

Méthodes de marquage direct de pièces

Identification lisible par machine pour les secteurs de l'automobile et de l'aéronautique



Le marquage direct de pièces ou DPM (Direct Part Marking) est un processus utilisé dans de nombreux secteurs industriels pour identifier de nombreux produits finis. Cette opération, également appelée « identification lisible par machine », se pratique couramment dans l'automobile et l'aéronautique pour marquer des codes alphanumériques et des codes DataMatrix 2D sur des pièces individuelles et des ensembles.

Ce guide technique propose une évaluation comparative des technologies de marquage les plus courantes utilisées pour le DPM, notamment le marquage laser, l'impression à jet d'encre, la micropercussion et la gravure électrochimique. Pour en savoir plus sur le codage et la vérification des codes, consultez notre Livre Blanc « *Mise en œuvre de l'identification par marquage direct de pièces* ».



Sommaire

Introduction	3
Méthodes de marquage	4
Marquage laser	6
Jet d'encre continu	8
Micropercussion et gravure électrochimique	10
L'essentiel	11

Le marquage direct de pièces : la nouvelle référence en matière de codage de pièces

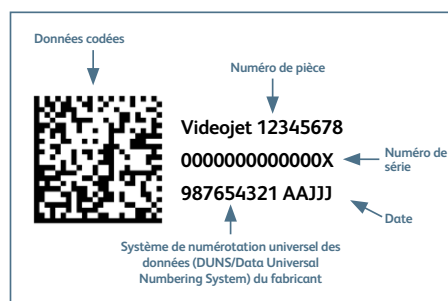
Plusieurs associations des secteurs de l'automobile et de l'aéronautique ont adopté les normes DPM. L'impression de codes lisibles par machine sur des pièces permet de suivre une pièce tout au long du processus de fabrication et de la ligne d'approvisionnement.

Le DPM permet aux fabricants de suivre les pièces tout au long du processus de production et de la ligne d'approvisionnement. Il est idéal pour identifier des pièces en vue de leur entretien ou de leur rappel et peut aider à régler les questions de responsabilité ou de garantie.

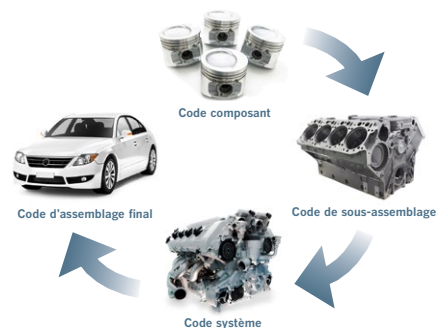
Dans la production de pièces, l'utilisation de codes lisibles par machine permet de réduire la nécessité d'une saisie manuelle, ce qui permet d'éviter les erreurs de codage et d'accélérer l'échange de données. Les codes générés électroniquement qui incluent des codes-barres 1D et 2D permettent de stocker simplement les données et de les utiliser dans les systèmes informatiques internes. Pendant plus de 20 ans, les codes-barres 1D ont été largement utilisés pour fournir des données, mais ce format est progressivement supplanté par les formats 2D. Cela s'explique par le fait que les codes 2D peuvent contenir davantage d'informations tout en occupant moins de place et peuvent être apposés au moyen de diverses méthodes de marquage direct.

Les trois piliers du DPM sont le codage, le marquage et la vérification. Le codage, c'est la restitution d'une suite de données dans un motif de cellules foncées et claires comprenant des données, des éléments de remplissage et des octets de correction d'erreur, qui sera ensuite utilisé par le dispositif de marquage. Le marquage, c'est l'impression de contenu directement sur une pièce à l'aide de la technologie adaptée au support. La vérification, c'est l'acte de contrôler l'exactitude et la qualité du code. Elle suit généralement l'impression du produit au poste de marquage.

Exemple de code DPM



Traçabilité tout au long du cycle de vie



Méthodes de marquage

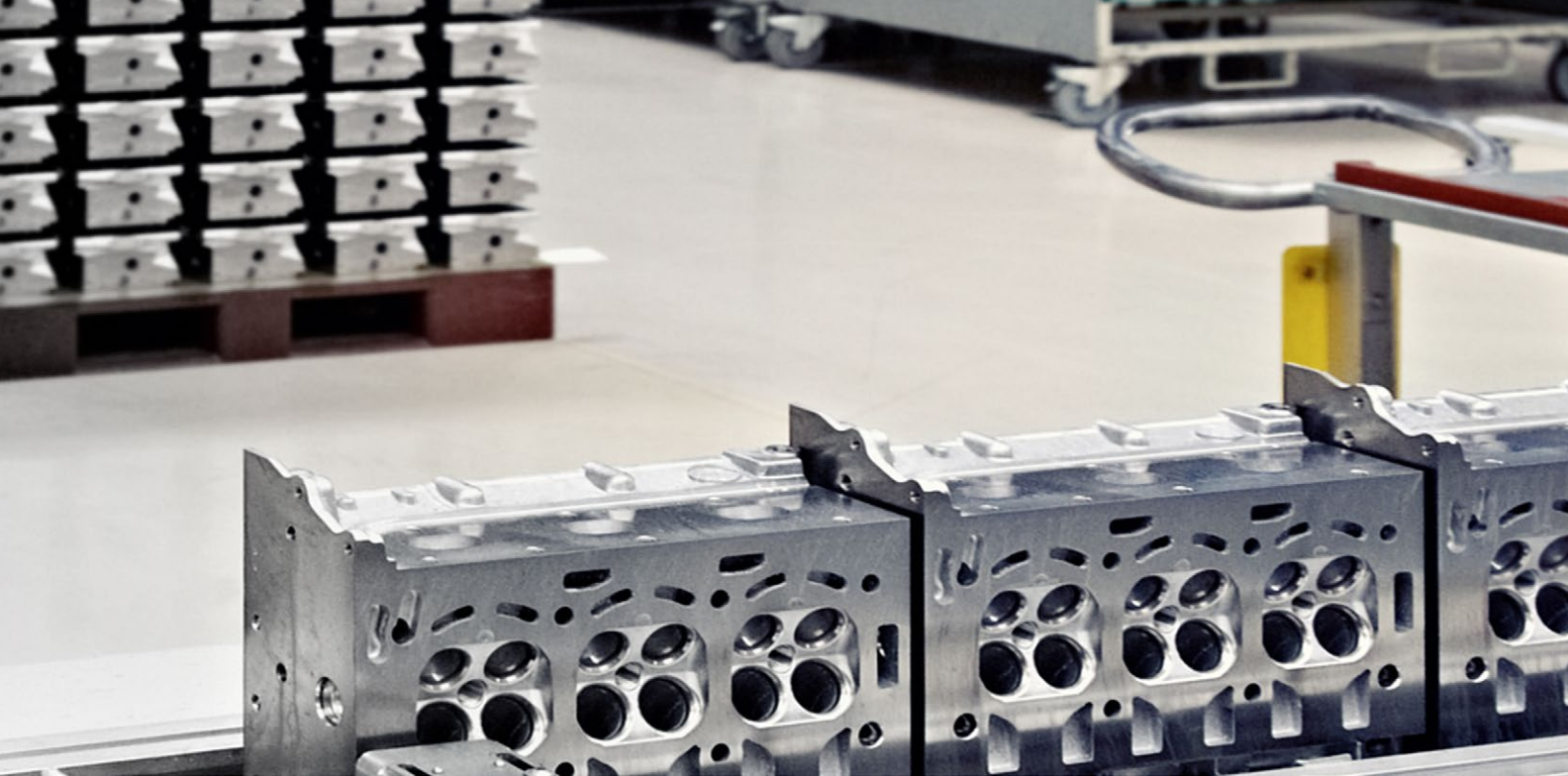
Outre le choix du format et du contenu du code, il est important de réfléchir à la méthode de marquage de pièce la plus appropriée. Le DPM est généralement plus avantageux que d'autres options, telles que la pose d'étiquettes. Les caractéristiques physiques et la composition de la pièce peuvent toutefois aussi poser des problèmes de marquage pour les fabricants.

Dans les secteurs de l'automobile et de l'aéronautique, le marquage laser, l'impression à jet d'encre continu, la micropercussion et la gravure électrochimique sont les méthodes de codage les plus courantes. Lors de la comparaison de ces technologies de marquage, il est important de tenir compte du matériau à marquer, de la flexibilité du processus, des facteurs de coûts, de la cadence, du rendement et de la possibilité d'automatiser le processus de marquage.

S'il est possible d'utiliser le DPM sur des matériaux très divers, chaque support comporte des particularités qui lui sont propres : rugosité, capacité à résister aux contraintes thermiques et fragilité du matériau à marquer.

Technologie d'impression et adéquation du support

		Aluminium	Cuivre	Titane	Fer	Acier	Magnésium	Céramique	Verre	Matière synthétique
Laser	Laser CO ₂								•	•
	Laser à semi-conducteur	•	•	•	•	•	•	•		•
Jet d'encre continu		•	•	•	•	•	•	•	•	•
Micropercussion		•	•		•	•				•
Gravure électrochimique		•	•	•	•	•	•			



Comparaison des options de marquage courantes

	Laser	Jet d'encre continu	Micropercussion	Gravure électrochimique
Flexibilité Impression sur surfaces difficiles, distance entre la pièce et l'appareil de marquage	Haute	Moyenne	Moyenne	Basse
Investissement/coût initial	Haute	Moyenne	Basse	Basse
Facilité d'intégration Facilité de communication avec l'automate programmable dans la cellule de production et espace nécessaire pour l'installation et la maintenance	Haute	Haute	Moyenne	Basse
Type de méthode de marquage <u>Sans contact</u> (l'appareil de marquage ne touche pas la pièce) <u>Contact</u> (l'appareil de marquage touche la pièce)	Sans contact	Sans contact	Contact	Contact
Résistance à l'abrasion de la marque	Haute	Basse	Haute	Haute
Mobilité Facilité de transfert de l'équipement de marquage à un autre endroit de la ligne de production	Basse	Haute	Haute	Haute
Contrainte thermique ou chimique	Oui	Non	Non	Oui

Marquage laser



La technologie laser est une solution souvent retenue pour imprimer des codes permanents sur des pièces. Les systèmes de marquage laser appliquent des codes clairs et de haute qualité, dans des conditions de production très variées. Les marques sont apposées en utilisant de la chaleur plutôt que de l'encre. Les lasers sont donc souvent jugés plus rapides et plus propres que les autres systèmes de codage, et nécessiter moins de maintenance que ces derniers.

Les systèmes de marquage laser peuvent générer des marques de haute qualité, y compris des codes linéaires et 2D, des caractères optiques et des messages alphanumériques sur divers supports. Des variations de la longueur d'onde spécifiée, de la tête de marquage et de la lentille choisie entraîneront des effets de marquage différents sur un support donné.

Les effets du marquage laser sont variables. La réaction chimique entre le laser et le produit entraîne un changement de couleur. Une gravure de la surface, une ablation ou une suppression de couleur dans la couche de surface afin de révéler la couleur sous-jacente, différente, est également possible. Citons également la carbonisation ou la gravure à chaud contrôlée de matériaux à base de bois ou de carton. Sans oublier la fusion de différents matériaux plastiques pour obtenir un effet bombé ou concave.

Méthodes de marquage laser

	Illustration	Description	Matériaux	Exemple
Ablation		Élimination de la couche supérieure d'un support, normalement peint, par vaporisation de peinture.	Carton, plastique, verre, métal	
Gravure		Élimination plus en profondeur formant une dépression dans le matériau.	Plastique, métal	
Trempe		Le support réagit à un faisceau laser d'une certaine longueur d'onde en modifiant la formation de la structure.	Plastique	
Changement de couleur/décoloration		Un changement de couleur se produit à l'endroit où le laser entre en contact avec la surface du support.	PVC, métal, plastique, feuille métallisée	
Gravure interne		Élimination interne de la couleur sans toucher la couche de protection laminée supérieure.	Verre, Plexiglas	
Fissuration		Le matériau réagit au faisceau laser en provoquant des microfissures sur la surface.	Verre	

Parmi les technologies laser utilisées pour le marquage de pièces, citons le laser à gaz (lasers CO₂, etc.) et les lasers à semi-conducteur (lasers YAG, fibrés, etc.). Les lasers à gaz conviennent particulièrement au marquage du verre et de supports synthétiques. Les lasers à semi-conducteur peuvent marquer pratiquement n'importe quel matériau. Les lasers fibrés offrent, quant à eux, des avantages supplémentaires : faible encombrement et longue durée de vie.

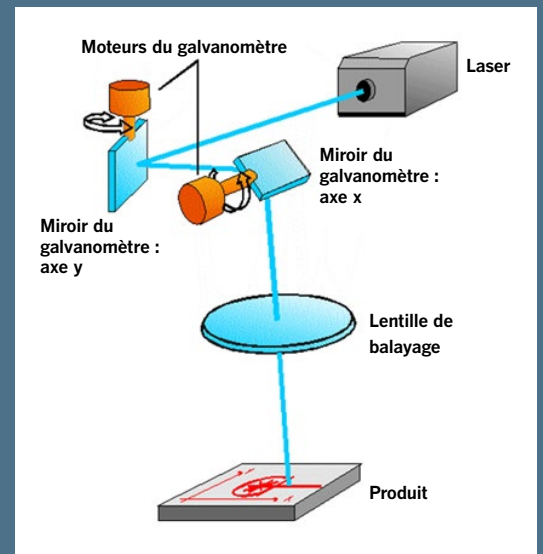


Schéma de la technologie laser CO₂

Évaluation des systèmes de marquage laser

Les systèmes laser constituent une méthode de marquage de produit très flexible tout en offrant un niveau élevé d'automatisation du processus de production dans de nombreux secteurs. Le laser est un excellent choix pour les cadences élevées et les équipements nécessitant peu de maintenance. Les systèmes laser sophistiqués offrent des champs de marquage supérieurs, ce qui permet de marquer plusieurs pièces sans avoir à réorienter le laser ou le plateau de composants, et d'ainsi améliorer le rendement. Un grand champ de marquage permet également d'optimiser les réglages de puissance.

Tous les systèmes de marquage laser ne se valent pas, et l'expertise peut faire la différence en vous aidant à spécifier le laser adapté à votre ligne. Il est recommandé de travailler avec un partenaire de codage qui propose un vaste choix de configurations laser. Vous pourrez ainsi déterminer et intégrer plus facilement la solution optimale adaptée à vos besoins, sans se tromper en optant pour une solution laser trop puissante pour votre application.

Avantages et inconvénients du marquage laser

Le marquage laser produit des marques très précises sur un vaste éventail de supports, ce qui offre un niveau élevé de flexibilité et de lisibilité. Plus rapide que la micropercussion, l'impression à jet d'encre continu et la gravure électrochimique, le marquage laser permet aussi d'accroître le rendement et l'efficacité dans les environnements de production de masse. Par ailleurs, l'absence de consommables permet de réduire les frais de fonctionnement et de maintenance.

Lors de l'utilisation de systèmes de marquage laser, le matériau marqué est soumis à une contrainte thermique, ce qui peut nuire à l'intégrité de la pièce. Il est également recommandé d'appliquer une procédure de sécurité consistant à installer un écran de protection de faisceau afin de contenir le laser et de protéger les opérateurs.



Jet d'encre continu

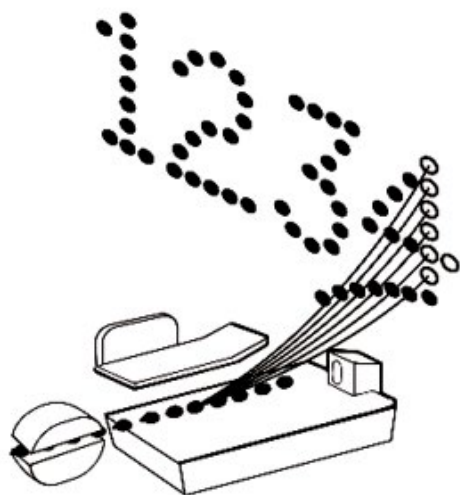
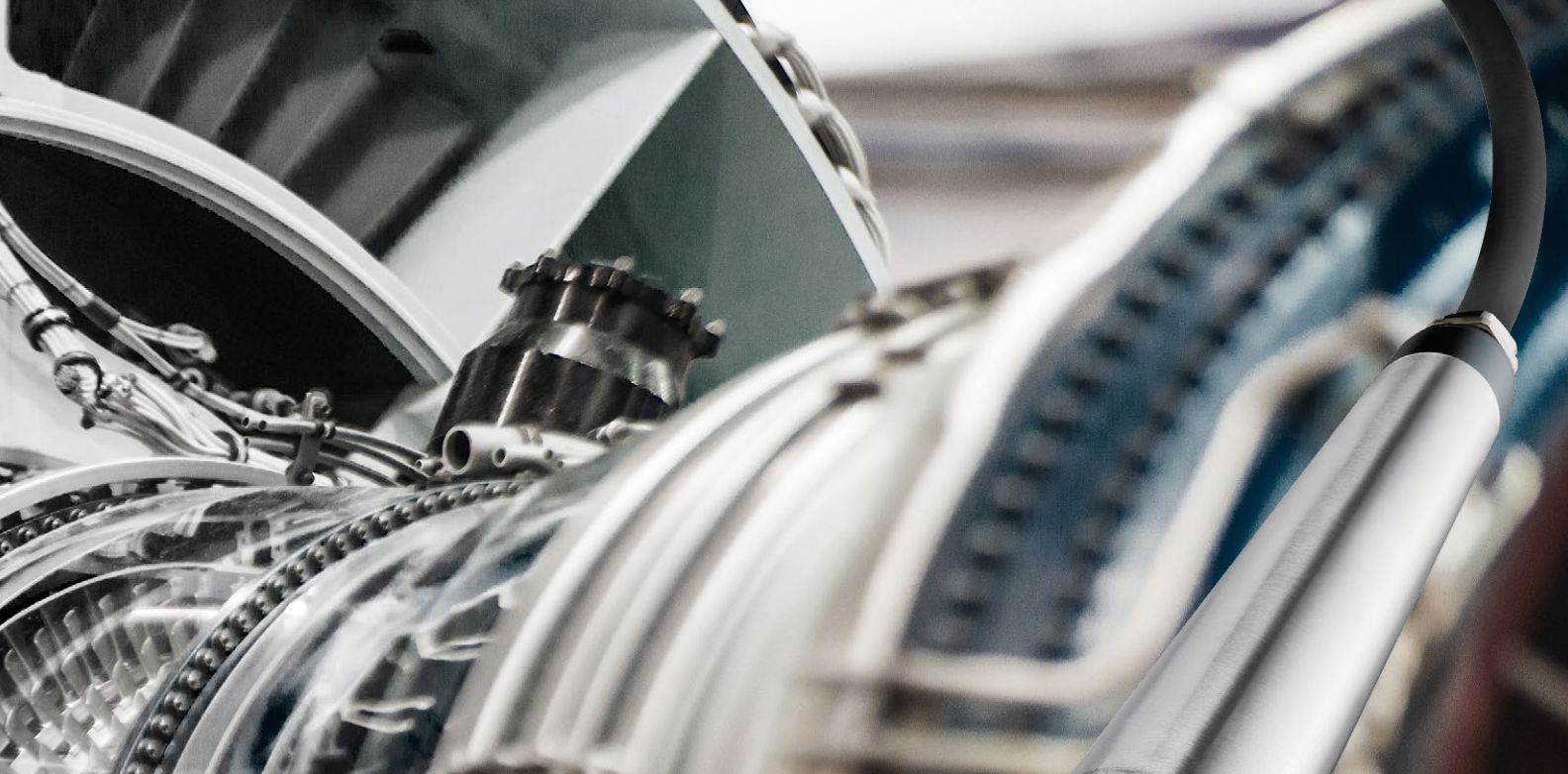


Schéma de la technologie d'impression à jet d'encre continu

L'impression à jet d'encre continu permet d'effectuer un codage sans contact sur des produits très divers. Avec cette technologie, un flux de gouttelettes d'encre est projeté sur le produit via une tête d'impression. Le jet d'encre est projeté par la tête d'impression via une buse et un signal ultrasonore scinde le jet d'encre en fines gouttelettes. Ces gouttelettes d'encre individuelles se séparent alors du flux et reçoivent une charge qui détermine leur positionnement vertical pour former les caractères imprimés sur le produit. Les imprimantes à jet d'encre continu permettent d'imprimer de manière lisible sur pratiquement n'importe quelle surface, lisse ou irrégulière, et d'appliquer des codes sur le côté, le dessus, le fond, voire l'intérieur d'un produit. Elles conviennent parfaitement pour les surfaces convexes, concaves, irrégulières, mais aussi les surfaces très petites ou difficiles à atteindre, où une méthode d'impression sans contact serait efficace.

L'impression à jet d'encre continu est une technologie idéale pour imprimer des codes DataMatrix car les gouttelettes, formées distinctement et utilisées pour créer ces codes, assurent une excellente lisibilité. Les têtes d'impression à jet d'encre industrielles peuvent également être éloignées de la surface de marquage et malgré tout offrir des codes clairs et nets. L'investissement de départ que demande une imprimante à jet d'encre continu est habituellement inférieur à celui d'un laser, et cette technologie permet d'imprimer sur un plus vaste éventail de matériaux, en fonction de l'encre choisie. Ces imprimantes offrent par ailleurs des vitesses de marquage élevées et peuvent être dotées de fonctions automatiques afin de garantir que le bon code soit apposé sur le bon produit.



Évaluation des imprimantes à jet d'encre continu

Les imprimantes à jet d'encre continu produisent des lignes de code simples et sont parfaitement adaptées au marquage des pièces destinées aux secteurs de l'automobile et de l'aéronautique. Rentables pour les producteurs travaillant avec des volumes faibles à moyens, elles peuvent aisément s'intégrer à un matériel de production existant. Les encres pour l'impression à jet d'encre continu sèchent rapidement et conviennent tant aux environnements de production à cadence élevée qu'aux volumes plus petits. La technologie d'impression à jet d'encre continu est également sans contact et n'endommage ni ne détériore la surface de la pièce.

Avantages et inconvénients du jet d'encre continu

L'impression à jet d'encre demande généralement un faible investissement de départ et permet d'imprimer sur un large éventail de supports, renforçant ainsi la flexibilité de la technologie. Les vitesses d'impression élevées disponibles permettent aussi d'augmenter le rendement.

Néanmoins, l'impression à jet d'encre impose certaines précautions, telles que la propreté du produit à marquer afin que le code soit clair. Cette exigence peut compliquer et allonger le processus de production, voire nécessiter des frais supplémentaires lorsque des dispositifs de nettoyage spéciaux sont nécessaires. Les codes obtenus, même s'ils sont durables, ne pourront peut-être pas résister aux mêmes aléas que les codes réalisés par marquage laser ou micropercussion. La plupart d'entre eux peuvent, en outre, être éliminés au moyen de certains solvants.



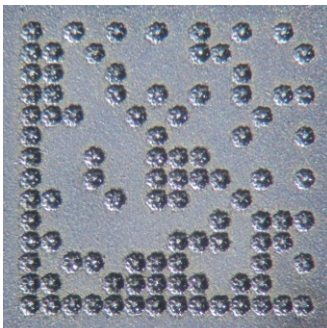
Micropercussion et gravure électrochimique

Micropercussion

Les deux autres types de marquage couramment utilisés dans le secteur automobile et l'aéronautique sont la micropercussion et la gravure électrochimique. En marquage par micropercussion, une aiguille de marquage en retrait est utilisée pour créer une empreinte pour chaque point du code DataMatrix. Le contraste nécessaire pour permettre la vérification précise des codes provient de la lumière qui se réfléchit différemment sur les empreintes et la surface du produit. Dans certains cas, un point de code est représenté par quatre empreintes très proches les unes des autres, formant des points de code plus grands qui paraissent constituer un carré.

Avantages et inconvénients du marquage par micropercussion

La micropercussion demande généralement un faible investissement initial et fournit des marques permanentes. Comme elle consiste simplement à former une empreinte dans la surface, cette technologie n'endommage pas le produit marqué et ne nuit pas non plus à son intégrité. Toutefois, l'entretien et le remplacement des aiguilles induit des frais réguliers en raison de l'usure générée pendant le processus de marquage. De plus, certains produits plus fins ne se prêtent pas à la micropercussion car le produit est transpercé, faute d'une épaisseur de matière suffisante.



Gravure électrochimique

À la différence de la micropercussion, la gravure électrochimique élimine des couches de matériau par électrolyse. Ce processus de gravure chimique transfère une image d'un stencil sur un produit électroconducteur sous l'effet de l'électrolyte et de l'électricité. Le processus de marquage par gravure chimique présente l'avantage d'être facile à utiliser, peu coûteux et de procurer une marque de haute qualité. Ce processus permet d'obtenir une marque « oxydée » ou « gravée » noire haute résolution et convient à la fois aux métaux souples et très durs.

Avantages et inconvénients de la gravure électrochimique

La gravure électrochimique permet d'obtenir des marques très précises, et donc des codes d'une grande lisibilité. Elle offre d'excellents résultats sur les métaux très durs et présente le coût d'investissement le plus bas parmi les technologies couramment utilisées pour le marquage de pièces. Cette technologie ne peut cependant être utilisée que pour marquer des matériaux métalliques conducteurs. Cette contrainte limite donc sa flexibilité. Des moules préformés sont nécessaires pour chaque code, ce qui limite davantage la flexibilité de cette technologie.

L'essentiel :

Le marquage direct des pièces est essentiel pour permettre la traçabilité des pièces tout au long du processus de fabrication et de la ligne d'approvisionnement.

Leader mondial de la technologie de codage, Videojet comprend les exigences d'une production optimisée et celles, complexes, du marquage direct de pièces. Chaque environnement de production et chaque support est unique et nécessite une attention particulière lors du choix d'une technologie de codage.

Avec l'adoption croissante du codage 2D dans l'industrie, les fabricants passent progressivement au marquage laser ou à l'impression à jet d'encre continu. À la différence de certains fournisseurs de solutions de codage dans les secteurs de l'automobile et de l'aéronautique, Videojet propose un vaste éventail de technologies, parmi lesquelles le marquage laser et l'impression à jet d'encre continu, ce qui facilite plus que jamais le choix de la solution appropriée. De nombreux grands équipementiers et fournisseurs de pièces font déjà confiance à nos spécialistes du codage et techniciens de maintenance pour les aider à déterminer, intégrer et maintenir les bonnes solutions de codage pour leurs lignes et cellules de production. Leur expertise, combinée à des produits d'exception, vous aide à assurer votre production en continu, ou presque, même dans les environnements les plus difficiles.

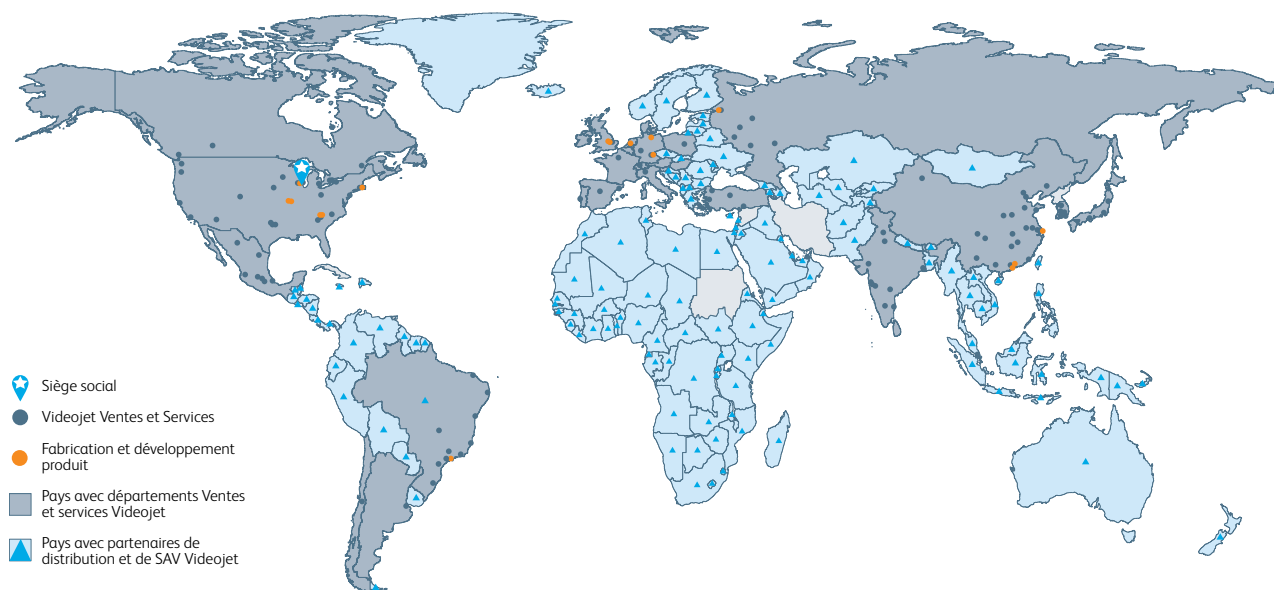
Faites confiance à l'expertise d'un leader mondial du codage de produits. Faites confiance à Videojet.

La tranquillité d'esprit en standard

Videojet Technologies est un leader mondial sur le marché de l'identification des produits, fournissant des solutions d'impression en ligne, de codage et de marquage des produits, des consommables spécifiques aux applications ainsi que des services adaptés au cycle de vie des produits.

Notre objectif est de travailler en partenariat avec nos clients dans l'industrie de l'emballage et des biens de consommation, des produits pharmaceutiques et des biens industriels afin d'améliorer leur productivité, de protéger et de développer leurs marques, ainsi que d'anticiper les tendances et réglementations de l'industrie. Grâce à l'expertise de nos équipes, soucieuses d'apporter la meilleure réponse aux applications des clients, et au leadership technologique de nos imprimantes jet d'encre continu (CIJ), jet d'encre thermique (TIJ), codage laser et surimpression à transfert thermique (TTO), codage cartons, étiquetage, et impression grands caractères, Videojet compte plus de 325 000 imprimantes installées dans le monde entier.

Nos clients s'appuient sur le savoir-faire de Videojet pour marquer quotidiennement plus de dix milliards de produits. Les services projets, ventes, le service client et la formation, sont assurés en direct par plus de 3 000 employés dans 26 pays à travers le monde. Le réseau de distribution de Videojet compte également plus de 400 distributeurs et des OEM répartis sur 135 pays.



Contactez le **0810 442 800**
(prix d'un appel local)
envoyez un e-mail à **marquage@videojet.fr**
ou rendez-vous sur le site **www.videojet.fr**

Videojet Technologies SAS
ZA Courtaboeuf / 16 av. du Québec / Bât. Lys
91140 Villebon Sur Yvette / France

© 2014 Videojet Technologies SAS — Tous droits réservés.

Videojet Technologies s'est fixé comme politique de toujours améliorer ses produits. Nous nous réservons le droit de modifier la conception et/ou les spécifications de nos produits sans préavis.