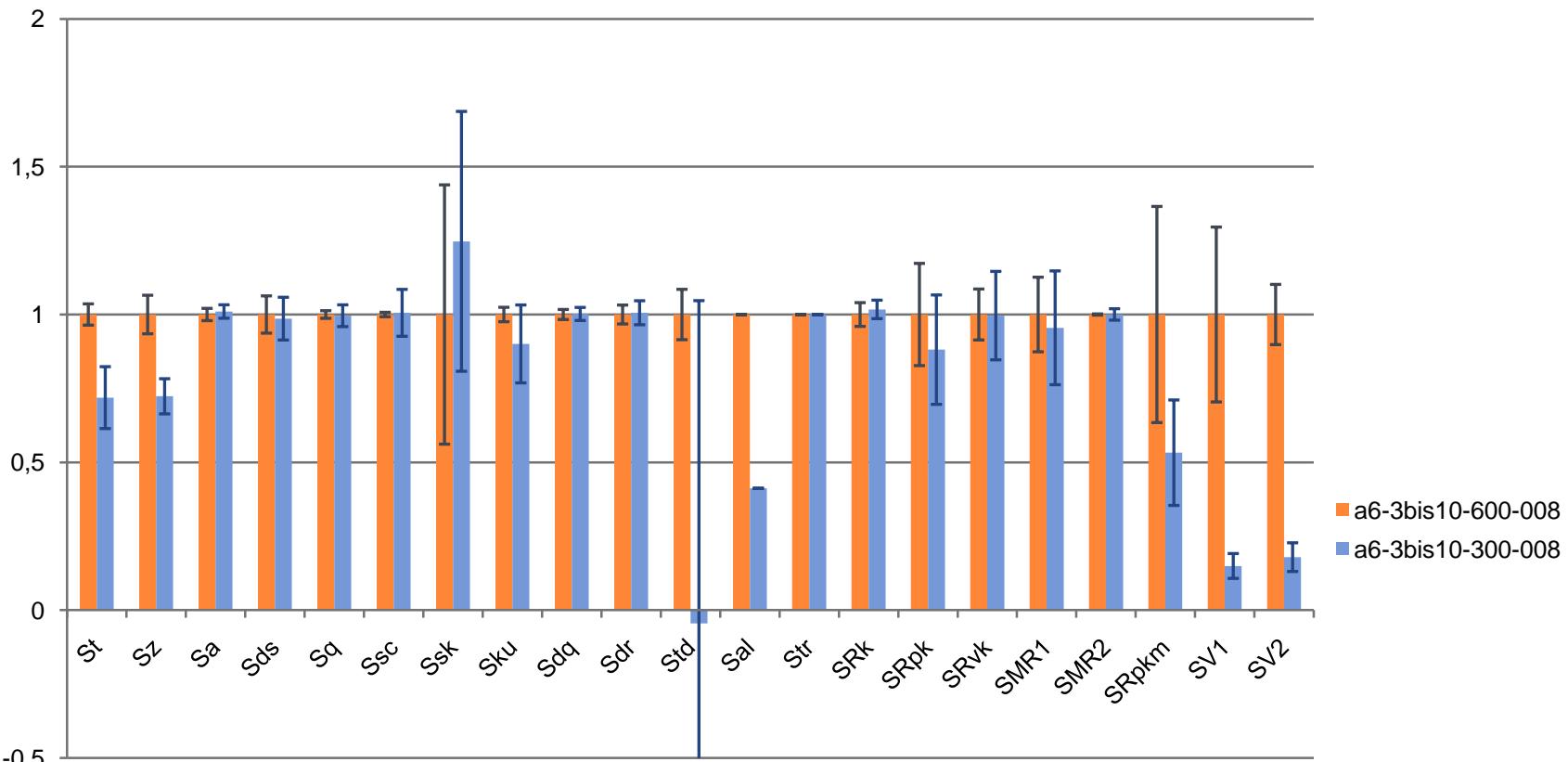
- Cas particuliers : Std : Variations très importantes et aléatoires



- Calcul selon le rapport EUR 15178 EN
- Valeurs proches de la valeur critique  $\pi/2$  : introduction de forte variations et de changement de signe

|     |  |              |   |   |
|-----|--|--------------|---|---|
| Std |  | EUR 15178 EN | Orientation de la texture de la surface | $Std = \begin{cases} -s, & s \leq \frac{\pi}{2} \\ \pi - s, & \frac{\pi}{2} < s \leq \pi \end{cases}$ <p>avec <math>s</math> qui donne la valeur absolue maximale de <math>APS(s-\theta)</math></p> |
|-----|--|--------------|---|---|

# PARAMETRES INFLUENTS : Taille de la zone d'acquisition



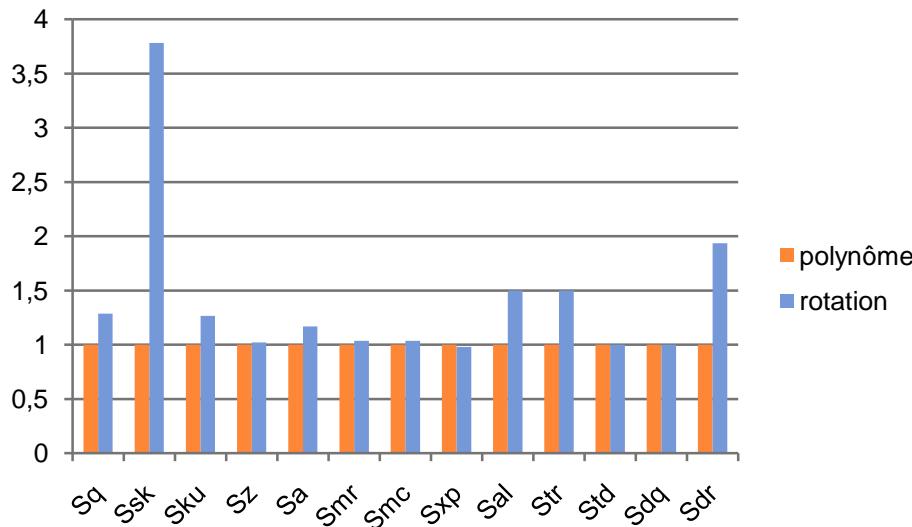
- Nom de la surface – pas – taille de la zone d'acquisition – cut-off du filtre
- Normalisation des paramètres par rapport à la valeur obtenue avec le plus faible pas.

# PARAMETRES INFLUENTS : Taille de la zone d'acquisition

- Influence moins forte que le pas d'échantillonnage
- Ssk et Std : forte variation pour ces paramètres en fonction des conditions de mesure : ne permettront pas de valider l'influence des moyens de mesure.
- St et Sz : Diminution des paramètres pour des surfaces plus petites : dépendent du plus grand pic et du plus grand creux.
- SV1 et SV2 : Volumes de plein et de vide

# PARAMETRES INFLUENTS : Traitement de la forme

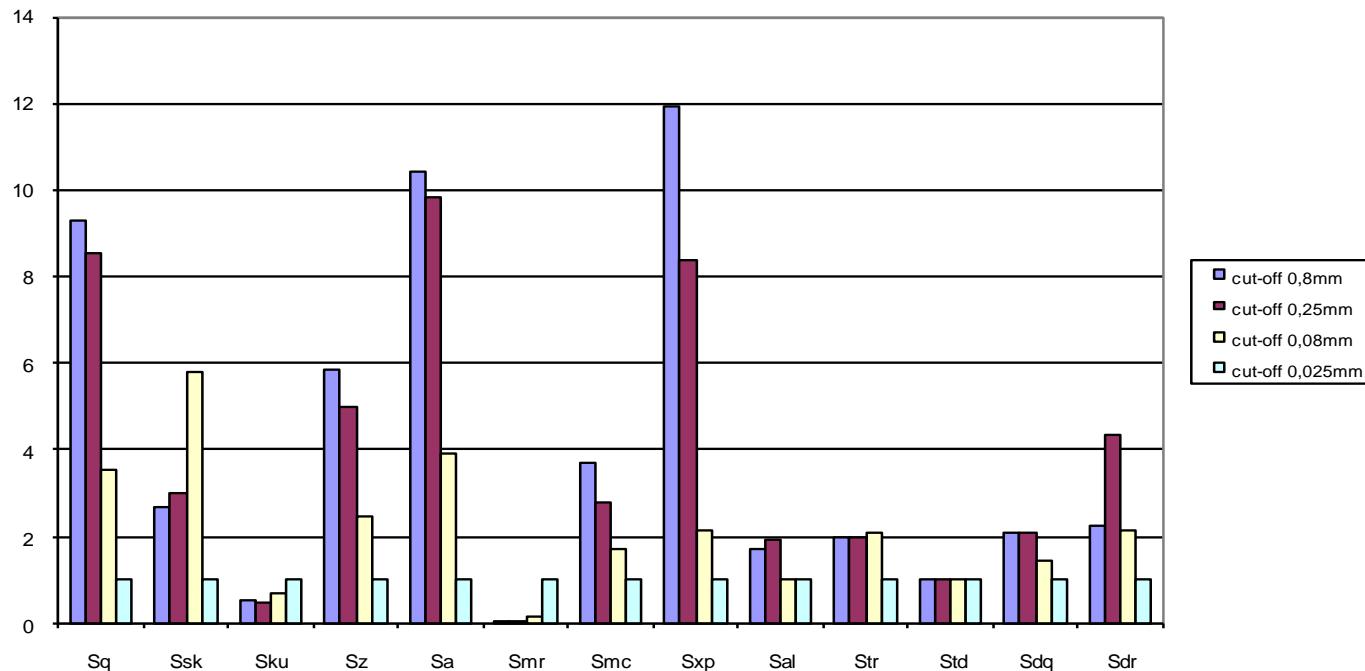
- Suppression de forme par un polynôme de degré 3 sur des segments de 1,2mm (surface de côté 5mm)  
/ Redressement par la rotation des moindres carrés



- Essai réalisé à partir des mesures sur la pièce d'intercomparaison
- Forte influence sur le paramètre Ssk

# PARAMETRES INFLUENTS : Filtre

Comparaison de l'influence du cut-off du filtrage pour la suppression de forme par un polynôme



- Essai réalisé à partir des mesures sur la pièce d'intercomparaison

# PARAMETRES INFLUENTS : Logiciel

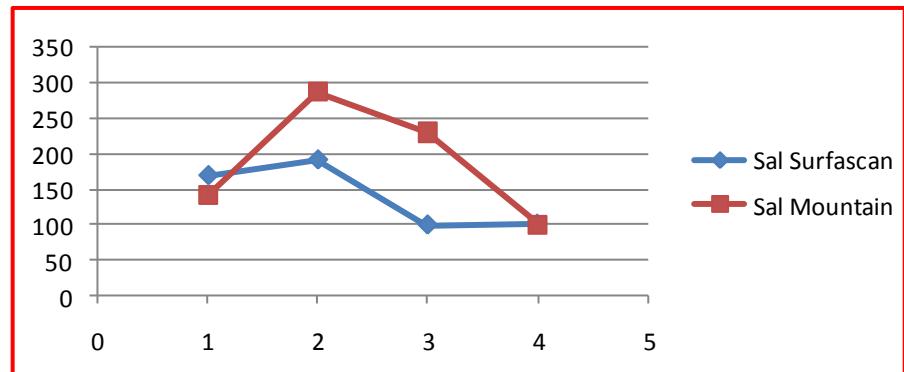
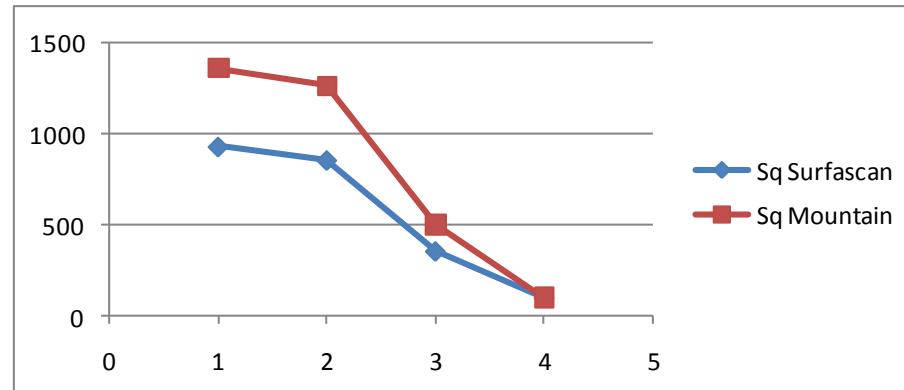
- Même redressement
- Même surface
- Même filtre

| Paramètre | Unité | Moutain | Surfascan |
|-----------|-------|---------|-----------|
| Sa        | µm    | 0.0963  | 0.2707    |
| Sq        | µm    | 0.124   | 0.346     |
| St        | µm    | 1.29    | 2.912     |
| Sz        | µm    | 0.988   | 2.320     |
| Ssk       |       | -0.874  | 0.606     |
| Sku       |       | 4.04    | 3.743     |

- Sélection de la fonction bicubique sous Surfascan
- Enregistrement au format Export 32 bits signés depuis Mountains
- Existence de fichiers étalons logiciels défini par la norme. Hommel-Etamic n'en possède pas

# PARAMETRES INFLUENTS : Logiciel

- Influence du cut-off sur les paramètres selon le logiciel
- Cas général : Allure identique mais de proportion différente
- Sous Mountain, le paramétrage des opérateurs est accessible de différentes façons dans le logiciel. Si le paramétrage n'est pas cohérent, des erreurs peuvent apparaître.



# PARAMETRES INFLUENTS : Etat de surface

- Surfaces polie-miroir, transparente, réfléchissante difficile à évaluer avec des moyens optiques
- Risque de sous-estimation ou surestimation
- Pièce en acier pour le projet

# PARAMETRES INFLUENTS : Forme

- Objet du projet d'intercomparaison
- Pente très importante difficile à détecter avec un moyen optique
- Difficulté à traiter les pièces de géométrie complexe

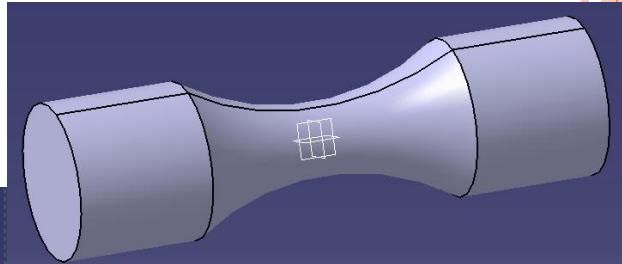
# RECENSEMENT DES LABORATOIRES PARTICIPANTS ET CONTACTS

- ENSAM, CTDEC, INSA Lamcos
- Contacts : Total CRES, Lafarge, Varioptic, Pierre Fabre (disponibles au format informatique)

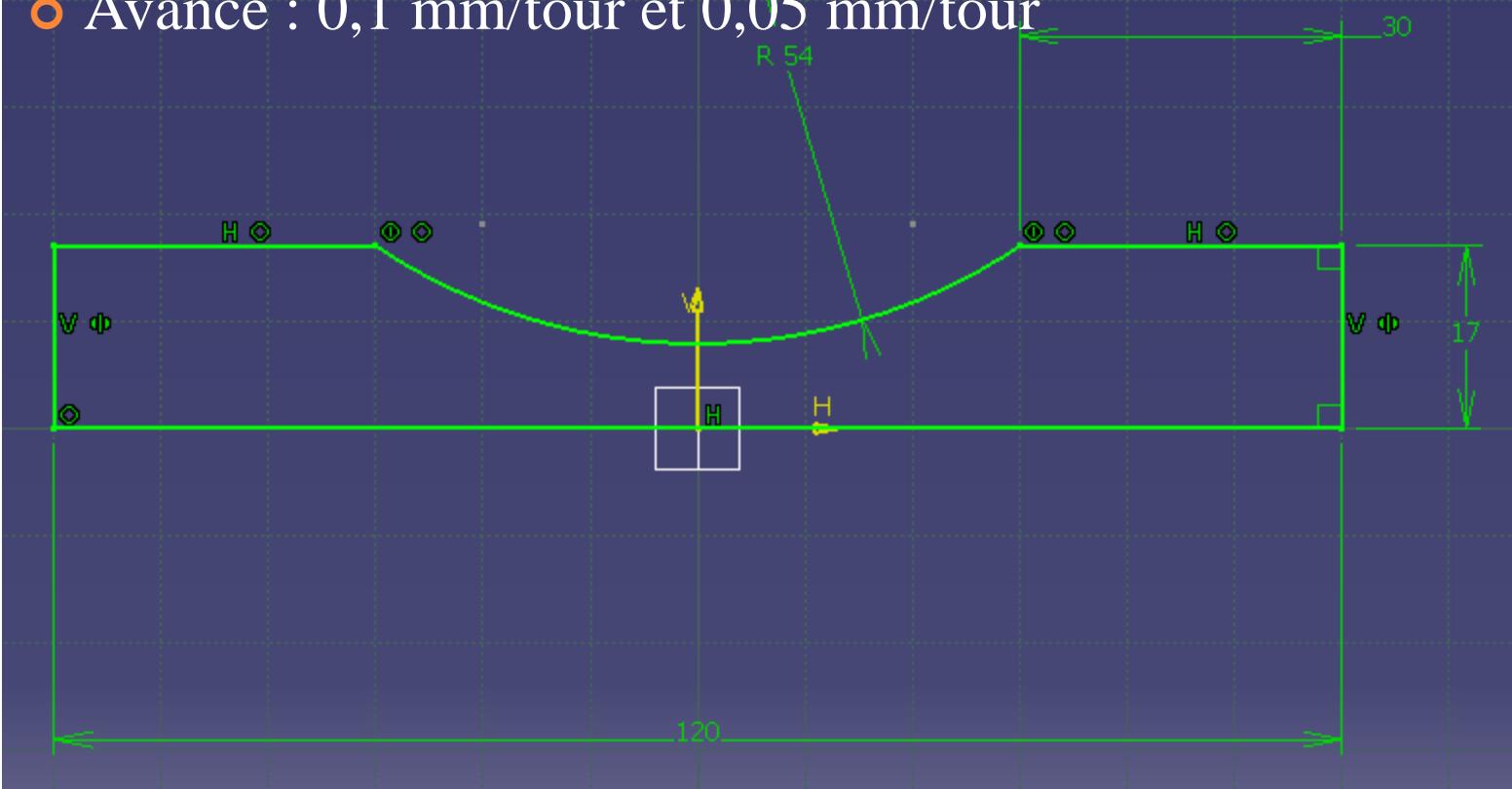
|             | Contact mécanique | Course Z max (mm) | Optique confocale       | Course Z max (mm) | Optique interférométrie | Course Z max (mm) |
|-------------|-------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|
| ENSAM       | Surfascan 3D      | 4                 |                         |                   |                         |                   |
| CTDEC       | Altisurf 500      |                   | Altisurf 500 (2 sondes) | 0,11<br>0,3       |                         |                   |
| INSA Lamcos |                   |                   | Altisurf 500            | 0,3               | Fogale                  | 0,1               |
| Total CRES  | Surfascan 3D      | 4                 |                         |                   |                         |                   |

- Contacts avec l'équipe de Maxence Bigerelle de l'UTC qui travaille sur le même type de projet

# DÉFINITION DE LA PIÈCE ÉTALON



- Zone d'acquisition : 4mm x 4mm
- $\varnothing$  brut = 40 mm
- Avance : 0,1 mm/tour et 0,05 mm/tour



# TRAITEMENT DES DONNEES

- Fichier Excel pour comparer l'influence du pas d'échantillonnage et celle de la taille de la zone d'acquisition
- Choisir les paramètres à mesurer pour l'intercomparaison afin de simplifier le fichier.

# Conclusion

- Etude des paramètres d'acquisition influents
- Mise en évidence de difficultés liées aux logiciels
- Le protocole complet d'intercomparaison n'a pas été créé.
- Questions