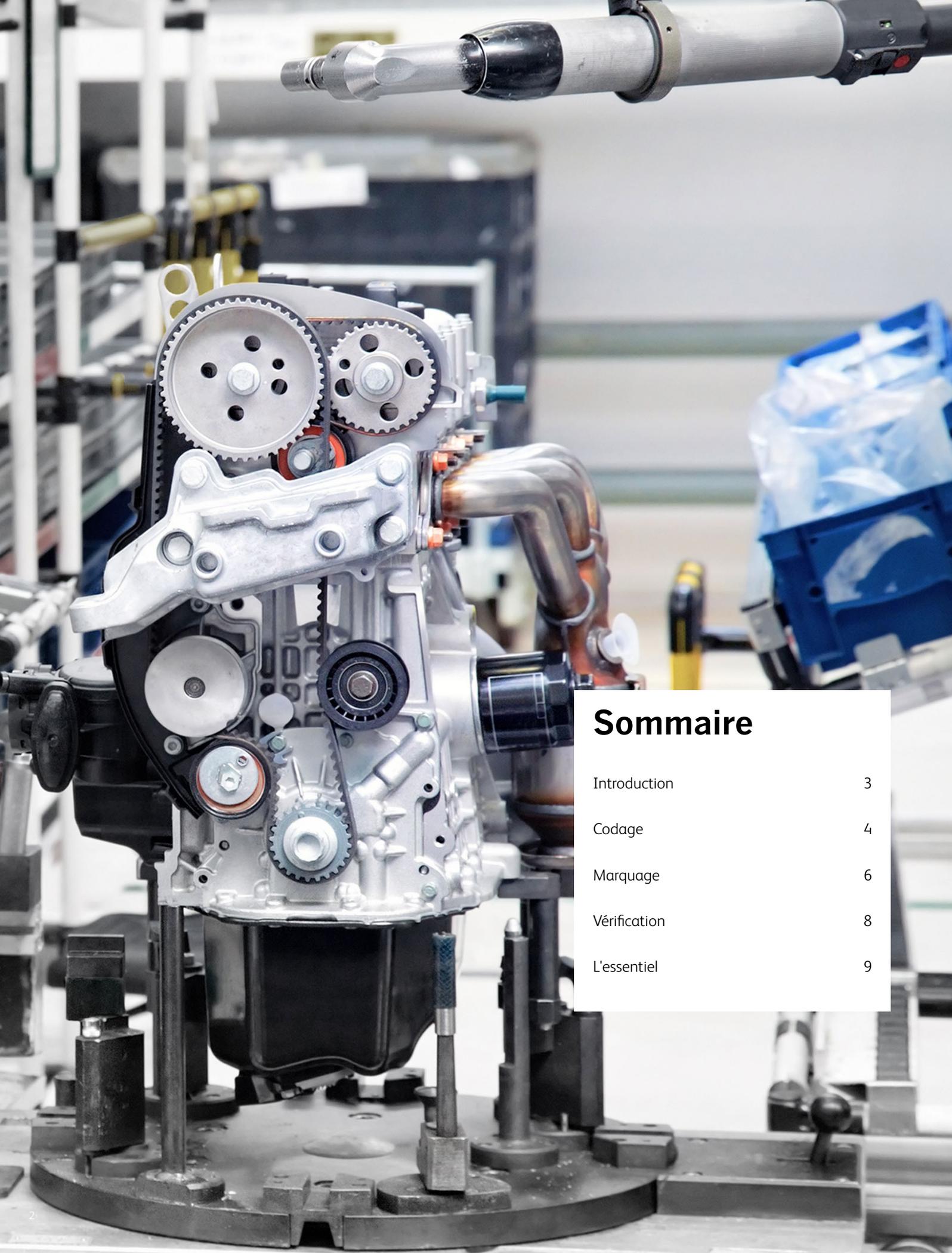


Mise en œuvre de l'identification par marquage direct de pièces

Considérations relatives au codage, au marquage et à la vérification des pièces automobiles et aéronautiques



L'identification par marquage direct des pièces ou DPMI (Direct Part Mark Identification) 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-barres sur des pièces individuelles et des ensembles. Ce Livre Blanc présente les exigences de codage, les options d'application des codes et les critères de vérification pour la DPMI.



Sommaire

Introduction	3
Codage	4
Marquage	6
Vérification	8
L'essentiel	9

Introduction

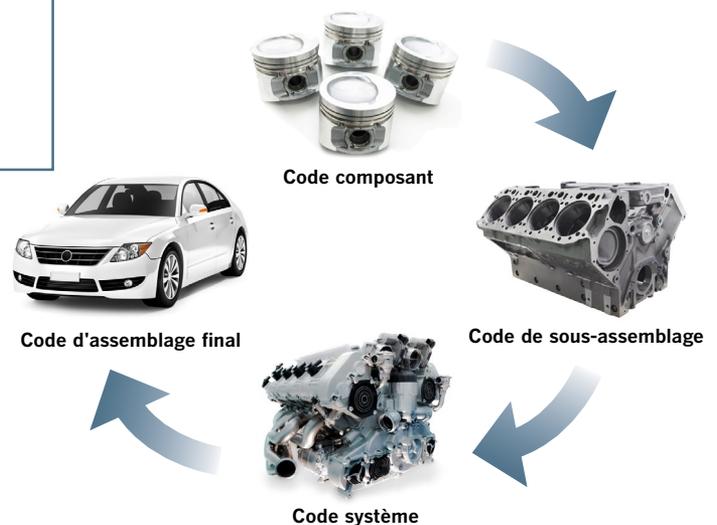
Plusieurs associations des secteurs de l'automobile et de l'aéronautique ont adopté les normes DPMI. L'impression de codes lisibles par machine sur des pièces permet de suivre une pièce tout au long du processus de fabrication et de la ligne d'approvisionnement. Certains fabricants utilisent la DPMI pour suivre des pièces de valeur afin de lutter contre le vol ou la contrefaçon, pour repérer les pièces à entretenir ou faisant l'objet d'un rappel, pour déterminer les responsabilités ou encore pour résoudre les problèmes 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 le format 2D dans de nombreux processus de production automobiles et aéronautiques. 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 de la DPMI 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.



Traçabilité tout au long du cycle de vie



Codage

Quantité, type et qualité des données pour les codes DataMatrix

La taille du code DataMatrix est déterminée par le type et la quantité de données à coder. Un code DataMatrix est un code-barres matriciel 2D composé de modules noirs et blancs organisés en carré ou en rectangle. Un symbole peut contenir jusqu'à 3 116 caractères numériques ou 2 335 caractères alphanumériques. Actuellement, le code DataMatrix ECC 200 est la norme dans les secteurs automobile et aéronautique.

Le GS1 (Global Standards One) est l'organisme international qui régit les normes pour les applications de codes-barres. Il est possible d'imprimer les codes DataMatrix GS1 dans un format carré ou rectangulaire. Le format carré est généralement utilisé, car il propose le plus grand éventail de tailles et est le seul disponible pour les symboles contenant une grande quantité de données. Le plus grand symbole rectangulaire peut coder 98 chiffres, contre 3 116 pour le plus grand symbole carré.

La symbologie DataMatrix GS1 propose plusieurs dimensions en fonction du contenu des données variables. La symbologie DataMatrix GS1 offre 24 tailles du format carré, allant de modules 10x10 à des modules 144x144, sans compter la zone vierge environnante 1-X. Le format rectangulaire se décline en 6 tailles, allant de modules 8x18 à des modules 16x48, sans compter la zone vierge environnante 1-X.

Taille du symbole																								
Lignes	10	12	14	16	18	20	22	24	26	32	36	40	44	48	52	64	72	80	88	96	104	120	132	144
Colonnes	10	12	14	16	18	20	22	24	26	32	36	40	44	48	52	64	72	80	88	96	104	120	132	144
Capacité de données																								
Numérique	6	10	16	24	36	44	60	72	88	124	172	228	288	348	408	560	736	912	1152	1392	1632	2100	2608	3116
Alphanumérique	3	6	10	16	25	31	43	52	64	91	127	169	214	259	304	418	550	682	862	1042	1222	1573	1954	2335
Octet	1	3	6	10	16	20	28	34	42	60	84	112	142	172	202	278	366	454	574	694	814	1048	1302	1556



Exemple de code DataMatrix carré

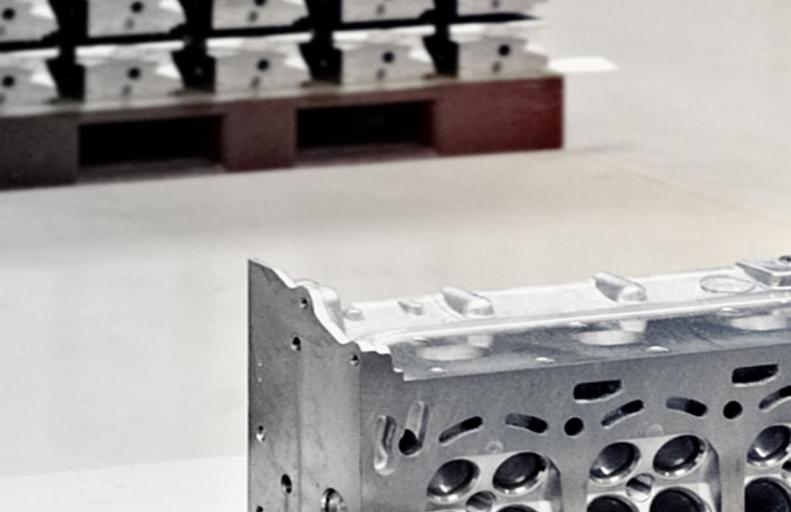
Capacité de données d'un code DataMatrix carré par rapport à la taille du symbole (nombre de points dans les lignes et colonnes) et type de données utilisé

Taille du symbole						
Lignes	8	8	12	12	16	16
Colonnes	18	32	26	36	36	48
Capacité de données						
Numérique	10	20	32	44	64	98
Alphanumérique	6	13	22	31	46	72
Octet	3	8	14	20	30	47

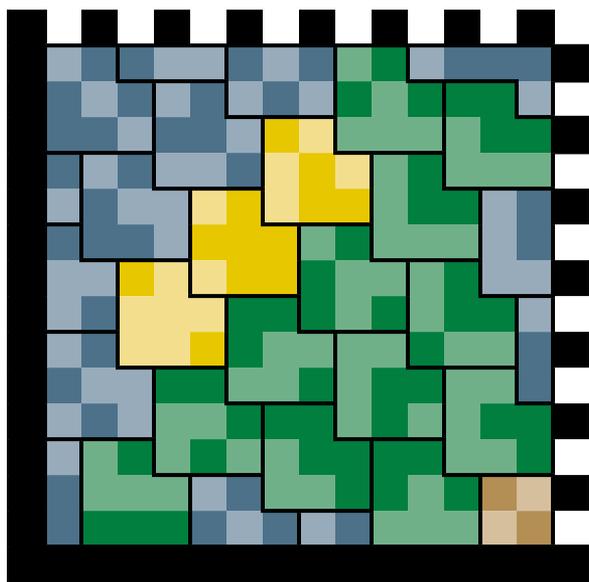


Exemple de code DataMatrix rectangulaire

Capacité de données d'un code DataMatrix rectangulaire par rapport à la taille du symbole (nombre de points dans les lignes et colonnes) et type de données utilisé



Dans un code DataMatrix, les données sont mémorisées selon un schéma particulier. Chaque point représente un bit. Les points foncés sont interprétés comme des « 1 » et les points clairs comme des « 0 ». Ensemble, huit bits forment un octet et sont appelés un « mot code ». Celui-ci doit contenir au moins un caractère alphanumérique et deux caractères numériques.



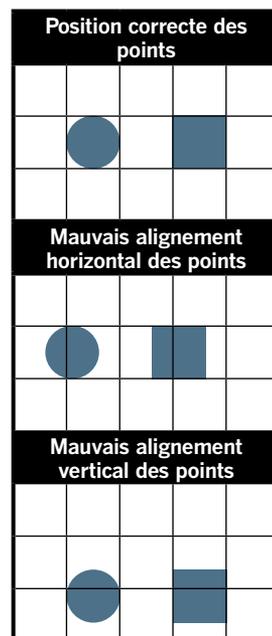
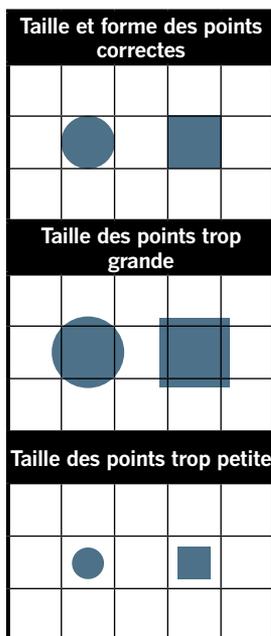
Description du mode de répartition des données dans un code DataMatrix. Les huit bits de chaque octet sont affichés dans la même couleur. La forme en « L » pleine à l'extérieur correspond au schéma d'alignement. Les deux autres côtés du motif de repérage sont constitués alternativement d'éléments clairs et foncés. Le reste du code contient des octets de données, de remplissage, de correction des erreurs, de repérage et de cadencement, ainsi que des cellules inutilisées.

En ce qui concerne les codes ECC 200, les données utilisateur sont codées avec l'algorithme de correction des erreurs Reed-Solomon. Avec cet algorithme, le contenu obligatoire des données s'accompagne de données redondantes. En cas de destruction des données, les données redondantes permettent de calculer les données perdues. Même en cas de destruction ou de contamination de 62 % du code, selon la taille du symbole, le calcul reste possible. Les données supplémentaires placées dans le code garantissent une sécurité élevée, mais l'espace requis est très limité. La redondance des données dans les codes DataMatrix assure un degré élevé de lisibilité et d'intégrité.

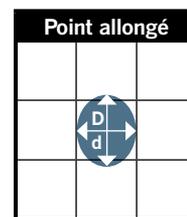
Qualité des codes créés

Outre les principes de base de la création de codes, d'autres facteurs doivent être pris en compte pour garantir la lisibilité et la fiabilité des codes DataMatrix. Les points à l'intérieur d'un code DataMatrix peuvent être de forme ronde ou carrée. Les méthodes comme la micropercussion et l'impression à jet d'encre produisent des points ronds qui, selon les normes relatives aux codes, ne doivent pas être plus grands de 105 % ou plus petits de 60 % que la taille de point idéale. Si les points sont trop grands, ils peuvent se toucher ou se chevaucher et former un grand point, ce qui rend le code illisible. Si les points sont trop petits, l'espace blanc entre eux sera trop important, ce qui génère une impression insuffisante pour obtenir un code fiable. Des valeurs limites seront, par ailleurs, établies pour les écarts par rapport au cercle idéal afin de veiller à ce que les points ronds produits forment un code permettant une lecture fiable.

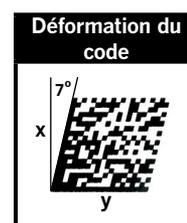
La position des points à l'intérieur de la matrice est essentielle à la fiabilité des codes. Les points ne doivent pas s'écarter de la grille de référence ou de la position idéale des points (centre des points), que ce soit dans le sens vertical ou horizontal. De plus, le code ne doit pas être déformé. Selon les normes actuelles en matière de code, l'angle idéal entre l'axe des X et l'axe des Y est de 90°, mais un écart de 7° est acceptable.



Selon la méthode de marquage retenue, il se peut que seuls des points ronds puissent être produits. Des paramètres sont définis pour les écarts par rapport à la forme idéale du cercle pour garantir la lisibilité du code. La différence entre un « D » et un « d » ne doit pas dépasser 20 % de la taille du point.



Le code peut être déformé lors du marquage ou de la lecture, et tout doit être mis en œuvre pour éviter sa déformation. L'angle idéal entre l'axe des X et l'axe des Y doit être de 90°. Un écart de 7° est toléré.



Marquage

La méthode de marquage optimale dépend du support et des exigences de codage de votre pièce

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. 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 les plus courantes.

Les codeurs laser CO₂ utilisent de la lumière laser infrarouge générée par une décharge radioélectrique dans un mélange de gaz au dioxyde de carbone. Ces systèmes lasers effectuent un codage thermique en modifiant la couleur de surface par fusion, par moussage ou par retrait de matériau de surface pour créer le code.

Le laser UV utilise la lumière ultraviolette pour produire un marquage « froid » fiable et permet une impression parfaite sur de nombreux supports. Les lasers UV sont idéals pour le marquage direct de codes permanents de haute qualité pour éviter le risque de contrefaçon ou à des fins de traçabilité des produits.

Avec la technologie d'impression à jet d'encre continu, un jet d'encre passe dans une buse de la tête d'impression, et un signal ultrasonore scinde le jet d'encre en fines gouttelettes. Ces gouttelettes se séparent du flux et reçoivent une charge qui détermine leur positionnement vertical pour former les caractères imprimés sur le produit.

En marquage par micropercussion, une aiguille de marquage en retrait est utilisée pour créer une empreinte pour chaque point du code DataMatrix.

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.

Comparaison des options de marquage courantes

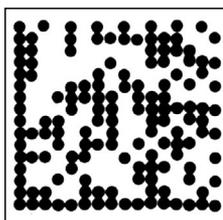
	Laser	Jet d'encre continu	Micropercussion	Gravure électrochimique
Matériaux aptes au marquage Diversité des supports	Haute	Haute	Moyenne	Basse
Flexibilité Impression sur surfaces difficiles, distance entre la pièce et l'appareil de marquage	Haute	Moyenne	Moyenne	Basse
Investissement/coût initial	Haute	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 <i>Sans contact</i> (l'appareil de marquage ne touche pas la pièce) <i>Contact</i> (l'appareil de marquage touche la pièce)	Sans contact	Sans contact	Avec contact	Avec 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



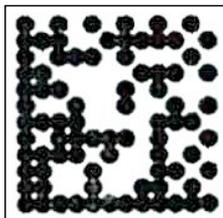
Les critères concernant le type de support et les exigences en matière de codage du produit conditionnent le choix de la méthode de codage la plus appropriée. Le tableau ci-dessous présente les types de supports les mieux adaptés à chaque type de technologie.

Technologie d'impression et adéquation du support

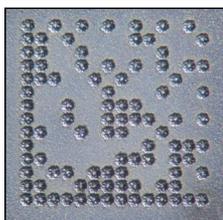
		Aluminium	Cuivre	Titane	Fer	Acier	Magnésium	Céramique	Verre	Matière synthétique
Laser	Laser CO ₂								•	•
	Laser à semi-conducteur	•	•	•	•	•	•	•		•
	Laser UV	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Jet d'encre continu		•	•	•	•	•	•	•	•	•
Micropercussion		•	•		•	•				•
Gravure électrochimique		•	•	•	•	•	•			



Code DataMatrix imprimé avec la technologie à jet d'encre continu



Code DataMatrix imprimé avec la technologie laser



Code DataMatrix imprimé avec la technologie de micropercussion

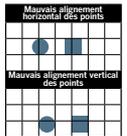
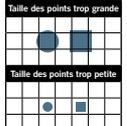
Contactez votre spécialiste du codage pour choisir la solution adaptée à votre application de marquage.

Vérification

Confirmation de la qualité et de l'exactitude du contenu des codes 2D

La vérification des codes 2D permet aux fabricants d'évaluer les performances du matériel de DPMI utilisé. Les systèmes de vérification peuvent envoyer instantanément des alertes en cas d'échec de la vérification des codes produits, de manière à analyser et à corriger les problèmes éventuels liés à l'équipement. Les systèmes de vérification sont généralement équipés d'une caméra fixe, d'éléments optiques, d'un éclairage, de fixations pour pièces et d'un logiciel de vérification. Les systèmes de vérification de DPMI doivent être adaptés à l'application et fournir le retour spécifique requis par chaque utilisateur. Au moment de choisir un système de vérification, les utilisateurs doivent savoir ce que l'équipement vérifie et la façon précise dont les données de vérification sont utilisées pour respecter les spécifications en matière de code.

Selon la norme, les critères suivants sont utilisés pour évaluer les codes DataMatrix :

Critères d'évaluation	Description	Niveau	Utilisation conforme à la norme		
			ISO/CEI 16022	EN 9132	DPM AIM
Décodage	 Permet de vérifier la lisibilité globale d'un code. Un « A » signifie facilement lisible, un « F », illisible.	A (4) F (0)	Réussite Échec	•	•
Contraste du symbole	 Permet de vérifier le contraste entre les points clairs et foncés dans le code.	A (4) B (3) C (2) D (1) F (0)	SC ≥ 70 % SC ≥ 55 % SC ≥ 40 % SC ≥ 20 % SC < 20 %	•	SC > 20 % CC 30 % CC 25 % CC 20 % CC 15 % CC < 15 % (contraste des cellules)
Non-uniformité axiale	 Permet de vérifier le rapport entre la longueur et la largeur d'un code. Si le code est étiré ou comprimé, il reçoit une mauvaise note du fait de son absence de linéarité axiale.	A (4) B (3) C (2) D (1) F (0)	AN ≤ 0,06 AN ≤ 0,08 AN ≤ 0,10 AN ≤ 0,12 AN > 0,12	•	•
Correction d'erreur inutilisée (UEC)	 Permet de vérifier la quantité de données redondantes utilisées lors de la lecture pour décoder le contenu des données.	A (4) B (3) C (2) D (1) F (0)	UEC ≥ 0,62 UEC ≥ 0,50 UEC ≥ 0,37 UEC ≥ 0,25 UEC < 0,25	•	•
Décalage du centre du point	 Permet de vérifier le degré d'écartement des centres des points par rapport au centre théorique.		0 à 20 %	•	
Taille de la cellule	 Permet de vérifier le degré de remplissage des points.		60 à 105 %	•	
Niveau global du symbole	Résume les critères. Le plus médiocre de tous les critères utilisés est toujours fourni au terme de la vérification.	A (4) B (3) C (2) D (1) F (0)			

Chaque application spécifique définit non seulement les paramètres du code, mais aussi la qualité d'impression et les spécifications en ce qui concerne les formats de données, les identifiants et les structures de transfert. Le même raisonnement s'applique à un système de vérification DPML.

Un système de vérification DPML doit non seulement pouvoir fournir des informations de retour sur sa configuration, mais aussi journaliser, rapporter et partager des résultats, de même que des images et des données de vérification. Il doit également pouvoir suivre, enregistrer et évaluer des mesures de qualité pour chaque pièce vérifiée, en fournissant des horodatages et des images bitmap. Ces mesures doivent être basées sur des normes internationales telles qu'ANSI et GS1.

Les solutions de DPML optimisées doivent comporter une interface conviviale permettant aux utilisateurs de saisir des informations de configuration. Le nom de l'utilisateur, les paramètres d'éclairage, ainsi que des détails spécifiques à la caméra, comme les valeurs d'exposition et les réglages optiques, sont parmi les plus courantes.

The screenshot shows a software interface for DataMatrix code verification. At the top left, the 'Overall grade' is displayed as 3.5/13/660 (A). Below it are 'Print' and 'Auto' buttons. To the right, there are 'ISO Grading' options (Full, Pass/Fail) and a 'View' menu with options like Overall grade, Contrast, Modulation, Decodability, Defects, OCR, and Zoom. The central part of the interface shows a camera-captured image of a label with a DataMatrix code. The label text includes 'LOT: N12345', 'EXP: OCT2011', and a long alphanumeric string. To the right of the image is a 'Data Structure Analysis' table. Below the image, there are 'ISO/IEC Parameters' including '1D: linear', '2D: CC, PDF, DM, etc.', and a list of parameters like 'Symbology: ECC-200', 'Cell size: 16.3 mils', 'Decode: PASS', 'Contrast: 4.0 (A) 78%', 'Modulation: 3.8 (A)', 'Axial nonuniformity: 3.5 (A) 6%', 'Grid nonuniformity: 4.0 (A) 3%', and 'Unused EC: 4.0 (A) 100%'. At the bottom, a 'Data Structure Analysis' table is shown with columns for 'Embedded data', 'Description', and 'Value'.

Embedded data	Description	Value
<232>	Func1	<Func1>
01	Identification of a Fixed Measure Trade Item (GTIN)	(01)
30350242134683	Global Trade Item Number (GTIN)	30350242134683
21	Serial Number	(21)
1234567891234	Serial Number	1234567891234

Exemple de système de vision industrielle vérifiant la qualité et l'exactitude des données d'un code DataMatrix

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.

Des codes 1D à 2D de base aux codes DataMatrix, la réussite du marquage et de la vérification de vos produits dépend du système de DPML choisi.

Videojet comprend la complexité du marquage direct de pièces, mais aussi les subtilités d'une fabrication rationalisée. Misant sur notre expertise, de nombreux équipementiers et fournisseurs de pièces pour les secteurs de l'automobile et de l'aéronautique font déjà confiance à Videojet. Ils font appel à notre équipe mondiale expérimentée de techniciens de maintenance et de spécialistes du codage pour les aider à concevoir et à intégrer des solutions de codage basées sur leurs besoins spécifiques en matière d'applications. En nous appuyant sur un large éventail de technologies de marquage adaptées à chaque application ou presque, nous vous aidons à spécifier la solution de codage idéale pour votre environnement de production et à assurer une disponibilité optimale pour vos activités.

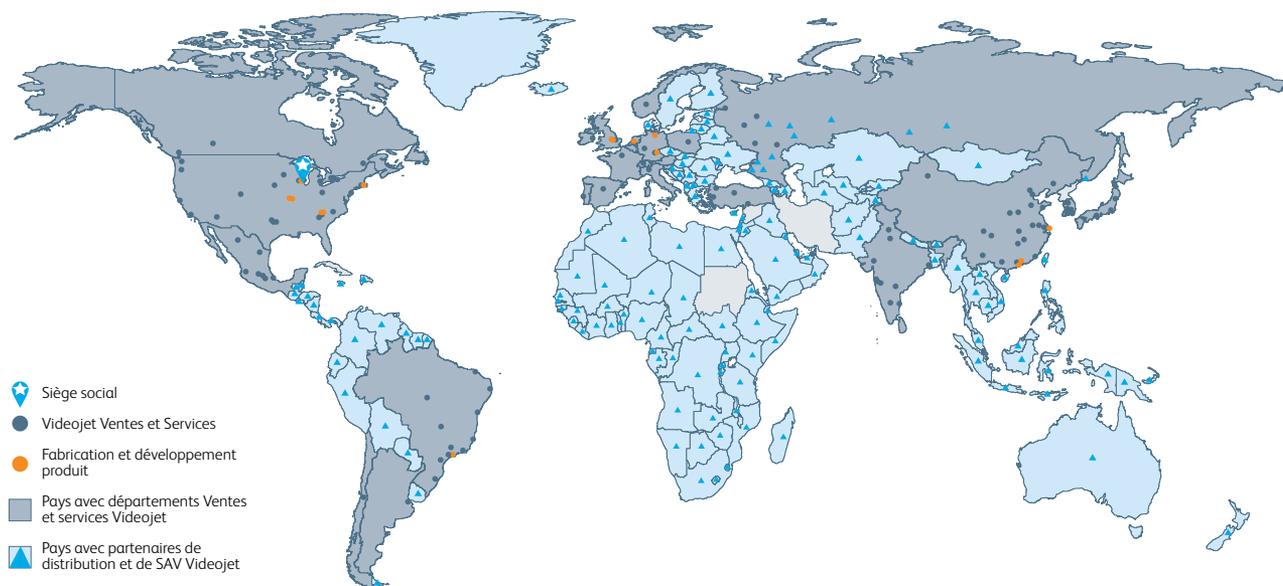
Faites confiance à l'expertise d'un leader mondial du codage de produits. Faites confiance à Videojet.

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 (TII), codage laser et surimpression à transfert thermique (TTO), codage cartons, étiquetage, et impression grands caractères, Videojet compte plus de 345 000 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 4 000 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)
E-mail 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

© 2018 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.

