La grille tournante du Colonel Fleissner

ARCSI
Association des Réservistes du Chiffre
et de la Sécurité de l'Information

Introduction

Ce challenge a été proposé en 2023 pour le CTF « Capture The Flag » de la conférence leHack : https://lehack.org/fr/

Dans ce document vous trouverez dans cet ordre le challenge, puis la solution, puis une annexe si vous voulez refaire le challenge.

Dans la description de la solution de ce challenge/énigme de cryptographie, nous utilisons le mot « coder » au lieu de « chiffrer » car il n'y a aucune clé de chiffrement.

« Le codage est un processus qui consiste à convertir une information d'un format à un autre »

« Le chiffrement, en revanche, est le processus de conversion des données en un code secret. Les données chiffrées ne peuvent être lues sans la clé de chiffrement appropriée »

Sommaire

Un challenge de cryptographie pour le CTF de le Hack 2023

Titre du challenge : CrazyCrypto3

Auteur : Anonyme

Difficulté : médium

Le challenge de la grille tournante du Colonel Fleissner a été proposé pour leHack kids (enfants entre 8 à 16 ans). Les enfants ont réussi le challenge en connaissant la position initiale de la grille du Colonel Fleissner. Vous même pouvez le réussir sans connaître la position de la grille car vous avez entendu que le message contient le mot ARCSI….

Q	E	Y	C	O	I	Z	L’
X	H	P	]	E	=	I	K
T	2	:	E	1	D	R	L’
O	S	0	@	G	S	V	A
C	P	E	[	G	I	R	D
K	A	S	E	U	V	2	O
C	E	C	R	J	N	C	A
Y	M	L	T	L	N	S	3

Solution du challenge

Pour résoudre ce challenge vous devez connaître parfaitement le fonctionnement de la grille du Colonel Fleissner. Pour comprendre son fonctionnement, nous vous proposons l'exemple ci-dessous de https://www.bibmath.fr/

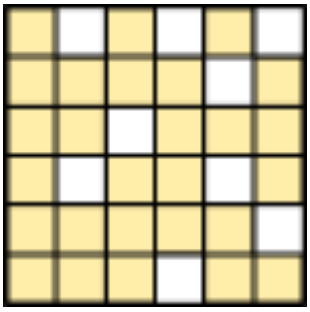
Le procédé a été inventé à la fin du XIXe siècle par le colonel autrichien Edouard Fleissner : il s'agit d'une grille tournante de cases dont chaque côté en comprend un nombre pair. Des cases ajourées sont choisies de telle manière que si on tourne la grille dans le sens des aiguilles d'une montre, elles recouvrent le carré entier.
A chaque fois que la grille est tournée de 90 degrés on peut lire un autre mot dans la dans la grille.

La **vidéo de Philippe Guillot (ARCSI)** publiée sur **la chaîne DailyMotion de l'ARCSI** présente le détail du décryptement du message codé au coeur du roman de Jules Verne "Mathias Sandorf" paru en 1885, avec une grille de côté 6.

Par exemple,

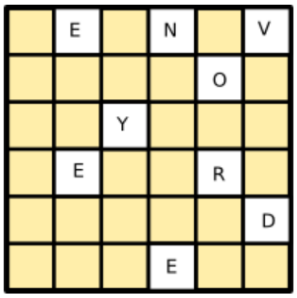
T	E	E	N	I	V
T	O	S	N	O	R
S	D	Y	E	E	M
N	E	D	S	R	F
U	M	O	E	R	D
U	T	N	E	I	S

Le texte codé

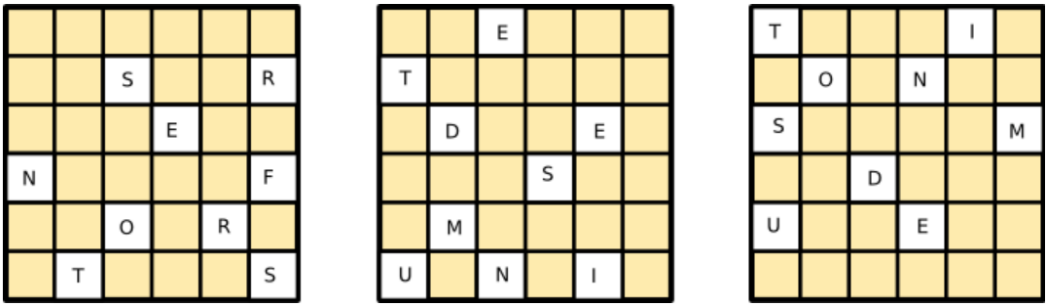


La grille

Voyons par exemple comment décoder le texte codé ci-dessus avec la grille ci-dessus.



Pour la première étape nous lisons ci-dessus : « envoyerde »



En tournant la grille de 90 degrés trois fois nous lisons : « srenfortsetdesmunitionsmdue »
Le message secret est donc «envoyer des renforts et des munitions mdue »

Source : Les grilles tournantes du colonel Fleissner (bibmath.net)

« L'attaque par mot probable » est la vulnérabilité de la grille du colonel Fleissner

Dans l'énoncé le message contient le mot **ARCSI**. Il faut savoir qu'il est presque impossible de résoudre rapidement ce challenge à la main sans indice. L'indice du challenge est ici le mot ARCSI. Donc, cet indice facilite la tâche pour décoder le challenge. Si nous connaissons parfaitement où est le mot ARCSI, nous connaissons cinq trous dans la grille. Puis lors de la rotation de 90 degrés nous connaîtrons cinq nouvelles lettres. Lorsque nous effectuons une rotation de 180 degrés et 270 degrés nous connaissons d'autres lettres. Ce n'est pas facile parce que ces lettres trouvées ne sont pas forcément au début d'un nouveau mot. Donc, il est peu probable de former un nouveau mot facilement. L'astuce est de faire des suppositions de nouveaux trous dans la grille pour former de nouveaux mots puis de recommencer. Si la supposition n'est pas bonne lorsque vous tournez la grille de 0, 90, 180, 270 degrés alors il ne faut pas garder cette supposition.

Nous allons effectuer une attaque par mot probable pour résoudre ce challenge. C'est-à-dire que nous connaissons un mot en clair dans le message codé. Nous allons donc en premier chercher à former le mot ARCSI en haut de la grille. Pour complexifier le jeu et tromper les joueurs, la grille et les lettres données initialement ont une rotation.

Pour effectuer la cryptanalyse, il faut que dès le départ la grille et les lettres soient bien positionnées. La grille se lit normalement, c'est-à-dire de haut vers le bas et de gauche vers la droite.

Pour réussir ce challenge il faut émettre des hypothèses puis les valider puis en émettre d'autres.

On émet l'hypothèse que le premier mot est «L' ARCSI » donc si on sélectionne ces lettres et on fait une rotation de 90 degrés on doit trouver un autre mot ou une partie d'un autre mot si ce n'est pas la cas c'est que le mot « L'ARCSI » est mal positionné.

Le premier essai à la page 6 est une démonstration d'une hypothèse qui n'est pas bonne. Le deuxième essai à la page 7 est une hypothèse qui est bonne.

Premier essai
Première Rotation de 90 degrés

L’	K	L’	A	D	O	A	3
Z	I	R	V	R	2	C	S
I	=	D	S	I	V	N	N
O	E	1	G	G	U	J	L
C	]	E	@	[	E	R	T
Y	P	:	0	E	S	C	L
E	H	2	S	P	A	E	M
Q	X	T	O	C	K	C	Y

Position initiale de la grille en rouge

L’	K	L’	A	D	O	A	3
Z	I	R	V	R	2	C	S
I	=	D	S	I	V	N	N
O	E	1	G	G	U	J	L
C	]	E	@	[	E	R	T
Y	P	:	0	E	S	C	L
E	H	2	S	P	A	E	M
Q	X	T	O	C	K	C	Y

Position de la grille après rotation

Dans la grille du premier essai après la rotation (90), un des mots en clair contient O3N, c’est probablement impossible. Si on effectue une deuxième rotation (180) on obtient un mot avec un CY et avec une rotation de 270 on obtient un mot avec KI ceci est impossible. **Donc, il y a un problème dans cette hypothèse.**

Deuxième essai
Première Rotation de 90

L’	K	L’	A	D	O	A	3
Z	I	R	V	R	2	C	S
I	=	D	S	I	V	N	N
O	E	1	G	G	U	J	L
C	]	E	@	[	E	R	T
Y	P	:	0	E	S	C	L
E	H	2	S	P	A	E	M
Q	X	T	O	C	K	C	Y

L’	K	L’	A	D	O	A	3
Z	I	R	V	R	2	C	S
I	=	D	S	I	V	N	N
O	E	1	G	G	U	J	L
C	]	E	@	[	E	R	T
Y	P	:	0	E	S	C	L
E	H	2	S	P	A	E	M
Q	X	T	O	C	K	C	Y

En sélectionnant le deuxième essai on arrive à former après une première rotation le groupe « nn ». Ce mot peut être « donne » ou « bonne » ou « sonne » …On émet des hypothèses en fonction de la position des lettres dans la grille dans le but de former des mots pour une position de la grille puis si c’est bon alors en tournant la grille on doit trouver un nouveau mot ou une partie d’un nouveau mot.

Position initiale de la grille en rouge

Position de la grille après rotation

Deuxième essai

Première Rotation de 90 degrés avec comme hypothèse le mot « donne »

L’	K	L’	A	D	O	A	3
Z	I	R	V	R	2	C	S
I	=	D	S	I	V	N	N
O	E	1	G	G	U	J	L
C	]	E	@	[	E	R	T
Y	P	:	0	E	S	C	L
E	H	2	S	P	A	E	M
Q	X	T	O	C	K	C	Y

Position initiale des 2 lettres en jaune

L’	K	L’	A	D	O	A	3
Z	I	R	V	R	2	C	S
I	=	D	S	I	V	N	N
O	E	1	G	G	U	J	L
C	]	E	@	[	E	R	T
Y	P	:	0	E	S	C	L
E	H	2	S	P	A	E	M
Q	X	T	O	C	K	C	Y

Position 90 degrés en y ajoutant 2 lettres

En combinant la position initiale et celle de 90 degrés on a L’ARCSI ..O..S DONNE.

On émet l’hypothèse : L’ARCSI ..O..S DONNE => L’ARCSI VOUS DONNE où « L’ARCSI VOUS » est dans la position initiale puis « DONNE » dans la position à 90 degrés

L’	K	L’	A	D	O	A	3
Z	I	R	V	R	2	C	S
I	=	D	S	I	V	N	N
O	E	1	G	G	U	J	L
C	]	E	@	[	E	R	T
Y	P	:	0	E	S	C	L
E	H	2	S	P	A	E	M
Q	X	T	O	C	K	C	Y

Position initiale avec 4 lettres en jaune

L’	K	L’	A	D	O	A	3
Z	I	R	V	R	2	C	S
I	=	D	S	I	V	N	N
O	E	1	G	G	U	J	L
C	]	E	@	[	E	R	T
Y	P	:	0	E	S	C	L
E	H	2	S	P	A	E	M
Q	X	T	O	C	K	C	Y

Position 90 degrés en gardant les 4 lettres en jaunes :

On lit « DONNE LE SEC »

Au total , le message est : « L’ARCSI VOUS DONNE LE SEC »

L’	K	L’	A	D	O	A	3
Z	I	R	V	R	2	C	S
I	=	D	S	I	V	N	N
O	E	1	G	G	U	J	L
C	]	E	@	[	E	R	T
Y	P	:	0	E	S	C	L
E	H	2	S	P	A	E	M
Q	X	T	O	C	K	C	Y

Position 180 degrés en y ajoutant les 4 lettres :

On lit « RET :LEHACK »

Au total , le message est : « L’ARCSI VOUS DONNE LE SECRET :LEHACK »

L’	K	L’	A	D	O	A	3
Z	I	R	V	R	2	C	S
I	=	D	S	I	V	N	N
O	E	1	G	G	U	J	L
C	]	E	@	[	E	R	T
Y	P	:	0	E	S	C	L
E	H	2	S	P	A	E	M
Q	X	T	O	C	K	C	Y

Position 270 degrés en y ajoutant 4 lettres :

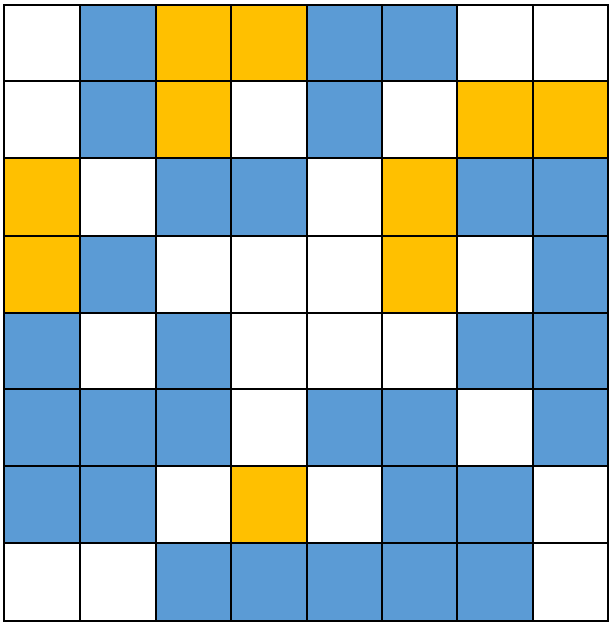
On lit « KIDSCRYPTO »
Au total , le message est : « L’ARCSI VOUS DONNE LE SECRET : LEHACKKIDSCRYPTO_ »

Donc le code secret à rentrer pour valider l’épreuve est LEHACKKIDSCRYPTO

Annexe : Les étapes pour coder de nouveau un message avec la grille du Colonel Fleissner

En principe, la grille que vous choisissez a un nombre de colonnes/lignes pair. L'axe de rotation de la grille se situe alors à la convergence de 4 cases. Mais on peut également prendre un nombre impair, et dans ce cas, l'axe se situera au milieu d'une case, celle-ci devenant ainsi impossible à utiliser pour le codage.

La première étape est de créer une grille en sélectionnant des carrés qui ne sont pas réécrits après la rotation de la grille. Comme ci-dessus :

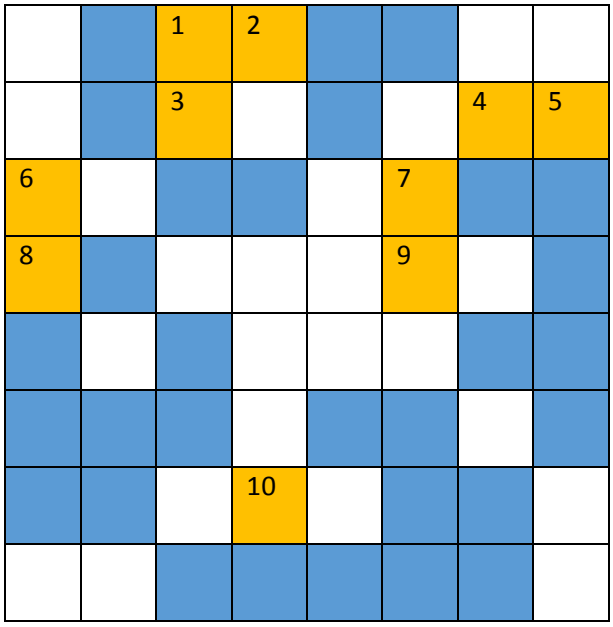


La grille du Colonel Fleissner (8x8).
En orange les trous dans la grille.
En bleu les positions de la grille après rotation (90, 180, 270 degrés).

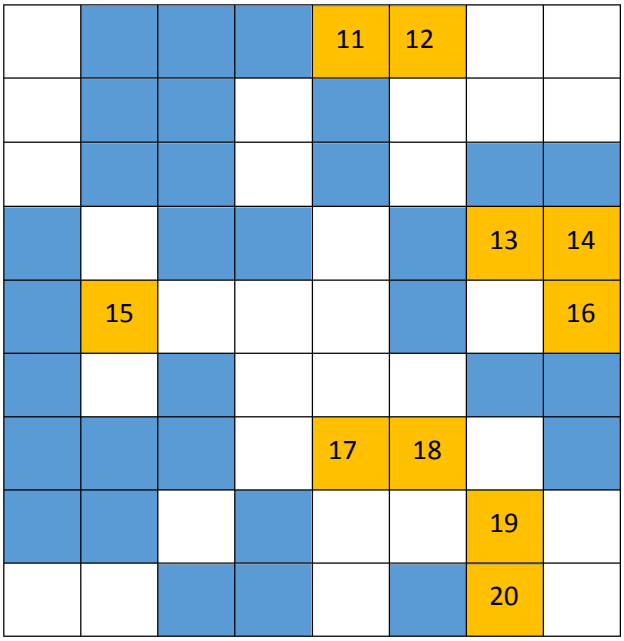
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
L'	A	R	C	S	I	V	O	U	S		D	O	N	N	E	L	E	S	E	C		R	E	T	:	L	E	H	A	C	K		K	I	D	S	C	R	Y	P	T	O

L'ARCSIVOUS DONNELESEC RET:LEHACK KIDSCRYPTO

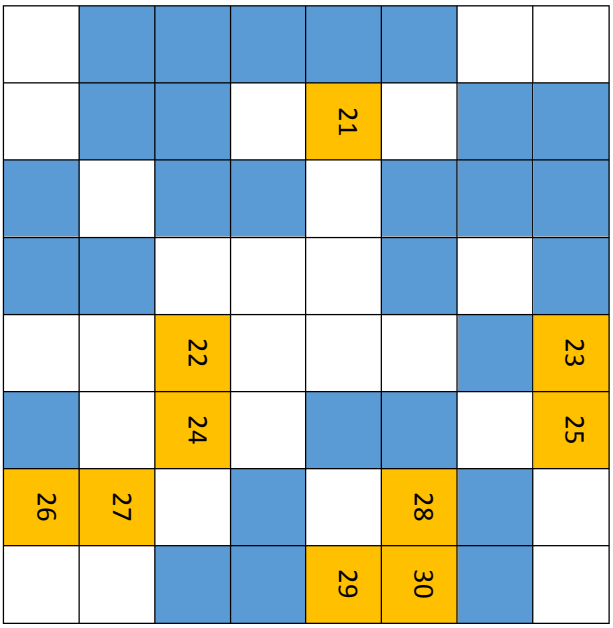
Le message secret



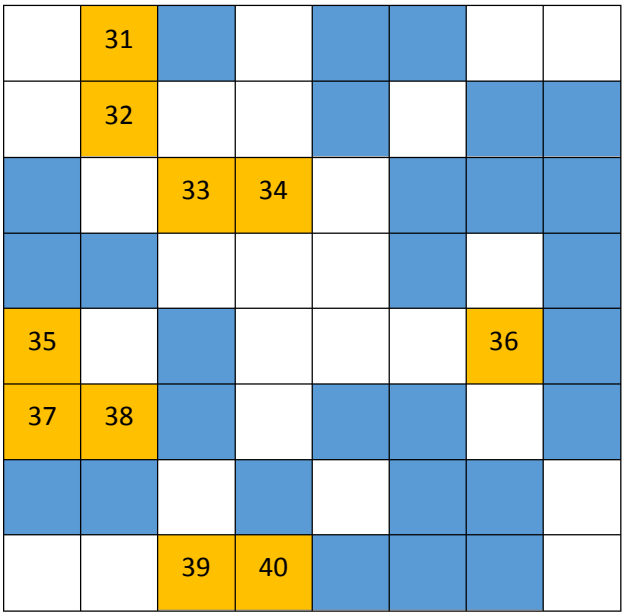
Rotation 90 degrés



Position initiale



Position 180 degrés



Position 270 degrés

	31	1	2	11	12		
	32	3		21		4	5
6		33	34		7	13	14
8	15				9		16
35		22				36	23
37	38	24		17	18		25
26	27		10		28	19	
		39	40	29	30	20	

L'ensemble des positions

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
L	A	R	C	S	I	V	O	U	S		D	O	N	N	E	L	E	S	E	C		R	E	T	:	L	E	H	A	C	K		K	I	D	S	C	R	Y	P	T	O

L'ARCSIVOUS DONNELESEC RET:LEHACK KIDSCRYPTO

	K	L'	A	D	O		
	I	R		R		C	S
I		D	S		V	N	N
O	E				U		L
C		E				R	T
Y	P	:		E	S		L
E	H		S		A	E	
		T	O	C	K	C	

Le message codé dans les positions

L'	K	L'	A	D	O	A	3
Z	I	R	V	R	2	C	S
I	=	D	S	I	V	N	N
O	E	1	G	G	U	J	L
C	]	E	@	[	E	R	T
Y	P	:	0	E	S	C	L
E	H	2	S	P	A	E	M
Q	X	T	O	C	K	C	Y

Le message à codé

Le message codé qui sera donné aux joueurs.

On ajoute des lettres pour rendre le décodage plus difficile ☺