

CODES 2D :

Etude et Application sur Téléphones Mobiles

Christophe Vergoni Nicolas Ferry

Université de Nice-Sophia Antipolis

930 route des Colles

B.P. 145, F-06903

Sophia Antipolis Cedex

{vergoni, ferry} @polytech.unice.fr

RÉSUMÉ

Ce papier présente une analyse des cas d'utilisations et une étude de la technologie Code Barre 2D qui offre actuellement un moyen simple, efficace et bon marché de renseigner des objets. Qu'elle permette facilement d'associer de l'information ou qu'elle offre la possibilité d'identifier ces objets pour de la traçabilité, cette technologie peut se décliner en de nombreux cas d'utilisations. Ceux-ci ne cessent de croître avec notamment l'apparition d'Internet mobile et la capacité de nos téléphones à décoder ces fameux Tag. Ce papier offre, tout d'abord, par l'analyse des interactions possibles, une vision d'utilisations potentielles. Il aborde ensuite les différentes variantes et technologies concurrentes en les comparant, puis expose, pas à pas, les étapes du développement d'une application simple utilisant cette technologie, le tout pour offrir un moyen et des perspectives d'exploitation de cette nouveauté dans un marché naissant.

Mots-clés

Code Barre, Code 2d, decoder, datamatrix, QR code, semacode, applications mobiles.

1. INTRODUCTION

On les trouve partout, sur tous les produits que l'on peut acheter dans le commerce, sur nos billets de train ou sur les étiquettes apposées à nos bagages. Les codes barres font déjà partie de notre quotidien, et aujourd'hui avec l'avènement de dispositifs mobiles de plus en plus performants, on peut enfin avoir accès à leurs informations. Les codes 2D, principale évolution du code barre traditionnel, permettent de stocker des milliers de caractères sur une surface réduite. Ces nouveaux symboles, qui peuplent petit à petit notre environnement, peuvent être décryptés d'un tour de main à l'aide d'un simple téléphone portable et peuvent même être créés et imprimés par tout un chacun à moindre frais.

Dans notre société où la place de l'information tient le devant de la scène, ce moyen naissant d'accès à l'information ouvre de nouvelles perspectives. On peut facilement, au vu de l'explosion de cette technologie en Asie, parier dès à présent sur son développement dans nos sociétés occidentales. En France quelques initiatives sont entreprises, mais certains aspects freinent encore le développement de cette technologie.

En explorant des cas d'utilisations, ce papier permet de découvrir cette technologie, d'explorer ses utilisations actuelles et en imaginer de futures. Ce papier offre aussi diverses pistes et un moyen d'utiliser cette nouvelle technologie. En retraçant pas à pas le développement d'une application logicielle simple il donne les clés de son utilisation. Dans une première partie, plusieurs cas d'utilisations seront exposés. Nous rentrerons ensuite dans l'historique et l'évolution de ces fameux « Tag », en déclinant aussi les principales variantes actuelles et

technologies concurrentes. Les étapes de développement d'une application simple utilisant cette technologie seront ensuite expliquées pas à pas pour conclure, enfin, sur les perspectives probables et les évolutions prévues de ces codes 2d.

2. CAS D'UTILISATIONS

Les codes 2D sont des codes barre en deux dimensions. Ils permettent de stocker plusieurs centaines de caractères et de part leur simplicité, leur cout réduit et leur efficacité ils ont su s'imposer dans de nombreux domaines.

2.1 Analyse d'un succès

Ces codes 2D sont très bon marché et simples d'utilisation, une impression sur une feuille ou une étiquette suffit à fournir presque toute l'information que l'on peut imaginer. Leur efficacité est aussi au rendez-vous et une analyse simple d'un flux vidéo permet l'accès à l'information stockée. Un téléphone mobile muni d'un capteur photo peut la décrypter presque instantanément. Ils permettent, donc, associés à des objets, de les identifier, de les localiser pour permettre leurs routages ou simplement un moyen de leur associer des informations « Machine-Readable ». Ils gardent enfin tous les avantages de leurs prédécesseurs, discrets et efficaces.

Peut-on réellement stocker tout ce que l'on veut ? Les différentes technologies de code 2D que nous décrirons par la suite peuvent en moyenne stocker entre deux et quatre mille caractères. On ne peut donc pas stocker tout ce que l'on veut, sauf si l'information codée est une url, adresse unique pouvant adresser n'importe quelle ressource à travers le World Wide Web. On peut donc imaginer stocker n'importe quelle information pour peu que l'on puisse accéder au Web, phénomène qui est en passe de devenir, aujourd'hui, une réalité pour tout un chacun.

L'information stockée peut être:

- Statique : codée directement dans le tag, accessible instantanément par le décodage et donc limitée par la capacité de celui-ci. L'information est la plupart du temps textuelle.
- Dynamique : accessible sur internet. Le tag ne renferme qu'une url représentant l'information. L'information peut être de toute sorte.

De part sa simplicité de mise en œuvre et son accessibilité cette technologie peut être exploitée par n'importe qui, par un utilisateur lambda autant que par une collectivité ou corporation. Chaque entité pouvant être fournisseur ou consommateur de l'information. Ce sont ces aspects qui permettent d'imaginer de multiples cas d'utilisations et qui représentent une rupture avec l'utilisation des codes barres

traditionnels. On peut, à présent rendre l'individu acteur d'une interaction avec d'autres entités. De nouvelles utilisations sont à présent possibles que nous pouvons distinguer entre elles par les entités en interaction. Ces interactions peuvent ainsi être catégorisées en trois relations entre entités : Individu / Corporation, Corporation / Individu et Individu / Individu.

2.2 Individu / Corporation

L'individu joue dans ce cas d'utilisation, le rôle du consommateur d'information. Le tag, l'information, est fournie par une société, corporation ou collectivité. L'utilisateur, à l'aide de son téléphone portable, peut récupérer cette information associée à presque tout ce que l'on peut imaginer. Ce cas d'utilisation peut être représenté par deux mots « More Information ». Avec l'arrivée d'internet sur les dispositifs portables et la démocratisation de ces deux phénomènes, l'utilisateur va pouvoir accéder directement et sur place aux informations qui pourraient lui être proposées tout au long de sa journée.

2.2.1 *Le Tag pour remplacer la saisie d'url*

Dans la publicité par exemple, l'apposition d'une url sur les annonces est un moyen de donner des informations supplémentaires. Le plus souvent l'url fournie n'est que le nom du site et ne représente pas vraiment l'information recherchée. L'url qui aurait pu représenter la publicité n'aurait pas pu être facilement retenu par l'utilisateur, et donc, seul le site internet peut être donné. Le tag permettrait ici de se passer de la saisie d'une url sur le clavier numérique de son téléphone portable et ainsi récupérer les informations voulues. Le tag permettrait de cette manière l'accès à une information pouvant être d'avantage ciblée, cette fois ci, représentée par une url complète.

2.2.2 *Le Tag pour l'accès à un contenu personnalisé*

L'utilisateur, toujours dans la même démarche, cherche à accéder à plus d'information, ou à une information qui pourrait lui être appropriée. Le tag permettrait d'offrir à un utilisateur une information personnalisée en fonction de préférences générales ou spécifiées. Ainsi le contenu dynamique pourrait s'adapter automatiquement ou varier selon les réponses données par l'utilisateur à des sollicitations. Un tag associé à une information pourrait ainsi permettre à un utilisateur de récupérer l'information identifiée dans la langue de son téléphone portable.

2.2.3 *Le Tag pour l'accès à un contenu riche*

Les tags peuvent être associés à n'importe quel support d'informations, public, privé ou publicitaire et l'information dynamique qu'ils permettent de récupérer peut proposer un contenu riche. Ce contenu peut aussi bien être des informations qui varient dans le temps, des nouvelles brèves par exemple, qu'un contenu multimédia comme la musique ou la vidéo. On pourrait donc imaginer pouvoir télécharger le plan d'une ville ou les lignes d'un métro sur son téléphone sur place, sans avoir besoin de s'y prendre à l'avance, ou encore accéder aux bandes annonces des films au lieu de se contenter d'une affiche de cinéma.

2.3 Corporation / Individu

L'individu, dans ce type d'interaction, possède le tag, il est fournisseur ou producteur de l'information. Ce genre d'interaction est fortement utilisé aujourd'hui dans la grande distribution, et avec des codes barres traditionnels pour les cartes de fidélité. L'accessibilité du code2D permettrait ici de rendre plus souple l'utilisation de ce type d'interaction.

Les tags peuvent être ici capturés à l'aide d'un téléphone, imprimés ou générés pour être, ultérieurement, donnés à lire.

2.3.1 *Le Tag pour payer*

Un parc d'attraction à Tokyo [1] permet au client de payer les manèges à l'aide de son téléphone portable affichant un Tag. L'utilisation de ces tags ne peut cependant pas remplacer la carte à puce bancaire même utilisée comme Monéo. Le Tag est trop facilement reproductible pour être utilisé comme moyen de paiement à part entière. Il ne peut qu'être un identifiant permettant de débiter (ou créditer dans le cadre des cartes de fidélité) un compte. Et même couplé à l'utilisation d'un code utilisateur, le Tag ne peut pas être un moyen sûr de paiement.

2.3.2 *Le Tag pour les clients des annonceurs*

La société Coca-Cola propose déjà au Japon des bons de réduction qu'il faut photographier pendant la diffusion télévisuelle de leurs publicités pour pouvoir en bénéficier par la suite.

2.3.3 *Le Tag pour remplacer les billets d'avion électroniques*

Toujours au Japon, une compagnie aérienne « All Nippon Airways » (ANA) [2] propose à ses voyageurs un billet électronique sous forme de Tag [3]. Les voyageurs équipés peuvent ainsi embarquer pour des destinations intérieures sans autres enregistrements.

2.4 Individu / Individu

L'accessibilité et la facilité de mise en œuvre de ces Tag permettent à tout un chacun de les utiliser pour renseigner ses propres objets. On peut aussi imaginer des utilisations entre individus et même une interaction entre paires.

2.4.1 *Le Tag sur les cartes de visites*

Le tag pourrait permettre, associé à la carte de visite, d'accéder par exemple directement à un site Internet illustrant mieux l'individu ou la société représentée. L'information pourrait aussi être reconnue par le téléphone qui nous proposerait l'ajout du contact dans son répertoire. La simple impression de ce tag sur les cartes de visite permettrait donc d'offrir de plus amples renseignements accessibles soit dynamiquement sur Internet soit directement codés dans le Tag ; le tout offrant une flexibilité d'utilisation.

2.4.2 *Le Tag pour remplacer les échanges de coordonnées*

Une utilisation entre paires pourrait permettre d'échanger plus facilement des coordonnées. Le téléphone jouant tour à tour le rôle du lecteur et celui du fournisseur du tag représentant le contact échangé. Les données des contacts de plus en plus précises (Tel, adresse, mail, site Web, ...) pourraient être de cette manière plus facilement échangées.

3. HISTORIQUE ET TECHNOLOGIES

Après un bref historique des codes barres, les différentes technologies et leurs comparaisons seront exposés dans ce chapitre.

3.1 HISTORIQUE

Inventés en 1949 par Norman Joseph Woodland, les premiers codes barres ne seront jamais utilisés. Ainsi le premier brevet d'application est déposé en 1949 mais reste inexploitable. C'est seulement en 1971 que l'UPC (universal product code), développé par IBM et Woodland, standardise la codification. Ces codes barres linéaires resteront sans concurrence jusqu'à l'avènement des codes empilés et matriciels.

Si l'on peut dire que dans les codes 1d les données sont contenues à « l'horizontale » dans leurs versions 2D elles sont contenues à la fois « horizontalement » et « verticalement ».



Figure 1 : Code matriciel et code linéaire

Ces codes matriciels peuvent être lus par des caméras numériques autant que par des lecteurs optiques. Le code Datamatrix est inventé en 1989 par RFSI Acuity CiMatrix/Siemens, sa capacité à coder un grand nombre d'informations sur une surface réduite, lui ouvre tout de suite les portes de l'industrie. En particulier dans l'industrie électronique pour marquer les circuits intégrés. En 1994 la compagnie Denso-wave créé le QR-Code (Quick-response code) un code 2d particulièrement adapté au codage des caractères japonais. Ces codes sont très utilisés aux Japon et un standard est publié en 1999 puis une norme ISO (International Organization for Standardization) est approuvée en 2000. En 1999 à Cambridge sont inventés les SpotCode et plus que les autres code 2d ont pour raison d'être une philosophie du « More informations ». Les SpotCode deviendront plus tard les ShotCode après leur rachat par OP3.

3.2 TECHNOLOGIES

Il existe trois grands formats de code 2d : Datamatrix, QR Code et enfin shotcode. Si les QR Codes se sont imposés en Asie et plus particulièrement au Japon les ShotCode et Datamatrix codes nous viennent des USA. Chacun d'entre eux possèdent ses particularités, avantages et inconvénients. Nous allons donc dans cette section comparer ces différents formats.

4.1.1 Datamatrix

Datamatrix est un format libre inventé en 1989 permettant d'encoder jusqu'à 2335 caractères alphanumériques. Les informations codées peuvent être simplement du texte mais aussi SMS, mails, ou encore des Url. Des trois formats présentés il est celui qui offre la possibilité, pour une taille de matrice donnée, de présenter le plus d'informations. Pour la même information les codes Datamatrix utilisent entre 30% et 60% moins d'espace que les QR Codes. Ainsi le plus petit code Datamatrix tient dans une matrice 10*10 contre 21*21 pour les QR Codes. Un système de correction des erreurs à plusieurs niveaux permet de reconstituer des données mal imprimées, effacées, floues ou arrachées. Il s'agit de la correction d'erreur Reed-Solomon. Ces codes peuvent être générés ou décodés sans avoir recours à un tiers.



Figure 2 : Code Datamatrix

4.1.2 QR Codes

Les QR Codes (Quick Response Code) qui rencontrent un véritable succès au Japon ont été inventés par la compagnie Denso en 1994. Ce succès vient entre autre de la facilité avec laquelle ils encodent les caractères japonais. Ces codes propriétaires peuvent contenir jusqu'à 4296 caractères alphanumériques et offrent quatre niveaux de correction d'erreurs L, M, Q, H soit des capacités de correction égales respectivement à 7%,15%,25% et 30%. Comme le format Datamatrix ils permettent d'encoder à la fois un simple texte mais également SMS, mails ou encore des Url. De même ils ne nécessitent pas d'avoir recours à un tiers pour leurs encodages ou décodages de ces données. Ce format requiert plus de place pour les mêmes informations que le format Datamatrix mais peut contenir plus de caractères. Ainsi il existe 40 versions de QR Codes chacune d'entre elles proposant une taille de matrice différente. Ainsi le plus petit QR Code tient dans une matrice 21x21 il s'agit d'un code de version 1.

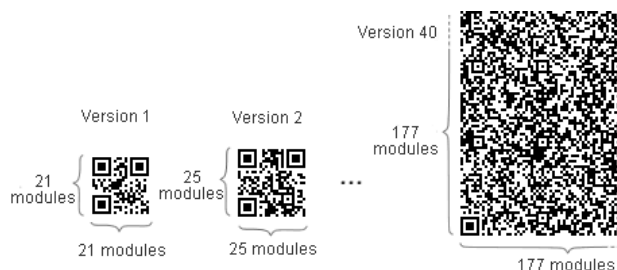


Figure 3 : QR Code

4.1.3 ShotCode

Les ShotCode ont été créés en 1999 à Cambridge ce sont également des codes propriétaires mais qui peuvent uniquement contenir un identifiant représentant une URL. A l'inverse des codes précédents ils nécessitent l'intervention d'un serveur qui associera à cet identifiant son URL. Ce format, à l'aspect d'une cible, permet ainsi d'encoder un nombre compris entre 1 et 19683. Ils ont donc pour unique but de rediriger l'utilisateur vers une autre source d'informations.



Figure 4 : ShotCode

4.2 TABLEAU RECAPITULATIF

Tableau 1 : Comparaison des codes 2d

	QR Code	DataMatrix	ShotCode
Inventeur	Denso-wave	RVSI Acuity CiMatrix/siemens	Cambridge
Capacité	4296 caractères alphanumériques	2335 caractères alphanumériques	49 bits
Standardisation	AIM International JIS ISO	AIM International ISO	?
Propriétaire	X		X
Nécessite l'intervention d'un fournisseur			X
Type de données	Texte, SMS, Mail, Url	Texte, SMS, Mail, Url	Url
Correction d'erreurs	quatre niveaux de correction d'erreurs L, M, Q, H	Reed-Solomon	TRIP-Code
Principal avantage	Grande capacité de stockage	Meilleur rapport taille/quantité de données	Rapidité
Réussite du décodage lors de la première lecture [5]	75% (kaywa reader)	100% (kaywa reader)	100% (ShotCode built-in)

Même s'il permet de stocker moins d'information que les QR Code le Datamatrix semble le plus prometteur, libre et très efficace nous devrions voir se multiplier ce type de codes d'ici peu. Nous allons donc nous intéresser plus précisément à ce format en présentant une implémentation d'un décodeur de code Datamatrix grâce à la librairie semacode.

5. Exemple d'application

Les avantages du format Datamatrix ont dirigés notre choix vers le développement d'une application utilisant l'API gratuite semacode. Cette API permet l'analyse d'une image afin de coder/décoder des codes 2D de type Datamatrix. Cette librairie respecte l'interface spécifiée dans la java specification request 257 (contactless communication) et peut être utilisé sur les téléphones possédant une caméra et implémentant la jsr 135.

5.1 Gestion de la vidéo

Il nous faut pour cela interagir avec la caméra du téléphone mobile mis en jeu. Ceci est possible grâce à la Mobile Media API qui est spécifié dans la java specification request 135 dont nous allons maintenant voir l'utilisation.

Dans un premier temps il est nécessaire de vérifier s'il est possible d'interagir avec la caméra du téléphone sur lequel notre midlet sera déployée. Pour ce faire nous vérifions dans les propriétés système l'existence de la propriété « video.snapshot.encodings ».

```
String encodings =
System.getProperty("video.snapshot.encodings");
boolean cameraOK=(encodings != null &&
encodings.length() > 0);
```

Il faut ensuite créer un « lecteur » en précisant que l'on souhaite lire des vidéos, en effet cette librairie permet la gestion de plusieurs types de medias.

```
Player= Manager.createPlayer("capture://video");
```

L'instance d'objet obtenue grâce à la fabrique est dans un état « UNREALIZED » qui ne lui permet pas d'interagir avec le périphérique par manque d'informations. Pour palier à ce problème il convient d'initialiser le player afin qu'il obtienne les informations nécessaires.

```
player.realize();
```

Il nous faut maintenant obtenir un moyen de contrôler la caméra, un « VideoControl », il est alors possible de choisir entre deux mode d'affichage : au travers d'une interface ou en récupérant directement le flux vidéo, nous choisirons cette dernière option. Nous pouvons alors personnaliser son affichage en positionnant la vidéo ou encore en définissant sa taille. Nous choisissons de l'afficher sur tout l'écran. La méthode *initDisplayMode()* nous permet d'associer un conteneur à la vidéo, il s'agit de son second argument.

```
videoControl=(VideoControl)
(player.getControl("VideoControl"));
if(videoControl == null){
player.close();
}else{
videoControl.initDisplayMode(
VideoControl.USE_DIRECT_VIDEO,this);
videoControl.setDisplayFullScreen(true);
```

Nous savons désormais comment récupérer le flux vidéo de la caméra d'un téléphone. Il est alors possible de prendre une photo à partir de la camera qu'il nous faudra convertir en Image puisque l'API semacode requiert une image à décoder.

```
try {
byte[]image=videoControl.getSnapshot(null);
img=Image.createImage(image,0,image.length);
...
} catch (MediaException e) {
player.close();
}
```

5.2 Codage/Décodage

Nous avons maintenant tous les éléments nous permettant de décoder un code 2D. Suite à l'acquisition de l'image et afin d'éviter un deadlock il est préférable de lancer le décodage dans un nouveau thread. Il est ensuite nécessaire de créer une instance de décodeur de la librairie semacode, VisualTagConnection. Cette instance permet à la fois de coder et de décoder des codes 2D Datamatrix via les méthodes *readVisualTag()* et *generateVisualTag()*.

```
public void decode(Image image){
this.img=image;
new Thread(new Runnable() {
public void run() {
String data = null;
VisualTagConnection vtc = new
visualTagConnection();
try {
data=vtc.readVisualTag(img,"Data Matrix");
displayResult(data);
}catch( Exception e ) {
displayError();
}}}).start();
}
```

Nous obtenons finalement une chaîne de caractères contenant l'information codée dans le tag.

Pour créer notre propre code Datamatrix nous utilisons donc la méthode *generateVisualTag()* à laquelle il faut passer en

argument une instance *ImageProperties* que l'on peut obtenir conformément à la jsr 257 grâce au *SymbologyManager*. Ce manager permet à la fois d'obtenir les propriétés des images des codes 2D mais aussi de connaître quels sont les codes supportés par notre décodeur grâce à la méthode :

```

ImageProperties prop=
SymbologyManager.getImageGenerationProperties(
"Data Matrix");
VisualTagConnection vtc = new
visualTagConnection();
Object code=vtc.generateVisualTag("une phrase",
prop);

```

Nous obtenons finalement notre code 2D de type Datamatrix.

Ainsi nous avons vu dans ce chapitre comment réaliser simplement sa propre application de cryptage/décryptage de code 2D qui pourra alors être augmentée de toutes les fonctionnalités souhaitées.

6. CONCLUSION

Comme nous l'avons vu le monde des codes barres est en pleine évolution. Si l'on voit déjà apparaître des Color Code, une évolution des QR Code dans laquelle les modules sont colorisés, le prochain palier semble être les FP Code. Ces codes qui prennent l'apparence d'une image permettent de camoufler le code lui-même. En effet celui-ci est présent dans l'image sous formes de petits points jaunes pâles qui ne sont pas visibles à l'œil nu. Nous pouvons ainsi entrevoir les nombreuses applications que peuvent avoir de tels codes, en particulier dans le domaine de la publicité. Dans une optique complètement différente les codes 2D sont utilisés dans la réalité augmentée, un code pour un objet virtuel. Ils deviennent alors un moyen simple et accessible de transporter avec soi tout un monde virtuel, on peut alors envisager de nombreuses applications, par exemple dans le monde des jeux vidéo. Enfin des travaux menés à l'ETH de Zurich permettent d'utiliser des codes 2D afin d'obtenir sur son téléphone un moyen d'interagir avec un menu écrit sur un papier. En associant des éléments (images, texte ...) d'un menu au code, celui-ci peut indiquer au téléphone mobile comment interagir avec ce « menu » papier [6].



Figure 5 : Interaction à l'aide d'un code 2D.

Nous pouvons alors entrevoir de nouvelles possibilités pour les codes 2D, si aujourd'hui ces codes matriciels sont passifs demain peut-être qu'ils pourront, à l'instar des tags RFID,

passer dans un mode actif. Le code serait alors affiché sur un écran LCD et non plus simplement sur un support papier.

L'efficacité de cette technologie, couplée à des dispositifs mobiles connecté à Internet de plus en plus performants rend possible de nouvelles interactions. Cette technologie offre des possibilités équivalentes aux Tag RFID en apportant en plus une accessibilité accrue grâce à son coût minime. De nombreuses interactions peuvent être envisagées et l'on peut parier, aux vues de l'explosion de cette technologie dans les pays d'Asie, sur son évolution dans nos sociétés occidentales. De plus en plus d'initiatives sont entreprises par des sociétés françaises, la RATP [4] met en place un service d'information accessible sur le WAP par l'intermédiaire des Code2D. La Société Générale et la BNP ont basées une campagne publicitaire sur cette technologie. Cependant les différents formats et l'inexistence d'un standard freinent encore son développement.

7. RÉFÉRENCES

- [1] Parc d'attraction LaQua : <http://www.tokyo-dome.co.jp/e/laqua/>
- [2] All Nippon Airways (ANA) : <http://www.anaskyweb.com/fr/f/>
- [3] CNN video : Business Traveller: <http://edition.cnn.com/video/#/video/international/2007/12/12/business.traveller.toky.gadgets.a.cnn>
- [4] Service Code 2D de la RATP: <http://www.ratpcodes2d.fr/>
- [5] H. Kato and K.T. Tan, "Pervasive 2d Barcodes For Camera Phone Applications", IEE, 2007.
- [6] Michael Rohs. *Visual Code Widgets for Marker-Based Interaction*. Institute for Pervasive Computing, Department of Computer Science, ETH Zurich, Switzerland.
- [7] Semacode Java ME Standalone Reader 1.6 Guide.
- [8] Simon Woodside, *Choosing the best 2D barcode format for mobile apps*, Semacode Technical White Paper, 2006
- [9] Historique des Code barres : <http://www.gomaro.ch/historiqueducodebarres.htm>
- [10] About 2D Code: <http://www.denso-wave.com/qrcode/>
- [11] Le code Datamatrix : <http://grandzebu.net/informatique/codbar/datamatrix.htm>