

# Plan

- Introduction
- Théorie
- QR code
- **Enrichissement de codes graphiques**
- Codes graphiques pour l'authentification

# Enrichissement de codes graphiques

- Signification visuelle
- Augmentation de la capacité de stockage
- Insertion d'un message secret
- Authentification du support

# Enrichissement de codes graphiques

## Signification visuelle

- Les codes “User-friendly”
  - Ajout d'un style artistique
  - Ajout informations visuelles :
    - Marque de produit
    - Logo de producteur

# Les codes « user-friendly »

- Codes graphiques artistiques



- Remplacent des modules noirs et blancs carrés par des modules en couleurs de formes irrégulières.
- Exploitent la capacité des corrections d'erreurs pour insérer des logos, images, abréviations.

# Les codes « user-friendly »

- Codes graphiques artistiques



- Codes graphiques avec signification visuelle



# Les codes « user-friendly »

- Codes graphiques avec signification visuelle



- Insèrent des images significatives sans exploitations des bits de corrections.
- Peuvent stocker un nombre maximal d'informations.

# Assemblage d'images [5]

- Soit Q – un QR code, C – un logo, B – une image assemblée.
- On calcule la luminance d'une image RVB

$$Y = 0.29 * R + 0.59 * V + 0.12 * B$$

- Dans chaque pixel (i,j) la luminance  $B_Y(i,j)$  est attribuée :

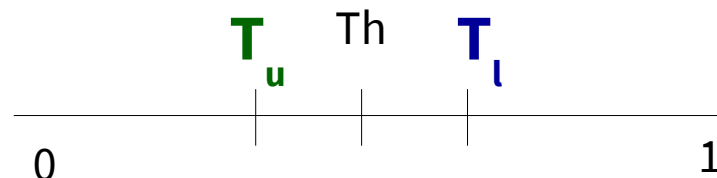
- Si  $Q(i,j) = 255$  alors

$$B_Y(i,j) \leftarrow \max\{C_Y(i,j), T_u\}$$

- Sinon

$$B_Y(i,j) \leftarrow \min\{C_Y(i,j), T_l\}$$

- Fin sin



# Enrichissement de codes graphiques

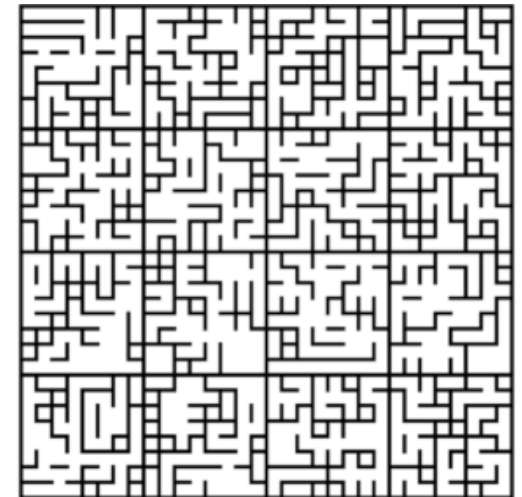
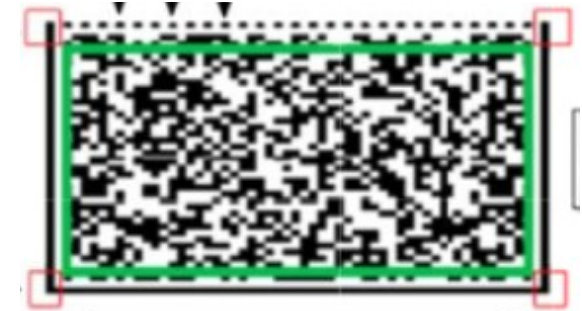
## Augmentation de la capacité de stockage

- **Augmentation de la capacité de stockage**
  - Par la construction spécifique de codes
  - Par l'utilisation de couleurs
  - Par l'utilisation de modules spécifiques



# Augmentation de la capacité de stockage

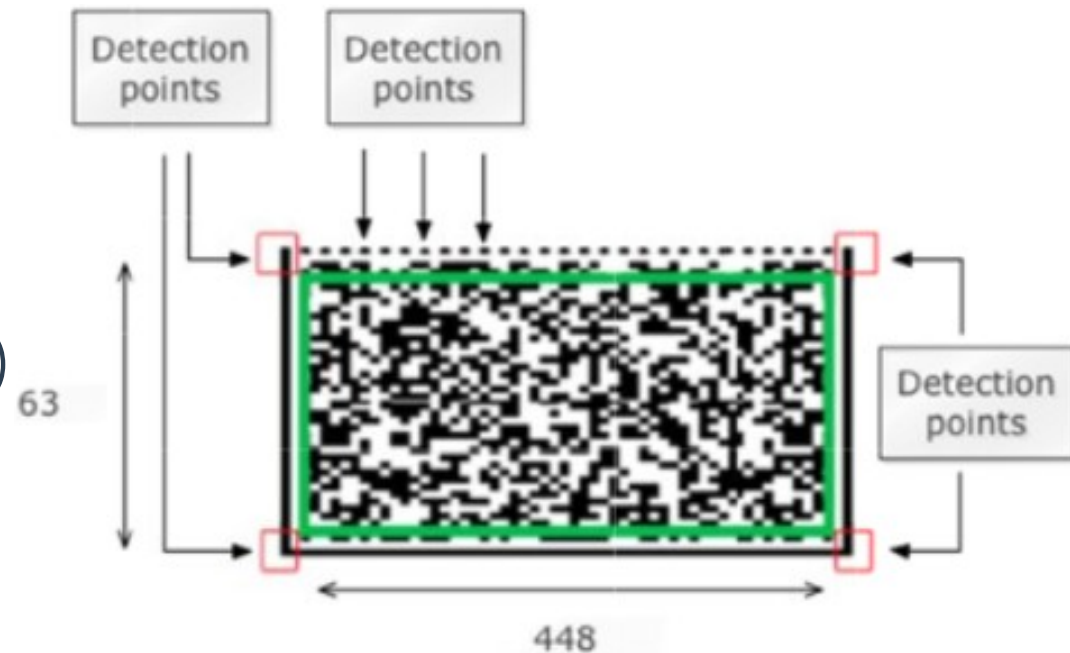
- Codes noir & blanc
  - High Capacity 2D (HC2D) codes à barres
  - High density (HD) codes à barres



# Augmentation de la capacité de stockage

## High Capacity 2D (HC2D) code à barres [7]

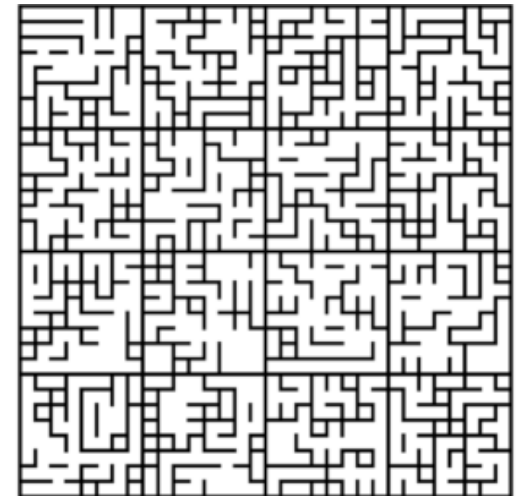
- Capacité de stocker 24400 bits de données compressées.
- De forme rectangulaire.
- L'entête du code :
  - La version
  - Le type de donnée  
(numériques, ASCII ou binaires)
  - Option de compression
  - Checksum
  - Longueur des données
- Encodage en utilisant le CCE Reed-Solomon (L – 7 %, H- 32 %).



# Augmentation de la capacité de stockage

## High density (HD) code à barres [8]

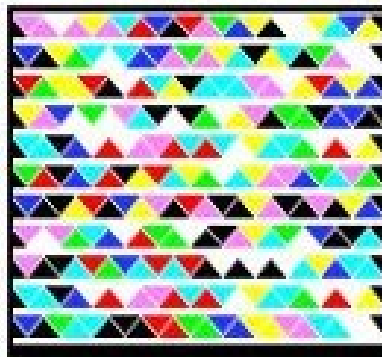
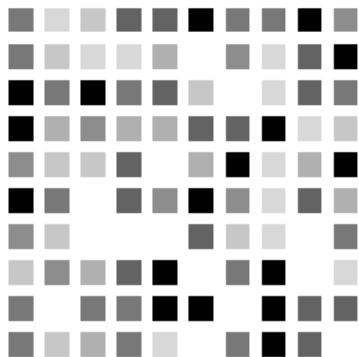
- Encodent l'informations en utilisant les lignes horizontales et verticales (code bi-directionnel).
- Encodage en utilisant le CCE Reed-Solomon (16 niveaux).
- Composés de blocs de données basiques (14 octets= 12 data +2 CCE).
- Le nombre de blocs en lignes et en colonnes est pair.
- Versions de 2x2 à 254 x 254 blocs.
- Capacité de stocker 709676 octets :
  - 48 octets de data + 4 octets de CCE par groupe
- Peut être de forme carrée ou rectangulaire.



# Augmentation de la capacité de stockage

- Codes couleurs

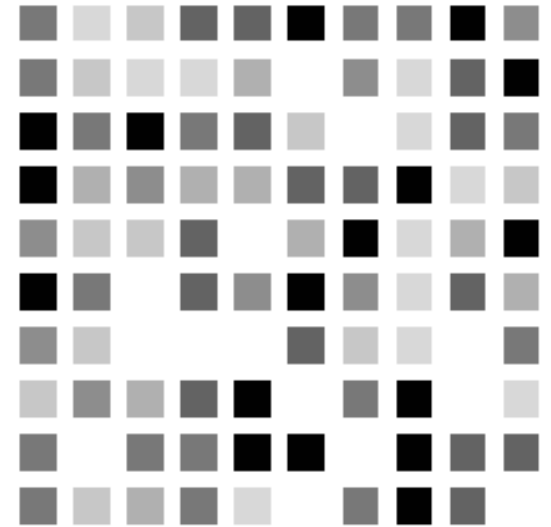
- Codes à barres 2D en niveaux de gris
- High Capacity Color Barcode (HCCB)
- High Capacity Colored 2-Dimensional (HCC2D) Barcode
- COlor Barcode stReaming for smArtphones (COBRA)



# Augmentation de la capacité de stockage

## 2D code à barres niveaux de gris [9]

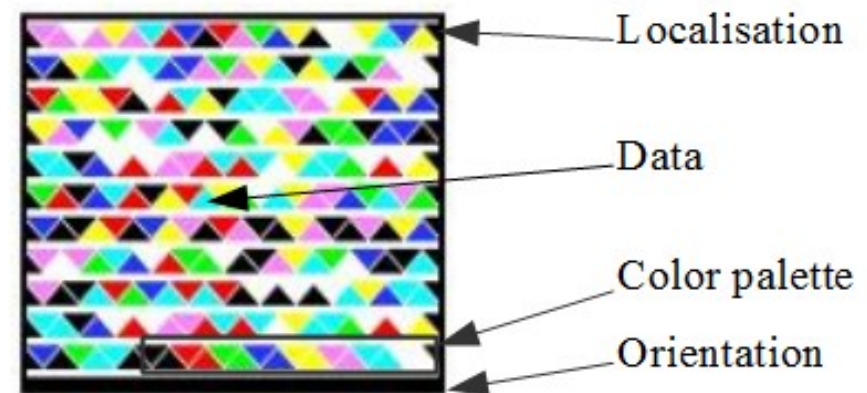
- Encodent les données en utilisant des niveaux de gris.
- Les cellules de halftone sont utilisés comme des modules.
- Capacité de stocker 1403 octets/in<sup>2</sup>.



# Augmentation de la capacité de stockage

## High Capacity Color Barcode (HCCB) [10]

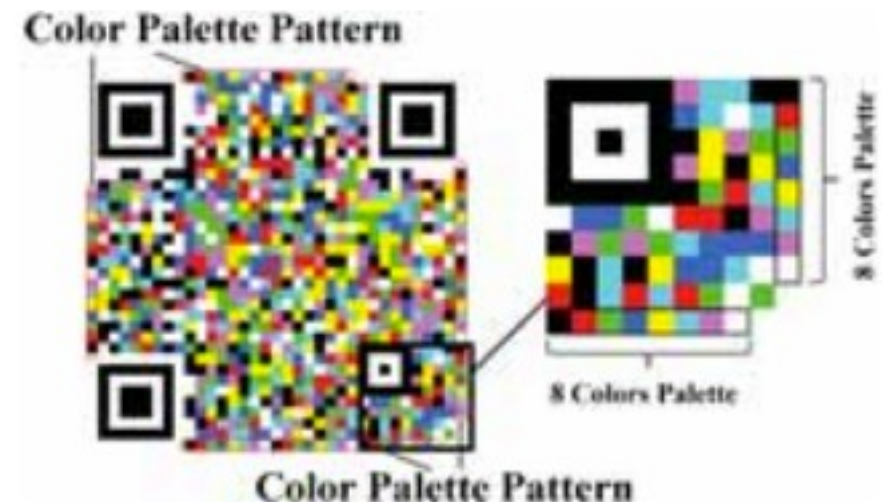
- Introduit par Microsoft en 2008.
- Les modules ont la forme de triangles.
- Les informations sont encodés en lignes et sont séparés par des lignes blanches.
- Le nombre de modules par lignes est un multiple du nombre de lignes.
- Palette de 2, 4 ou 8 couleurs.
- Capacité de stocker :
  - 2000 octets
  - 3500 caractères alphabétiques par inch<sup>2</sup>



# Augmentation de la capacité de stockage

## High Capacity Colored 2-Dimensional code à barres [11]

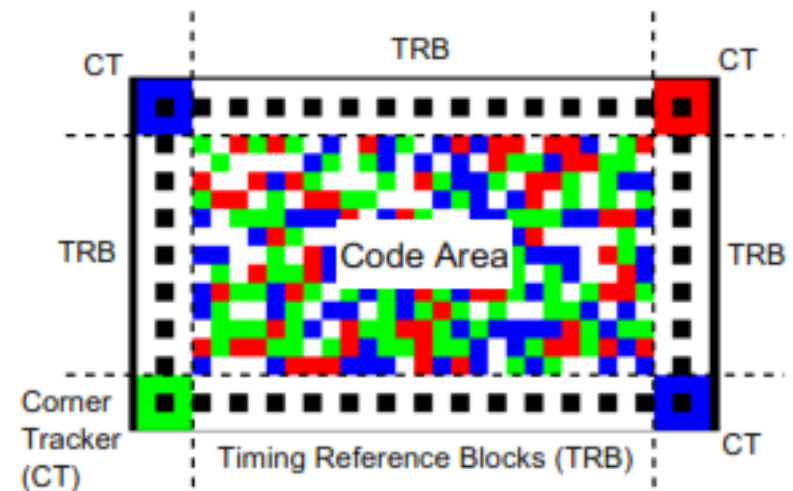
- Préservent la robustesse et la capacité de correction d'erreurs des QR codes.
- Des patterns spécifiques des QR codes sont préservés.
- Un pattern de palette de couleurs est ajouté (4 fois).
- La lecture commence par la palette de couleurs.
- Palette de 4, 8 ou 16 couleurs.
- Nombre de bits dans un module  
$$\text{BpM} = \log_2 (\text{nombre de couleurs})$$
- 4-ary HCC2D avec 147x147 modules  
peut stocker 24656 bits



# Augmentation de la capacité de stockage

## COLOR Barcode stReaming for smARtphones [12]

- Construction: des patterns de coin, des blocs de référence pour la synchronisation et l'espace des données.
- Les patterns de coins consistent en un block noir entouré de 8 blocs de couleurs (rouge, vert, bleu).
- Les blocs de synchronisation consistent en un block noir entouré de 8 blocs blancs.
- Palette de 2 ou 4 couleurs (RGB +W).
- Palette de couleurs étendue (RVB + W + MCY).
- 4-are COBRA: 2 bits par module.





# Augmentation de la capacité de stockage

## Codes à barres en couleurs

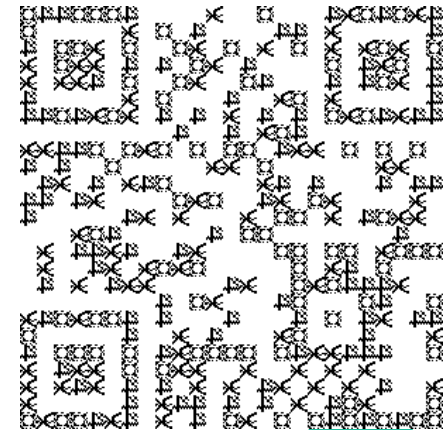
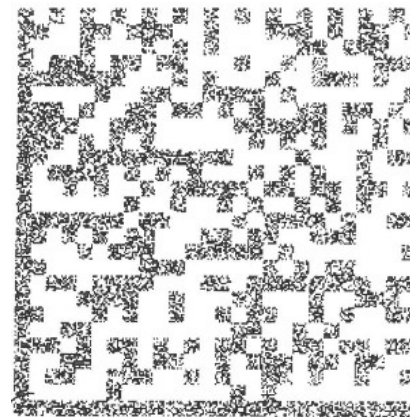
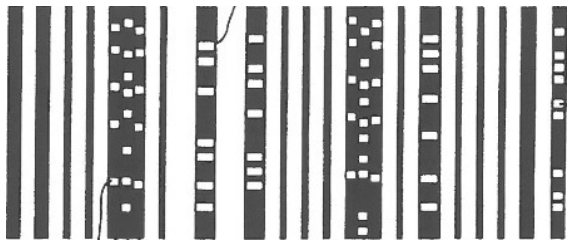
### Problèmes des codes en couleurs:

- Technologie d'impression en couleurs.
- Différence de balance des couleurs dans les différents lecteurs de codes.
- Distortions géométriques pendant la capture.
- Conditions de lumière qui varient beaucoup.
- Capture d'un code par des utilisateurs débutants.

# Augmentation de la capacité de stockage

## Insertion de deuxième niveaux de stockage

- Deux niveaux de stockage:
  - Standard (lisible par application standard)
  - Supplémentaire
- Ajout des pixels blancs dans des moduels noirs.

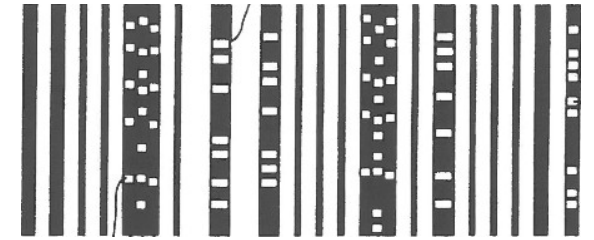


# Augmentation de la capacité de stockage

## Insertion de deuxième niveaux de stockage

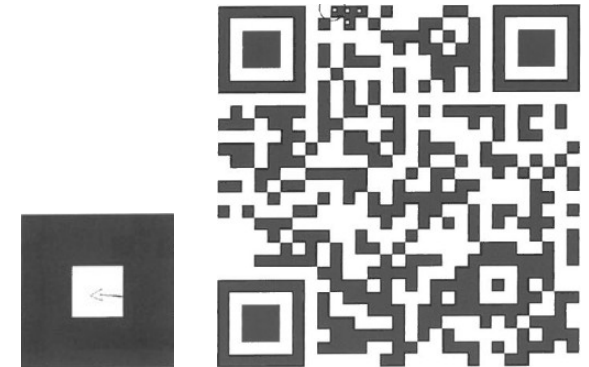
- **Code à barres 1D [13]**

- Lecture par axe horizontal (standard).
- Lecture par axe verticale (supplémentaire).
- Le niveau supplémentaire est binaire.



- **Code à barres 2D [14]**

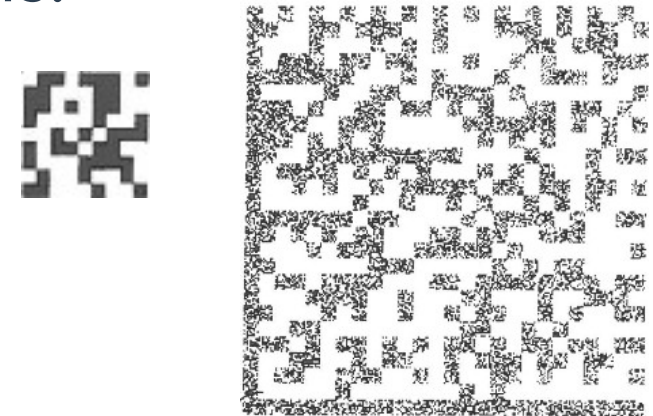
- Lecture standard (modules noirs & blancs).
- Encodage du niveau supplémentaire en utilisant des modules noirs et des modules avec un bloc blanc.
- Le niveau supplémentaire est binaire.



# Augmentation de la capacité de stockage

## Insertion de deuxième niveaux de stockage

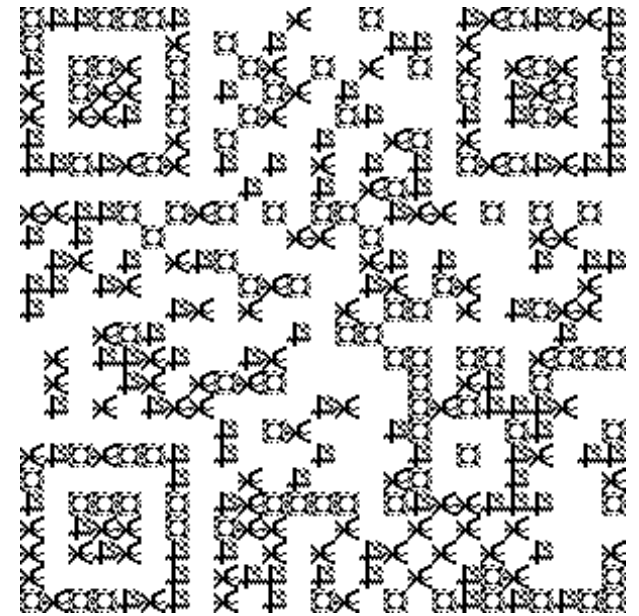
- Code à barres 2D [15]
  - Le niveau standard est encodé avec les modules noirs & blancs.
  - Le niveau supplémentaire est encodé dans chaque modules: un pixel représente un bit d'informations.
  - Le niveau supplémentaire est binaire.
  - Des problèmes de lecture à cause de la résolution de l'impression et de la numérisation.



# Augmentation de la capacité de stockage

## Insertion de deuxième niveaux de stockage

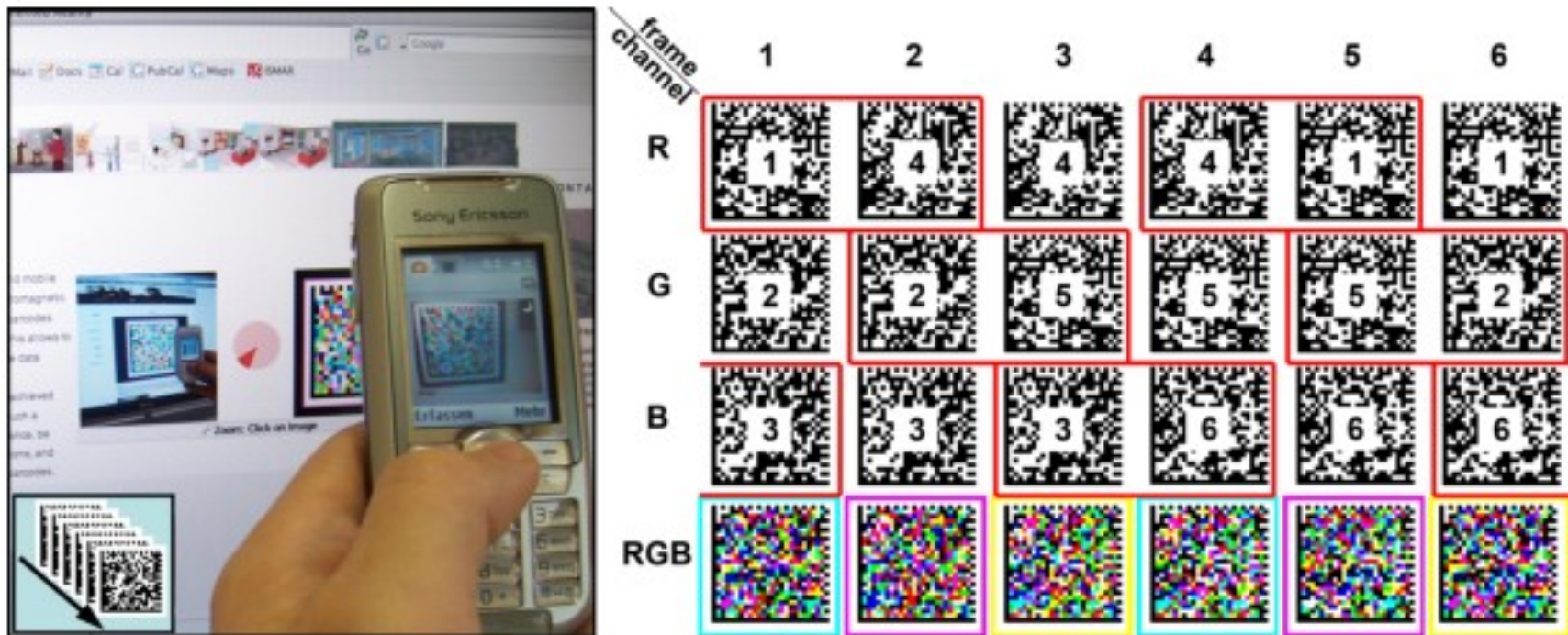
- Code à barres à deux niveaux [16]
  - Le niveau standard est encodé par des modules noirs & blancs.
  - Remplacement des modules noirs par des modules spécifiques.
  - Le niveau supplémentaire est q-aire.
  - Le niveau supplémentaire est encodé en utilisant des CCE.
  - Capacité de stocker 20000 bits dans le niveau supplémentaire 8-aire dans QR V40.





# Augmentation de la capacité de stockage

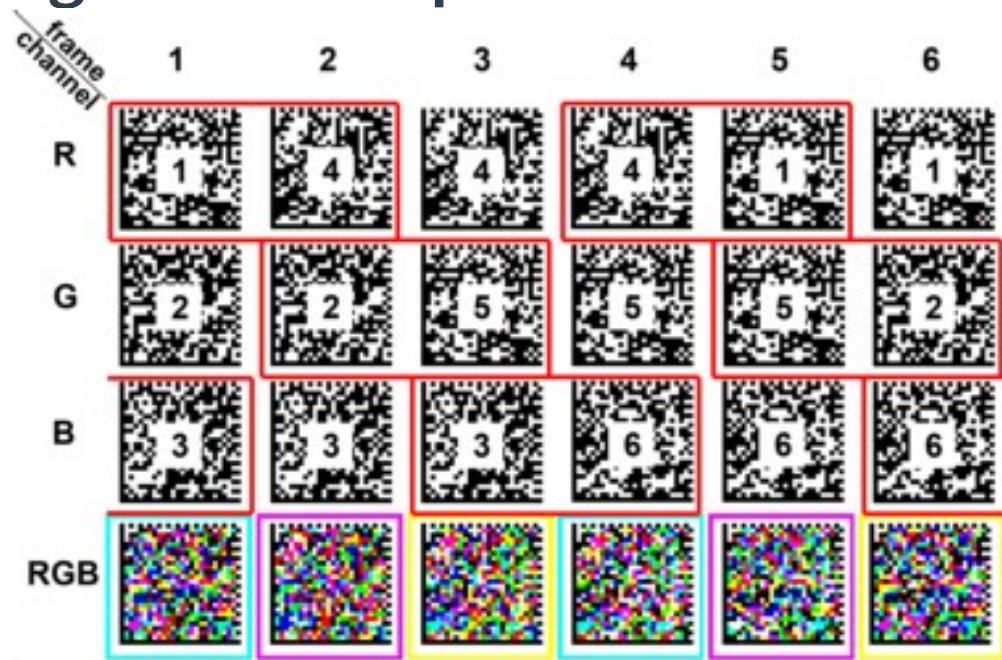
- Code couleur + 4<sup>ème</sup> dimension [17]



# Augmentation de la capacité de stockage

## 4D code à barres

- Encodent l'information à l'aide des lignes, colonnes, couleurs et du temps.
- Un générateur encode 3 différents codes à barres 2D simultanément dans chaque images de la séquence.
- Affiché sur l'écran.
- Chaque code à barres est inséré 3 fois.
- Entouré par cadre coloré pour facilité de la détection.
- Permet de transmettre 1400 caractères par minute.



# Enrichissement de codes graphiques

## Insertion d'un message secret

- **Insertion d'un message secret**
  - Par exploitation de bits de corrections.
  - Par des méthodes de tatouage.
- **Propriétés:**
  - Ne perturbe pas la lecture du niveau standard.
  - Ajoute un message invisible.



# Insertion d'un message secret

## Exploitation des bits de corrections [18,19]

- Un message secret est encodé en utilisant la clé.
- Un message est inséré par l'ajout d'erreurs dans le code standard.
- Un message secret a une longueur de 24 à 9720 bits.
- **Le point faible** : Un bit d'erreur ou un bit ajouté provoque l'impossibilité de la lecture de message secret.
- Le message secret peut être encodé en utilisant CCE de Reed-Solomon.
- Diminue la capacité de stockage : 1215 bits en QR V40.



# Insertion d'un message secret

## Tatouage numérique [20, 21]

- Le tatouage numérique (en anglais digital watermark) est une technique permettant d'ajouter des informations de copyright ou d'autres messages de vérification à un fichier ou signal audio, vidéo, une image ou un autre document numérique.
- Types de tatouage :
  - Visible ou invisible
  - Robuste ou fragile



# Insertion d'un message secret

## Tatouage numérique invisible

- Calcul de transformée en cosinus discrète (DCT)

$$B_{pq} = \alpha_p \alpha_q \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} A_{mn} \cos \frac{\pi(2m+1)p}{2M} \cos \frac{\pi(2n+1)q}{2N}, \quad 0 \leq p \leq M-1, \quad 0 \leq q \leq N-1$$

$$\alpha_p = \begin{cases} 1/\sqrt{M}, & p = 0 \\ \sqrt{2/M}, & 1 \leq p \leq M-1 \end{cases} \quad \alpha_q = \begin{cases} 1/\sqrt{N}, & q = 0 \\ \sqrt{2/N}, & 1 \leq q \leq N-1 \end{cases}$$

- Un bit du message est inséré dans un bloc DCT par comparaison de la fréquence moyenne des coefficients de DCT.
  - Les fréquences moyennes sont utilisées pour l'insertion du tatouage.
    - Elles sont plus robustes aux attaques de la compression et de bruit que les hautes fréquences.
    - Elles ne représentent pas des régions visuelles aussi importantes de l'image que les basses fréquences.

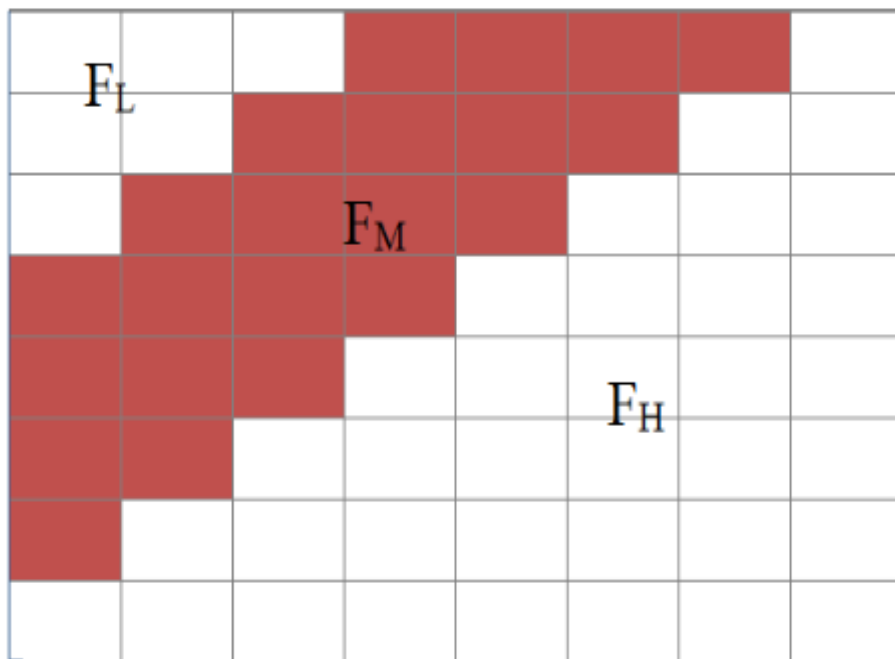
# Insertion d'un message secret

## Tatouage numérique invisible

- Un bit du message est inséré dans un bloc DCT par comparaison de la fréquence moyenne des coefficients de DCT :

si  $B(i_1, j_1) > B(i_2, j_2)$ , on insère '1', sinon '0',

ou  $B(i, j) = \text{round}(F_M(i, j) / Q(i, j))$ ,  $Q$  est un table de quantification.

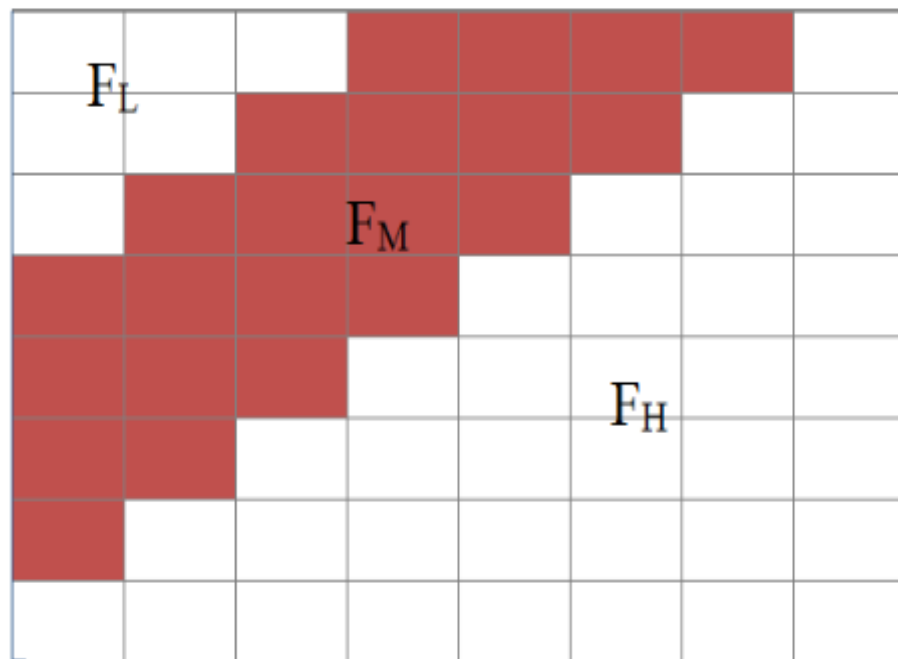


16	11	10	16	24	40	51	61
12	12	14	19	26	58	60	55
14	13	16	24	40	57	69	56
14	17	22	29	51	87	80	62
18	22	37	56	68	109	103	77
24	35	55	64	81	104	113	92
49	64	78	87	103	121	120	101
72	92	95	98	112	100	103	99

# Insertion d'un message secret

## Tatouage numérique invisible

- Un bit du message est inséré dans un bloc DCT
  - On choisit les deux endroits  $((i_1, j_1)$  et  $(i_2, j_2)$ ) qui ont des valeurs de quantification égaux présentes dans la table de quantification  $Q$ .
  - Les coefficients sont ensuite échangés si la taille relative de chaque coefficient n'est pas en accord avec le bit qui doit être encodé.



16	11	10	16	24	40	51	61
12	12	14	19	26	58	60	55
14	13	16	24	40	57	69	56
14	17	22	29	51	87	80	62
18	22	37	56	68	109	103	77
24	35	55	64	81	104	113	92
49	64	78	87	103	121	120	101
72	92	95	98	112	100	103	99

# Insertion d'un message secret

## Tatouage numérique invisible

- Insertion de bit '0':

Pour  $Q(i_1, j_1) = Q(i_2, j_2)$

si  $B(i_1, j_1) > B(i_2, j_2)$

$$F_M^w(i_1, j_1) = F_M(i_2, j_2)$$

$$F_M^w(i_2, j_2) = F_M(i_1, j_1)$$

fin

fin

- Insertion de bit '1':

Pour  $Q(i_1, j_1) = Q(i_2, j_2)$

si  $B(i_1, j_1) > B(i_2, j_2)$

$$F_M^w(i_1, j_1) = F_M(i_1, j_1)$$

$$F_M^w(i_2, j_2) = F_M(i_2, j_2)$$

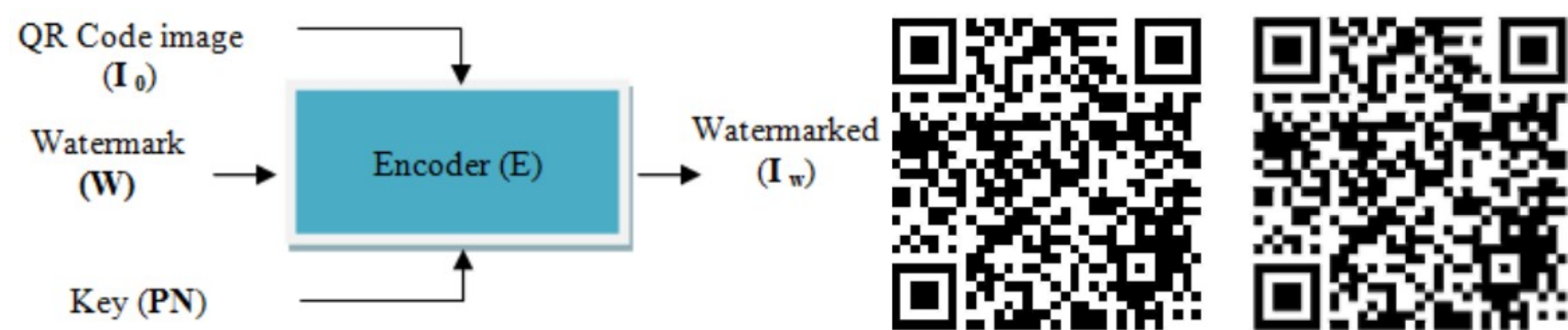
fin

fin

# Insertion d'un message secret

## Tatouage numérique [20, 21]

- Insertion d'un message secret en utilisant un tatouage invisible :
  - Discrete Cosine Transform (DCT)
  - Discrete Wavelet Transform (DWT)



# Plan

- Introduction
- Théorie
- QR code
- Enrichissement de codes graphiques
- Codes graphiques pour l'authentification



# Enrichissement de codes graphiques

## Authentification du support

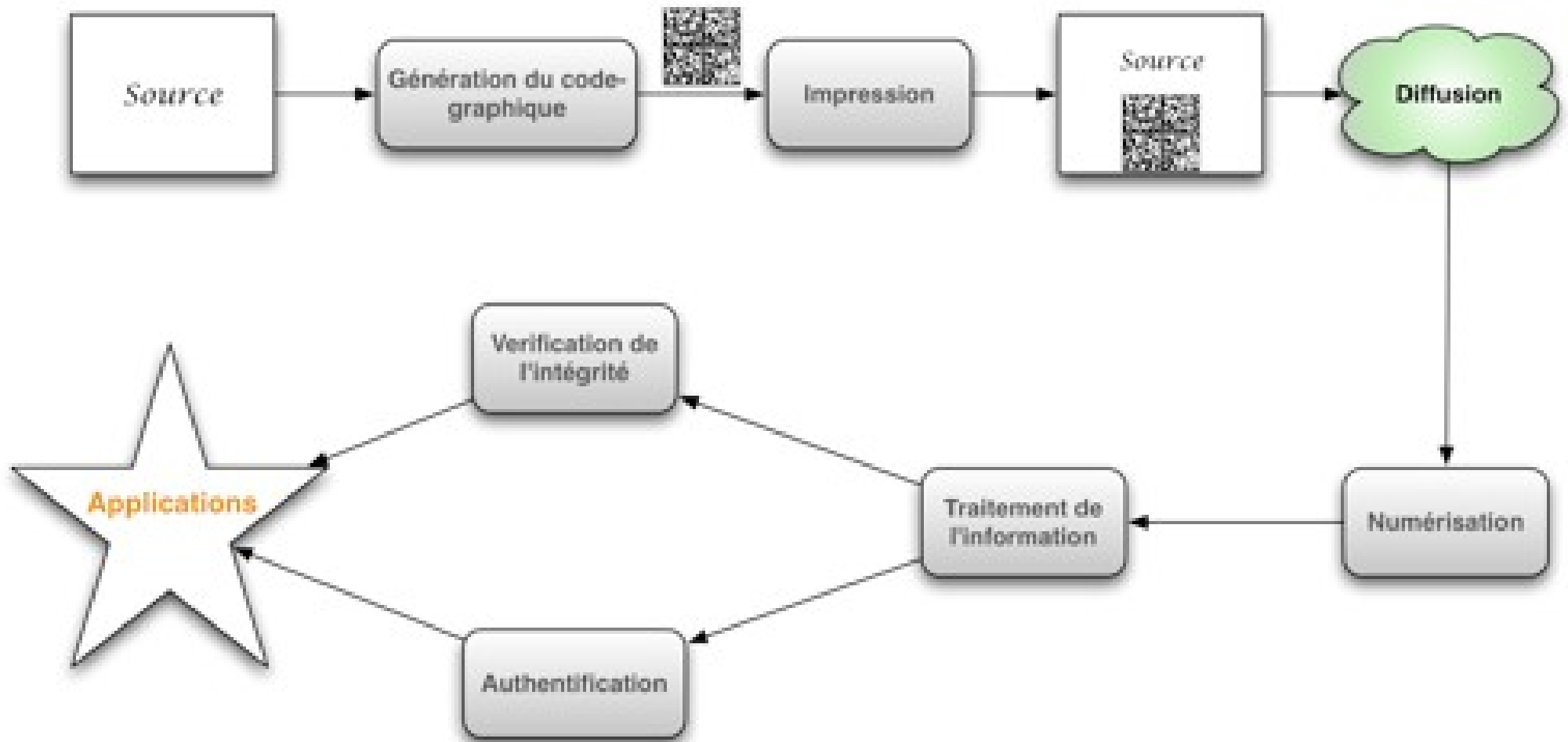
- **Authentification de documents**
  - Authentification de contenu de document
    - Fonction de hachage avec une clé secrète
    - Cette fonction est stocké dans
      - Une base de donnée.
      - Le document en utilisant un code à barres 2D, avec une encre spécifique.
      - Le document en utilisant des méthodes d'insertion des donnée.

# Enrichissement de codes graphiques

## Authentification du support

- **Authentification de documents**
  - Authentification de contenu de document
  - Authentification du support de document
    - Basée sur les dégradations des codes graphiques sensibles à l'impression et à la numération.
    - Un test d'authentification effectue la comparaison des valeurs des pixels dans l'image numérique et l'image numérisée.

# Authentification de document



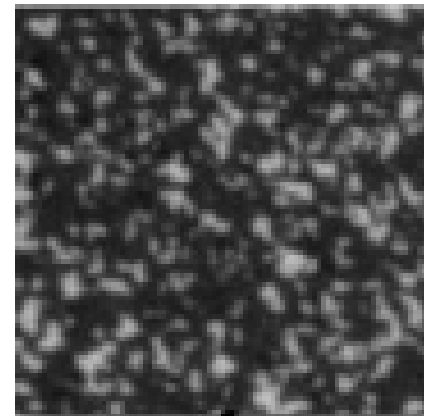
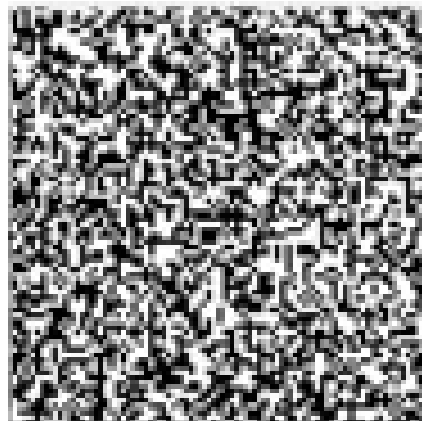
# Authentification du support

- **Processus d'impression et de numérisation:**
  - Nature stochastique du processus.
  - Imperfection physique.
  - Ajout le bruit unique à cause de:
    - Impression – halftone numérique, résolution d'imprimante, distribution de toner.
    - Les caractéristiques du papier.
    - Numérisation – résolution du scanner, correction gamma.
  - Chaque appareil d'impression et de numérisation a sa propre signature.

# Authentication du support

## Copy Detectable Pattern (CDP) [22]

- CDP est une image d'entropie maximale.
- CDP est généré en utilisant la clé secrète.
- CDP utilise le principe de la perte de l'information:
  - chaque fois qu'une image est imprimée et numérisée, certaines informations sont perdues sur l'image numérique originale.



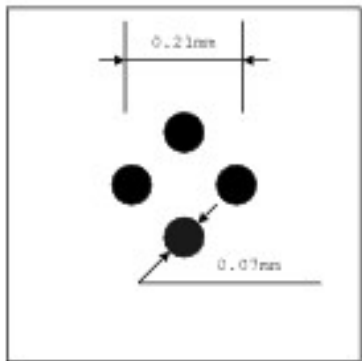
# Authentification du support

## Pattern de sécurité [23]

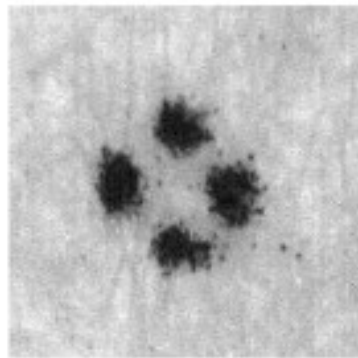
- La structure spécifique d'un pattern de sécurité.
- Exploite la signature de l'imprimante et du scanner
  - Les patterns de sécurité imprimés en utilisant la même imprimante ont une forme et des distorsions différentes.

**Même imprimante**

**Photocopieuse**

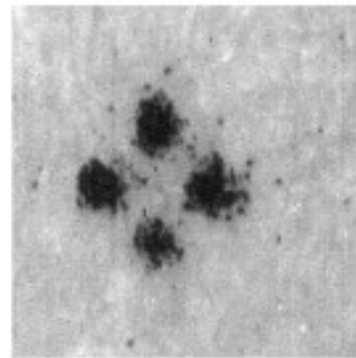


(a)



(b)

600 dpi

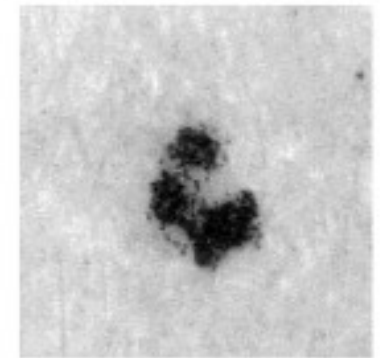


(c)



(d)

1200 dpi

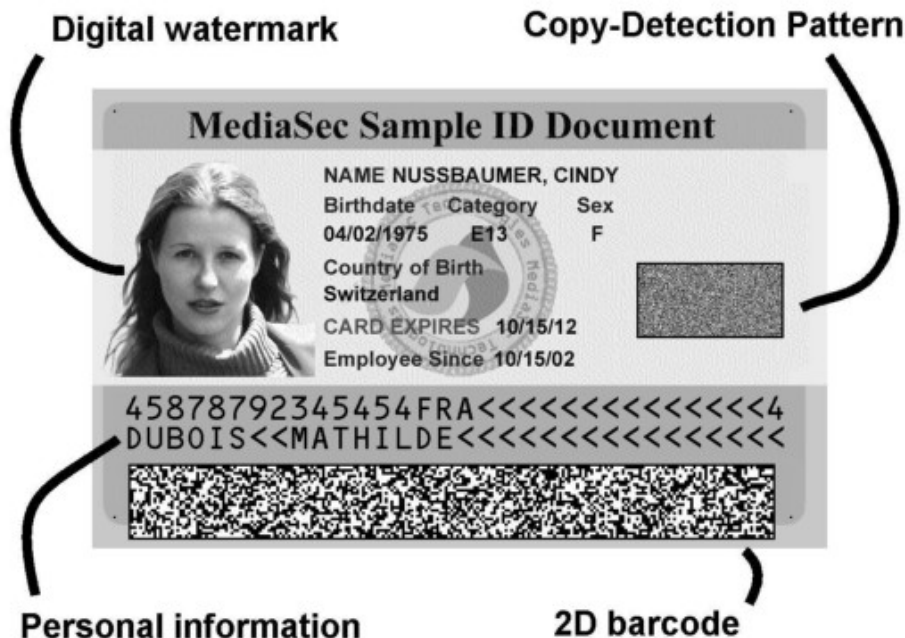


(e)

600x600 dpi

# Authentification du support Applications

- Protection des documents officiels
- Tickets de transport,...



# Bibliographie

1. E. Ohbuchi, H. Hanaizumi, and L. A. Hock. Barcode readers using the camera device in mobile phones. In Cyberworlds, 2004 International Conference on, pages 260-265. IEEE, 2004.
2. Y. Liu and M. Liu. Automatic recognition algorithm of quick response code based on embedded system. In Intelligent Systems Design and Applications, 2006. ISDA'06. Sixth International Conference on, volume 2, pages 783-788. IEEE, 2006.
3. ISO/IEC 18004:2000. Information technology - Automatic identification and data capture techniques - Bar code symbology - QR Code, 2000.
4. B. Sklar. Digital communications, volume 2. Prentice Hall NJ, 2001.
5. Z. Baharav and R. Kakarala. Visually significant QR codes: Image blending and statistical analysis. In Multimedia and Expo (ICME), 2013 IEEE International Conference on, pages 1-6. IEEE, 2013.
6. C. Fang, C. Zhang, and E-C. Chang. An optimization model for aesthetic two-dimensional barcodes. In MultiMedia Modeling, pages 278-290. Springer, 2014.
7. P. Subpratatsavee and P. Kuacharoen. An implementation of a high capacity 2D barcode. In Advances in Information Technology, pages 159-169. Springer, 2012.
8. D. J. Naddor. HD barcode, January 29 2013. US Patent 8,360,333.
9. R. Villan, S. Voloshynovskiy, O. Koval, and T. Pun. Multilevel 2D bar codes: Towards high capacity storage modules for multimedia security and management. IEEE Transactions on Information Forensics and Security, 1(4):405-420, December 2006.
10. <http://research.microsoft.com/en-us/projects/hccb/>
11. A. Grillo, A. Lentini, M. Querini, and G. F. Italiano. High capacity colored two dimensional codes. In Computer Science and Information Technology (IMCSIT), Proceedings of the 2010 International Multiconference on, pages 709-716. IEEE, 2010.
12. T. Hao, R. Zhou, and G. Xing. Cobra: color barcode streaming for smartphone systems. In Proceedings of the 10th international conference on Mobile systems, applications, and services, pages 85-98. ACM, 2012.