

**CURTISS -  
WRIGHT**

# Le grenailage de précontrainte

[www.cwst.fr](http://www.cwst.fr)

## PRÉSENTATION DE LA SOCIÉTÉ

Curtiss-Wright Surface Technologies (CWST) offre une source et un point de contact unique pour vos traitements de surface. Nous pouvons réduire vos coûts et délais au travers de notre réseau de 75 usines dans le monde.

Nous appliquons des traitements de surface éprouvés pour répondre aux demandes d'amélioration des performances, d'augmentation de durée de vie et d'allègement des pièces dans les secteurs clés tels que: l'aéronautique, l'automobile, l'énergie et le médical. Nous proposons des solutions pour prévenir les défaillances prématurées en fatigue, corrosion, usure, grippage et fretting.



Surface Technologies est une division de Curtiss-Wright (NYSE: CW), une société innovante qui fournit des produits et services de haute technologie pour les marchés de l'industrie, la défense et l'énergie.

Construit sur l'héritage de Glenn Curtiss et des frères Wright, Curtiss-Wright maintient une longue tradition en fournissant des solutions fiables à ses clients au travers de relations de confiance.

**CURTISS -  
WRIGHT**

## Pourquoi le grenailage de précontrainte prolonge la durée de vie des pièces?

Il a souvent été montré que la rupture de pièces critiques avait pour origine les contraintes résiduelles de traction introduites par des procédés de fabrication. Le soudage, le découpage laser, l'électroérosion ainsi que le fraisage, tournage, perçage et la rectification peuvent générer des contraintes résiduelles de traction qui réduisent la limite d'endurance ou la durée de vie des pièces.

Le grenailage de précontrainte substitue les contraintes résiduelles de traction par des contraintes de compression. Ce phénomène a démontré son efficacité pour éviter les défaillances en fatigue, fatigue corrosion, corrosion sous contrainte, corrosion intergranulaire, fretting, grippage et usure.

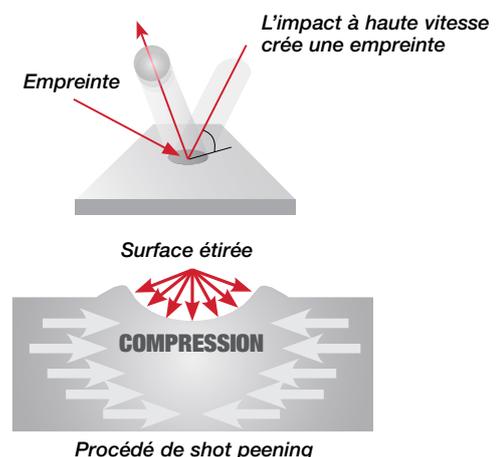
Ce traitement de surface est associé depuis longtemps à l'ingénierie des matériaux comme l'acier, l'acier inoxydable, l'aluminium, le titane et les alliages de cuivre. Il est un maillon essentiel du processus de fabrication dans l'industrie mécanique pour prévenir les ruptures en fatigue.

### Shot peening – comment ça marche?

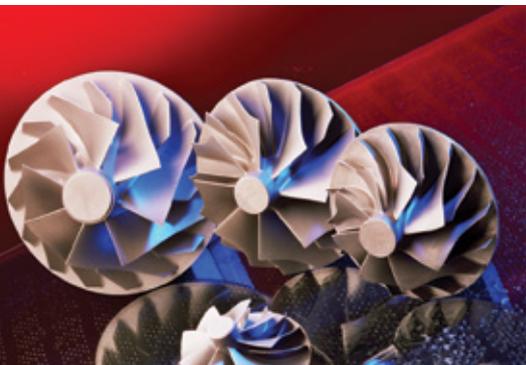
Le shot peening possède un rapport prix/efficacité très intéressant et peut être appliqué à toutes formes et dimensions de pièces et peut même s'appliquer sur site. Si on ajoute à cela des réductions de coûts de maintenance et une augmentation de la durée de vie des pièces, vous comprenez pourquoi les entreprises leaders imposent ce procédé dans leurs spécifications.

Le shot peening est un écouissage contrôlé avec des petites billes sphériques calibrées suivant des paramètres contrôlés prédéfinis.

La surface s'étire sous l'empreinte de la bille mais la sous couche non affectée tente de restaurer le volume initial. Ce phénomène génère une contrainte résiduelle de compression qui rend le matériau résistant aux initiations et propagations de fissures. Le média peut être en acier, acier inoxydable, verre ou céramique.



Pour plus d'information sur nos prestations dans le monde: [www.cwst.co.uk](http://www.cwst.co.uk)



Des contrôles rigoureux de diamètre, d'intensité, de recouvrement assurent l'homogénéité de la contrainte résiduelle de compression en amplitude et profondeur.

## Les origines du shot peening

Le procédé de martelage à température ambiante permet de dépasser la limite élastique du matériau et ainsi de le former et le durcir. Le premier exemple d'application connu est daté à 2700 avant JC sur un casque en or. Le processus a été largement utilisé pour façonner et durcir les armures pendant les croisades (1100-1400 après JC).

Le procédé reste relativement inchangé jusqu'à la révolution industrielle pendant laquelle le métal fut très étudié. Le roulage à froid a remplacé en grande partie le martelage et après bien des essais ou erreurs, la dureté et la durée de vie en fatigue ont été améliorées.

Pendant les années 1920, le bénéfice de la précontrainte mécanique est devenu mieux compris et A.C. Sampietro, un ingénieur automobile reconnu, raconte que les rayons de vilebrequin de voitures de courses européennes étaient martelés manuellement pour améliorer la tenue en fatigue.

Après de nombreuses recherches sur l'origine du grenailage de précontrainte, il est considéré qu'il est apparu entre les années 1927 et 1929 et par le développement de l'industrie automobile en l'introduisant sur les spécifications de la fabrication de ressorts de soupapes de Cadillac en décembre 1929.

## Critères de spécification du procédé

Pour s'assurer que le procédé de shot peening est conforme aux exigences les critères suivants doivent être étudiés :

### SELECTION DES PARAMETRES

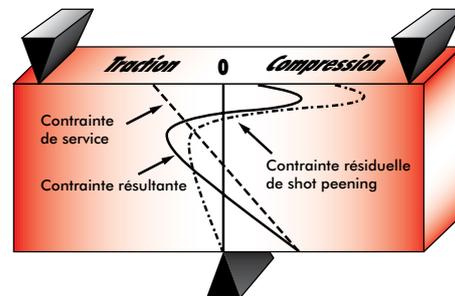
Le choix des paramètres de shot peening dépend de:

- La connaissance de l'application de la pièce
- Géométrie de la pièce
- Méthode de fabrication
- Propriétés mécaniques du matériau
- Sensibilité du matériau à la déformation
- L'environnement de travail
- Les conditions de services, charges et cycles
- Les coûts
- Le délai



### PROFONDEUR DE LA COUCHE COMPRIMÉE

Ceci représente la couche de protection du matériau résistante à l'initiation et la propagation de fissure. La profondeur est prédéterminée par l'énergie cinétique du



*Influence du shot peening sur la contrainte de service - Somme algébrique*

jet de grenailles et des caractéristiques mécaniques du matériau. L'épaisseur de la section devra également être considérée. Une couche profonde est généralement souhaitée pour optimiser la résistance à la propagation de fissure et se protéger d'environnements sévères.

### CONTRAINTE DE SURFACE

Son amplitude est généralement plus faible que la contrainte maximum située en sous couche mais peut être adaptée à l'application.

### LES CONTRÔLES DU PROCÉDÉ

Le grenailage de précontrainte doit être contrôlé rigoureusement pour assurer la précision, la fiabilité et la répétabilité des paramètres.

Il n'existe pas de méthode non destructive pour vérifier que le traitement a été effectué suivant les spécifications. Des techniques, comme la diffraction des rayons X, exigent le sacrifice d'une pièce pour obtenir un profil complet de contrainte résiduelle.

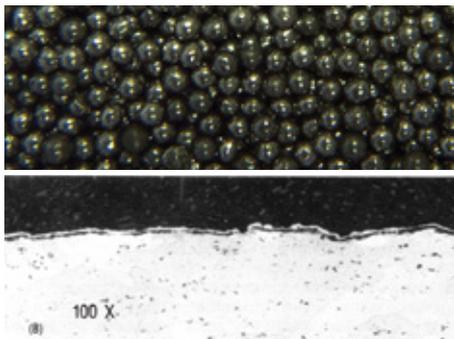
Cependant, pour vérifier que les lots de production sont conformes aux spécifications de grenailage, il est nécessaire de contrôler les paramètres suivant : le média, l'intensité Almen, le recouvrement.

Nous avons développé des équipements robotisés et des machines spécifiques dans le but d'assurer que le déplacement de la pièce au travers du jet de billes est conforme aux exigences.

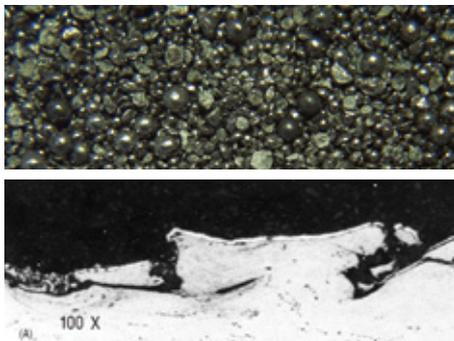


## CONTRÔLE DU MEDIA

Il est indispensable de contrôler la forme et le diamètre des billes pour obtenir une couche de contrainte résiduelle de compression uniforme en amplitude et profondeur.



Des billes déformées et de dimensions variables génèrent des contraintes résiduelles hétérogènes et des endommagements.



## CONTRÔLE DE L'INTENSITE

L'intensité du shot peening est la mesure de l'énergie cinétique du jet de billes. C'est l'un des moyens essentiels pour assurer la répétabilité du procédé. La contrainte résiduelle de compression induite dans la pièce est directement liée à cette énergie. L'intensité peut être augmentée en utilisant une taille et/ou une vitesse de bille supérieure.

L'angle d'impact et le type de media sont d'autres variables à considérer. L'intensité est mesurée en utilisant une éprouvette Almen et doit être vérifiée juste après le réglage machine puis à intervalles prédéfinis.

## CONTRÔLE DU RECOUVREMENT

Un recouvrement complet de la surface grenillée est primordial pour obtenir un shot peening de qualité. Le recouvrement est la mesure du pourcentage d'impact sur la surface traitée. Le recouvrement ne doit jamais être inférieur à 100% car les fissures de fatigue ou de corrosion sous contrainte peuvent s'initier dans une zone non impactée, donc non protégée par la contrainte résiduelle de compression. Certains matériaux se bonifient avec un recouvrement supérieur à 100%.

## Formage par grenailage

Le grenailage de précontrainte peut aussi être utilisé pour modifier la forme d'une pièce, par exemple pour créer une courbure aérodynamique d'un panneau de voilure d'avion. On obtient ainsi, dans le domaine élastique du matériau, une géométrie conforme aux tolérances. Les pièces formées par ce procédé n'ont pas d'abattement en fatigue de flexion et si l'on applique en plus, un shot peening de saturation, nous améliorons la charge admissible en fatigue et le panneau est protégé contre la corrosion sous contrainte.

## Correction de forme

Le redressage de pièces par grenailage peut également être très utile après des déformations générées par les procédés de fabrication comme la fonderie, le roulage, le forgeage, le traitement

thermique et l'usinage. Avec l'application d'un shot peening localisé, on allonge la peau du matériau et on redresse la pièce tout en introduisant des contraintes résiduelles de compression.

## Finition isotrope C.A.S.E.™

Cette technique, combinée avec un grenailage de précontrainte, est particulièrement adaptée aux engrenages qui obtiennent un aspect poli miroir. Le résultat est particulièrement intéressant pour réduire les endommagements au pitting, baisser la température de fonctionnement et baisser le coefficient de friction. Ce procédé est appliqué sur les engrenages de réducteurs, boîtes de vitesse et multiplicateurs pour augmenter leur durée de vie ou la charge admissible.

## Texturation de surface/Peentex

Une large gamme d'aspects de surfaces de type « peau d'orange » est obtenue par grenailage de précontrainte. Par exemples : Une surface antidérapante pour une poignée, l'application sur un revêtement ou un garde corps en inox pour donner un aspect esthétique, durcir la surface et ainsi offrir une plus grande résistance aux chocs, rayures, traces de doigts, graffiti et autocollants.

Cette finition non-directionnelle est aussi idéale sur les joints soudés pour leur donner un aspect uniforme. Le nettoyage plus facile rend le Peentex très adapté aux applications architecturales.



## Pourquoi devriez-vous choisir Curtiss-Wright Surface Technologies (CWST) pour appliquer vos traitements de surface?

Un réseau mondial avec plus de 75 usines, avec des équipes pour travaux sur sites

## Nous proposons une large gamme de traitements de surface

- Grenailage de précontrainte
- Formage par grenailage
- Laser peening
- Revêtements techniques
- Finition isotrope C.A.S.E.™
- Texturation de surface
- Essais matériaux
- Réparation et révision

Riche de notre histoire faite d'expérience et d'innovation depuis les frères Wright et Glen Curtiss qui ont fondé Curtiss Wright Corporation en 1929.

Comme source unique pour vos traitements de surface, nous pouvons améliorer votre délai et réduire vos coûts.

Nos clients nous font confiance pour améliorer la performance, la robustesse et la durée de vie de leurs pièces mais aussi pour la révision et réparation de pièces usées.

Notre longue expérience dans la protection des pièces par endommagements en fatigue, corrosion, usure, grippage, fretting et attaques environnementales dans des industries clés.

La conservation des certifications clients et de l'industrie est une priorité: ISO 9001:2008, NADCAP, AS9100 Rev C et ISO 13485.

Adapter nos services pour satisfaire vos besoins.



Le Dublin Spire - un exemple frappant de notre technique de texturation de surface montrant la polyvalence de grenailage contrôlé

## USINE DE BAYONNE

Metal Improvement Company  
14 chemin de Cazenave  
Zone industrielle de Saint Etienne  
64100 Bayonne

- T : 33(0)559 554 252
- W: [micbayonne@cwst.com](mailto:micbayonne@cwst.com)

## USINE DE MONTARGIS

Metal Improvement Company  
1065 rue du Maréchal Juin  
Zone industrielle  
45200 Amilly

- T : 33(0)238 855 807
- W: [micmontargis@cwst.com](mailto:micmontargis@cwst.com)

## USA COMPANY HQ

Metal Improvement Company  
Curtiss-Wright  
80 Route 4 East, Suite 310  
Paramus, New Jersey 07652, USA

- T: +1 (201) 843 7800
- E: [info@cwst.com](mailto:info@cwst.com)
- W: [www.cwst.com](http://www.cwst.com)

