



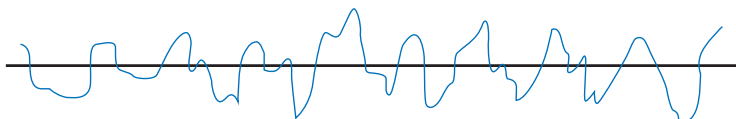
Rugosité et Évaluation



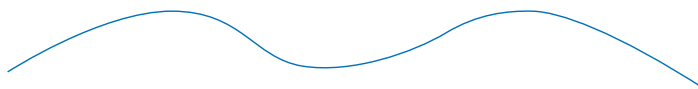
Généralités

Un état de surface comporte plusieurs paramètres :

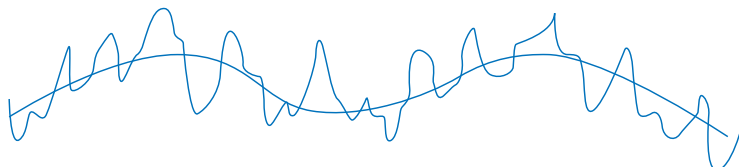
- Une rugosité (R), créée par la trace de l'outil laissé sur la surface «c'est l'abrasif dans notre cas»



- Une ondulation (W), créée par des paramètres extérieurs, à ne pas prendre en compte



- Un état de surface (P), qui est la superposition de R et W



La rugosité obtenue par projection «d'abrasif»

Selon les qualités d'abrasif sélectionnées et leur granulométrie, combinées avec leur vitesse, on peut «régler» la rugosité de la surface.

Pour la définir, on utilise généralement la valeur de Ra, de Ry5 mais aussi la valeur de Rz, exprimées en micron (μm) ou l'utilisation de comparateur Viso-tactile

La rugosité favorise l'adhérence d'un revêtement du moins si son importance est en relation avec l'épaisseur du subjectile et du feuil de peinture (notamment le primaire).



Rappel :

La notion d'adhérence d'un revêtement est liée à plusieurs paramètres :

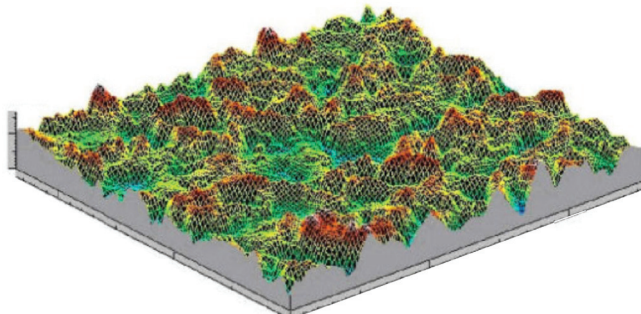
Une surface propre, l'ancrage mécanique et l'augmentation de la surface de contact.



Rugosité et Évaluation

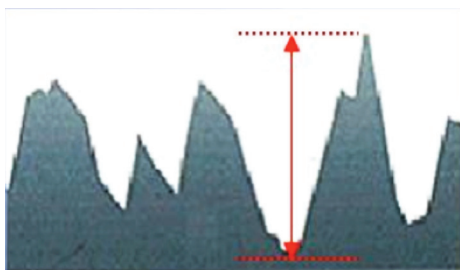


Avertissement : le profil de rugosité

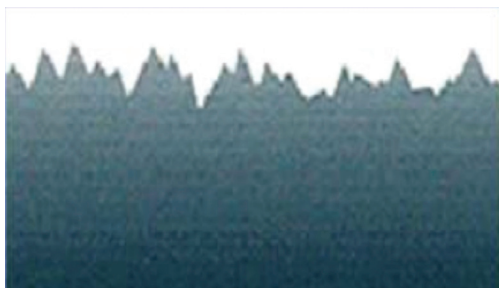


Trois facteurs du profil de rugosité sont importants : l'amplitude, la forme et la densité.

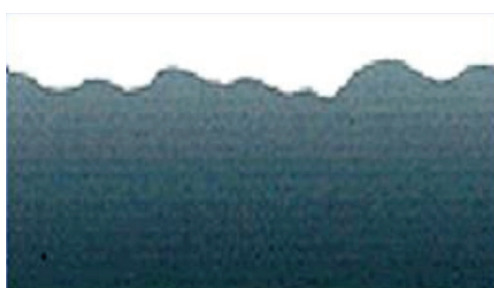
Amplitude



Forme angulaire (G)



Forme sphérique (S)



Densité forte



Densité faible



Les informations données dans la présente fiche AFICPAR sont basées sur l'état actuel de nos connaissances. Les informations de cette présente fiche doivent être considérées comme une simple information à une date donnée relative au sujet traité et non pas comme une garantie des informations sur celui-ci. Il est toujours de la responsabilité de l'utilisateur et du lecteur de prendre connaissance de toutes les mesures nécessaires pour répondre aux exigences des normes, lois et réglementation locales. Cette fiche est mise à disposition des membres de l'AFICPAR.

Clause de non-responsabilité : Les informations sur ces fiches ou pages web de notre site ont été développées pour fournir des informations de base, relatives aux sujets traités, aux parties concernées, membres et visiteurs. Veuillez noter que ces informations ne se substituent pas à la législation applicable et que seul le texte des règlements et les mesures connexes sont authentiques.

Rugosité et Évaluation



Une **amplitude** trop faible, une **forme** trop arrondie et une **densité** trop faible nuisent à l'adhérence du revêtement à appliquer. Il en résultera une mauvaise adhérence, entraînant une sensibilité aux impacts mécaniques et un écaillage sur l'acier, même sans intervention extérieure, et par conséquent une corrosion prématurée. Un relief trop marqué peut conduire à des crêtes de surface dépassant du revêtement, entraînant une corrosion ponctuelle prématurée.

Nota :

la rugosité augmente la surface réelle de contact, qui peut être ainsi équivalente à 10 ou même 100 fois la surface apparente. Pour l'activité de la protection anticorrosion par revêtements de peinture cela se traduit par la notion de «volume mort».



Le «volume mort» est généralement défini comme étant la quantité de peinture requise pour remplir la rugosité de surface créée par le décapage par projection d'abrasif. Il est habituellement considéré comme une consommation supplémentaire puisque la protection anticorrosion sur le long terme correspond uniquement à l'épaisseur du film sec (E F S) des pics, c'est à dire l'épaisseur de film sec au-dessus des pics et après avoir comblé le volume mort.

Volume mort peint

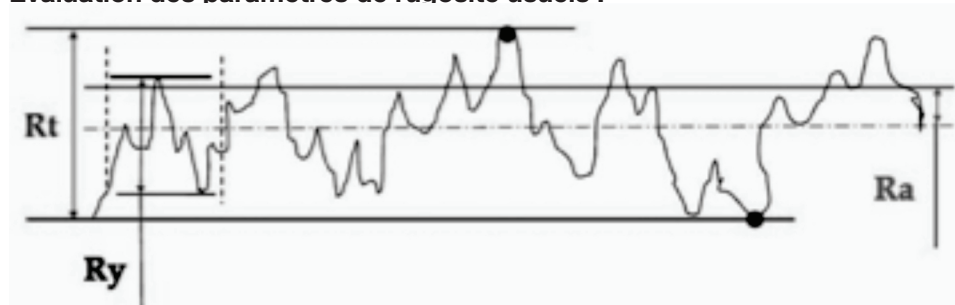


Volume mort peint + EFS pics



Rugosité	"Volume mort"	"Volume mort"	Rapport de superficie (estimé)	
			Lisse	Topographique
Ry5 (µm)	L / m ²	cm ³ / m ²		
30	0,02	20	1	1,27
45	0,03	30	1	1,40
60	0,04	40	1	1,54
75	0,05	50	1	1,68
90	0,06	60	1	1,81
105	0,07	70	1	1,95

Evaluation des paramètres de rugosité usuels :



Les informations données dans la présente fiche AFICPAR sont basées sur l'état actuel de nos connaissances. Les informations de cette présente fiche doivent être considérées comme une simple information à une date donnée relative au sujet traité et non pas comme une garantie des informations sur celui-ci. Il est toujours de la responsabilité de l'utilisateur et du lecteur de prendre connaissance de toutes les mesures nécessaires pour répondre aux exigences des normes, lois et réglementation locales. Cette fiche est mise à disposition des membres de l'AFICPAR.
Clause de non-responsabilité : Les informations sur ces fiches ou pages web de notre site ont été développées pour fournir des informations de base, relatives aux sujets traités, aux parties concernées, membres et visiteurs. Veuillez noter que ces informations ne se substituent pas à la législation applicable et que seul le texte des règlements et les mesures connexes sont authentiques.

Rugosité et Évaluation

- **ISO 8503-2 : Emploi d'un comparateur Viso-Tactile :**

Chaque comparateur est découpé en quatre cadrans de valeur connue (le Ry5).



Il existe deux types de comparateurs (Cf ISO ISO8503-1)

- Un comparateur pour les profils angulaires (G pour Grit) qui peut aussi servir pour la grenaille de fil coupé (W pour Cut Wire Steel : la production mondiale de fil coupé s'établit à environ 150 000 tonnes par an, contre plus de 1.2 millions de tonnes pour la grenaille d'acier)
- Un comparateur pour les profils sphériques (S pour Shot)

Valeur nominale par cadran

Cadrans	Comparateur ISO 8503-2	
	(G) Ry5	(S) Ry5
1	25	25
2	60	40
3	100	70
4	150	100

- **ISO 8503-5 : Méthode de l'empreinte sur ruban adhésif pour la détermination du profil de surface**

On utilise un ruban spécial, muni d'une fenêtre, qui permet de répliquer la rugosité d'une surface décapée par projection d'abrasifs.

L'empreinte du profil de surface obtenu est ensuite mesurée à l'aide d'un micromètre (en déduisant l'épaisseur du ruban). Les rubans à répliquer sont souvent commercialisés sous l'appellation Testex Press-O-Film™.



Les informations données dans la présente fiche AFICPAR sont basées sur l'état actuel de nos connaissances. Les informations de cette présente fiche doivent être considérées comme une simple information à une date donnée relative au sujet traité et non pas comme une garantie des informations sur celui-ci. Il est toujours de la responsabilité de l'utilisateur et du lecteur de prendre connaissance de toutes les mesures nécessaires pour répondre aux exigences des normes, lois et réglementation locales. Cette fiche est mise à disposition des membres de l'AFICPAR. Clause de non-responsabilité : Les informations sur ces fiches ou pages web de notre site ont été développées pour fournir des informations de base, relatives aux sujets traités, aux parties concernées, membres et visiteurs. Veuillez noter que ces informations ne se substituent pas à la législation applicable et que seul le texte des règlements et les mesures connexes sont authentiques.

Rugosité et Évaluation

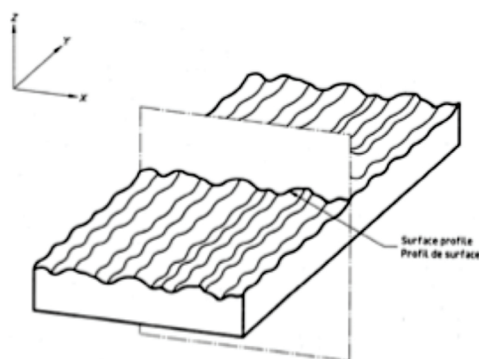
Il existe différents types de ruban fonction de la rugosité du support à dupliquer

- COARSE MINUS : Testex 12-25 μm .
- COARSE: Testex 20-64 μm .
- X-COARSE : Testex 38-115 μm .
- X-COARSE PLUS : Testex 116-127 μm .



• **Emploi d'un rugosimètre ISO 8503-4 Méthode d'étalonnage des comparateurs Viso-tactiles ISO et de classification d'un profil de surface -- Utilisation d'un appareil à palpeur.**

Appareil qui détermine la rugosité par le déplacement mécanique d'un palpeur sur la surface. Dans ce cas on parle de profil brut qui est l'intersection de la surface réelle et d'un plan perpendiculaire : la surface est donc ramenée à une ligne de profil.



Rappels :

- Le profil primaire (profil issu brut après application du filtre) sert de base à l'évaluation des paramètres du profil primaire. (ISO 3274)
- Le profil de rugosité : profil dérivé du profil primaire par suppression des composantes de grande longueur d'onde, en appliquant un filtre de profil.
- Le profil de rugosité sert de base à l'évaluation des paramètres du profil de rugosité.

Cut-Off (ISO 4288 filtre de profil)

Tout appareil possède un ou plusieurs filtres passe-haut (Cut-off), ayant une longueur de coupure normalisée: 0,08 – 0,25 – 0,8 – 2,5 – 8 mm

Le choix du Cut-off implique les caractéristiques de la mesure.

Exemple dans le cas d'un filtre de 2.5 (selon ISO 8503-4) :

- Longueur de base (l) = 2,5mm c'est la longueur utilisée pour calculer les principaux critères.
- Longueur d'évaluation (l_n) = $5 \times l = 12,5\text{mm}$ c'est la longueur utilisée pour déterminer les valeurs des paramètres.
- Longueur de palpation (l_t) : c'est la longueur d'évaluation augmentée d'une longueur de départ et d'une longueur de fin de mesure, non pris en compte dans le calcul. Ce sera le déplacement total du palpeur.



Les informations données dans la présente fiche AFICPAR sont basées sur l'état actuel de nos connaissances. Les informations de cette présente fiche doivent être considérées comme une simple information à une date donnée relative au sujet traité et non pas comme une garantie des informations sur celui-ci. Il est toujours de la responsabilité de l'utilisateur et du lecteur de prendre connaissance de toutes les mesures nécessaires pour répondre aux exigences des normes, lois et réglementation locales. Cette fiche est mise à disposition des membres de l'AFICPAR.

Clause de non-responsabilité : Les informations sur ces fiches ou pages web de notre site ont été développées pour fournir des informations de base, relatives aux sujets traités, aux parties concernées, membres et visiteurs. Veuillez noter que ces informations ne se substituent pas à la législation applicable et que seul le texte des règlements et les mesures connexes sont authentiques.

Rugosité et Évaluation



Choix du Cut-Off suivant ISO 4288

Ra µm	Longueur de base de rugosité lr mm	Longueur d'évaluation de rugosité ln mm
$(0,006) < Ra \leq 0,02$	0,08	0,40
$0,02 < Ra \leq 0,1$	0,25	1,25
$0,1 < Ra \leq 2$	0,80	4,00
$2 < Ra \leq 10$	2,50	12,50
$10 < Ra \leq 80$	8,00	40,00

Remarque : Si à la lecture votre appareil passe en mode défaut ou si la valeur est différente de la valeur correspondant à la longueur de base. Choisir une nouvelle longueur en fonction du résultat.

A retenir suivant ISO 4288

$10 \mu\text{m} < Ra \leq 80 \mu\text{m}$	8 mm
$2 \mu\text{m} < Ra \leq 10 \mu\text{m}$	2,5 mm

C'est pourquoi, on a l'habitude de considérer qu'un Cut-off de 2,5 est celui à utiliser pour notre domaine d'activité.



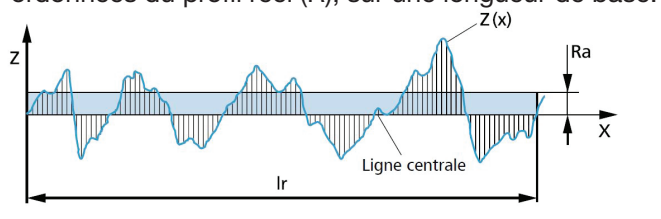
Avertissement : un appareil ne proposant pas de choix de filtre est équipé du filtre 0,8mm par défaut.



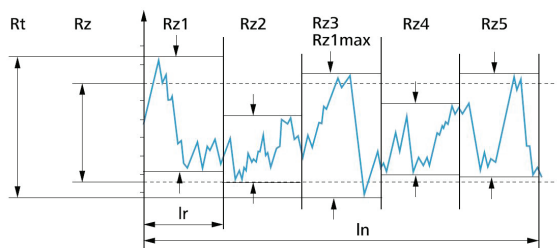
Quelques définitions des unités de rugosité usuelles

Nota : paramètre R (.) = paramètre calculé sur le profil de rugosité (ISO 4287)

- **Ra :** Moyenne arithmétique du profil = moyenne arithmétique des valeurs absolues des ordonnées du profil réel (R), sur une longueur de base.



- **Rt :** Hauteur totale du profil = distance maximale pic / creux sur la longueur d'évaluation.

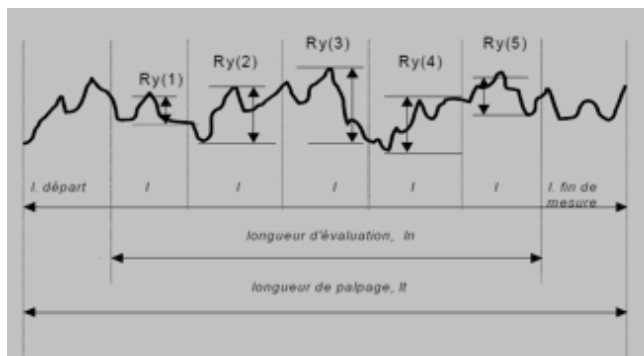


Les informations données dans la présente fiche AFICPAR sont basées sur l'état actuel de nos connaissances. Les informations de cette présente fiche doivent être considérées comme une simple information à une date donnée relative au sujet traité et non pas comme une garantie des informations sur celui-ci. Il est toujours de la responsabilité de l'utilisateur et du lecteur de prendre connaissance de toutes les mesures nécessaires pour répondre aux exigences des normes, lois et réglementation locales. Cette fiche est mise à disposition des membres de l'AFICPAR.
Clause de non-responsabilité : Les informations sur ces fiches ou pages web de notre site ont été développées pour fournir des informations de base, relatives aux sujets traités, aux parties concernées, membres et visiteurs. Veuillez noter que ces informations ne se substituent pas à la législation applicable et que seul le texte des règlements et les mesures connexes sont authentiques.

Rugosité et Évaluation

- **Ry** : profondeur totale = distance maximale pic/creux sur une longueur de base.
- **Ry5** : **Moyenne** des profondeurs totales = moyenne arithmétique des 5 Ry successifs, sur 5 longueurs de base. (ce critère s'appelle aussi **Rz** : cf. ISO 4287).

Nota : Ry = environ 6 x Ra



- Pour le Rz il existe deux définitions *:

Nota : Rz = environ 4 à 6 x Ra



Suivant Norme DIN 4768

La rugosité moyenne Rz est la moyenne arithmétique des profondeurs de rugosité de cinq zones d'évaluation successives de longueur égale à la longueur de base.

**Vérifier la fiche technique de votre équipement.*

$$\frac{(Ry1 + Ry2 + Ry3 + Ry4 + Ry5)}{5} = Rz$$



Rugosité et Évaluation

Suivant Norme ISO 4287/1

La hauteur des irrégularités d'après dix points Rz est la distance moyenne entre les cinq points les plus hauts des pics et les cinq points les plus bas des creux, se trouvant dans les limites de la longueur de base, mesurée à partir d'une ligne parallèle à la ligne moyenne et ne coupant pas le profil.

$$\frac{(R1 + R3 + \dots R9) - (R2 + R4 + \dots R10)}{5} = Rz$$

*Vérifier la fiche technique de votre équipement.



A retenir de l'utilisation d'un rugosimètre :

- Pour les rugosimètres il s'agit de valeurs statistiques qui ne donnent pas une idée physique du profil (espacements profondeur) et ne font pas ressortir les différences entre les surfaces.
- Le calcul de la valeur de ces paramètres nécessite le choix d'une longueur de base et/ou d'un filtre passe haut.
- Le choix de la valeur de la longueur de base est fonction du pas moyen, qu'il est nécessaire de connaître.
- Plus la longueur d'analyse est longue et mieux le profil peut être appréhendé.
- En définissant la valeur du pas moyen, on élimine le risque d'un mauvais choix de la longueur de base.
- En l'absence de méthode de calcul de la valeur du pas, la longueur de base est choisie conventionnellement ou laissée à l'initiative de l'opérateur.
- En reportant les valeurs des unités de rugosité il est nécessaire d'indiquer la longueur de base (Cut-off)
- Ry5 ou Ry10 sont équivalents à Rz mais sur des segments définis.



A ne pas oublier :

- Indication de rugosité :
 - Si une seule valeur est spécifiée elle représente la valeur de rugosité maximale admise
 - Si deux valeurs sont reprises, l'une au-dessus de l'autre, elles représentent les limites minimales et maximales du paramètre de rugosité.



Bilan : Comme il est admis

- Que les appareils disponibles sur le marché sont conçus pour des usinages mécaniques au profil "régulier" est donc des mesurages potentiellement représentatifs.
- Que l'approche des paramètres de rugosité est très complexe car faisant référence à des documents de mécanique.
- Que nous parlons de décapage par projection d'abrasif sur des surfaces d'une complexité extrême.
- Qu'il est admis que la rugosité "industrielle" après un décapage à l'abrasif est de type Moyen $G \ 10 \leq Ra \leq 13 \ \mu m$ ce qui correspond environ à $60 \leq Ry5 \leq 80 \ \mu m$
- Qu'au-delà de cette limite le profil de surface est dit "grossier"
- Que toute spécification se rapportant au profil de surface est la déclaration explicite de la manière dont le profil de surface a été déterminé. Une compréhension tant de la fidélité que de l'exactitude associée à une méthode de mesure donnée du profil est implicite à cette spécification.
- Que le nombre de lectures à effectuer et la gamme de profils acceptables doit faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées, avant le début des mesurages.



Rugosité et Évaluation

**Point de vue de l'AFICPAR**

Nous pouvons conclure ainsi qu'il est préférable d'utiliser le comparateur Viso-tactile qui a l'avantage de pouvoir tester l'ensemble des surface à contrario des autres méthodes qui ne sont que des mesures ponctuelles.

Par ailleurs l'utilisation d'un rugosimètre bien que rassurante par l'affichage/génération d'une valeur ne garantit pas que celle-ci soit correcte. Cela étant d'autant plus vrai qu'en fonction du Cut off, les valeurs des grandeurs sont différentes et aucune corrélation n'est possible.

**Bibliographie**

- ISO 8504-2 : Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés -Méthodes de préparation des subjectiles - Partie 2: Décapage par projection d'abrasif
- ISO 8503-1 : Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés - Caractéristiques de rugosité des subjectiles d'acier décapés - Partie 1: Spécifications et définitions des comparateurs Viso-tactiles ISO pour caractériser les surfaces décapées par projection d'abrasif
- ISO 8503-2 : Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés - Caractéristiques de rugosité des subjectiles d'acier décapés - Partie 2: Méthode de classification d'un profil de surface en acier décapée par projection d'abrasif -Utilisation des comparateurs Viso-tactiles
- ISO 8503-3 : Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés - Caractéristiques de rugosité des subjectiles d'acier décapés - Partie 3 : méthode d'étalonnage des comparateurs Viso-tactiles ISO et de classification d'un profil de surface - Utilisation d'un microscope optique
- ISO 8503-4 : Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés Caractéristiques de rugosité des subjectiles d'acier décapés -Partie 4: Méthode d'étalonnage des comparateurs Viso-tactiles ISO et de classification d'un profil de surface- Utilisation d'un appareil à palpeur
- ISO 8503-5 : Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés -Caractéristiques de rugosité des subjectiles d'acier décapés -Partie 5: Méthode de l'empreinte sur ruban adhésif pour la détermination du profil de surface
- ISO 3274 : Spécification géométrique des produits (GPS) - État de surface : méthode du profil - Caractéristiques nominales des appareils à contact (palpeur)
- ISO 4287: Spécification géométrique des produits (GPS). État de surface : méthode du profil. Termes, définitions et paramètres d'état de surface. -
- ISO 4288: Spécification géométrique des produits (GPS). État de surface : méthode du profil. Règles et procédures pour l'évaluation de l'état de surface.
- ISO 1302 : Spécification géométrique des produits (GPS) - Indication des états de surface dans la documentation technique de produits
- ISO 12085: Spécification géométrique des produits (GPS). État de surface : méthode du profil. Paramètres liés aux motifs.
- NF EN 10049 : Mesure de la rugosité moyenne Ra et du nombre de pics R_{Pc} sur les produits plats métalliques
- ISO 11562 : Spécification géométrique des produits (GPS) -- État de surface : Méthode du profil -- Caractéristiques métrologiques des filtres à phase correcte
- ISO 16610-21:Spécification géométrique des produits (GPS) -- Filtrage -- Partie 21: Filtres de profil linéaires: Filtres gaussiens

