

Tutoriel : Les premiers algorithmes de chiffrement

Table des matières

Les premiers algorithmes de chiffrement
Vocabulaire et premières notions
Exemples d'algorithmes de chiffrement
Principales méthodes de cassage d'algorithmes

Les premiers algorithmes de chiffrement

Bonjour à toutes et à tous !

Dans ce tutoriel, nous allons découvrir quelques bases de la cryptographie, en étudiant sa forme la plus simple : les anciennes méthodes de chiffrement.

Trêve de bavardages, mettons-nous au travail ! :)

Vocabulaire et premières notions

On a toujours souhaité sécuriser ses communications, et ce désir est devenu d'actualité avec le développement du réseau *Internet*. Les transactions en ligne se sont multipliées, et la cryptographie est aujourd'hui inévitable, notamment pour les commerces en ligne, dans le but d'éviter que ces transactions soient interceptées.

Étymologiquement, le mot « **chiffrement** » désigne, en cryptographie, le procédé par lequel on souhaite rendre la compréhension d'un document impossible à toute personne non autorisée à pouvoir le lire (source (<http://fr.wikipedia.org/wiki/Chiffrer>)). Le contraire est nommé « **déchiffrement** ».

Rappelons que la **cryptologie** désigne une science qui regroupe deux catégories :

- la cryptographie, c'est-à-dire l'*ensemble des techniques permettant de chiffrer un message* ;
- la cryptanalyse, dont nous parlerons un peu plus tard.

Le message de départ est appelé **texte clair** (*plaintext* en anglais, prononcez [pleyntekst]) et le message chiffré **texte chiffré** ou **cryptogramme** (*ciphertext* en anglais, prononcez [sahyfertekst]).

Pour chiffrer un message, on utilise un algorithme, que l'on nomme « **cryptosystème** ».

En français, le seul terme correct désignant le fait de chiffrer le message est « chiffrement ». On entend souvent parler de « cryptage » ou de « chiffage », mais ces mots sont incorrects.

Parallèlement, il est admis de parler de « décryptage », ou « décryptement » pour un déchiffrement effectué de manière illicite par une personne, grâce à une faille dans le cryptosystème (source (http://www.ssi.gouv.fr/site_documents/politiqueproduit/Mecanismes_cryptographiques_v1_10_standard.pdf)).

Aussi étonnant que cela puisse paraître à première vue, les algorithmes de chiffrement et de déchiffrement doivent **toujours** être publics. En effet, il ne sert à rien de tenter de les garder secret : on n'obtiendrait qu'une fausse impression de sécurité. Malgré de nombreuses alertes, il arrive que de très grosses entreprises, souvent mal informées, tentent de le faire : c'est la **sécurité par l'obscurité**, qui, je le répète, n'a aucune utilité.

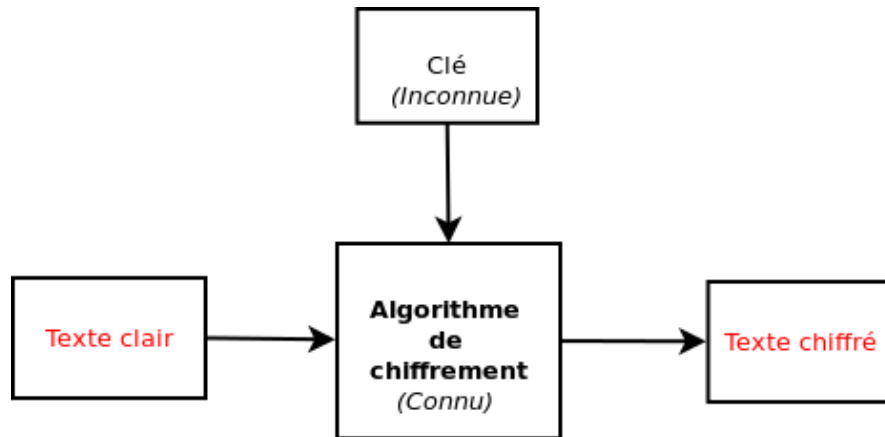
Mais alors, si les algorithmes sont publics, tout le monde peut décrypter les textes chiffrés, non ?

Vous vous en doutez bien, cette affirmation est fausse. En réalité, le secret est conservé grâce aux paramètres des algorithmes, qu'on appelle les **clés de chiffement**. Ce principe est appelé **principe de Kerckhoffs**, nommé ainsi en hommage au cryptologue néerlandais Auguste Kerckhoffs (http://fr.wikipedia.org/wiki/Auguste_Kerckhoffs), qui a énoncé ce concept dans un article en deux parties *La cryptographie militaire*, paru dans le *Journal des sciences militaires* en janvier et février 1883 (vous pouvez par ailleurs en retrouver l'intégralité ici

(http://petitcolas.net/fabien/kerckhoffs/la_cryptographie_militaire_i.htm) et là (http://petitcolas.net/fabien/kerckhoffs/la_cryptographie_militaire_ii.htm)).

De plus, cette notion s'étend au-delà de la cryptographie. Ré-énoncée par de grands noms de l'informatique comme Claude Shannon (http://fr.wikipedia.org/wiki/Claude_Shannon) dans son très célèbre « L'adversaire connaît le système », elle est également un des arguments évoqués par les défenseurs des logiciels libres (source (http://fr.wikipedia.org/wiki/Principe_de_Kerckhoffs%23Interpr.C3.A9tations)).

Autrement dit, on peut représenter l'algorithme (de chiffrement ou de déchiffrement) comme une fonction qui prend deux paramètres : le texte clair (dans le cas d'un chiffrement) ou le texte chiffré (dans le cas d'un déchiffrement) et la clé de chiffrement ou de déchiffrement. La fonction est connue, le texte aussi, mais la clé manque à la personne lambda, qui ne peut ainsi pas résoudre le cryptogramme.



Schématisation d'un chiffrement

Exemples d'algorithmes de chiffrement

Bien, la partie plus « théorique » est terminée, nous allons donc passer à quelques exemples d'algorithmes de chiffrement. Munissez-vous d'un papier et d'un crayon, cela sera plus simple.

Chiffre de César

Le **chiffre de César** (ou *chiffrement par décalage*) est un algorithme de chiffrement très simple que Jules César utilisait pour chiffrer certains messages qu'il envoyait (source (http://fr.wikipedia.org/wiki/Chiffre_de_césar%23C3.A9sar)). Il s'agit d'une **substitution mono-alphabétique** car il remplace chaque lettre par une autre lettre de l'alphabet, toujours la même.

Principe de chiffrement

Ce cryptosystème consiste à remplacer chaque lettre du texte clair, par une lettre différente, située x lettres après dans l'alphabet, où x est la valeur de la clé passée en argument.

Si l'on considère que chaque lettre de l'alphabet est numérotée de 0 à 25 (A = 0, B = 1, etc.), cela revient à additionner la valeur de la lettre du texte clair avec la valeur de la clé.

Ensuite, pour éviter que la valeur dépasse le 'Z', on fait *modulo 26* sur le résultat précédent.

Rappelons que le modulo est une opération mathématique permettant d'obtenir le reste d'une division. Si vous n'avez peut-être eu que peu d'occasions d'étudier celle-ci, l'ordinateur quant à lui la considère comme une opération de base, au même titre que l'addition, la soustraction, la multiplication et la division.

Notez que faire un modulo 26 revient à soustraire le résultat de 26 lorsqu'il dépasse cette dernière valeur.

Par exemple, pour coder la première lettre de l'expression « J'adore les maths ! » (le 'J') avec une clé de 4, on fera :

$$(J + 4) \text{ modulo } 26 = (9 + 4) \text{ modulo } 26 = 13 \text{ modulo } 26 = 13$$

La valeur de 14 correspondant à la lettre 'N', on peut d'ores et déjà noter que la première lettre du texte chiffré sera un 'N'. Si l'on suit cette logique, à la fin du chiffrement vous devriez obtenir sur votre feuille de papier ce qui suit.

J'ADORE LES MATHS !
N'EHSVI PIW QEXLW !

Le texte chiffré est donc : « N'EHSVI PIW QEXLW ! ».

Principe de déchiffrement

Le déchiffrement fonctionne sur le même principe que le chiffrement, on prend la lettre située quatre lettres avant dans notre exemple.

N'EHSVI PIW QEXLW !
J'ADORE LES MATHS !

Chiffre de Vigenère

Introduction

Le **chiffre de Vigenère** est un algorithme de chiffrement établi par le cryptographe français Blaise de Vigenère (http://fr.wikipedia.org/wiki/Blaise_de_Vigenère).

Ce cryptosystème est de type **poly-alphabétique**, en opposition au mono-alphabétique que nous avons déjà vu, c'est-à-dire qu'il consiste à changer une lettre par une autre, mais cette dernière n'est pas toujours la même. Cela permet une plus grande sécurité.

Cet algorithme utilise une clé, ici sous la forme d'un mot ou d'une phrase, que vous choisirez. Plus l'expression sera longue, plus le cryptogramme sera sécurisé.

Un autre outil indispensable pour chiffrer un message avec cette méthode est la **table de Vigenère** :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
A	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
B	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A
C	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B
D	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C
E	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D
F	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E
G	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F
H	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G
I	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H
J	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I
K	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
L	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
M	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
N	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
O	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
P	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Q	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
R	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
S	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
T	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
U	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
V	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
W	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
X	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
Y	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
Z	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y

Table de Vigenère

Rassurez-vous, je ne vous demande pas de l'apprendre par cœur ! On trouve beaucoup d'images de cette table grâce à un simple moteur de recherche.

Principe de chiffrement

Le chiffrement se déroule en deux étapes.

Dans un premier temps, on choisit un message, par exemple « *Bonjour les zéros !* » et une clé, par exemple « *Zozor* ». Bref, commencez par écrire votre message sur le papier.

```
BONJOUR LES ZÉROS !
```

En-dessous de chaque lettre, écrivez chaque lettre de la clé, et répétez le motif autant de fois que nécessaire. Ce qui donne, dans notre exemple :

```
BONJOUR LES ZÉROS !  
ZORIZO ZOR ZOZOR !
```

Dans un second temps, sachez que le message correspond aux colonnes de la table, et la clé aux lignes.

Pour chaque lettre du message, la lettre chiffrée correspond au croisement entre la colonne correspondant à la lettre du message et la ligne correspondant à la lettre de la clé.

Par exemple, la lettre qui est au croisement entre la colonne 'B' et la ligne 'Z' est 'A'. La première lettre du message chiffré est donc 'A'. Si l'on continue, cela donne au final :

```
BONJOUR LES ZÉROS !  
ZORIZO ZOR ZOZOR !  
ACMXFTF KSJ YSQCJ !
```

Le message chiffré est donc « *ACMXFTF KSJ YSQCJ !* ». Bien qu'à première vue le message semble sécurisé, il est évident que la clé « *ZOZOR* » est trop courte et, de manière générale, le chiffre de Vigenère n'est pas un algorithme très sécurisé. Il est donc facile de casser le cryptogramme, du moins pour les personnes un peu expérimentées dans ce domaine.

Principe de déchiffrement

Pour déchiffrer le texte chiffré, on prend de nouveau un bout de papier, et on note le message codé, suivi du motif de la clé répété autant de fois que nécessaire, ce qui donne :

```
ACMXFTF KSJ YSQCJ !  
ZORIZO ZOR ZOZOR !
```

Ensuite, on fait l'inverse que lors du chiffrement. On va vers la ligne correspondant à la lettre actuelle de la clé, et on cherche la lettre actuelle du texte chiffré dans cette ligne. La lettre en clair correspond à la colonne correspondante. Ce qui donne, dans notre cas :

```
ACMXFTF KSJ YSQCJ !  
ZORIZO ZOR ZOZOR !  
BONJOUR LES ZEROS !
```

On retrouve donc notre message de départ ! :)

Bonus mathématique

Je vous propose un petit supplément mathématique.

En effet, il est possible de calculer la lettre chiffrée correspondant à une lettre claire grâce à la lettre de la clé.

Si l'on suppose que x est la lettre de la clé, y la lettre du texte chiffré et z la lettre du texte clair, en voici la formule :

$y = (z + x) \bmod 26$ (source (http://fr.wikipedia.org/wiki/Chiffre_de_Vigenère%23Principe_math%C3%A9matique))

Par exemple, reprenons notre « *BONJOUR LES ZEROS* » et notre clé « *ZOZOR* ». Pour calculer la première lettre chiffrée :

$y = (z + x) \bmod 26 = (1 + 25) \bmod 26 = 26 \bmod 26 = 0$

La lettre chiffrée est donc bien 'A'.

De même, on peut déchiffrer un message mathématiquement, grâce aux formules suivantes. On suppose que x est la lettre de la clé, y la lettre du texte chiffré et z la lettre du texte clair.

Si $(x > y)$:

$$z = (26 - x) + y$$

Sinon :

$$z = y - x \text{ (source (<http://fr.wikipedia.org/wiki/Chiffre_de_Vigen\`ere\%2D.C3.A9chiffrement>))}$$

Reprenons notre « ACMXFTF KSJ YSQCJ ! » et notre clé « ZOZOR ». La première lettre est :

$x > y$, donc :

$$z = (26 - x) + y = (26 - 25) + 1 = 1 + 1 = 2$$

La première lettre du message clair est bien 'B'.

Le masque jetable (ou chiffre de Vernam)

Le masque jetable est un cryptosystème établi par l'ingénieur Gilbert Vernam (http://en.wikipedia.org/wiki/Gilbert_Vernam).

En théorie, cet algorithme de chiffrement est réputé comme étant le seul à être **impossible à casser**.

Principe de chiffrement

Pour chiffrer un message, on doit prendre une clé, qui doit avoir les caractéristiques suivantes :

- la clé doit avoir un nombre de caractères supérieur ou égal à celui du message ;
- les caractères de la clé doivent avoir été choisis de manière aléatoire ;
- chaque clé ne doit être utilisée qu'une seule fois.

Toutes ces propriétés dans le but final de garantir une sécurité optimale. Si elles sont respectées à la lettre, la sécurité garantie est **absolue**.

Bien, on passe à un exemple concret. Pour ne pas mettre trop de temps à chiffrer le message, nous allons en prendre un de quatre lettres : « ZERO ». Nous tirons ensuite une chaîne de quatre lettres au hasard. Le résultat : « JRVG ». Ceci est la clé. On attribue ensuite une valeur différente à chaque lettre de l'alphabet. Pour faire simple, nous choisissons le même principe que pour le chiffre de César : 'A' vaut 0, 'B' vaut 1, 'C' vaut 2, etc.

La suite est semblable au calcul du chiffre de Vigenère : on additionne la valeur de chaque lettre du message avec la valeur de la lettre de la clé correspondante, puis on fait modulo 26. Armez-vous de votre papier et de votre crayon, pour obtenir, normalement, ces résultats :

$$\begin{aligned} Z + J &= 25 + 9 = 34 - 26 = 8 = I \\ E + R &= 4 + 17 = 21 = V \\ R + V &= 17 + 21 = 38 - 26 = 12 = M \\ O + G &= 14 + 6 = 20 = U \end{aligned}$$

Ce qui nous donne au final, le cryptogramme suivant : « IVMU ».

Principe de déchiffrement

Le déchiffrement s'effectue à peu près de la même manière, mis à part que, cette fois-ci, on soustrait la valeur de la lettre de la clé à la valeur de la lettre du cryptogramme correspondante et que l'on ajoute 26 lorsque le résultat est négatif. Cela nous donne :

$$\begin{aligned} I - J &= 8 - 9 = -1 + 26 = 25 = Z \\ V - R &= 21 - 17 = 4 = E \\ M - V &= 12 - 21 = -9 + 26 = 17 = R \\ U - G &= 20 - 6 = 14 = O \end{aligned}$$

Et on retrouve bien le message « ZERO » de départ.

Pour la petite histoire, ce cryptosystème a marqué l'histoire, car Che Guevara l'a utilisé pour chiffrer ses messages qu'il envoyait à Fidel Castro (source (<http://www.bibmath.net/crypto/moderne/che.php3>)). C'est également cet algorithme qui a permis de sécuriser la ligne du très célèbre téléphone rouge entre Moscou et Washington (source (http://fr.wikipedia.org/wiki/T%C3%A9l%C3%A9phone_rouge%23S.C3.A9curit.C3.A9_des_communications)).

Défauts

Chouette, alors ! Ce cryptosystème est parfait : simple et incassable ! Nous pouvons donc l'utiliser tout le temps ? :)

On ne peut nier qu'il a l'avantage d'être simple, mais il n'est incassable qu'en théorie. En effet, il faut que le chiffrement ait été réalisé dans des circonstances parfaites :

- D'une part, la clé choisie doit être absolument aléatoire. Si elle ne l'est pas, le cassage peut être réalisé beaucoup plus facilement. Seulement, générer une clé de manière parfaitement aléatoire est très difficile à mettre en œuvre, c'est pourquoi beaucoup d'utilisateurs de ce cryptosystème passent par des moyens moins sécurisés (source (http://fr.wikipedia.org/wiki/Chiffre_de_Vernam%23Difficult%C3.A9_de_produire_une_cl%C3.A9_parfaitement_al%C3.A9atoire)).
- D'autre part, pour que le chiffrement et le déchiffrement puissent être réalisés, il faut que les deux utilisateurs aient en leur possession la même clé, d'où la nécessité d'une communication ultra-sécurisée. Une des solutions peut être d'organiser un contact physique, mais cela n'est pas toujours possible (et, de plus, cela enlève l'utilité principale du chiffrement : pourquoi chiffrer des messages si on peut les communiquer à voix haute ? :-°). Par conséquent, l'utilisateur est de nouveau tenté par l'utilisation d'un canal moins sécurisé.

Principales méthodes de cassage d'algorithmes

Quand on résout un cryptogramme, de manière plus ou moins « légale », on dit que l'on « casse » le chiffrement. Déchiffrer un message sans en connaître la clé de chiffrement est le principe de la **cryptanalyse**, une des deux branches constituant la cryptologie.

Maintenant que nous avons vu différents algorithmes de chiffrement, plus ou moins sécurisés, nous allons découvrir les principales méthodes auxquelles ont recouru les cryptanalystes pour casser divers chiffrements.

Vous trouverez une liste plus exhaustive des méthodes de cassage d'algorithme ici (http://fr.wikipedia.org/wiki/Cryptanalyse%23Familles_d.27attaques_cryptanalytiques).

Analyse fréquentielle des lettres

L'analyse fréquentielle des lettres est la méthode la plus utilisée pour casser un chiffrement. Elle consiste, en partant des statistiques d'utilisation des lettres en français (si le message est en français, bien sûr), à examiner la fréquence d'apparition des lettres dans le message chiffré.

Pour cela, je vous offre les statistiques d'apparition des lettres en français (source (http://fr.wikipedia.org/wiki/Fr%C3%A9quence_d%27apparition_des_l%C3%A9tres_en_fran%C3%A7ais%23Quelques_mesures)) :

- 1. e : 17,115%
- 2. a : 8,122%
- 3. s : 7,948%
- 4. i : 7,580%
- 5. t : 7,244%
- 6. n : 7,095%
- 7. r : 6,553%
- 8. u : 6,369%
- 9. l : 5,456%

- 10. o : 5,378%
- 11. d : 3,669%
- 12. c : 3,345%
- 13. p : 3,021%
- 14. m : 2,968%
- 15. v : 1,628%
- 16. q : 1,362%
- 17. f : 1,066%
- 18. b : 0,901%
- 19. g : 0,866%
- 20. h : 0,737%
- 21. j : 0,545%
- 22. x : 0,387%
- 23. y : 0,308%
- 24. z : 0,136%
- 25. w : 0,114%
- 26. k : 0,049%

Bien, prenons un exemple : un message que j'ai chiffré grâce à l'algorithme du chiffre de César :

NG UKVG FW BGTQ GUV IGPKCN, N'CWVGWT FG EG VWVQTKGN CWUUK !

Ce qu'il faut chercher, c'est la clé.

Pour cela, on va faire les statistiques d'apparition des lettres dans ce cryptogramme, et notamment la lettre la plus présente (il serait donc possible que ce soit un 'E').

On peut donc assez vite constater que la lettre la plus présente ici est le 'G', avec neuf occurrences (soit 20%).

Supposons donc que le 'G' chiffre le 'E'. Sachant que le chiffre de César est utilisé, on peut supposer que la clé soit :

G - E = 6 - 4 = 2

Toujours de façon conditionnelle, la clé pourrait être égale à 2. On fait donc un test, en déchiffrant à l'aide du chiffre de César avec une clé de 2.

NG UKVG FW BGTQ GUV IGPKCN, N'CWVGWT FG EG VWVQTKGN CWUUK !
LE SITE DU ZÉRO EST GÉNIAL, L'AUTEUR DE CE TUTORIEL AUSSI !

La phrase décryptée est donc : « LE SITE DU ZÉRO EST GÉNIAL, L'AUTEUR DE CE TUTORIEL AUSSI ! », ce qui a un sens. Félicitations ! Vous venez de casser votre premier algorithme. Je vous fais confiance pour ne pas communiquer nos méthodes aux services secrets ! :ninja:

Attaque par force brute

La seconde méthode de cassage d'algorithme est l'**attaque par force brute**. C'est la méthode « bourrin » qui consiste à tester toutes les possibilités de clé.

Cela peut paraître assez fou, mais, en sachant qu'un ordinateur peut tester plusieurs milliers de clés par seconde, et à condition que la clé ne soit pas trop grande, le cassage est possible.

Notez que cette méthode est également utilisée pour casser les mots de passe, mais cela est souvent utilisé à des fins illégales. Je vous fais confiance pour ne pas utiliser ces techniques à des fins illicites...

De manière plus concrète, voici quelques chiffres représentant le nombre maximum d'essais nécessaires pour trouver la clé en fonction du nombre de caractères la constituant (source (http://fr.wikipedia.org/wiki/Attaque_par_force_brute%23Explication_math.C3.A9matique)) :

Type	Trois caractères	Quatre caractères	Cinq caractères
Minuscules	$26^3 = 17\,576$	$26^4 = 456\,976$	$26^5 = 11\,881\,376$
Minuscules et majuscules	$52^3 = 140\,608$	$52^4 = 7\,311\,616$	$52^5 = 380\,204\,032$
Minuscules, majuscules et chiffres	$62^3 = 238\,328$	$62^4 = 14\,776\,336$	$62^5 = 916\,132\,832$

Eh bien voilà, ce mini-tutoriel sur les premiers algorithmes de chiffrement s'arrête ici.

Je suis ouvert à **toute remarque ou critique constructive** :

- n'hésitez pas à donner votre avis sur le sujet du forum consacré à ce tutoriel (ici (<http://www.siteduzero.com/forum-83-692977-p1-beta-on-les-premiers-algorithmes-de-chiffrement.html>)) ou dans ses commentaires ;
- faites moi part de vos suggestions par MP (<http://www.siteduzero.com/mp-273-257072.html>) en débutant le titre de votre message par [CRYPTOGRAPHIE 1] ;
- s'il y a une notion que vous ne comprenez pas bien, posez votre question sur le forum (<http://www.siteduzero.com/forum.html>).

GTSSJ HTSYNSZFYNTS XZW QJ XNYJ IZ EJWT !

JY JSHTWJ, O'FZWFX UZ HMNKKWJW YTZY QJ YZYTWNJQ ! :diable:

Bon, allez, un petit indice : j'ai chiffré ces phrases grâce au chiffre de César...
