

EC Lille	Mise en Oeuvre et Procédés	Qualité et Métrologie
G2		2011/2012

MESURE DE LA RUGOSITE D'UNE SURFACE

Plan du TP

- 1. Introduction**
- 2. Principe de caractérisation d'une surface à l'aide d'un profilomètre**
- 3. Caractérisation des écarts géométriques d'état de surface**
- 4. Etude du filtrage**
- 5. Validation des recommandations de la norme**
- 6. Evaluation des paramètres de rugosité**
 - 6.1. Mesure de l'échantillon 4**
 - 6.2. Mesure des échantillons 13, 5, 8**

1. Introduction

L'objectif de ce TP est :

- de vous faire découvrir les moyens de mesures des écarts géométriques de surface
- de vous faire découvrir la normalisation concernant les écarts géométriques de surface
- de quantifier l'influence de l'avance en fraisage sur l'état de surface de la pièce

2. Principe de caractérisation d'une surface à l'aide d'un profilomètre

Votre enseignant vous montre le principe d'utilisation d'un profilomètre d'état de surface et les différentes étapes (choix du filtrage....) nécessaires pour calculer les principaux paramètres.

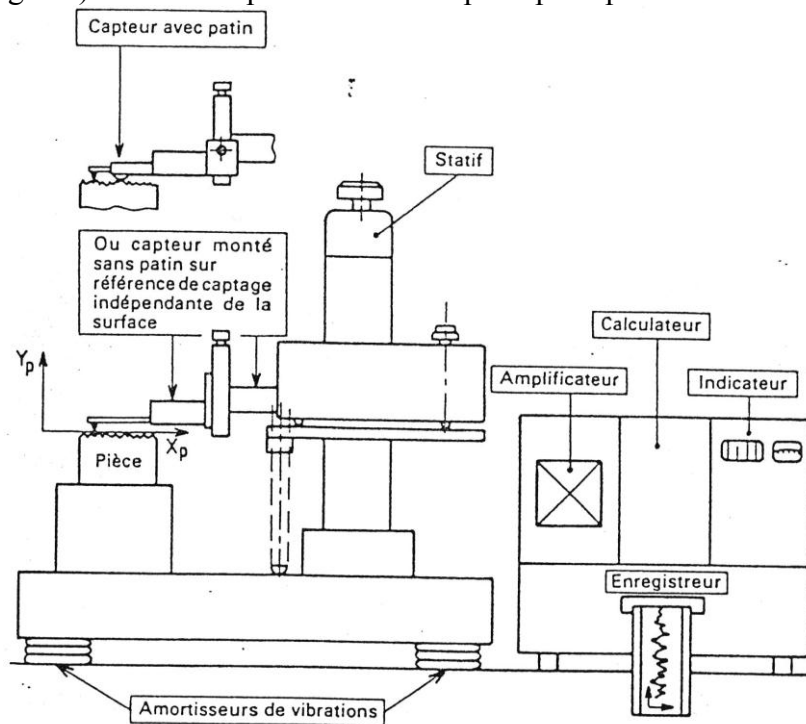


Figure 1 : Profilomètre d'état de surface à contact

3. Caractérisation des écarts géométriques d'état de surface

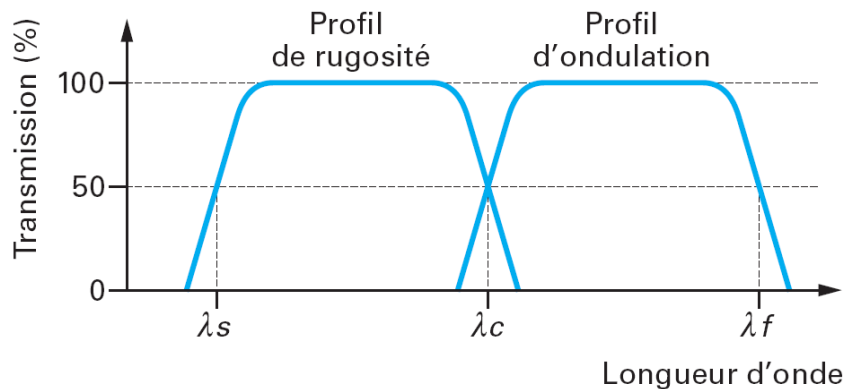
A partir du document « **Présentation abrégée de la norme** », on vous demande de prendre connaissance de la norme et de la façon de caractériser les écarts géométriques de surface.

Cette lecture est indispensable pour la bonne compréhension de l'étude théorique et de l'exploitation des mesures qui vont suivre.

Sachez donc la lire suffisamment rapidement pour ne pas perdre de temps et suffisamment en profondeur pour savoir où aller chercher les informations nécessaires pour le travail qui vous sera demandé après.

4. Etude du filtrage

Pour analyser et mesurer de la rugosité, il faut que le filtre passe-haut (longueur d'onde de coupure λ_c) laisse passer les signaux de courte longueur d'onde (ou de grande fréquence), sans laisser passer les signaux de grande longueur d'onde (qui sont d'ordre 2, c'est-à-dire de l'ondulation). Mais il faut aussi ne pas laisser passer les signaux de très courtes longueurs d'onde dues aux vibrations, c'est le rôle du filtre passe bas (longueur d'onde de coupure λ_s)



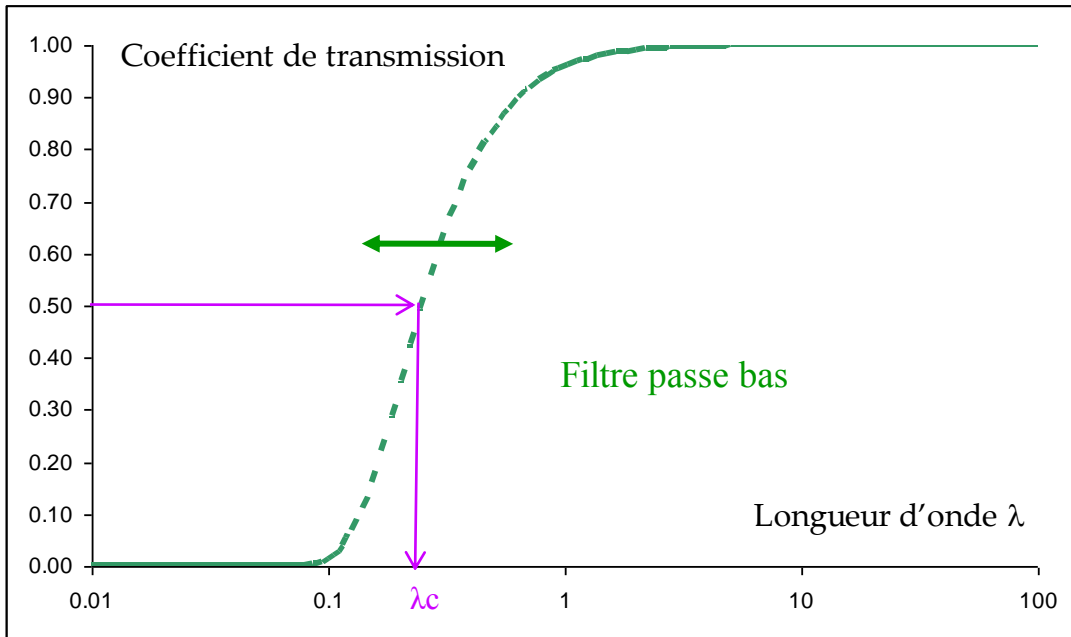
Pour analyser et mesurer de l'ondulation il faut que le filtre passe-haut (longueur d'onde de coupure λ_f) laisse passer les signaux de longueur d'onde inférieure à λ_f (ou de grande fréquence), sans laisser passer les signaux de très grande longueur d'onde (qui sont d'ordre 1, c'est-à-dire les écarts de forme). Mais il faut aussi ne pas laisser passer les signaux de courtes longueurs d'onde classés dans la rugosité, c'est le rôle du filtre passe bas (longueur d'onde de coupure λ_c).

Pour ce filtrage la norme dit que le filtre doit être à phase correcte, avoir une fonction de pondération gaussienne et une transmission de 50% pour la longueur d'onde de coupure. Les expressions des caractéristiques de transmission sont alors les suivantes :

Filtre passe-bas (laisse passer les petites fréquences donc les grandes longueurs d'onde)

$$\text{Amplitude transmise} = e^{-\left(\frac{\lambda_c}{\lambda}\right)^2 \ln 2} \quad \text{avec} \quad \lambda : \text{longueur d'onde du signal filtré}$$

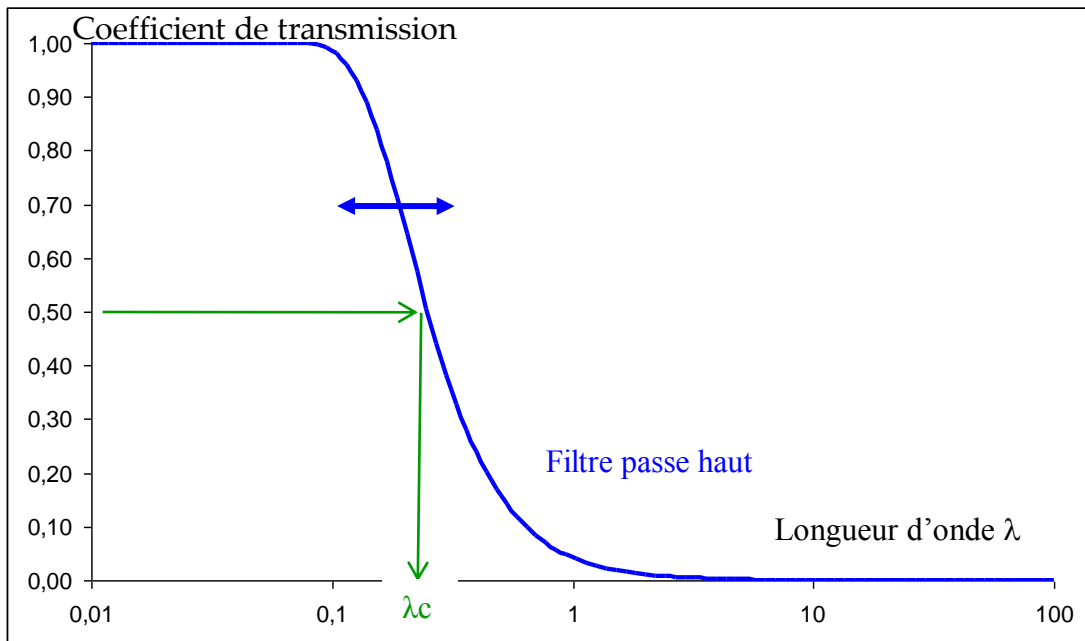
$\lambda_c : \text{longueur d'onde de coupure du filtre}$



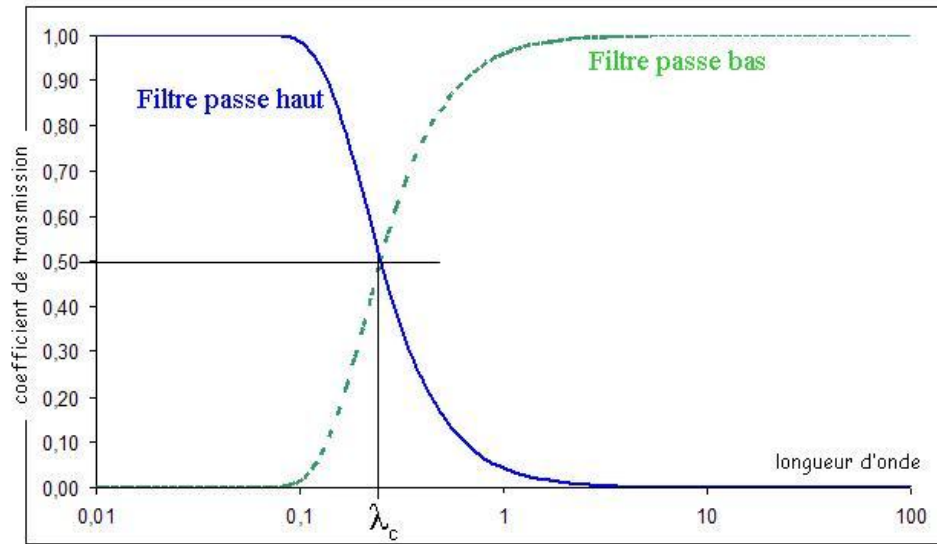
Filtre passe-haut (laisse passer les grandes fréquences donc les petites longueurs d'onde)

$$\text{Amplitude transmise} = 1 - e^{-\left(\frac{\lambda_c}{\lambda}\right)^2 \ln 2} \quad \text{avec} \quad \lambda : \text{longueur d'onde du signal filtré}$$

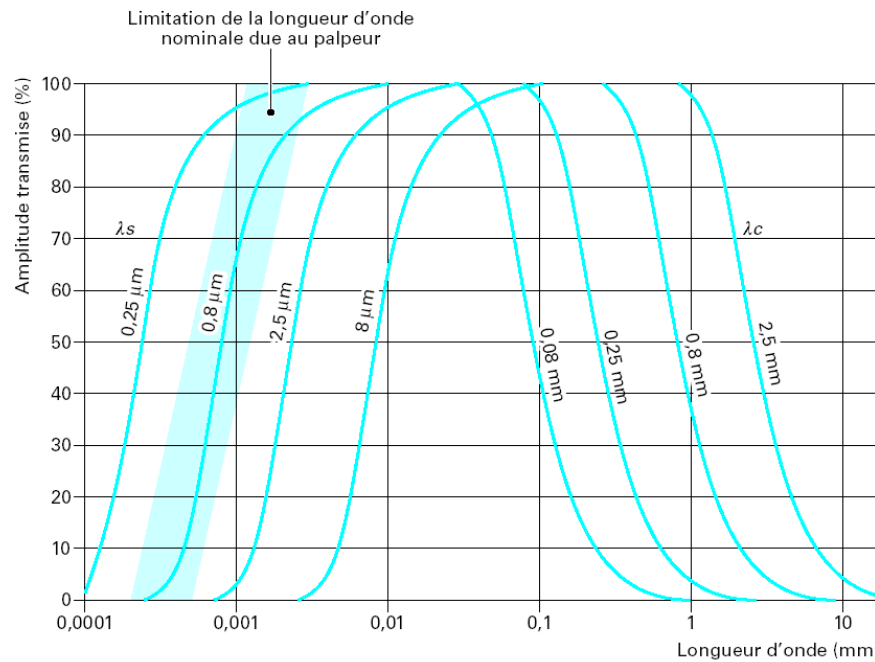
$\lambda_c : \text{longueur d'onde de coupure du filtre}$



En résumé, les fonctions de transmission des filtres passe haut et passe bas correspondant à ce λ_c sont données sur la figure ci-dessous :

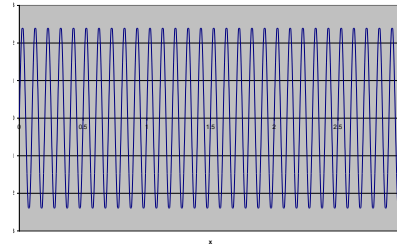
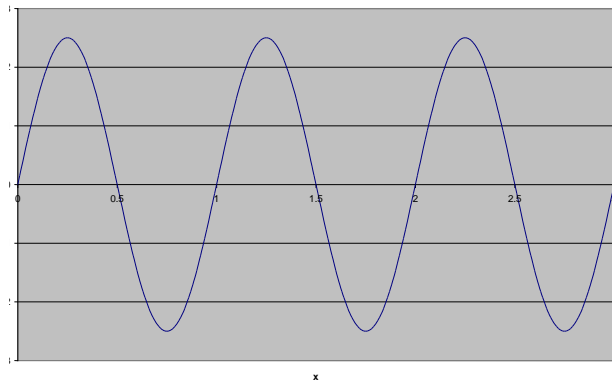


Ce qui peut encore être visualisé, dans le cas de la rugosité (avec un filtre λ_s (passe bas pour la rugosité) et un filtre λ_c (passe haut pour la rugosité)) sur la figure suivante. Les longueurs d'onde de coupure représentées sont normalisées.



<i>Longueur d'onde de coupure</i>	Profil de rugosité R	Profil d'ondulation W	Profil primaire P
Filtre passe-bas	λ_s	λ_c	λ_s
Filtre passe-haut	λ_c	λ_f	

Pour comprendre l'action du filtrage dans la mesure du profil de rugosité, imaginons un profil d'état de surface qui soit la superposition de 2 sinusoïdes : une sinusoïde de pas A_w et d'amplitude W pour l'ondulation et une sinusoïde de pas A_r et d'amplitude R pour la rugosité. Nous supposons qu'il n'y a pas de phénomènes vibratoires avec des grandes fréquences : ce profil est donc le profil primaire.



$y_w(x)$: profil d'ondulation pas A_w et amplitude W

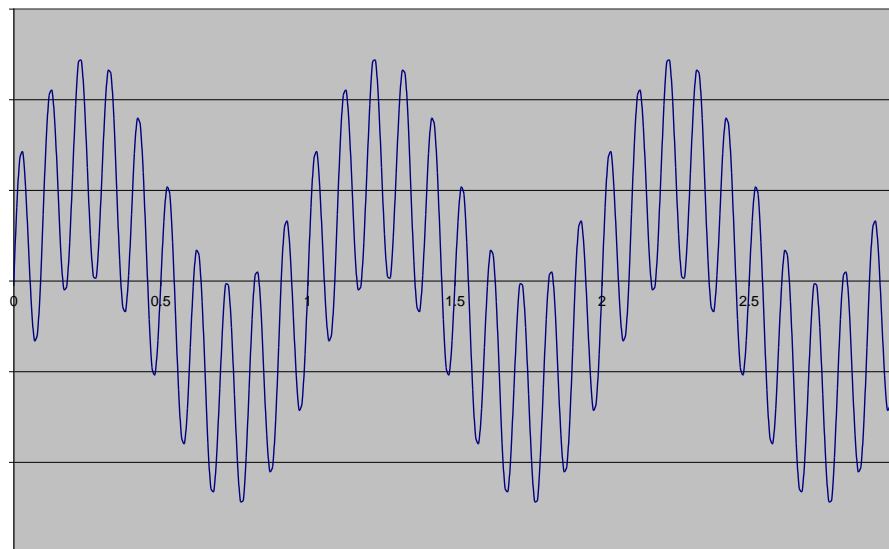
$y_r(x)$: profil de rugosité pas A_r et amplitude R

$$y(x) = \frac{W}{2} \sin\left(\frac{2\pi x}{A_w}\right) + \frac{R}{2} \sin\left(\frac{2\pi x}{A_r}\right)$$

$$y(x) = y_w(x) + y_r(x)$$

$y_r(x)$ représente la partie rugosité du profil

$y_w(x)$ représente la partie ondulation du profil



Profil total : $y(x) = y_r(x) + y_w(x)$

Thèmes abordés :

longueurs d'onde des fonctions $y_w(x)$ et $y_R(x)$, filtre à utiliser pour la rugosité, choix d'une longueur d'onde de coupure λ_c pour avoir 95% du signal de rugosité en fonction de A_r , ondulation résultante, la valeur mesurée du paramètre R_t

5. Validation des recommandations de la norme

Dans le cas des profils de rugosité périodique la norme impose (page 12 du document précédent) les choix suivants pour les longueurs de base de rugosité (sachant que la longueur de base doit par ailleurs être égale à la longueur d'onde de coupure λ_c) :

R_{Sm} (en mm)	longueur de base de rugosité l_r (en mm) = λ_c
$0,013 < R_{Sm} \leq 0,04$	0,08
$0,04 < R_{Sm} \leq 0,13$	0,25
$0,13 < R_{Sm} \leq 0,4$	0,8
$0,4 < R_{Sm} \leq 1,3$	2,5
$1,3 < R_{Sm} \leq 4$	8

Un élément de profil est constitué par une saillie et un creux consécutif. On le caractérise par sa longueur moyenne R_{Sm} (voir extrait de normalisation p9).

Thèmes abordés :

Nombres d'éléments de profil, valeur du paramètre R_{Sm} pour un profil sinusoïdal de pas A_r , calcul du coefficient de transmission.

6. Evaluation des paramètres de rugosité

L'objectif de cette étude est d'analyser l'influence de l'avance par dent sur l'état de surface (rugosité) sur les paramètres de rugosité R_{Sm} , R_a , et R_t , dans le cas d'un profil obtenu en fraisage.

Thèmes abordés

6.1. Mesure de l'échantillon 4

6.2. Mesure des échantillons 13, 5, 8

Etude des critères R_a , R_t et R_{Sm} en fonction de l'avance par dent.