

Procédé et systèmes de vérification de signatures
à optimisation de paramètres statiques

La présente invention concerne plus particulièrement des systèmes de vérification de signatures de type statique. Néanmoins, l'invention est applicable également pour des systèmes de vérification de signatures de type mixte dans lesquels sont traités des paramètres statiques et des paramètres dynamiques.

Un système de vérification statique de signatures traite des signatures apposées sur des supports tels que des documents en papier. Le système est conçu pour authentifier des signatures, c'est-à-dire pour vérifier leur conformité, par comparaison à des références de signatures préalablement enregistrées dans le système. Les signatures sont représentées par des paramètres statiques relatifs notamment à des formes et dimensions de leurs dessins.

Un domaine d'application important de la vérification statique de signatures est celui de la vérification des signatures apposées sur des chèques bancaires. En effet, dans les établissements bancaires, les signatures apposées sur les chèques ne sont pas systématiquement vérifiées du fait du coût très élevé qu'entraînerait une vérification effectuée manuellement. Seules sont vérifiées les signatures de chèques correspondant à des sommes élevées ou à des comptes bancaires particuliers. Les pertes financières enregistrées par les établissements bancaires consécutivement à des chèques falsifiés sont significatives. Une automatisation des opérations de vérification permettrait une vérification systématique des signatures sur les chèques et est donc la solution qui s'impose pour éviter de telles pertes.

Un autre domaine d'application de la vérification statique de signatures est celui de l'authentification biométrique des personnes. En effet, par adjonction d'une vérification statique du dessin d'une signature postérieurement à une vérification dynamique lors du tracé de la signature les performances d'un système de vérification sont très sensiblement améliorées du fait qu'il est

- 2 -

pratiquement impossible à un fraudeur d'imiter à la fois la vitesse de tracé et le dessin d'une signature.

Les différents systèmes de vérification statique de signatures qui sont disponibles actuellement sont d'origine anglo-saxonne. Ces systèmes présentent l'inconvénient d'avoir été conçus plus spécifiquement pour traiter des signatures de type anglo-saxon, qui sont essentiellement des signatures cursives. Des performances médiocres sont obtenues avec des signatures françaises, et plus généralement des signatures d'origine latine, du fait que ces signatures sont de différents types, cursif, graphique et mixte (cursif-graphique).

Un autre inconvénient de ces systèmes est que l'ensemble des paramètres utilisés pour représenter les signatures est déterminé une fois pour toutes et ne varie pas en fonction des personnes. Une telle approche est sujette à critiques car la fiabilité d'un paramètre varie sensiblement d'une personne à l'autre et un paramètre très stable pour un individu est parfois très variable pour une autre personne.

La présente invention vise à fournir un procédé et des systèmes de vérification de signatures ne présentant pas les inconvénients ci-dessus.

A cette fin, le procédé selon l'invention pour vérifier la conformité de signatures échantillons avec des signatures de référence selon lequel les signatures sont représentées par des fichiers comprenant les valeurs de plusieurs paramètres notamment de type statique, est caractérisé en ce que les fichiers sont composés d'un nombre variable de paramètres sélectionnés spécifiquement parmi un ensemble prédéterminé de paramètres par un algorithme d'optimisation de manière à minimiser des erreurs de décision, l'ensemble prédéterminé de paramètres étant constitué de paramètres représentatifs de signatures graphiques et/ou cursives.

Un système de vérification de signatures selon l'invention pour la mise en oeuvre du procédé ci-dessus est caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour lire les signatures échantillons à traiter et produire des signaux numériques représentatifs, des moyens pour indiquer au système l'identité supposée de chaque signataire, des moyens activés lors d'une phase d'apprentissage

pour produire les fichiers de référence par sélection des paramètres optimaux et calcul de leurs valeurs moyennes à partir de plusieurs échantillons de signatures de référence, des moyens pour mémoriser les fichiers de référence, des premiers moyens activés pendant une phase opérationnelle pour calculer des fichiers de paramètres correspondant aux signatures échantillons, des seconds moyens pour calculer des distances entre les valeurs des paramètres des fichiers, et des moyens pour décider de la conformité des signatures échantillons avec les signatures de référence en fonction desdites distances.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description suivante du procédé et de plusieurs réalisations préférées des systèmes de vérification de signatures selon l'invention en référence aux dessins annexés correspondants dans lesquels :

- la Fig. 1 est un bloc-diagramme montrant la structure matérielle d'un système selon l'invention pour la vérification des signatures apposées sur des chèques bancaires ;

- la Fig. 2 est un bloc-diagramme fonctionnel du système de la Fig. 1 ;

- les Figs. 3 à 13 sont relatives à la définition des paramètres statiques calculés par le système pour la vérification des signatures ;

- les Figs. 14 et 15 sont des courbes montrant l'évolution de taux d'erreur en fonction de seuils de décision respectivement lorsque les paramètres sont quelconques et lorsque les paramètres sont sélectionnés à l'aide d'un algorithme d'optimisation ; et

- la Fig. 16 montre en détail l'algorithme d'optimisation des paramètres qui est mis en oeuvre dans le système.

En référence à la Fig. 1, un système selon l'invention comprend essentiellement quatre magasins 1A à 1D équipant un banc d'entraînement de chèques 1, un lecteur de code 2A, une caméra vidéo 2B, et un équipement de commande 3.

Le magasin 1A contient des chèques à traiter. A l'aide de moyens mécaniques classiques les chèques sont extraits un par un du magasin A1 et sont convoyés à travers le banc 1 vers le magasin 1B. Au cours de leur transfert du magasin 1A vers le magasin 1B, les

chèques sont vus successivement par le lecteur de code 2A et la caméra 2B.

5 Le lecteur 2A a pour fonction de lire un code de type CMC7 apposé sur un chèque afin de permettre l'identification de l'émetteur du chèque. Un signal numérique CC représentatif du code CMC7 lu sur le chèque est transmis par le lecteur 2A vers l'équipement de commande 3.

10 La caméra 2B a pour fonction de produire une image numérique de la signature apposée sur le chèque. La caméra 2B est de préférence de type CCD et elle délivre en sortie des signaux numériques IS transmis à l'équipement de commande 3.

Après son passage devant le lecteur 2A et la caméra 2B, le chèque est stocké temporairement dans le magasin 1B pendant une durée au moins égale à un temps nécessaire à l'équipement 3 pour
15 traiter les signaux CC et IS correspondants et prendre une décision relative à la vérification de la signature. Un signal de décision A/\bar{R} est produit par l'équipement 3. Le signal A/\bar{R} à l'état "1" indique que la signature apposée sur le chèque est authentifiée et acceptée par l'équipement de commande 3 comme étant celle
20 correspondant à l'émetteur du chèque indiqué par le signal CC, et consécutivement des moyens mécaniques d'aiguillage 1E extraient le chèque du magasin 1B et le transfèrent vers le magasin 1C. Le signal A/\bar{R} à l'état "0" indique que la signature apposée sur le chèque n'est pas authentifiée par l'équipement 3 comme étant celle
25 correspondant à l'émetteur du chèque indiqué par le signal CC, et consécutivement les moyens mécaniques d'aiguillage 1E extraient le chèque du magasin 1B et le transfèrent vers le magasin 1D. Dans les magasins 1C et 1D sont donc stockés respectivement des chèques acceptés et des chèques refusés par l'équipement 3. Les chèques
30 refusés contenus dans le magasin 1D seront ensuite traités manuellement par un opérateur. Divers signaux de commande CD, outre le signal A/\bar{R} , sont également fournis par l'équipement 3 afin de commander le fonctionnement du banc d'entraînement de chèques 1.

35 L'équipement de commande 3 comprend essentiellement une unité centrale 30, des mémoires de programme et de travail 31 de types EPROM et RAM, une mémoire de masse 32 par exemple sous la forme d'un disque dur, une mémoire d'image 33, des interfaces 34, 35 et

36, et des moyens de dialogue homme-machine sous la forme d'un écran vidéo 37 et d'un clavier 38.

5 L'unité centrale 30 est constituée par exemple par un microprocesseur. L'unité centrale 30 est connectée de manière classique par des bus de données, d'adresse et de commande 39 à chacun des éléments 32 à 36 de l'équipement 3.

10 La mémoire de masse 32 est essentiellement destinée à stocker des fichiers de référence pour la vérification des signatures. Eventuellement, et dans le cas notamment où la capacité de la mémoire EPROM 31 n'est pas de taille suffisante, la mémoire de masse 32 héberge partiellement ou en totalité un programme et des utilitaires de gestion du système ainsi que des algorithmes de calcul de paramètres et de vérification de signatures.

15 La mémoire d'image 33 a pour fonction de mémoriser les images numériques de signatures délivrées par la caméra 2B. Les images sont constituées typiquement par 384x516 (colonnes x lignes) pixels codés sur 252 niveaux de gris. Selon une variante, la mémoire d'image 33 est remplacée par une station de traitement d'image, par exemple de type IDS 408, associée à l'équipement de commande 3. De
20 préférence, la liaison entre la caméra 2B et la mémoire d'image 33 est de type DMA (Direct Memory Access).

L'interface de lecteur de code 34 est reliée au lecteur de code 34 à travers un port de communication, par exemple une liaison série de type RS232. L'interface 34 réalise une conversion
25 série-parallèle et délivre le signal CC sous forme de mots constitués de plusieurs bits en parallèle.

L'interface d'écran et clavier 34 a pour fonction de connecter l'écran 37 et le clavier 38 à l'équipement 3.

30 L'interface de commande du banc 36 produit les signaux de commande CD et le signal de décision A/\bar{R} à partir de mots de commande transmis par l'unité centrale 30.

35 En référence à la Fig. 2, il est maintenant décrit les traitements effectués par l'équipement de commande 3 lors d'une phase d'apprentissage et lors d'une phase opérationnelle d'authentification de signatures.

La phase d'apprentissage est prévue afin de calculer et mettre en place dans l'équipement 3 des fichiers de paramètres de

référence qui sont nécessaires pour la vérification des signatures lors de la phase opérationnelle d'authentification.

Il est supposé en exemple de réalisation que le système est configuré pour la vérification de $I=100$ signatures différentes $S_1, S_2 \dots S_I, \dots S_I$ correspondant en principe à des signataires différents sauf si certains possèdent plusieurs modèles de signature.

$I=100$ fichiers de paramètres de référence $FR_1, FR_2 \dots FR_I, \dots FR_I$ correspondant respectivement aux $I=100$ signatures $S_1, S_2 \dots S_I, \dots S_I$ sont mémorisés dans l'équipement 3. Les fichiers FR_i ont des tailles différentes et contiennent chacun un nombre variable de paramètres déterminés pour une vérification optimale de la signature S_i correspondante. Un fichier de paramètres de référence FR_i représentatif d'une signature S_i est identifié à l'aide d'une adresse AD_i correspondant au code CMC7 du titulaire du chèque.

Pendant la phase d'apprentissage, pour chaque signature S_i , par exemple $J=10$ échantillons différents $S_{i1}, S_{i2} \dots S_{ij}, \dots S_{iJ}$ correspondant à la signature de référence S_i sont présentés successivement devant l'objectif de la caméra 2B et sont lus par celle-ci.

Dans l'équipement 3, chacune des images de signature IS délivrée par la caméra 2B est traitée dans un module de programme de traitement d'image 4A. Le traitement effectué par le module 4A sur une image comprend essentiellement un contrôle de qualité d'image, la binarisation de l'image sur des premier et second niveaux correspondant respectivement à un niveau blanc et à un niveau noir, le filtrage de tâches noires parasites sur l'image de surfaces supérieures à une surface de seuil prédéterminée, et la détermination d'une fenêtre de travail encadrant très précisément la signature. De préférence, un contrôle visuel du traitement réalisé est également effectué par un opérateur à partir de l'écran 37.

Schématiquement, un interrupteur 4B ayant deux positions PA et PO est représenté à la Fig. 2. Les positions PA et PO correspondent respectivement à la phase d'apprentissage et à la phase opérationnelle d'authentification. Lorsque l'équipement 3 est en phase d'apprentissage PA, les images de signatures délivrées par le

module 4A sont transférées vers un module de calcul et choix de paramètres de référence optimaux 4C.

Typiquement pour chacun des échantillons de signature S_{ij} , 30 paramètres a_{ij} à a_{30ij} sont calculés par le module 4C. Les paramètres a_1 à a_{30} sont prédéterminés pour être représentatifs de signatures cursives et/ou graphiques. La liste de ces paramètres est donnée ci-dessous :

- Rapport de dimensions d'une fenêtre de travail à 10 % contenant la signature (paramètre a_1) ;
- 10 - Moment d'inertie normalisé de la signature par rapport à un axe des abscisses X (paramètre a_2) ;
- Moment d'inertie normalisé de la signature par rapport à un axe des ordonnées Y (paramètre a_3) ;
- Facteur de forme (paramètre a_4) ;
- 15 - Nombre de points de contour de direction verticale de la signature sur le nombre de points de contour de la signature (paramètre a_5) ;
- Nombre de points de contour de direction horizontale sur le nombre de points de contour (paramètre a_6) ;
- 20 - Nombre de points de contour selon une première direction oblique sur le nombre de points de contour (paramètre a_7) ;
- Nombre de points de contour selon une seconde direction oblique sur le nombre de points de contour (paramètre a_8) ;
- Nombre de points de contour sur un demi-périmètre de la fenêtre à 10 % (paramètre a_9) ;
- 25 - Rapports de transitions de niveau (paramètres a_{10} à a_{21}) ;
- Densités de transitions de niveau (paramètres a_{22} et a_{23}) ;
- Rapport de dimensions de la signature après élimination de grands traits (a_{24}) ;
- 30 - Rapports de dimensions de la signature avec les grands traits sur des dimensions de la signature sans les grands traits (paramètres a_{25} à a_{28}) ;
- Rapport de la longueur d'une enveloppe primaire de la signature sur le demi-périmètre de la fenêtre à 10 % (paramètre a_{29}) ;
- 35 - Rapport de la surface de l'enveloppe primaire de la signature sur la surface de la fenêtre à 10 % (paramètre a_{30}).

En référence à la Fig. 3, des dimensions $L_{10\%}$ et $l_{10\%}$ d'une fenêtre de travail à 10 % sont calculées en éliminant 10 % des points noirs de la signature de chaque côté de celle-ci. Il est ainsi obtenu une meilleure stabilité des dimensions du fait que les extrémités de grands traits, de longueurs peu stables, sont éliminées. Le paramètre a_1 est défini par l'égalité :

$$a_1 = (100 \times L_{10\%}) / l_{10\%}.$$

En référence à la Fig. 4, soit un axe Δ passant par un centre de gravité G de la signature et correspondant à un axe de direction de la signature. En considérant que chaque point M_p de la signature a une masse égale à l'unité, le moment d'inertie I_Δ de la signature par rapport à l'axe Δ est donné par l'égalité :

$$I_\Delta = \sum_{p=1}^P r_p^2 = a^2 \cdot \left(\sum_{p=1}^P y_p^2 \right) + b^2 \cdot \left(\sum_{p=1}^P x_p^2 \right) - 2ab \cdot \left(\sum_{p=1}^P x_p \cdot y_p \right),$$

dans laquelle r_p est la distance du point M_p considéré par rapport à l'axe Δ , x_p et y_p sont les coordonnées du point M_p dans un repère orthogonal (G, X, Y) , a et b sont les coefficients directeurs de l'axe Δ , et p est un indice entier variant de 1 à une valeur maximale P afin de couvrir l'ensemble des points à traiter de la signature.

Les moments d'inertie I_X et I_Y respectivement par rapport aux axes X' et Y sont définis par les égalités :

$$I_X = \sum_{p=1}^P x_p^2, \text{ et}$$

$$I_Y = \sum_{p=1}^P y_p^2.$$

Les paramètres a_2 , a_3 et a_4 sont exprimés par les égalités :

$$\begin{aligned} a_2 &= (1000 \times I_X) / (l_{10\%}^2 \times s), \\ a_3 &= (1000 \times I_Y) / (L_{10\%}^2 \times s), \text{ et} \\ a_4 &= (10 \times I_Y) / I_X, \end{aligned}$$

s étant le nombre de points de la signature.

En référence à la Fig. 5, les points de contour de la signature peuvent avoir quatre orientations différentes. L'orientation d'un point de contour donné est déterminée en fonction de la configuration des points environnants. Les

différentes configurations possibles sont montrées sous forme de tableau à la Fig. 5. Les notations "1", "0" et "." correspondent respectivement à un point blanc, un point noir et un point blanc ou noir. Le symbole "*" représente le point blanc de contour considéré. Les paramètres a5, a6, a7 et a8 sont définis par les égalités :

$$\begin{aligned} a5 &= (100 \times np_v) / np_c, \\ a6 &= (100 \times np_h) / np_c, \\ a7 &= (100 \times np_{d1}) / np_c, \text{ et} \\ a8 &= (100 \times np_{d2}) / np_c, \end{aligned}$$

dans lesquelles np_c est le nombre total de points de contour, np_v est le nombre de points de contour de direction verticale, np_h est le nombre de points de contour de direction horizontale, np_{d1} est le nombre de points de contour selon la première direction oblique, et np_{d2} est le nombre de points de contour selon la seconde direction oblique.

Il est à noter que les paramètres a5 à a8 sont invariants par rapport à l'épaisseur des traits et à la taille de la signature.

Le paramètre a9 est défini par l'égalité :

$$a9 = (100 \times np_c) / (l_{10\%} + L_{10\%}).$$

En référence aux Figs. 6 et 7, les paramètres a10 à a21 sont définis ci-après. Une transition est définie comme un passage d'un point noir à un point blanc lors du parcours d'une ligne ou d'une colonne de la fenêtre de travail. Les transitions horizontales (respectivement les transitions verticales) sont déterminées en parcourant les lignes (respectivement les colonnes) de la fenêtre de travail.

En référence à la Fig. 6, la fenêtre de travail est séparée en deux zones Z1 et Z2 par l'axe X passant par le centre de gravité G de la signature. Les zones Z1 et Z2 sont d'abord parcourues selon un sens horizontal H afin de déterminer des nombres de transitions horizontales nbh_{Z1} et nbh_{Z2} respectivement dans les zones Z1 et Z2. Les zones Z1 et Z2 sont ensuite parcourues selon un sens vertical V afin de déterminer des nombres de transitions verticales nbv_{Z1} et nbv_{Z2} respectivement dans les zones Z1 et Z2.

En référence à la Fig. 7, la fenêtre de travail est séparée en deux zones Z3 et Z4 par l'axe Y passant par le centre de gravité G

- 10 -

de la signature. Les zones Z3 et Z4 sont d'abord parcourues selon le sens vertical V afin de déterminer des nombres de transitions verticales nbv_{Z3} et nbv_{Z4} respectivement dans les zones Z3 et Z4. Les zones Z3 et Z4 sont ensuite parcourues selon un sens horizontal H afin de déterminer des nombres de transitions horizontales nbh_{Z3} et nbh_{Z4} respectivement dans les zones Z3 et Z4.

Les paramètres a_{10} à a_{15} sont définis par les égalités suivantes :

$$\begin{aligned} a_{10} &= (100 \times nbh_{Z1})/nbh_{Z2}, \\ a_{11} &= (100 \times nbv_{Z3})/nbv_{Z4}, \\ a_{12} &= (100 \times nbh_{Z1})/nbv_{Z3}, \\ a_{13} &= (100 \times nbh_{Z1})/nbv_{Z4}, \\ a_{14} &= (100 \times nbh_{Z2})/nbv_{Z3}, \text{ et} \\ a_{15} &= (100 \times nbh_{Z2})/nbv_{Z4}. \end{aligned}$$

Les paramètres a_{10} à a_{15} sont peu sensibles par rapport à la position du centre de gravité G.

Les paramètres a_{16} à a_{21} sont définis par les égalités suivantes :

$$\begin{aligned} a_{16} &= (100 \times nbh_{Z3}^*)/nbh_{Z4}^*, \\ a_{17} &= (100 \times nbv_{Z1}^*)/nbv_{Z2}^*, \\ a_{18} &= (100 \times nbh_{Z3}^*)/nbv_{Z1}^*, \\ a_{19} &= (100 \times nbh_{Z3}^*)/nbv_{Z2}^*, \\ a_{20} &= (100 \times nbh_{Z4}^*)/nbv_{Z1}^*, \text{ et} \\ a_{21} &= (100 \times nbh_{Z4}^*)/nbv_{Z2}^*. \end{aligned}$$

Le symbole "*" au-dessus des nombres nbh_{Z3} , nbh_{Z4} , nbv_{Z1} et nbv_{Z2} dans ces dernières égalités indique que pour le calcul desdits nombres, à une transition n'est pas affectée une valeur déterminée fixe comme pour le calcul des nombres nbh_{Z1} , nbh_{Z2} , nbv_{Z3} et nbv_{Z4} , mais est affectée une valeur proportionnellement dépendante de la position de la transition dans le repère (G, X, Y). En effet, les nombres de transitions nbh_{Z3} , nbh_{Z4} , nbv_{Z1} et nbv_{Z2} peuvent varier très rapidement avec la position du centre de gravité G de la signature du fait que les sens de parcours correspondants sont, pour le calcul de ces nombres, perpendiculaires aux axes H et V. Ainsi par exemple, comme illustré avec la signature montrée à la Fig. 8, si un grand trait horizontal de la signature est proche de l'axe X passant par le centre de

gravité G, les nombres de transitions dans les zones Z1 et Z2 varieront de façon non négligeable suivant que ledit grand trait se trouve au-dessus ou au-dessous de l'axe X. La même instabilité est susceptible de se produire pour les grands traits verticaux au voisinage du centre de gravité. Les valeurs des transitions verticales sont pondérées par une courbe telle que celle montrée à la Fig. 9. Dans cette courbe, $-y_g$ représente l'ordonnée du bord inférieur de la fenêtre de travail. De même, les valeurs des transitions horizontales sont pondérées par une courbe analogue à celle de la Fig. 9 dans laquelle Y, $-y_g$ et $l_{10\%}$ sont remplacés respectivement par X, $-x_g$ et $L_{10\%}$, où $-x_g$ représente l'abscisse du bord gauche de la fenêtre de travail.

Les paramètres a22 et a23 représentatifs de densités de transitions sont calculés à partir des nombres de transitions nbh_{Z1} , nbh_{Z2} , nbv_{Z3} et nbv_{Z4} :

$$a22 = (nbh_{Z1} + nbh_{Z2})/l_{10\%}, \text{ et}$$

$$a23 = (nbv_{Z3} + nbv_{Z4})/L_{10\%}.$$

En référence à la Fig. 10, le paramètre a24 est déterminé par l'égalité suivante :

$$a24 = (100 \times L)/l,$$

où L et l sont les dimensions de la fenêtre contenant la signature après élimination des grands traits de la signature.

En référence à la Fig. 11, les paramètres a24 à a28 sont représentatifs de rapports entre des dimensions de la signature avec les grands traits sur des dimensions de la signature sans les grands traits :

$$a25 = (100 \times L_1)/L,$$

$$a26 = (100 \times L_2)/L,$$

$$a27 = (100 \times l_3)/l, \text{ et}$$

$$a28 = (100 \times l_4)/l.$$

En référence aux Figs. 12 et 13, l'enveloppe primaire EP de la signature est déterminée en suivant un balayage vertical. Selon une ligne verticale, les points inclus dans l'enveloppe primaire sont compris entre une première transition blanc-noir détectée et une dernière transition noir-blanc détectée. La longueur du contour L_C ainsi que la surface S de l'enveloppe primaire sont calculées. Les

paramètres a29 et a30 sont déterminés à partir des grandeurs L_C et S , selon les égalités suivantes :

$$a29 = (100 \times L_C) / (L_{10\%} + l_{10\%}), \text{ et}$$

$$a30 = (100 \times S) / (L_{10\%} \times l_{10\%}).$$

5 En référence à nouveau à la Fig. 2, le module 4C calcule les paramètres a_{1ij} à a_{30ij} correspondant à chaque échantillon de signature S_{ij} et organise lesdits paramètres en $I=100$ fichiers de paramètres primaires FP_1 à FP_I . Les fichiers FP_i sont sauvegardés en mémoire et représentés à la Fig. 2 par le module 4D. Un fichier
10 FP_i est identifié par l'adresse correspondante AD_i (CMC7) et contient des paramètres a_{11} à a_{3011} , a_{12} à a_{3012} , ... a_{1J} à a_{301J} correspondant aux $J=10$ échantillons S_{11} à S_{1J} d'une même signature S_i . L'adresse AD_i , comme montré à la Fig. 2, est transmise au moyen du lecteur de code 2A ou du clavier 38.

15 Le traitement réalisé par le bloc 4C afin de déterminer les paramètres optimaux pour chaque signature S_i est maintenant décrit.

Pour chaque signature S_i , il est considéré deux classes de signatures, une classe de signatures authentiques SA et une classe de signatures fausses SF. La classe de signatures authentiques SA
20 correspondant à la signature S_i est constituée par les $J=10$ échantillons de la signature S_i . La classe de signatures fausses pour la signature S_i est constituée par les $(I-1) \times J = 99 \times 10 = 990$ échantillons correspondant aux $I-1=99$ signatures $S \neq S_i$.

Pour chaque signature S_i , à partir de l'ensemble des
25 paramètres correspondants a_{11} à a_{3011} , a_{12} à a_{3012} , ... a_{1J} à a_{301J} , il est calculé une représentation statistique sous la forme de 30 paramètres moyens \bar{a}_{1i} à \bar{a}_{30i} et de 30 écarts correspondants $(a_{i, \max} - a_{i, \min})$ à $(a_{30i, \max} - a_{30i, \min})$ entre des valeurs maximales et des valeurs minimales des paramètres.

30 Pour décider si une signature S_k est vraie ou fausse, c'est-à-dire est conforme ou non conforme à la signature S_i , il est calculé une distance $D(\bar{S}_i, S_k)$ entre un premier ensemble de paramètres moyens \bar{b}_{1i} à \bar{b}_{Qi} , où Q est un indice entier au maximum égal à 30, pris parmi les paramètres \bar{a}_{1i} à \bar{a}_{30i} et un second
35 ensemble de paramètres b_{1k} à b_{Qk} représentatif de la signature à vérifier S_k et pris parmi les paramètres a_{1k} à a_{30k} correspondant à la signature S_k . La distance D est définie de la manière suivante :

$$D(\bar{S}_i, S_k) = \sum_{q=1}^{q=Q} \Delta b_{q_i}$$

où $\Delta b_{q_i} = |b_{q_k} - \bar{b}_{q_i}| / (b_{q_i, \max} - b_{q_i, \min})$.

5 Le terme d'écart $(b_{q_i, \max} - b_{q_i, \min})$ est introduit afin de pondérer la contribution d'un paramètre proportionnellement à son instabilité.

10 Le traitement d'optimisation des paramètres pour la signature S_i consiste à sélectionner les Q paramètres b_{1_i} à b_{Q_i} qu'il convient de choisir parmi les 30 paramètres disponibles a_{1_i} à a_{30_i} . L'algorithme d'optimisation est décrit ci-après en référence à la Fig. 16 et est de type "Jackknife" ou "Leave-one-out". Le critère de sélection utilisé est la maximalisation d'un écart de seuil ES :

$$ES = S_f - S_v.$$

15 Le seuil S_v est le seuil de décision tel que si la distance D est supérieure au seuil S_v alors toutes les signatures de la classe SA sont acceptées.

20 Le seuil S_f est le seuil de décision tel que si la distance D est inférieure au seuil S_f alors toutes les signatures de la classe SF sont rejetées.

25 En référence à la Fig. 14, dans le cas où les paramètres ne sont pas sélectionnés, le seuil S_v est de manière générale supérieur au seuil S_f , l'écart de seuil ES est négatif et il en résulte un taux minimal d'erreur de décision ED qui est non nul, le taux ED étant égal au taux moyen entre un taux de vraies signatures rejetées EDV et un taux de fausses signatures acceptées EDF.

30 En référence à la Fig. 15, dans le cas où les paramètres sont sélectionnés, le seuil S_v est inférieur au seuil S_f , l'écart de seuil ES est positif et il en résulte un taux minimal d'erreur de décision ED qui est théoriquement nul.

En référence à la Fig. 16, l'algorithme de sélection des paramètres optimaux b_{1_i} à b_{Q_i} correspondant à la signature S_i est décomposable en 8 blocs de traitement notés BL1 à BL7.

35 Dans le bloc BL1, une initialisation est effectuée. Le nombre de paramètres Q est affecté de la valeur 30 et l'ensemble des paramètres b_{1_i} à b_{Q_i} est pris égal à l'ensemble des paramètres possibles a_{1_i} à a_{30_i} .

Dans le bloc BL2, il est considéré les Q combinaisons différentes $C_1, C_2, \dots, C_q, \dots, C_Q$ de Q-1 paramètres chacune pris dans l'ensemble de paramètres $b1_i$ à bQ_i . Chacune des combinaisons C_1 à C_Q est composée de l'ensemble des paramètres $b1_i$ à bQ_i excepté de l'un d'entre eux :

$$\begin{aligned} C_1 &= (b2_i, b3_i, \dots, b(q-1)_i, bq_i, b(q+1)_i, \dots, bQ_i), \\ C_2 &= (b1_i, b3_i, \dots, b(q-1)_i, bq_i, b(q+1)_i, \dots, bQ_i), \\ C_q &= (b1_i, b2_i, \dots, b(q-1)_i, b(q+1)_i, \dots, bQ_i), \\ C_{Q-1} &= (b1_i, b2_i, \dots, b(q-1)_i, bq_i, b(q+1)_i, \dots, b(Q-2)_i, bQ_i), \end{aligned}$$

10 et

$$C_Q = (b1_i, b2_i, \dots, b(q-1)_i, bq_i, b(q+1)_i, \dots, b(Q-2)_i, b(Q-1)_i).$$

Pour chaque combinaison de paramètres C_q , il est calculé les distances $D(\bar{S}_i, S_k)$ afin de déterminer des seuils de distance $(S_f)_q$ et $(S_v)_q$ et des écarts de seuil correspondants ES_q^* .

15 Dans le bloc BL3, un écart de seuil maximum ES^* parmi tous les écarts de seuil calculés ES_1^* à ES_Q^* est détecté et la combinaison de paramètres correspondante C^* est retenue.

20 Dans le bloc BL3, l'écart de seuil maximum ES^* et la combinaison de paramètres correspondante C^* sont mémorisés dans une table TB.

Dans le bloc BL4, la valeur du nombre Q est décrémentée de 1.

Dans le bloc BL5, une comparaison est effectuée sur la valeur du nombre Q.

25 Dans le cas où la valeur du nombre Q est différente de zéro, dans le bloc BL6, l'ensemble de paramètres $b1_i$ à bQ_i est identifié à la dernière combinaison retenue C^* (BL3) et un nouveau passage de boucle est effectué à partir du bloc BL2.

30 Dans le cas où la valeur du nombre Q est égale à zéro, 30 passages ont été effectués à travers les blocs BL2 à BL4 et la table TB contient 30 écarts de seuil maximum ES_1^* à ES_{30}^* et 30 combinaisons correspondantes C_1^* à C_{30}^* . Consécutivement le bloc BL7 est activé et une combinaison C^{**} correspondant à une valeur maximale ES^{**} est détectée dans la table TB. La sélection est alors terminée et les paramètres optimaux $b1_i$ à bQ_i pour la vérification de la signature S_i sont contenus dans la combinaison C^{**} .

35 En référence à la Fig. 2, le module 4E renferme I=100 fichiers de paramètres de référence optimaux FR_1 à FR_I correspondant

- 15 -

respectivement aux $I=100$ signatures S_1 à S_I . Un fichier FR_i contient les Q paramètres optimaux moyens $\bar{b}1_i$ à $\bar{b}Q_i$ correspondant à la signature S_i et les Q écarts $(bl_{i,max} - bl_{i,min})$ à $(bQ_{i,max} - bQ_{i,min})$.

5 En phase opérationnelle d'authentification, l'interrupteur 4B est en position PO et les images de signatures IS sont transmises vers un module de calcul de paramètres 4F.

Lors du passage d'un chèque devant le lecteur de code 2A et la caméra 2B, une adresse AD_i est délivrée par le lecteur 2A et parallèlement la caméra 2A délivre l'image IS d'une signature S_k . L'adresse AD_i est fournie au module 4E et sélectionne dans ce module le fichier de paramètres de référence correspondant FR_i . Le module 4F reçoit des informations IP transmises par le module 4E et lui indiquant les paramètres bl_k à bQ_k qu'il convient de calculer. Les paramètres calculés bl_k à bQ_k , les paramètres $\bar{b}1_i$ à $\bar{b}Q_i$ et les écarts $(bl_{i,max} - bl_{i,min})$ à $(bQ_{i,max} - bQ_{i,min})$ contenus dans le fichier FR_i sont ensuite transmis respectivement par les modules 4F et 4E et sont fournis à un module de calcul de distance et décision 4G.

20 Le module 4G calcule la distance $D(\bar{S}_i, S_k)$ à partir des paramètres $\bar{b}1_i$ à $\bar{b}Q_i$, des écarts $(bl_{i,max} - bl_{i,min})$ à $(bQ_{i,max} - bQ_{i,min})$ et des paramètres bl_k à bQ_k . La distance calculée D est comparée à un seuil de décision S qui est déterminé, pendant la phase d'apprentissage, de telle sorte que toutes les signatures vraies soient acceptées. Dans le cas où la distance D est inférieure au seuil S , la signature S_k est considérée conforme à la signature S_i et est acceptée. Dans le cas où la distance D est supérieure au seuil S , la signature S_k est considérée différente de la signature S_i et est refusée.

RE V E N D I C A T I O N S

1 - Procédé de vérification de signatures pour vérifier la conformité de signatures échantillons (S_k) avec des signatures de référence (S_i) selon lequel les signatures sont représentées par des fichiers (FR_i) comprenant les valeurs de plusieurs paramètres notamment de type statique ($b1$ à bQ), caractérisé en ce que les fichiers (FR_i) sont composés d'un nombre variable (Q) de paramètres sélectionnés spécifiquement parmi un ensemble prédéterminé de paramètres ($a1$ à $a30$) par un algorithme d'optimisation de manière à minimiser des erreurs de décision, l'ensemble prédéterminé de paramètres ($a1$ à $a30$) étant constitué de paramètres représentatifs de signatures graphiques et/ou cursives.

2 - Procédé conforme à la revendication 1, caractérisé en ce qu'il inclut un algorithme d'optimisation de type "Jacknife" ou "Leave-one-out" afin de produire les fichiers de référence.

3 - Procédé conforme à la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que pour vérifier la conformité d'une signature échantillon (S_k) avec une signature de référence (S_i) il est calculé une distance D entre les paramètres (bq_k et bq_i) des fichiers correspondants, ladite distance D étant définie par la relation suivante :

$$D = \sum_{q=1}^{q=Q} |bq_k - \bar{bq}_i| / [bq_{i,max} - bq_{i,min}]$$

dans laquelle bq_k correspond à des valeurs des paramètres représentatifs de la signature échantillon indiquée k , \bar{bq}_i correspond à des valeurs moyennes des paramètres représentatifs de la signature de référence indiquée i , $[bq_{i,max} - bq_{i,min}]$ représente un écart de valeurs maximum correspondant aux paramètres bq_i , et Q est le nombre de paramètres compris dans les fichiers.

4 - Système de vérification de signatures pour la mise en oeuvre du procédé conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens (2B, 4A) pour lire les signatures échantillons à traiter et produire des signaux numériques représentatifs (IS), des moyens (2A) pour indiquer au système l'identité supposée (AD_i CMC7) de chaque signataire, des moyens (4C, 4D) activés lors d'une phase d'apprentissage pour produire les fichiers de référence (FR_i) par sélection des

- 17 -

paramètres optimaux (b_l à b_Q) et calcul de leurs valeurs moyennes (\bar{b}_l à \bar{b}_Q) et de valeurs d'écart ($(b_{l,i,\max} - b_{l,i,\min}) - (b_{Q,i,\max} - b_{Q,i,\min})$) à partir de plusieurs échantillons de signatures de référence (S_{1i} à S_{1j}), des moyens (4E, 32) pour

5 mémoriser les fichiers de référence, des premiers moyens (4F) activés pendant une phase opérationnelle pour calculer des fichiers de paramètres correspondant aux signatures échantillons, des seconds moyens (4G) pour calculer des distances (D) entre les

10 valeurs des paramètres (b_{q_k} et \bar{b}_{q_i}) des fichiers, et des moyens (4G) pour décider de la conformité des signatures échantillons (S_k) avec les signatures de référence (S_1) en fonction desdites distances (D).

5 - Système de vérification de signatures conforme à la revendication 4, caractérisé en ce que

15 les moyens pour produire les fichiers de référence (4C, 4D), les moyens pour mémoriser (4E), les premiers et seconds moyens pour calculer (4F, 4G) et les moyens pour décider (4G) sont réalisés par des modules de programme inclus dans un équipement de commande (3) du système comprenant une unité centrale (30) telle qu'un

20 microprocesseur.

6 - Système de vérification de signatures conforme à la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que les moyens pour lire comprennent une caméra vidéo (2B) et des moyens de traitement d'image (4A), et en ce que les moyens pour indiquer comprennent un

25 lecteur de code (2A) pour détecter et lire des codes de type CMC7 (AD_1) apposés sur des chèques bancaires en traitement dans le système.

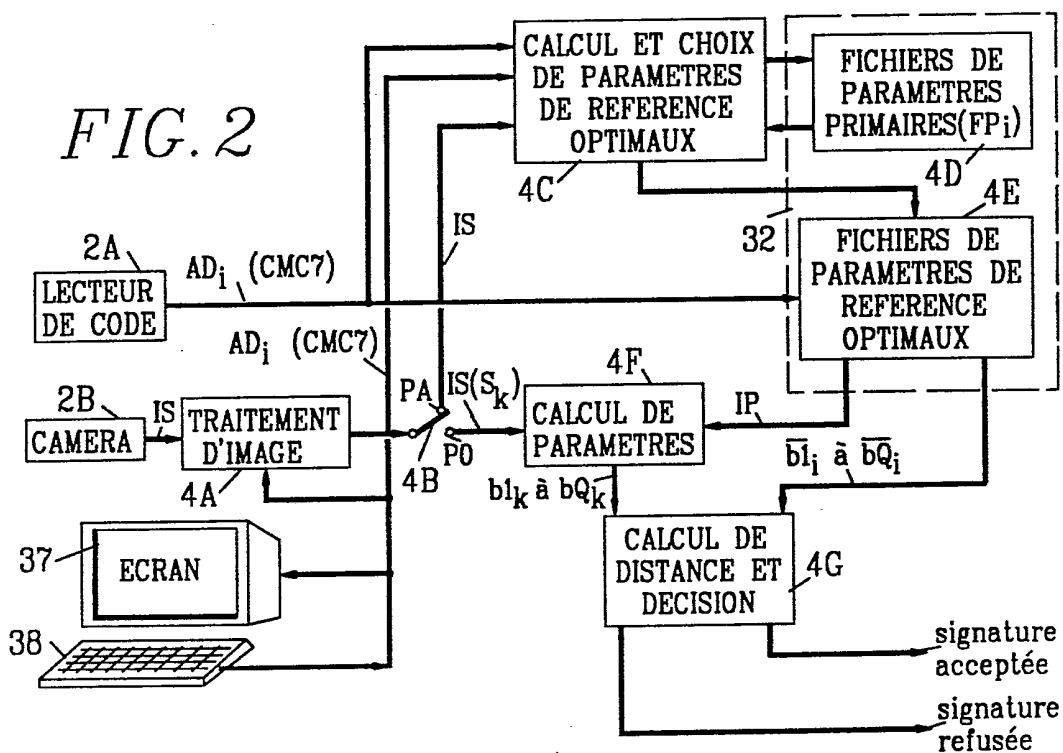
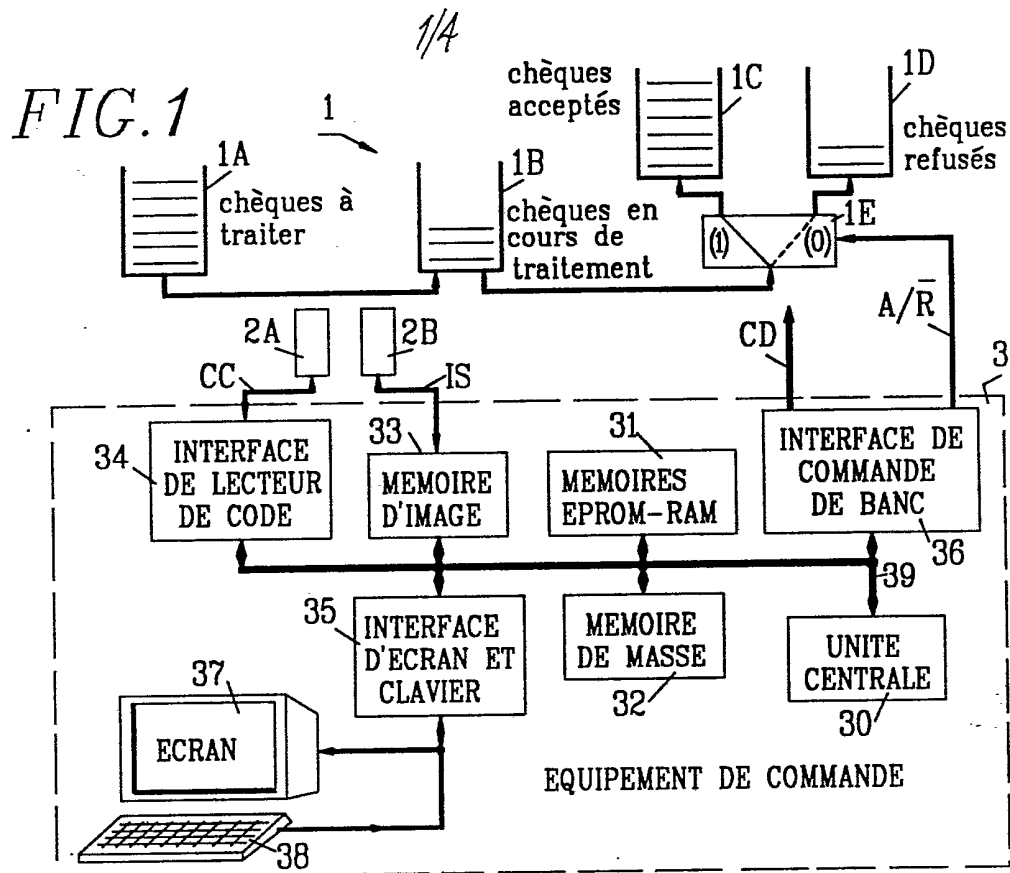


FIG. 3 ^{2/4}

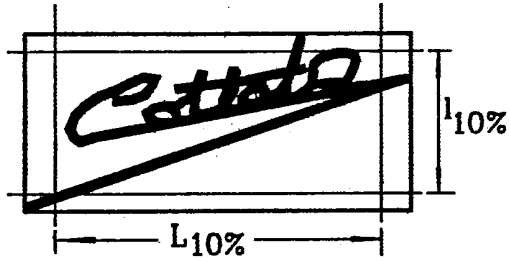


FIG. 4

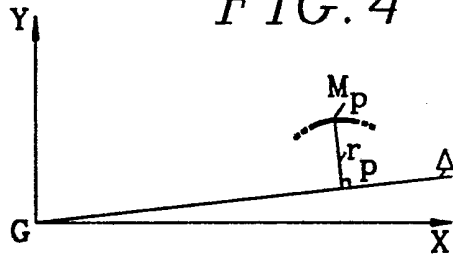


FIG. 5

0 1 .	. 1 0	Point * de direction verticale
0 * .	. * 0	
.	
0 0	Point * de direction horizontale
1 * .	1 * .	
. . .	0 0 .	
1 . .	1 0 .	Point * de première direction oblique
0 * .	. * .	
.	
. . 1	. 0 1	Point * de seconde direction oblique
* 0	* .	
.	

FIG. 6

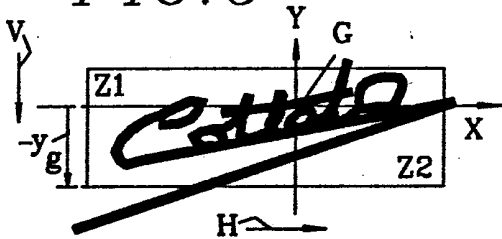


FIG. 8

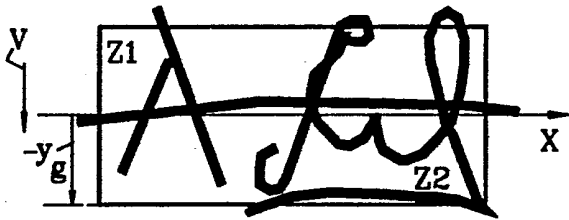


FIG. 7

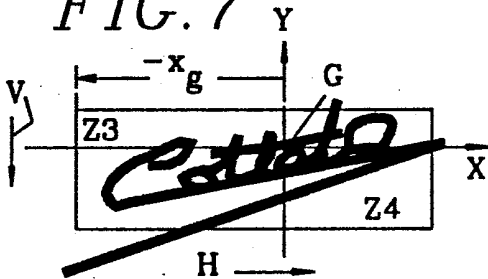


FIG. 9

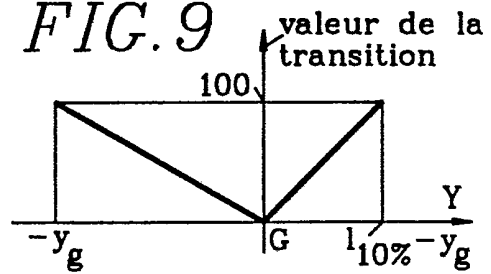


FIG. 10

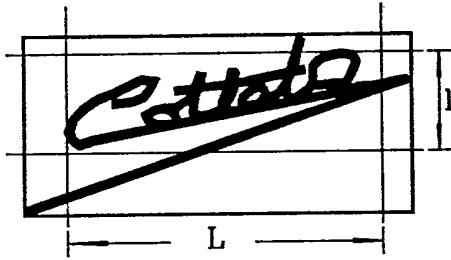


FIG. 11

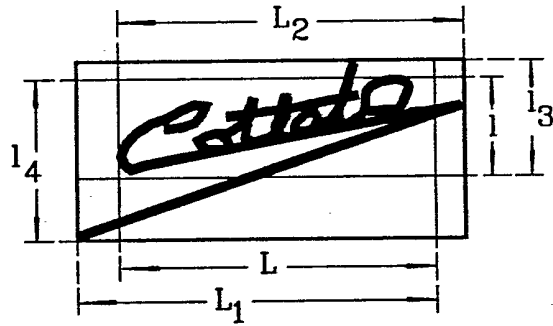


FIG. 12

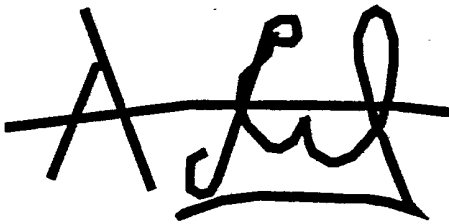


FIG. 13

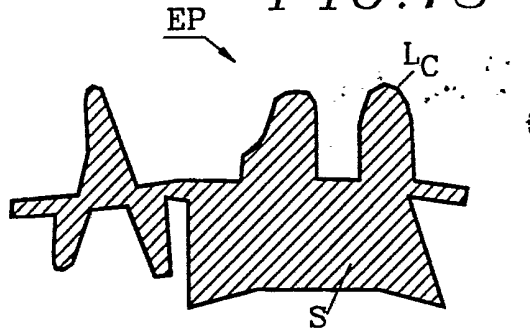


FIG. 14

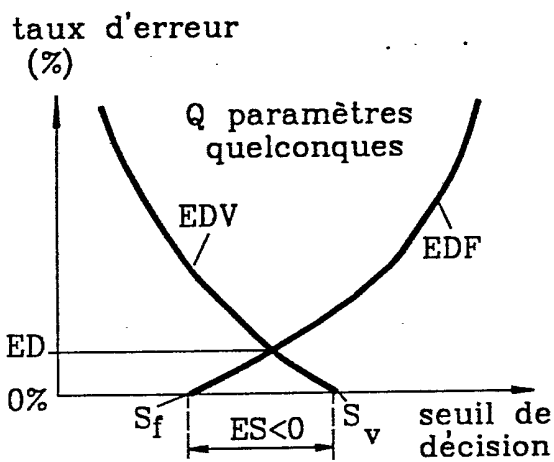
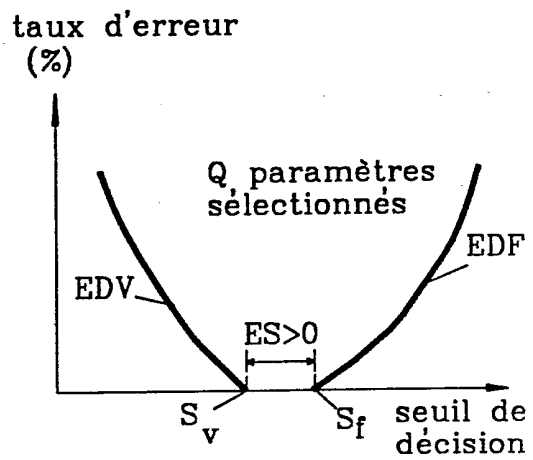


FIG. 15



4/4

FIG. 16

