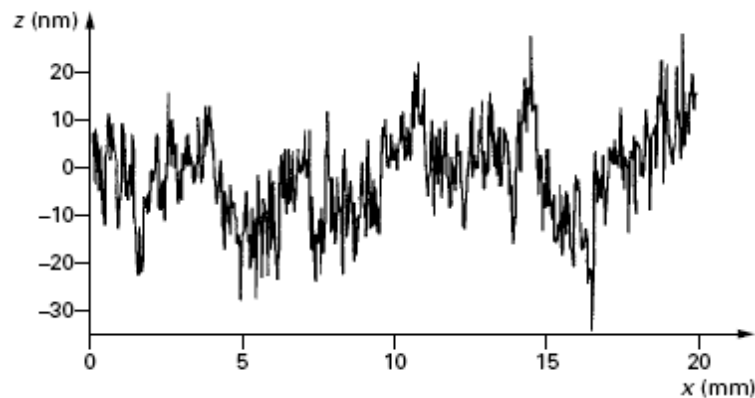


Caractérisation des écarts géométriques d'état de surface.

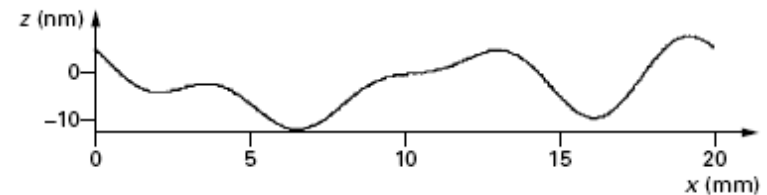
Présentation abrégée de la norme

Écarts géométriques de l'état de surface

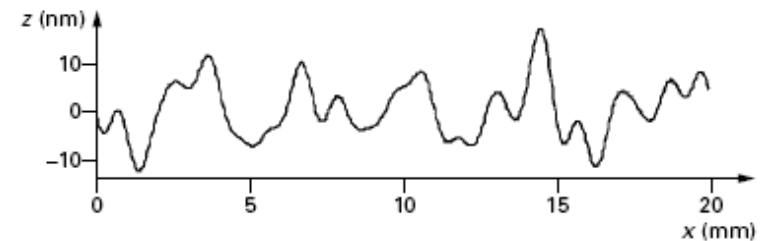


profil primaire
Ordre 1+2+3+4

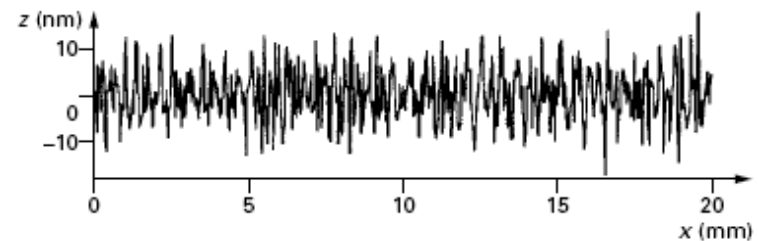
écart de forme : ordre 1



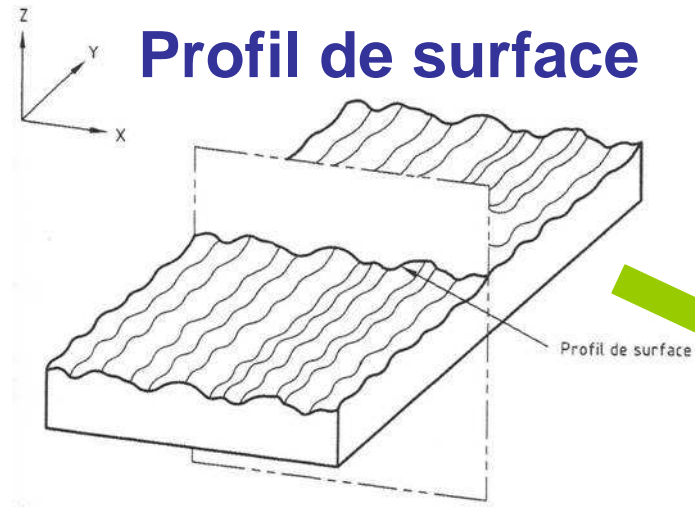
profil d'ondulation : ordre 2



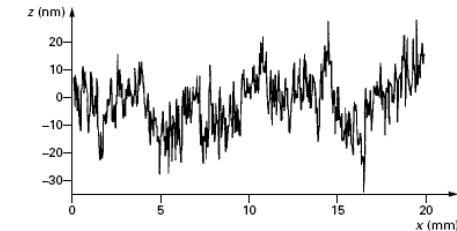
profil de rugosité : ordre 3+4



Séparation des écarts géométriques



*Géométrie du palpeur
Défauts de déplacement
Pas de numérisation*



Profil total

*Suppression de la forme nominale
Suppression vibration et bruit : filtre λ_s*

Profil primaire

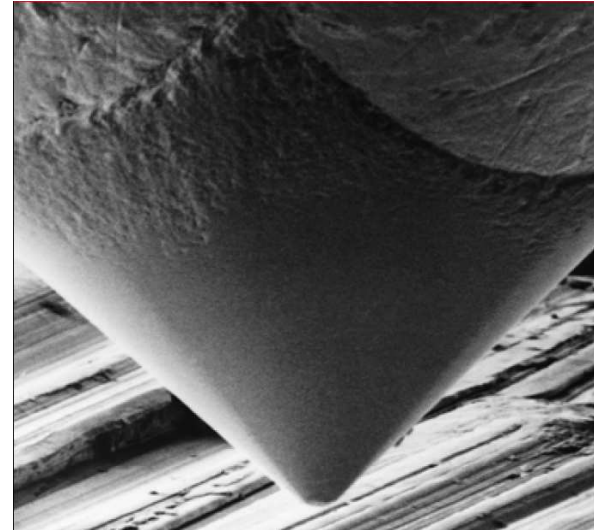
Caractéristiques des appareils de mesure

Géométrie du palpeur

Rayon de pointe r_{ip} : 2 μm , 5 μm ou 10 μm

Angle du cône : 60° ou 90°

Sauf spécification angle de cône de 60°



Force de mesure statique

Valeur nominale dans la position moyenne du palpeur : 0,000 75 N

Méthode de la ligne moyenne (1)

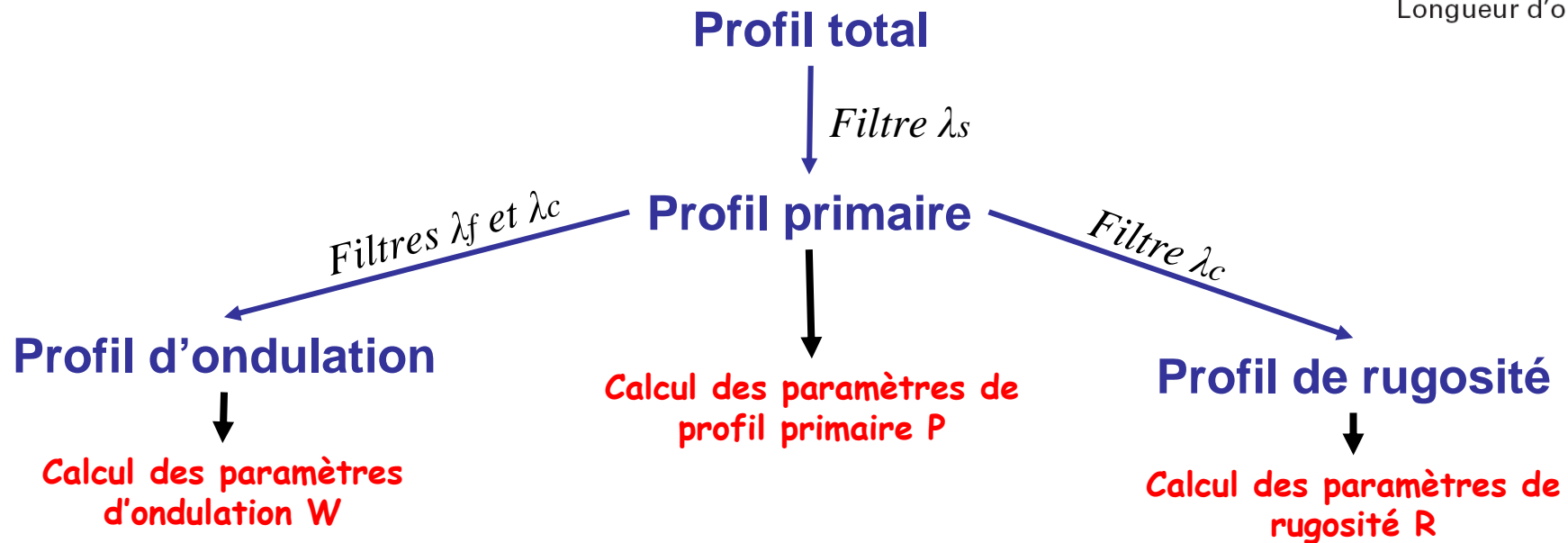
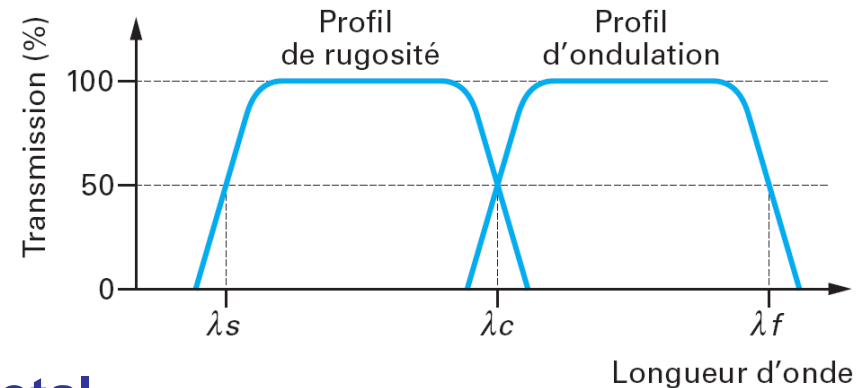
On part du profil primaire.

On utilise un couple de filtres (un passe-haut et un passe-bas) pour obtenir :

soit le profil de rugosité (λ_s, λ_c)

soit le profil d'ondulation (λ_c, λ_f)

Sur chacun des profils obtenus, on peut ensuite quantifier les paramètres souhaités.



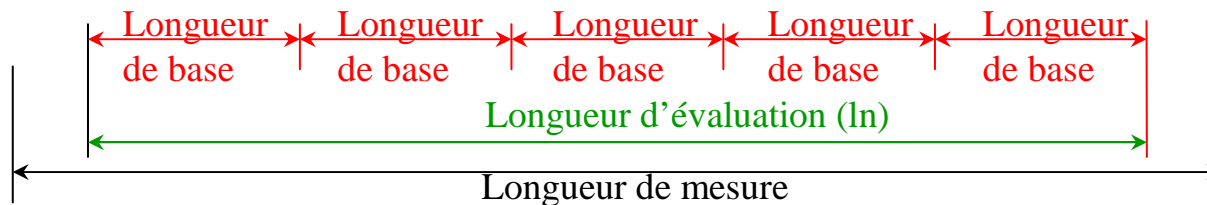
Méthode de la ligne moyenne : définitions

Grâce à un profilomètre avec référence de guidage externe, le profil de surface est mesuré sur une certaine distance appelée **longueur de mesure**.

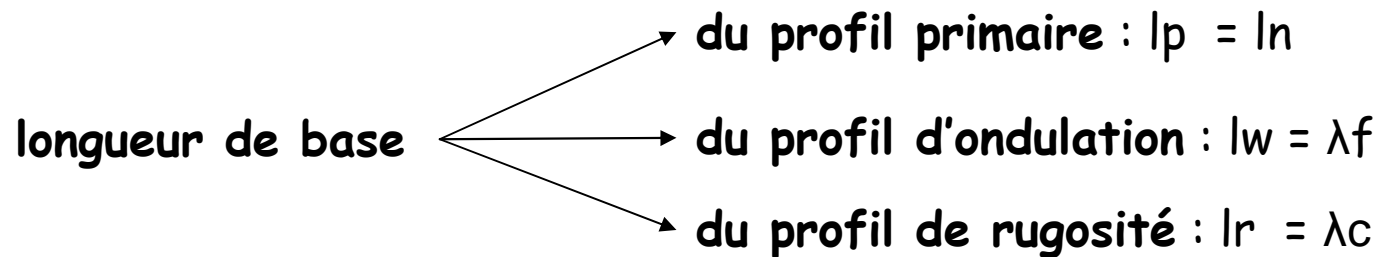
Les paramètres de profil sont calculés (avec la définition normalisée) sur une **longueur de base**.

La quantification d'une spécification s'appuyant sur un paramètre est défini sur une **longueur d'évaluation**. Cette longueur d'évaluation comporte 1 ou plusieurs longueurs de base.

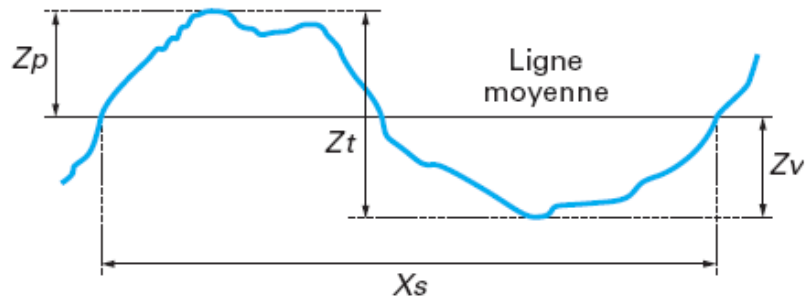
La quantification du paramètre sur la longueur d'évaluation est la moyenne des valeurs du paramètres sur chacune des longueurs de base.



En fonction du profil, la norme définit la longueur de base :



Méthode de la ligne moyenne : définitions



- **Saillie du profil** : partie du profil évalué, dirigée vers l'extérieur et reliant 2 intersections consécutives du profil avec la ligne moyenne.
- **Creux du profil** : partie du profil évalué, dirigée vers l'intérieur et reliant 2 intersections consécutives du profil avec la ligne moyenne.
- **Élément du profil** : saillie du profil puis creux adjacent.

La définition des paramètres liés à la ligne moyenne est identique sur chacun des profils primaire, ondulation et rugosité.

Ils sont illustrés ci-après sur le profil de rugosité.

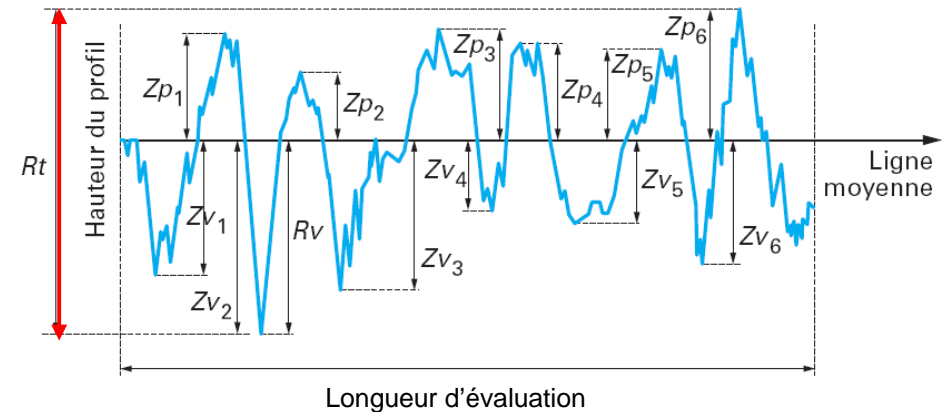
Méthode de la ligne moyenne : principaux paramètres (2)

Hauteur totale du profil

(Rt, Wt, Pt)

$$Pt, Rt, Wt = \sup_{i=1,n} (Zp_i) + \sup_{j=1,n} (Zv_j)$$

sur la longueur d'évaluation



Écart moyen arithmétique du profil évalué

(Ra, Wa, Pa)

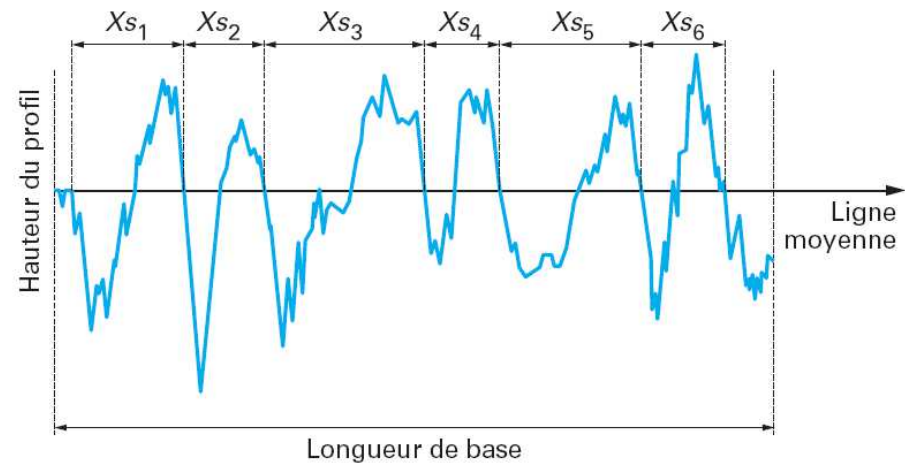
$$Pa, Ra, Wa = \frac{1}{l} \int_0^l |Z(x)| dx \quad \text{avec } l = lp, lr, \text{ ou } lw$$

Méthode de la ligne moyenne : principaux paramètres (3)

largeur moyenne des éléments du profil

(RSm, WSm, PSm)

$$PSm, RSm, WSm = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m X_{s_i}$$



Caractéristiques des filtres

Type de filtre

Filtre à phase correcte

Fonction de pondération gaussienne

Transmission de 50% pour la longueur d'onde de coupure

Voir ISO 11562 : 1996

Longueur d'onde de coupure du filtre de profil

Dans la série suivante :

... ; 0,002 5 mm ; 0,08 mm ; 0,25 mm ; 0,8 mm ; 2,5 mm ; 8 mm ; 25 mm ; ...

Choix des conditions de filtrage

Il faut choisir

| | |
|---|---|
| la longueur d'onde de coupure des filtres | (λ_s , λ_c , λ_f) |
| la longueur de base | (l_p , l_w , l_r) |
| la longueur d'évaluation | (l_n) |

Tout ceci dépend bien évidemment du type de profil à évaluer (P, W ou R)

| Paramètres | Filtre passe-bas | Filtre passe-haut |
|--|------------------|-------------------|
| Paramètres définis par rapport à la ligne moyenne | | |
| Profil <i>R</i> – paramètres de rugosité | λ_s | λ_c |
| Profil <i>W</i> – paramètres d'ondulation | λ_c | λ_f |
| Profil <i>P</i> – paramètres de profil primaire | λ_s | – |

Paramètres du profil primaire P

longueur évaluation = longueur de l'élément à mesurer

La norme impose un rapport entre les longueurs d'onde de coupure λ_c et λ_s . Voir tableau ci-contre

| λ_c (mm) | λ_s (mm) | λ_c / λ_s | $r_{\text{tip max.}}$ (μm) | Intervalle maximal d'échantillonnage (μm) |
|---------------------|---------------------|-------------------------|--|---|
| 0,08 | 0,002 5 | 30 | 2 | 0,5 |
| 0,25 | 0,002 5 | 100 | 2 | 0,5 |
| 0,8 | 0,002 5 | 300 | 2 (1) | 0,5 |
| 2,5 | 0,008 | 300 | 5 (2) | 1,5 |
| 8 | 0,025 | 300 | 10 (2) | 5 |

Choix des conditions de filtrage (2)

Paramètres du profil de rugosité R

On distingue à ce niveau le cas des profils périodiques, de ceux qui sont non-périodiques.
Voir ci-après ISO4288:1996

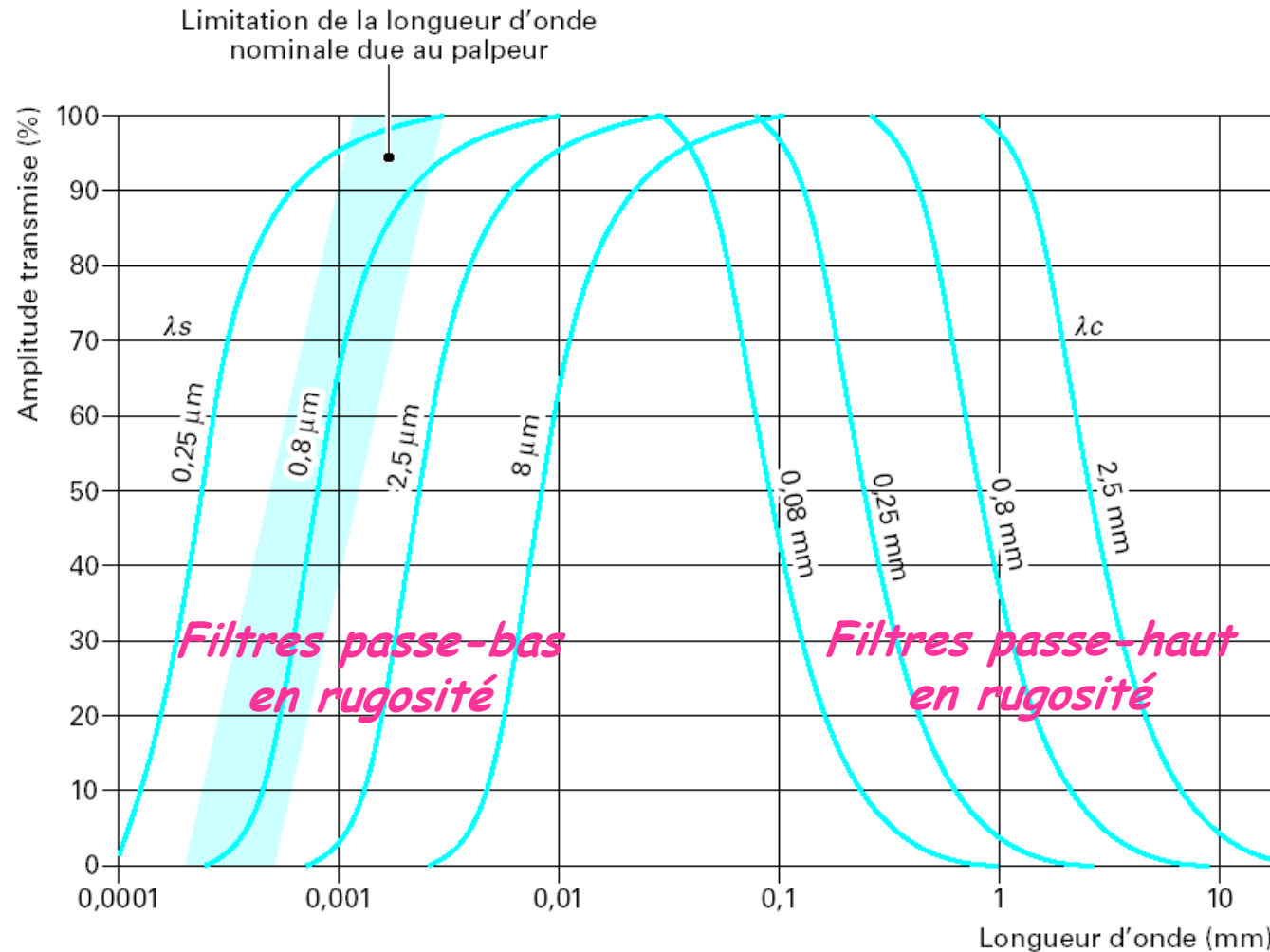
Pour les profils périodiques, le choix de la longueur de base dépend de la largeur moyenne des éléments du profil R_{Sm} . Voir tableau ci-dessous.

| R_{Sm} (en μm) | longueur de base de rugosité l_r (en mm) | longueur d'évaluation l_n (en mm) |
|----------------------------|---|--|
| $0,013 < R_{Sm} \leq 0,04$ | 0,08 | 0,4 |
| $0,04 < R_{Sm} \leq 0,13$ | 0,25 | 1,25 |
| $0,13 < R_{Sm} \leq 0,4$ | 0,8 | 4 |
| $0,4 < R_{Sm} \leq 1,3$ | 2,5 | 12,5 |
| $1,3 < R_{Sm} \leq 4$ | 8 | 40 |

Par défaut (sauf spécification) $l_n = 5 l_r$

$l_r = \lambda_c$

Les filtres : fonction de pondération



Règle d'acceptation

Comparaison de la valeur mesurée avec la limite de tolérance spécifiée et règle d'acceptation

La surface est considérée comme acceptable si la règle des 16% est vérifiée, c'est-à-dire :

Règle des 16%

Au maximum 16% de toutes les valeurs mesurées du paramètre considéré dépassent la valeur spécifiée

En pratique (si pas indication « max »)

La surface est acceptée si :

- la première valeur mesurée $< 70\%$ de la valeur spécifiée
- les 3 premières valeurs mesurées $<$ la valeur spécifiée
- parmi les 6 premières valeurs mesurées, une seule dépasse la valeur spécifiée
- parmi les 12 premières valeurs mesurées, pas plus de 2 dépassent la valeur spécifiée

(si indication « max », Même règle, mais on fait au moins 3 mesures !)