Bienvenue

Local B-325

Un Code QR est bourré de mathématiques

Michel René Bouchard

De nos jours les codes QR forment une partie importante de nos vies. Un simple balayage du carré vedette révèle la description d'un produit, une référence à une URL, un texte, une photo, une vidéo, un fichier PDF, etc. Un code QR repose sur des mathématiques pures : le code binaire, l'algèbre linéaire (les matrices de pixels) et la correction d'erreur de Reed-Solomon sur les corps finis. Un masquage binaire permet d'uniformiser sa densité. Parfois un QR code endommagé peut quand même révéler son contenu original. La matrice va de 25x25 à 177x177 points. Par exemple, selon le niveau de correction d'erreur désiré, un QR 25x25 peut contenir entre 20 et 47 caractères.

Nous ferons un survol de ce codage sans entrer dans les détails, des sites pour en créer, etc.

Ma carte de membre au club cycliste

Membre

N°49

Michel Bouchard

Adhésion

Émis le 16 avril 2026

Aucune expiration

Émis par
Les Randonneurs du Haut Richelieu

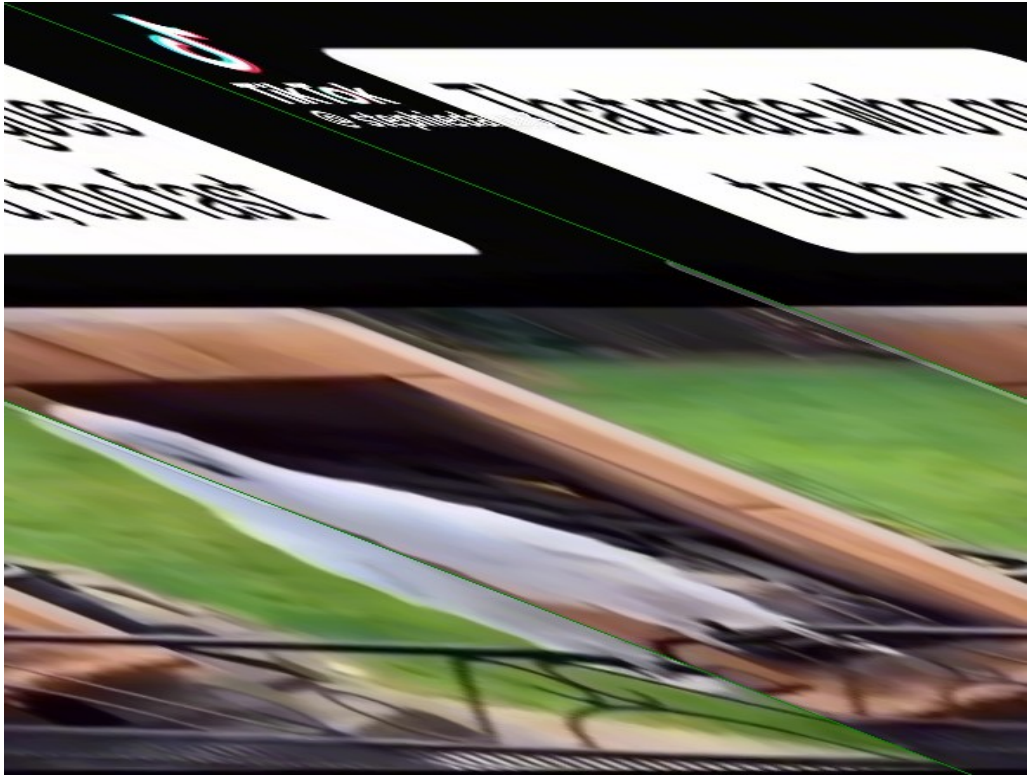
Scannez pour obtenir plus de détails.

Généré par zeffy

Au menu

- Les différentes versions
- Les détails d’un code QR, zones réservées
- Correction d’erreur : Reed-Solomon
- Le masquage, ni trop pâle, ni trop foncé
- Créer avec éditeur de texte ou un logiciel
- Créer des codes QR en python
- Imprimer avec imprimante 3D

Ce sera très excitant, mais on reste calme



Motifs de repérage (en rouge)



Version 1



Version 2



Version 3



Largeur =

$V * 4 + 17$

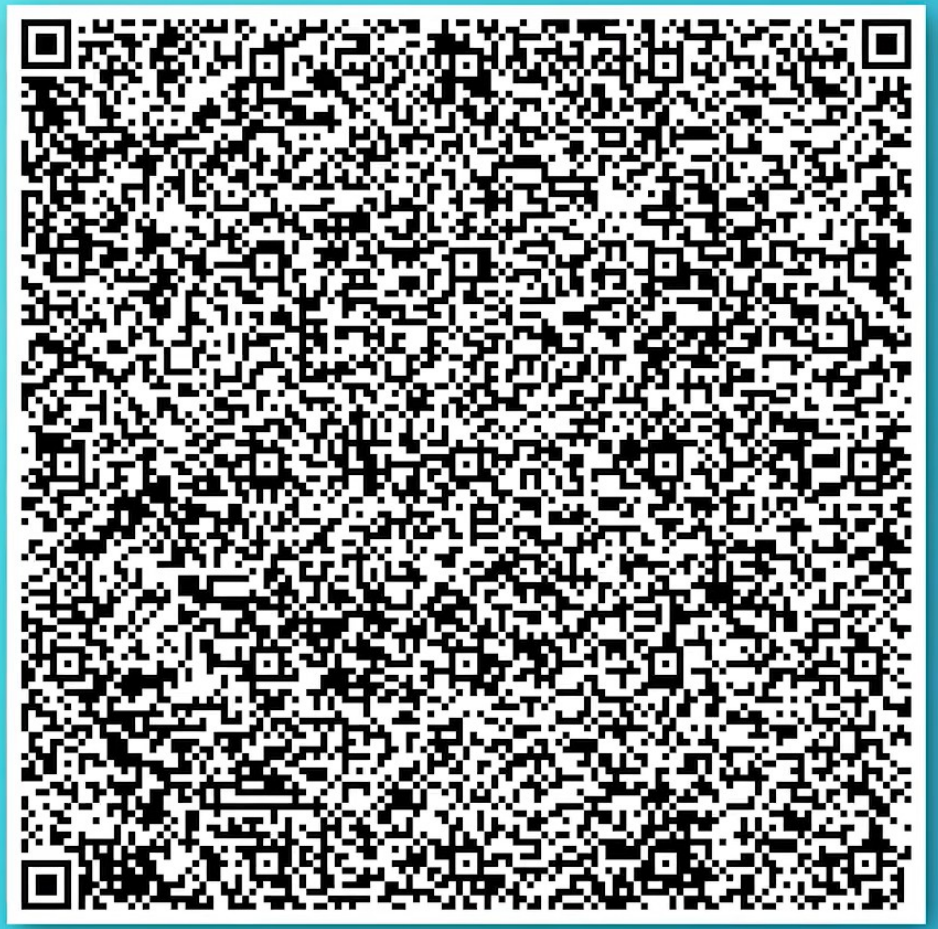




TJ

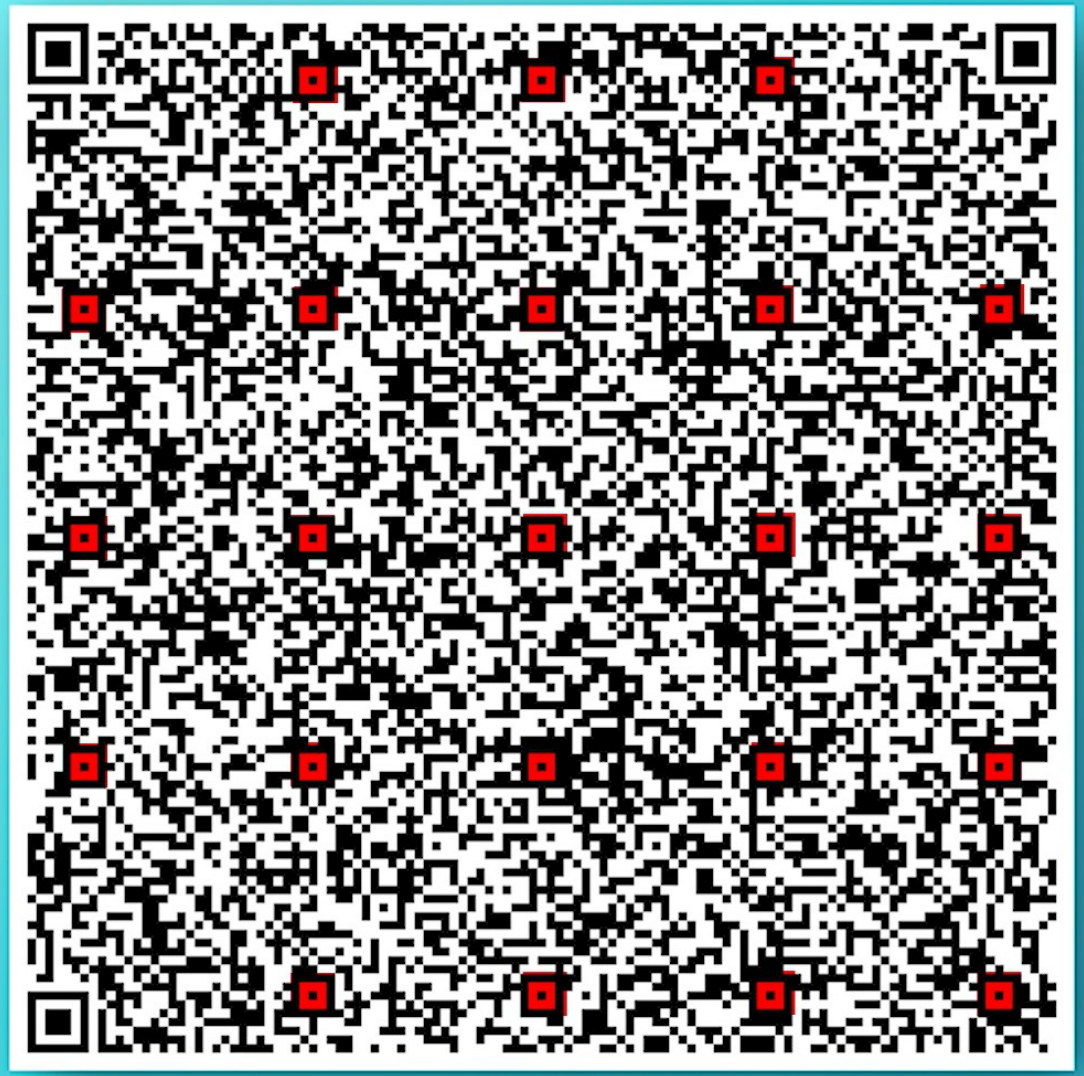
Version 40

4296 charactères alphanumériques



TJ

En rouge, repérages 5 x 5 pour alignement plus précis, à partir de la version 2

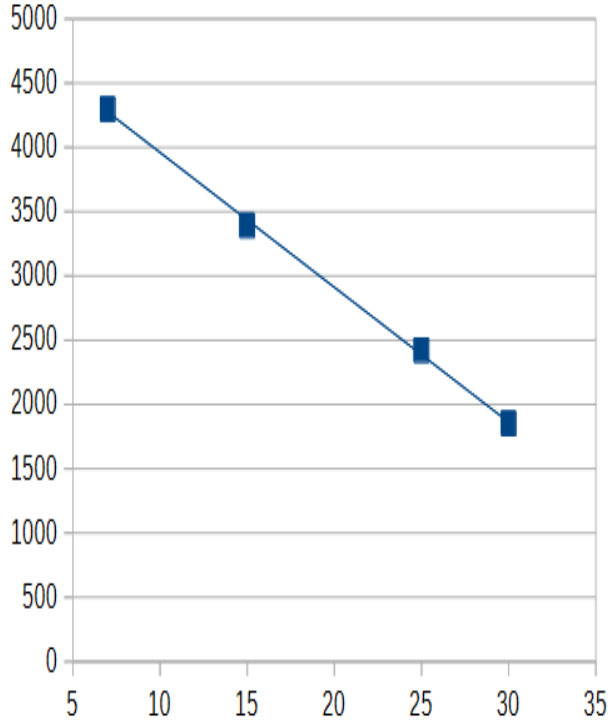


TJ

Approximation # charactères selon version et % erreur

Code QR version 40

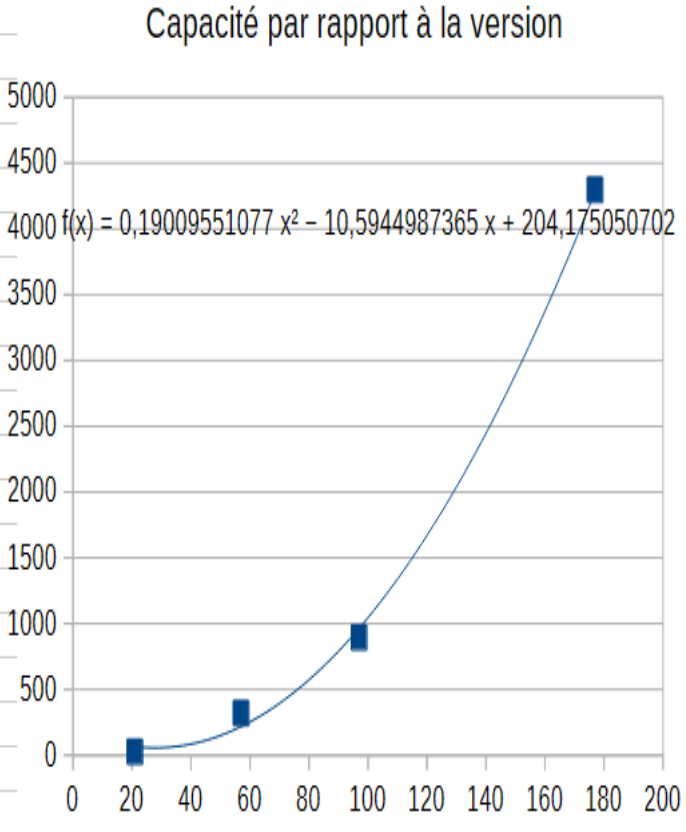
% erreur	# alphaNum
7	4296
15	3391
25	2420
30	1852



Code QR 7%err Versions 1, 10, 20, 40

Version	Dimension	Capacité
1	21	25
10	57	318
20	97	894
40	177	4296

Dim=4*Ver+17



Malgré ces zones rouges cachées, son contenu intégral peut être lisible.



TJ

Niveau de correction d’erreur

- Bas (low) 7% restorable
- Médium 15% restorable
- Quartile 25% restorabel
- Élevé (High) 30% restorable

En rafale, un survol des codes essentiels



En mauve, le niveau de correction et le choix du masque appliqué aux données



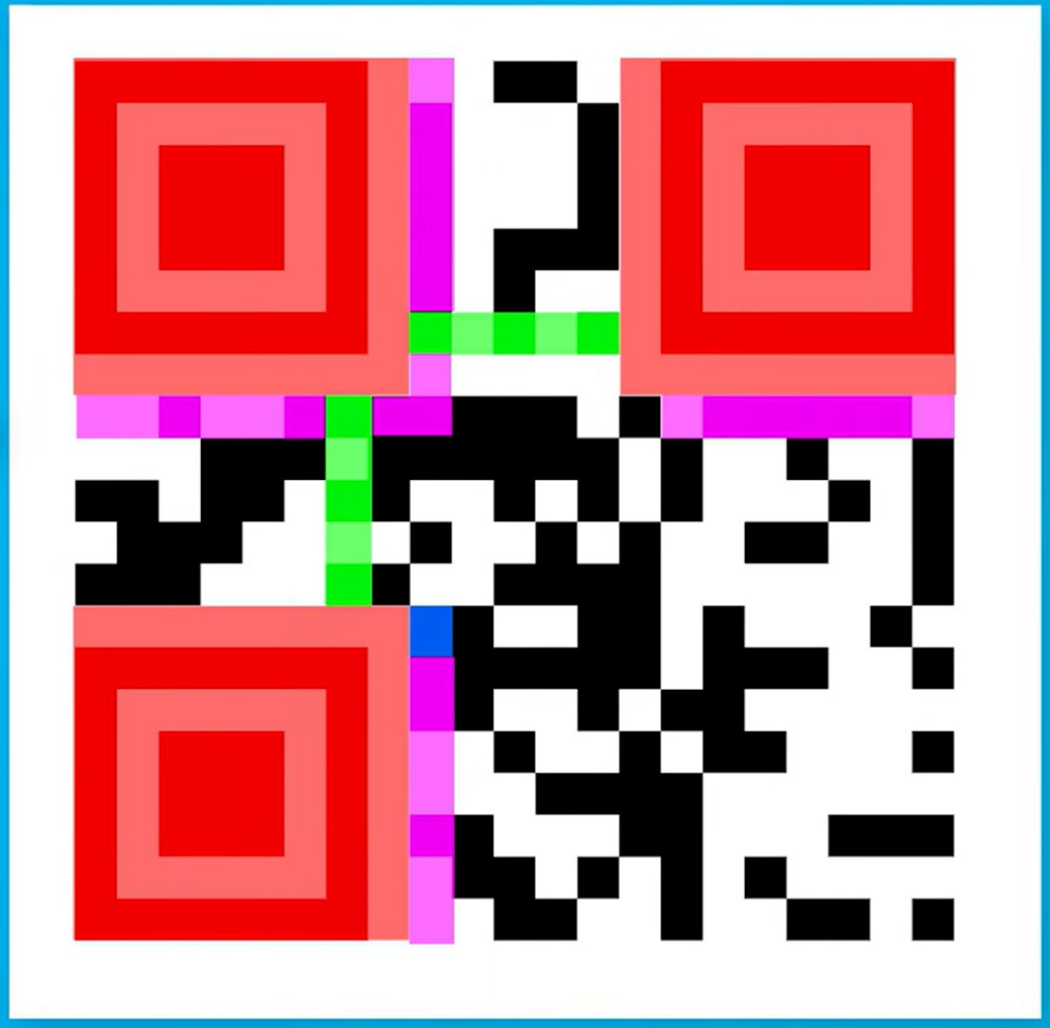
Le patern de synchronisation



Toujour 1



En noir et blanc les données comme telles



TJ

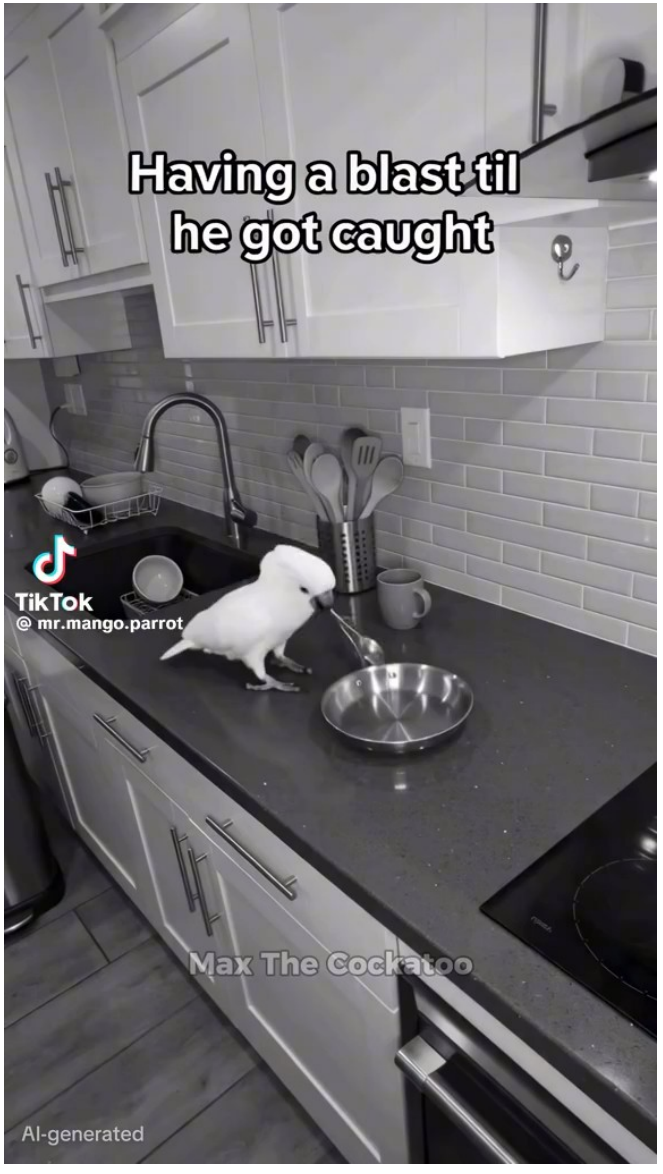

Having a blast til
he got caught
TikTok
@ mr.mango.parrot
Max The Cockatoo
AI-generated

Diagram From Wikipedia: “QR Code” Article

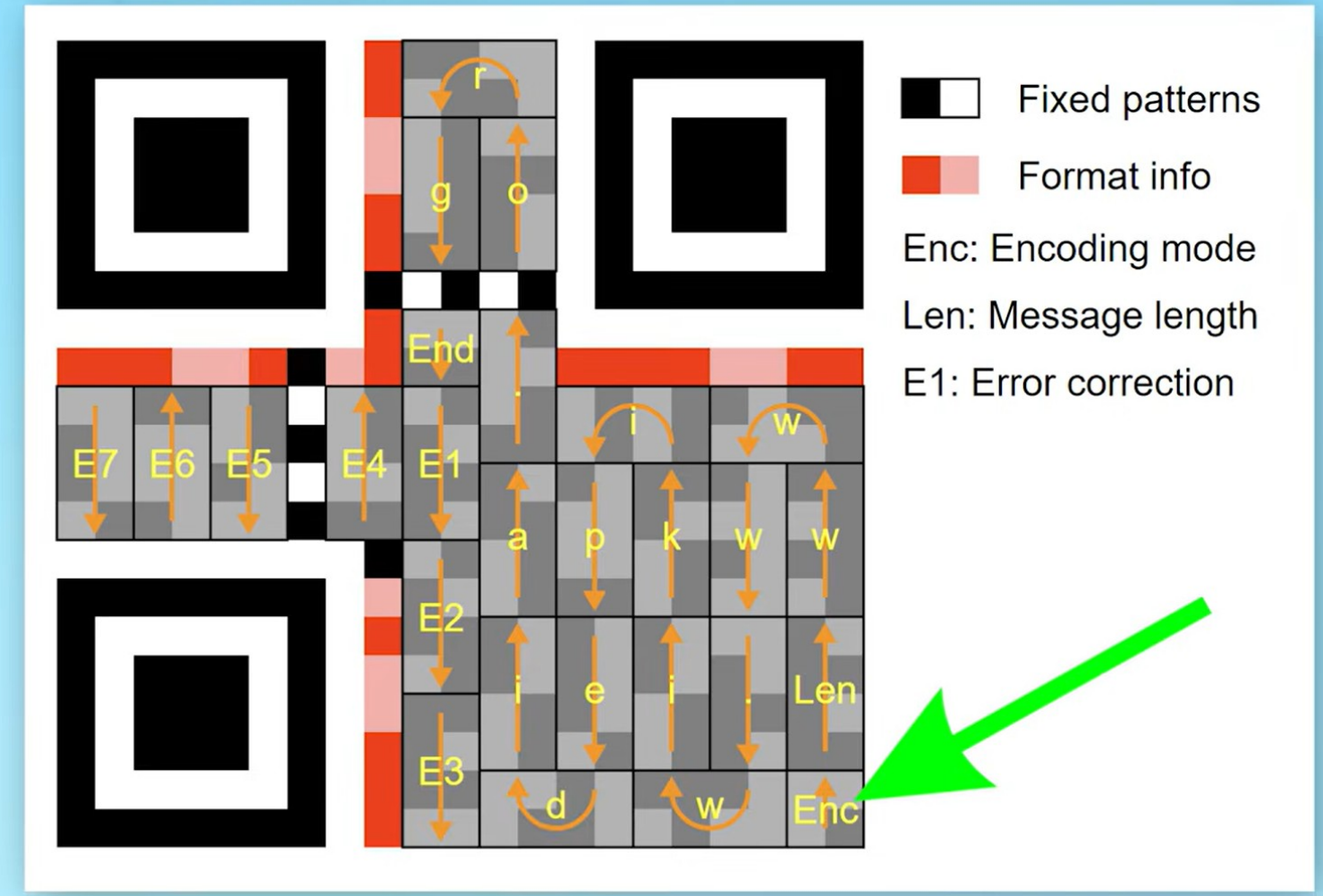


Diagram From Wikipedia: “QR Code” Article

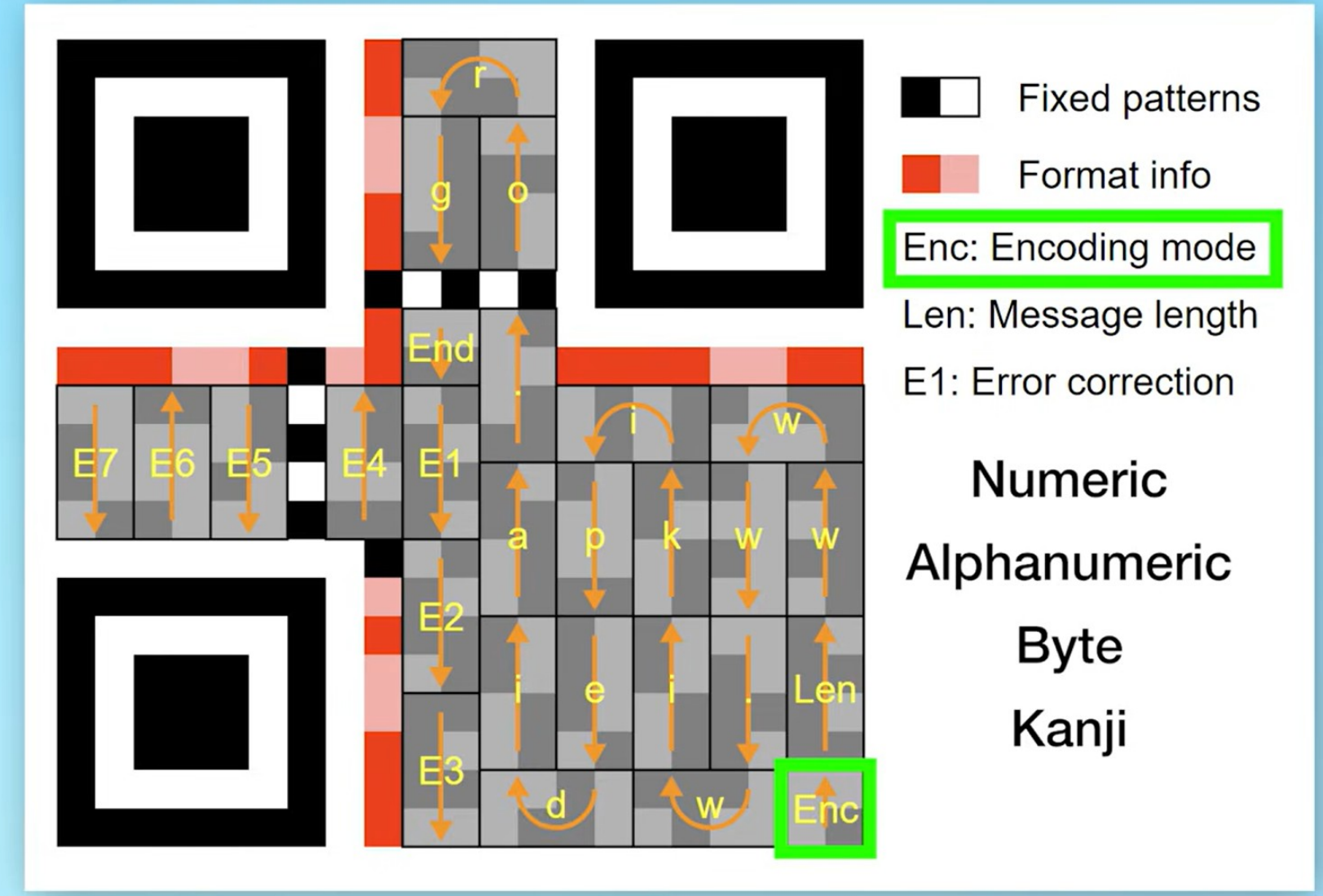
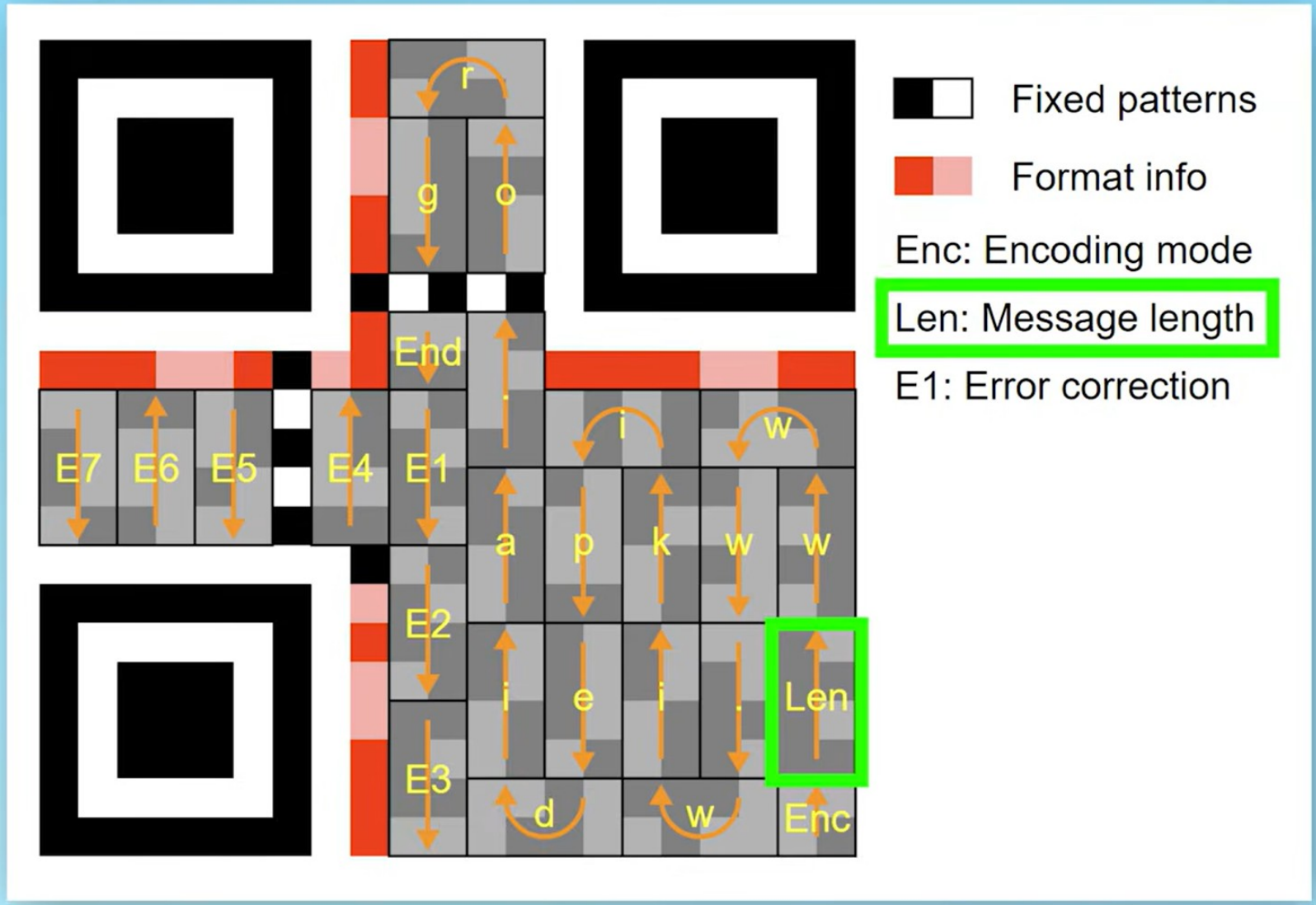
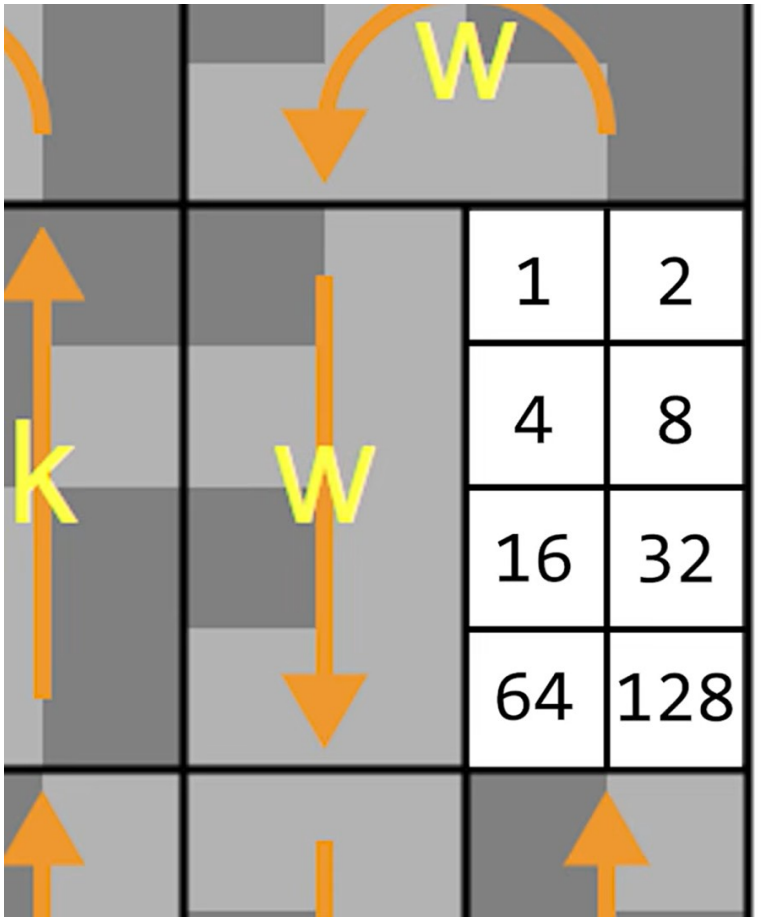
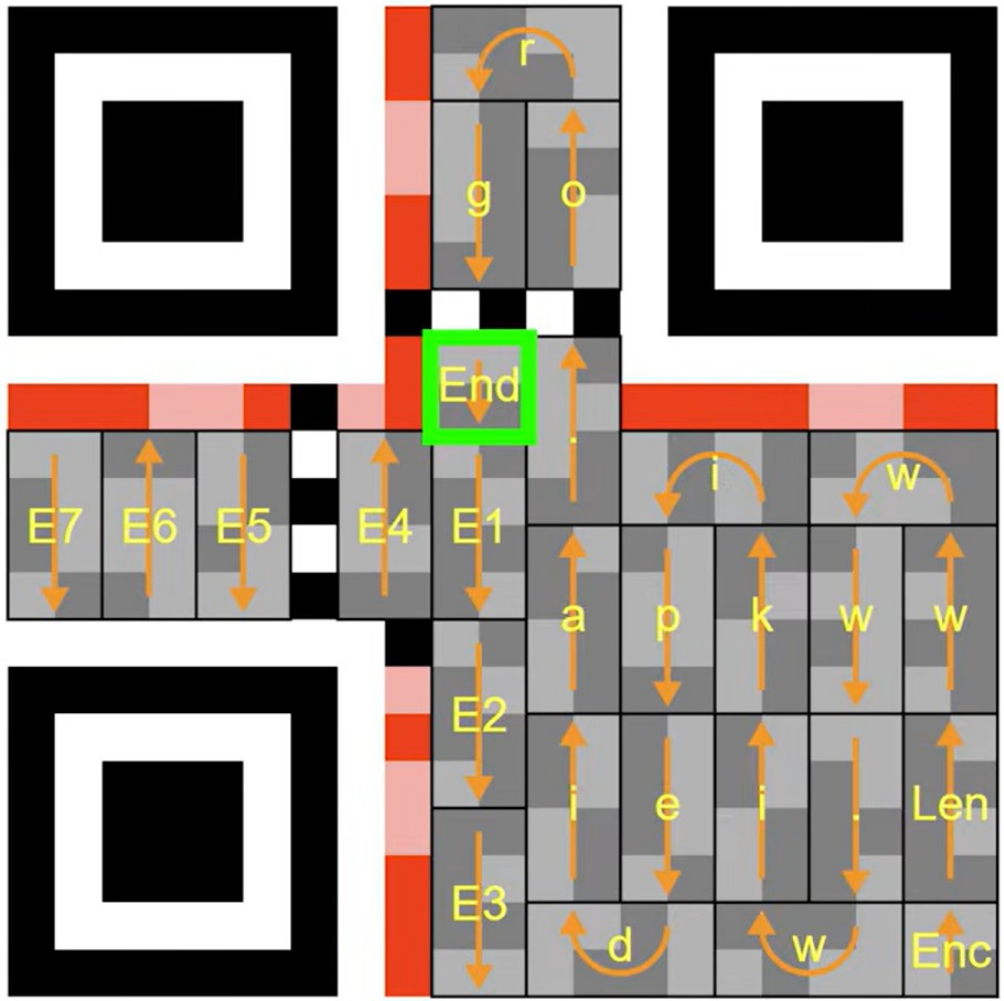


Diagram From Wikipedia: “QR Code” Article



Détail d’un octet





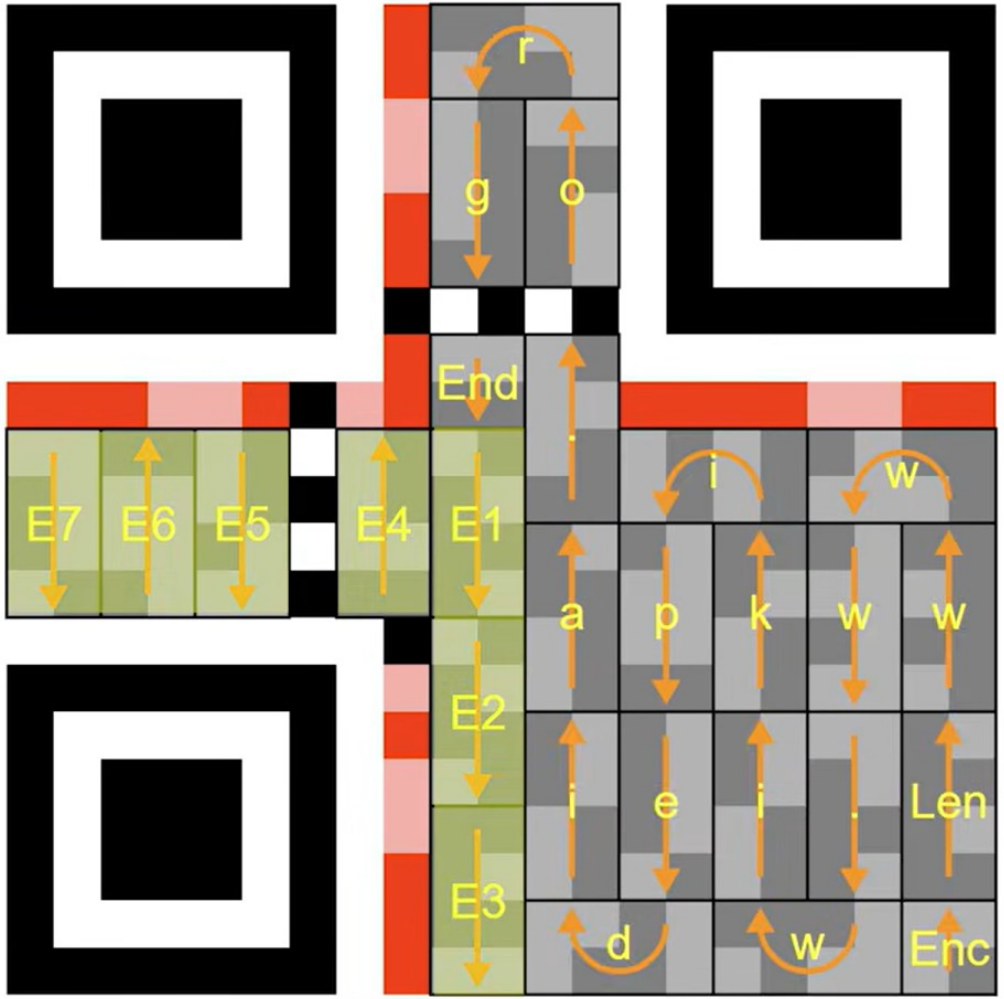
Fixed patterns

Format info

Enc: Encoding mode

Len: Message length

E1: Error correction



Fixed patterns

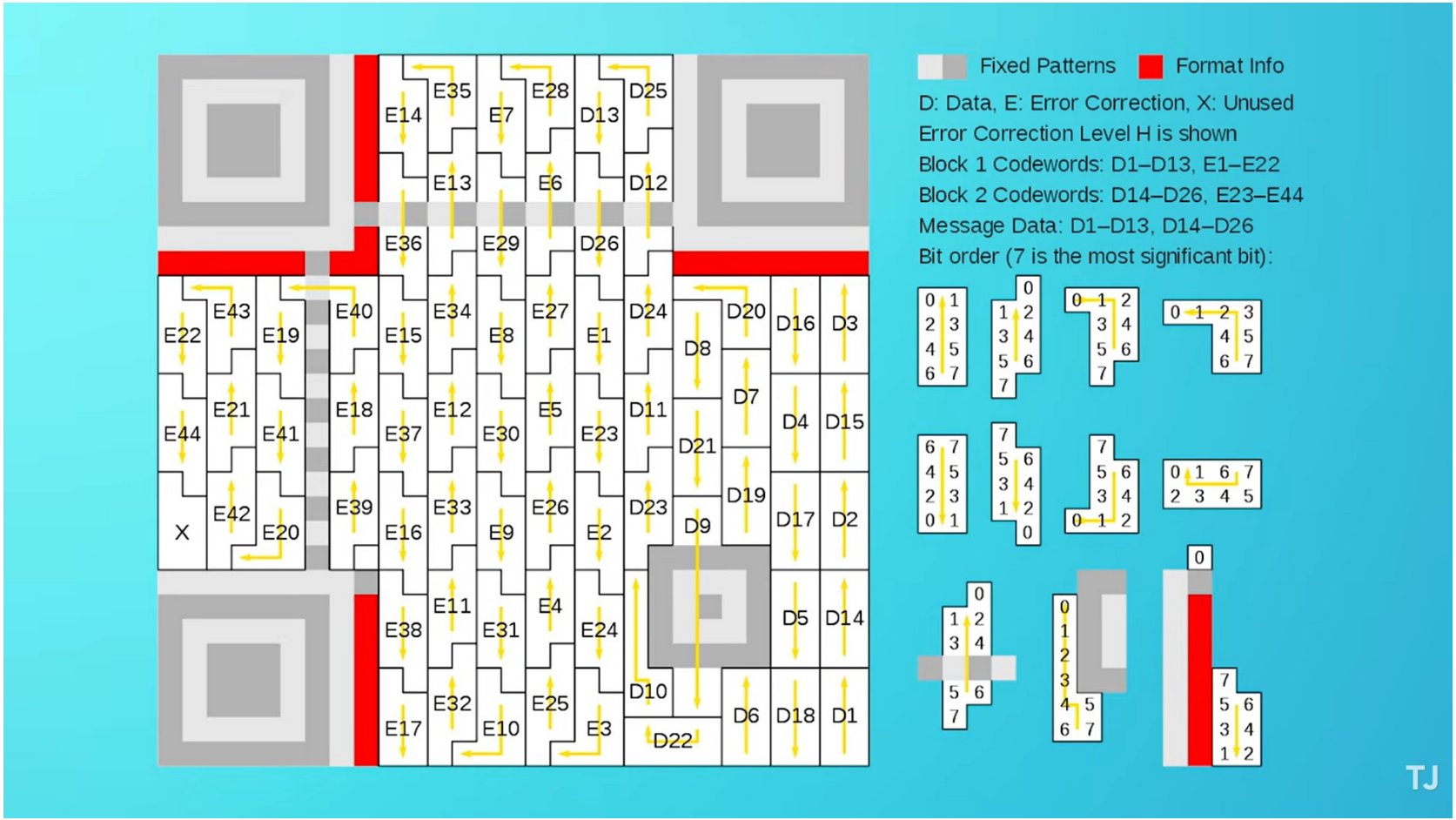
Format info

Enc: Encoding mode

Len: Message length

E1: Error correction

Pour les versions 2 et plus, le codage se complique



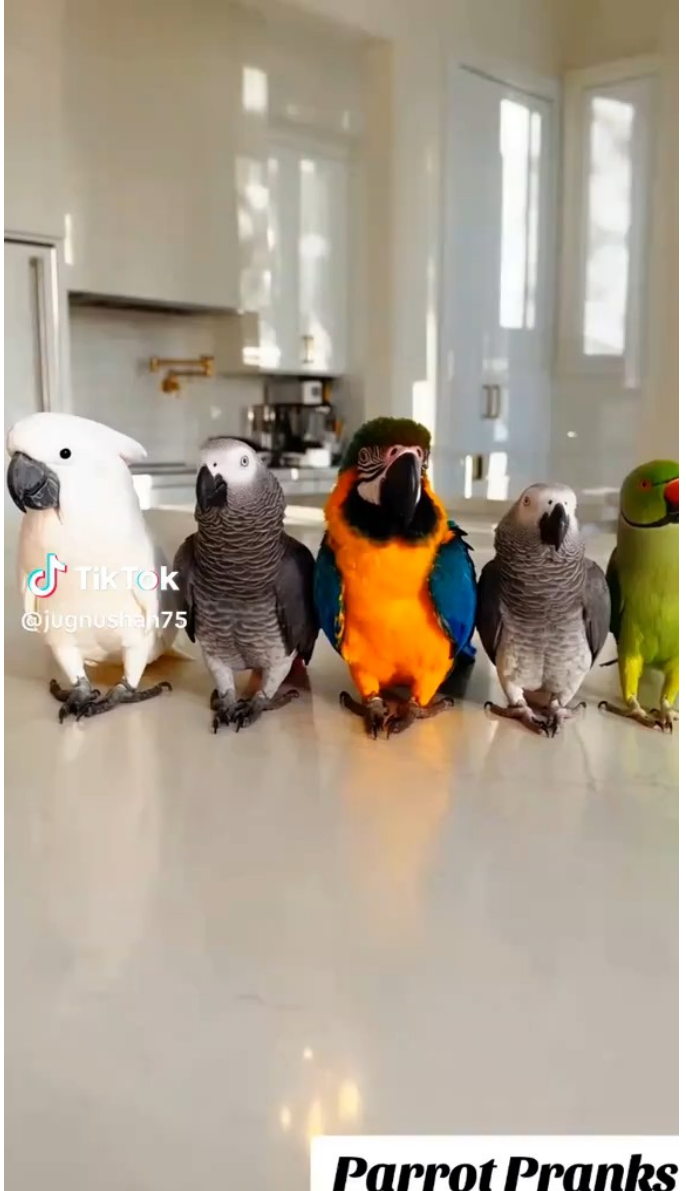

Rare photo du Chat GPT
avant sa mise à jour.
@lili_48_bellechasseqc


just fully asleep in
the oval office
@headquarters

Même contenu, différente niveau d’erreur







TikTok
@jugnushan75
Parrot Pranks

Correction d’erreur

- Évariste Galois
- Algorithme de Reed-Solomon
- Interpolation de Lagrange

Évariste Galois

Pour les articles homonymes, voir Évariste Galois (film) et Galois (homonymie).

Évariste Galois, né le 25 octobre 1811 à Bourg-la-Reine et mort le 31 mai 1832 à Paris, est un mathématicien français.

Il a entre autres laissé son nom à la théorie de Galois, qui étudie la résolubilité des équations algébriques à partir des groupes de permutations de leurs racines et qui est considérée comme un ingrédient important dans le point de vue structural des mathématiques modernes. Il a aussi contribué à l'élaboration des « corps de Galois », autre nom des corps finis, qui jouent par exemple un rôle essentiel en cryptographie.

Son militantisme républicain lui vaut d'être emprisonné plusieurs mois, juste avant qu'un duel ne lui coûte la vie. Ses démêlés avec les autorités, tant scientifiques que politiques, les zones d'ombre entourant sa mort prématurée, contrastant avec l'importance désormais reconnue de ses travaux, ont contribué à en faire l'incarnation même du génie malheureux.

Évariste Galois



Évariste Galois vers 15 ou 16 ans [1].

Biographie [modifier | modifier le code]

Origines familiales et enfance [modifier | modifier le code]

Évariste Galois naît le 25 octobre 1811, à Bourg-la-Reine[2, 4], le second d'une famille qui comprendra trois enfants[5, a]. Sa famille appartient à la bourgeoisie modeste et lettrée[8].

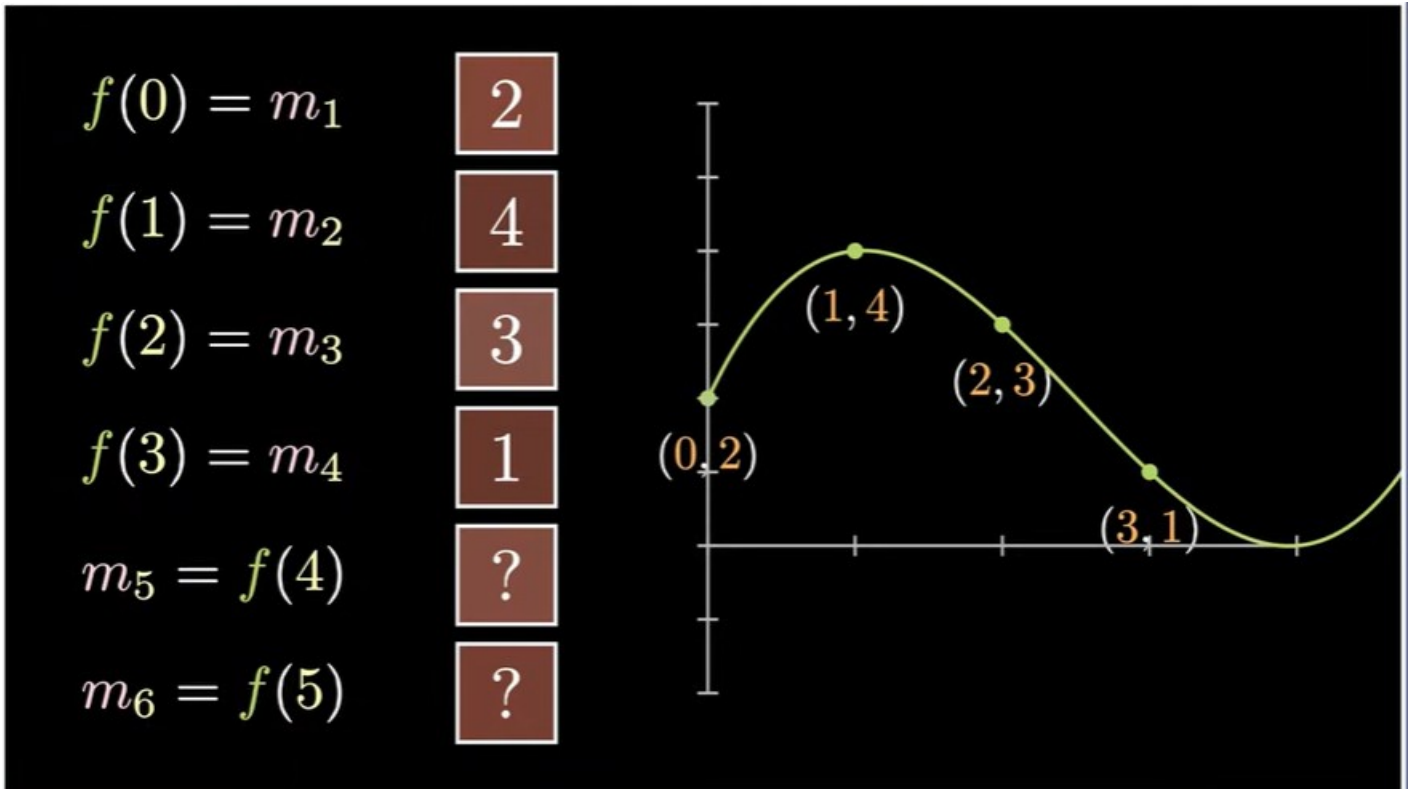
Son père, Nicolas-Gabriel Galois (1775-1829), dirige un pensionnat pour jeunes gens rattaché à

Jean envoie le code 2 4 3 1 à Luc. Quels autres chiffres doit-il envoyer en plus pour que s’il y a une erreur de transmission, Luc puisse déduire le code.



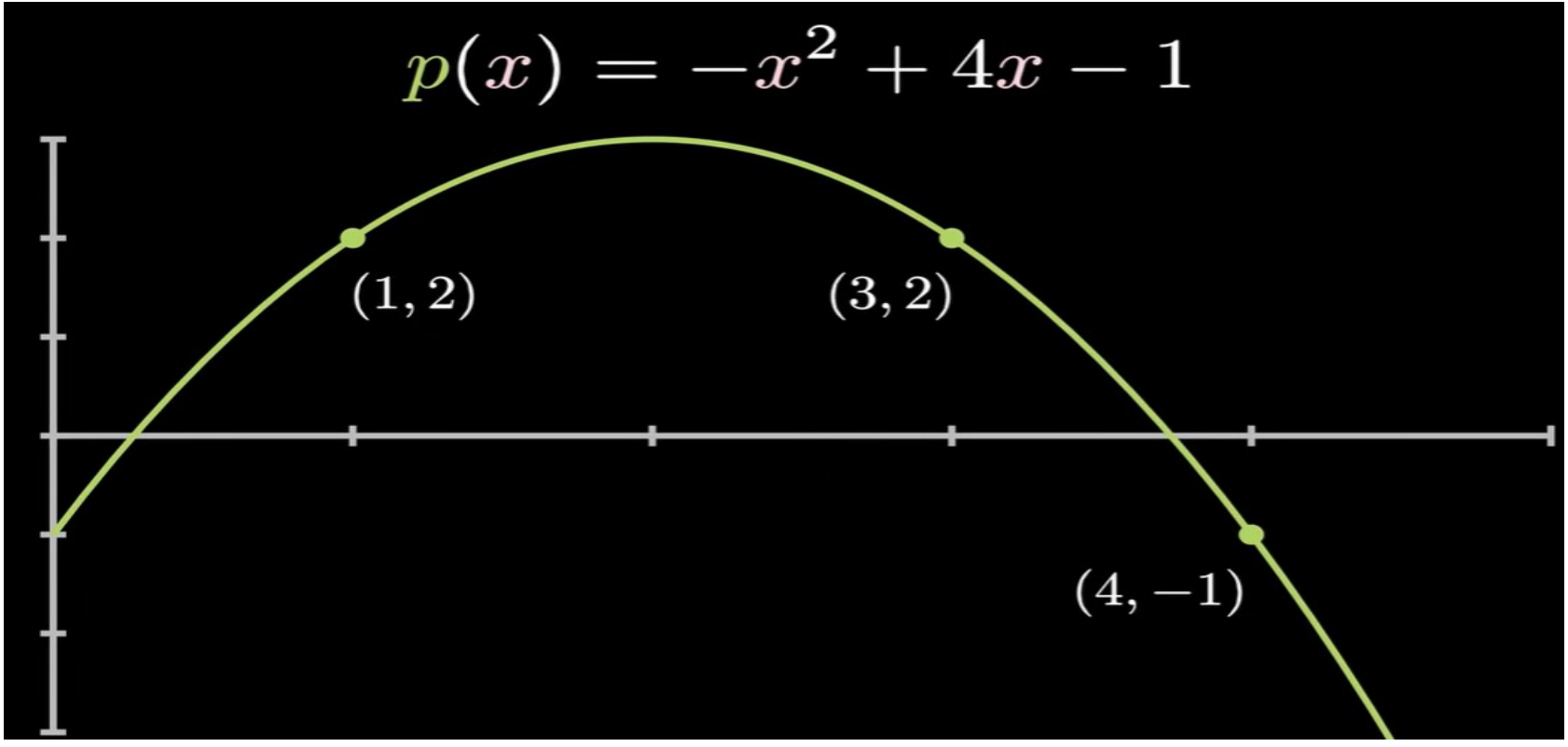


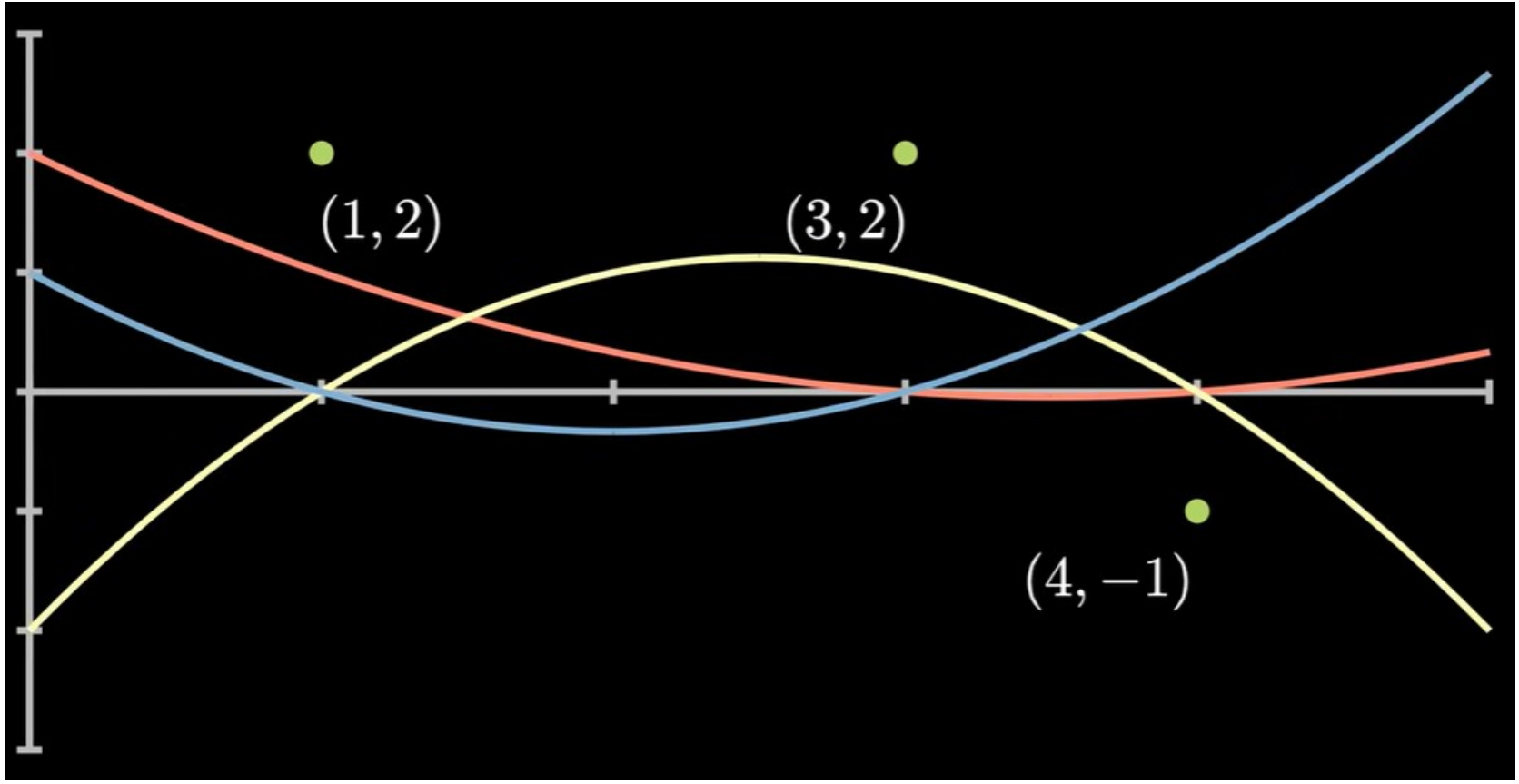
Mathématiquement, on cherche le polynôme qui passe par les points (0;2) (1;4) (2;3) (3;1). On pourra ainsi calculer p(4) et p(5)

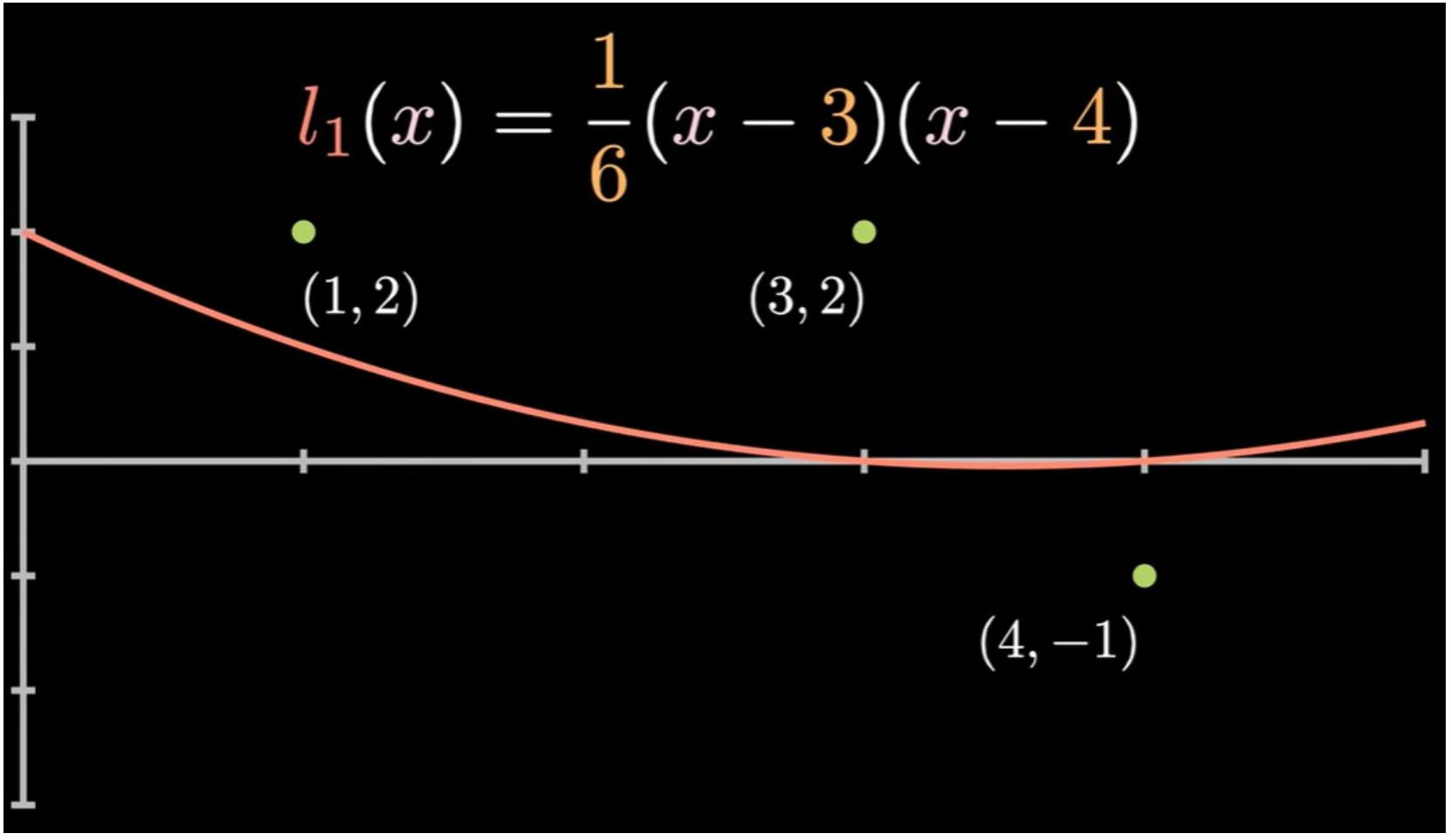


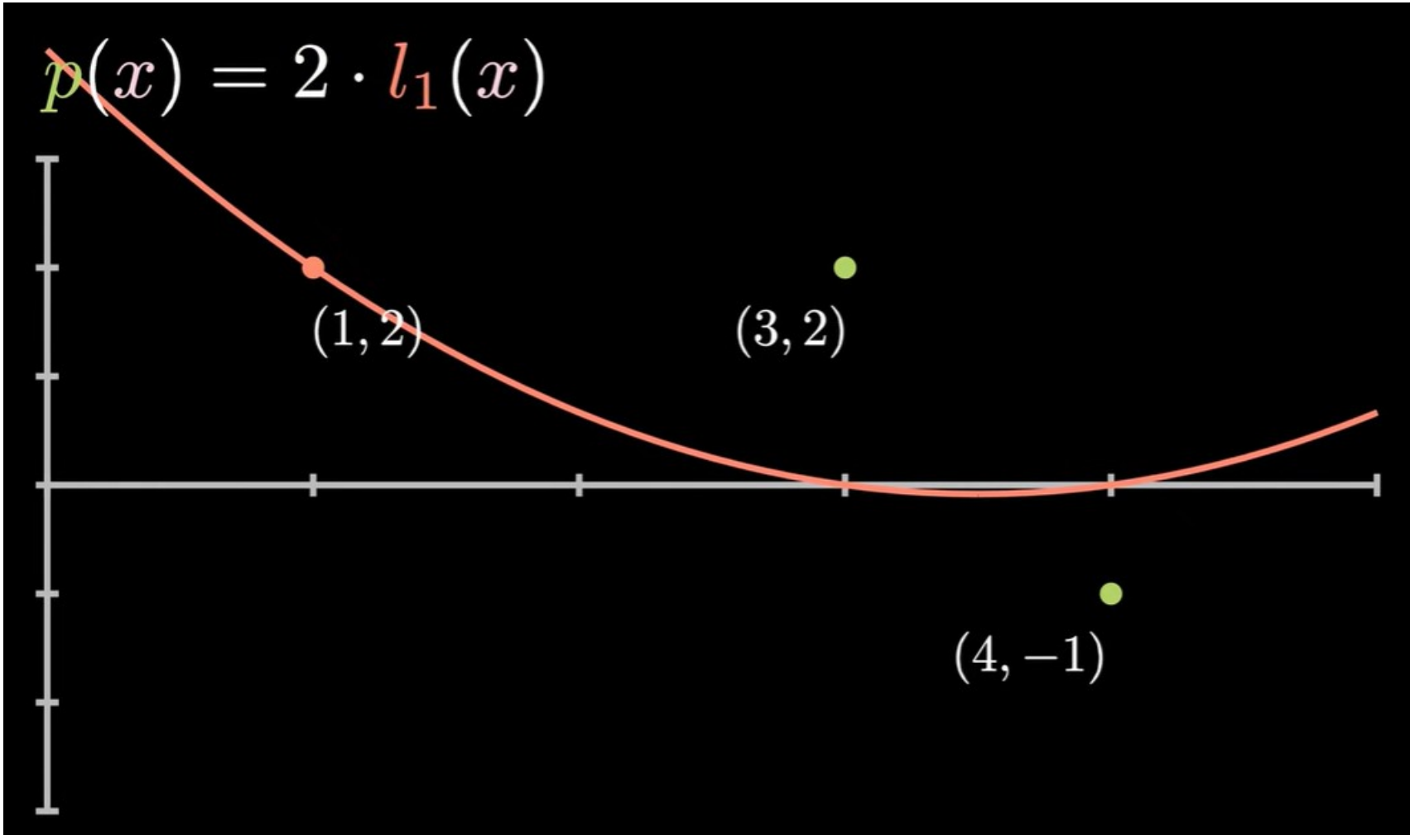
Calculons ce petit exemple, étape par étape. On utilise interpollation de Lagrange.

L'interpolation de Lagrange est une méthode mathématique qui permet de construire un polynôme unique qui passe exactement par un ensemble de points donnés.

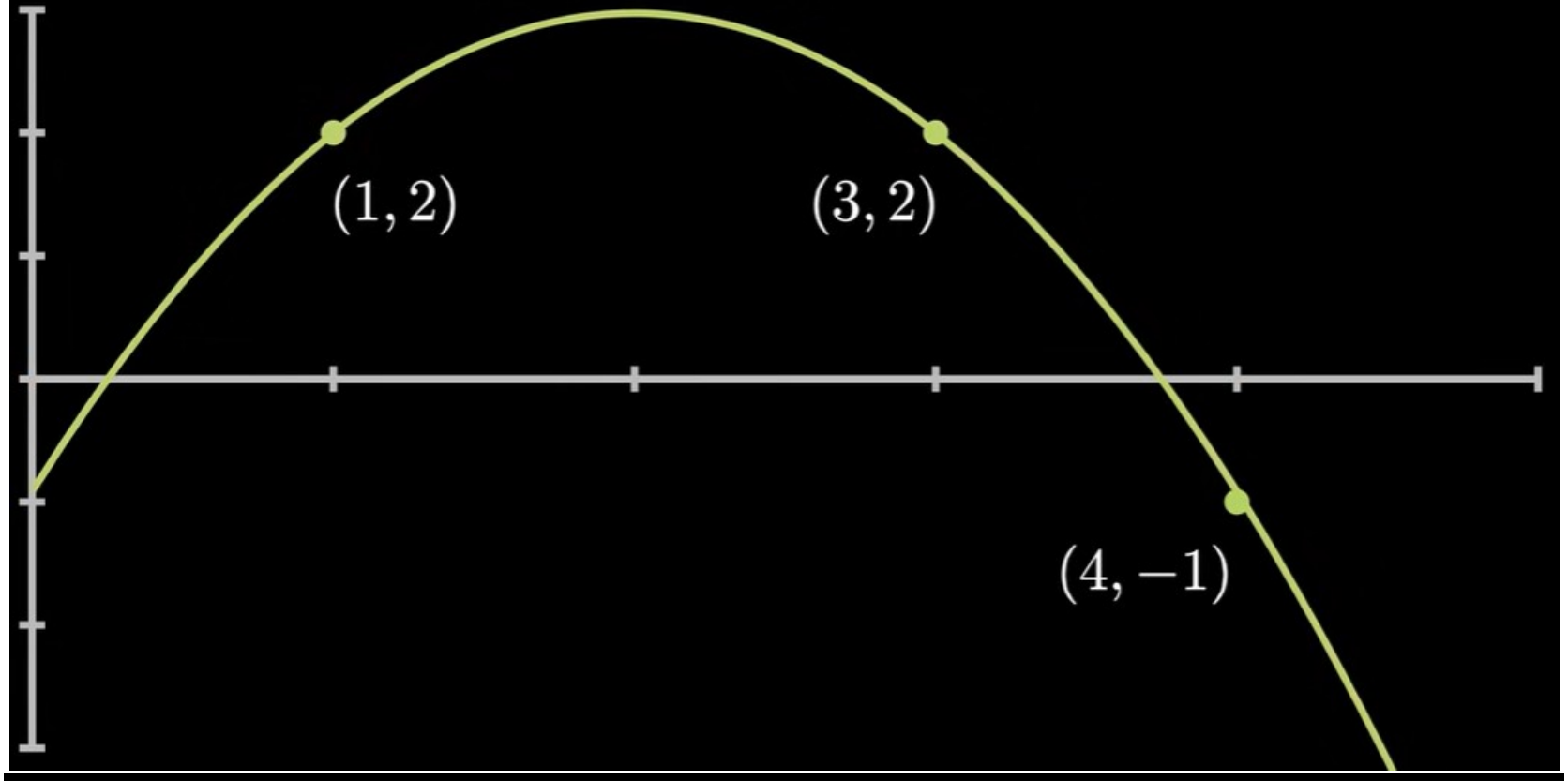



(1, 2)
(3, 2)
(4, −1)

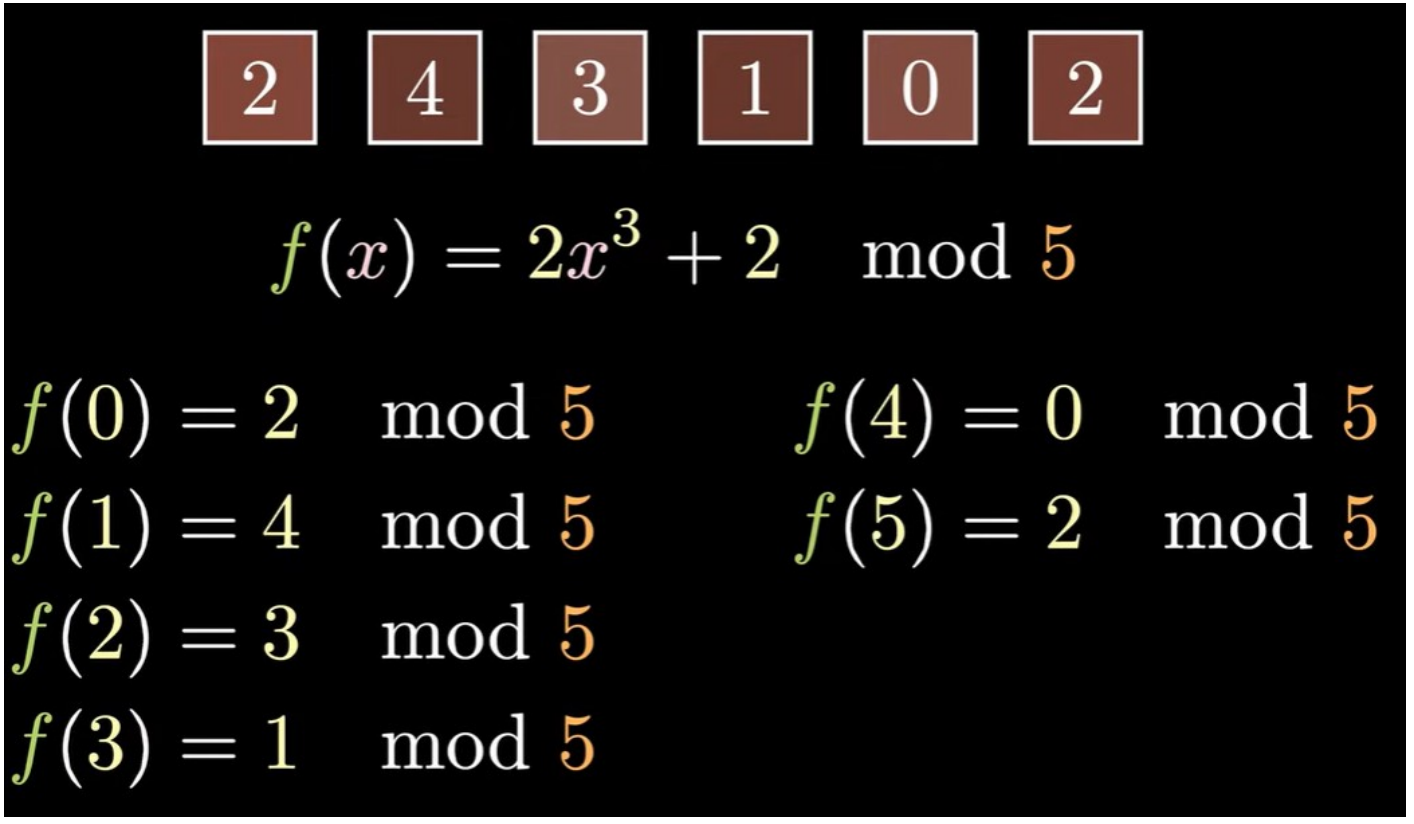

$l_1(x) = \frac{1}{6}(x-3)(x-4)$
(1, 2)
(3, 2)
(4, −1)


$p(x) = 2 \cdot l_1(x)$
(1, 2)
(3, 2)
(4, −1)

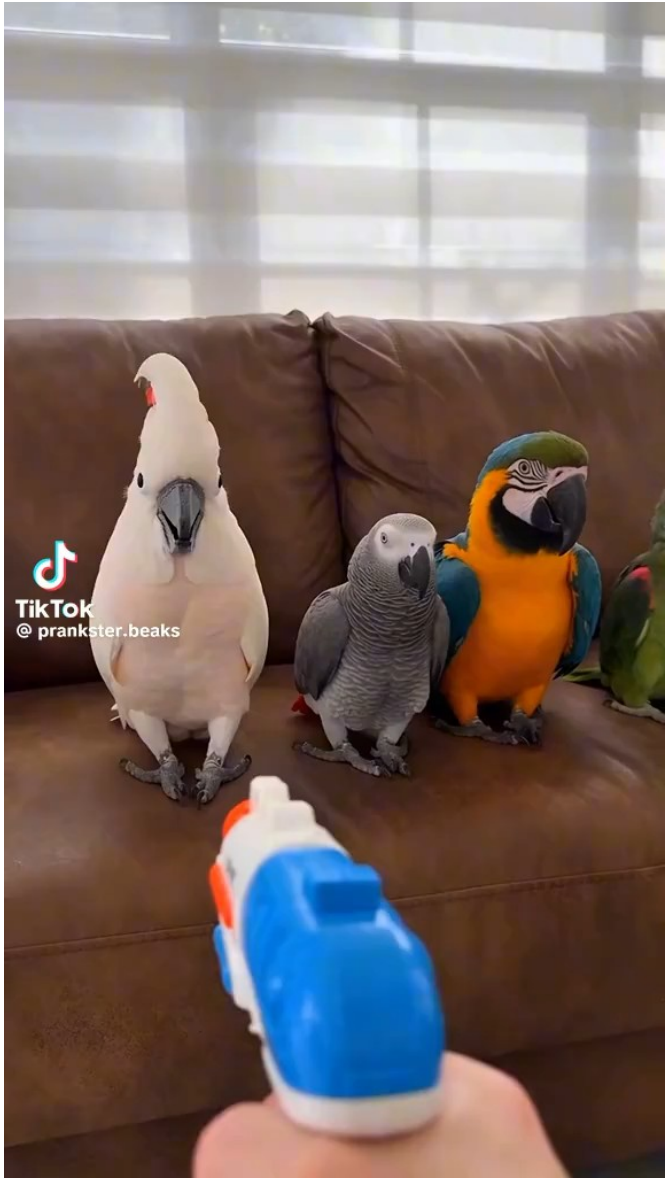
$$p(x) = 2 \cdot l_1(x) + 2 \cdot l_2(x) + (-1) \cdot l_3(x)$$



$$p(x) = -x^2 + 4x - 1$$



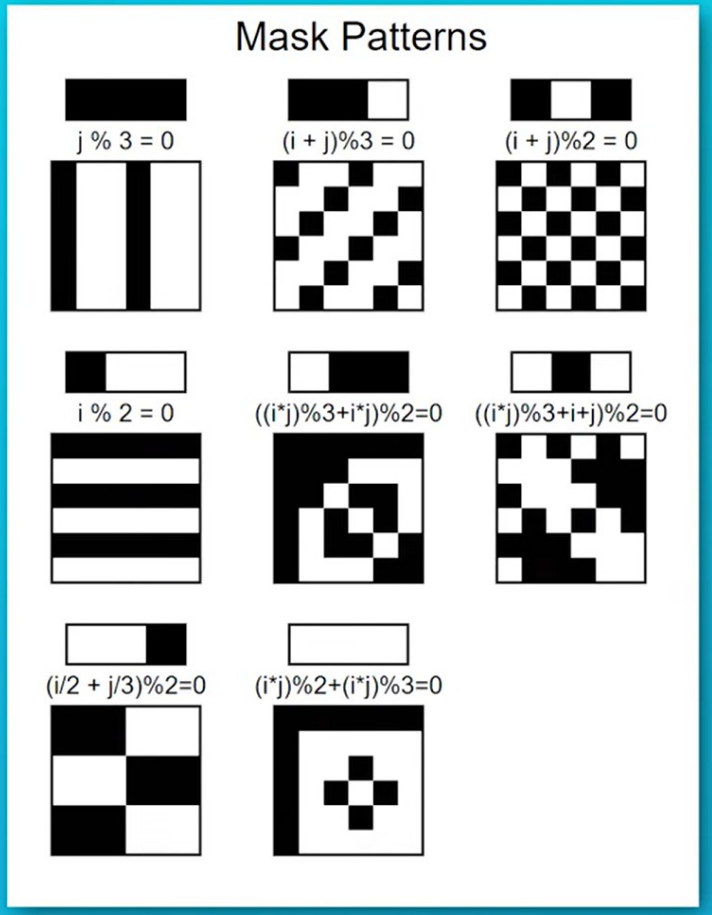
Le nombre de valeurs rajoutées dépendant de la précision désirée


TikTok
@ prankster.beaks

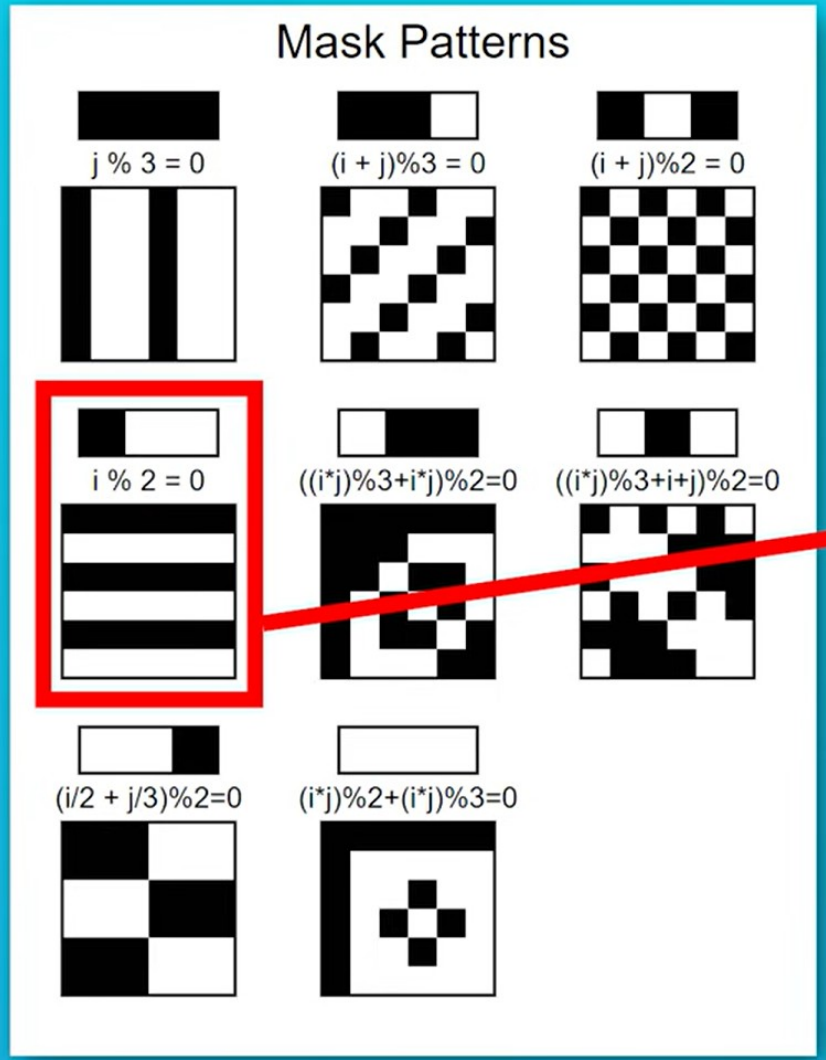
Il se peut qu’après tous ces calculs, l’image du code soit très difficile à interpréter

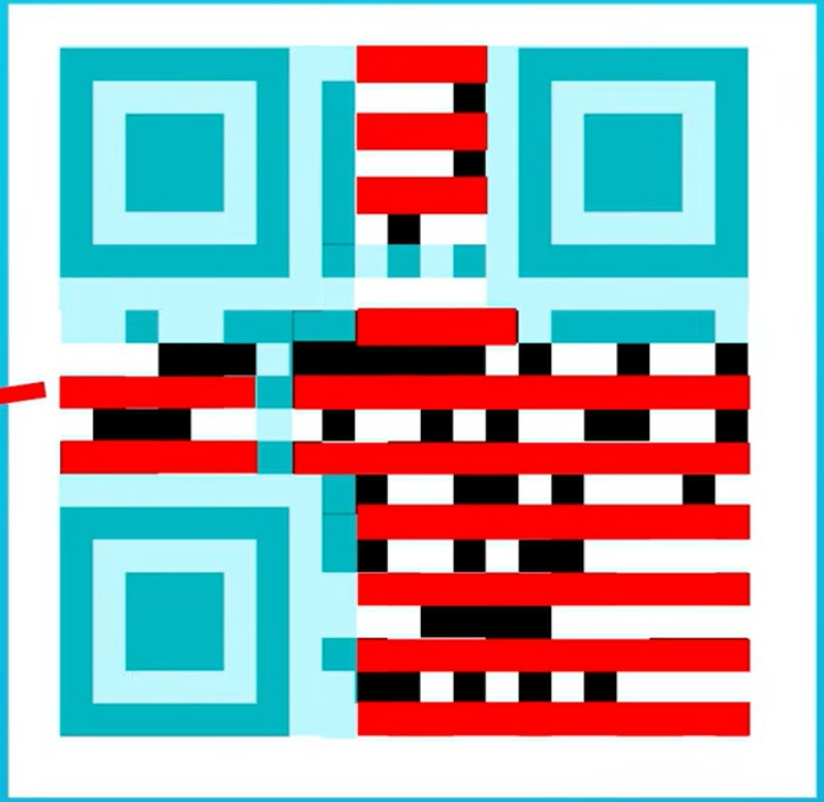
- Très foncé, i.e. beaucoup de noir
- Très pâle, beaucoup de blanc
- Des plaques noires
- Des zones de « synchonisation 5x5 » non programmées
- Etc.

Les différents masques



TJ


Mask Patterns
j % 3 = 0
(i + j)%3 = 0
(i + j)%2 = 0
i % 2 = 0
((i*j)%3+i*j)%2=0
((i*j)%3+i+j)%2=0
(i/2 + j/3)%2=0
(i*j)%2+(i*j)%3=0



TJ

Détermination du meilleur masque

Une fois qu'un motif de masque a été appliqué à la matrice QR, un score de pénalité lui est attribué en fonction de quatre critères d'évaluation définis dans la spécification des codes QR. Un encodeur de code QR doit appliquer les huit motifs de masque et évaluer chacun d'eux. Le motif de masque générant le score de pénalité le plus bas est celui qui doit être utilisé pour le résultat final.

Les quatre règles de pénalité

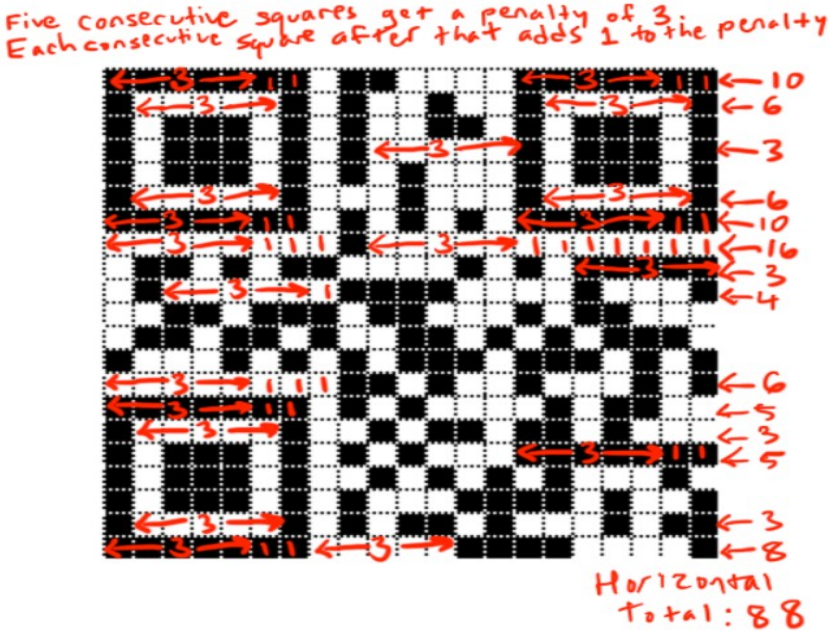
Les quatre règles de pénalité peuvent être résumées comme suit :

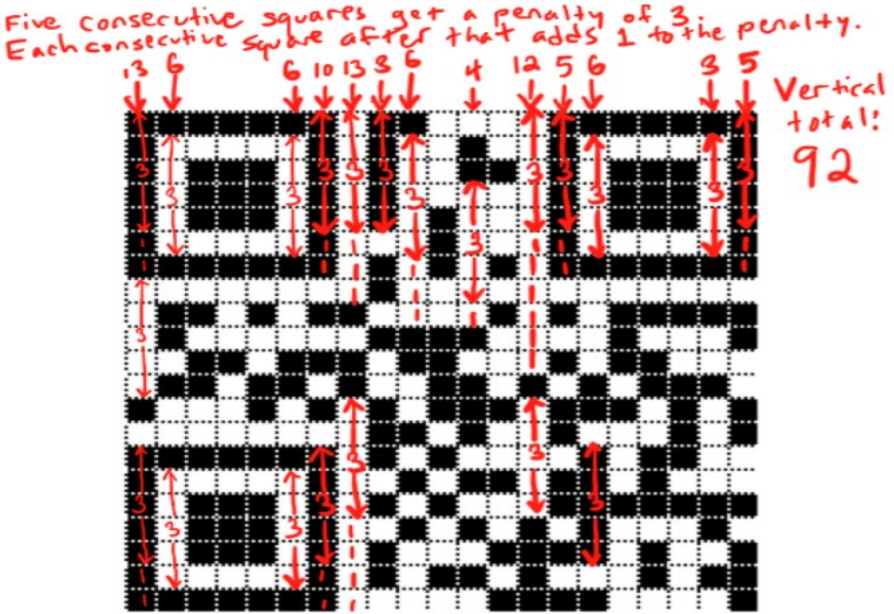
La première règle applique une pénalité au code QR pour chaque groupe de cinq modules (ou plus) de même couleur alignés en ligne (ou en colonne).
La deuxième règle applique une pénalité au code QR pour chaque zone de 2x2 modules de même couleur présente dans la matrice.
La troisième règle applique une pénalité importante au code QR si la matrice contient des motifs ressemblant aux motifs de repérage (finder patterns).
La quatrième règle applique une pénalité au code QR si plus de la moitié des modules sont sombres ou clairs, la pénalité étant d'autant plus élevée que l'écart est important.

Condition d'évaluation n° 1

Pour la première condition d'évaluation, examinez chaque ligne une par une. Si cinq modules consécutifs sont de la même couleur, ajoutez 3 à la pénalité. Si d'autres modules de la même couleur suivent les cinq premiers, ajoutez 1 pour chaque module supplémentaire de cette couleur. Ensuite, examinez chaque colonne une par une en appliquant la même condition. Additionnez les totaux horizontal et vertical pour obtenir le score de pénalité n° 1.

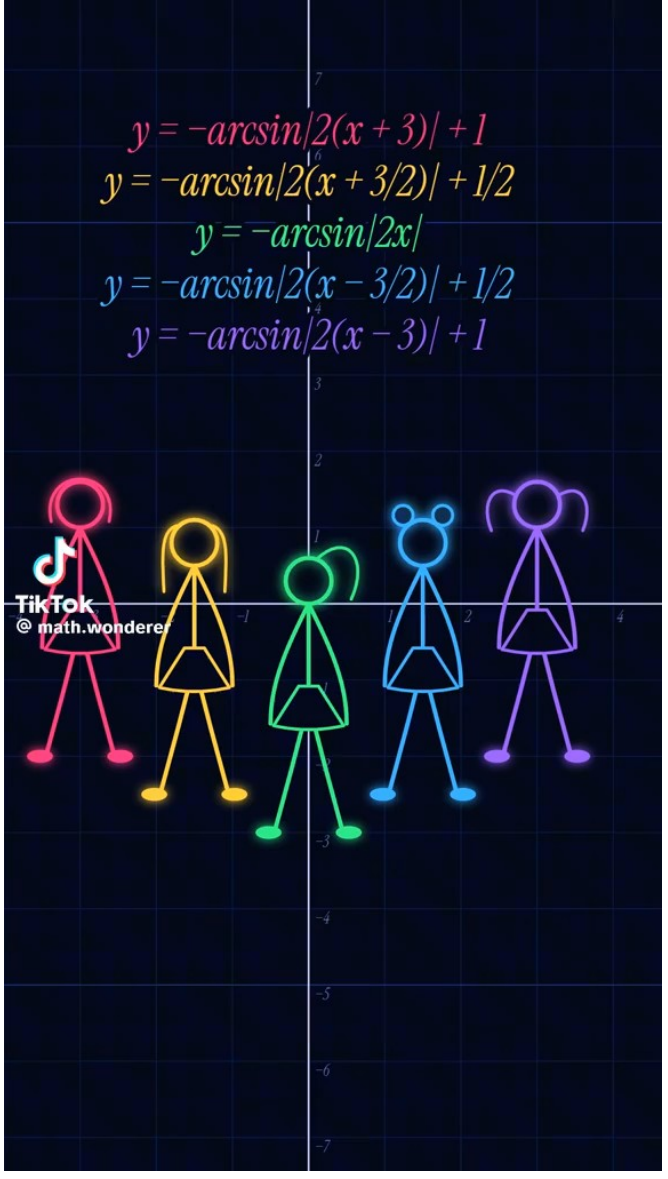
Les images suivantes illustrent la procédure d'évaluation du code QR selon cette méthode. Dans cet exemple, la pénalité horizontale est de 92 et la pénalité verticale est de 88. Par conséquent, le score de pénalité n° 1 est de 92 + 88 = 180.



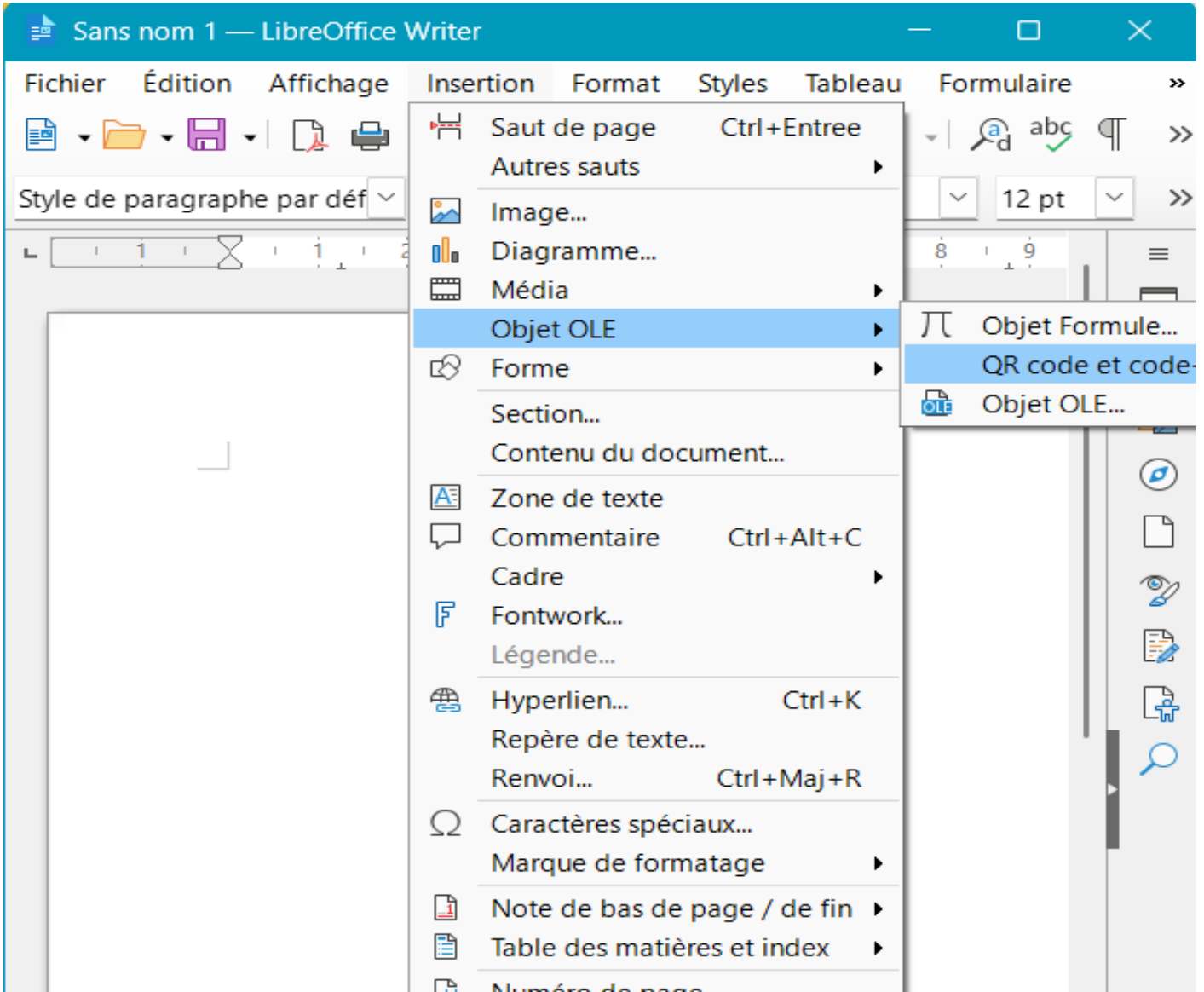


Fin des détails techniques

Une petite danse avec ça ?

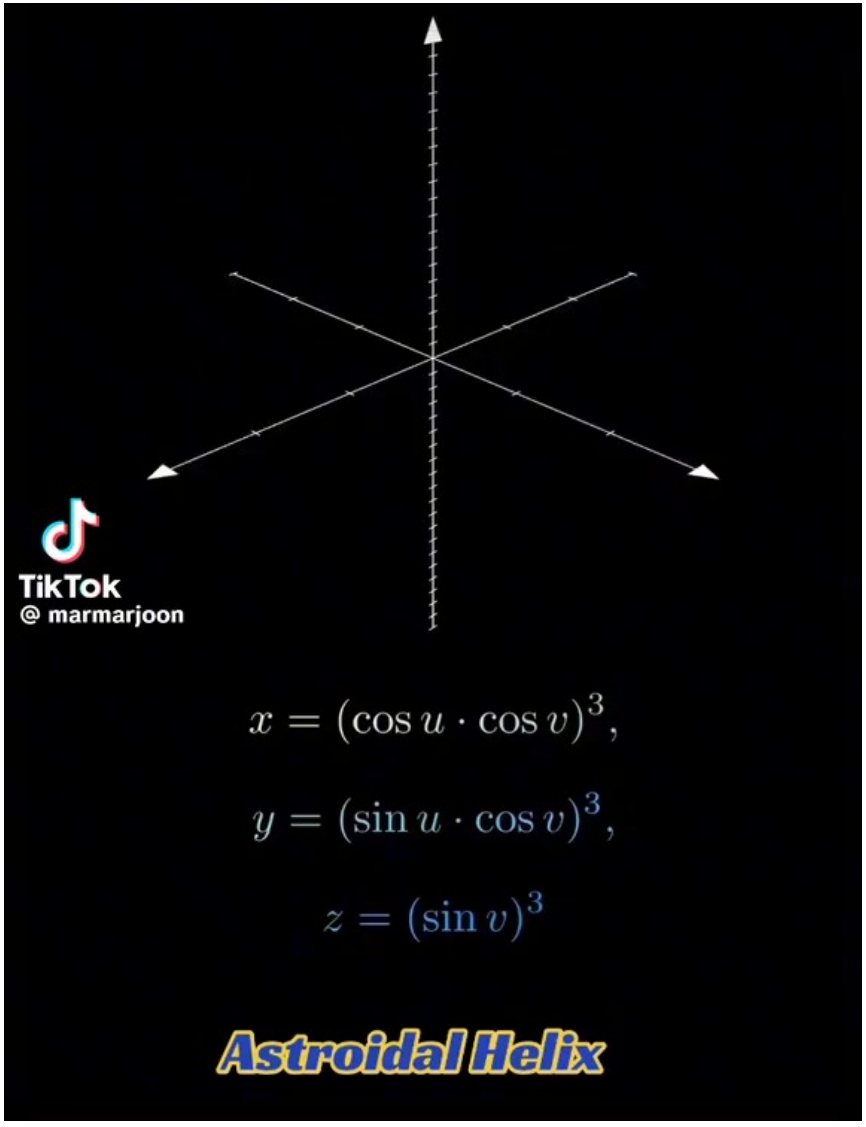


Un simple éditeur de texte génère des codes QR

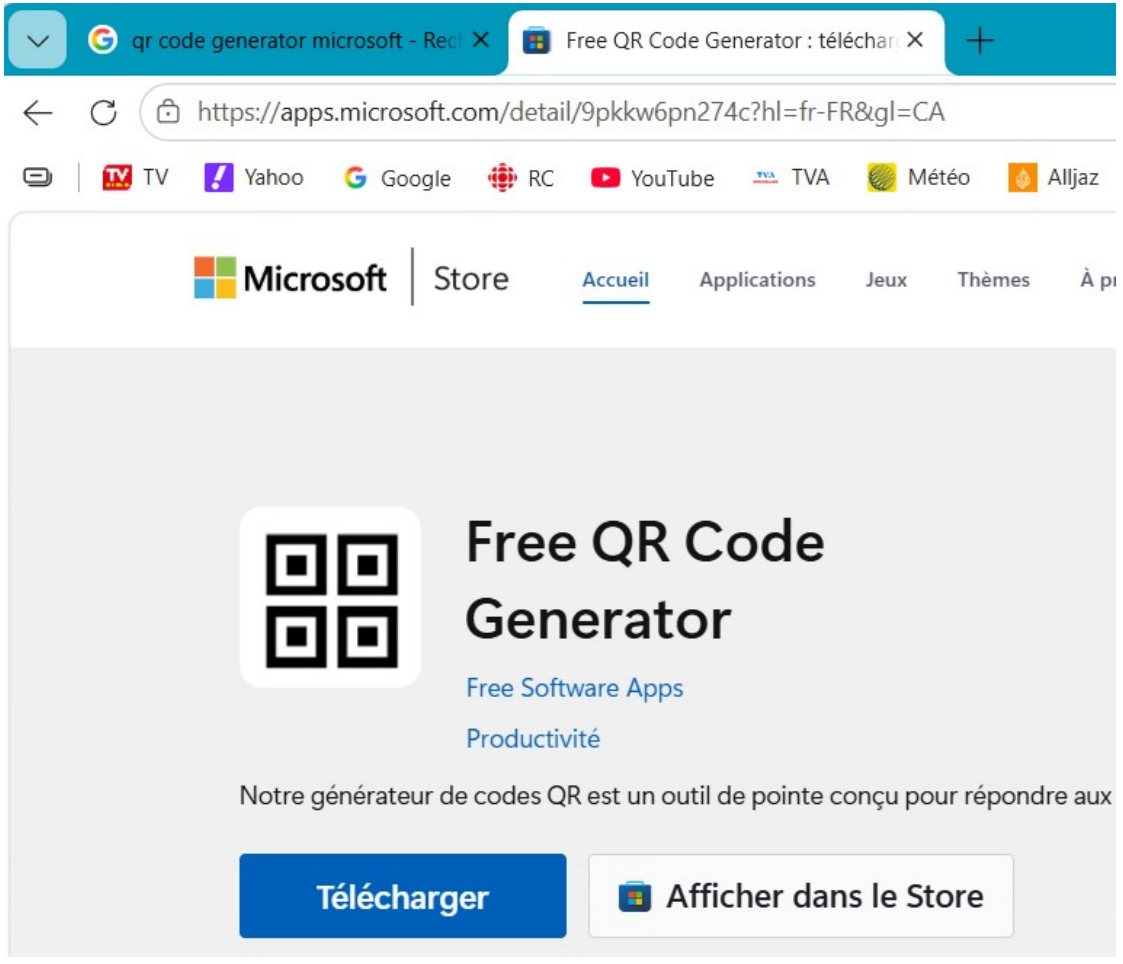


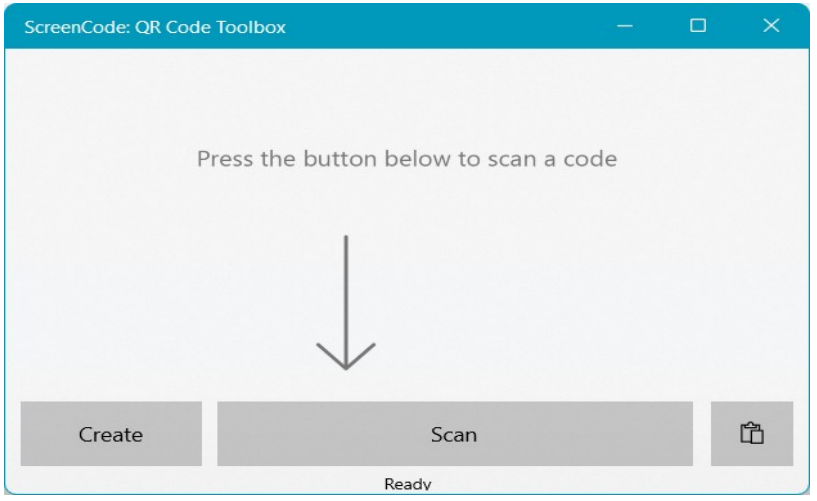
Générateurs de QR Codes

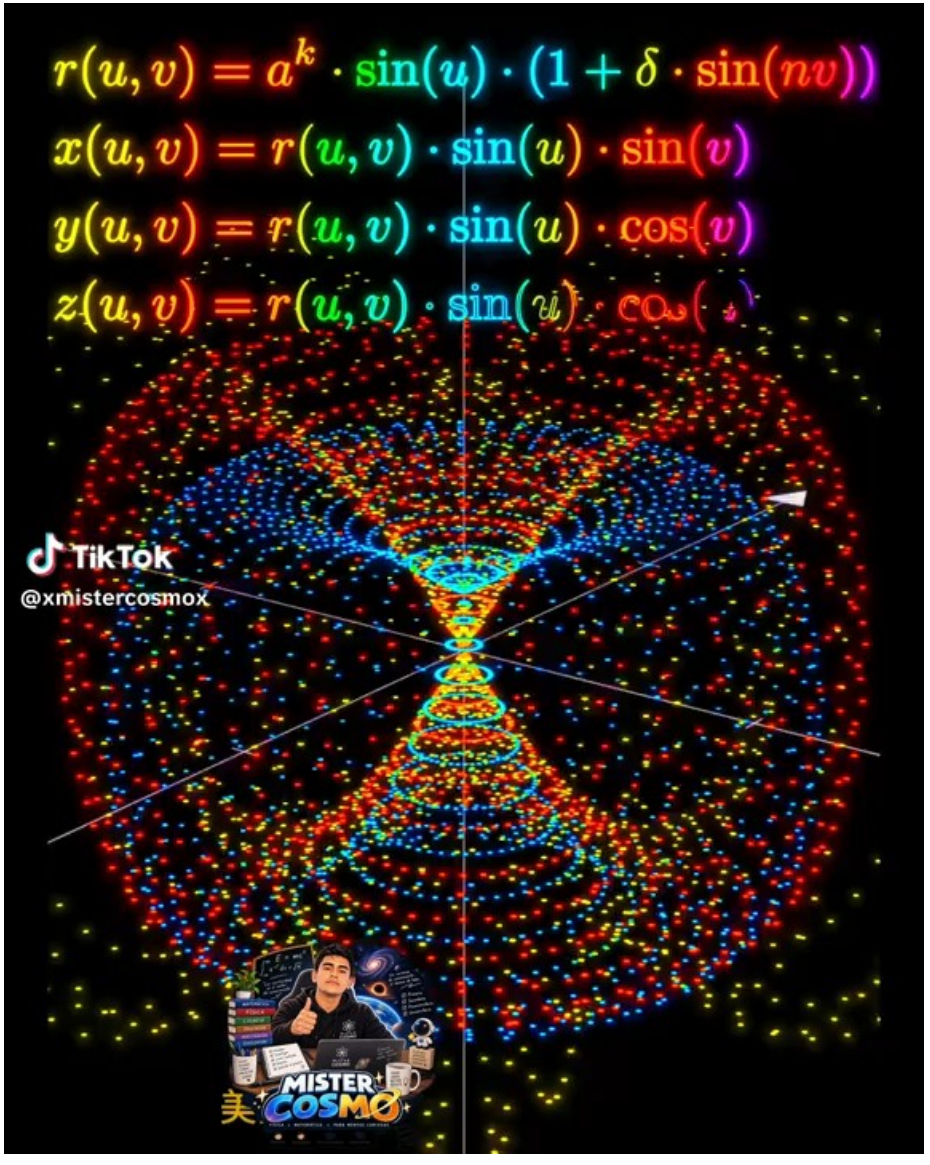
- Petit logiciel de Microsoft gratuit



ScreenCode

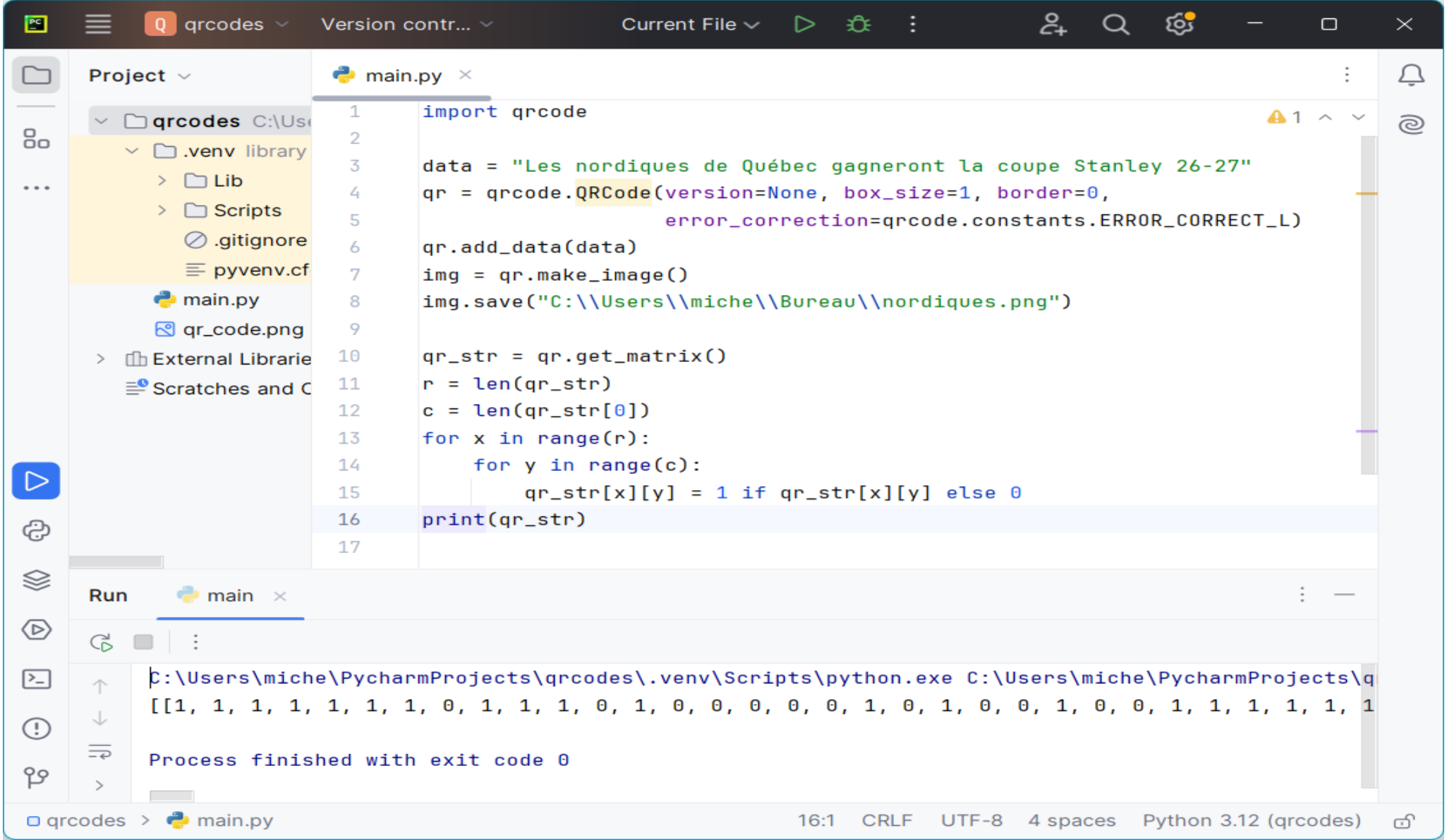

qr code generator microsoft - Rec
Free QR Code Generator : téléchar
https://apps.microsoft.com/detail/9pkkw6pn274c?hl=fr-FR&gl=CA
TV
Yahoo
Google
RC
YouTube
TVA
Météo
Alljaz
Microsoft
Store
Accueil
Applications
Jeux
Thèmes
Free QR Code Generator
Free Software Apps
Productivité
Notre générateur de codes QR est un outil de pointe conçu pour répondre aux
Télécharger
Afficher dans le Store


ScreenCode: QR Code Toolbox
Press the button below to scan a code
Create
Scan
Ready


$r(u,v) = a^k \cdot \sin(u) \cdot (1 + \delta \cdot \sin(nv))$
$x(u,v) = r(u,v) \cdot \sin(u) \cdot \sin(v)$
$y(u,v) = r(u,v) \cdot \sin(u) \cdot \cos(v)$
TikTok
@xmistercosmox
MISTER COSMO

Générer des codes QR en python

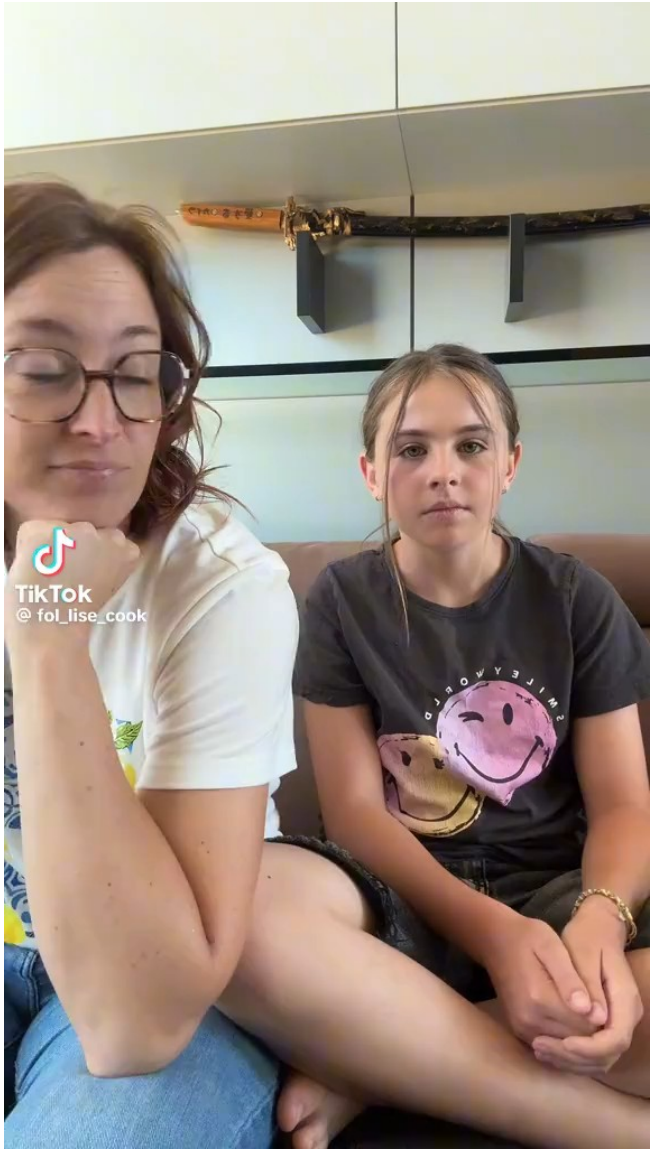
- J’utilise **PyCharm,** gratuit
- **https://www.jetbrains.com/pycharm/**
- Développé par JETBRAINS
- Le code source est disponible sur GitHub
- 3 programmeurs russes ont fondé cette entreprise
- Ils vendent également des logiciels commerciaux


qrcodes
Version contr...
Current File
Project
main.py
qrcodes C:\Use
.venv library
Lib
Scripts
.gitignore
pyvenv.cf
main.py
qr_code.png
External Librarie
Scratches and C
import qrcode
data = "Les nordiques de Québec gagneront la coupe Stanley 26-27"
qr = qrcode.QRCode(version=None, box_size=1, border=0,
error_correction=qrcode.constants.ERROR_CORRECT_L)
qr.add_data(data)
img = qr.make_image()
img.save("C:\\Users\\miche\\Bureau\\nordiques.png")
qr_str = qr.get_matrix()
r = len(qr_str)
c = len(qr_str[0])
for x in range(r):
for y in range(c):
qr_str[x][y] = 1 if qr_str[x][y] else 0
print(qr_str)
Run
main
C:\Users\miche\PycharmProjects\qrcodes\.venv\Scripts\python.exe C:\Users\miche\PycharmProjects\q
[[1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1
Process finished with exit code 0
qrcodes > main.py
16:1
CRLF
UTF-8
4 spaces
Python 3.12 (qrcodes)

Générer des Codes QR utilisant un programme python

- Deux librairies python sont nécessaires : « qrcode » et « pillow », qui génère des images.
- La documentation sur la librairie « qrcode » se trouve à https://pypi.org/project/qrcode/



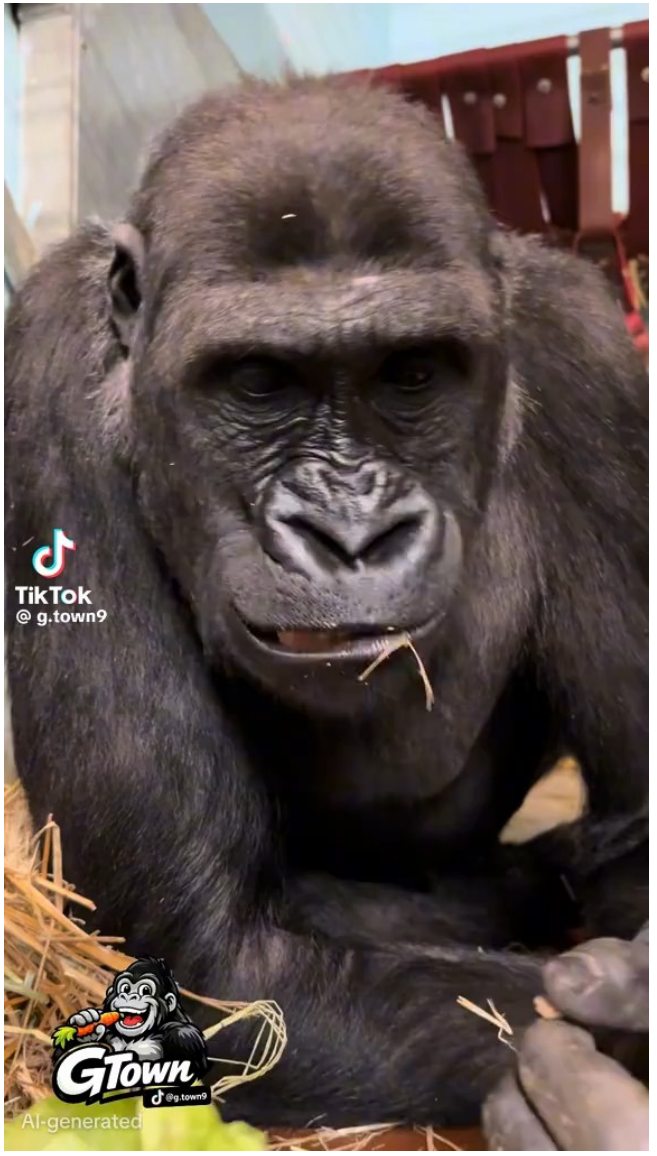

TikTok
@ fol_lise_cook

Imprimer des QR codes avec imprimante 3D

Quiz

- 1- Dans quelle bataille Napoléon est-il mort ?
- Sa dernière
- 2- Où a-t-on signé la Déclaration d’Indépendance ?
- En bas de la page
- Dans quel état coule la rivière Missisipi ?
- État liquide
- Quelle est la raison principale du divorce ?
- Le mariage
- Ctrl Alt PgDn
-

- Bon apétit!
- Merci beaucoup!




TikTok
@ the.animal_life