

Groupe de travail Réseau
Request for Comments : 2144
 Catégorie : Information

C. Adams, Entrust Technologies
 mai 1997
 Traduction Claude Brière de L'Isle

Algorithme de chiffrement CAST-128

Statut de ce mémoire

Le présent mémoire apporte des informations pour la communauté de l'Internet. Le présent mémoire ne spécifie aucune sorte de norme de l'Internet. La distribution du présent mémoire n'est soumise à aucune restriction.

Résumé

Il existe dans la communauté de l'Internet le besoin d'un algorithme de chiffrement qui ne s'encombre pas d'une gamme de tailles de clés et qui puisse fournir la sécurité à diverses applications et protocoles de chiffrement.

Le présent document décrit un algorithme existant qui peut être utilisé pour satisfaire cette exigence. Il comporte une description de l'algorithme de chiffrement et de programmation des clés (Section 2) les s-boxes (Appendice A), et un ensemble de vecteurs d'essai (Appendice B).

Table des matières

1. Introduction.....	1
2. Description de l'algorithme.....	1
2.1 Paires de clés de tour.....	2
2.2 Tours non identiques.....	2
2.3 Boîtes de substitution.....	2
2.4 Programmation de clé.....	2
2.5 Taille de clé variable.....	4
2.6 Identifiants d'objet CAST5.....	4
2.7 Discussion.....	5
3. Considérations de propriété intellectuelle.....	5
4. Considérations pour la sécurité.....	5
5. Références.....	5
6. Adresse de l'auteur.....	6
Appendice A S-Boxes.....	6
Appendice B. Vecteurs d'essai.....	9
B.1 Ensemble uniques de texte en clair – clé - texte chiffré.....	9
B.2 Essai complet de maintenance.....	9

1. Introduction

Le présent document décrit l'algorithme de chiffrement CAST-128, un système de chiffrement de style DES à substitution/permutation de réseau (SPN, *Substitution-Permutation Network*) qui paraît avoir une bonne résistance à la cryptanalyse différentielle, à la cryptanalyse linéaire, et à la cryptanalyse de relations de clés. Ce chiffrement possède aussi un certain nombre d'autres propriétés cryptographiques désirables, y compris les propriétés d'avalanche, de critère strict d'avalanche (SAC, *Strict Avalanche Criterion*), de critère d'indépendance de bit (BIC, *Bit Independence Criterion*), de non complémentarité, et une absence de clés faibles et semi faibles. Il paraît donc être un bon candidat pour une utilisation tout venant dans la communauté de l'Internet chaque fois qu'est exigé un algorithme de chiffrement cryptographiquement fort, librement disponible.

Le document de référence [Adams] expose la procédure du concept de CAST plus en détails ; des analyses peuvent aussi être obtenues en ligne (voir, par exemple, les références [Web1] ou [Web2]).

2. Description de l'algorithme

CAST-128 appartient à la classe d'algorithmes de chiffrement connus sous le nom de chiffrements de Feistel ; son

fonctionnement global est donc similaire à celui de la norme de chiffrement des données (DES, *Data Encryption Standard*). L'algorithme de chiffrement complet est donné dans les quatre étapes suivantes.

ENTRÉE : texte en clair $m_1 \dots m_{64}$; clé $K = k_1 \dots k_{128}$.

SORTIE : texte chiffré $c_1 \dots c_{64}$.

1. (programmation de clé) Calculer 16 paires de sous-clés $\{K_{mi}, K_{ri}\}$ à partir de K (voir les paragraphes 2.1 et 2.4).
2. $(L_0, R_0) \leftarrow (m_1 \dots m_{64})$. (partage le texte en clair en moitié gauche et droite de 32 bits $L_0 = m_1 \dots m_{32}$ et $R_0 = m_{33} \dots m_{64}$.)
3. (16 tours) pour i de 1 à 16, calculer L_i et R_i comme suit :
 - $L_i = R_{i-1}$;
 - $R_i = L_{i-1} \wedge f(R_{i-1}, K_{mi}, K_{ri}) \text{ u* } f$ est défini au paragraphe 2.2
(f est de Type 1, Type 2, ou Type 3, selon i).
4. $c_1 \dots c_{64} \leftarrow (R_{16}, L_{16})$. (Échanger les blocs L_{16} , R_{16} et enchaîner pour former le texte chiffré.)

L'algorithme de déchiffrement est identique à celui du chiffrement donné ci-dessus, excepté que les tours (et donc les paires de sous-clés) sont utilisées dans l'ordre inverse pour calculer (L_0, R_0) à partir de (R_{16}, L_{16}) .

Voir à l'Appendice B les vecteurs d'essai qui peuvent être utilisés pour vérifier la justesse d'une mise en œuvre de cet algorithme.

2.1 Paires de clés de tour

CAST-128 utilise une paire de sous-clés par tour : une quantité K_m de 32 bits est utilisée comme clé de "masquage" et une quantité K_r de 5 bits est utilisée comme clé de "rotation".

2.2 Tours non identiques

Trois fonctions de tour différentes sont utilisés dans CAST-128. Les tours sont comme suit (avec "D" qui est l'entrée de données dans la fonction f et "Ia" - "Id" qui sont respectivement des octets de poids fort aux octets de moindre poids de I). Noter que "+" et "-" sont l'addition et la soustraction modulo $2^{*}32$, "^" est l'opération OUX au bit près, et "<<<<" est l'opération décalage circulaire à gauche.

Type 1 : $I = ((K_{mi} + D) \lll K_{ri})$
 $f = ((S1[Ia] \wedge S2[Ib]) - S3[Ic]) + S4[Id]$

Type 2 : $I = ((K_{mi} \wedge D) \lll K_{ri})$
 $f = ((S1[Ia] - S2[Ib]) + S3[Ic]) \wedge S4[Id]$

Type 3 : $I = ((K_{mi} - D) \lll K_{ri})$
 $f = ((S1[Ia] + S2[Ib]) \wedge S3[Ic]) - S4[Id]$

Les tours 1, 4, 7, 10, 13, et 16 utilisent la fonction f de type 1.

Les tours 2, 5, 8, 11, et 14 utilisent la fonction f de type 2.

Les tours 3, 6, 9, 12, et 15 utilisent la fonction f de type 3.

2.3 Boîtes de substitution

CAST-128 utilise huit boîtes de substitution : les s -boxes S_1 , S_2 , S_3 , et S_4 sont les s -boxes de fonction circulaire ; S_5 , S_6 , S_7 , et S_8 sont les s -boxes de programmation de clé. Bien que 8 s -boxes exige un total de 8 octets de mémoire, noter que seuls 4 octets sont requis durant le chiffrement / déchiffrement réel car la génération des sous-clés est normalement faite avant toute entrée de données.

Voir à l'Appendice A le contenu des s -boxes S_1 à S_8 .

2.4 Programmation de clé

Disons que la clé de 128 bits est $x_0x_1x_2x_3x_4x_5x_6x_7x_8x_9x_{Ax}x_{Bx}x_{Cx}x_{Dx}x_{Ex}x_{Fx}$, où x_0 représente l'octet de poids fort et x_F représente l'octet de moindre poids.

Soient $z_0 \dots z_F$ les octets intermédiaires (temporaires).

Soit $S_i[]$ qui représente la s-box i et soit $^{\wedge}$ qui représente l'addition OUX.

Les sous-clés sont formées comme suit à partir de la clé $x_0x_1x_2x_3x_4x_5x_6x_7x_8x_9x_Ax_Bx_Cx_Dx_Ex_F$:

$z_0z_1z_2z_3$	$= x_0x_1x_2x_3 \wedge S_5[x_D] \wedge S_6[x_F] \wedge S_7[x_C] \wedge S_8[x_E] \wedge S_7[x_8]$
$z_4z_5z_6z_7$	$= x_8x_9x_Ax_B \wedge S_5[z_0] \wedge S_6[z_2] \wedge S_7[z_1] \wedge S_8[z_3] \wedge S_8[x_A]$
$z_8z_9z_Az_B$	$= x_Cx_Dx_Ex_F \wedge S_5[z_7] \wedge S_6[z_6] \wedge S_7[z_5] \wedge S_8[z_4] \wedge S_5[x_9]$
$z_Cz_Dz_Ex_F$	$= x_4x_5x_6x_7 \wedge S_5[z_A] \wedge S_6[z_9] \wedge S_7[z_B] \wedge S_8[z_8] \wedge S_6[x_B]$
K1	$= S_5[z_8] \wedge S_6[z_9] \wedge S_7[z_7] \wedge S_8[z_6] \wedge S_5[z_2]$
K2	$= S_5[z_A] \wedge S_6[z_B] \wedge S_7[z_5] \wedge S_8[z_4] \wedge S_6[z_6]$
K3	$= S_5[z_C] \wedge S_6[z_D] \wedge S_7[z_3] \wedge S_8[z_2] \wedge S_7[z_9]$
K4	$= S_5[z_E] \wedge S_6[z_F] \wedge S_7[z_1] \wedge S_8[z_0] \wedge S_8[z_C]$
$x_0x_1x_2x_3$	$= z_8z_9z_Az_B \wedge S_5[z_5] \wedge S_6[z_7] \wedge S_7[z_4] \wedge S_8[z_6] \wedge S_7[z_0]$
$x_4x_5x_6x_7$	$= z_0z_1z_2z_3 \wedge S_5[x_0] \wedge S_6[x_2] \wedge S_7[x_1] \wedge S_8[x_3] \wedge S_8[z_2]$
$x_8x_9x_Ax_B$	$= z_4z_5z_6z_7 \wedge S_5[x_7] \wedge S_6[x_6] \wedge S_7[x_5] \wedge S_8[x_4] \wedge S_5[z_1]$
$x_Cx_Dx_Ex_F$	$= z_Cz_Dz_Ex_F \wedge S_5[x_A] \wedge S_6[x_9] \wedge S_7[x_B] \wedge S_8[x_8] \wedge S_6[z_3]$
K5	$= S_5[x_3] \wedge S_6[x_2] \wedge S_7[x_C] \wedge S_8[x_D] \wedge S_5[x_8]$
K6	$= S_5[x_1] \wedge S_6[x_0] \wedge S_7[x_E] \wedge S_8[x_F] \wedge S_6[x_D]$
K7	$= S_5[x_7] \wedge S_6[x_6] \wedge S_7[x_8] \wedge S_8[x_9] \wedge S_7[x_3]$
K8	$= S_5[x_5] \wedge S_6[x_4] \wedge S_7[x_A] \wedge S_8[x_B] \wedge S_8[x_7]$
$z_0z_1z_2z_3$	$= x_0x_1x_2x_3 \wedge S_5[x_D] \wedge S_6[x_F] \wedge S_7[x_C] \wedge S_8[x_E] \wedge S_7[x_8]$
$z_4z_5z_6z_7$	$= x_8x_9x_Ax_B \wedge S_5[z_0] \wedge S_6[z_2] \wedge S_7[z_1] \wedge S_8[z_3] \wedge S_8[x_A]$
$z_8z_9z_Az_B$	$= x_Cx_Dx_Ex_F \wedge S_5[z_7] \wedge S_6[z_6] \wedge S_7[z_5] \wedge S_8[z_4] \wedge S_5[x_9]$
$z_Cz_Dz_Ex_F$	$= x_4x_5x_6x_7 \wedge S_5[z_A] \wedge S_6[z_9] \wedge S_7[z_B] \wedge S_8[z_8] \wedge S_6[x_B]$
K9	$= S_5[z_3] \wedge S_6[z_2] \wedge S_7[z_C] \wedge S_8[z_D] \wedge S_5[z_9]$
K10	$= S_5[z_1] \wedge S_6[z_0] \wedge S_7[z_E] \wedge S_8[z_F] \wedge S_6[z_C]$
K11	$= S_5[z_7] \wedge S_6[z_6] \wedge S_7[z_8] \wedge S_8[z_9] \wedge S_7[z_2]$
K12	$= S_5[z_5] \wedge S_6[z_4] \wedge S_7[z_A] \wedge S_8[z_B] \wedge S_8[z_6]$
$x_0x_1x_2x_3$	$= z_8z_9z_Az_B \wedge S_5[z_5] \wedge S_6[z_7] \wedge S_7[z_4] \wedge S_8[z_6] \wedge S_7[z_0]$
$x_4x_5x_6x_7$	$= z_0z_1z_2z_3 \wedge S_5[x_0] \wedge S_6[x_2] \wedge S_7[x_1] \wedge S_8[x_3] \wedge S_8[z_2]$
$x_8x_9x_Ax_B$	$= z_4z_5z_6z_7 \wedge S_5[x_7] \wedge S_6[x_6] \wedge S_7[x_5] \wedge S_8[x_4] \wedge S_5[z_1]$
$x_Cx_Dx_Ex_F$	$= z_Cz_Dz_Ex_F \wedge S_5[x_A] \wedge S_6[x_9] \wedge S_7[x_B] \wedge S_8[x_8] \wedge S_6[z_3]$
K13	$= S_5[x_8] \wedge S_6[x_9] \wedge S_7[x_7] \wedge S_8[x_6] \wedge S_5[x_3]$
K14	$= S_5[x_A] \wedge S_6[x_B] \wedge S_7[x_5] \wedge S_8[x_4] \wedge S_6[x_7]$
K15	$= S_5[x_C] \wedge S_6[x_D] \wedge S_7[x_3] \wedge S_8[x_2] \wedge S_7[x_8]$
K16	$= S_5[x_E] \wedge S_6[x_F] \wedge S_7[x_1] \wedge S_8[x_0] \wedge S_8[x_D]$

[La moitié restante est identique à ce qui est donné ci-dessus, portant des $x_0...x_F$ créées en dernier pour générer les clés de K17 à K32.]

$z_0z_1z_2z_3$	$= x_0x_1x_2x_3 \wedge S_5[x_D] \wedge S_6[x_F] \wedge S_7[x_C] \wedge S_8[x_E] \wedge S_7[x_8]$
$z_4z_5z_6z_7$	$= x_8x_9x_Ax_B \wedge S_5[z_0] \wedge S_6[z_2] \wedge S_7[z_1] \wedge S_8[z_3] \wedge S_8[x_A]$
$z_8z_9z_Az_B$	$= x_Cx_Dx_Ex_F \wedge S_5[z_7] \wedge S_6[z_6] \wedge S_7[z_5] \wedge S_8[z_4] \wedge S_5[x_9]$
$z_Cz_Dz_Ex_F$	$= x_4x_5x_6x_7 \wedge S_5[z_A] \wedge S_6[z_9] \wedge S_7[z_B] \wedge S_8[z_8] \wedge S_6[x_B]$
K17	$= S_5[z_8] \wedge S_6[z_9] \wedge S_7[z_7] \wedge S_8[z_6] \wedge S_5[z_2]$
K18	$= S_5[z_A] \wedge S_6[z_B] \wedge S_7[z_5] \wedge S_8[z_4] \wedge S_6[z_6]$
K19	$= S_5[z_C] \wedge S_6[z_D] \wedge S_7[z_3] \wedge S_8[z_2] \wedge S_7[z_9]$
K20	$= S_5[z_E] \wedge S_6[z_F] \wedge S_7[z_1] \wedge S_8[z_0] \wedge S_8[z_C]$
$x_0x_1x_2x_3$	$= z_8z_9z_Az_B \wedge S_5[z_5] \wedge S_6[z_7] \wedge S_7[z_4] \wedge S_8[z_6] \wedge S_7[z_0]$
$x_4x_5x_6x_7$	$= z_0z_1z_2z_3 \wedge S_5[x_0] \wedge S_6[x_2] \wedge S_7[x_1] \wedge S_8[x_3] \wedge S_8[z_2]$
$x_8x_9x_Ax_B$	$= z_4z_5z_6z_7 \wedge S_5[x_7] \wedge S_6[x_6] \wedge S_7[x_5] \wedge S_8[x_4] \wedge S_5[z_1]$
$x_Cx_Dx_Ex_F$	$= z_Cz_Dz_Ex_F \wedge S_5[x_A] \wedge S_6[x_9] \wedge S_7[x_B] \wedge S_8[x_8] \wedge S_6[z_3]$
K21	$= S_5[x_3] \wedge S_6[x_2] \wedge S_7[x_C] \wedge S_8[x_D] \wedge S_5[x_8]$
K22	$= S_5[x_1] \wedge S_6[x_0] \wedge S_7[x_E] \wedge S_8[x_F] \wedge S_6[x_D]$
K23	$= S_5[x_7] \wedge S_6[x_6] \wedge S_7[x_8] \wedge S_8[x_9] \wedge S_7[x_3]$
K24	$= S_5[x_5] \wedge S_6[x_4] \wedge S_7[x_A] \wedge S_8[x_B] \wedge S_8[x_7]$
$z_0z_1z_2z_3$	$= x_0x_1x_2x_3 \wedge S_5[x_D] \wedge S_6[x_F] \wedge S_7[x_C] \wedge S_8[x_E] \wedge S_7[x_8]$
$z_4z_5z_6z_7$	$= x_8x_9x_Ax_B \wedge S_5[z_0] \wedge S_6[z_2] \wedge S_7[z_1] \wedge S_8[z_3] \wedge S_8[x_A]$
$z_8z_9z_Az_B$	$= x_Cx_Dx_Ex_F \wedge S_5[z_7] \wedge S_6[z_6] \wedge S_7[z_5] \wedge S_8[z_4] \wedge S_5[x_9]$
$z_Cz_Dz_Ex_F$	$= x_4x_5x_6x_7 \wedge S_5[z_A] \wedge S_6[z_9] \wedge S_7[z_B] \wedge S_8[z_8] \wedge S_6[x_B]$
K25	$= S_5[z_3] \wedge S_6[z_2] \wedge S_7[z_C] \wedge S_8[z_D] \wedge S_5[z_9]$
K26	$= S_5[z_1] \wedge S_6[z_0] \wedge S_7[z_E] \wedge S_8[z_F] \wedge S_6[z_C]$
K27	$= S_5[z_7] \wedge S_6[z_6] \wedge S_7[z_8] \wedge S_8[z_9] \wedge S_7[z_2]$
K28	$= S_5[z_5] \wedge S_6[z_4] \wedge S_7[z_A] \wedge S_8[z_B] \wedge S_8[z_6]$

$x0x1x2x3$	$= z8z9zAzB \wedge S5[z5] \wedge S6[z7] \wedge S7[z4] \wedge S8[z6] \wedge S7[z0]$
$x4x5x6x7$	$= z0z1z2z3 \wedge S5[x0] \wedge S6[x2] \wedge S7[x1] \wedge S8[x3] \wedge S8[z2]$
$x8x9xAxB$	$= z4z5z6z7 \wedge S5[x7] \wedge S6[x6] \wedge S7[x5] \wedge S8[x4] \wedge S5[z1]$
$xCxDxExF$	$= zCzDzEzF \wedge S5[xA] \wedge S6[x9] \wedge S7[xB] \wedge S8[x8] \wedge S6[z3]$
K29	$= S5[x8] \wedge S6[x9] \wedge S7[x7] \wedge S8[x6] \wedge S5[x3]$
K30	$= S5[xA] \wedge S6[xB] \wedge S7[x5] \wedge S8[x4] \wedge S6[x7]$
K31	$= S5[xC] \wedge S6[xD] \wedge S7[x3] \wedge S8[x2] \wedge S7[x8]$
K32	$= S5[xE] \wedge S6[xF] \wedge S7[x1] \wedge S8[x0] \wedge S8[xD]$

2.4.1 Sous-clés de masquage et sous-clés de rotation

Soient $Km1$ à $Km16$ les clés de masquage de 32 bits (une par tour).

Soient $Kr1$ à $Kr16$ les clés de rotation de 32 bits (une par tour) ; seuls les 5 bits de moindre poids sont utilisés à chaque tour :

pour ($i=1; i \leq 16; i++$) { $Kmi = Ki; Kri = K16+i;$ }

2.5 Taille de clé variable

L'algorithme de chiffrement CAST-128 a été conçu pour permettre une taille de clé qui puisse varier de 40 bits à 128 bits, en incréments de 8 bits (c'est-à-dire que les tailles de clé admissibles sont 40, 48, 56, 64, ..., 112, 120, et 128 bits. Pour le fonctionnement de la taille de clé variable, la spécification est la suivante :

- 1) Pour les tailles de clé jusque et y compris 80 bits (c'est-à-dire, 40, 48, 56, 64, 72, et 80 bits) l'algorithme est exactement comme spécifié mais utilise 12 tours au lieu de 16 ;
- 2) Pour les tailles de clé supérieures à 80 bits, l'algorithme utilise tous les 16 tours ;
- 3) Pour les tailles de clés de moins de 128 bits, la clé est bourrée avec des octets à zéro (dans les positions les plus à droite, ou de moindre poids) jusqu'à 128 bits (car la programmation de clé CAST-128 suppose une clé d'entrée de 128 bits).

Noter que bien que CAST-128 puisse prendre en charge toutes les douze tailles de clé énumérées ci-dessus, 40 bits, 64 bits, 80 bits, et 128 bits sont les tailles qui trouvent leur utilité dans les environnements normaux. Donc, cela sera vraisemblablement suffisant pour que la plupart des mises en œuvre prennent en charge un sous ensemble de ces seules quatre tailles.

Afin d'éviter toute confusion lorsque est utilisé un fonctionnement en taille de clé variable, le nom CAST-128 est à considérer comme synonyme du nom CAST5 ; cela permet d'ajouter une taille de clé sans ambiguïté. Donc, par exemple, CAST-128 avec une clé de 40 bits sera désigné comme CAST5-40 ; lorsque on vise explicitement une taille de clé de 128 bits, on devrait utiliser le nom CAST5-128.

2.6 Identifiants d'objet CAST5

Pour ceux qui pourraient utiliser CAST dans des négociations d'algorithme au sein d'un protocole, ou dans tout autre contexte qui peut exiger l'utilisation d'un identifiant d'objet (OID, *Object Identifier*) les OID suivants ont été définis.

algorithmesd'IDENTIFIANT D'OBJET ::= { iso(1) memberBody(2) usa(840) nt(113533) nsn(7) algorithms(66) }

IDENTIFIANT D'OBJET cast5CBC ::= { algorithmes cast5CBC(10) }

Paramètres ::= SEQUENCE {
 iv CHAÎNE D'OCTETS DEFAUT 0, -- Vecteur d'initialisation
 keyLength ENTIER -- Longueur de clé, en bits
 }

Note : Le iv est facultatif et par défaut se met tout à zéro. Du côté du codage, si un iv tout à zéro est utilisé, il devrait alors être absent des paramètres. Du côté décodage, un iv absent devrait être interprété comme signifiant tout à zéro.

Voici le chiffrement et déchiffrement en mode CBC utilisant l'algorithme de chiffrement à bloc symétrique.

IDENTIFIANT D'OBJET cast5MAC ::= { algorithmes cast5MAC(11) }

```
Paramètres ::= SEQUENCE {
    macLength      ENTIER,           -- Longueur de MAC, en bits
    keyLength      ENTIER           -- Longueur de clé, en bits
}
```

C'est une authentification de message qui utilise l'algorithme de chiffrement de bloc symétrique CAST-128.

IDENTIFIANT D'OBJET pbeWithMD5AndCast5CBC ::= { algorithmes pbeWithMD5AndCAST5-CBC(12) }

```
Paramètres ::= SEQUENCE {
    salt           CHAINE D'OCTETS,
    iterationCount ENTIER,           -- Nombre total d'itérations de hachage
    keyLength      ENTIER           -- Longueur de clé, en bits
}
```

Note : Le IV est déduit de la procédure de hachage et n'a donc pas besoin d'être inclus dans les paramètres.

C'est un chiffrement et déchiffrement fondé sur le mot de passe en mode CBC qui utilise MD5 et le chiffrement de bloc symétrique CAST-128. Voir dans PKCS n° 5 (qui utilise le chiffrement DES) les détails du calcul de PBE.

2.7 Discussion

CAST-128 est un chiffrement de Feistel à 12 ou 16 tours qui a une taille de bloc de 64 bits et une taille de clé allant jusqu'à 128 bits ; il utilise la rotation pour assurer une immunité intrinsèque aux attaques linéaires et différentielles ; il utilise un mélange de OUX, d'addition et de soustraction (modulo $2^{*}32$) dans la fonction circulaire, et il utilise trois variations de la fonction circulaire elle-même dans le chiffrement. Finalement, les s-boxes 8×32 utilisées dans la fonction circulaire ont chacune une non linéarité minimum de 74 et une entrée maximum de 2 dans le tableau de distribution de différence.

Ce chiffrement montre une force cryptographique en accord avec sa taille de clé (128 bits) et a de très bonnes performances de chiffrement/déchiffrement : 3,3 Moctets/s sur un processeur pentium à 150 MHz.

3. Considérations de propriété intellectuelle

Le chiffrement CAST-128 décrit dans le présent document est disponible dans le monde entier sans redevance pour les utilisations commerciales et non commerciales.

4. Considérations pour la sécurité

La totalité du présent mémoire est consacrée à la sécurité car il décrit un algorithme qui est spécifiquement destiné aux besoins de chiffrement.

5. Références

[Adams] Adams, C., "Constructing Symmetric Ciphers using the CAST Design Procedure", Designs, Codes, and Cryptography (à paraître).

[Web1] "Constructing Symmetric Ciphers using the CAST Design Procedure" (identique à [Adams] mais disponible en ligne) et "CAST Design Procedure Addendum", <http://www.entrust.com/library.htm> .

[Web2] "CAST Encryption Algorithm Related Publications", <http://adonis.ee.queensu.ca:8000/cast/cast.html> .

6. Adresse de l'auteur

Carlisle Adams
Entrust Technologies
750 Heron Road,
Ottawa, Canada, K1V 1A7
USA
mél : cadams@entrust.com
téléphone : +1.613.763.9008

Appendice A S-Boxes

S-Box S1

30fb40d4 9fa0ff0b 6beccd2f 3f258c7a 1e213f2f 9c004dd3 6003e540 cf9fc949 bfd4af27 88bbdbb5 e2034090 98d09675
6e63a0e0 15c361d2 c2e7661d 22d4ff8e 28683b6f c07fd059 ff2379c8 775f50e2 43c340d3 df2f8656 887ea41a a2d2bd2d
a1c9e0d6 346c4819 61b76d87 22540f2f 2abe32e1 aa54166b 22568e3a a2d341d0 66db40c8 a784392f 004dff2f 2db9d2de
97943fac 4a97c1d8 527644b7 b5f437a7 b82cbaef d751d159 6ff7f0ed 5a097a1f 827b68d0 90ecf52e 22b0c054 bc8e5935
4b6d2f7f 50bb64a2 d2664910 bee5812d b7332290 e93b159f b48ee411 4bff345d fd45c240 ad31973f c4f6d02e 55fc8165
d5b1caad a1ac2dae a2d4b76d c19b0c50 882240f2 0c6e4f38 a4e4bfd7 4f5ba272 564c1d2f c59c5319 b949e354 b04669fe
b1b6ab8a c71358dd 6385c545 110f935d 57538ad5 6a390493 e63d37e0 2a54f6b3 3a787d5f 6276a0b5 19a6cdf7 7a42206a
29f9d4d5 f61b1891 bb72275e aa508167 38901091 c6b505eb 84c7cb8c 2ad75a0f 874a1427 a2d1936b 2ad286af aa56d291
d7894360 425c750d 93b39e26 187184c9 6c00b32d 73e2bb14 a0bebc3c 54623779 64459eab 3f328b82 7718cf82 59a2cea6
04ee002e 89fe78e6 3fab0950 325ff6c2 81383f05 6963c5c8 76cb5ad6 d49974c9 ca180dcf 380782d5 c7fa5cf6 8ac31511
35e79e13 47da91d0 f40f9086 a7e2419e 31366241 051ef495 aa573b04 4a805d8d 548300d0 00322a3c bf64cddf ba57a68e
75c6372b 50afd341 a7c13275 915a0bf5 6b54bfab 2b0b1426 ab4cc9d7 449ccd82 f7fbf265 ab85c5f3 1b55db94 aad4e324
cfa4bd3f 2deaa3e2 9e204d02 c8bd25ac eadf55b3 d5bd9e98 e31231b2 2ad5ad6c 954329de adbe4528 d8710f69 aa51c90f
aa786bf6 22513f1e aa51a79b 2ad344cc 7b5a41f0 d37cfbad 1b069505 41ece491 b4c332e6 032268d4 c9600acc ce387e6d
bf6bb16c 6a70fb78 0d03d9c9 d4df39de e01063da 4736f464 5ad328d8 b347cc96 75bb0fc3 98511bfb 4ffbcc35 b58bcf6a
e11f0abc bfc5fe4a a70aec10 ac39570a 3f04442f 6188b153 e0397a2e 5727cb79 9ceb418f 1cacd68d 2ad37c96 0175cb9d
c69dff09 c75b65f0 d9db40d8 ec0e7779 4744ead4 b11c3274 dd24cb9e 7e1c54bd f01144f9 d2240eb1 9675b3fd a3ac3755
d47c27af 51c85f4d 56907596 a5bb15e6 580304f0 ca042cf1 011a37ea 8dbfaadb 35ba3e4a 3526ffa0 c37b4d09 bc306ed9
98a52666 5648f725 ff5e569d 0ced63d0 7c63b2cf 700b45e1 d5ea50f1 85a92872 af1fbda7 d4234870 a7870bf3 2d3b4d79
42e04198 0cd0ede7 26470db8 f881814c 474d6ad7 7c0c5e5c d1231959 381b7298 f5d2f4db ab838653 6e2f1e23 83719c9e
bd91e046 9a56456e dc39200c 20c8c571 962bda1c e1e696ff b141ab08 7cca89b9 1a69e783 02cc4843 a2f7c579 429ef47d
427b169c 5ac9f049 dd8f0f00 5c8165bf

S-Box S2

1f201094 ef0ba75b 69e3cf7e 393f4380 fe61cf7a eec5207a 55889c94 72fc0651 ada7ef79 4e1d7235 d55a63ce de0436ba
99c430ef 5f0c0794 18dcdb7d a1d6eff3 a0b52f7b 59e83605 ee15b094 e9ffd909 dc440086 ef944459 ba83ccb3 e0c3cdfb
d1da4181 3b092ab1 f997f1c1 a5e6cf7b 01420ddb e4e7ef5b 25a1ff41 e180f806 1fc41080 179bee7a d37ac6a9 fe5830a4
98de8b7f 77e83f4e 79929269 24fa9f7b e113c85b acc40083 d7503525 f7ea615f 62143154 0d554b63 5d681121 c866c359
3d63cf73 cee234c0 d4d87e87 5c672b21 071f6181 39f7627f 361e3084 e4eb573b 602f64a4 d63acd9c 1bbc4635 9e81032d
2701f50c 99847ab4 a0e3df79 ba6cf38c 10843094 2537a95e f46f6ffe a1ff3b1f 208cfb6a 8f458c74 d9e0a227 4ec73a34
fc884f69 3e4de8df ef0e0088 3559648d 8a45388c 1d804366 721d9bfd a58684bb e8256333 844e8212 128d8098 fed33fb4
ce280ae1 27e19ba5 d5a6c252 e49754bd c5d655dd eb667064 77840b4d a1b6a801 84db26a9 e0b56714 21f043b7
e5d05860 54f03084 066ff472 a31aa153 dadc4755 b5625dbf 68561be6 83ca6b94 2d6ed23b eccf01db a6d3d0ba b6803d5c
af77a709 33b4a34c 397bc8d6 5ee22b95 5f0e5304 81ed6f61 20e74364 b45e1378 de18639b 881ca122 b96726d1 8049a7e8
22b7da7b 5e552d25 5272d237 79d2951c c60d894c 488cb402 1ba4fe5b a4b09f6b 1ca815cf a20c3005 8871df63 b9de2fcb
0cc6c9e9 0beeff53 e3214517 b4542835 9f63293c ee41e729 6e1d2d7c 50045286 1e6685f3 f33401c6 30a22c95 31a70850
60930f13 73f98417 a1269859 ec645c44 52c877a9 cdf33a6 a02b1741 7cbad9a2 2180036f 50d99c08 cb3f4861 c26bd765
64a3f6ab 80342676 25a75e7b e4e6d1fc 20c710e6 cdf0b680 17844d3b 31eef84d 7e0824e4 2ccb49eb 846a3bae 8ff77888
ee5d60f6 7af75673 2fdd5cdb a11631c1 30f66f43 b3faec54 157fd7fa ef8579cc d152de58 db2ffd5e 8f32ce19 306af97a
02f03ef8 99319ad5 c242fa0f a7e3ebb0 c68e4906 b8da230c 80823028 dcedef3e8 d35fb171 088a1bc8 bec0c560 61a3c9e8
bca8f54d c72feffa 22822e99 82c570b4 d8d94e89 8b1c34bc 301e16e6 273be979 b0ffea6 61d9b8c6 00b24869 b7ffce3f
08dc283b 43daf65a f7e19798 7619b72f 8f1c9ba4 dc8637a0 16a7d3b1 9fc393b7 a7136eeb c6bcc63e 1a513742 ef6828bc
520365d6 2d6a77ab 3527ed4b 821fd216 095c6e2e db92f2fb 5eea29cb 145892f5 91584f7f 5483697b 2667a8cc 85196048
8c4bacea 833860d4 0d23e0f9 6c387e8a 0ae6d249 b284600c d835731d dcb1c647 ac4c56ea 3ebd81b3 230eabb0 6438bc87
f0b5b1fa 8f5ea2b3 fc184642 0a036b7a 4fb089bd 649da589 a345415e 5c038323 3e5d3bb9 43d79572 7e6dd07c 06dfd1fe
6c6cc4ef 7160a539 73bfbe70 83877605 4523ecf1

S-Box S3

8defc240 25fa5d9f eb903dbf e810c907 47607fff 369fe44b 8c1fc644 aececa90 beb1f9bf eefbcaea e8cf1950 51df07ae
920e8806 f0ad0548 e13c8d83 927010d5 11107d9f 07647db9 b2e3e4d4 3d4f285e b9afa820 fade82e0 a067268b 8272792e
553fb2c0 489ae22b d4ef9794 125e3fbc 21ffffee 825b1bfd 9255c5ed 1257a240 4e1a8302 bae07fff 528246e7 8e57140e
3373f7bf 8c9f8188 a6fc4ee8 c982b5a5 a8c01db7 579fc264 67094f31 f2bd3f5f 40fff7c1 1fb78dfc 8e6bd2c1 437be59b
99b03dbf b5dbc64b 638dc0e6 55819d99 a197c81c 4a012d6e c5884a28 ccc36f71 b843c213 6c0743f1 8309893c 0feddd5f
2f7fe850 d7c07f7e 02507fbf 5afb9a04 a747d2d0 1651192e af70bf3e 58c31380 5f98302e 727cc3c4 0a0fb402 0f7fef82
8c96fdad 5d2c2aae 8ee99a49 50da88b8 8427f4a0 1eac5790 796fb449 8252dc15 efb7d9b a672597d ada840d8 45f54504
fa5d7403 e83ec305 4f91751a 925669c2 23efe941 a903f12e 60270df2 0276e4b6 94fd6574 927985b2 8276dbcb 02778176
f8af918d 4e48f79e 8f616ddf e29d840e 842f7d83 340ce5c8 96bbb682 93b4b148 ef303cab 984faf28 779faf9b 92dc560d
224d1e20 8437aa88 7d29dc96 2756d3dc 8b907cee b51fd240 e7c07ce3 e566b4a1 c3e9615e 3cf8209d 6094d1e3 cd9ca341
5c76460e 00ea983b d4d67881 fd47572c f76cedd9 bda8229c 127dadaa 438a074e 1f97c090 081bdb8a 93a07ebe b938ca15
97b03cff 3dc2c0f8 8d1ab2ec 64380e51 68cc7bfb d90f2788 12490181 5de5ffd4 dd7ef86a 76a2e214 b9a40368 925d958f
4b39fffa ba39ae9 a4ffd30b faf7933b 6d498623 193cbcf a27627545 825cf47a 61bd8ba0 d11e42d1 cead04f4 127ea392
10428db7 8272a972 9270c4a8 127de50b 285ba1c8 3c62f44f 35c0eaa5 e805d231 428929fb b4fcd82 4fb66a53 0e7dc15b
1f081fab 108618ae fcfd086d f9ff2889 694bcc11 236a5cae 12deca4d 2c3f8cc5 d2d02dfe f8ef5896 e4cf52da 95155b67
494a488c b9b6a80c 5c8f82bc 89d36b45 3a609437 ec00c9a9 44715253 0a874b49 d773bc40 7c34671c 02717ef6 4feb5536
a2d02fff d2bf60c4 d43f03c0 50b4ef6d 07478cd1 006e1888 a2e53f55 b9e6d4bc a2048016 97573833 d7207d67 de0f8f3d
72f87b33 abcc4f33 7688c55d 7b00a6b0 947b0001 570075d2 f9bb88f8 8942019e 4264a5ff 856302e0 72dbd92b ee971b69
6ea22fde 5f08ae2b af7a616d e5c98767 cf1febd2 61efc8c2 flac2571 cc8239c2 67214cb8 b1e583d1 b7dc3e62 7f10bdce
f90a5c38 0ff0443d 606e6dc6 60543a49 5727c148 2be98a1d 8ab41738 20e1be24 af96da0f 68458425 99833be5 600d457d
282f9350 8334b362 d91d1120 2b6d8da0 642b1e31 9c305a00 52bce688 1b03588a f7baefd5 4142ed9c a4315c11 83323ec5
dfef4636 a133c501 e9d3531c ee353783

S-Box S4

9db30420 1fb6e9de a7be7bef d273a298 4a4f7bdb 64ad8c57 85510443 fa020ed1 7e287aff e60fb663 095f35a1 79ebf120
fd059d43 6497b7b1 f3641f63 241e4adf 28147f5f 4fa2b8cd c9430040 0cc32220 fdd30b30 c0a5374f 1d2d00d9 24147b15
ee4d111a 0fca5167 71ff904c 2d195ffe 1a05645f 0c13fefe 081b08ca 05170121 80530100 e83e5efe ac9af4f8 7fe72701
d2b8ee5f 06df4261 bb9e9b8a 7293ea25 ce84ffdf f5718801 3dd64b04 a26f263b 7ed48400 547eebe6 446d4ca0 6cf3d6f5
2649abdf aea0c7f5 36338cc1 503f7e93 d3772061 11b638e1 72500e03 f80eb2bb abe0502e ec8d77de 57971e81 e14f6746
c9335400 6920318f 081dbb99 ffc304a5 4d351805 7f3d5ce3 a6c866c6 5d5bcca9 daec6fea 9f926f91 9f46222f 3991467d
a5bf6d8e 1143c44f 43958302 d0214eeb 022083b8 3fb6180c 18f8931e 281658e6 26486e3e 8bd78a70 7477e4c1 b506e07c
f32d0a25 79098b02 e4eabb81 28123b23 69dead38 1574ca16 df871b62 211c40b7 a51a9ef9 0014377b 041e8ac8 09114003
bd59e4d2 e3d156d5 4fe876d5 2f91a340 557be8de 00eae4a7 0ce5c2ec 4db4bba6 e756bdf dd3369ac ec17b035 06572327
99afc8b0 56c8c391 6b65811c 5e146119 6e85cb75 be07c002 c3235577 893ff4ec 5bbfc92d d0ec3b25 b7801ab7 8d6d3b24
20c763ef c366a5f9 9c382880 0ace3205 aac9548a ecal17c7 041afa32 1d16625a 6701902c 9b757a54 31d477f7 9126b031
36cc6fdb c70b8b46 d9e66a48 56e55a79 026a4ceb 52437eff 2f8f76b4 0df980a5 8674cde3 edda04eb 17a9be04 2c18f4df
b7747f9d ab2af7b4 efc34d20 2e096b7c 1741a254 e5b6a035 213d42f6 2c1c7c26 61c2f50f 6552daf9 d2c231f8 25130f69
d8167fa2 0418f2c8 001a96a6 0d1526ab 63315c21 5e0a72ec 49bafefd 187908d9 8d0dbd86 311170a7 3e9b640c cc3e10d7
d5cad3b6 0caec388 f73001e1 6c728aff 71eae2a1 1f9af36e fcdbd12f c1de8417 ac07be6b cb44a1d8 8b9b0f56 013988c3
b1c52fca b4be31cd d8782806 12a3a4e2 6f7de532 58fd7eb6 d01ee900 24adffc2 f4990fc5 9711aac5 001d7b95 82e5e7d2
109873f6 00613096 c32d9521 ada121ff 29908415 7fbb977f af9eb3db 29c9ed2a 5ce2a465 a730f32c d0aa3fe8 8a5cc091
d49e2ce7 0ce454a9 d60acd86 015f1919 77079103 dea03af6 78a8565e dee356df 21f05cbe 8b75e387 b3c50651 b8a5c3ef
d8eeb6d2 e523be77 c2154529 2f69efdf afe67afb f470c4b2 f3e0eb5b d6cc9876 39e4460c 1fda8538 1987832f ca007367
a99144f8 296b299e 492fc295 9266beab b5676e69 9bd3ddda df7e052f db25701c 1b5e51ee f65324e6 6afce36c 0316cc04
8644213e b7dc59d0 7965291f ccd6fd43 41823979 932bcd6f b657c34d 4edfd282 7ae5290c 3cb9536b 851e20fe 9833557e
13cef0b0 d3ffb372 3f85c5c1 0aef7ed2

S-Box S5

7ec90c04 2c6e74b9 9b0e66df a6337911 b86a7fff 1dd358f5 44dd9d44 1731167f 08fbf1fa e7f511cc d2051b00 735aba00
2ab722d8 386381cb acf6243a 69befd7a e6a2e77f f0c720cd c4494816 ccf5c180 38851640 15b0a848 e68b18cb 4caadef7
5f480a01 0412b2aa 259814fc 41d0efe2 4e40b48d 248eb6fb 8dba1cfe 41a99b02 1a550a04 ba8f65cb 7251f4e7 95a51725
c106ecd7 97a5980a c539b9aa 4d79fe6a f2f3f763 68af8040 ed0c9e56 11b4958b e1eb5a88 8709e6b0 d7e07156 4e29fea7
6366e52d 02d1c000 c4ac8e05 9377f571 0c05372a 578535f2 2261be02 d642a0c9 df13a280 74b55bd2 682199c0 d421e5ec
53fb3ce8 c8adedb3 28a87fc9 3d959981 5c1ff900 fe38d399 0c4eff0b 062407ea aa2f4fb1 4fb96976 90c79505 b0a8a774
ef55a1ff e59ca2c2 a6b62d27 e66a4263 df65001f 0ec50966 dfdd55bc 29de0655 911e739a 17af8975 32c7911c 89f89468
0d01e980 524755f4 03b63cc9 0cc844b2 bcf3f0aa 87ac36e9 e53a7426 01b3d82b 1a9e7449 64ee2d7e cddbb1da 01c94910
b868bf80 0d26f3fd 9342ede7 04a5c284 636737b6 50f5b616 f24766e3 8eca36c1 136e05db fef18391 fb887a37 d6e7f7d4
c7fb7dc9 3063fcd7 b6f589de ec2941da 26e46695 b7566419 f654efc5 d08d58b7 48925401 c1bacb7f e5ff550f b6083049
5bb5d0e8 87d72e5a ab6a6ee1 223a66ce c62bf3cd 9e0885f9 68cb3e47 086c010f a21de820 d18b69de f3f65777 fa02c3f6
f07edac3 cbb3d550 1793084d b0d70eba 0ab378d5 d951fb0c ded7da56 4124bbe4 94ca0b56 0f5755d1 e0e1e56e 6184b5be
580a249f 94f74bc0 e327888e 9f7b5561 c3dc0280 05687715 646c6bd7 44904db3 66b4f0a3 c0f1648a 697ed5af 49e92ff6
309e374f 2cb6356a 85808573 4991f840 76f0ae02 083be84d 28421c9a 44489406 736e4cb8 c1092910 8bc95fc6 7d869cf4

134f616f 2e77118d b31b2be1 aa90b472 3ca5d717 7d161bba 9cad9010 af462ba2 9fe459d2 45d34559 d9f2da13 dbc65487
f3e4f94e 176d486f 097c13ea 631da5c7 445f7382 175683f4 cdc66a97 70be0288 b3cddf72 6e5dd2f3 20936079 459b80a5
be60e2db a9c23101 eba5315c 224e42f2 1c5c1572 f6721b2c 1ad2fff3 8c25404e 324ed72f 4067b7fd 0523138e 5ca3bc78
dc0fd66e 75922283 784d6b17 58ebb16e 44094f85 3f481d87 fcfeae7b 77b5ff76 8c2302bf aaf47556 5f46b02a 2b092801
3d38f5f7 0ca81f36 52af4a8a 66d5e7c0 df3b0874 95055110 1b5ad7a8 f61ed5ad 6cf6e479 20758184 d0cefa65 88f7be58
4a046826 0ff6f8f3 a09c7f70 5346aba0 5ce96c28 e176eda3 6bac307f 376829d2 85360fa9 17e3fe2a 24b79767 f5a96b20
d6cd2595 68ff1ebf 7555442c f19f06be f9e0659a eeb9491d 34010718 bb30cab8 e822fe15 88570983 750e6249 da627e55
5e76ffa8 b1534546 6d47de08 efe9e7d4

S-Box S6

f6fa8f9d 2cac6ce1 4ca34867 e2337f7c 95db08e7 016843b4 eced5cbc 325553ac bf9f0960 dfa1e2ed 83f0579d 63ed86b9
1ab6a6b8 de5ebe39 f38ff732 8989b138 33f14961 c01937bd f506c6da e4625e7e a308ea99 4e23e33c 79cbd7cc 48a14367
a3149619 fec94bd5 a114174a eaa01866 a084db2d 09a8486f a888614a 2900af98 01665991 e1992863 c8f30c60 2e78ef3c
d0d51932 cf0fec14 f7ca07d2 d0a82072 fd41197e 9305a6b0 e86be3da 74bed3cd 372da53c 4c7f4448 dab5d440 6dba0ec3
083919a7 9fbaeed9 49dbcfb0 4e670c53 5c3d9c01 64bdb941 2c0e636a ba7dd9cd ea6f7388 e70bc762 35f29adb 5c4cdd8d
f0d48d8c b88153e2 08a19866 1ae2eac8 284caf89 aa928223 9334be53 3b3a21bf 16434be3 9aea3906 efe8c36e f890cdd9
80226dae c340a4a3 df7e9c09 a694a807 5b7c5ecc 221db3a6 9a69a02f 68818a54 ceb2296f 53c0843a fe893655 25bfe68a
b4628abc cf222ebf 25ac6f48 a9a99387 53bddb65 e76ffbe7 e967fd78 0ba93563 8e342bc1 e8a11be9 4980740d c8087dfc
8de4bf99 a11101a0 7fd37975 da5a26c0 e81f994f 9528cd89 fd339fed b87834bf 5f04456d 22258698 e9c4c83b 2dc156be
4f628daa 57f55ec5 e2220abe d2916ebf 4ec75b95 24f2c3c0 42d15d99 cd0d7fa0 7b6e27ff a8dc8af0 7345c106 f41e232f
35162386 e6ea8926 3333b094 157ec6f2 372b74af 692573e4 e9a9d848 f3160289 3a62ef1d a787e238 f3a5f676 74364853
20951063 4576698d b6fad407 592af950 36f73523 4cfb6e87 7da4cec0 6c152daa cb0396a8 c50dfe5d fcd707ab 0921c42f
89dff0bb 5fe2be78 448f4f33 754613c9 2b05d08d 48b9d585 dc049441 c8098f9b 7dede786 c39a3373 42410005 6a091751
0ef3c8a6 890072d6 28207682 a9a9f7be bf32679d d455b575 b353fd00 cbb0e358 830f220a 1f8fb214 d372cf08 cc3c4a13
8cf63166 061c87be 88c98f88 6062e397 47cf8e7a b6c85283 3cc2acfb 3fc06976 4e8f0252 64d8314d da3870e3 1e665459
c10908f0 513021a5 6c5b68b7 822f8aa0 3007cd3e 74719eef dc872681 073340d4 7e432fd9 0c5ec241 8809286c f592d891
08a930f6 957ef305 b7fbffbd c266e96f 6fe4ac98 b173ecc0 bc60b42a 953498da fba1ae12 2d4bd736 0f25faab a4f3fceb
e2969123 257f0c3d 9348af49 361400bc e8816f4a 3814f200 a3f94043 9c7a54c2 bc704f57 da41e7f9 c25ad33a 54f4a084
b17f5505 59357cbe edbd15c8 7f97c5ab ba5ac7b5 b6f6deaf 3a479c3a 5302da25 653d7e6a 54268d49 51a477ea 5017d55b
d7d25d88 44136c76 0404a8c8 b8e5a121 b81a928a 60ed5869 97c55b96 eaec991b 29935913 01fdb7f1 088e8dfa 9ab6f6f5
3b4cbf9f 4a5de3ab e6051d35 a0e1d855 d36b4cf1 f544edeb b0e93524 bebb8fbd a2d762cf 49c92f54 38b5f331 7128a454
48392905 a65b1db8 851c97bd d675cf2f

S-Box S7

85e04019 332bf567 662dbfff cfc65693 2a8d7f6f ab9bc912 de6008a1 2028da1f 0227bce7 4d642916 18fac300 50f18b82
2cb2cb11 b232e75c 4b3695f2 b28707de a05fbcf6 cd4181e9 e150210c e24ef1bd b168c381 fde4e789 5c79b0d8 1e8bfd43
4d495001 38be4341 913cee1d 92a79c3f 089766be baeadf4 1286becf b6eacb19 2660c200 7565bde4 64241f7a 8248dca9
c3b3ad66 28136086 0bd8dfa8 356d1cf2 107789be b3b2e9ce 0502aa8f 0bc0351e 166bf52a eb12ff82 e3486911 d34d7516
4e7b3aff 5f43671b 9cf6e037 4981ac83 334266ce 8c9341b7 d0d854c0 cb3a6c88 47bc2829 4725ba37 a66ad22b 7ad61f1e
0c5cbafa 4437f107 b6e79962 42d2d816 0a961288 e1a5c06e 13749e67 72fc081a b1d139f7 f9583745 cf19df58 bec3f756
c06eba30 07211b24 45c28829 c95e317f bc8ec511 38bc46e9 c6e6fa14 bae8584a ad4ebc46 468f508b 7829435f f124183b
821dba9f aff60ff4 ea2c4e6d 16e39264 92544a8b 009b4fc3 aba68ced 9ac96f78 06a5b79a b2856e6e 1aec3ca9 be838688
0e0804e9 55f1be56 e7e5363b b3a1f25d f7debb85 61fe033c 16746233 3c034c28 da6d0c74 79aac56c 3ce4e1ad 51f0c802
98f8f35a 1626a49f eed82b29 1d382fe3 0c4fb99a bb325778 3ec6d97b 6e77a6a9 cb658b5c d45230c7 2bd1408b 60c03eb7
b9068d78 a33754f4 f430c87d c8a71302 b96d8c32 ebd4e7be be8b9d2d 7979fb06 e7225308 8b75cf77 11ef8da4 e083c858
8d6b786f 5a6317a6 fa5cf7a0 5dda0033 f28ebfb0 f5b9c310 a0eac280 08b9767a a3d9d2b0 79d34217 021a718d 9ac6336a
2711fd60 438050e3 069908a8 3d7fedc4 826d2bef 4eeb8476 488dcf25 36c9d566 28e74e41 c2610aca 3d49a9cf bae3b9df
b65f8de6 92aeaf64 3ac7d5e6 9ea80509 f22b017d a4173f70 dd1e16c3 15e0d7f9 50b1b887 2b9f4fd5 625aba82 6a017962
2ec01b9c 15488aa9 d716e740 40055a2c 93d29a22 e32dbf9a 058745b9 3453dc1e d699296e 496cff6f 1c9f4986 dfe2ed07
b87242d1 19de7eae 053e561a 15ad6f8c 66626c1c 7154c24c ea082b2a 93eb2939 17dcb0f0 58d4f2ae 9ea294fb 52cf564c
9883fe66 2ec40581 763953c3 01d6692e d3a0c108 a1e7160e e4f2dfa6 693ed285 74904698 4c2b0edd 4f757656 5d393378
a132234f 3d321c5d c3f5e194 4b269301 c79f022f 3c997e7e 5e4f9504 3ffafbbd 76f7ad0e 296693f4 3d1fce6f c61e45be
d3b5ab34 f72bf9b7 1b0434c0 4e72b567 5592a33d b5229301 cfd2a87f 60aeb767 1814386b 30bcc33d 38a0c07d fd1606f2
c363519b 589dd390 5479f8e6 1cb8d647 97fd61a9 ea7759f4 2d57539d 569a58cf e84e63ad 462e1b78 6580f87e f3817914
91da55f4 40a230f3 d1988f35 b6e318d2 3ffa50bc 3d40f021 c3c0bdae 4958c24c 518f36b2 84b1d370 0fedce83 878ddada
f2a279c7 94e01be8 90716f4b 954b8aa3

S-Box S8

e216300d bbddfffc a7ebdabd 35648095 7789f8b7 e6c1121b 0e241600 052ce8b5 11a9cfb0 e5952f11 ece7990a 9386d174
2a42931c 76e38111 b12def3a 37dddffc de9adeb1 0a0cc32c be197029 84a00940 bb243a0f b4d137cf b44e79f0 049eedfd
0b15a15d 480d3168 8bbbd5ea 669ded42 c7ece831 3f8f95e7 72df191b 7580330d 94074251 5c7dcdfa abbe6d63 aa402164
b301d40a 02e7d1ca 53571dae 7a3182a2 12a8ddec fdad335d 176f43e8 71fb46d4 38129022 ce949ad4 b84769ad 965bd862
82f3d055 66fb9767 15b80b4e 1d5b47a0 4cfde06f c28ec4b8 57e8726e 647a78fc 99865d44 608bd593 6c200e03 39dc5ff6

5d0b00a3 ae63aff2 7e8bd632 70108c0c bbd35049 2998df04 980cf42a 9b6df491 9e7edd53 06918548 58cb7e07 3b74ef2e
 522fffb1 d24708cc 1c7e27cd a4eb215b 3cf1d2e2 19b47a38 424f7618 35856039 9d17dee7 27eb35e6 c9aff67b 36baf5b8
 09c467cd c18910b1 e11dbf7b 06cd1af8 7170c608 2d5e3354 d4de495a 64c6d006 bcc0c62c 3dd00db3 708f8f34 77d51b42
 264f620f 24b8d2bf 15c1b79e 46a52564 f8d7e54e 3e378160 7895cda5 859c15a5 e6459788 c37bc75f db07ba0c 0676a3ab
 7f229b1e 31842e7b 24259fd7 f8bef472 835ffcb8 6df4c1f2 96f5b195 fd0af0fc b0fe134c e2506d3d 4f9b12ea f215f225
 a223736f 9fb4c428 25d04979 34c713f8 c4618187 ea7a6e98 7cd16efc 1436876c f1544107 bedeee14 56e9af27 a04aa441
 3cf7c899 92ecbae6 dd67016d 151682eb a842eedf fdba60b4 f1907b75 20e3030f 24d8c29e e139673b efa63fb8 71873054
 b6f2cf3b 9f326442 cb15a4cc b01a4504 f1e47d8d 844a1be5 bae7dfdc 42cbda70 cd7dae0a 57e85b7a d53f5af6 20cf4d8c
 cea4d428 79d130a4 3486ebfb 33d3cddc 77853b53 37effcb5 c5068778 e580b3e6 4e68b8f4 c5c8b37e 0d809ea2 398feb7c
 132a4f94 43b7950e 2fee7d1c 223613bd dd06caa2 37df932b c4248289 acf3ebc3 5715f6b7 ef3478dd f267616f c148cbe4
 9052815e 5e410fab b48a2465 2eda7fa4 e87b40e4 e98ea084 5889e9e1 efd390fc dd07d35b db485694 38d7e5b2 57720101
 730edebe 5b643113 94917e4f 503c2fba 646f1282 7523d24a e0779695 f9c17a8f 7a5b2121 d187b896 29263a4d ba510cdf
 81f47c9f ad1163ed ea7b5965 1a00726e 11403092 00da6d77 4a0cdd61 ad1f4603 605bdfb0 9eedc364 22ebe6a8 cee7d28a
 a0e736a0 5564a6b9 10853209 c7eb8f37 2de705ca 8951570f df09822b bd691a6c aa12e4f2 87451c0f e0f6a27a 3ada4819
 4cf1764f 0d771c2b 67cdb156 350d8384 5938fa0f 42399ef3 36997b07 0e84093d 4aa93e61 8360d87b 1fa98b0c 1149382c
 e97625a5 0614d1b7 0e25244b 0c768347 589e8d82 0d2059d1 a466bb1e f8da0a82 04f19130 ba6e4ec0 99265164 1ee7230d
 50b2ad80 eaee6801 8db2a283 ea8bf59e

Appendice B. Vecteurs d'essai

Cet appendice donne les vecteurs d'essai pour le chiffrement CAST-128 décrit dans le présent document.

B.1 Ensemble uniques de texte en clair – clé - texte chiffré

Afin de s'assurer que l'algorithme est correctement mis en œuvre, les vecteurs d'essai suivants peuvent être utilisés aux fins de vérification (les valeurs sont données en notation hexadécimale).

clé de 128 bits = 01 23 45 67 12 34 56 78 23 45 67 89 34 56 78 9A

texte en clair = 01 23 45 67 89 AB CD EF

texte chiffré = 23 8B 4F E5 84 7E 44 B2

clé de 80 bits = 01 23 45 67 12 34 56 78 23 45

= 01 23 45 67 12 34 56 78 23 45 00 00 00 00 00 00

texte en clair = 01 23 45 67 89 AB CD EF

texte chiffré = EB 6A 71 1A 2C 02 27 1B

clé de 40 bits = 01 23 45 67 12

= 01 23 45 67 12 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00

texte en clair = 01 23 45 67 89 AB CD EF

texte chiffré = 7A C8 16 D1 6E 9B 30 2E

B.2 Essai complet de maintenance

Un essai de maintenance a été défini pour CAST-128 pour vérifier la justesse de la mise en œuvre. Il est défini ci-après en pseudo-code, dans lequel a et b sont des vecteurs de 128 bits, aL et aR sont les moitiés respectivement gauche et droite de a, bL et bR sont les moitiés respectivement gauche et droite de b, et encrypt(d,k) est le chiffrement en mode ECB du bloc d avec la clé k.

Initial a = 01 23 45 67 12 34 56 78 23 45 67 89 34 56 78 9A (hex)

Initial b = 01 23 45 67 12 34 56 78 23 45 67 89 34 56 78 9A (hex)

faire 1 000 000 de fois

```
{
  aL = encrypt(aL,b)
  aR = encrypt(aR,b)
  bL = encrypt(bL,a)
  bR = encrypt(bR,a)
}
```

Vérifier que a == EE A9 D0 A2 49 FD 3B A6 B3 43 6F B8 9D 6D CA 92 (hex)

Vérifier que b == B2 C9 5E B0 0C 31 AD 71 80 AC 05 B8 E8 3D 69 6E (hex)