



**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**27.03.2019 Bulletin 2019/13**

(51) Int Cl.:  
**B42D 25/305** <sup>(2014.01)</sup> **B42D 25/23** <sup>(2014.01)</sup>  
**B42D 25/29** <sup>(2014.01)</sup> **B42D 25/24** <sup>(2014.01)</sup>  
**B42D 25/337** <sup>(2014.01)</sup>

(21) Numéro de dépôt: **17306266.2**

(22) Date de dépôt: **26.09.2017**

(84) Etats contractants désignés:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Etats d'extension désignés:  
**BA ME**  
Etats de validation désignés:  
**MA MD**

- **JOURLIN, Michel**  
**42330 Saint-Bonnet-les-Oules (FR)**
- **CARRÉ, Maxime**  
**42320 La Grande Croix (FR)**
- **BOUABDELLAH, Mohamed**  
**42000 Saint Etienne (FR)**

(71) Demandeur: **GEMALTO SA**  
**92190 Meudon (FR)**

(74) Mandataire: **Lotaut, Yacine Diaw**  
**Gemalto SA**  
**Intellectual Property Department**  
**6, rue de la Verrerie**  
**92190 Meudon (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **LEIBENGUTH, Joseph**  
**92190 Meudon (FR)**

(54) **PROCÉDÉ D'INSERTION DE MOTIFS GUILLOCHÉS, PROCÉDÉ D'EXTRACTION DE MOTIFS GUILLOCHÉS, PROCÉDÉ D'AUTHENTIFICATION DE CES MOTIFS GUILLOCHÉS ET DISPOSITIFS DE MISE EN OEUVRE**

(57) L'invention concerne un procédé d'insertion de motifs guillochés sur un document, chaque motif guilloché étant apte à encoder des données alphanumériques variables assurant un aspect différent à chaque motif guilloché de sorte à sécuriser ledit document, le procédé comportant une opération (300-600) de détermination d'une intensité d'insertion de chaque motif guilloché préalablement généré (100) en fonction d'un niveau de gris moyen du document au voisinage dudit motif guilloché.

L'invention concerne également un dispositif mettant en oeuvre ce procédé d'insertion.

L'invention concerne aussi un procédé d'extraction des motifs guillochés (601-608) d'un document sécurisé (600) susceptible d'être dégradé, le procédé comportant les opérations suivantes :

- détermination (710) d'une carte des contrastes (c) d'une portion au moins du document sécurisé incluant les motifs guillochés ;
- identification (720), sur cette carte des contrastes, d'une trajectoire de percolation optimale ; et
- extraction (730) de la trajectoire de percolation optimale, ladite trajectoire correspondant au motif guilloché.

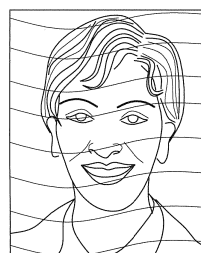
L'invention concerne en outre un procédé d'authentification des motifs guillochés d'un document sécurisé susceptible d'être dégradé, comportant :

- les opérations d'extraction précédentes, et

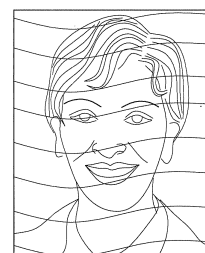
- une opération (740) de comparaison de chaque motif guilloché extrait avec un motif guilloché théorique correspondant.



(a)



(b)



(c)

**Fig. 2**

## Description

### DOMAINE TECHNIQUE

**[0001]** La présente invention concerne un procédé pour insérer des motifs guillochés contenant des données codées et un dispositif d'insertion desdits motifs guillochés. Elle concerne, de plus, un procédé pour extraire et authentifier des motifs guillochés contenant des données codées. Elle concerne également un dispositif d'authentification ainsi qu'un document sécurisé ayant besoin d'être authentifié tel qu'une carte d'identité, un permis de conduire, un acte notarié, etc. L'invention trouve des applications dans le domaine de la sécurisation de documents et, en particulier, de l'authentification de documents sécurisés même lorsque ceux-ci sont endommagés.

### ETAT DE LA TECHNIQUE

**[0002]** De façon connue, les documents de sécurité, comme par exemple les documents d'identité, comprennent généralement une photographie d'identité de son détenteur ainsi que des données alphanumériques telles que, par exemple, le nom du détenteur, sa date de naissance, sa taille, son adresse, le numéro du document, la date de délivrance du document et/ou l'identité de l'autorité ayant délivré le document.

**[0003]** Pour sécuriser ces documents d'identité, il est connu d'associer la photographie d'identité à des guilloses. Ces guilloses forment un réseau de lignes ondulées, superposées à la photographie et visibles à l'oeil nu. Les guilloses sont destinées à rendre discernable, lors d'un contrôle d'identité, toute modification frauduleuse de la photographie. Elles permettent notamment de se prémunir contre des modifications de teinte de la photographie, par exemple lors de l'ajout d'une barbe ou de cheveux. Ainsi, les guilloses permettent généralement la mise en oeuvre des contrôles de sécurité de niveau 1 (contrôle visuel à l'oeil nu) et/ou de niveau 2 (contrôle visuel avec un simple appareillage optique tel qu'une loupe ou une lampe ultraviolet).

**[0004]** Par ailleurs, il est connu également de mettre en oeuvre des moyens de protection des données alphanumériques mentionnées sur les documents d'identité afin de se prémunir contre des altérations de ces données comme, par exemple, des modifications de ces mentions alphanumériques.

**[0005]** La protection des données alphanumériques peut être obtenue par des techniques de tatouage numérique (ou watermarking, en termes anglo-saxons) destinées à intégrer des éléments invisibles à l'oeil nu dans une photographie d'identité, ces éléments codant des informations prédéfinies. Le tatouage numérique fournit une sécurité de niveau 3 (vérification automatique des données encodées) lors d'un contrôle de sécurité. Ainsi, au moyen d'un appareil de traitement et d'analyse numérique, la photographie d'identité est analysée et les

données qui y sont tatouées sont extraites. Une vérification de la cohérence de ces données est ensuite effectuée.

**[0006]** Toutefois, le tatouage numérique présente un certain nombre d'inconvénients. En effet, puisqu'il n'est pas visible à l'oeil nu, le tatouage numérique ne permet pas de mettre en oeuvre une sécurité de niveau 1 ou 2. La vérification des documents sécurisés tatoués nécessite donc un personnel formé, équipé de moyens d'analyse importants, ce qui limite les contrôles de sécurité notamment les contrôles itinérants. En outre, les tatouages numériques peuvent s'avérer sensibles aux dégradations du document d'identité, dégradations qui peuvent être induites, pendant la durée de validité du document, par l'usure naturelle, l'exposition aux rayons UV, le manque de soins de la part du détenteur, etc. L'analyse des tatouages numériques dégradés peut alors aboutir à une lecture erronée des tatouages, ou bien à une impossibilité de lecture lors du contrôle.

**[0007]** Une autre technique connue permet également de sécuriser les données alphanumériques mentionnées sur les documents d'identité. Cette technique propose d'insérer, sur la photographie d'identité, des guilloses variables encodant tout ou partie des données alphanumériques. Des exemples de procédés de sécurisation de documents utilisant de telles guilloses variables sont décrits notamment dans les demandes de brevet EP 2 325 022 A1 et US 2010/0260372 déposées au nom de la demanderesse.

**[0008]** Ces guilloses doivent permettre la mise en oeuvre à la fois d'une sécurité de niveau 1 et d'une sécurité de niveau 3. Pour mettre en oeuvre une sécurité de niveau 1, les guilloses ne doivent pas perturber la perception visuelle du contenu sous-jacent du document, en particulier de la photographie, et ne pas empêcher une bonne lisibilité des traits caractéristiques du détenteur du document sécurisé.

**[0009]** Par ailleurs, et de façon antinomique, les guilloses doivent être suffisamment marquées pour pouvoir être extraites automatiquement au moyen d'un dispositif d'authentification et ainsi répondre à un niveau de sécurité 3. En effet, la mise en oeuvre d'une sécurité de niveau 3 nécessite, préalablement à toute extraction des guilloses, une phase d'impression de la photographie sur le document puis une phase de numérisation par scanner de l'image formée de la photographie et des guilloses superposées. Or, ces phases d'impression et de numérisation (appelées « print-scan » en termes anglo-saxons) génèrent une double dégradation de la qualité de l'image, le degré de dégradation dépendant notamment de la qualité du système d'impression et de numérisation. Un exemple d'une image originale et de ses images dégradées est représenté sur la figure 1. En particulier, l'image (a) de la figure 1 représente un exemple d'image numérique originale, comportant une photographie du détenteur du document sécurisé sur laquelle sont superposées des guilloses. Les images (b), (c) et (d) représentent l'image (a) dégradée par un système d'im-

pression et de numérisation, respectivement, de haute qualité, de moyenne qualité et de basse qualité. Outre la double dégradation d'impression et numérisation, les documents sécurisés ont tendance à subir des dégradations supplémentaires au cours de leur durée de validité, comme l'usure naturelle, les effets des rayons UV, les agressions physiques, etc. Aussi, pour que l'extraction automatique des guilloches, en niveau de sécurité 3, ne soit pas entravée par les dégradations subies par le document de sécurité, il est important que ces guilloches soient insérées de façon suffisamment marquée dans le document.

**[0010]** En outre, pour mettre en oeuvre une sécurité de niveau 3, les guilloches apposées sur la photographie doivent pouvoir être extraites automatiquement au moyen d'un dispositif d'authentification afin de pouvoir être vérifiées et/ou authentifiées. Une vérification/authentification de niveau 3 d'un document sécurisé par des guilloches nécessite, préalablement à toute extraction des guilloches, une phase d'impression de la photographie sur le document puis une phase de numérisation par scanner de l'image formée de la photographie et des guilloches superposées. Or, ces phases d'impression et de numérisation (appelée « print-scan » en termes anglo-saxons) génère une double dégradation de la qualité de l'image, le degré de dégradation dépendant notamment de la qualité du système d'impression et de numérisation. Un exemple d'une image originale et de ses images dégradées est représenté sur la figure 6. En particulier, l'image (a) de la figure 6 représente un exemple d'image numérique original, comportant une photographie du détenteur sur laquelle sont superposées des guilloches. Les images (g), (h) et (j) représentent l'image (a) dégradée par un système d'impression et de numérisation, respectivement, de haute qualité, de moyenne qualité et de basse qualité.

**[0011]** En outre, comme tout document sécurisé, les documents sécurisés par des guilloches subissent des dégradations supplémentaires au cours de leur durée de validité, comme l'usure naturelle, les effets des rayons UV, les agressions physiques, etc.

**[0012]** La double dégradation de la phase d'impression et de numérisation, à laquelle peuvent s'ajouter des dégradations supplémentaires, a pour effet d'entraver l'extraction des guilloches, ce qui conduit à une impossibilité de vérifier/authentifier les données alphanumériques encodées dans les guilloches et compromet la mise en oeuvre du niveau 3 de sécurité.

## RESUME DE L'INVENTION

**[0013]** Pour répondre au double problème évoqué ci-dessus de lisibilité à l'oeil nu du document avec guilloches et d'extraction des guilloches lorsque le document sécurisé est dégradé, le demandeur propose d'insérer les guilloches, ou motifs guillochés, avec une intensité d'insertion déterminée en fonction du niveau de gris moyen du document au voisinage des motifs guillochés.

**[0014]** Pour répondre au problème évoqué ci-dessus de l'impossibilité de contrôler un document sécurisé par guilloches lorsque la qualité des guilloches est dégradée, le demandeur propose d'extraire les guilloches, ou motifs guillochés, à partir de trajectoires générées en fonction des contrastes du document sécurisé.

**[0015]** Selon un premier aspect, l'invention concerne un procédé d'insertion de motifs guillochés sur un document, chaque motif guilloché étant apte à encoder des données alphanumériques variables assurant un aspect différent à chaque motif guilloché de sorte à sécuriser ledit document. Ce procédé se caractérise par le fait qu'il comporte une opération de détermination d'une intensité d'insertion de chaque motif guilloché préalablement généré en fonction d'un niveau de gris moyen du document au voisinage dudit motif guilloché.

**[0016]** Ce procédé permet d'insérer les motifs guillochés avec une intensité qui dépend du niveau de gris du document à l'endroit où le motif guilloché est apposé. Le marquage du motif guilloché sur le document est ainsi plus ou moins marqué est fonction de l'environnement photographique.

**[0017]** Ce procédé peut s'appliquer à toutes sortes de documents sécurisés. Il peut s'appliquer en particulier :

- aux documents d'identité tels que les cartes d'identité, les passeports, les permis de conduire, etc., où les motifs guillochés sont généralement appliqués sur la photographie du détenteur,
- à des documents sécurisés avec ou sans photographie, tels que les actes d'état civil, les actes notariés (« brider documents » en termes anglo-saxons) ou encore les documents d'identité mobiles (« mobile ID » en termes anglo-saxons), où la totalité du document contient des motifs guillochés, ou
- à des documents de protection des marques (« brand protection » en termes anglo-saxons) ou autre marquage physique (par exemple emballages et objets de luxe) dont on cherche à authentifier l'origine.

**[0018]** De façon avantageuse, l'intensité d'insertion d'un motif guilloché comprend une valeur de contraste et une épaisseur dudit motif guilloché. La variation de l'épaisseur et du contraste d'un motif guilloché permettent de marquer plus ou moins ledit motif sur le document.

**[0019]** Selon certains modes de réalisation, la détermination de l'intensité d'insertion du motif guilloché comporte une opération de calcul, en chaque pixel dudit motif guilloché, de la valeur de contraste entre une zone interne au motif guilloché et une zone externe, voisine de ladite zone interne.

**[0020]** Selon un ou plusieurs modes de réalisation, la valeur de contraste est obtenue par comparaison entre le niveau de gris moyen de la zone interne et le niveau de gris moyen de la zone externe.

**[0021]** Selon certains modes de réalisation, la comparaison entre le niveau de gris moyen de la zone interne

et le niveau de gris moyen de la zone externe est réalisée par un traitement d'images logarithmique (appelé « Logarithmic Image Processing » ou LIP).

**[0022]** Selon certains modes de réalisation, la détermination de l'intensité d'insertion du motif guilloché comporte une opération de sélection d'une épaisseur du motif guilloché.

**[0023]** Selon certains modes de réalisation, la zone externe est une zone de pixels contigüe à la zone interne.

**[0024]** Selon certains modes de réalisation, le motif guilloché est un motif sinusoïdal, apposé sensiblement horizontalement sur le document, la zone externe étant positionnée à la verticale du ou des pixels du motif guilloché.

**[0025]** Selon certains modes de réalisation, le motif guilloché est un ensemble de stries correspondant à une empreinte digitale, par exemple celle du titulaire du document, les zones interne et externe étant positionnées le long d'une normale à la courbe au pixel considéré. Selon un second aspect, l'invention concerne un dispositif d'insertion de motifs guillochés sur un document, comprenant un ordinateur comportant un ensemble d'instructions qui amènent ledit ordinateur à mettre en oeuvre le procédé d'insertion de motifs guillochés tel que défini ci-dessus. Ce dispositif permet d'insérer des motifs guillochés avec un marquage plus ou moins marqué en fonction de l'environnement photographique.

**[0026]** Selon un troisième aspect, l'invention concerne un document sécurisé sur lequel sont apposés des motifs guillochés encodant des données alphanumériques, caractérisé en ce que les motifs guillochés sont insérés sur le document par le procédé d'insertion défini ci-dessus.

**[0027]** Selon un quatrième aspect, l'invention concerne un document d'identité comportant une photographie d'identité et des données alphanumériques relatives au détenteur, caractérisé en ce que la photographie d'identité comporte de façon visible des motifs guillochés codant les données alphanumériques, insérés par le procédé d'insertion défini ci-dessus.

**[0028]** Selon un cinquième aspect, l'invention concerne un procédé d'extraction des motifs guillochés d'un document sécurisé susceptible d'être dégradé, le procédé comportant les opérations suivantes :

- détermination d'une carte des contrastes d'une portion au moins du document sécurisé incluant les motifs guillochés ;
- identification, sur cette carte des contrastes, d'une trajectoire de percolation optimale ; et
- extraction de la trajectoire de percolation optimale, ladite trajectoire correspondant au motif guilloché.

**[0029]** Ce procédé permet d'extraire des motifs guillochés même lorsque ceux-ci sont difficilement perceptibles à l'oeil nu. Il permet donc d'extraire les motifs guillochés de documents sécurisés ayant subi des dégrada-

tions.

**[0030]** Ce procédé peut s'appliquer à toutes sortes de documents sécurisés. Il peut s'appliquer en particulier :

- 5 - aux documents d'identité tels que les cartes d'identité, les passeports, les permis de conduire, etc., où les motifs guillochés sont généralement appliqués sur la photographie du détenteur,
- 10 - à des documents sécurisés avec ou sans photographie, tels que les actes d'état civil, les actes notariés (brider documents, en termes anglo-saxons) ou encore les documents d'identité mobiles (mobile ID, en termes anglo-saxons), où la totalité du document contient des motifs guillochés, ou
- 15 - à des documents de protection des marques (brand protection, en termes anglo-saxons) ou autre marquage physique (par exemple emballages et objets de luxe) dont on cherche à authentifier l'origine.

20 **[0031]** De façon avantageuse, la carte des contrastes est construite au moyen d'un modèle de traitement d'images logarithmique (LIP). Ce modèle LIP permet de déterminer des contrastes compatibles avec la vision humaine.

25 **[0032]** Selon certains modes de réalisation, l'opération d'identification de la trajectoire de percolation optimale comporte :

- 30 - une identification, sur la carte des contrastes, de toutes les trajectoires susceptibles de traverser le document sécurisé pour relier un point de départ d'un motif guilloché à un point d'arrivée dudit motif ;
- 35 - une détermination d'une fonction de coût de chacune des trajectoires, ladite fonction de coût évaluant une variabilité du contraste entre le contraste déterminé pour chaque trajectoire et un contraste attendu ;
- une comparaison des fonctions coûts de toutes les trajectoires ; et
- 40 - une détermination de la fonction coût minimale, la trajectoire comportant la fonction coût minimale correspondant au motif guilloché.

**[0033]** Selon un ou plusieurs modes de réalisation, lorsque le document et en particulier la photographie est en couleurs, la carte des contrastes est calculée à partir de l'image de luminance associée à l'image couleur.

**[0034]** Selon un sixième aspect, l'invention concerne un procédé d'authentification des motifs guillochés d'un document sécurisé susceptible d'être dégradé, ce procédé comportant :

- 50 - les opérations d'extraction des motifs guillochés définies précédemment, et
- 55 - une opération de comparaison de chaque motif guilloché extrait avec un motif guilloché théorique correspondant.

**[0035]** Ce procédé d'authentification permet de con-

trôler un document sécurisé avec un niveau 3 de sécurité, même lorsque le document sécurisé est détérioré et/ou que la qualité des motifs guillochés est dégradée.

**[0036]** Selon un ou plusieurs modes de réalisation, lorsque chaque motif guilloché encode des données alphanumériques variables mentionnées sur ledit document sécurisé, le motif guilloché théorique est obtenu par reconnaissance optique de caractères (OCR) des données alphanumériques mentionnées sur le document sécurisé et génération des motifs guillochés théoriques correspondants.

**[0037]** Selon certains modes de réalisation, lorsque le document sécurisé comporte une puce électronique, le motif guilloché théorique est un motif guilloché original, préalablement mémorisé dans la puce lors de la génération du motif guilloché apposé sur le document sécurisé

**[0038]** Selon un ou plusieurs modes de réalisation, l'opération de comparaison des motifs guillochés extraits et théoriques comporte une estimation d'un score basé sur une distance entre chaque point du motif guilloché extrait et un point correspondant du motif guilloché théorique.

**[0039]** Selon une variante, le score est calculé par cumul des distances pour tous les points du motif guilloché.

**[0040]** Selon certains modes de réalisation, la distance est calculée en nombre de pixels.

**[0041]** Selon certains modes de réalisation, un poids est affecté à chaque distance, les distances éloignées ayant un poids plus important que les distances courtes. Ce poids peut être modulable.

**[0042]** Selon un septième aspect, l'invention concerne un dispositif d'authentification de motifs guillochés comprenant un ordinateur comportant un ensemble d'instructions qui amènent ledit ordinateur à mettre en oeuvre le procédé d'authentification de motifs guillochés défini ci-dessus.

**[0043]** Selon un huitième aspect, l'invention concerne un document d'identité comportant des données alphanumériques relatives au détenteur et une photographie d'identité sur laquelle sont apposés des motifs guillochés encodant les données alphanumériques, caractérisé en ce que les motifs guillochés sont aptes à être authentifiés par le procédé défini ci-dessus.

## BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

**[0044]** D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description, illustrée par les figures dans lesquelles :

- La figure 1, déjà décrite, représente un exemple d'un document sécurisé d'origine et de documents sécurisés détériorés ;
- La figure 2 représente un exemple d'une photographie d'origine, de cette même photographie avec guilloches et de cette photographie sécurisée après impression et numérisation ;

- La figure 3 représente un exemple d'une tranche d'un motif guilloché à partir duquel est calculée la valeur de contraste ;

- 5 - La figure 4 représente des exemples de photographies avec des motifs guillochés insérés selon le procédé de l'invention et, pour chacune de ces photographies, un exemple des motifs guillochés détectés lors d'une vérification de sécurité de niveau 3 ;

- 10 - La figure 5 représente un diagramme fonctionnel d'un exemple de procédé d'insertion selon l'invention.

- 15 - La figure 6, déjà décrite, représente un exemple d'un document sécurisé d'origine et de documents sécurisés détériorés ;

- 20 - La figure 7 représente un exemple des différents états d'un document sécurisé pendant le procédé d'extraction selon l'invention ;

- La figure 8 représente un exemple d'un motif guilloché extrait et d'un motif guilloché théorique ;

- 25 - La figure 9 représente des exemples de documents sécurisés authentifiables et de documents sécurisés non-authentifiables selon le procédé de l'invention ;

- 30 - La figure 10 représente un diagramme fonctionnel d'un exemple de procédé d'authentification selon l'invention.

## DESCRIPTION DETAILLEE D'AU MOINS UN MODE DE REALISATION

- 35 **[0045]** Un exemple de réalisation d'un procédé pour insérer des motifs guillochés dans un document sécurisé est décrit en détail ci-après, en référence aux dessins annexés. Un exemple de réalisation d'un procédé pour authentifier des motifs guillochés d'un document sécurisé, même lorsque ledit document sécurisé est dégradé, est également décrit en détail ci-après, en référence aux dessins annexés. Ces exemples illustrent les caractéristiques et avantages de l'invention. Il est toutefois rappelé que l'invention ne se limite pas à ces exemples.

- 40 **[0046]** Sur les figures, les éléments identiques sont repérés par des références identiques. Pour des questions de lisibilité des figures, les échelles de taille entre éléments représentés ne sont pas respectées.

- 45 **[0047]** Le procédé de l'invention propose d'insérer des motifs guillochés sur une portion ou sur la totalité d'un document sécurisé tel que ceux cités précédemment. Dans la description qui va suivre, le procédé sera décrit lorsqu'il est appliqué à une portion d'un document sécurisé telle qu'une photographie sur laquelle sont superposés les motifs guillochés, appelés aussi guilloches. Dans la description, le terme « photographie » sera compris

indifféremment comme une portion de document sécurisé ou un contenu sous-jacent. L'homme du métier comprendra également que le procédé tel qu'il va être décrit peut aussi être mis en oeuvre pour un document dont la totalité dudit document comporte des motifs guillochés.

**[0048]** Ces motifs guillochés sont, par exemple, des motifs monodimensionnels, ou motifs guillochés 1D, adaptés pour encoder des données alphanumériques telles que les données personnelles du détenteur mentionnées sur les documents d'identité. Chaque motif guilloché 1D se présente sous la forme d'une ligne ondulée variable, visible à l'oeil nu, sur un contenu sous-jacent, et en particulier sur une photographie.

**[0049]** Selon l'invention, la saillance visuelle est suffisamment peu intense pour ne pas perturber la perception visuelle du contenu sous-jacent, c'est-à-dire de la portion du document sécurisé positionnée sous les motifs guillochés - par exemple la photographie - tout en étant suffisamment marquée pour permettre une extraction automatique même lorsque le document sécurisé est dégradé pour des raisons telles que celles évoquées précédemment.

**[0050]** Des exemples d'une photographie d'un document sécurisé sont représentés sur la figure 2. L'image (a) de cette figure 2 représente une photographie numérique du détenteur. L'image (b) de cette figure 2 représente la photographie (a) sur laquelle ont été apposés des motifs guillochés selon l'invention. Comme le montre cette image (b), les motifs guillochés ne perturbent pas la lisibilité de la photographie ; autrement dit, le détenteur est reconnaissable à l'oeil nu, malgré la présence des motifs guillochés. Le niveau 1 de sécurité est donc assuré. L'image (c) de cette figure 2 représente un exemple de l'image (b) lorsqu'elle a été détériorée par un procédé d'impression et de numérisation. Cette image (c) montre que, même en présence de détériorations, les motifs guillochés insérés selon le procédé de l'invention restent suffisamment marqués pour pouvoir être détectés automatiquement par une machine d'authentification, de sorte à assurer le niveau 3 de sécurité.

**[0051]** Pour que les motifs guillochés soient insérés sur la photographie de façon suffisamment marquée pour assurer le niveau 3 de sécurité tout en permettant la lisibilité de la photographie, le procédé de l'invention propose d'adapter l'intensité d'insertion de chaque motif guilloché en fonction du niveau de gris de la photographie. L'intensité d'insertion est déterminée, pour chaque pixel du motif guilloché, en fonction du niveau de gris moyen des pixels de la photographie autour dudit motif guilloché. Selon l'invention, l'intensité d'insertion est définie par l'épaisseur du motif guilloché et par le niveau de contraste entre la photographie et ledit motif guilloché.

**[0052]** Dans le procédé de l'invention, l'épaisseur est le nombre de pixels alignés suivant une même direction (par exemple horizontale ou verticale) pour former le motif guilloché inséré sur la photographie.

**[0053]** D'une façon générale, le contraste est une propriété d'une image qui quantifie la différence de luminosité entre les parties claires et sombres de l'image. Dans le procédé de l'invention, le contraste est la différence de luminosité entre le motif guilloché et la zone de la photographie au voisinage dudit motif guilloché. Le contraste est une valeur sans unité, calculée pour chaque pixel de chaque motif guilloché.

**[0054]** Pour calculer le contraste, le procédé de l'invention propose de calculer le contraste entre le niveau de gris moyen d'une zone interne au motif guilloché et le niveau de gris moyen d'au moins une zone externe audit motif guilloché. La figure 3 représente un exemple d'une portion de photographie comportant une zone interne zi au motif guilloché et deux zones externes ze audit motif guilloché. Cette portion de photographie comporte plusieurs pixels p1 - pn alignés suivant une même direction. La zone interne zi comporte les pixels d'une tranche du motif guilloché. Chaque zone externe ze comporte des pixels de la photographie, alignés avec les pixels de la zone interne zi. Dans l'exemple de la figure 3, les pixels p1 - pn sont alignés verticalement car le motif guilloché est un motif ayant une forme sinusoïdale s'étendant suivant une direction globalement horizontale, comme cela sera décrit plus en détail par la suite.

**[0055]** La portion de photographie de la figure 3 comporte ceux des pixels p1 - pn qui forment la tranche du motif guilloché. Elle comporte en particulier le pixel px, appelé pixel courant, dont on cherche à déterminer le contraste. Ces pixels de la zone interne zi constituent l'épaisseur du motif guilloché. Cette épaisseur est variable. Dans l'exemple de la figure 3, l'épaisseur est de 5. Elle peut aussi être, par exemple, de 7 ou de 9, comme dans les exemples de la figure 4 décrite ultérieurement. L'épaisseur de la guilloche ainsi que le contraste - la force d'insertion - sont choisis en fonction de l'impact psychovisuel (les guilloches ne doivent pas perturber l'observation de la photographie) et de la robustesses (l'extraction des motifs guillochés doit fonctionner correctement, même après vieillissement). L'épaisseur choisie est, en outre, fortement dépendante de la qualité du système d'impression et de numérisation : l'étape d'impression et l'étape de numérisation ont chacune leur propre résolution (dimension d'un pixel), en général moins bonne que celle de l'image initiale. Cela a pour effet de perturber les couleurs des pixels situés à la frontière du motif guilloché : il faut que l'épaisseur du motif guilloché soit suffisante pour que les couleurs des pixels centraux (près de l'axe dudit motif guilloché) soient correctes, afin de préparer une future extraction.

**[0056]** La portion de photographie de la figure 3 comporte également des zones externes ze contigües à la zone interne zi. Chacune de ces zones externes ze comporte les pixels de la photographie qui sont au voisinage de la zone interne zi. Le nombre de pixels de chaque zone externe ze est prédéfini. Dans l'exemple de la figure 3, la zone externe ze1, comme la zone externe ze2, comporte deux pixels sélectionnés dans la continuité et l'alignement des pixels de la zone interne zi. Ainsi, les pixels des zones externes ze1, ze2 et de la zone interne zi sont

alignés suivant une même direction. Dans l'exemple de la figure 3, les pixels des externes ze1 et ze2 sont alignés verticalement avec les pixels de la zone interne zi, respectivement au-dessus et au-dessous de la zone interne zi, dans la mesure où le motif guilloché est globalement horizontal.

**[0057]** En effet, l'homme du métier comprendra que si le motif guilloché est apposé suivant une direction horizontale sur la photographie, une tranche dudit motif guilloché comporte des pixels alignés verticalement ; les zones interne et externes sont alors alignées verticalement, comme dans l'exemple de la figure 3. Au contraire, si le motif guilloché est apposé suivant une direction verticale sur la photographie, alors la tranche dudit motif guilloché comporte des pixels alignés horizontalement ; les zones interne et externes sont alors alignées horizontalement.

**[0058]** Dans certains modes de réalisation, le motif guilloché est un motif sinusoïdal, traversant de part en part la photographie horizontalement ou verticalement, voire de biais. Lorsque le motif guilloché est sinusoïdal, la direction dudit motif est la direction globale de traversée de la photographie.

**[0059]** Dans certains modes de réalisation, le motif guilloché peut être constitué des stries d'une empreinte, par exemple une empreinte digitale du détenteur. Dans ce cas, les zones interne et externe sont positionnées le long d'une normale à la courbe au point considéré, c'est-à-dire orthogonalement à une direction de tangente estimée au voisinage dudit point.

**[0060]** Selon l'invention, le contraste est calculé pour chaque pixel px de la zone interne zi en comparant le niveau de gris moyen de la zone interne zi et le niveau de gris moyen des zones externes ze. Dans le cas d'une image en couleurs, le niveau de gris moyen est déterminé à partir de l'image de luminance associée à l'image en couleurs.

**[0061]** La comparaison entre le niveau de gris moyen de la zone interne et le niveau de gris moyen de la zone externe est réalisée par un traitement d'images logarithmique connu sous le nom de LIP (ou « Logarithmic Image Processing », en termes anglo-saxons) et décrit, par exemple, dans le document de M. Jourlin et J-C. Pinoli, « A Model for Logarithmic Image Processing », Journal of Microscopy, 149 (1), pp 21-35, 1988 ou dans le document de M. Jourlin, « Logarithmic Image Processing : Theory and Applications », Advances in Imaging and Electron Physics, Vol. 195, 253 p, 2016.

**[0062]** Ainsi, en chaque pixel du motif guilloché, une valeur de contraste est calculée qui est ajoutée ou soustraite à l'image au sens LIP de manière à obtenir un contraste additif LIP choisi entre les niveaux de gris moyens de la zone interne zi et des zones externes ze. On applique ensuite la même valeur de contraste à tous les points de la zone interne zi. Ainsi, les pixels d'une même tranche de motif guilloché présentent tous la même valeur de contraste. Par contre, le motif guilloché peut présenter une valeur de contraste variable d'une tranche à

l'autre. Autrement dit, un même motif guilloché peut présenter un contraste qui varie sur sa longueur. Dans l'exemple de la figure 2, les motifs guillochés peuvent être plus marqués dans les zones de chevelure du personnage que dans les zones de fond d'image

**[0063]** La figure 4 représente plusieurs exemples d'une même photographie sur laquelle sont apposés des motifs guillochés d'intensité d'insertion différente. Bien qu'elle puisse être différente d'un motif guilloché à un autre, l'intensité d'insertion des motifs guillochés est choisie identique pour tous les motifs d'une même image, dans les exemples de la figure 4. Dans ces exemples de la figure 4, l'intensité d'insertion diffère d'une image à l'autre. Les images (a1) (b1) et (c1) sont des images, après impression et numérisation, d'un même détenteur. Les motifs guillochés de l'image (a1) ont une épaisseur de 5, ce qui correspond à une tranche de motif guilloché de 5 pixels alignés verticalement. Les motifs guillochés de l'image (b1) ont une épaisseur de 7 et les motifs guillochés de l'image (c1) ont une épaisseur de 9. La valeur de contraste de chacun de ces exemples a été déterminée comme les épaisseurs, en fonction de la qualité du système d'impression et de numérisation : un contraste plus fort prépare une extraction plus aisée. On voit que, bien que les motifs guillochés soient insérés plus intensément sur l'image (c1) que sur l'image (a1), le personnage de l'image (c1) est bien reconnaissable à l'oeil nu.

**[0064]** Les images (a2) (b2) et (c2) de la figure 4 sont des images après détection automatique des motifs guillochés lors d'une vérification de niveau 3. Les guilloches visibles sur ces figures (a2) (b2) et (c2) sont les guilloches détectées (reconstruites) par la machine d'authentification lors d'une sécurité de niveau 3. On voit que, même si les motifs guillochés sont insérés moins intensément sur l'image (a1) que sur l'image (c1), les images respectives (a2) et (c2) montrent que la détection des motifs guillochés donne d'aussi bons résultats avec les motifs guillochés de l'image (a1) qu'avec ceux de l'image (c1).

**[0065]** Sur la figure 5, est représenté un exemple de diagramme fonctionnel montrant les différentes étapes du procédé d'insertion selon l'invention. Ce procédé comporte une première étape 100 de génération d'un motif guilloché. Le motif guilloché est une courbe issue d'une fonction, par exemple sinusoïdale, qui encode des données alphanumériques. De nombreuses documentations décrivent des méthodes de génération de guilloches. La génération des motifs guillochés ne sera donc pas décrite dans cette demande.

**[0066]** Les motifs guillochés générés sont ensuite positionnés - étape 200 - sur la photographie (ou autre document) avec un écartement prédéfini qui dépend, par exemple, du nombre de motifs guillochés à apposer et/ou de l'importance de la modulation utilisée lors de la génération des motifs guillochés.

**[0067]** Le procédé comporte ensuite une étape 300 de sélection et d'application d'une épaisseur de guilloche. Lorsque la guilloche est générée et que son épaisseur a

été définie, une étape 400 de calcul de la valeur de contraste est effectuée pour chaque pixel de la guilloche. Tant que tous les N pixels du motif guilloché n'ont pas été traités, l'opération 400 de calcul de la valeur de contraste est réitérée pour le pixel n suivant (étapes 410 et 420).

**[0068]** Lorsque la valeur de contraste est déterminée, la guilloche est insérée sur le document à l'étape 500. Tant que toutes les K guilloches n'ont pas été insérées sur le document (étapes 510 et 520), le procédé est réitéré à partir de l'étape 300 d'application de l'épaisseur pour la guilloche k suivante. Lorsque toutes les guilloches ont été insérées (étape 510), le document est sécurisé (étape 600).

**[0069]** La valeur de contraste déterminée, associée à l'épaisseur choisie du motif guilloché, constitue l'intensité d'insertion d'une guilloche. L'intensité d'insertion permet un marquage plus ou moins intense de chaque motif guilloché, qui dépend directement du niveau de gris du document sur lequel il est apposé. L'intensité du marquage est donc directement dépendante du niveau de gris du document dans le voisinage de la guilloche. Cela permet que, quel que soit l'état du document, le contenu sous-jacent est lisible à l'oeil nu et les motifs guillochés peuvent être détectés et les données encodées authentifiées.

**[0070]** Le procédé d'insertion tel qu'il vient d'être décrit peut être mis en oeuvre dans un dispositif d'insertion de motifs guillochés sur un document. Ce dispositif comporte au moins un ordinateur exécutant un ensemble d'instructions qui amènent ledit ordinateur à mettre en oeuvre ce procédé d'insertion des guilloches.

**[0071]** Le procédé de l'invention propose d'authentifier des motifs guillochés insérés dans une portion ou dans la totalité d'un document sécurisé tel que ceux cités précédemment. Dans la description qui va suivre, le procédé sera décrit lorsqu'il est appliqué à une portion d'un document sécurisé telle qu'une photographie sur laquelle sont superposés des motifs guillochés, appelés aussi guilloches. L'homme du métier comprendra que le procédé tel qu'il va être décrit peut aussi être mis en oeuvre pour un document dont la totalité dudit document comporte des motifs guillochés. Ces motifs guillochés sont, par exemple, des motifs monodimensionnels, ou motifs guillochés 1D, adaptés pour encoder des données alphanumériques telles que les données personnelles du détenteur, mentionnées sur les documents d'identité. Chaque motif guilloché 1D se présente sous la forme d'une ligne ondulée variable, visible à l'oeil nu, sur un contenu sous-jacent, et en particulier sur une photographie, mais dont la saillance visuelle est suffisamment peu intense pour ne pas perturber la perception visuelle du contenu sous-jacent, c'est-à-dire de la portion du document sécurisé positionnée sous les motifs guillochés.

**[0072]** Un exemple d'un document sécurisé par des motifs guillochés 601-608 est représenté sur l'image (a) de la figure 7. Dans cet exemple, la portion 600 du document sécurisé est une photographie sur laquelle sont

superposés des motifs guillochés 1 D, référencés 601 - 608. Comme le montre le document sécurisé 600, les motifs guillochés 601-608 sont des ensembles de lignes ondulées et irrégulières, dont les irrégularités correspondent à des données codées. Les motifs guillochés 601-608 sont différents les uns des autres. Ils sont tous faiblement saillants, ce qui permet de ne pas perturber visuellement les traits principaux du personnage de la photographie 600. Autrement dit, la saillance des motifs guillochés sur le contenu sous-jacent est limitée afin que l'attention du contrôleur ne soit pas focalisée sur les guilloches mais sur ledit contenu sous-jacent.

**[0073]** Dans la suite de la description, le contenu sous-jacent sur lequel sont apposés les motifs guillochés sera appelé indifféremment photographie, contenu sous-jacent ou image (a).

**[0074]** Un exemple du procédé d'authentification selon l'invention est représenté sur la figure 10. Ce procédé comporte plusieurs opérations 710 - 730 permettant d'extraire les motifs guillochés du document sécurisé numérisé 600. En effet, comme expliqué précédemment, le niveau 3 de sécurité nécessite, avant la mise en oeuvre du procédé d'authentification, une phase d'impression et de numérisation par scanner du document sécurisé. Or, cette phase d'impression et de numérisation dégrade la qualité des informations contenues dans le document sécurisé, et en particulier celle de la photographie et des motifs guillochés. Un exemple d'une photographie avec guilloches d'origine, nommée image (a), et de la même photographie avec guilloches après dégradation par la phase d'impression et de numérisation, nommée image (b), sont représentées sur la figure 7. Comme le montre la comparaison entre les images (a) et (b), les motifs guillochés de l'image (b) sont sensiblement dégradés par rapport à ceux de l'image (a), ce qui rend l'extraction automatique de ces motifs guillochés plus complexe. Pour extraire les motifs guillochés de l'image (b), il est donc nécessaire d'effectuer la suite d'opérations décrites ci-dessous.

**[0075]** Le procédé d'extraction selon l'invention comporte tout d'abord une opération 710 de détermination d'une carte des contrastes de la portion 600 du document sécurisé. Cette opération, qui a pour but de révéler les contrastes le long des motifs guillochés de l'image (b), comporte un calcul, en chaque point de chaque motif guilloché, du contraste entre le niveau de gris moyen d'une zone interne et le niveau de gris moyen d'une zone externe dudit point.. La zone interne du motif guilloché est définie comme le voisinage vertical du pixel considéré, avec une épaisseur prédéterminée, par exemple de deux pixels, de part et d'autre dudit pixel. La zone externe du motif guilloché est définie comme le voisinage vertical autour de la zone interne, avec une épaisseur prédéterminée, par exemple de quatre pixels, autour de ladite zone interne.

**[0076]** Le calcul du contraste, selon certains modes de réalisation, est basé sur le modèle LIP (Logarithmic Image Processing) décrit, par exemple, dans le document



de M. Jourlin et J-C. Pinoli, « A Model for Logarithmic Image Processing », Journal of Microscopy, 149 (1), pp 21-35, 1988 ou dans le document de M. Jourlin, « Logarithmic Image Processing : Theory and Applications », Advances in Imaging and Electron Physics, Vol. 195, 253 p, 2016. Le principe général de ce calcul du contraste est que, en chaque pixel du motif guilloché, on calcule le contraste additif LIP choisi entre les valeurs de gris moyennes de la zone interne au motif guilloché et la zone externe.

**[0077]** Le calcul du contraste en chaque point des motifs guillochés permet de générer une carte des contrastes, comme représenté par l'image (c) de la figure 7.

**[0078]** Lorsque le document, et en particulier la photographie, est en couleurs, la carte des contrastes est calculée à partir de l'image de luminance associée à l'image en couleur. Pour cela, une image de luminance (en niveaux de gris) calculée à partir des trois plans couleur est préalablement extraite.

**[0079]** Le procédé d'extraction comporte ensuite une opération 720 d'identification, sur cette carte des contrastes, de la trajectoire de percolation optimale. Selon certains modes de réalisation, cette opération 720 comporte une identification de toutes les trajectoires de percolation susceptibles de traverser l'image (c) pour relier un point de départ d'un motif guilloché à un point d'arrivée dudit motif guilloché. En effet, les motifs guillochés 1 D sont positionnés, dans le document sécurisé, selon une direction globale horizontale. Chaque motif guilloché traverse donc l'image de part en part, de gauche à droite. Le procédé propose alors de rechercher, dans l'image (c) de contrastes, toutes les trajectoires qui traversent l'image de gauche à droite. L'homme du métier comprendra que dans le cas où les motifs guillochés ont une direction globale non-horizontale, par exemple verticale ou de biais, les points de départ et les points d'arrivée des trajectoires de percolation recherchées ne sont pas nécessairement à gauche et à droite de l'image mais, par exemple, en haut et en bas de l'image.

**[0080]** Le procédé propose ensuite de déterminer, parmi toutes les trajectoires de percolation détectées, la trajectoire de percolation optimale, c'est-à-dire la trajectoire qui a la direction la plus privilégiée. Cette détection de la trajectoire de percolation optimale est obtenue en calculant une fonction de coût pour chacune des trajectoires et en déterminant la fonction de coût minimale. La fonction de coût d'une trajectoire correspond à la variabilité du contraste entre le contraste déterminé pour chaque trajectoire et un contraste attendu, préalablement déterminé. Plus le contraste est proche du contraste attendu, plus la fonction coût est faible. La fonction coût favorise donc les points présentant des niveaux de contraste voisins de la valeur de contraste choisie pour l'insertion du motif guilloché dans le document sécurisé. La trajectoire de percolation optimale est donc, parmi toutes les trajectoires de percolation détectées, celle qui présente la plus petite fonction coût.

**[0081]** Selon le procédé, il est considéré que cette tra-

jectoire de percolation optimale est le motif guilloché. Le motif guilloché est donc extrait (étape 730 de la figure 10) dès lors que la trajectoire de percolation optimale a été déterminée. Dans l'exemple de la figure 7, l'image (d) montre les trajectoires de percolation optimales, c'est-à-dire les motifs guillochés 611-618 issus de l'image de contraste (c). Une comparaison de l'image (d) avec l'image (a) de la figure 7 permet de comprendre que les motifs guillochés extraits 611-618 avec le procédé décrit précédemment - image (d) - sont proches des motifs guillochés d'origine 601-608 de l'image (a). Ces motifs guillochés extraits 611-618, bien qu'issus d'une image (b) où ils sont peu visibles, sont exploitables au niveau de sécurité 3. Une authentification de ces motifs guillochés peut alors être mise en oeuvre.

**[0082]** Le procédé d'authentification selon l'invention comporte une opération 740 de comparaison de chaque motif guilloché extrait avec le motif guilloché théorique correspondant. Selon certains modes de réalisation, le motif guilloché théorique est le motif guilloché d'origine, c'est-à-dire celui qui a été généré initialement et apposé sur le contenu du document à sécuriser. Dans ces modes de réalisation, chaque motif guilloché est mémorisé dans une puce électronique logée dans le document sécurisé. Au moment de l'authentification du motif guilloché, le motif guilloché extrait (par exemple le motif 618) est comparé au motif guilloché correspondant qui est mémorisé dans la puce (par exemple le motif 608). La comparaison de chacun des motifs guillochés extraits avec les motifs guillochés d'origine permet de déterminer si le document sécurisé a été falsifié ou non.

**[0083]** Dans d'autres modes de réalisation, le motif guilloché théorique est obtenu au moyen d'une reconnaissance optique de caractères, de type OCR, réalisée par exemple lors du scan (numérisation par scanner) du document sécurisé. Dans ces modes de réalisation, les données alphanumériques mentionnées sur le document sécurisé à côté de l'image (a) sont déterminées par reconnaissance optique et des motifs guillochés théoriques sont générés à partir de ces données alphanumériques reconnues. Les motifs guillochés extraits sont alors comparés à ces motifs guillochés théoriques et leur comparaison permet de déterminer si le document sécurisé a été falsifié ou non.

**[0084]** Quelle que soit la technique d'obtention des motifs guillochés théoriques, les motifs guillochés extraits sont comparés avec les motifs guillochés théoriques, par exemple en superposant lesdits motifs extraits et lesdits motifs théoriques. Cette comparaison peut reposer sur une estimation d'un score calculé pour chaque paire de motifs guillochés, une paire étant constituée d'un motif guilloché extrait et d'un motif guilloché théorique. Cette opération d'estimation du score, référencée 741 sur la figure 10, peut être obtenue en calculant, en chaque point de l'axe des abscisses (lorsque les motifs guillochés s'étendent horizontalement), la distance séparant le motif guilloché extrait et le motif guilloché théorique. Ainsi, dans un repère orthonormé XY, le score en un point x

de l'axe X correspond à la distance suivant l'axe Y entre le motif guilloché extrait et le motif guilloché théorique. Cette distance est de préférence calculée en nombre de pixels. Un exemple de calcul du score en un point x est représenté sur la figure 8. Dans cet exemple, au point x de l'axe X, la distance - référencée d - séparant le motif guilloché extrait 618 du motif guilloché théorique 608 est la longueur suivant l'axe Y entre les deux motifs 608 et 618. Les scores calculés en chaque point de l'axe X, pour une paire de motifs guillochés, sont cumulés pour constituer le score du motif guilloché extrait. Plus le score est petit, plus le motif guilloché extrait est proche du motif guilloché théorique. Sur la figure 10, la comparaison du score avec un seuil prédéterminé est représentée par l'étape 742. En-dessous d'un seuil de score prédéfini, le motif guilloché est considéré comme authentifié (bloc 780 de la figure 10). Au-dessus du seuil de score prédéfini, le motif guilloché est considéré comme non-authentifié (bloc 790 de la figure 10).

[0085] Les scores de toutes les paires de motifs guillochés peuvent également être cumulés pour authentifier ou non le document sécurisé dans son ensemble. Deux exemples d'images (b) après impression et numérisation sont représentés sur la figure 9, chacune de ces images (b) étant associée à un exemple d'image (e) authentifiée et un exemple d'image (f) non-authentifiée. Chacune des images (e) et (f) comporte, superposé sur la photographie, les motifs guillochés théoriques complétés des distances entre motifs guillochés extraits et théoriques. Cette distance est symbolisée par l'épaisseur du trait de guilloche. Dans le cas des images (e), les traits représentant les motifs guillochés sont peu épais. Le score cumulé est inférieur ou égal au seuil prédéterminé. L'image (e) est authentifiée. Au contraire, sur les images (f), les traits représentant les motifs guillochés sont épais sur une grande longueur de chaque motif. Le score cumulé est supérieur au seuil prédéterminé. L'image (f) n'est pas authentifiée.

[0086] Dans certains modes de réalisation, un poids est affecté à chaque score avant d'être cumulé. En effet, l'extraction n'étant généralement pas parfaite, il est normal que de petites distances existent entre deux motifs d'une même paire de motifs guillochés, comme c'est le cas dans l'exemple des images (e) de la figure 9. Par contre, lorsque les distances sont grandes, comme dans l'exemple des images (f) de la figure 9, il y a suspicion de falsification. Le procédé propose donc d'attribuer un poids plus important aux grandes distances qu'aux petites distances de sorte à optimiser le score cumulé. On appelle « grande distance », une distance, entre un point d'un motif guilloché extrait et le point correspondant (par exemple de même abscisse) du motif guilloché théorique, qui génère une surépaisseur de la guilloche. A contrario, une « petite distance » ne génère pas de surépaisseur dans la guilloche.

[0087] C'est ainsi que dans certaines variantes, les poids attribués aux scores peuvent être ajustables. Par exemple, ils peuvent être proportionnels au carré de la

distance, à son exponentielle, etc. de façon à maximiser le score cumulé et rendre plus facilement détectables les motifs guillochés falsifiés.

[0088] Bien que décrit à travers un certain nombre d'exemples, variantes et modes de réalisation, le procédé d'insertion de motifs guillochés selon l'invention comprend divers variantes, modifications et perfectionnements qui apparaîtront de façon évidente à l'homme du métier, étant entendu que ces variantes, modifications et perfectionnements font partie de la portée de l'invention.

[0089] Bien que décrit à travers un certain nombre d'exemples, variantes et modes de réalisation, les procédés d'extraction et d'authentification de motifs guillochés selon l'invention comprennent divers variantes, modifications et perfectionnements qui apparaîtront de façon évidente à l'homme du métier, étant entendu que ces variantes, modifications et perfectionnements font partie de la portée de l'invention.

## Revendications

1. Procédé d'insertion de motifs guillochés sur un document, chaque motif guilloché étant apte à encoder des données alphanumériques variables assurant un aspect différent à chaque motif guilloché de sorte à sécuriser ledit document, le procédé comportant une opération (300-600) de détermination d'une intensité d'insertion de chaque motif guilloché préalablement généré (100) en fonction d'un niveau de gris moyen du document au voisinage dudit motif guilloché.
2. Procédé d'insertion de motifs guillochés selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'intensité d'insertion d'un motif guilloché comprend une valeur de contraste et une épaisseur dudit motif guilloché.
3. Procédé d'insertion de motifs guillochés selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la détermination de l'intensité d'insertion du motif guilloché comporte une opération de calcul (400), en chaque pixel dudit motif guilloché, de la valeur de contraste entre une zone interne (zi) au motif guilloché et une zone externe (ze), voisine de ladite zone interne.
4. Procédé d'insertion de motifs guillochés selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la valeur de contraste est obtenue par comparaison entre le niveau de gris moyen de la zone interne (zi) et le niveau de gris moyen de la zone externe (ze).
5. Procédé d'insertion de motifs guillochés selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la comparaison entre le niveau de gris moyen de la zone interne et le niveau de gris moyen de la zone externe est réalisée par un traitement d'images logarithmique

(LIP).

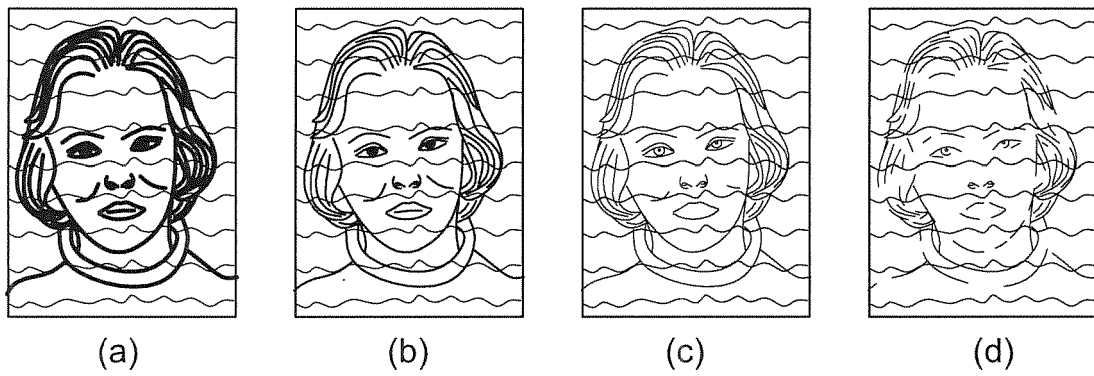
6. Procédé d'insertion de motifs guillochés selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la détermination de l'intensité d'insertion du motif guilloché comporte une opération (300) de sélection d'une épaisseur du motif guilloché.
7. Procédé d'insertion de motifs guillochés selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, **caractérisé en ce que** la zone externe (ze) est une zone de pixels (p1-pn) contigüe à la zone interne (zi).
8. Procédé d'insertion de motifs guillochés selon l'une quelconque des revendications 3 à 7, **caractérisé en ce que** le motif guilloché est un motif sinusoïdal, apposé sensiblement horizontalement sur le document, la zone externe (ze) étant positionnée à la verticale du pixel (px) du motif guilloché.
9. Procédé d'insertion de motifs guillochés selon l'une quelconque des revendications 3 à 7, **caractérisé en ce que** le motif guilloché est un ensemble de stries correspondant à une empreinte digitale, les zones interne (zi) et externe (ze) étant positionnées le long d'une normale à la courbe au pixel considéré.
10. Dispositif d'insertion de motifs guillochés sur un document, comprenant un ordinateur comportant un ensemble d'instructions qui amènent ledit ordinateur à mettre en oeuvre le procédé d'insertion de motifs guillochés selon l'une quelconque des revendications 1 à 9.
11. Document sécurisé sur lequel sont apposés des motifs guillochés encodant des données alphanumériques, **caractérisé en ce que** les motifs guillochés sont insérés sur le document par le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9.
12. Document d'identité comportant une photographie d'identité et des données alphanumériques relatives au détenteur, **caractérisé en ce que** la photographie d'identité comporte de façon visible des motifs guillochés codant les données alphanumériques, insérés par le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9.
13. Procédé d'extraction des motifs guillochés (601-608) d'un document sécurisé (600) susceptible d'être dégradé, le procédé comportant les opérations suivantes :
  - détermination (710) d'une carte des contrastes (c) d'une portion au moins du document sécurisé incluant les motifs guillochés ;
  - identification (720), sur cette carte des contrastes, d'une trajectoire de percolation optimale ; et

- extraction (730) de la trajectoire de percolation optimale, ladite trajectoire correspondant au motif guilloché.

- 5 14. Procédé d'extraction de motifs guillochés selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la carte des contrastes (c) est construite au moyen d'un modèle de traitement d'images logarithmique (LIP).
- 10 15. Procédé d'extraction de motifs guillochés selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'opération d'identification (720) de la trajectoire de percolation optimale comporte :
  - 15 - une identification, sur la carte des contrastes, de toutes les trajectoires susceptibles de traverser le document sécurisé pour relier un point de départ d'un motif guilloché à un point d'arrivée dudit motif;
  - 20 - une détermination d'une fonction de coût de chacune des trajectoires, ladite fonction de coût évaluant une variabilité entre le contraste déterminé en chaque point d'une trajectoire et un contraste attendu ;
  - 25 - une comparaison des fonctions coûts de toutes les trajectoires ; et
  - une détermination de la fonction coût minimale, la trajectoire comportant la fonction coût minimale correspondant au motif guilloché.
- 30 16. Procédé d'extraction de motifs guillochés selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que**, lorsque le document sécurisé est en couleurs, la carte des contrastes est calculée à partir d'une image de luminance associée au document en couleur.
- 35 17. Procédé d'authentification des motifs guillochés d'un document sécurisé susceptible d'être dégradé, **caractérisé en ce qu'il** comporte :
  - 40 - les opérations d'extraction des motifs guillochés selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, et
  - 45 - une opération (740) de comparaison de chaque motif guilloché extrait avec un motif guilloché théorique correspondant.
- 50 18. Procédé d'authentification des motifs guillochés selon la revendication 5, dans lequel chaque motif guilloché encode des données alphanumériques variables mentionnées sur ledit document sécurisé, **caractérisé en ce que** le motif guilloché théorique est obtenu par reconnaissance optique de caractères (OCR) des données alphanumériques mentionnées sur le document sécurisé et génération des motifs guillochés théoriques correspondants.
- 55

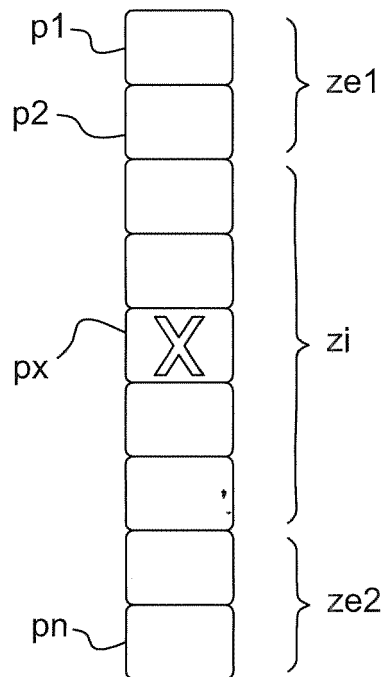
19. Procédé d'authentification des motifs guillochés selon la revendication 5 ou 6, dans lequel le document sécurisé comporte une puce électronique, **caractérisé en ce que** le motif guilloché théorique est un motif guilloché original, préalablement mémorisé dans la puce lors de la génération du motif guilloché apposé sur le document sécurisé. 5
20. Procédé d'authentification des motifs guillochés selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, **caractérisé en ce que** l'opération de comparaison des motifs guillochés extraits et théoriques comporte une estimation (741) d'un score basé sur une distance entre chaque point du motif guilloché extrait et un point correspondant du motif guilloché théorique. 10 15
21. Procédé d'authentification des motifs guillochés selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le score est calculé par cumul des distances pour tous les points du motif guilloché. 20
22. Procédé d'authentification des motifs guillochés selon la revendication 8 ou 9, **caractérisé en ce que** la distance est calculée en nombre de pixels. 25
23. Procédé d'authentification des motifs guillochés selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, **caractérisé en ce qu'un** poids est affecté à chaque distance, les distances éloignées ayant un poids plus important que les distances courtes. 30
24. Procédé d'authentification des motifs guillochés selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** le poids affecté à chaque distance est modulable. 35
25. Dispositif d'authentification de motifs guillochés comprenant un ordinateur comportant un ensemble d'instructions qui amènent ledit ordinateur à mettre en oeuvre le procédé d'authentification de motifs guillochés selon l'une quelconque des revendications 5 à 12. 40
26. Document d'identité comportant des données alphanumériques relatives au détenteur et une photographie d'identité sur laquelle sont apposés des motifs guillochés encodant les données alphanumériques, **caractérisé en ce que** les motifs guillochés sont aptes à être authentifiés par le procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 12. 45 50

55



**Fig. 1**

**Fig. 3**

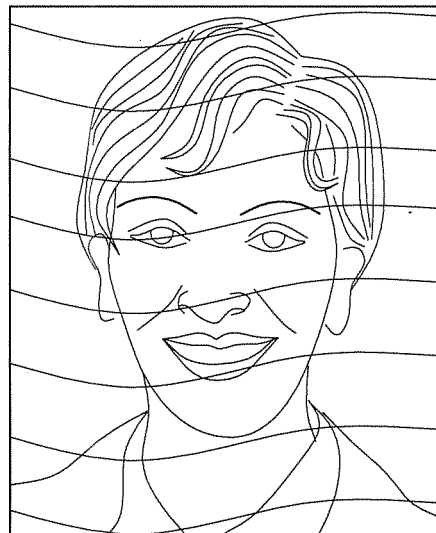




(a)

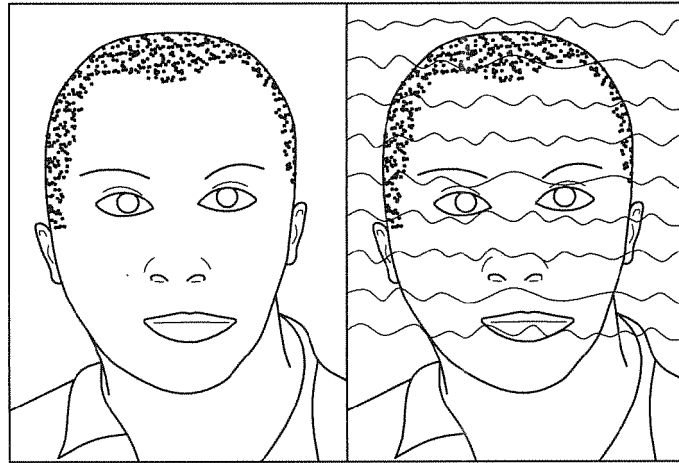


(b)



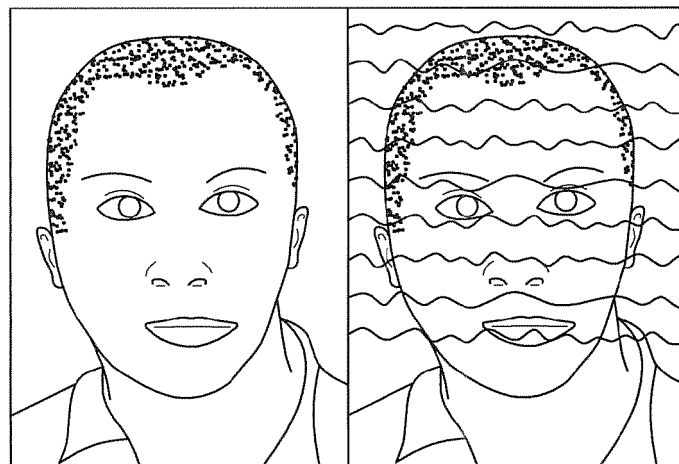
(c)

**Fig. 2**



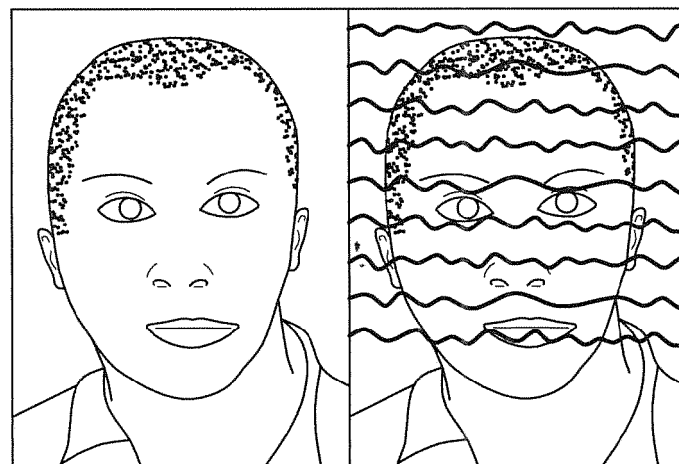
(a1)

(a2)



(b1)

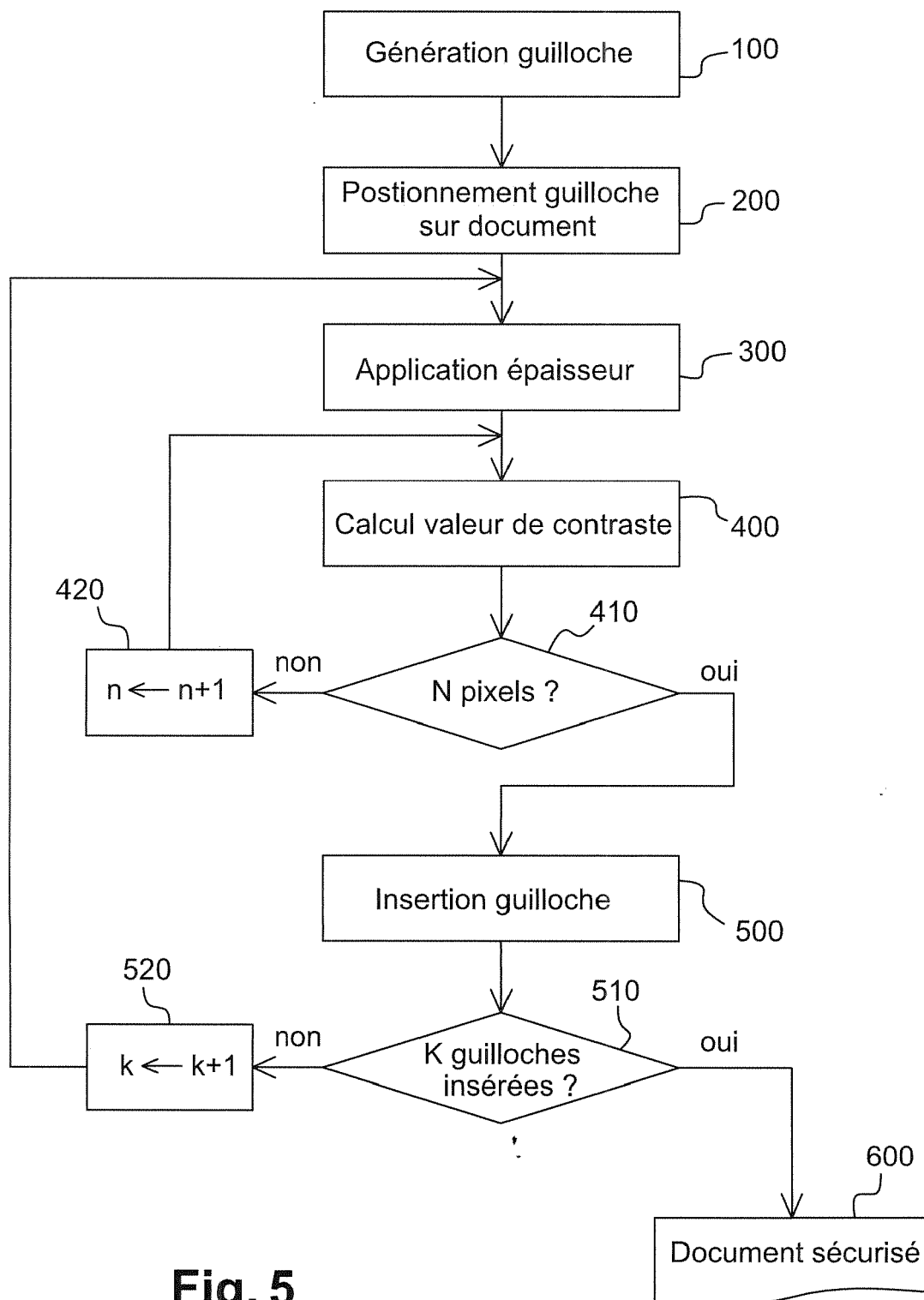
(b2)



(c1)

(c2)

**Fig. 4**

**Fig. 5**



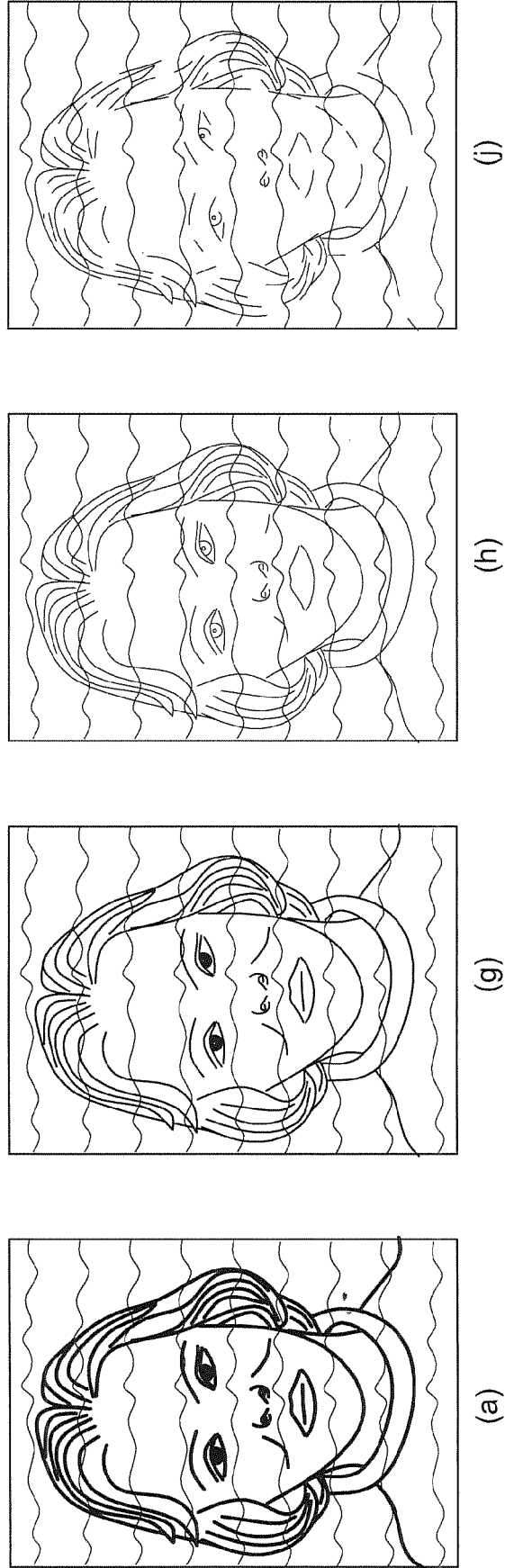
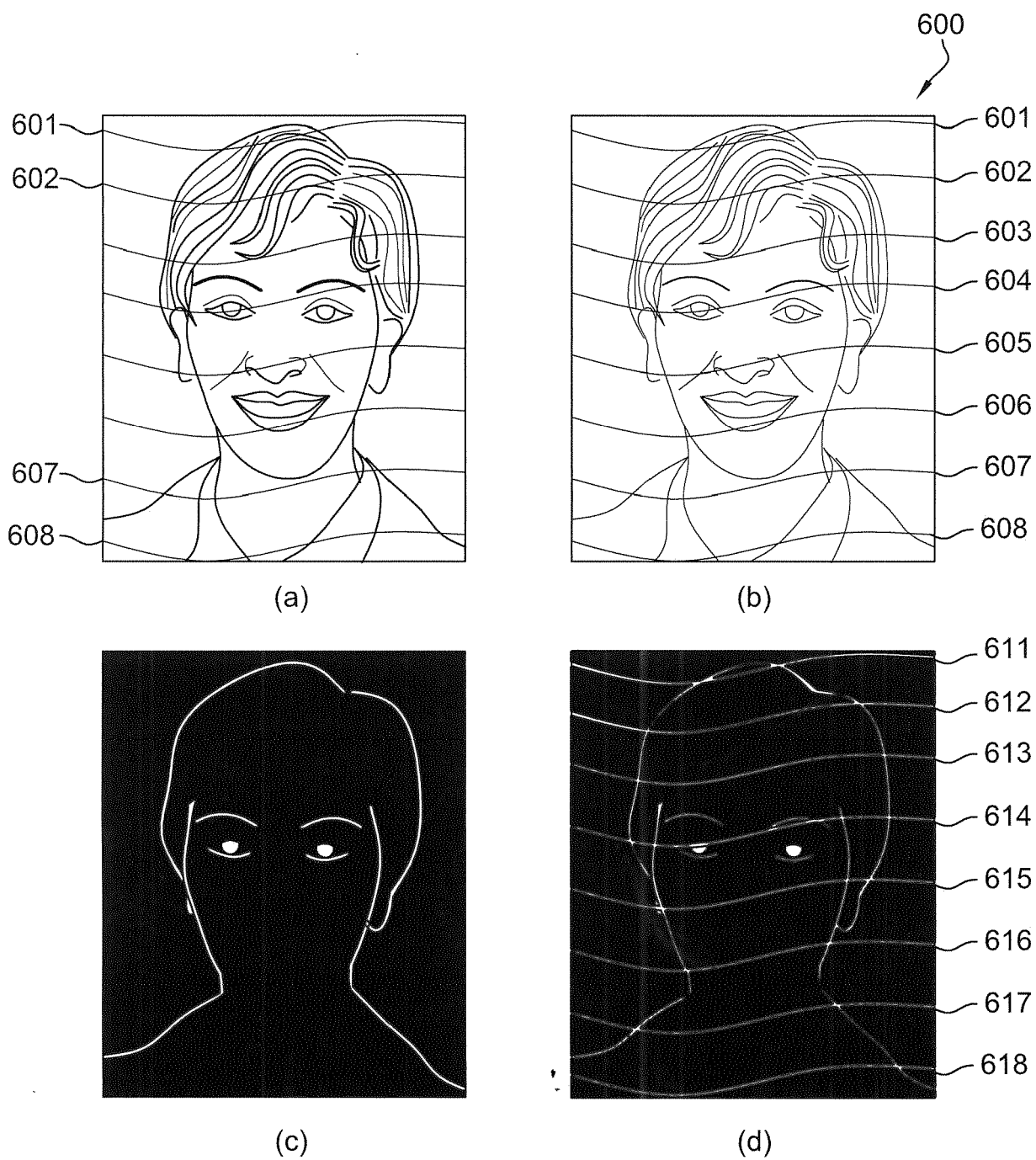
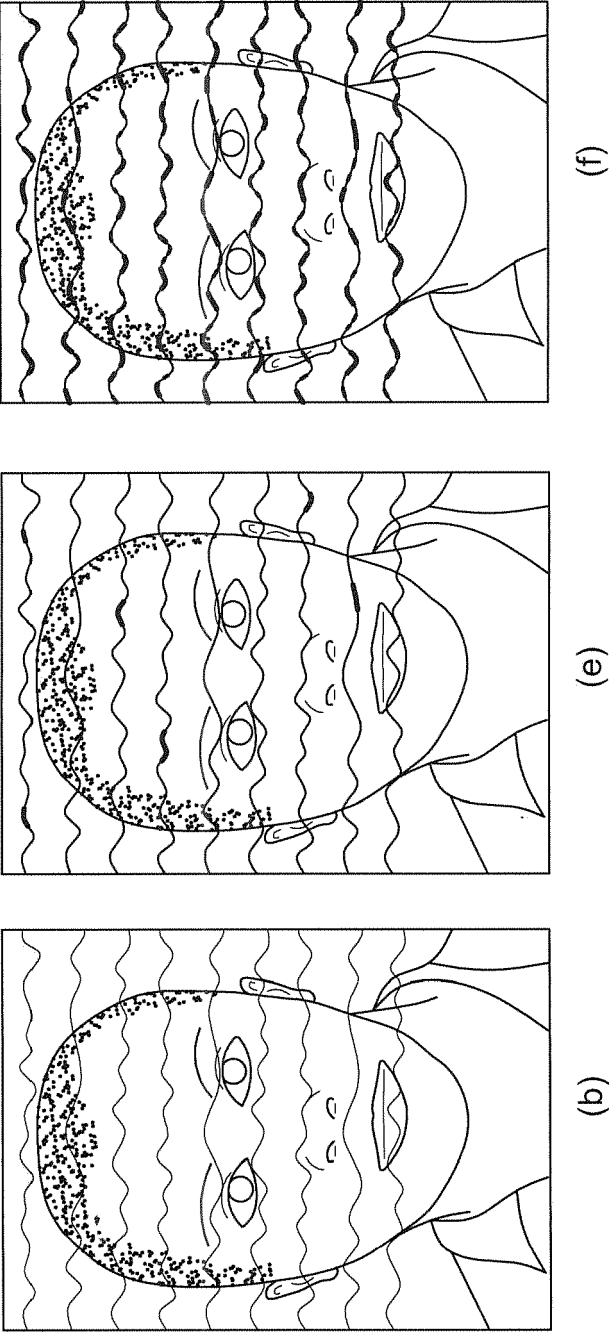
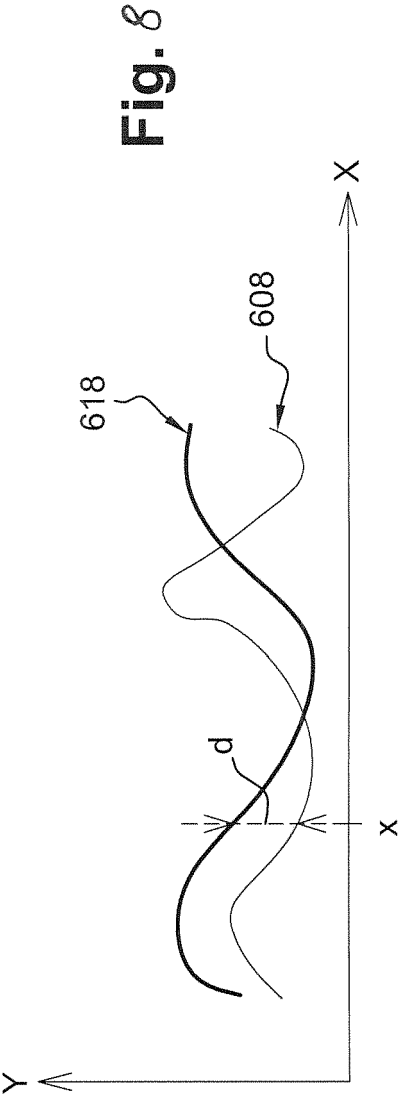
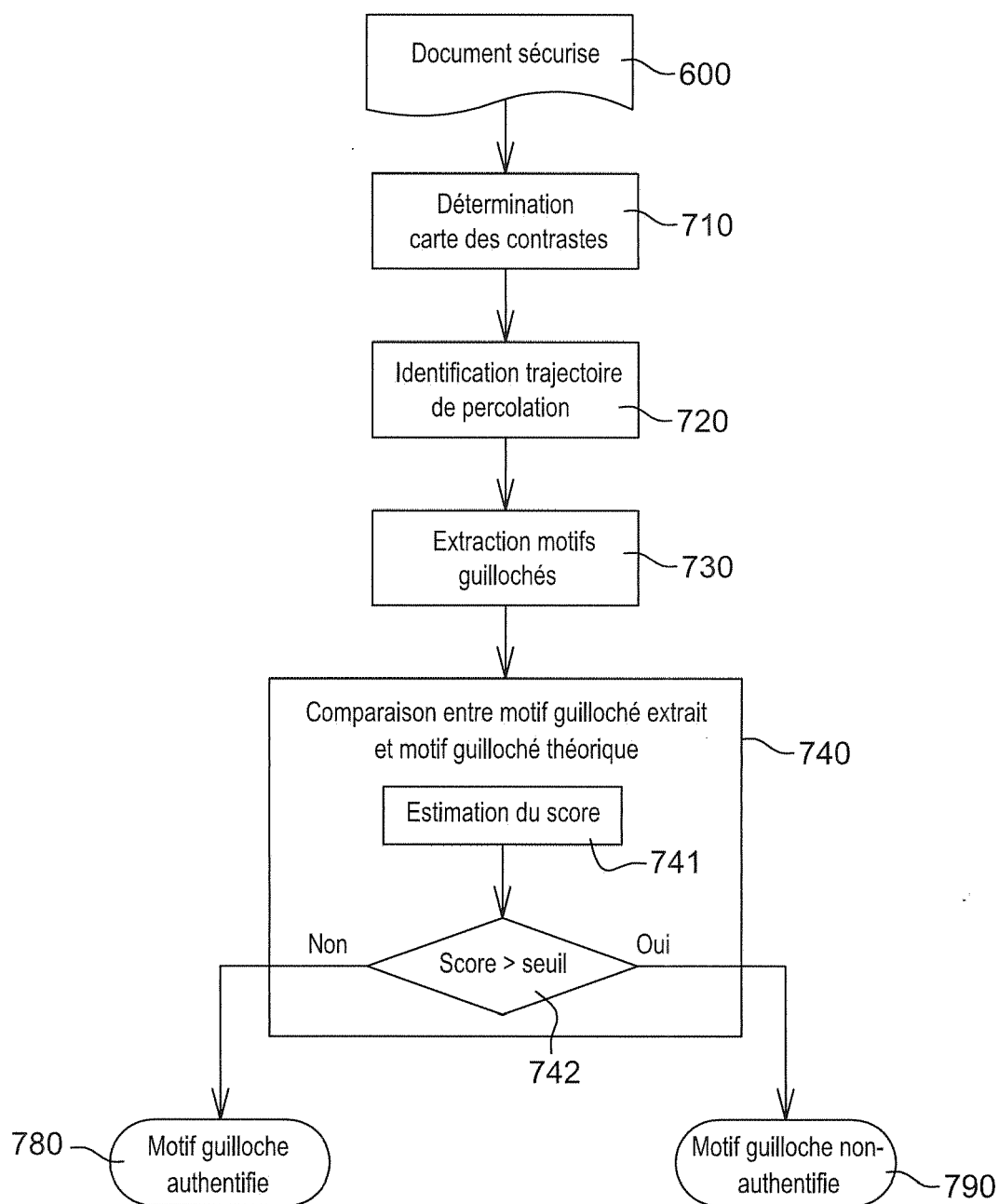


Fig. 6



**Fig. 7**





**Fig. 10**



## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 17 30 6266

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	WO 2010/003948 A1 (GEMALTO SA [FR]; GEMALTO OY [FI]; POHJOLA TEEMU [FR]; MOURTEL CHRISTOP) 14 janvier 2010 (2010-01-14) * alinéas [0017], [0020], [0024] - [0030]; figures 1-6 *	1-26	INV. B42D25/305 B42D25/23 B42D25/29 B42D25/24 B42D25/337
X	US 4 557 596 A (MUELLER HANS [DE] ET AL) 10 décembre 1985 (1985-12-10) * colonne 1, alinéa 2 * * colonne 10, lignes 52-63; figures 15,19 * * colonne 7, ligne 35 - colonne 8, ligne 19 *	1-26	
A	EP 2 236 308 A1 (GEMALTO SA [FR]) 6 octobre 2010 (2010-10-06) * alinéas [0026], [0027]; figures 1-3 *	1-26	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			B42D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>Munich</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>6 mars 2018</b>	Examineur <b>Callan, Feargel</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 17 30 6266

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

06-03-2018

	Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
10	WO 2010003948	A1	14-01-2010	EP	2145774 A1		20-01-2010
15				EP	2307204 A1		13-04-2011
				ES	2584309 T3		27-09-2016
				US	2011158472 A1		30-06-2011
				WO	2010003948 A1		14-01-2010
-----							
20	US 4557596	A	10-12-1985	EP	0085066 A1		10-08-1983
				GB	2119961 A		23-11-1983
				US	4557596 A		10-12-1985
				US	4659113 A		21-04-1987
				WO	8300570 A1		17-02-1983
-----							
25	EP 2236308	A1	06-10-2010	DK	2414172 T3		15-01-2018
				EP	2236308 A1		06-10-2010
				EP	2414172 A1		08-02-2012
				WO	2010112528 A1		07-10-2010
-----							
30							
35							
40							
45							
50							
55							

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

## RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

### Documents brevets cités dans la description

- EP 2325022 A1 [0007]
- US 20100260372 A [0007]

### Littérature non-brevet citée dans la description

- **M. JOURLIN ; J-C. PINOLI.** A Model for Logarithmic Image Processing. *Journal of Microscopy*, 1988, vol. 149 (1), 21-35 [0061] [0076]
- **M. JOURLIN.** Logarithmic Image Processing : Theory and Applications. *Advances in Imaging and Electron Physics*, 2016, vol. 195, 253 [0061] [0076]