Europe

Séminaire

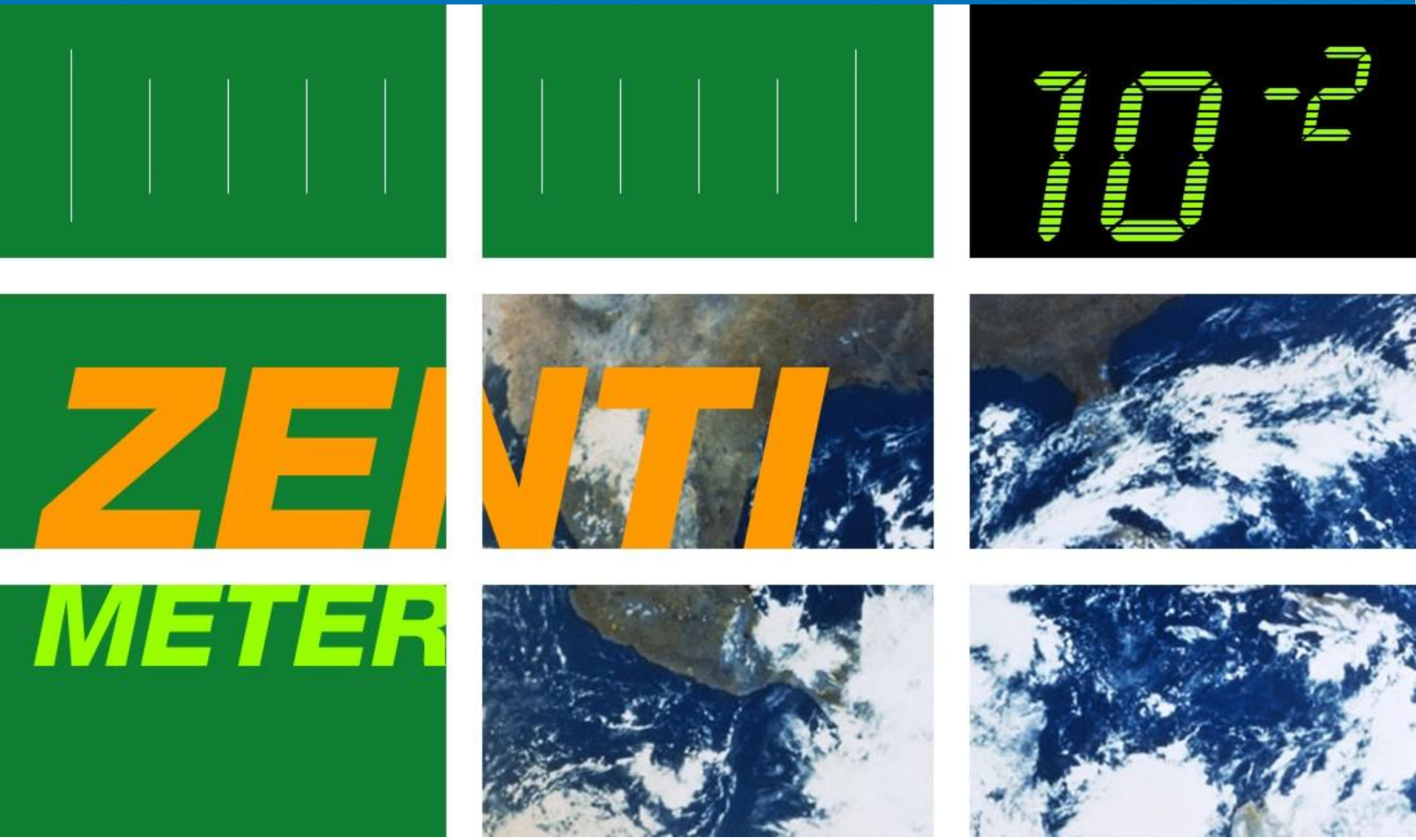
Pour

La Mesure & L'Analyse des Etats de Surface

Séminaire : Etats de Surface

Qu’est ce que le micromètre?

Introduction

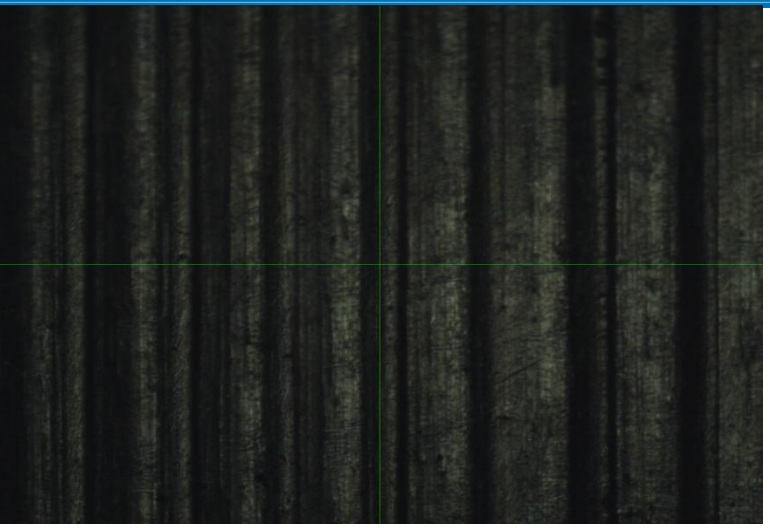


Introduction

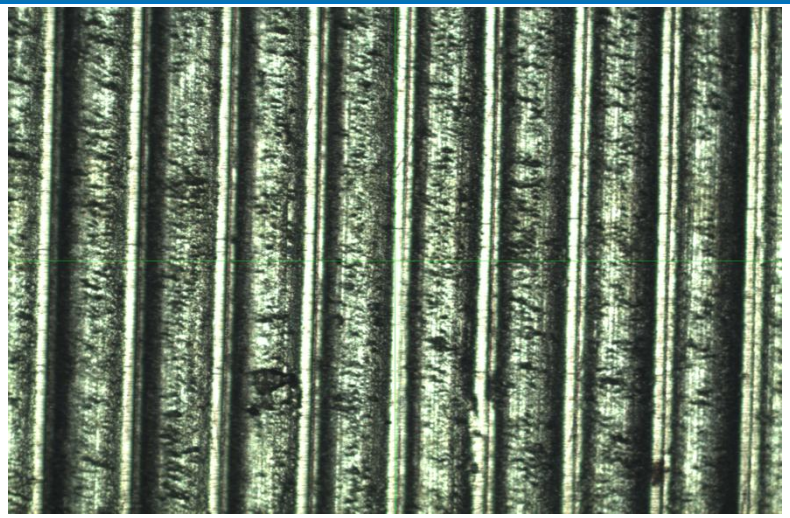
Séminaire : Etats de Surface

Qu’est ce qu’un Etat de surface ?

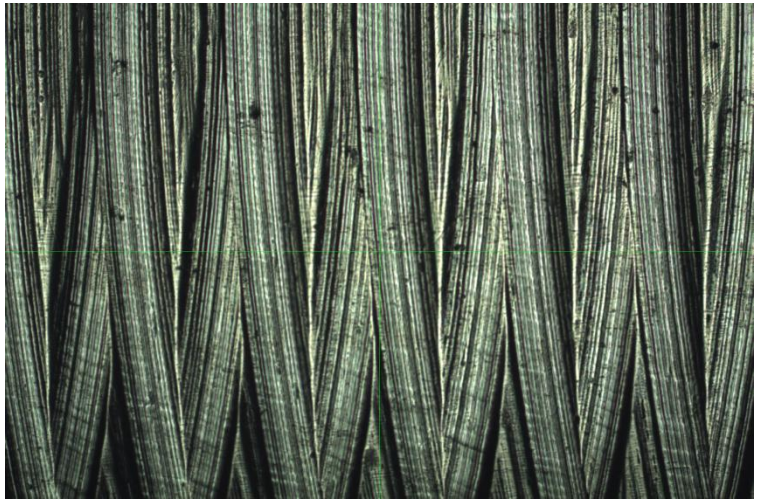
Profil d’état de Surface



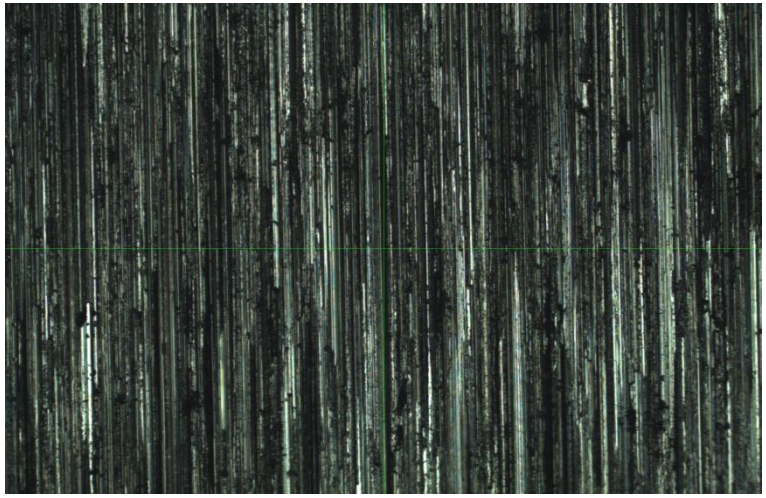
Tournage Ra 3.2



Moulage Ra 3.2

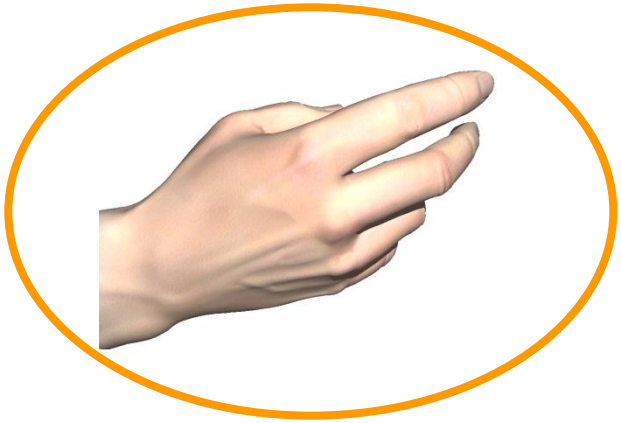


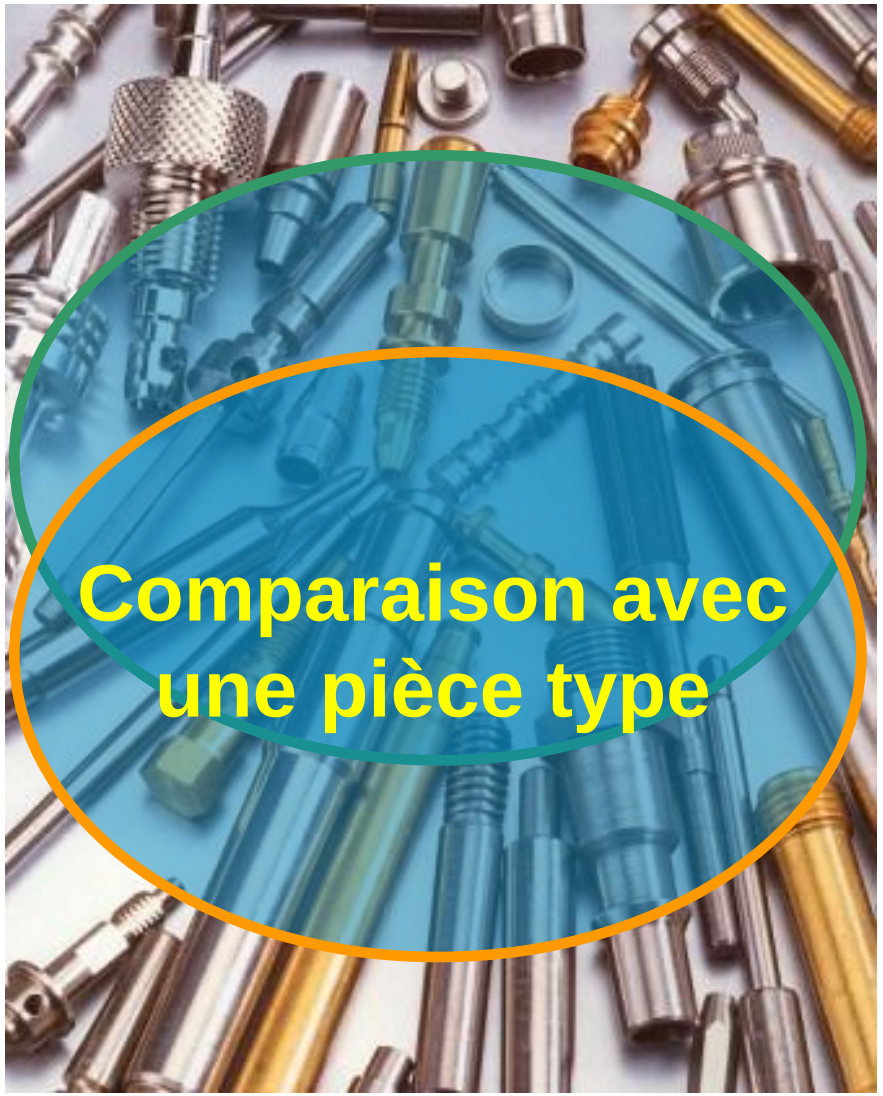
Fraisage Ra 3.2



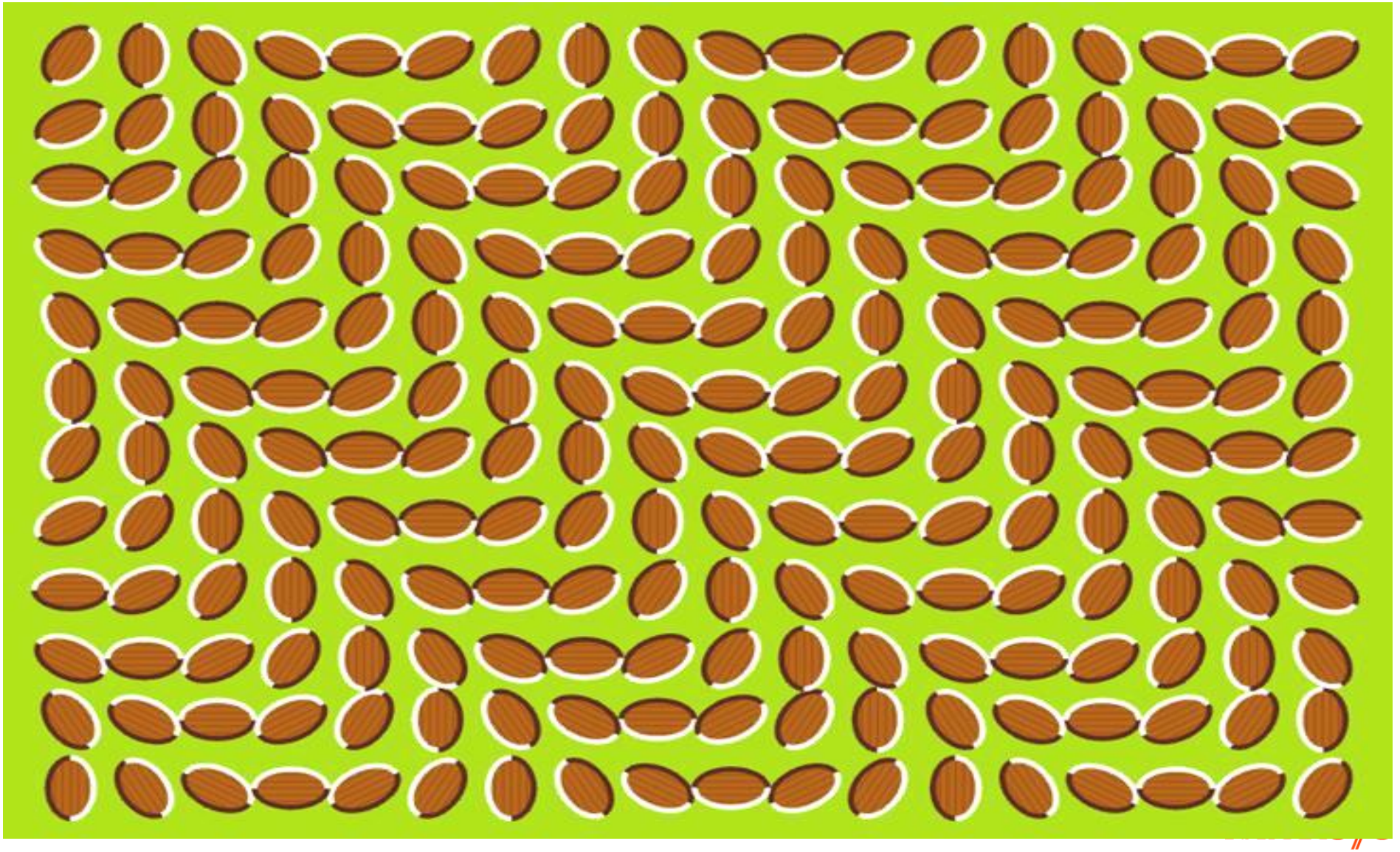
Rectification Ra 3.2

Introduction





Une évaluation visuel est subjective!



- Appareil d’état de Surface Portable
- Appareil d’état de Surface semi-automatique
- Appareil d’état de Surface CNC

Gamme d‘appareil d‘état de surface

Europe

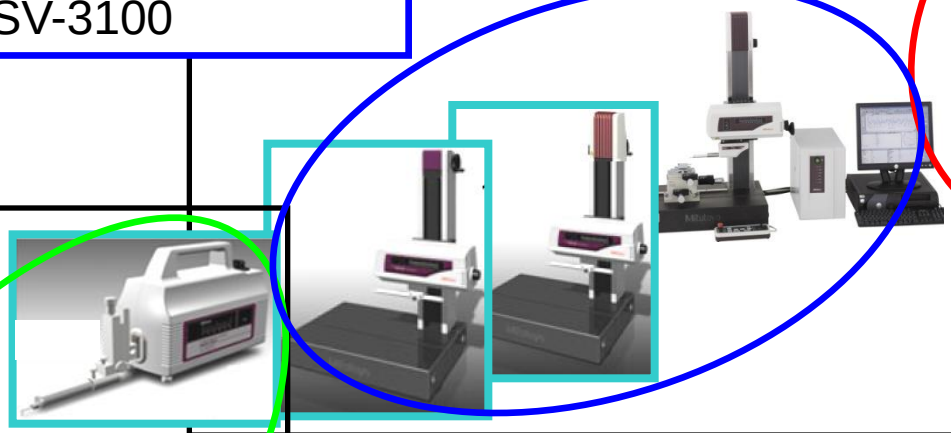
SV

Semi-automatique

SV-2100
SV-3100

CNC

SV-3000 CNC
SV-M3000 CNC



SJ

Portable:
SJ-210 **SJ**-310 **SJ**-411 **SJ**-412 **SJ**-500

A Référentiel

A patin

Fonctionnalité

Mitutoyo

Configuration de la surface : écart de forme

Chaque pièce usinée diffère de sa forme géométrique idéale.

Différentes classes des écarts de forme

Ecart macro géométrique

Ecart micro géométrique

On retrouve les états de surface dans les écarts micro géométrique.

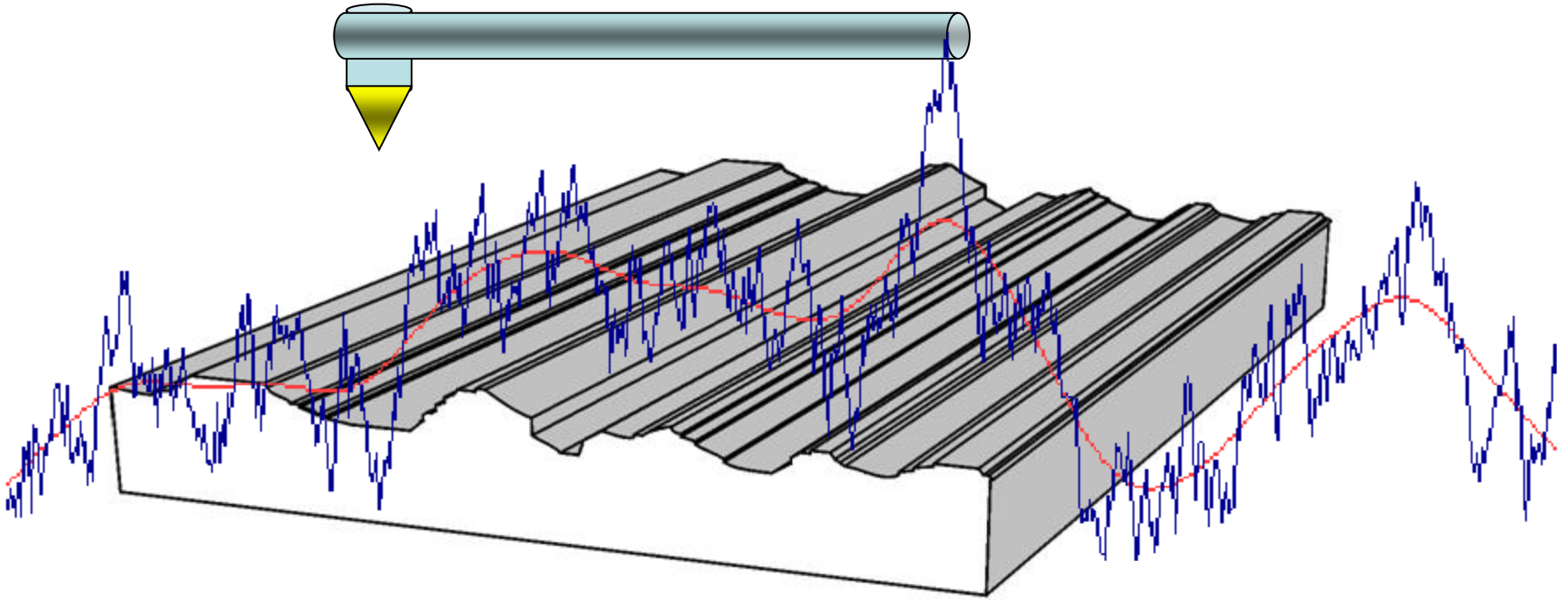
Ecart Micro-géométrique

Europe

Forme du stylet selon EN ISO:

- Spécification géométrique
- Spécification de la force de mesure

Mesure de l'état de surface

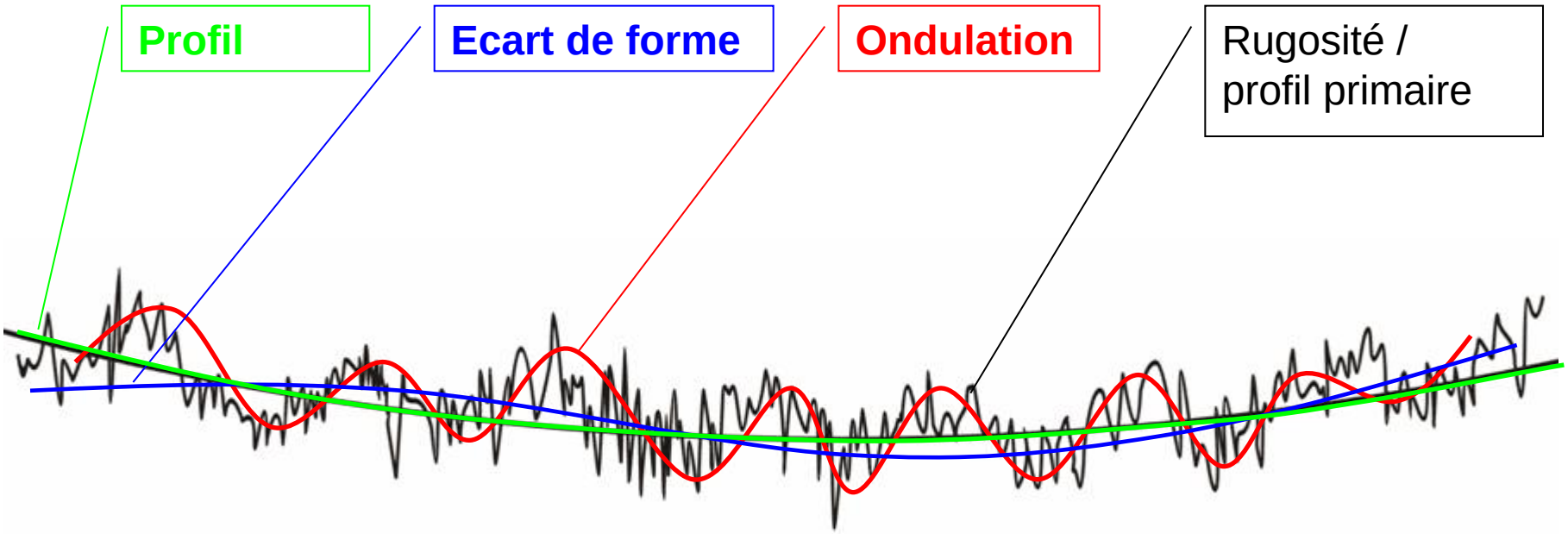


Mitutoyo

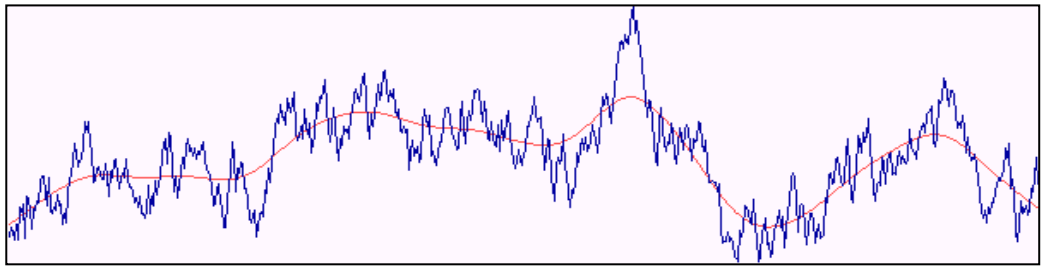
Séminaire : Etats de Surface

Profil de la Surface

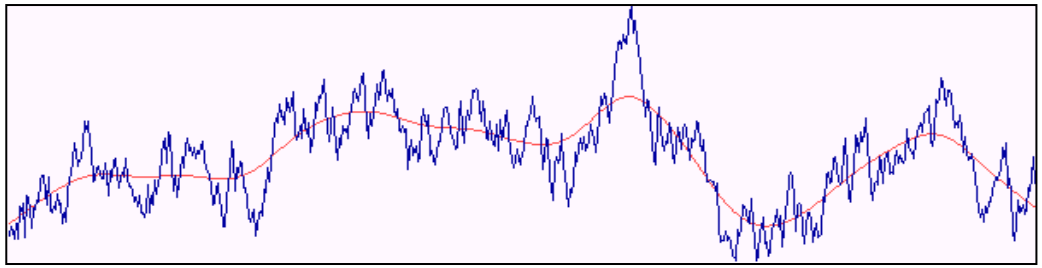
Profils


Profil
Ecart de forme
Ondulation
Rugosité /
profil primaire

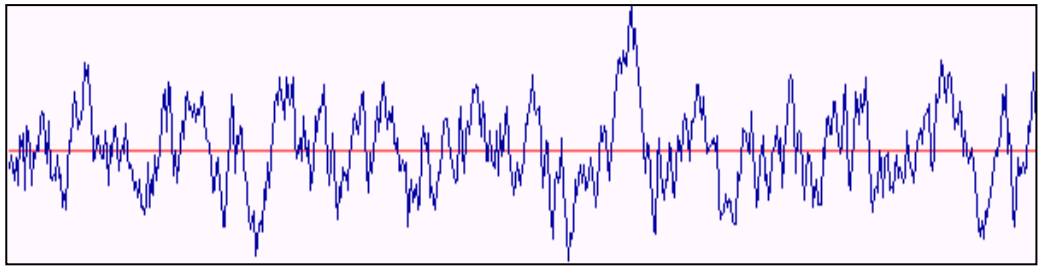
Profils



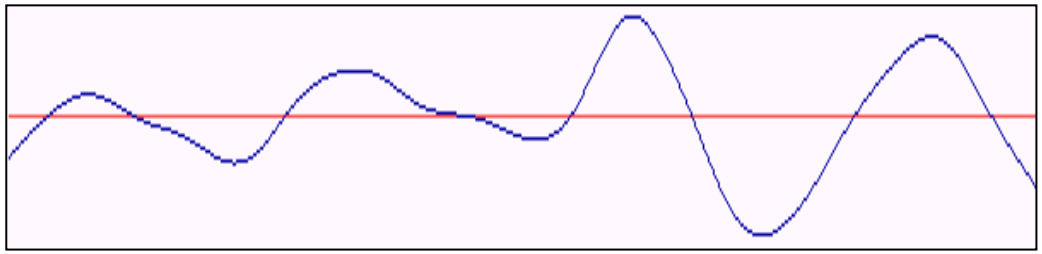
Profil mesuré



Profil Primaire



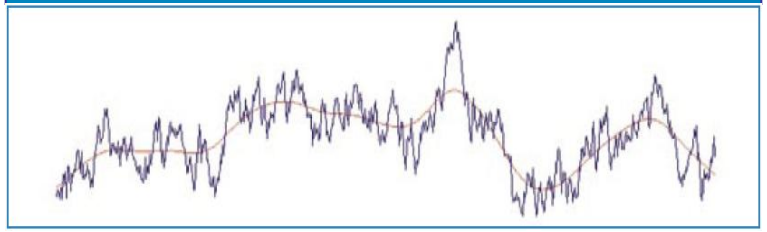
Profil de Rugosité



Profil d’ondulation

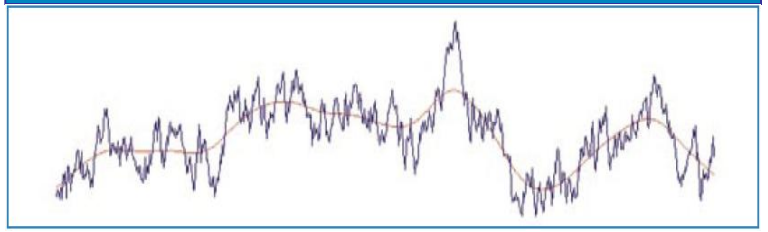
Profil & Filtres

Profil mesuré

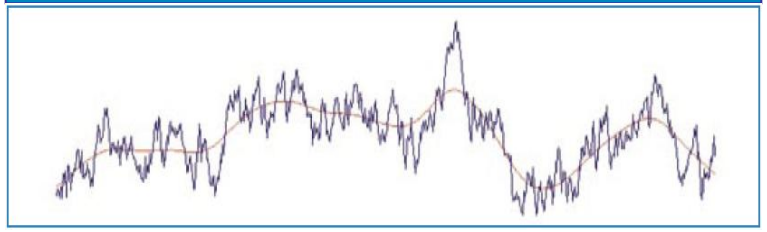


λs

Profil Primaire

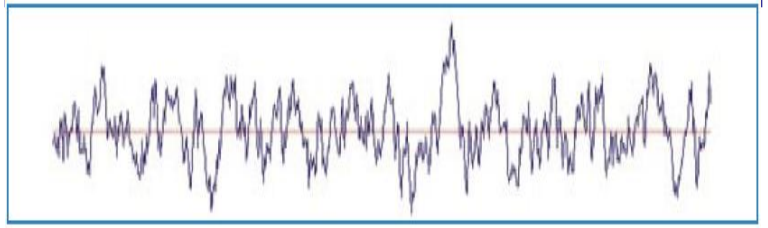


Profil Primaire

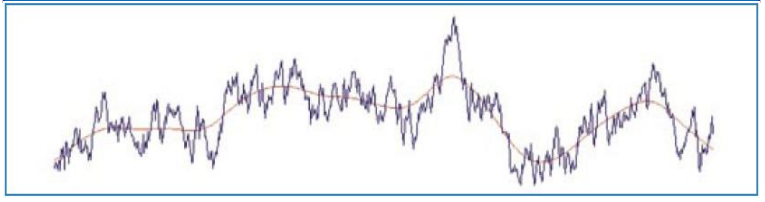


λc

Profil de Rugosité

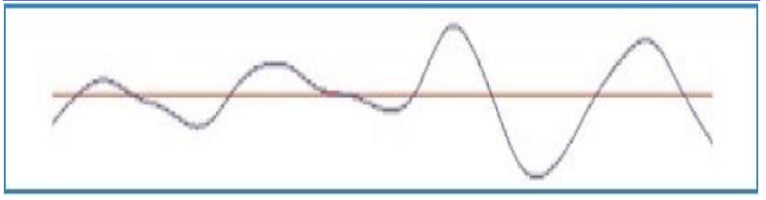


Profil Primaire



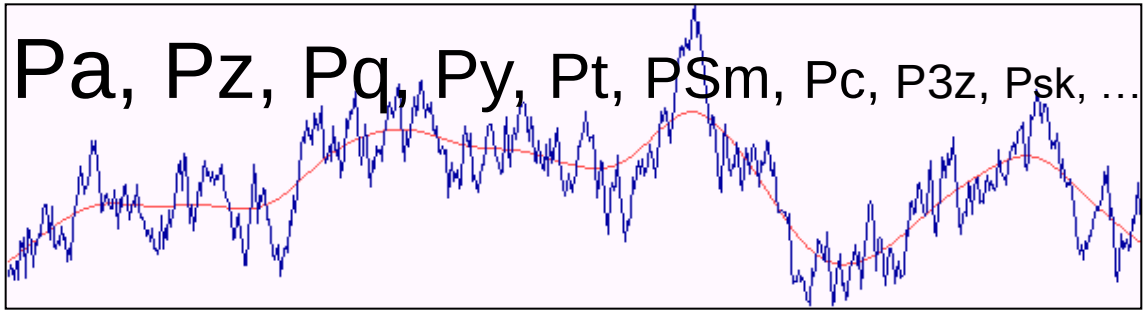
λc
λf

Profil d'Ondulation

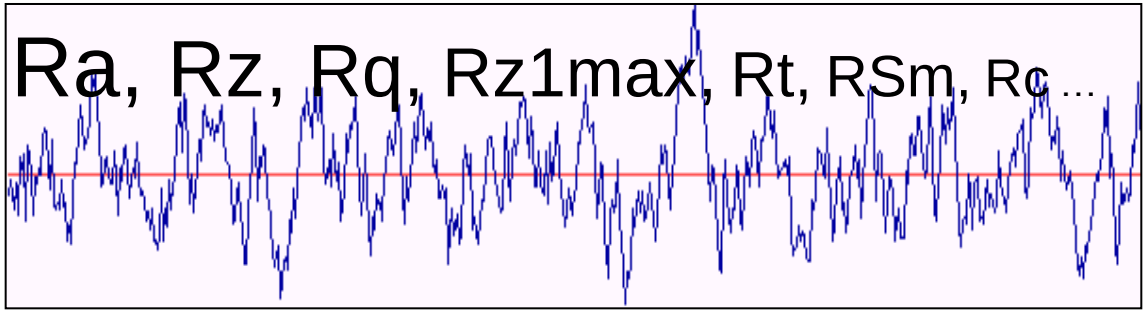


Profil & Filtres

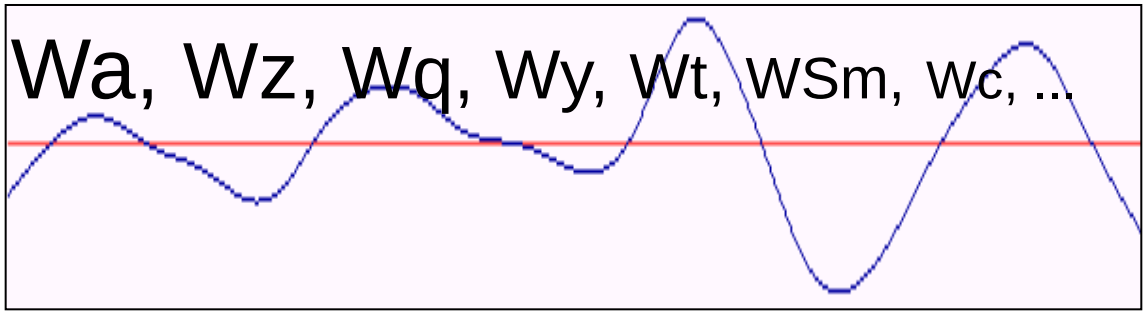
Profil Primaire



Profil de Rugosité



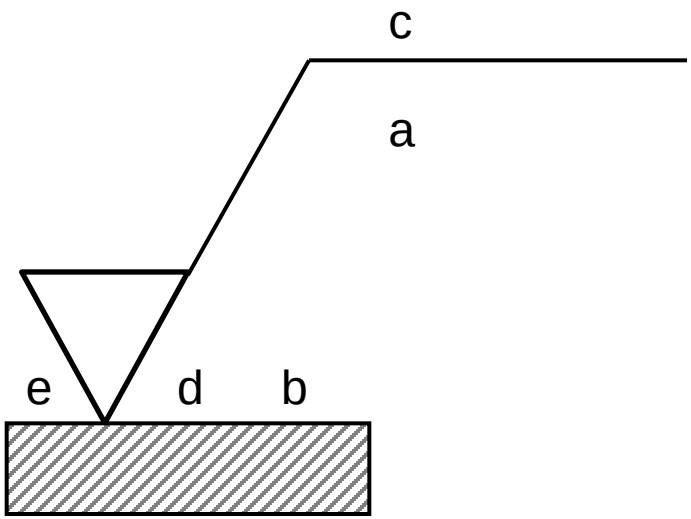
Profil d‘Ondulation



Séminaire : Etats de Surface

Dessins industriels

Dessin Industriel



a= nombre de Cut-off, paramètres et valeur limite du paramètres de rugosité

c= procédé d'usinage

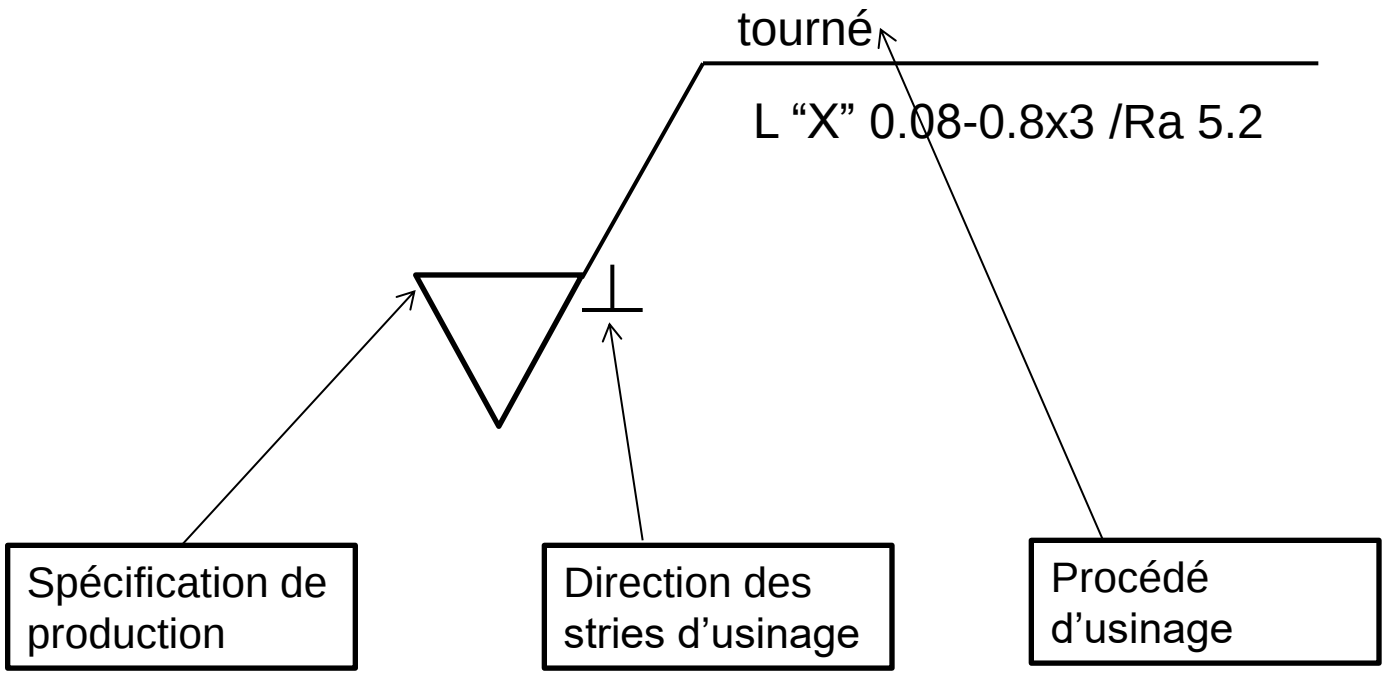
b= Exigence supplémentaire concernant la surface

d= Direction des stries d'usinages

e= Surépaisseur (Valeur en mm)

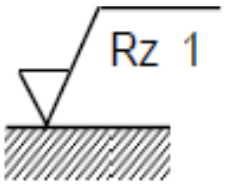
Dessin Industriel

Spécification de la limite de tolérance	Type de filtre	Caractéristique de transmission	Paramètre de Rugosité	Nombre de longueur de base	Valeur limite
L	“X”	0.08-0.8	Ra	3	5.2

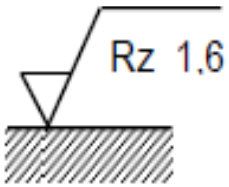


Dessin Industriel

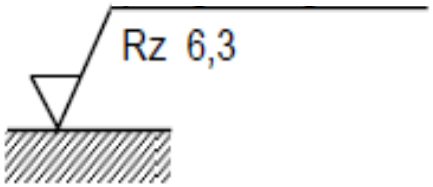
Rectification cylindrique



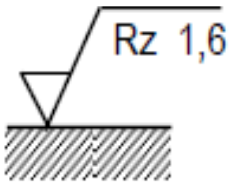
tourné



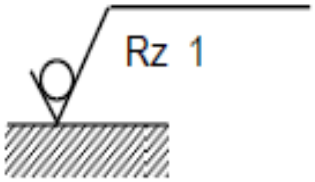
fraisé



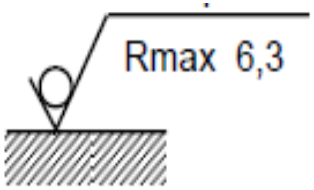
poli



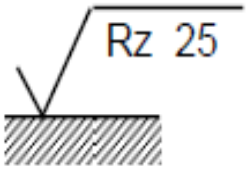
brulé

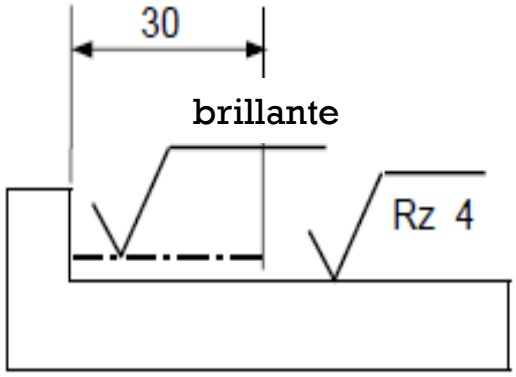


grenaillé

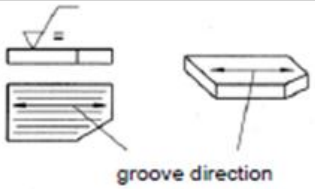
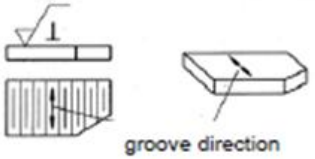
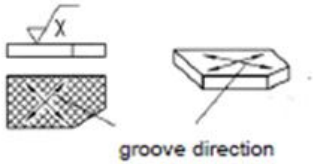
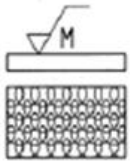


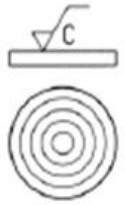
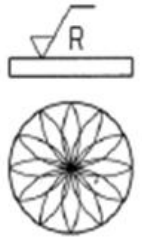
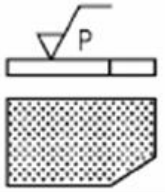
embouti



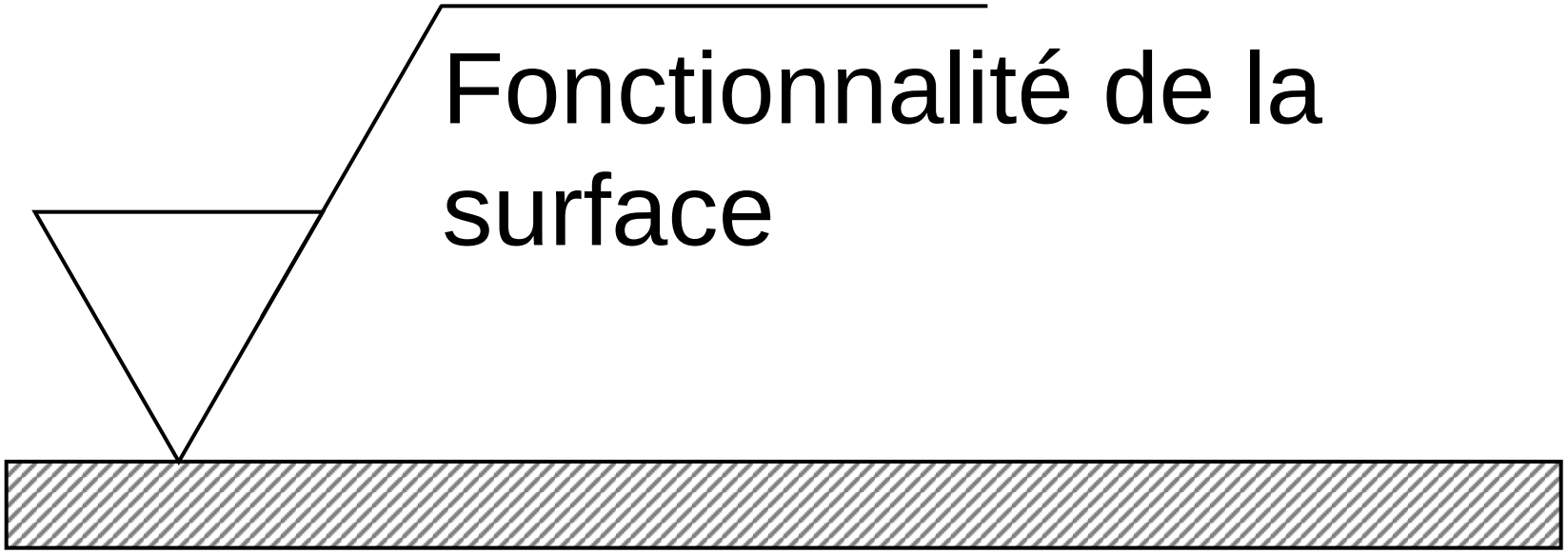


Dessin Industriel

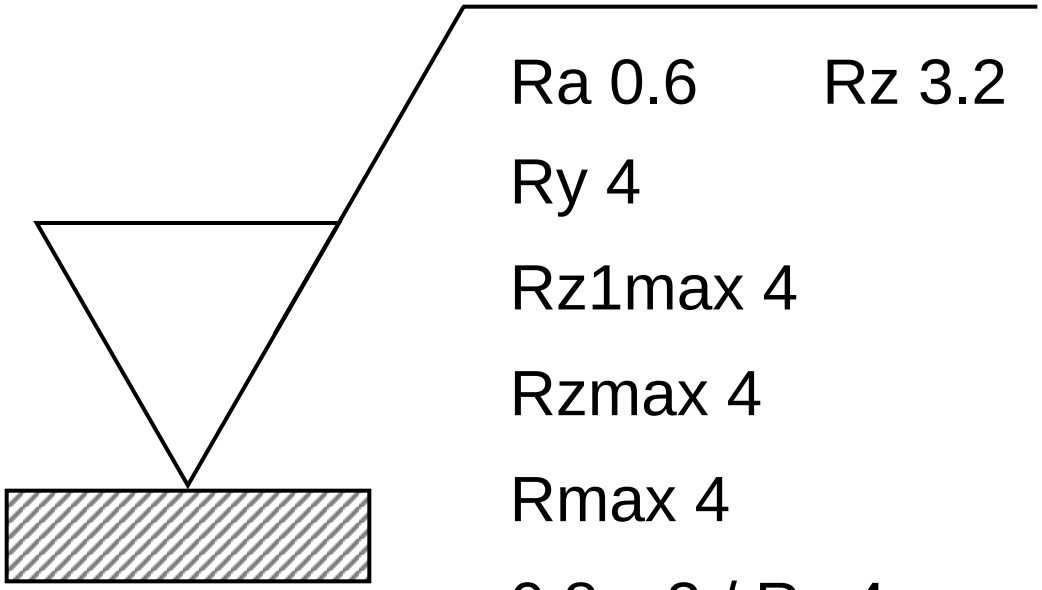
Symbol	Explanation	
=	Parallèles au plan de projection de la vue sur laquelle le symbole est indiqué	
⊥	Perpendiculaires au plan de projection de la vue sur laquelle le symbole est indiqué	
X	Croisés au plan de projection de la vue sur laquelle le symbole est indiqué	
M	Multidirectionnelles	

C	Concentriques au plan de projection de la vue sur laquelle le symbole est indiqué	
R	Radiales au plan de projection de la vue sur laquelle le symbole est indiqué	
P	Non directionnelles	

Dessin Industriel



Dessin Industriel



Ra 0.6 Rz 3.2

Ry 4

Rz1max 4

Rzmax 4

Rmax 4

0.8 x 3 / Rz 4

R 6

FPRRG 0.8 x 4 / Rz 6

Rmr 40% (c=0.1)

0.8 / Rmr 85% / c=0.6 / Rmr0 = 5%

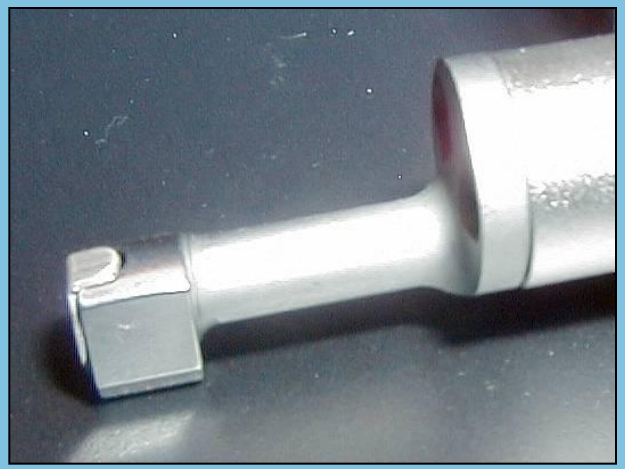
Séminaire : Etats de Surface

Systèmes
à Patin & à Référentiel

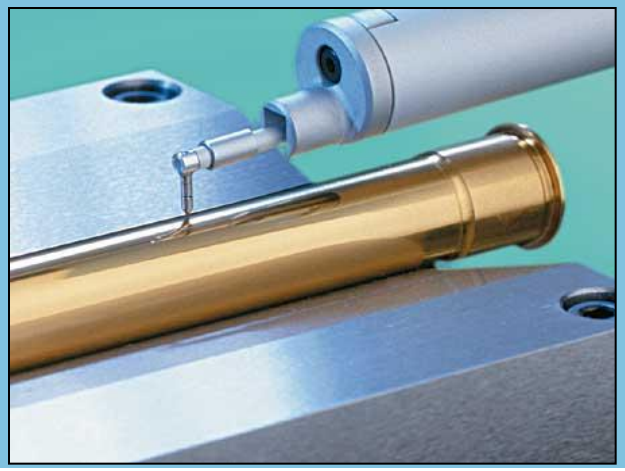
Systèmes à Patin & à Référentiel

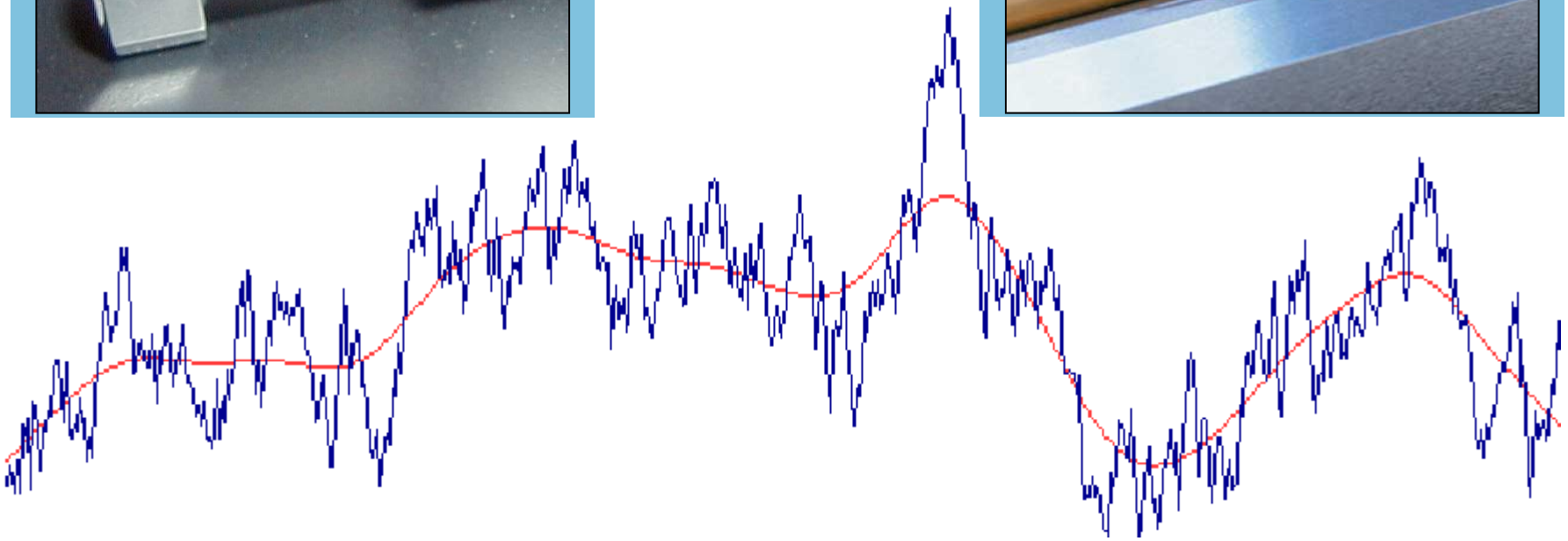
Europe

A Patin



A référentiel





Mitutoyo

Système à Patin

Le stylet et le détecteur sont un seul et même ensemble

Unité d'avance

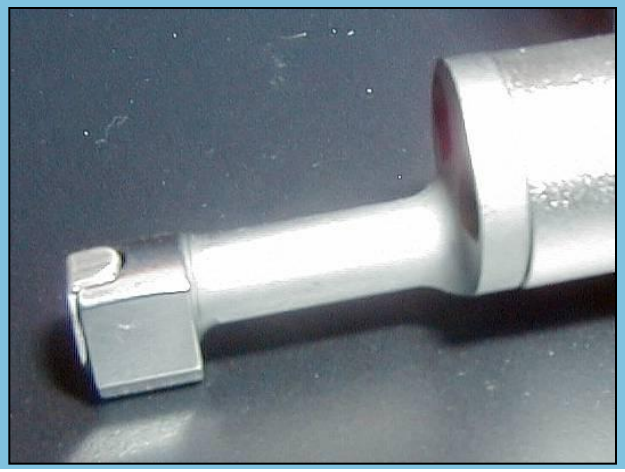
Force de mesure du stylet : 0,75mN

Force de mesure du patin : < 400mN

Systèmes à Patin & à Référentiel

Europe

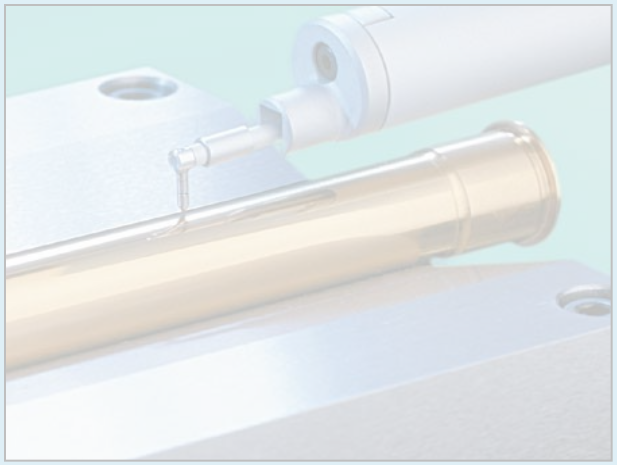
A Patin

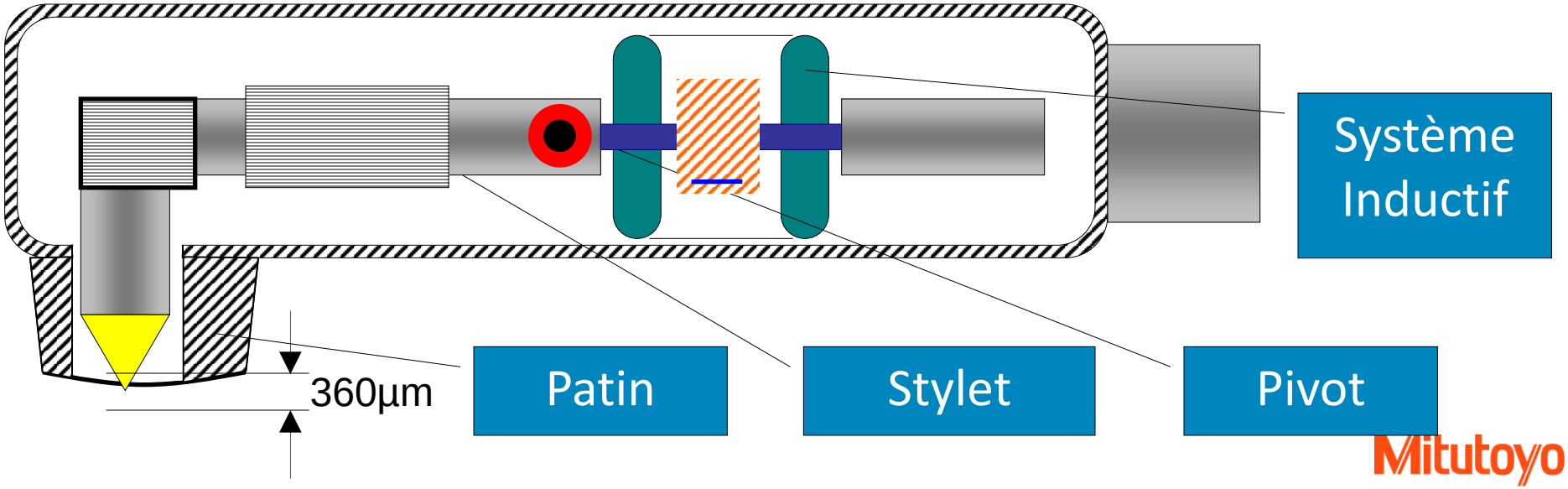


Force de mesure du stylet: 0.75mN

Pression du Patin: < 400mN

Axe de référence



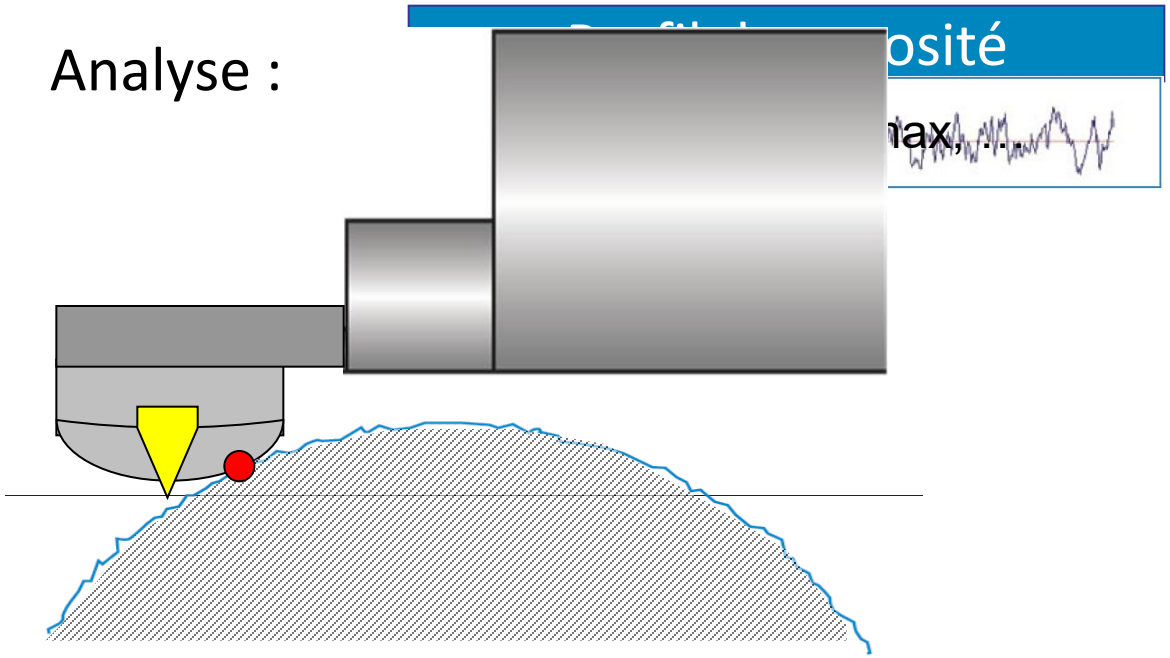


Mitutoyo

Système à Patin (le Patin est la référence)

Le patin suit le contour de la pièce.
Le patin agit comme un filtre mécanique

Analyse :



Mitutoyo

Système à Patin (le Patin est la référence)

Profil de Rugosité

Ra, Rz, Rq, Rz1max, ...

~~**Profil Primaire**~~

~~Pa, Pq, Py, PSm, Pv ...~~

~~**Profil d'Ondulation**~~

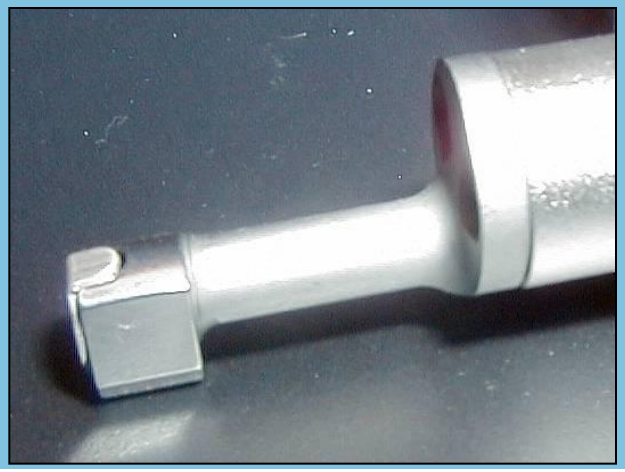
~~Wa, Wt, Wq, Wt, Wp, ...~~

- Convient généralement aux surfaces planes
- Ne convient pas aux mesures radiales
- Ne convient pas aux surfaces inclinées

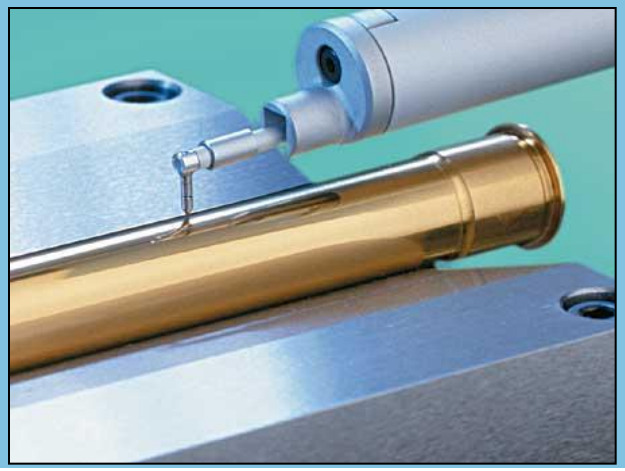
Systèmes à Patin & à Référentiel

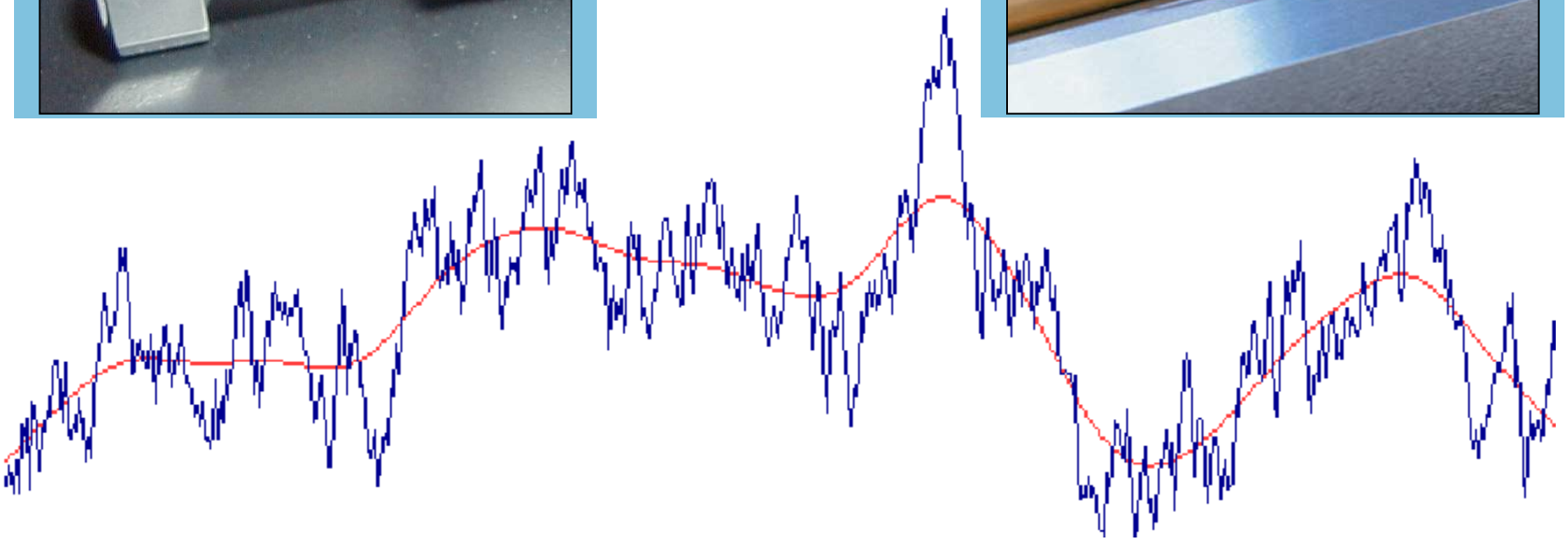
Europe

A Patin



A Référentiel



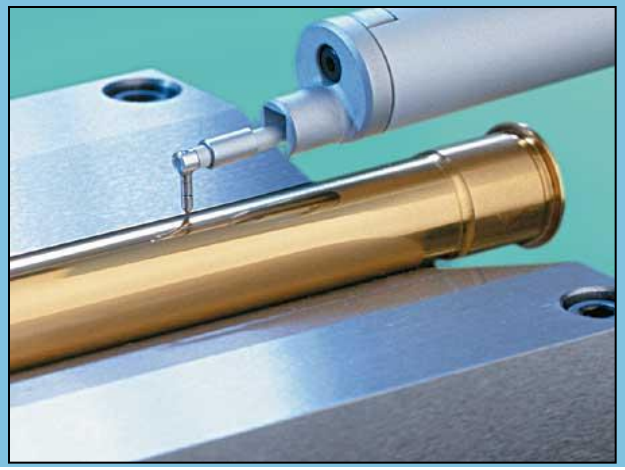


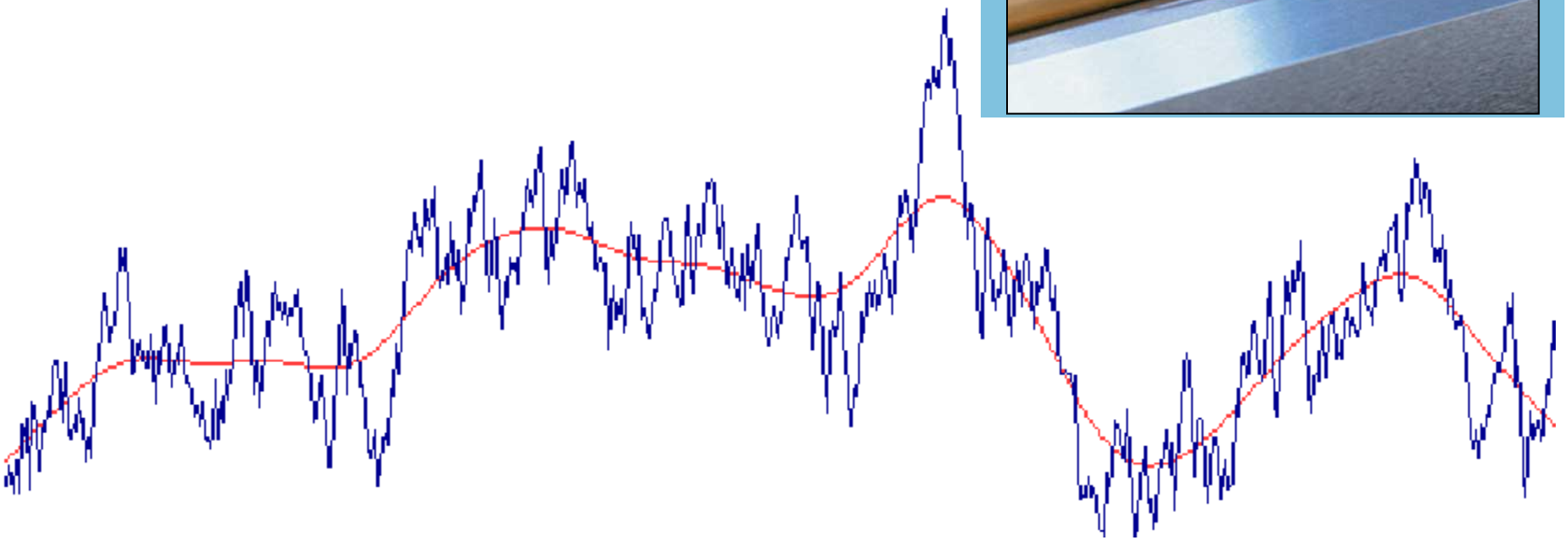
Mitutoyo

Système à référentiel

Europe

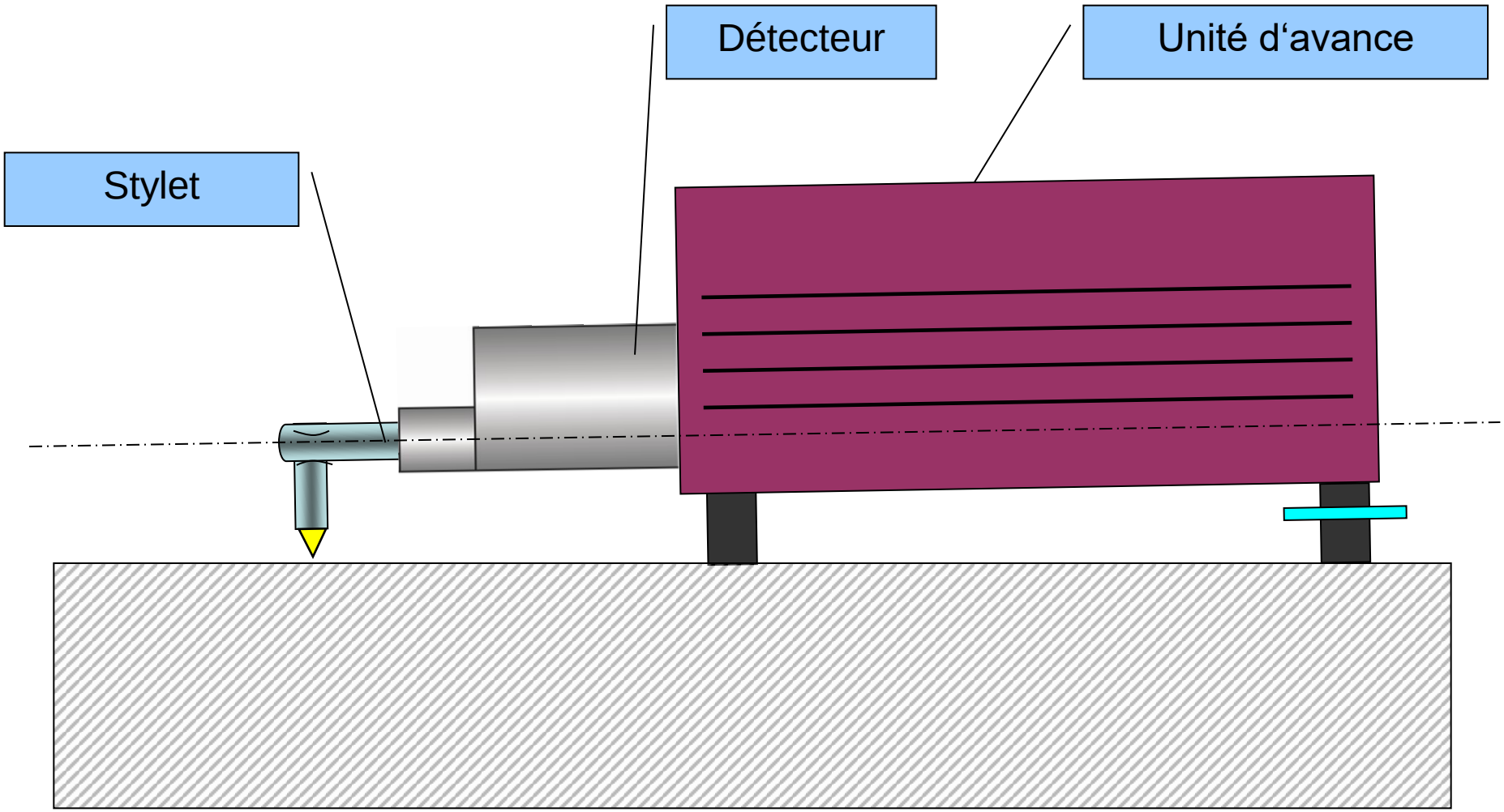
A Référentiel



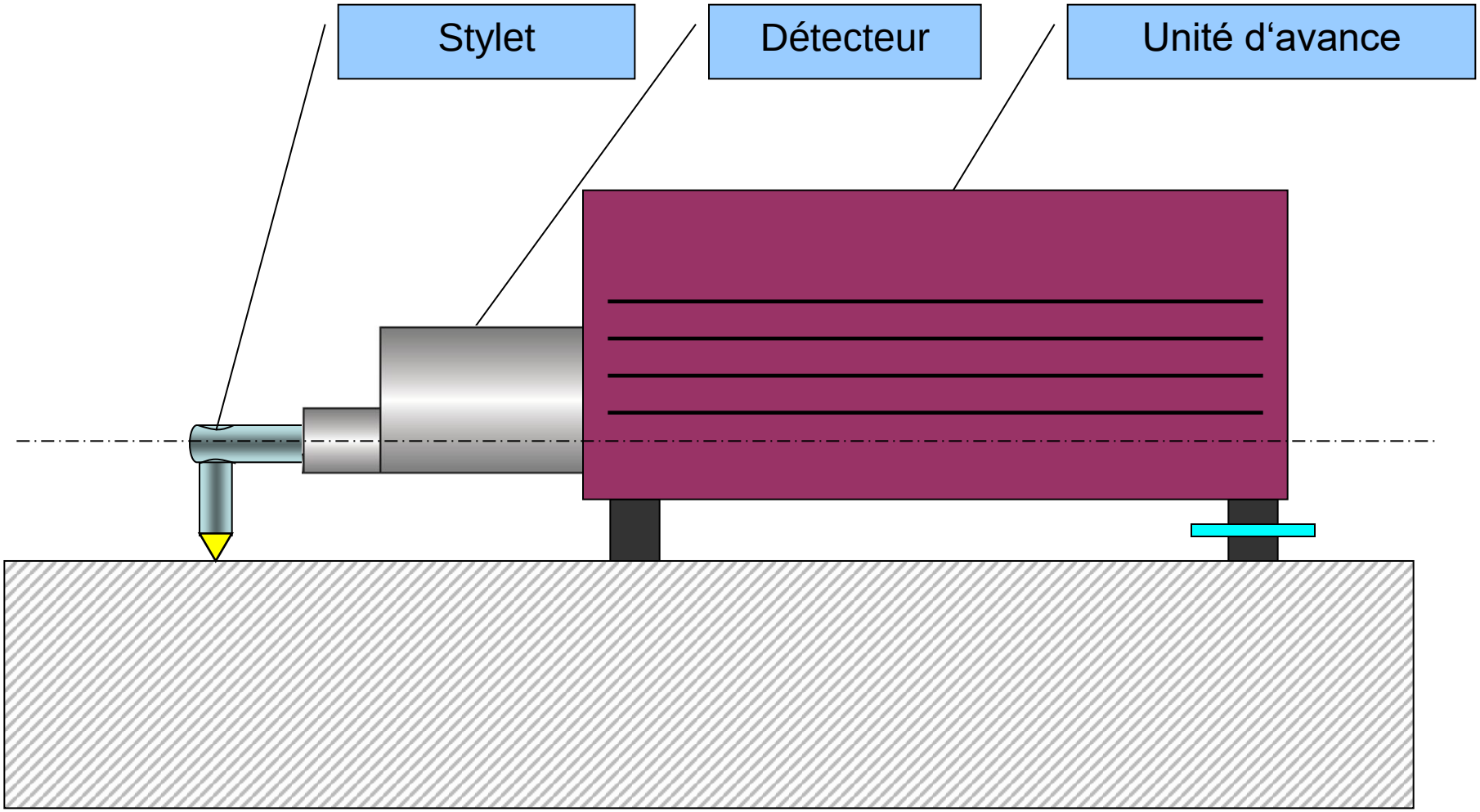


Mitutoyo

Système à référentiel



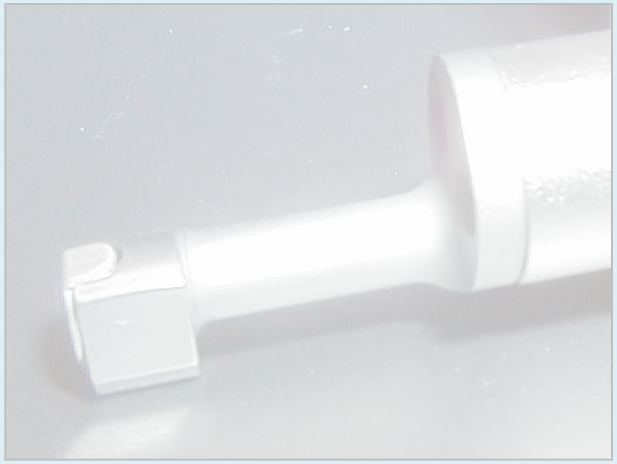
Système à référentiel



Système à Patin & à Référentiel

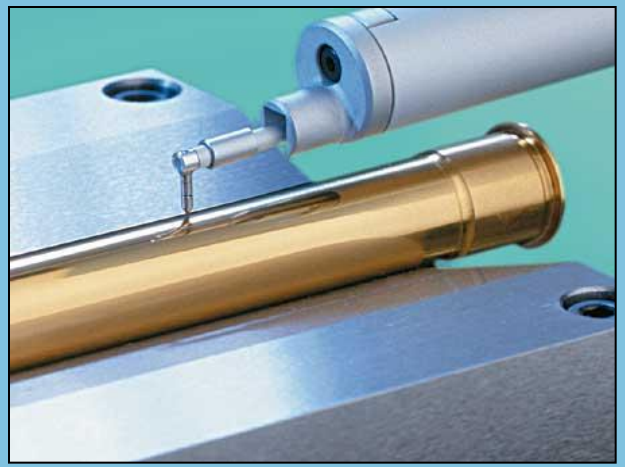
Europe

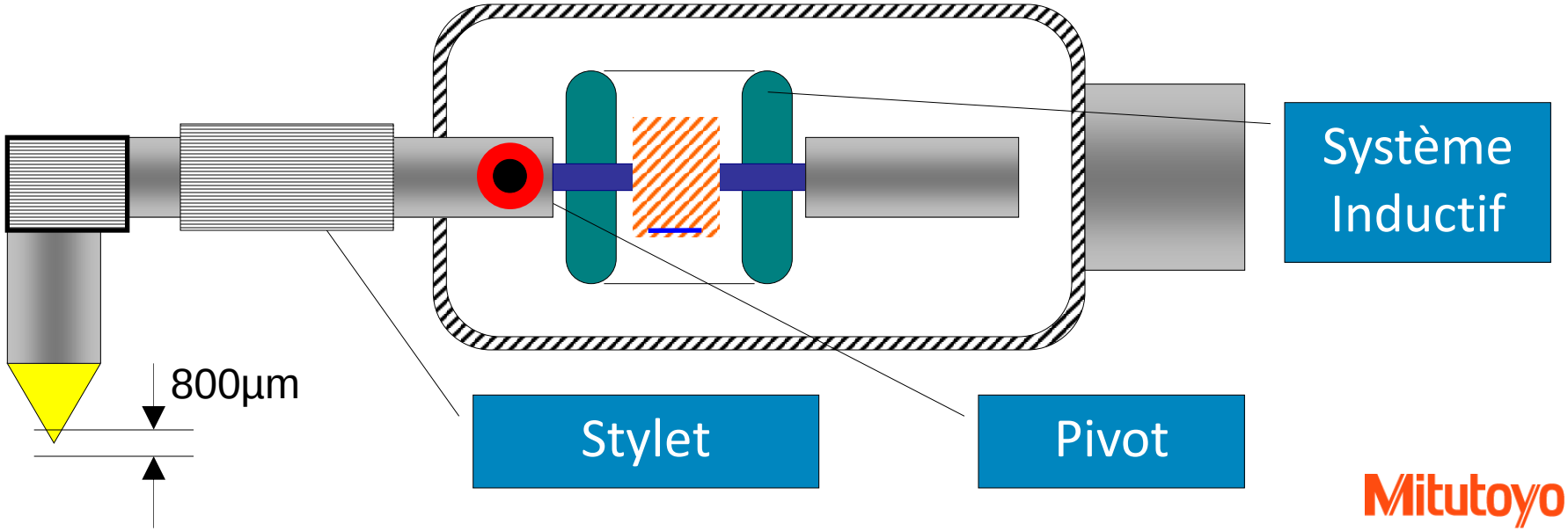
A Patin



Force de mesure du stylet: 0.75mN

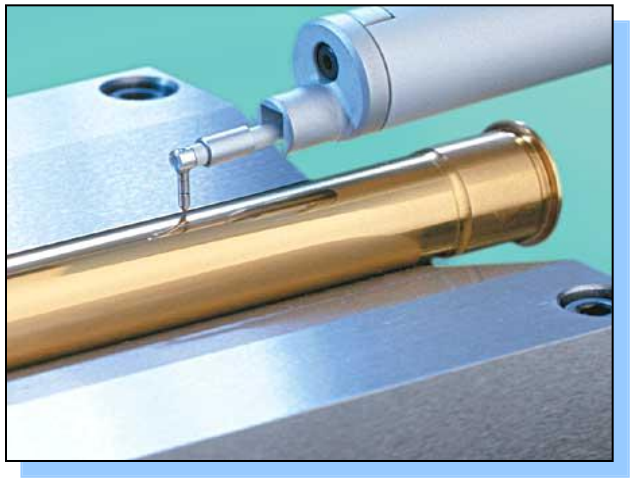
Axe de référence



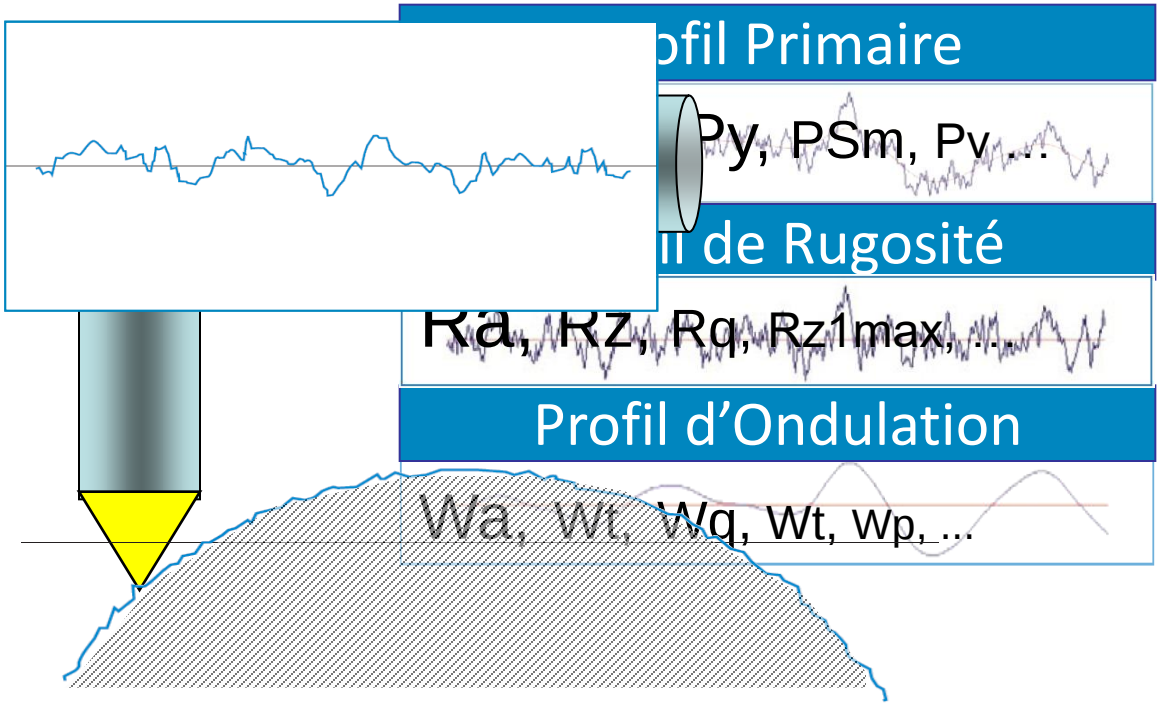


Mitutoyo

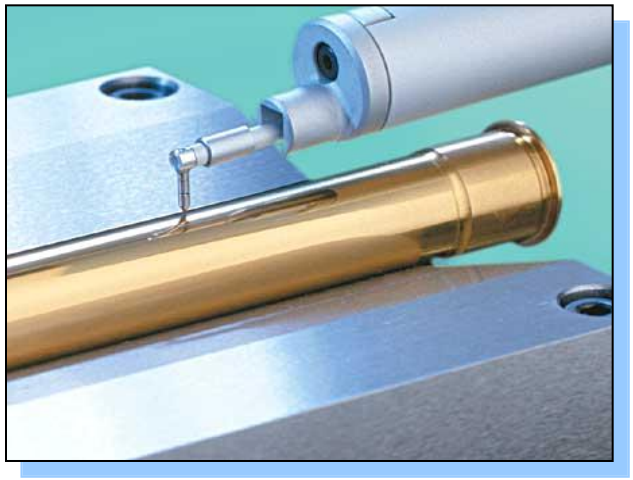
A Référentiel / Axe X comme référence



Alignement de la pièce



A Référentiel / Axe X comme référence



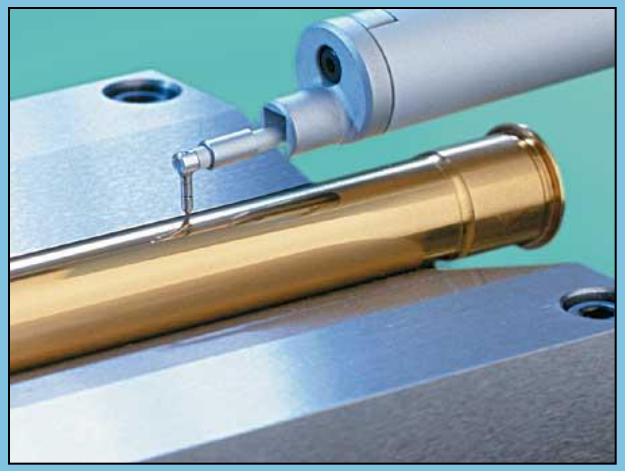
Profil Primaire
Pa, Pq, Py, PSm, Pv ...
Profil de Rugosité
Ra, Rz, Rq, Rz1max, ...
Profil d'ondulation
Wa, Wt, Wq, Wt, Wp, ...

- Convient aux surfaces planes
- Convient aux mesures radiales
- Convient aux surfaces inclinées

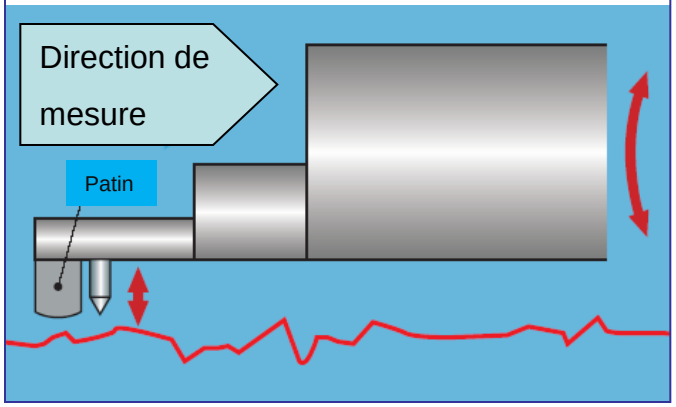
Système à Patin & à Référentiel

A Patin

A Référentiel



Référence = Patin



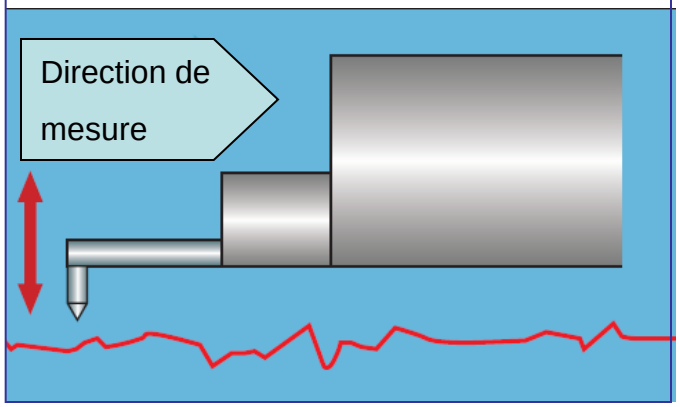
Profils

R

W

P

Référence = Rectitude de l'axe X



Système à Patin & à Référentiel

Selon EN ISO 3274 (1997):

L'évaluation de la rugosité, de l'ondulation et du profil primaire ne peut se réaliser qu'avec des appareils d'état de surface à référentiel (Rectitude de l'axe X)

Selon EN ISO 3274 (1997):

Avec des appareils à patin seul la rugosité peut être évaluée.

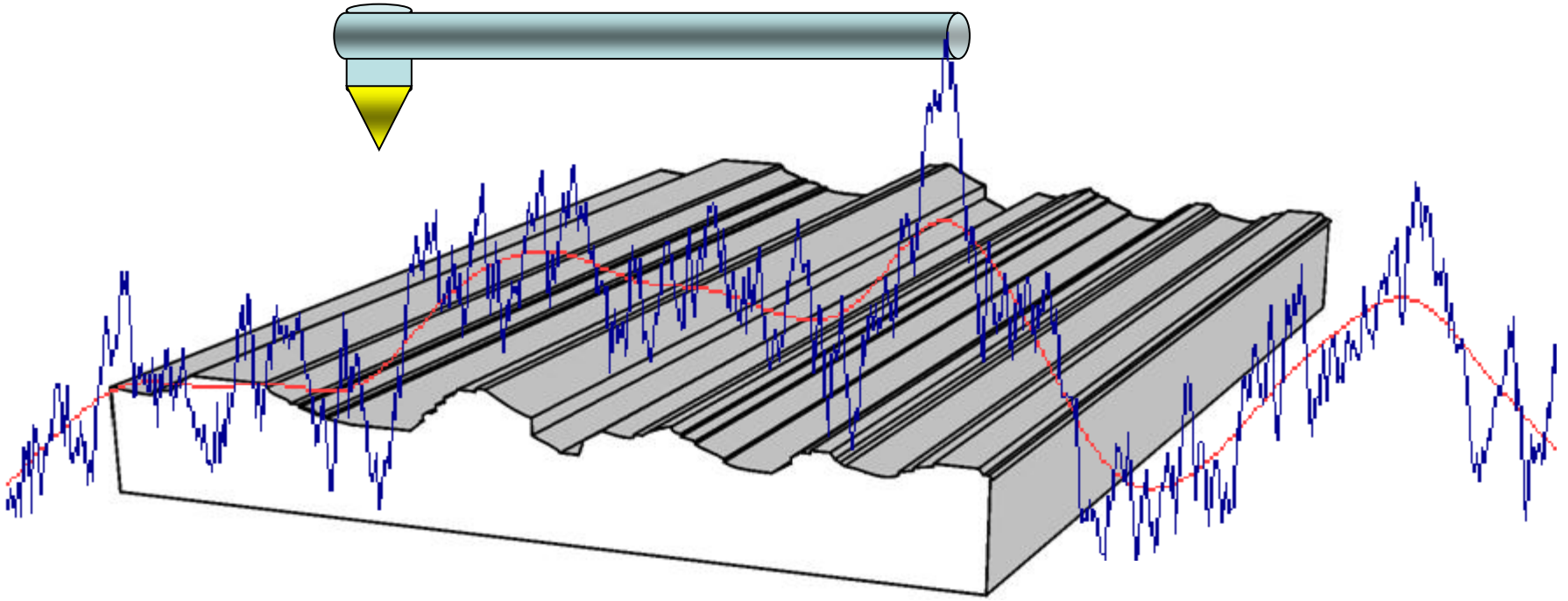
Séminaire : Etats de Surface

Configuration
du Stylet

Mesure de l'état de surface

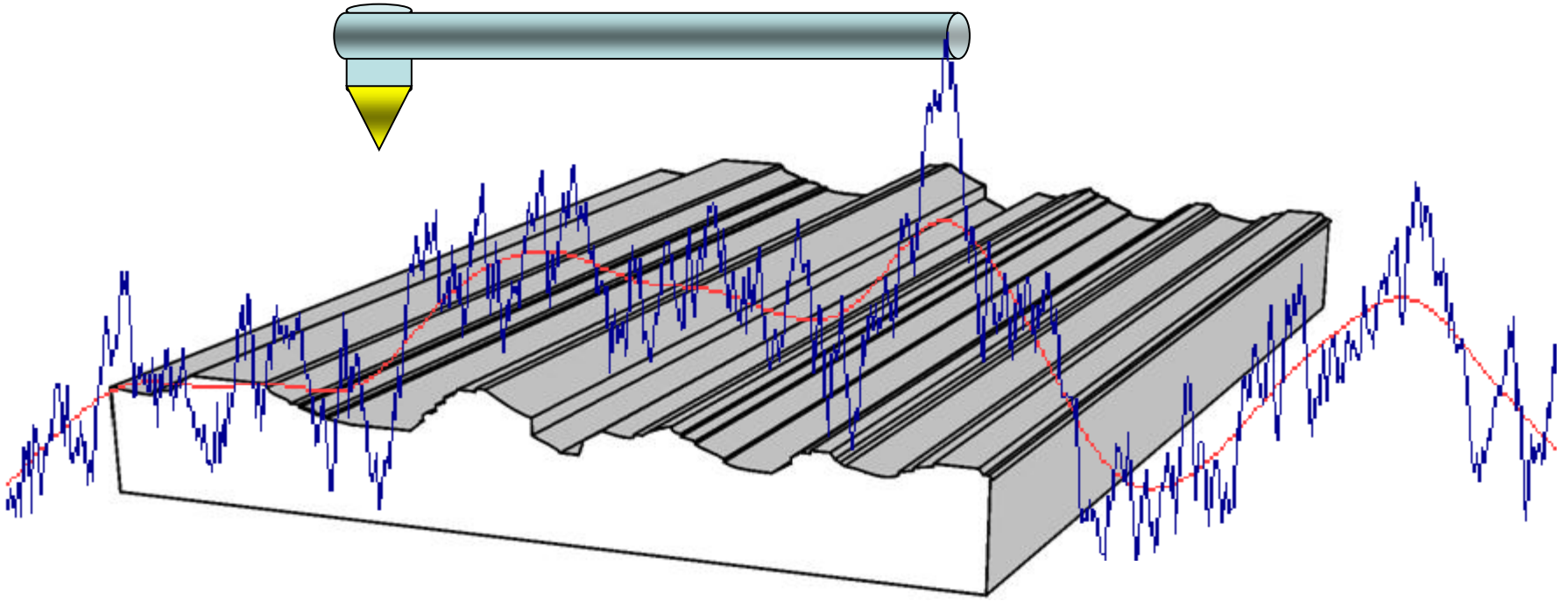
Forme du stylet selon EN ISO:

- Spécification géométrique
- Spécification de la force de mesure



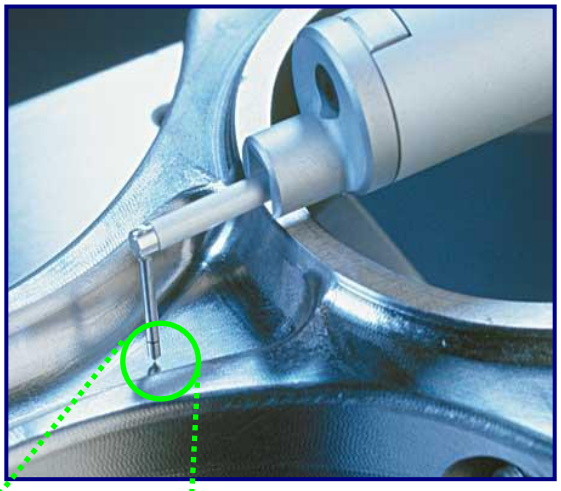
Mesure de l’état de surface

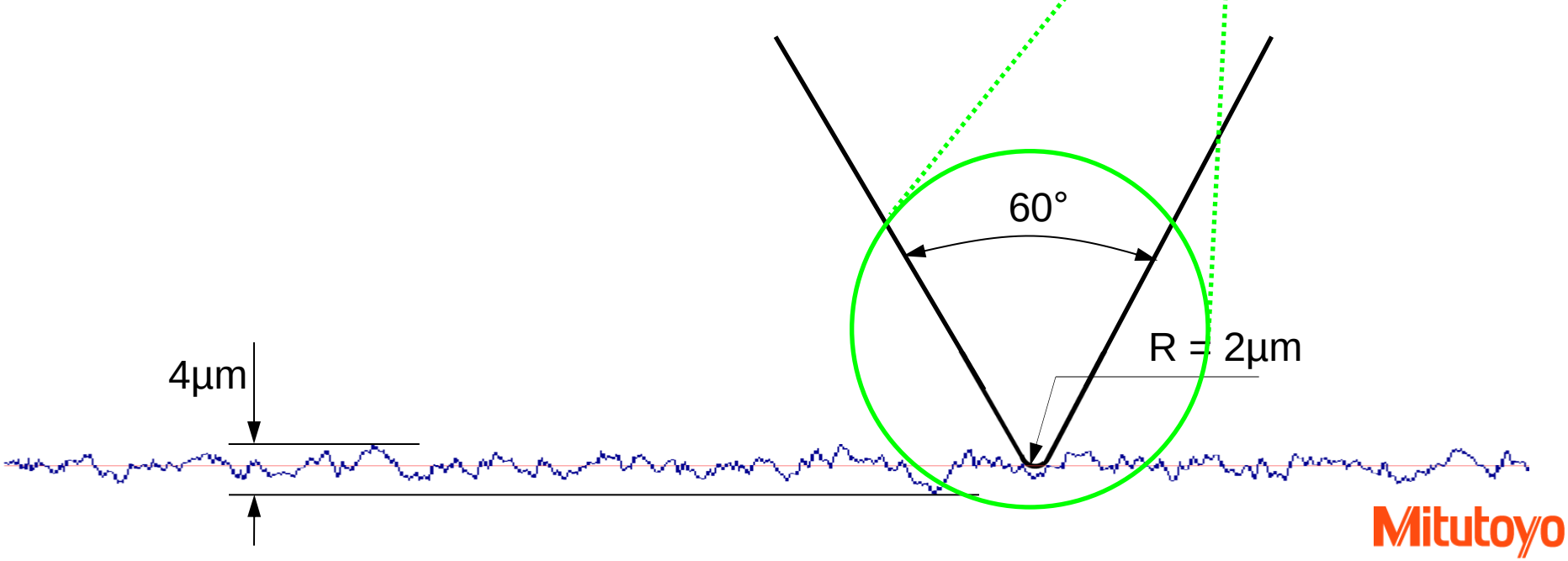
Forme du stylet selon EN ISO:	
Rayon	2µm
Angle	60°
Force de Mesure	0.75mN



Élément essentiel de la mesure ⇨ la configuration de stylet.

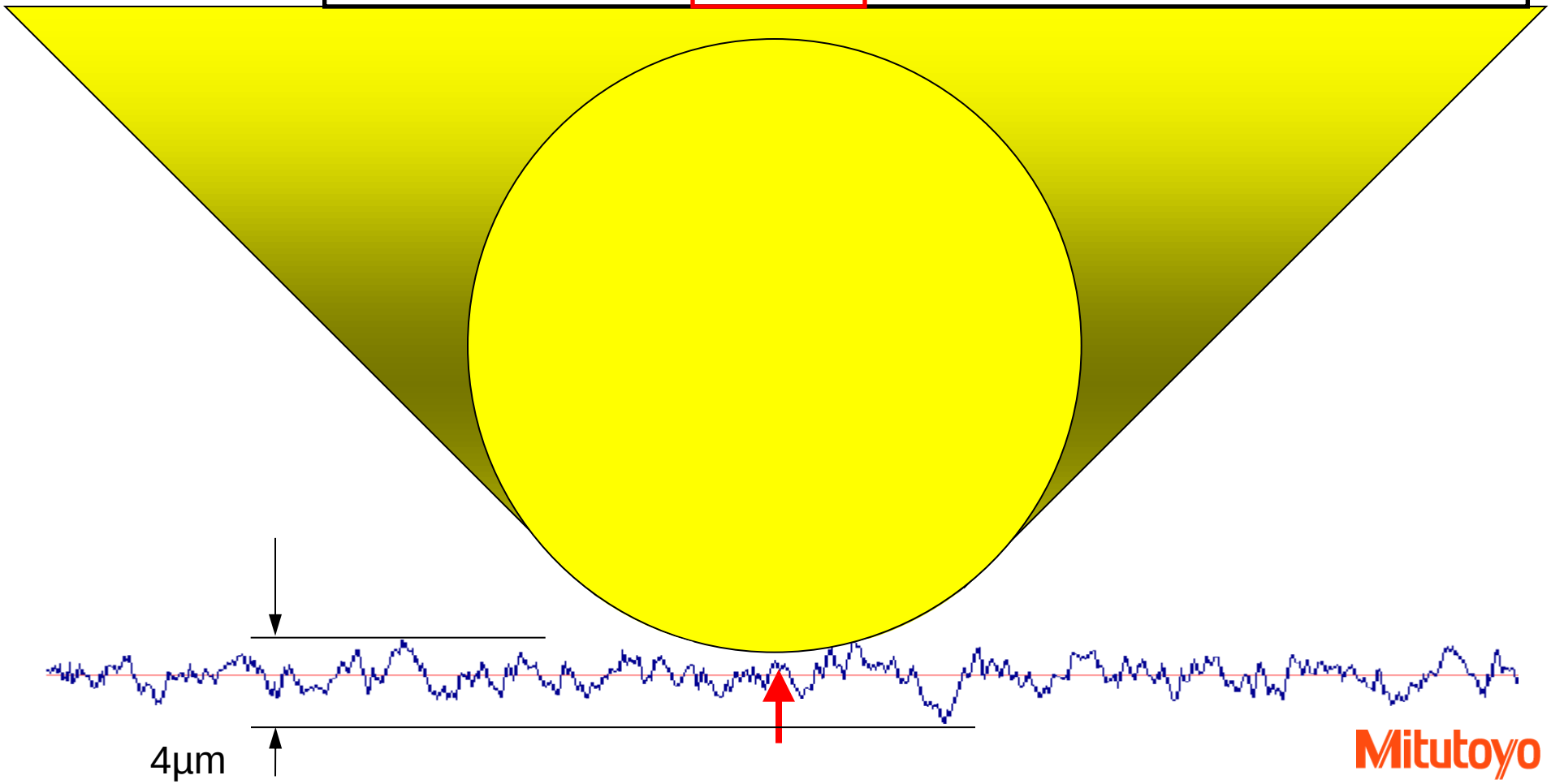
Forme du cône:	
Rayon	2µm
Angle	60°
Force de Mesure	0.75mN





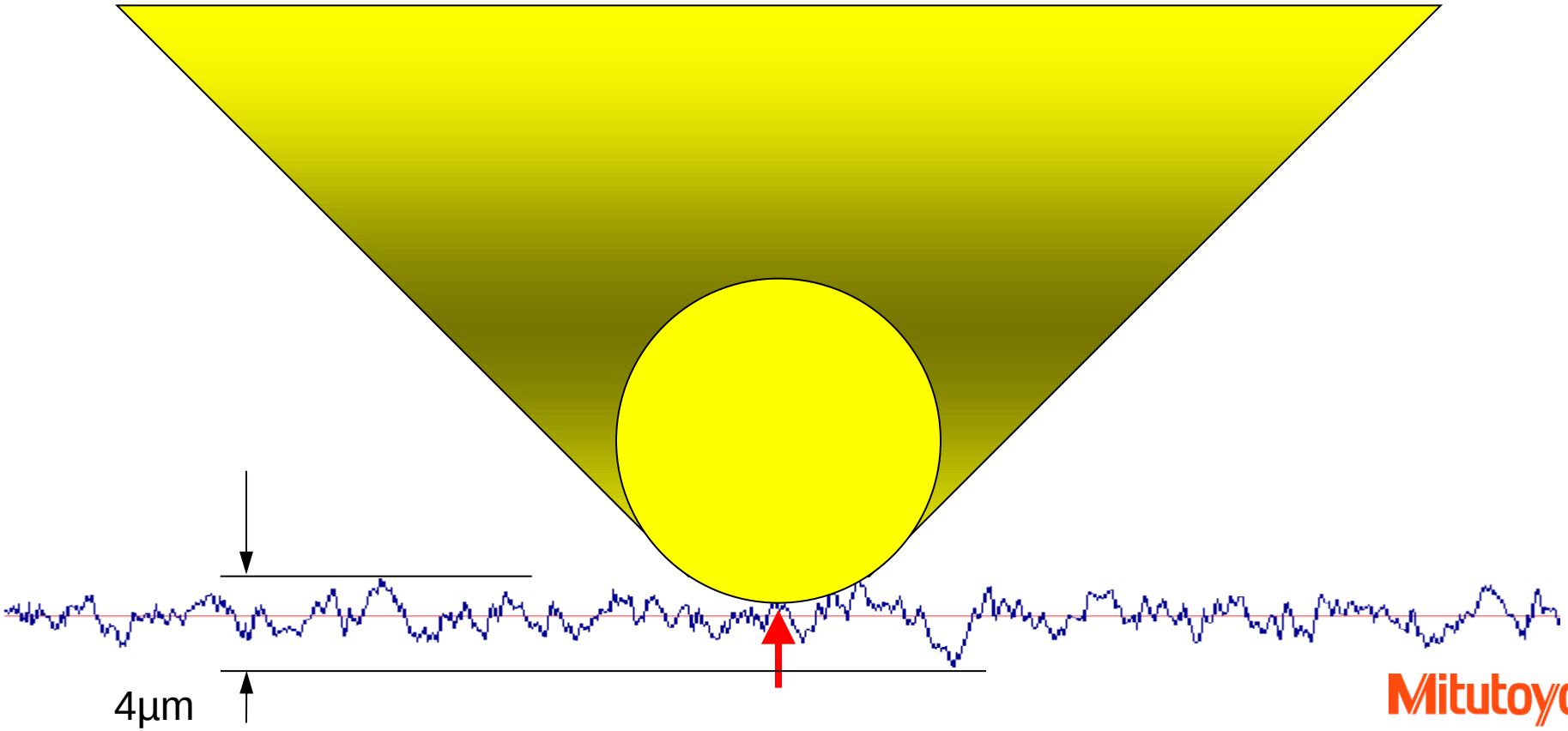
Configuration du stylet selon EN ISO

Rayon:	10µm
Angle:	90°
Force de Mesure:	4mN



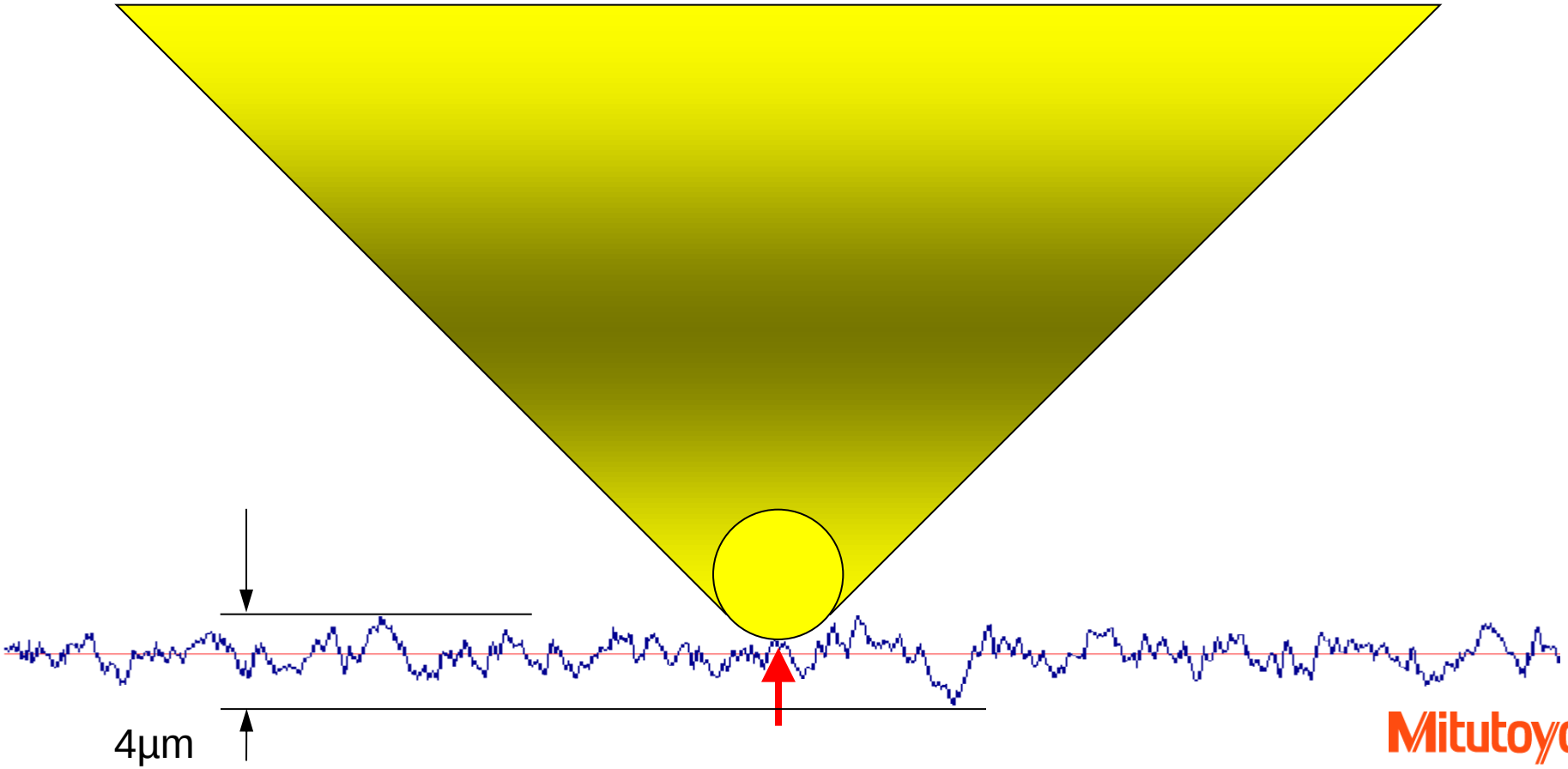
Configuration du stylet selon EN ISO

Rayon:	10µm	5µm
Angle:	90°	90°
Force de Mesure:	4mN	4mN



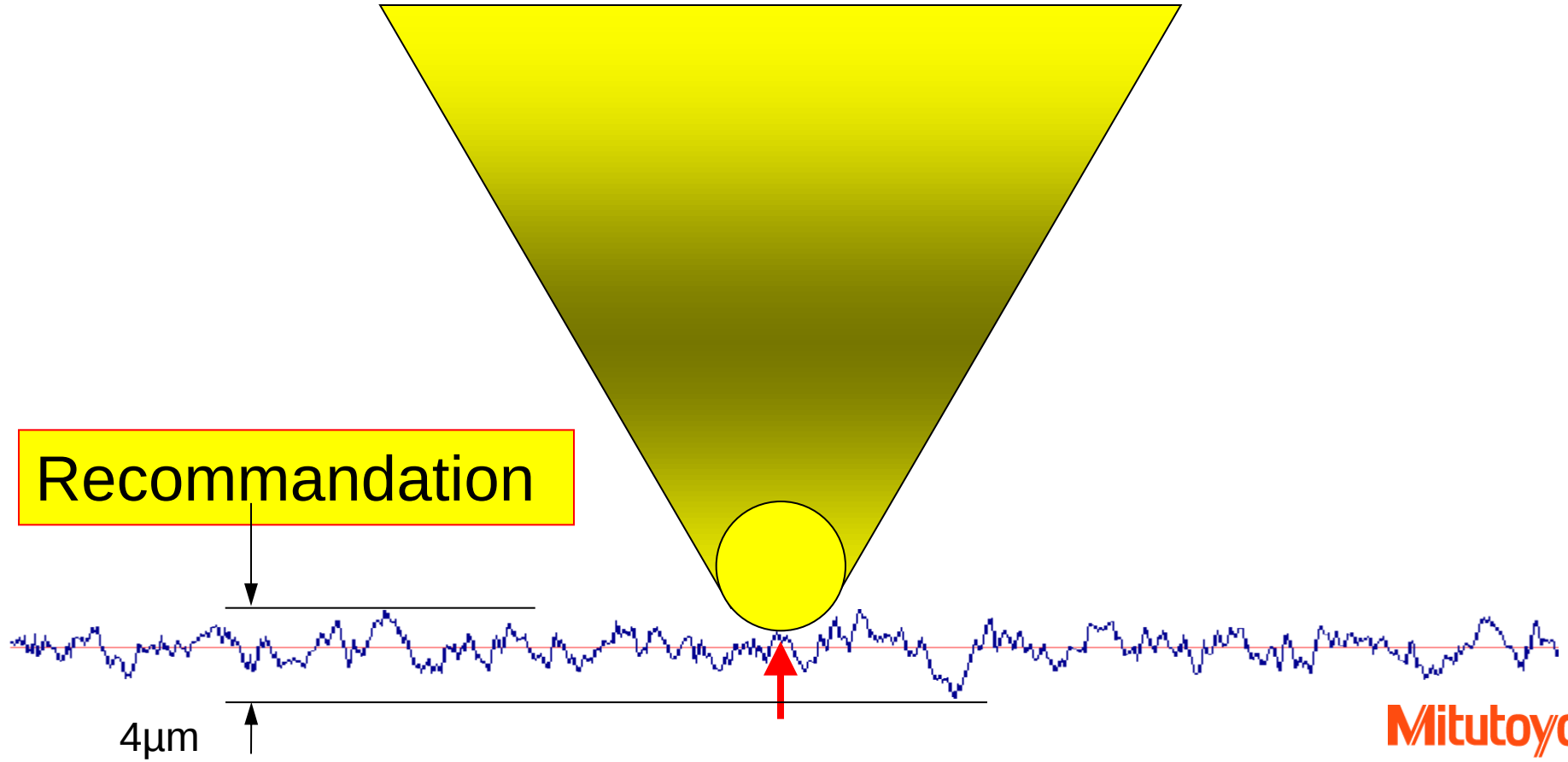
Configuration du stylet selon EN ISO

Rayon:	10µm	5µm	2µm
Angle:	90°	90°	90°
Force de Mesure:	4mN	4mN	0,75mN



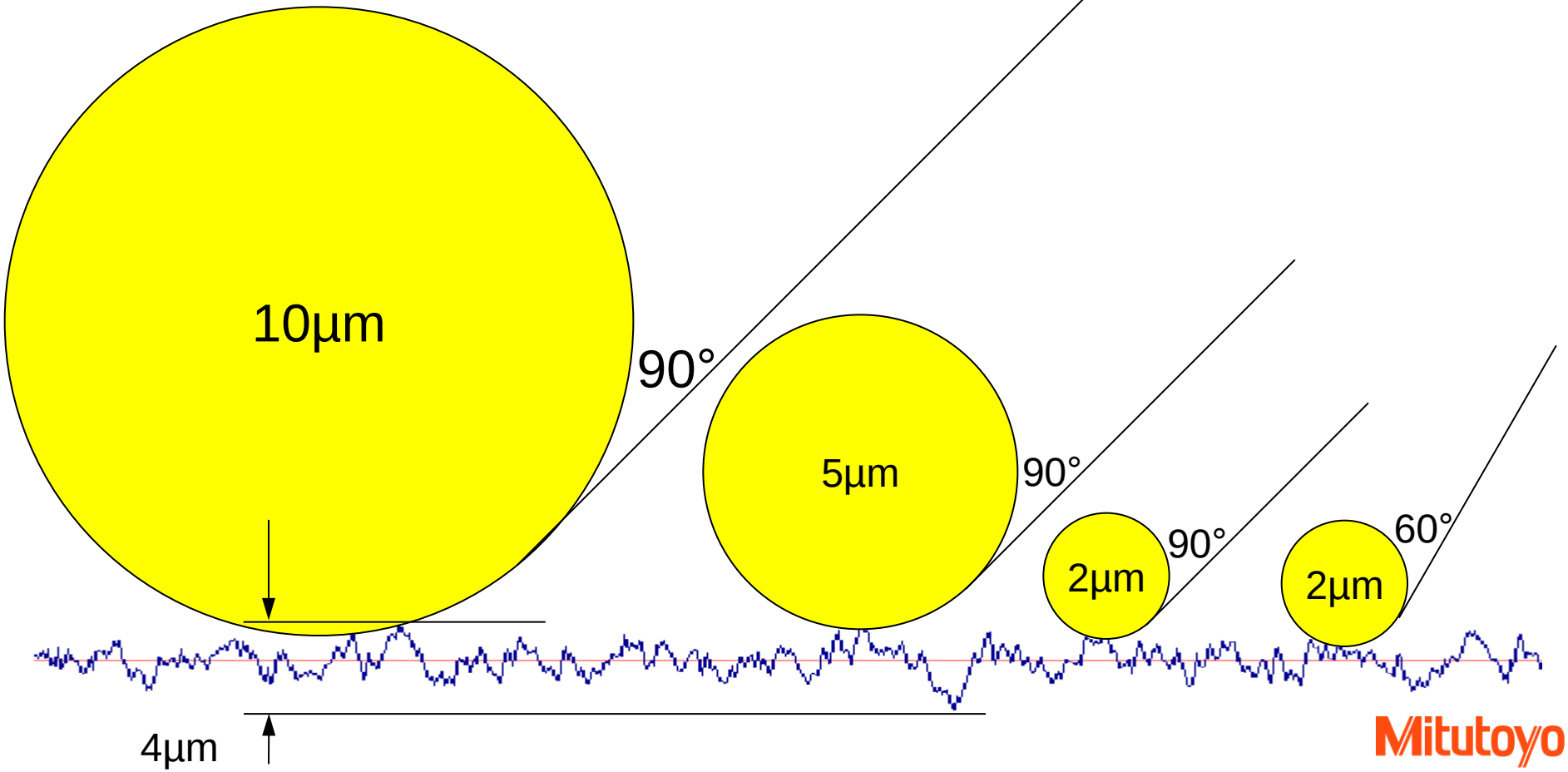
Configuration du stylet selon EN ISO

Rayon:	10µm	5µm	2µm	2µm
Angle:	90°	90°	90°	60°
Force de Mesure:	4mN	4mN	0,75mN	0,75mN



Configuration du stylet selon EN ISO

Rayon:	10µm	5µm	2µm	2µm
Angle:	90°	90°	90°	60°
Force de Mesure	4mN	4mN	0,75mN	0,75mN



Configuration du stylet selon EN ISO

Europe

- **Conditions de mesure pour le relevé des Etats de Surface (NF EN ISO 4288)**

Profil Apériodique		**Profil périodique**	**Conditions de mesure suivant la norme NF-EN- ISO 4288 et NF-EN- ISO 3274**			
Restification, rodage, électro-érosion		Tournage,fraisage, rabotage	rtip *Rayon Maximum* lr *Longueur de base* ln *Longueur d'évaluation* lt *Longueur de mesure*			
RT, Rz µm	**Ra** µm	**RSm** µm	**rtip** µm	**λc=lr** mm	**ln** mm	**lt** mm
> 0.025...0.1	> 0.006...0.02	> 0.013...00.4	2	**0.08**	0.4	0.48
> 0.1...0.5	> 0.02...0.1	> 0.04...0.13	2	**0.25**	1.25	1.5
> 0.5...10	> 0.1...2	> 0.13...0.4	2*)	**0.8**	4	4.8
> 10...50	> 2...10	> 0.4...1.3	5	**2.5**	12.5	15
> 50...200	> 10...80	> 1.3...4	10	**8**	40	48

) Avec* **Rz > 3 µm ou **Ra** > 0.5 µm on peut utiliser indifféremment **rtip** = 5 µm

Mitutoyo

Caractéristiques EN ISO 3274

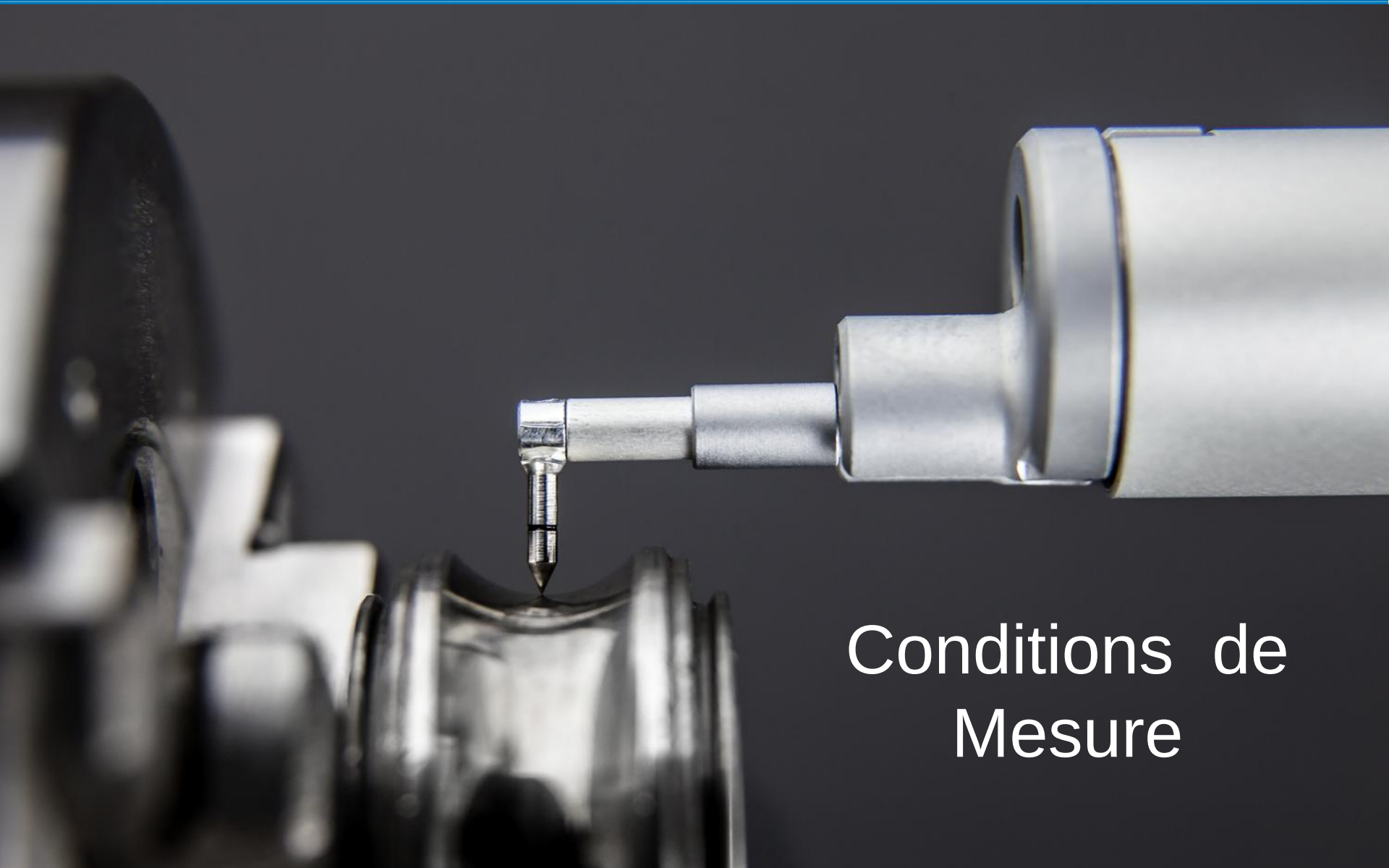
ISO 3274 Spécification géométrique des produits(GPS) – Etat de surface : Méthode du Profil – Caractéristiques nominales des appareils à contact (palpeur)

λc	**λs**	**λc / λc**	**Rayon (r)**	**Intervalle maximal d'échantillonnage**
[mm]	[µm]		[µm]	[µm]
0.08	2.5	30	2	0.5
0.25	2.5	100	2	0.5
0.8	2.5	300	2*	0.5
2.5	8	300	5**	1.5
8	25	300	10**	5

* Pour les surfaces avec Ra>0,5 µm ou Rz > 3 µm , r = 5 µm peut en général être utilisé sans différence significative sur le résultat de mesure

** aucune influence sur les résultats de mesure en utilisant λs 8µm et 25µm considérant le rayon du stylet

Séminaire : Etats de Surface



Conditions de Mesure

Conditions de Mesure

Qu‘est ce que cela signifie?

Cut-off	= ?
lr	= ?
λc (Lambda c)	= ?
Longueur de base	= ?

Cut-off = lr = λc = Longueur de base

➔ Même valeur[mm]

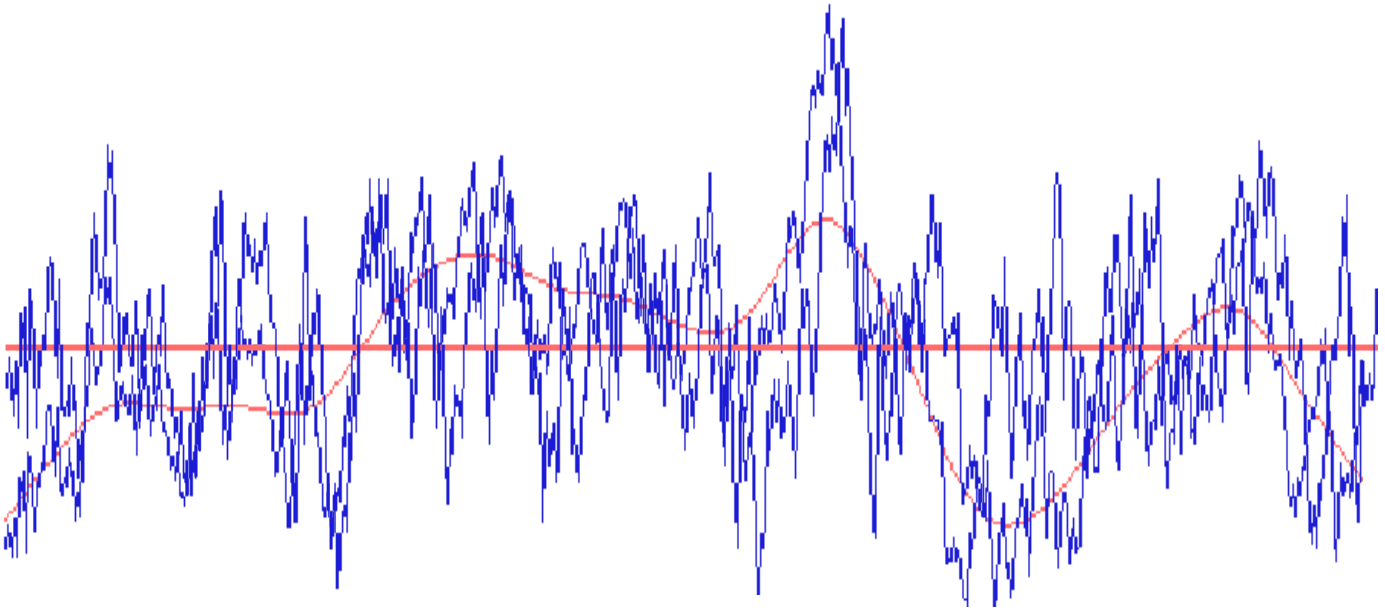
Conditions de Mesure

- **Conditions de mesure pour le relevé des Etats de Surface (NF EN ISO 4288)**

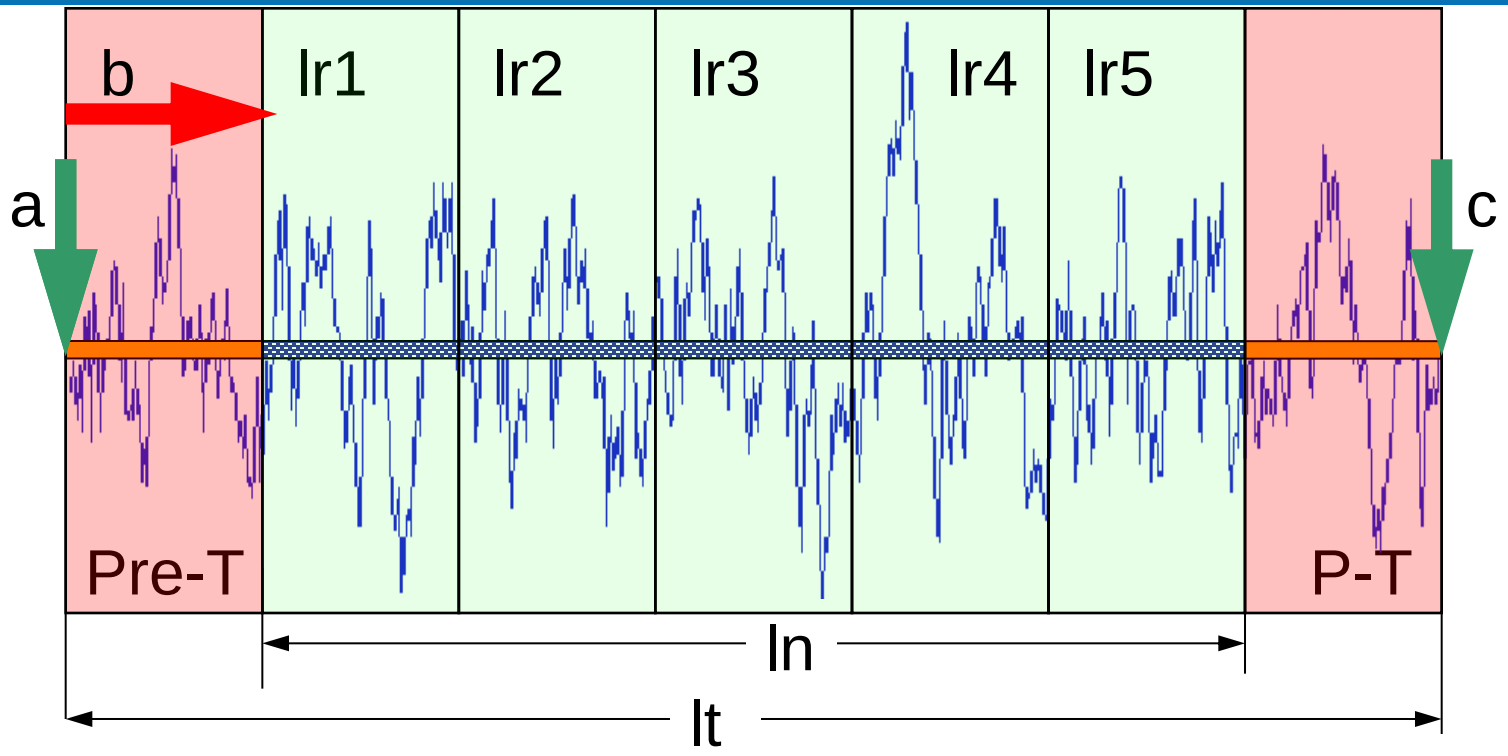
Profil Apériodique		**Profil périodique**	**Conditions de mesure suivant la norme NF-EN- ISO 4288 et NF-EN- ISO 3274**			
EXEMPLE Ra = 0,04µm			rtip *Rayon Maximum*			
Restification, rodage, électro-érosion		Tournage,fraisage, rabotage	lr *Longueur de base*			
			ln *Longueur d'évaluation*			
			lt *Longueur de mesure*			
RT, Rz µm	**Ra** µm	**RSm** µm	**rtip** µm	**λc=lr** mm	**ln** mm	**lt** mm
> 0.025...0.1	> 0.006...0.02	> 0.013...00.4	2	**0,08**	0,4	0,48
> 0.1...0.5	> 0.02...0.1	> 0.04...0.13	2	**0,25**	1,25	1,5
> 0.5...10	> 0.1...2	> 0.13...0.4	2*)	**0,8**	4	4,8
> 10...50	> 2...10	> 0.4...1.3	5	**2,5**	12,5	15
> 50...200	> 10...80	> 1.3...4	10	**8**	40	48

) Avec* **Rz > 3 µm ou **Ra** > 0.5 µm on peut utiliser indifféremment **rtip** = 5 µm

Conditions de Mesure



Conditions de Mesure



a	Position de départ
b	Direction de palpage
c	Position de fin
Pre-T	Pré-course
lr	Longueur de base
P-T	Post-course
ln	Longueur d'évaluation
lt	Longueur de mesure

lr = Longueur de base

lr = Filtre λc

Comment définir correctement cette longueur ?

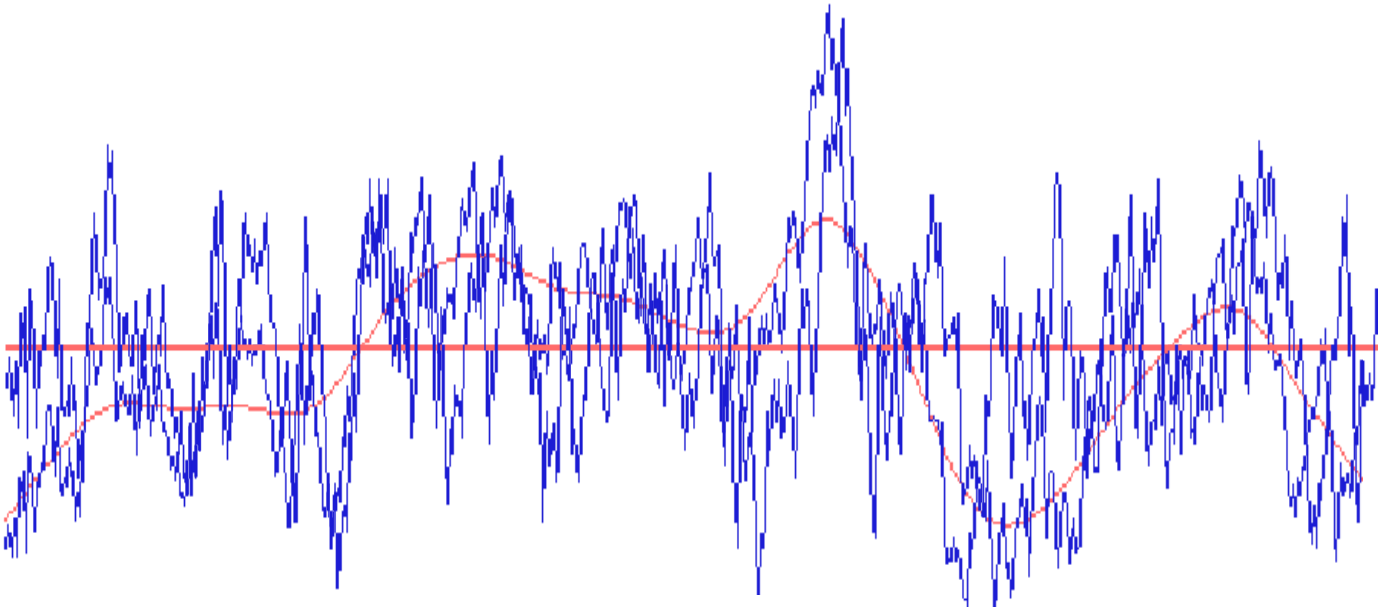
Définir correctement le λc

- **Conditions de mesure pour le relevé des Etats de Surface (NF EN ISO 4288)**

Profil Apériodique EXEMPLE Rz = 7µm		**Profil périodique**	**Conditions de mesure suivant la norme NF-EN- ISO 4288 et NF-EN- ISO 3274**			
Restification, rodage, électro-érosion		Tournage,fraisage, rabotage	rtip *Rayon Maximum* lr *Longueur de base* ln *Longueur d'évaluation* lt *Longueur de mesure*			
RT, Rz µm	**Ra** µm	**RSm** µm	**rtip** µm	**λc=lr** mm	**ln** mm	**lt** mm
> 0.025…0.1	> 0.006…0.02	> 0.013…00.4	2	**0,08**	0,4	0,48
> 0.1…0.5	> 0.02…0.1	> 0.04…0.13	2	**0,25**	1,25	1,5
> 0.5…10	> 0.1…2	> 0.13…0.4	2*)	**0,8**	4	4,8
> 10…50	> 2…10	> 0.4…1.3	5	**2,5**	12,5	15
> 50…200	> 10…80	> 1.3…4	10	**8**	40	48

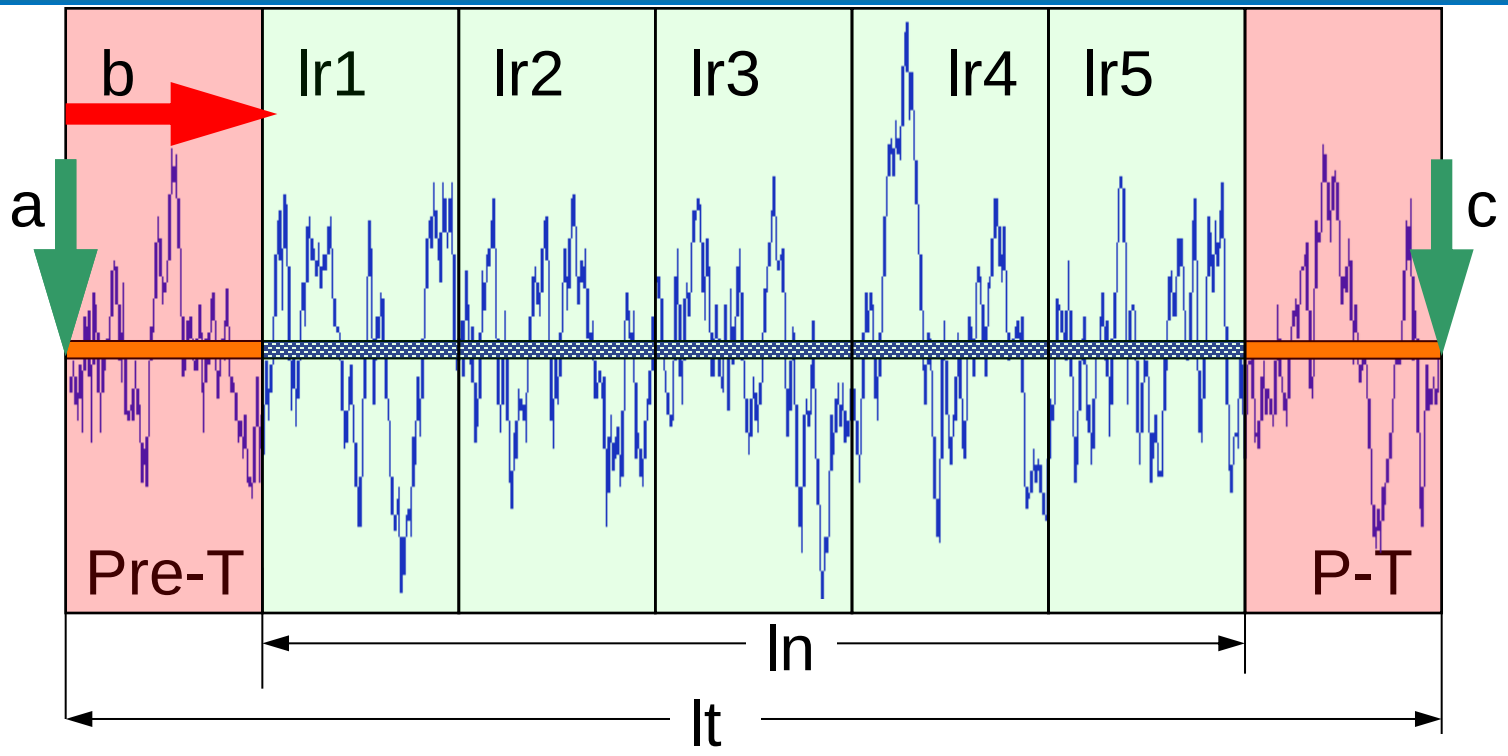
) Avec* **Rz > 3 µm ou **Ra** > 0.5 µm on peut utiliser indifféremment **rtip** = 5 µm

Conditions de Mesure



λc = 0,8mm – filtre passe haut

Conditions de Mesure



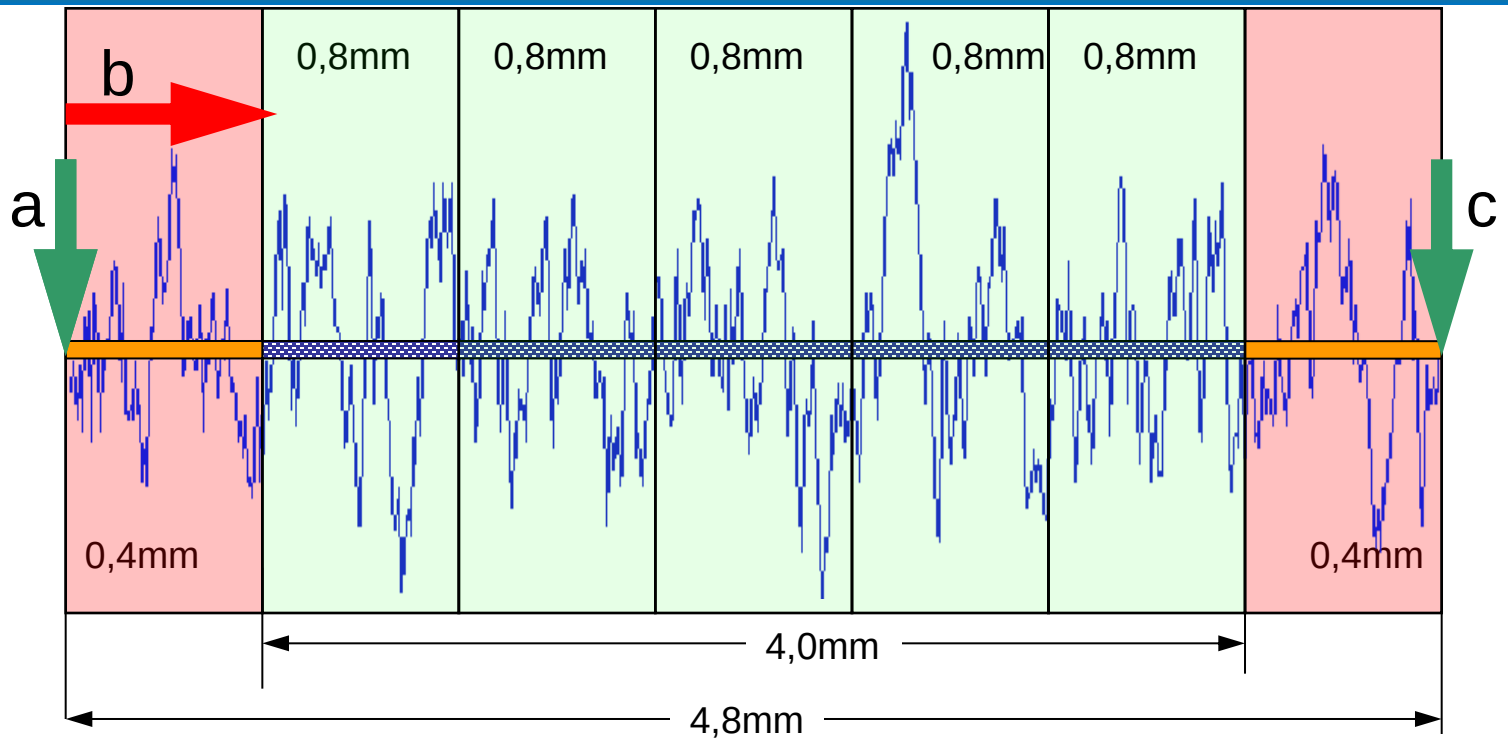
a	Position de départ
b	Direction de palpage
c	Position de fin
Pre-T	Pré-course
lr	Longueur de base
P-T	Post-course
ln	Longueur d'évaluation
lt	Longueur de mesure

lr = Longueur de base

lr = Filtre λc

lr = λc = 0,8mm

Conditions de Mesure



a	Position de départ
b	Direction de palpage
c	Position de fin
Pre-T	Pré-course
lr	Longueur de base
P-T	Post-course
ln	Longueur d'évaluation
lt	Longueur de mesure

lr = Longueur de base

lr = Filtre λc

lr = λc = 0,8mm

Effet d'un filtre λc inapproprié

Europe

- **Conditions de mesure pour le relevé des Etats de Surface (NF EN ISO 4288)**

Profil Apériodique EXEMPLE Rz = 7µm		**Profil périodique**	**Conditions de mesure suivant la norme NF-EN- ISO 4288 et NF-EN- ISO 3274**			
Restification, rodage, électro-érosion		Tournage,fraisage, rabotage	rtip *Rayon Maximum* lr *Longueur de base* ln *Longueur d'évaluation* lt *Longueur de mesure*			
RT, Rz µm	**Ra** µm	**RSm** µm	**rtip** µm	**λc=lr** mm	**ln** mm	**lt** mm
> 0.025…0.1	> 0.006…0.02	> 0.013…00.4		**0,08**	0,4	0,48
> 0.1…0.5	> 0.02…0.1	> 0.04…0.13	2	**0,25**	1,25	1,5
> 0.5…10	> 0.1…2	> 0.13…0.4		**0,8**	4	4,8
> 10…50	> 2…10	> 0.4…1.3	5	**2,5**	12,5	15
> 50…200	> 10…80	> 1.3…4	10	**8**	40	48

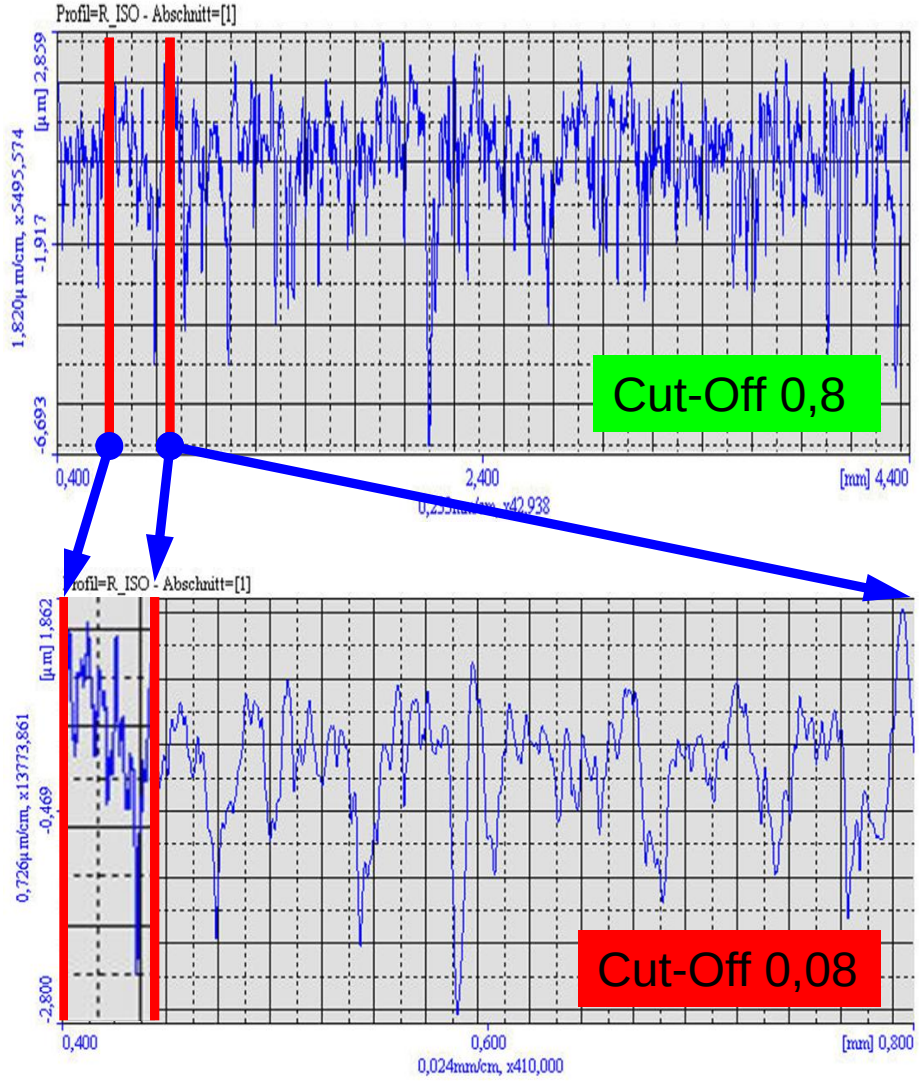
) Avec* **Rz > 3 µm ou **Ra** > 0.5 µm on peut utiliser indifféremment **rtip** = 5 µm

Mitutoyo

Effet d'un filtre λc inapproprié

Europe

EXEMPLE Rz = 7µm



Ra = 0,918µm
Rt = 9,098µm
Rz = 7,214µm

Conforme ISO

Ra = 0,522µm
Rt = 4,440µm
Rz = 3,271µm

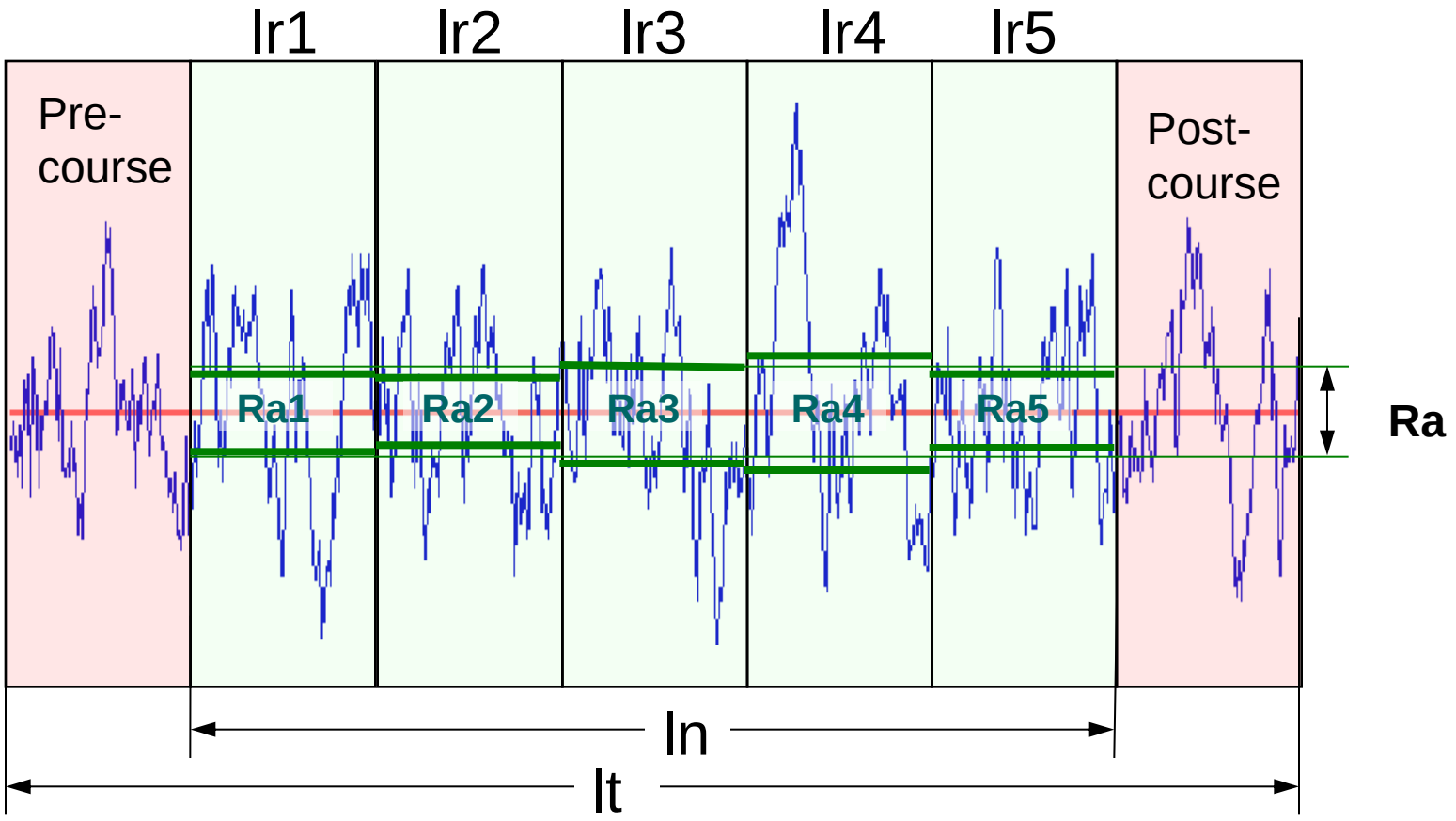
Non conforme ISO

Mitutoyo

Séminaire : Etats de Surface

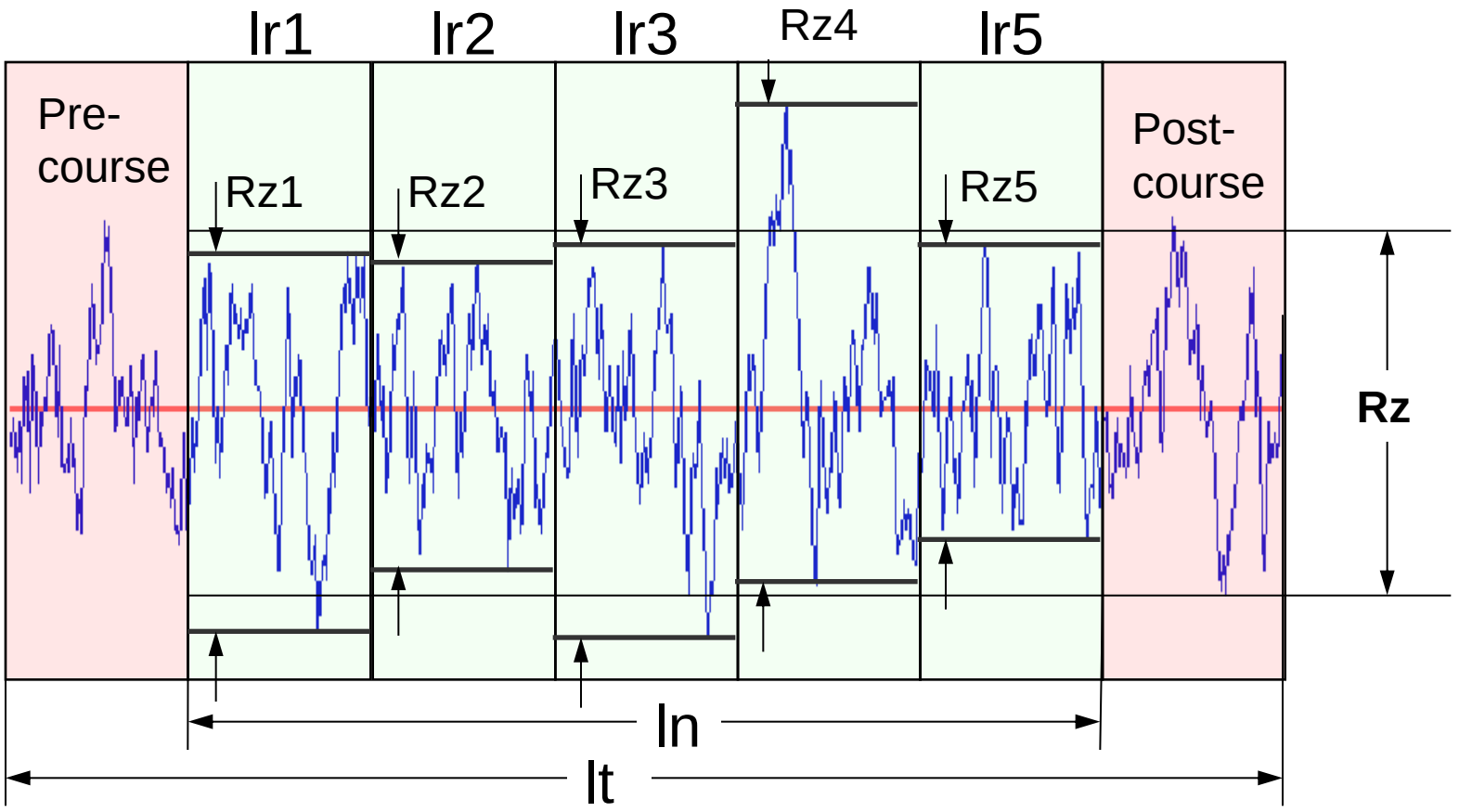
Paramètres de Rugosité

Paramètres liés au Profil R



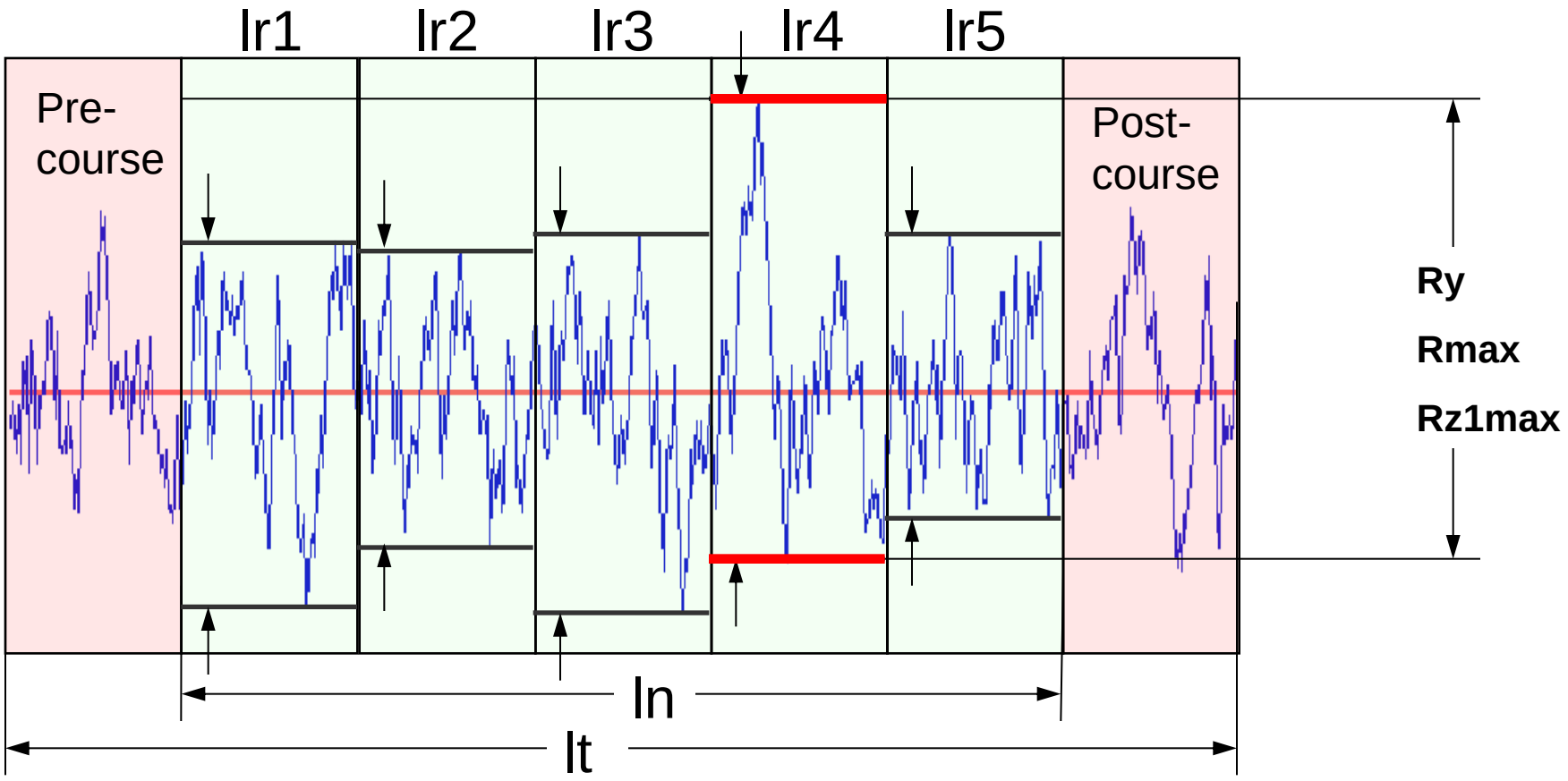
Ra : Moyenne arithmétique des valeurs absolues des ordonnées à l'intérieur d'une longueur de base.

Paramètres liés au Profil R



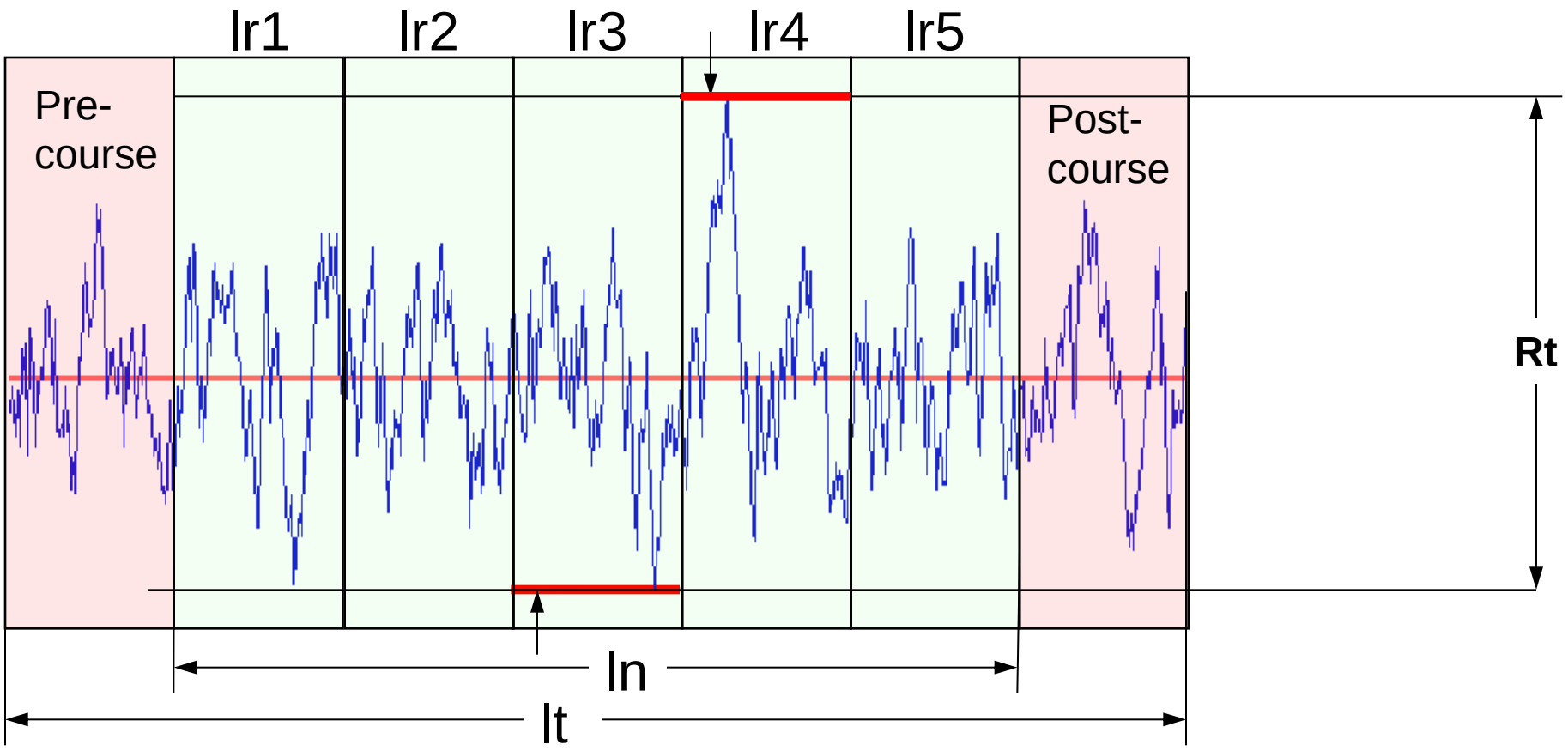
Rz : Moyenne arithmétique des valeurs Rzi

Paramètres liés au Profil R



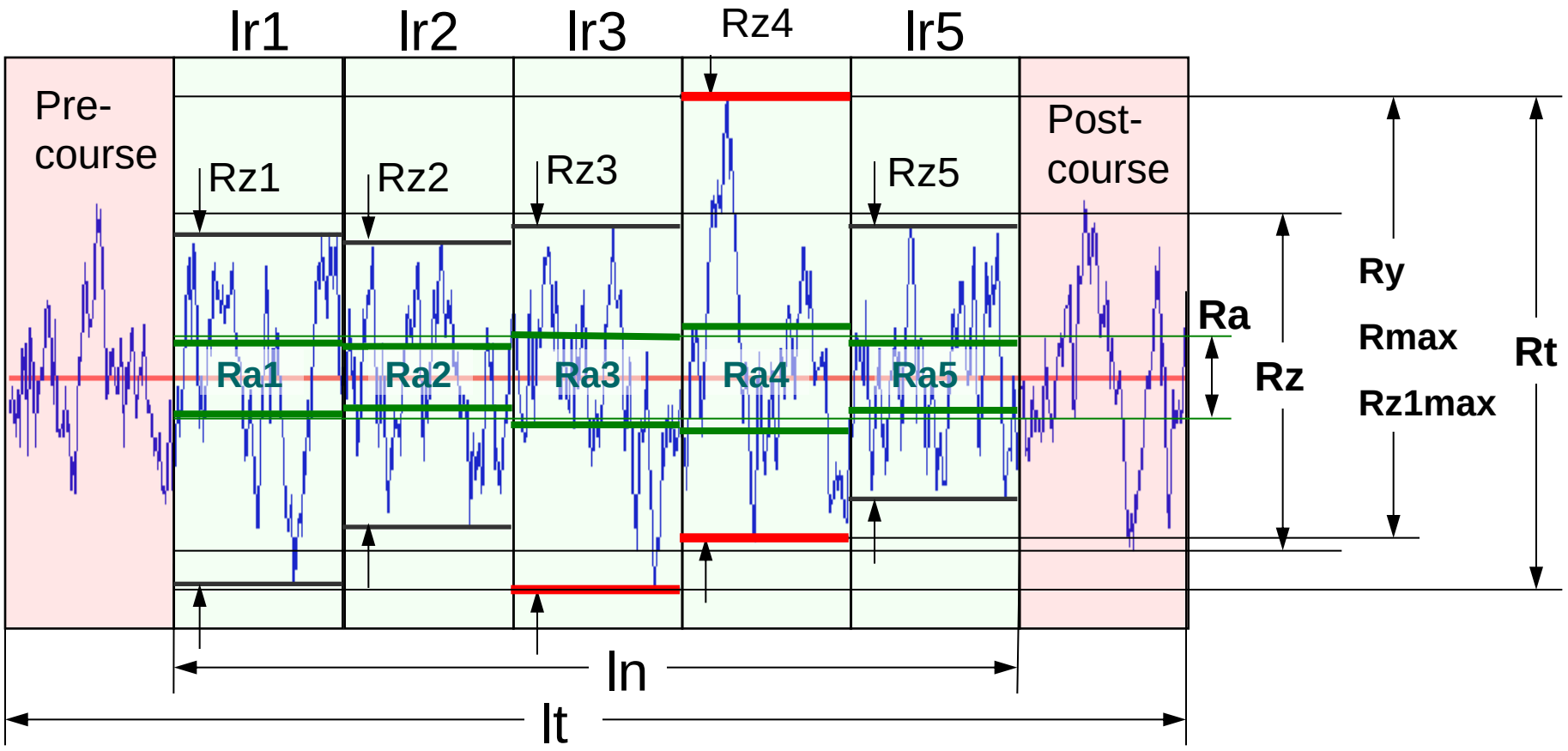
Rmax, Rz1max est la valeur la plus grande des Rzi

Paramètres liés au Profil R



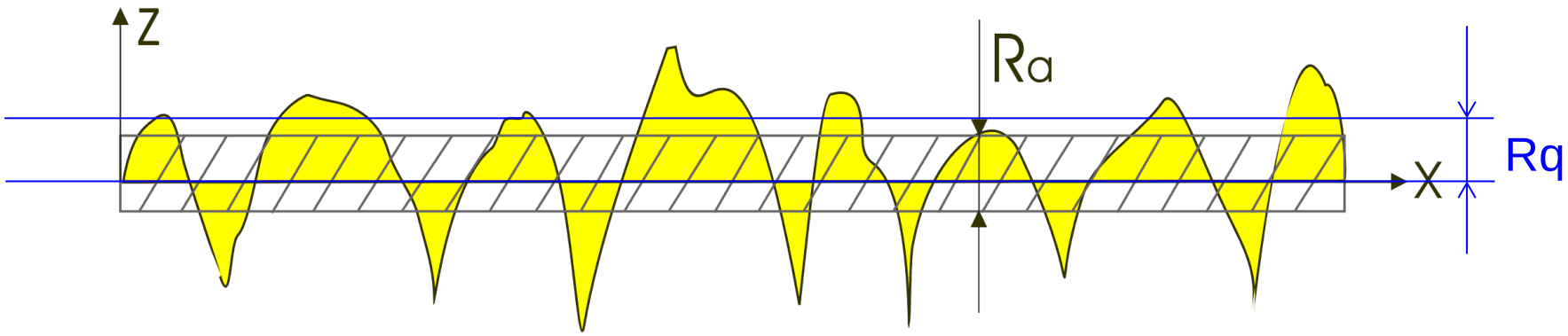
Rt hauteur entre le pic et la vallée sur toute la longueur d'évaluation

Paramètres liés au Profil R



Rt hauteur entre le pic et la vallée sur toute la longueur d'évaluation

Paramètre Ra ou Rq – valeur arithmétique

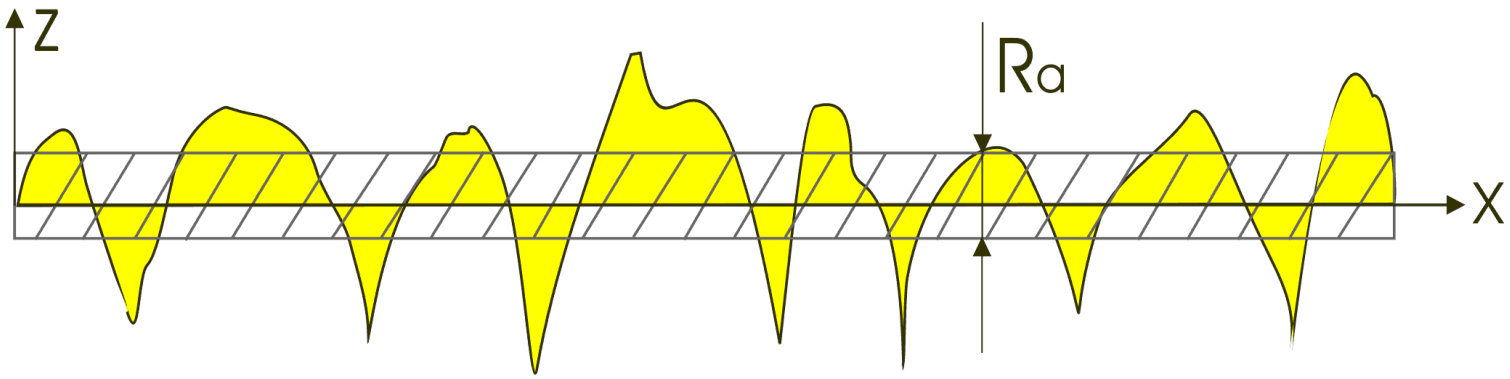


Ecart moyen quadratique (Root mean square ou RMS) du profil de rugosité à partir de la ligne moyenne.

Il y a une similitude avec le Ra mais en plus sensible concernant les pics et les sillons.

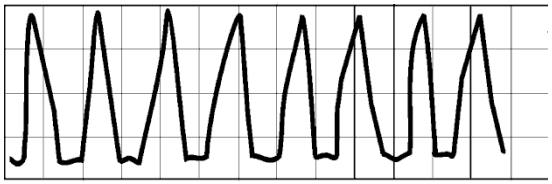
Rq était très courant aux US mais n'étais pas antinomique avec le Ra.

Paramètre Ra ou Rq – valeur arithmétique

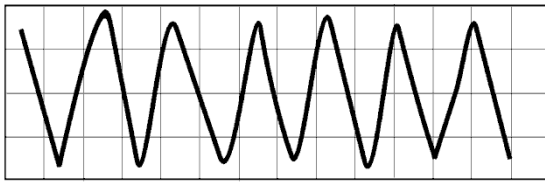


Ra est la moyenne arithmétique des déviations du profil

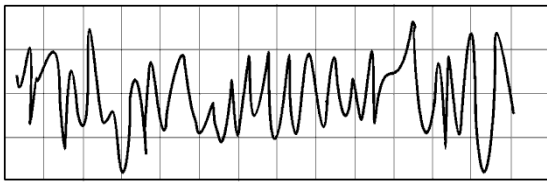
Paramètres supplémentaires liés au Profil R



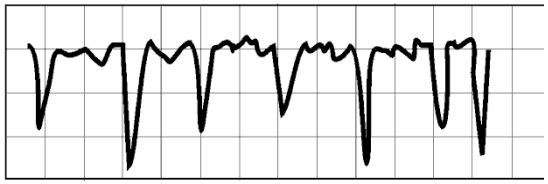
tournage



Fraisage



Découpage



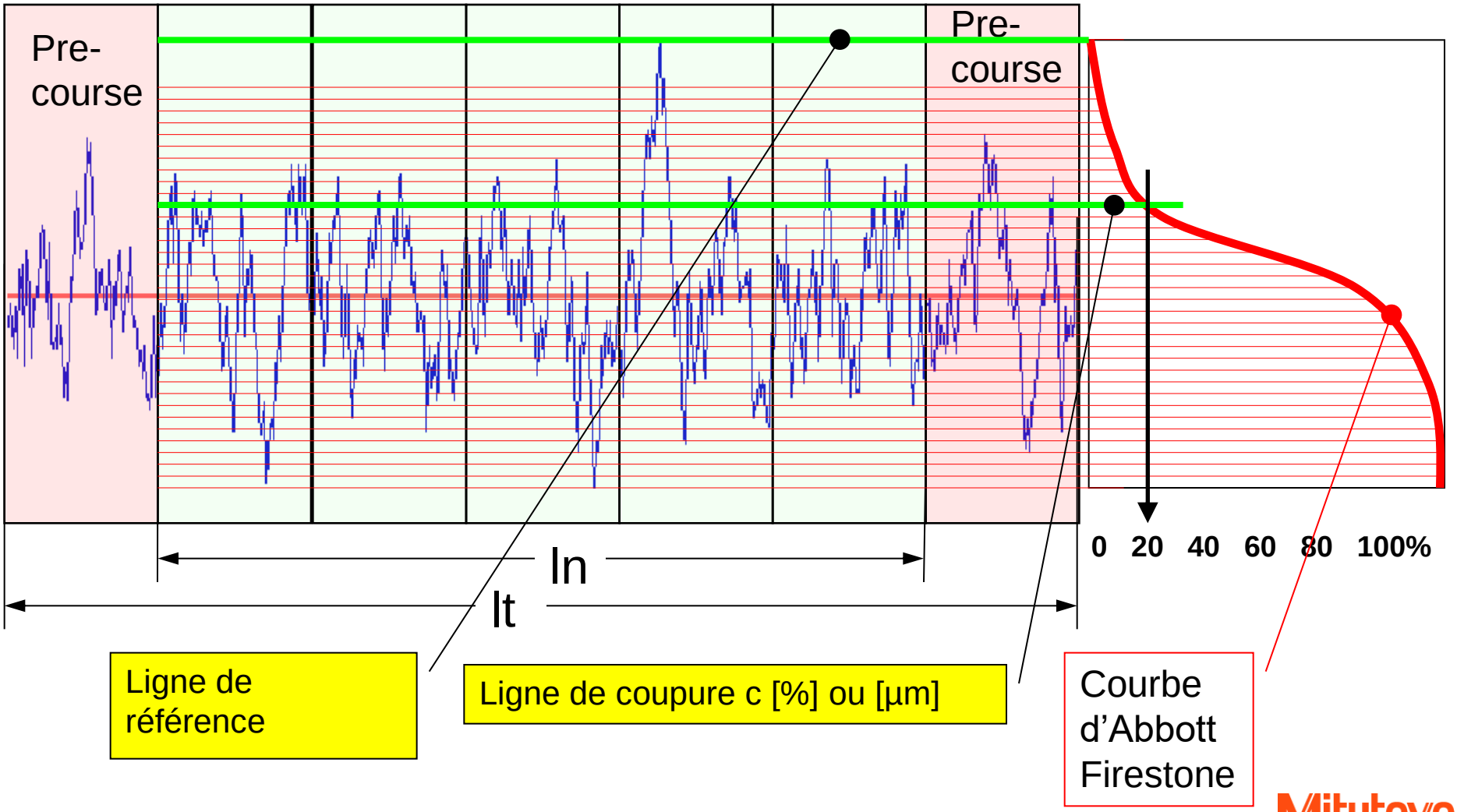
Rectification

Longueur Portante (Material Ratio)

Mitutoyo

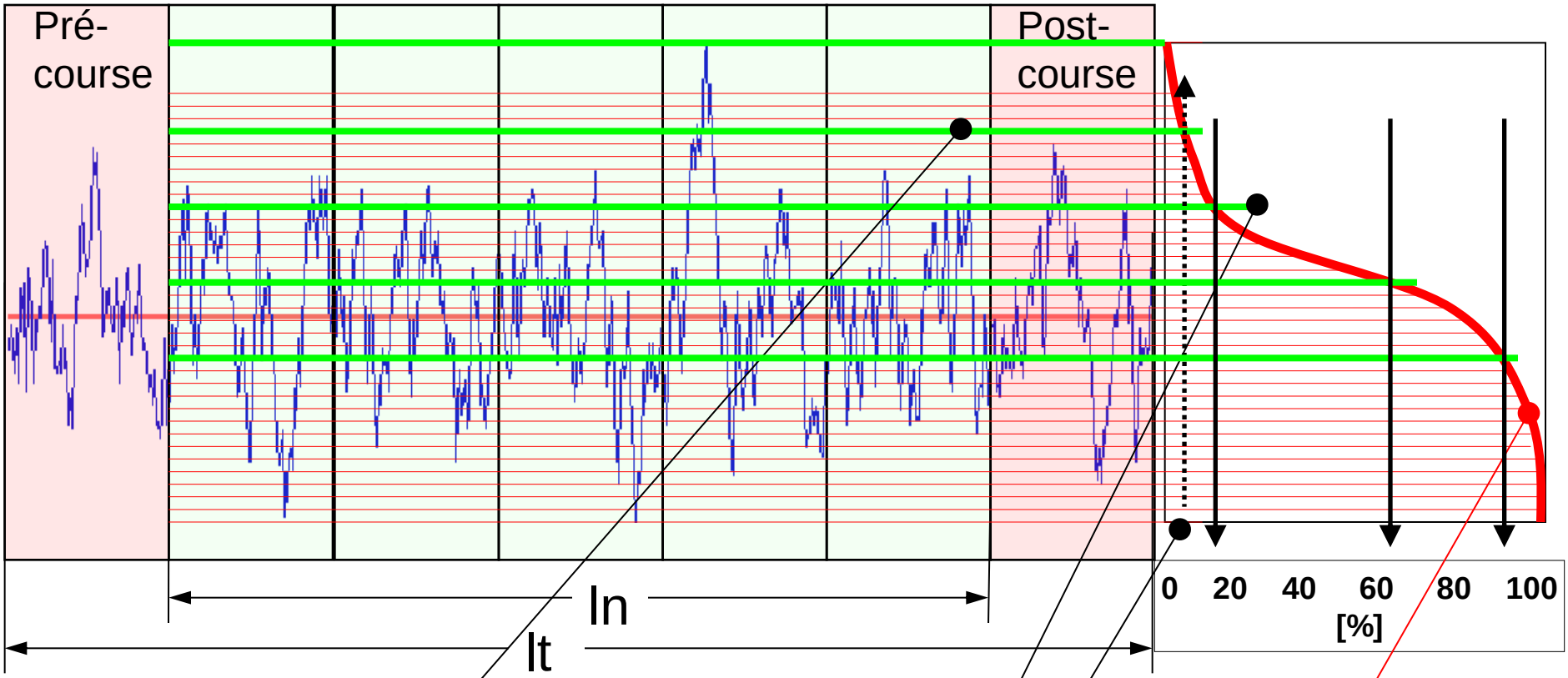
Taux de Longueur portante

Taux de portance **Rmr(c)** et Rmr selon EN ISO 4287



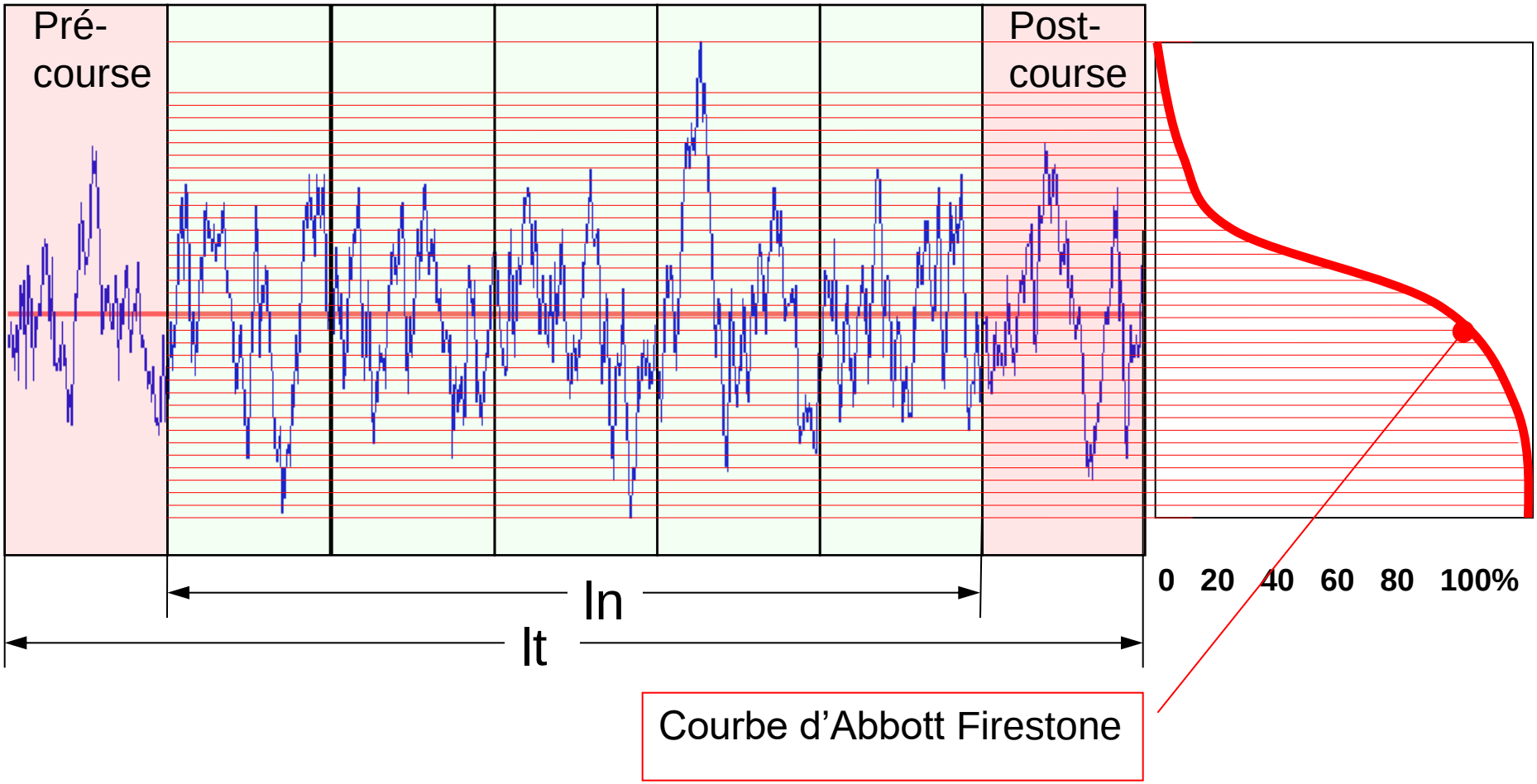
Taux de Longueur portante

Taux de portance **Rmr** et Rmr(c) selon EN ISO 4287



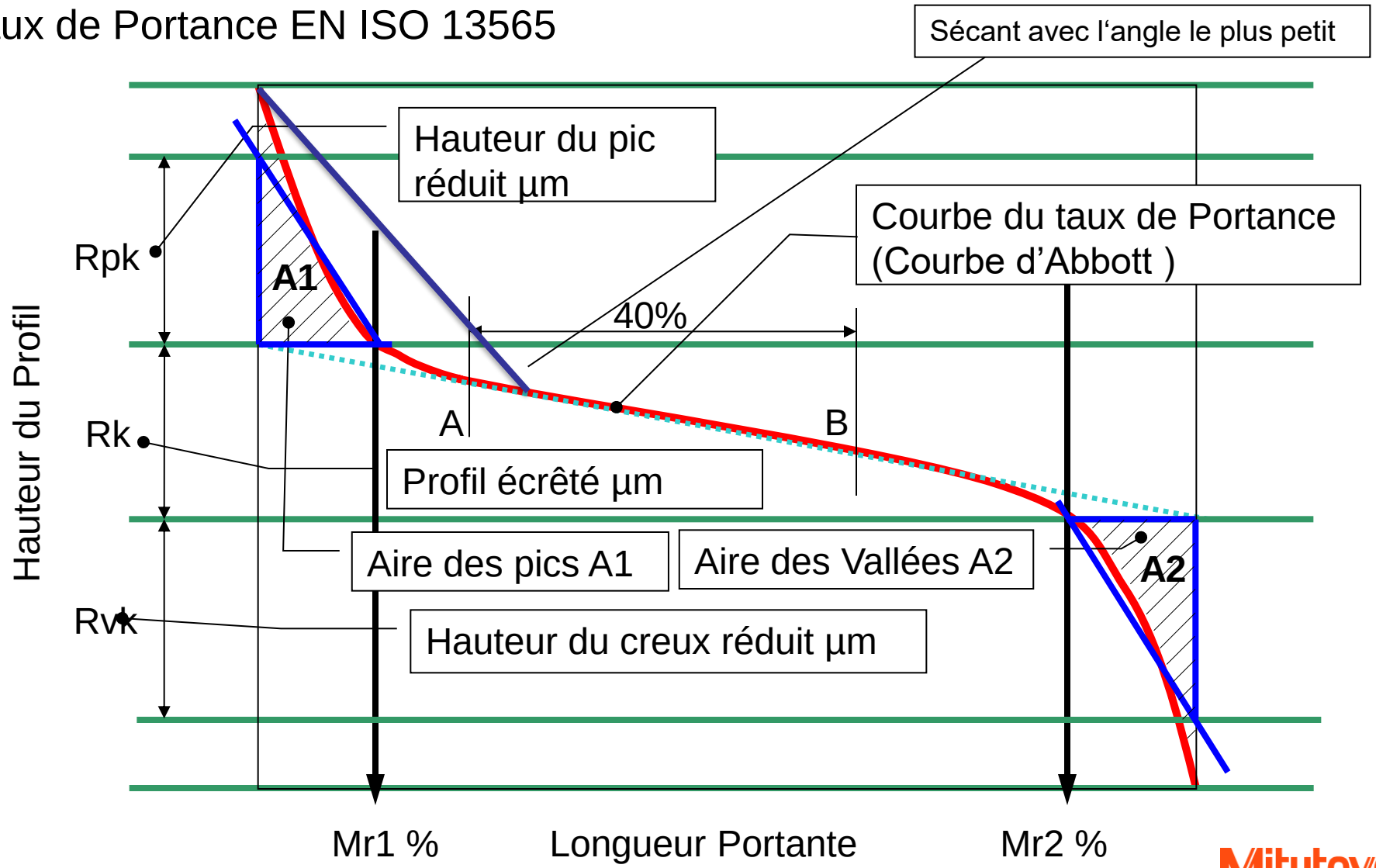
Taux de Longueur portante

Taux de Portance EN ISO 13565



Taux de Longueur portante

Taux de Portance EN ISO 13565



Filtre

Filtre:

- Gaussien (EN ISO 16610-21: 2012)
- DF (Double filtre) (EN ISO 13565)

Séminaire : Etats de Surface

ISO 12085

Paramètre lié au MOTIF

Europe

EN ISO 12085
MOTIF

La méthode de motif est une norme développée en France par l'industrie automobile pour évaluer l'état de surface. Elle a été adoptée aussi comme une norme ISO (EN ISO 12085) en 1996.

- La méthode de décomposition des profils est inspirée des techniques de reconnaissance de forme. C'est une alternative au système de la ligne moyenne pas toujours bien adapté pour caractériser certaines surfaces à la vue de leur fonctionnalité (étanchéité, roulement, glissement ….)

- L'objectif est de créer une séparation de l'ondulation et de la rugosité sans modification du profil réel et en prenant en compte de façon prioritaire les parties du profil orientées vers l'extérieure de la pièce.

Mitutoyo

Paramètre lié au MOTIF

▪ Un motif est une portion du profil comprise entre les points les plus hauts de deux saillies locales du profil, consécutives ou non.

Identification des motifs

1. **Condition enveloppe** : La première condition sélectionne les pics plus élevés que l'un des pics avoisinants.
2. **Condition de largeur** : La deuxième condition limite la longueur des motifs à la valeur A (limite conventionnelle entre la rugosité et l'ondulation) ou B (limite conventionnelle entre l'ondulation et la forme résiduelle).
3. **Condition d'agrandissement** : La troisième condition sert à éliminer les plus petits pics, en recherchant le plus grand motif possible.
4. **Condition de profondeur relative** : La quatrième condition permet de limiter la combinaison des motifs de profondeurs sensiblement égales, en particulier sur les surfaces périodiques.

Paramètres

Europe

Paramètres défini dans la norme EN ISO 12085

Rx = Profondeur maximale d'une irrégularité de profil

R = Profondeur moyenne des motifs de rugosité

AR = Pas moyen des motifs de rugosité

W = Profondeur moyenne des motifs d'ondulation

AW = Pas moyen des motifs d'ondulation

Wx = Profondeur moyenne d'ondulation

Wte = Profondeur totale d'ondulation

Mitutoyo

Conditions de mesure

Les conditions de mesure recommandées sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Motif de Rugosité A mm	Motif d'Ondulation B mm	Longueur de Mesure mm	Longueur d'évaluation mm	Filtre λs µm	Rayon maximal de la pointe du stylet µm
0,02	0,1	0,64	0,64	2,5	2 ± 0,5
0,1	0,5	3,2	3,2	2,5	2 ± 0,5
0,5	2,5	16	16	8	5 ± 1
2,5	12,5	80	80	25	10 ± 2

- Sauf spécifications particulières, les valeurs par défaut doivent être respectivement A = 0.5mm et B = 2.5mm
- Il est nécessaire d'utiliser un filtre λs.
- La longueur de mesure strictement est toujours supérieur et inférieur ou égal. (Exemple : 3.2 < A = 0.5mm ≥ 16) Utiliser la plus grande possible

Présentation des normes et directives

- ISO 3274 (1996) Spécification géométrique des produits (GPS) – Etat de Surface : Méthode du Profil – Caractéristiques nominales des appareils à contact

- ISO 4287 (1997) Spécification géométrique des produits (GPS) – Etat de Surface : Méthode du Profil – Termes, définitions et paramètres d'état de surface

- ISO 4288 (1996) Spécification géométrique des produits (GPS)– Etat de Surface : Méthode du Profil – Règles et procédures pour l'évaluation de l'état de surface

- ISO 5436 (2000) Spécification géométrique des produits (GPS) – Etat de Surface : Méthode du Profil – Etalons – Partie 1 : mesures matérialisées

Présentation des normes et directives

Europe

- ISO 11562 (1996) Spécification géométrique des produits (GPS) – Etat de Surface : Méthode du Profil – Caractéristiques métrologiques des filtres à phases correcte

- ISO 13565 (1996) Spécification géométrique des produits (GPS) – Etat de Surface : Méthode du Profil ; surfaces ayant des propriétés fonctionnelles différentes suivant les niveaux – Partie 1 : Filtrage et conditions générales de mesurage

- ISO 13565 (1996) Spécification géométrique des produits (GPS) – Etat de Surface : Méthode du Profil ; surfaces ayant des propriétés fonctionnelles différentes suivant les niveaux – Partie 2 : Caractérisation des hauteurs par la courbe de taux de longueur portante

- ISO 13565 (2000) Spécification géométrique des produits (GPS) – Etat de Surface : Méthode du Profil ; surfaces ayant des propriétés fonctionnelles différentes suivant les niveaux – Partie 3 : Caractérisation des hauteurs par la courbe de probabilité de matière

- ISO 12085 (1996) ISO 13565 (1996) Spécification géométrique des produits (GPS) – Etat de Surface : Méthode du Profil – Paramètres liés aux motifs

Mitutoyo

Sans spécification voici la procédure pour déterminer une longueur de base d'un profil apériodique selon la norme : EN ISO 4288

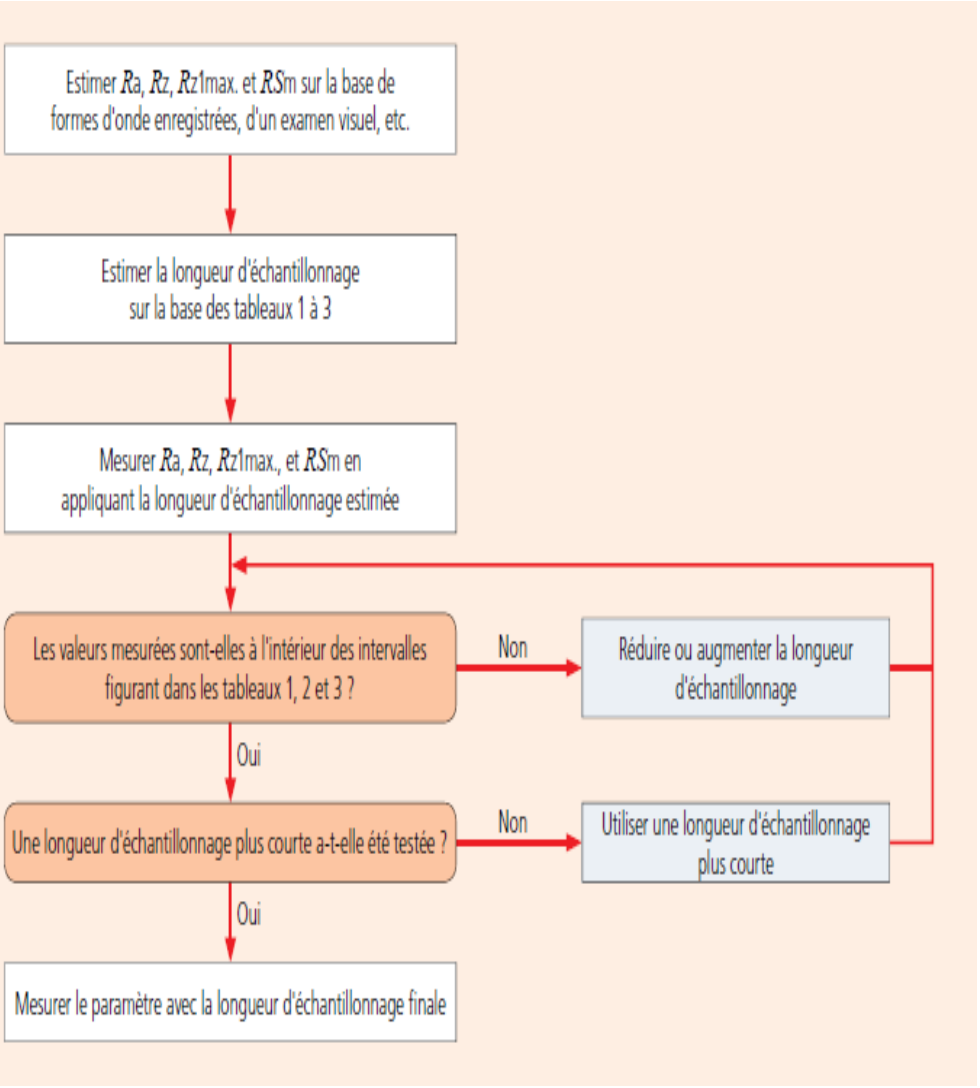


Tableau 1 : Longueur d'échantillonnage pour le calcul des paramètres de rugosité (*Ra*, *Rq*, *Rsk*, *Rku*, *RΔq*), la courbe de taux de portance, la courbe de distribution des amplitudes et les paramètres associés de profils non périodiques.

Ra (µm)	Longueur d'échantillonnage lr (mm)	Longueur d'évaluation ln (mm)
(0,006)<*Ra*≤0,02	0,08	0,4
0,02<*Ra*≤0,1	0,25	1,25
0,1<*Ra*≤2	0,8	4,0
2<*Ra*≤10	2,5	12,5
10<*Ra*≤80	8,0	40,0

Tableau 2 : Longueur d'échantillonnage pour le calcul des paramètres de rugosité (*Rz*, *Rv*, *Rp*, *Rc*, *Rt*) de profils non périodiques.

Rz, *Rz*1max. (µm)	Longueur d'échantillonnage lr (mm)	Longueur d'évaluation ln (mm)
(0,025)<*Rz*, *Rz*1max.≤0,1	0,08	0,4
0,1<*Rz*, *Rz*1max.≤0,5	0,25	1,25
0,5<*Rz*, *Rz*1max.≤10	0,8	4,0
10<*Rz*, *Rz*1max.≤50	2,5	12,5
50<*Rz*, *Rz*1max.≤200	8,0	40,0

1) *Rz* est utilisé pour la mesure de *Rz*, *Rv*, *Rp*, *Rc*, et *Rt*.
2) *Rz*1max. est utilisé uniquement pour le calcul de *Rz*1max., *Rv*1max., *Rp*1max., et *Rc*1max.

Tableau 3 : Longueur d'échantillonnage pour le calcul des paramètres de rugosité de profils périodiques et du paramètre de rugosité de profils périodiques et non périodiques *Rsm*.

Rsm (mm)	Longueur d'échantillonnage lr (mm)	Longueur d'évaluation ln (mm)
0,013<*Rsm*≤0,04	0,08	0,4
0,04<*Rsm*≤0,13	0,25	1,25
0,13<*Rsm*≤0,4	0,8	4,0
0,4<*Rsm*≤1,3	2,5	12,5
1,3<*Rsm*≤4	8,0	40,0

Sans spécification voici la procédure pour déterminer une longueur de base d'un profil périodique selon la norme : EN ISO 4288

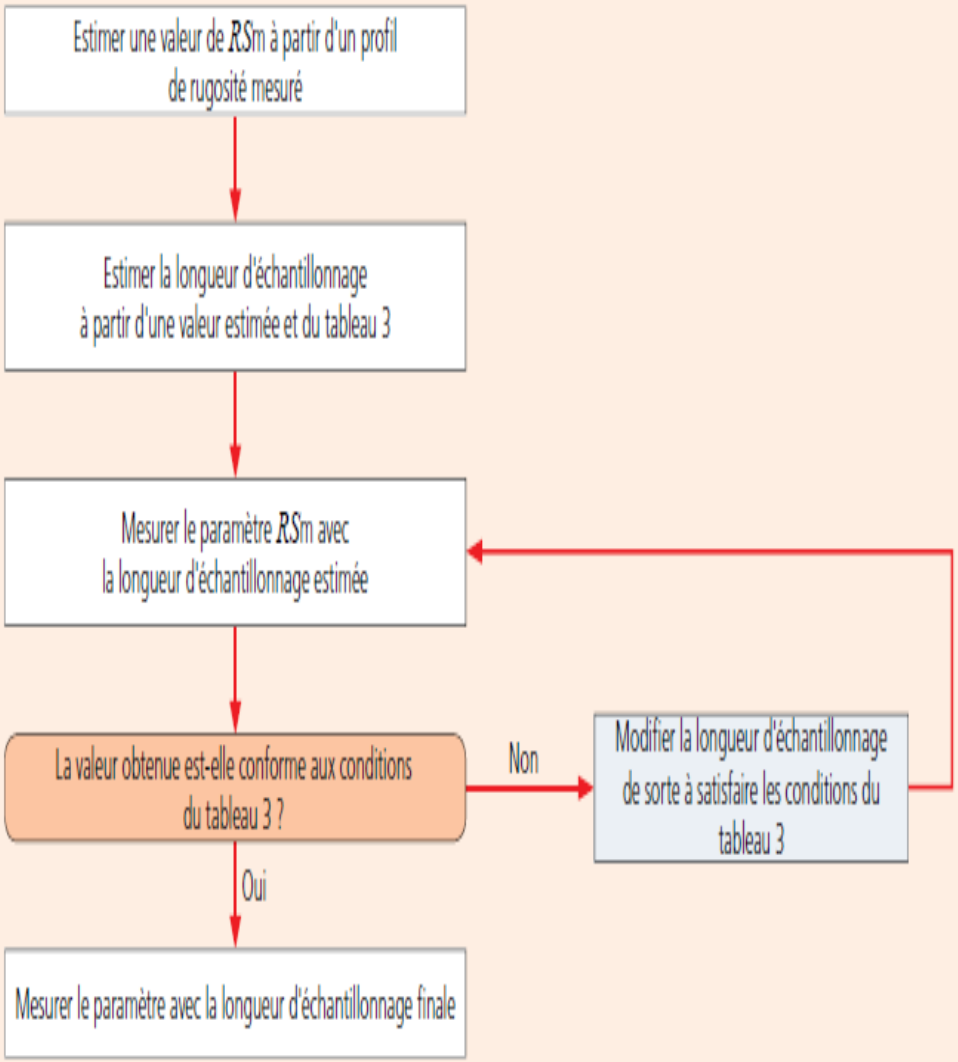


Tableau 1 : Longueur d'échantillonnage pour le calcul des paramètres de rugosité (*R*a, *R*q, *R*sk, *R*ku, *R*Δq), la courbe de taux de portance, la courbe de distribution des amplitudes et les paramètres associés de profils non périodiques.

*R*a (µm)	Longueur d'échantillonnage lr (mm)	Longueur d'évaluation ln (mm)
(0,006)<*R*a≤0,02	0,08	0,4
0,02<*R*a≤0,1	0,25	1,25
0,1<*R*a≤2	0,8	4,0
2<*R*a≤10	2,5	12,5
10<*R*a≤80	8,0	40,0

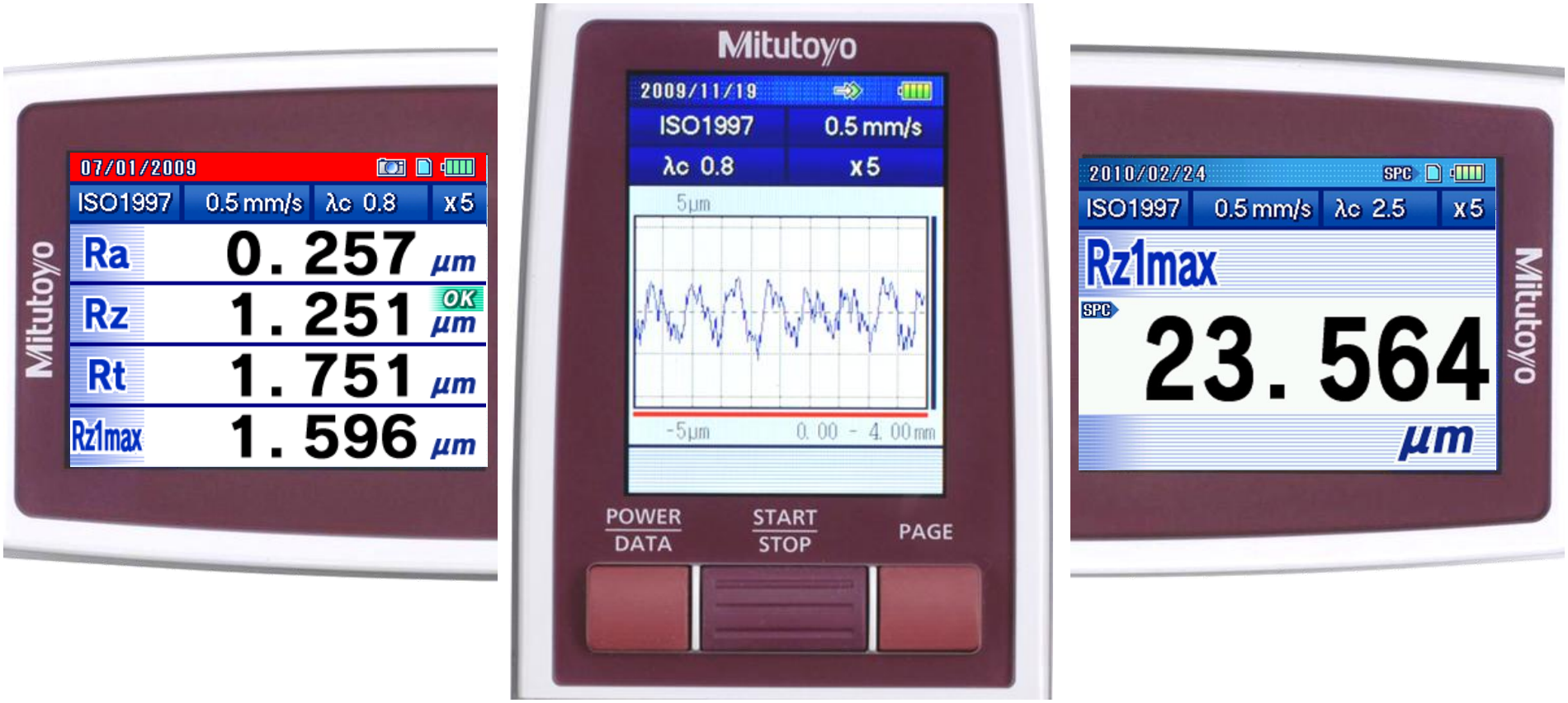
Tableau 2 : Longueur d'échantillonnage pour le calcul des paramètres de rugosité (*R*z, *R*v, *R*p, *R*c, *R*t) de profils non périodiques.

*R*z, *R*z1max. (µm)	Longueur d'échantillonnage lr (mm)	Longueur d'évaluation ln (mm)
(0,025)<*R*z, *R*z1max.≤0,1	0,08	0,4
0,1<*R*z, *R*z1max.≤0,5	0,25	1,25
0,5<*R*z, *R*z1max.≤10	0,8	4,0
10<*R*z, *R*z1max.≤50	2,5	12,5
50<*R*z, *R*z1max.≤200	8,0	40,0

1) *R*z est utilisé pour la mesure de *R*z, *R*v, *R*p, *R*c, et *R*t.
2) *R*z1max. est utilisé uniquement pour le calcul de *R*z1max., *R*v1max., *R*p1max., et *R*c1max.

Tableau 3 : Longueur d'échantillonnage pour le calcul des paramètres de rugosité de profils périodiques et du paramètre de rugosité de profils périodiques et non périodiques *R*sm.

*R*sm (mm)	Longueur d'échantillonnage lr (mm)	Longueur d'évaluation ln (mm)
0,013<*R*sm≤0,04	0,08	0,4
0,04<*R*sm≤0,13	0,25	1,25
0,13<*R*sm≤0,4	0,8	4,0
0,4<*R*sm≤1,3	2,5	12,5
1,3<*R*sm≤4	8,0	40,0



Je vous remercie pour votre attention!

Mitutoyo