

# Cryptographie et jeu de cartes : Projet info. M1

Le spécialiste de cryptographie Bruce Schneier a conçu un système de codage n'utilisant comme moyen de calcul qu'un simple jeu de 54 cartes. Le niveau de sécurité de ce système cryptographique, dénommé Solitaire, est équivalent à celui des meilleurs algorithmes utilisés aujourd'hui. Bien utilisé, il permet de crypter des messages que même les plus puissantes agences spécialisées d'espionnage et d'information ne pourront pas déchiffrer. La méthode cryptographique de Schneier vous sera utile aussi, si dans votre métier d'agent secret vous souhaitez ne prendre aucun risque de vous faire repérer et que, pour cela, vous désirez ne porter sur vous aucun objet suspect. Elle pourra être utilisée par les hackers qui après s'être faits prendre (comme le fameux Kevin Mitnick) ont été condamnés à ne plus toucher un ordinateur. Même les plus puissants des ordinateurs ne peuvent rien contre votre jeu de 54 cartes.

La base de Solitaire est la méthode générale de codage par addition d'un message avec une clef (le message et la clef sont deux listes de lettres). Cette méthode est le fondement de nombreux systèmes cryptographiques. Pour coder un message on procède de la façon indiquée dans la section 1. Cette méthode de codage, lorsqu'on l'utilise avec une clef aléatoire qu'on ne réutilisera plus est une méthode absolument sûre qu'on dénomme méthode du masque jetable. C'est la seule méthode de cryptographie mathématique prouvée sûre d'une manière absolue. Le moindre écart dans son utilisation (clef non choisie aléatoirement car tirée d'un texte réel; clef utilisée plusieurs fois) met la sécurité en péril car les cryptanalistes peuvent exploiter les particularités des clefs lorsqu'elles en possèdent et les usages multiples d'une même clef (voir la section 2). Le masque jetable, parfait en théorie, possède un grave défaut pratique: il faut que la clef soit aussi longue que le message à crypter. Aussi, n'est-elle que rarement utilisée. Cependant le principe du masque jetable est tellement simple et sa pratique si commode, qu'on l'utilise en remplaçant la clef aléatoire par une clef pseudo-aléatoire. Finalement, concevoir un bon système cryptographique peut se ramener à concevoir un bon procédé de création de suites pseudo-aléatoires. La clef pseudo-aléatoire sera appelée flux de clefs car elle est produite en continu et peut être aussi longue qu'on le veut.

Voici ce que propose B. Schneier. Vous prenez votre jeu de cartes dans un ordre fixé qui constituera la clef de base. Votre correspondant devra, pour décoder, connaître l'ordre de départ que vous avez utilisé. Vous allez successivement faire les cinq opérations décrites en section 3.

## 1 Le codage/décodage du message par somme avec une clef

1. Le message 'L'attaque est pour demain' est transformé, lettre par lettre, en nombres de 1 à 26 en fonction de l'ordre alphabétique (A=1, B=2, etc, jusqu'à Z=26) ce qui donne ici :

L	A	T	T	A	Q	U	E	E	S	T	P	O	U	R	D	E	M	A	I	N
12	1	20	20	1	17	21	5	5	19	20	16	15	21	18	4	5	13	1	9	14

2. La suite des lettres de la clef FUSREBJFYDZMPHYDALDIU est transformé de la même façon :

F	U	S	R	E	B	J	F	Y	D	Z	M	P	H	Y	D	A	L	D	I	U
6	21	19	18	5	2	10	6	25	4	26	13	16	8	25	4	1	12	4	9	21

3. On additionne terme à terme les deux listes de nombres et on soustrait 26 à chacun des nombres plus grand que 26; on transforme cette suite de nombres en une suite de lettres :

18	22	13	12	6	19	5	11	4	23	20	3	5	3	17	8	6	25	5	18	9
R	V	M	L	F	S	E	K	D	W	T	C	E	C	Q	H	F	Y	E	R	I

Le décodage est réalisé par l'opération inverse.

## 2 Pourquoi ne faut-il pas utiliser deux fois la même clef ?

La première règle, lorsqu'on utilise le codage par somme d'un texte avec une clef est de ne surtout pas réutiliser la même clef pour crypter deux messages différents. Si vous le faites, vous réduisez à rien la sécurité du système. Voici pourquoi. Si le message  $A$  et le message  $B$  ont été cryptés par la même clef  $C$ , les messages cryptés sont:

- $MessageCrypte\_A = A + C$
- $MessageCrypte\_B = B + C$

En faisant la différence des messages cryptés, on obtient:

$$MessageCrypte\_A - MessageCrypte\_B = A - B$$

On a donc le même résultat que ce que donne la soustraction de deux textes en clair qui sont des messages en français (ou dans une autre langue, mais cela revient au même). La redondance des langues naturelles écrites (fréquences inégales d'utilisation des lettres, caractéristiques du type ' un  $q$  est presque toujours suivi d'un  $u$  ', etc) est un levier que les experts en cryptanalyse savent exploiter, ce qui leur permet de reconstituer message  $A$  et message  $B$  à partir de  $A - B$  (pourvu que les messages soient assez longs). Utiliser deux fois la même clef revient à ne pas crypter ses messages !

## 3 Les cinq opérations pour obtenir le flux de clefs à partir d'un jeu de 54 cartes dans un désordre connu

Vous tenez la paquet de cartes dans la main droite, face vers vous. L'ordre initial du paquet est convenu avec votre correspondant. C'est cet ordre qui constitue la clef de base.

**1** Recul du joker noir d'une position : Vous faites reculer le joker noir d'une place (vous le permutiez avec la carte qui est juste derrière lui). Si le joker noir est en dernière position il passe derrière la carte du dessus (donc, en deuxième position).

**2** Recul du joker rouge de deux positions : Vous faites reculer le joker rouge de deux cartes. S'il était en dernière position, il passe en troisième position; s'il était en avant dernière position il passe en deuxième.

**3** Double coupe par rapport aux jokers. Vous repérez les deux jokers et vous intervertissez le paquet des cartes situées au-dessus du joker qui est en premier avec le paquet de cartes qui est au-dessous du joker qui est en second. Dans cette opération la couleur des jokers est sans importance.

**4** Coupe simple déterminée par la dernière carte : vous regardez la dernière carte et vous évaluez son numéro selon l'ordre du Bridge : trèfle-carreau-cœur-pique et dans chaque couleur as, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, valet, dame et roi (l'as de trèfle a ainsi le numéro 1, le roi de pique a le numéro 52). Les jokers on par convention le numéro 53. Si le numéro de la dernière carte est  $n$  vous prenez les  $n$  premières cartes du dessus du paquet et les placez derrière les autres cartes à l'exception de la dernière carte qui reste la dernière.

**5** Lecture d'une lettre pseudo-aléatoire : Vous regardez la numéro de la première carte, soit  $n$  ce numéro. Vous comptez  $n$  cartes à partir du début et vous regardez la carte à laquelle vous êtes arrivé (la  $n + 1$ -ième), soit  $m$  son numero. Si c'est un jokers vous refaites une opération complète de mélange et de lecture (les points 1-2-3-4-5). Si  $m$  dépasse 26 vous soustrayez 26. Au nombre entre 1 et 26 ainsi obtenu est associée une lettre qui est la lettre suivante dans du flux de clefs.

L'opération de lecture ne modifie pas l'ordre du paquet de cartes.

Vous procédez de la même façon pour avoir les autres lettres du flux de clefs. Lorsque vous en avez un nombre suffisant vous pouvez coder votre message.

**Réaliser un programme informatique (dans un langage à votre choix) qui implémente le système de cryptage présenté ci-dessus.**