



Analyse du malware de Clément, Rémi et Zakaria

...

Emy LIEUTAUD, Gautier KLAM & Yunqiao ZHANG



Déroulement de l'analyse

1. Exécution du programme
2. Utilisation d'IDA
 - a. Debugger
 - b. Messages / Chaînes de caractères
 - c. Clé(s)
3. Vérification des clés trouvées



Exécution du programme





Exécution du programme

Paramètre avec des caractères non hexadécimaux :

```
C:\Documents and Settings\Administrateur\Bureau\ProjetLezghamSalaunBrun>Projet.exe ffaaziohdf  
ffaaziohdf_
```

⇒ fonctionnement normal : pas de vérification

Paramètre avec plus de 64 caractères :

```
C:\Documents and Settings\Administrateur\Bureau\ProjetLezghamSalaunBrun>Projet.exe ffaafffaaff3541531213512174812782875287236758937698352897238765235678235678923789328523567869328723568236782356328923  
trop long
```

⇒ message d'erreur



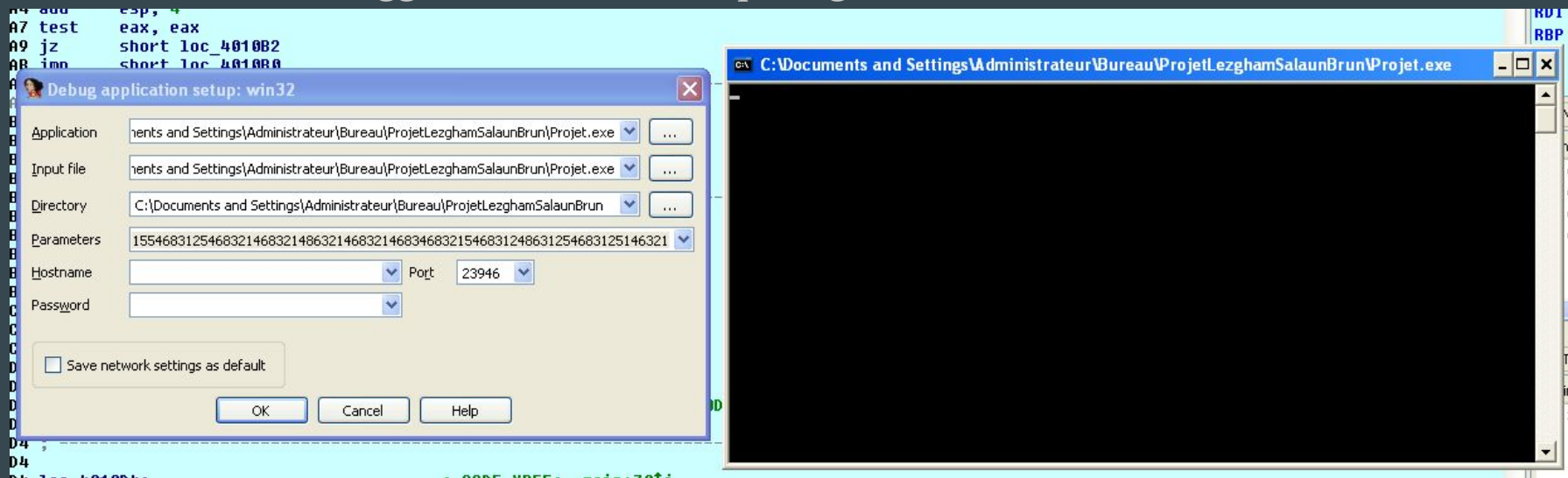
Analyse avec IDA





Vérification du debugger

Lancement du debugger avec une clé trop longue :



⇒ on ne voit pas le message “trop long” : le programme vérifie si un debugger est présent



IsDebuggerPresent

strrev : fonction qui inverse une chaîne de caractères

401075 : strrev stockée dans esi

4010A2 : esi appelé (soit strrev)

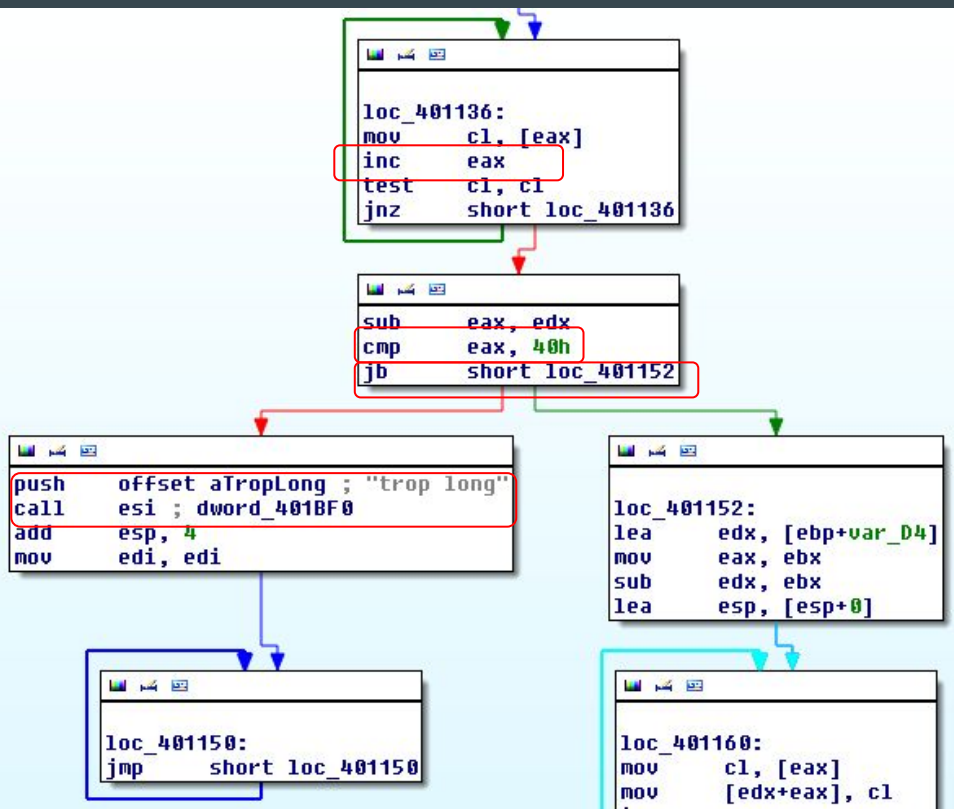
401096 et 40109C : modification de l'adresse de esi
(VirtualProtect appelé en 40108B)

68 EFF6827C C3 revient à :
push IsDebuggerPresent
ret

```
.text:00401070 push    ebx
.text:00401074 push    esi
.text:00401075 mov     esi, ds:_strrev
.text:0040107B push    edi
.text:0040107C mov     edi, [ebp+argv]
.text:0040107F lea     eax, [ebp+fl0ldProtect]
.text:00401085 push    eax                ; lpfl0ldProtect
.text:00401086 push    40h                ; flNewProtect
.text:00401088 push    6                  ; dwSize
.text:0040108A push    esi                ; lpAddress
.text:0040108B call    ds:VirtualProtect
.text:00401091 push    offset alkefuzehfezbfn ; "lkefuzehfezbfnklze"
.text:00401096 mov     dword ptr [esi], 82F6EF68h
.text:0040109C mov     word ptr [esi+4], 0C37Ch
.text:004010A2 call    esi ; _strrev
.text:004010A4 add     esp, 4
.text:004010A7 test    eax, eax
.text:004010A9 jz      short loc_4010B2
.text:004010AB jmp     short loc_4010B0
.text:004010B0 -----
```

⇒ obfuscation de fonction : strrev est en fait IsDebuggerPresent

Message “trop long”



401138 : eax est incrémenté pour chaque caractère de la clé saisie

40113F : comparaison entre eax et 40h (= $64_{(10)}$)

401142 : jb = jump below :

Si $eax < 64 \Rightarrow$ condition **vraie** : suite du programme

Sinon \Rightarrow condition **fausse** : affichage du message “trop long”



Affichage avec printf

```
mov     esi, ds:scanf
mov     ebx, [edi+4]
mov     ecx, ds:dword_402110
mov     [ebp+var_30], edx
mov     dx, ds:word_402114
mov     [ebp+var_2C], eax
sub     esi, 4B0h
mov     eax, ebx
mov     [ebp+var_24], dx
mov     [ebp+var_E0], esi
```

4010DF : esi devient scanf

adresse de scanf : 78B05B64

4010FB : soustraction de 4B0h à esi soit à l'adresse de scanf

$78B05B64 - 4B0 = 78B056B4$ = adresse de printf

⇒ esi et [ebp+var_E0] deviennent printf



Comparaison des clés - récupération de la clé saisie

```
0040107C:  push    edi  
0040107D:  mov     edi, [ebp+argv]
```

40107C : on récupère l'adresse des paramètres (arguments)

argv = ["Projet.exe", cle_saisie]

```
004010E5:  mov     ebx, [edi+4]
```

4010E5 : on récupère l'adresse de argv[1], soit de la clé saisie



Comparaison des clés - hachage

```
00401160      mov     cl, [eax]
00401162      mov     [edx+eax], cl
00401165      inc     eax
00401166      test    cl, cl
00401168      jnz     short loc_401160
0040116A      lea     esi, [ebp+var_30]
0040116D      call    sub_401000
00401172      mov     esi, ebx
00401174      call    sub_401000
00401179      mov     eax, ds:dword_402124
0040117E      mov     cl, ds:byte_402128
00401184      mov     edx, '}'
00401189      mov     [ebp+var_20], eax
0040118C      mov     [ebp+var_1C], cl
0040118F      mov     word ptr [ebp+var_D8], dx
00401196      xor     eax, eax
00401198      jmp     short loc_4011A0
0040119A
```

call sub_401000 : fonction de hachage

40116D : on hache esi soit [ebp+var_30]
(dword “zlkfnprnvjzuy”)

401174 : on hache la clé saisie par
l'utilisateur (esi soit ebx soit [edi+4] soit
[ebp+argv+4])

401189 : [ebp+var_20] = CLE{

40118F : [ebp+var_D8] = }



Comparaison des clés - création du message final

```
mov     ecx, eax
shr     ecx, 2
mov     esi, edx
rep movsd
mov     ecx, eax
and     ecx, 3
lea     eax, [ebp+var_D8]
rep movsb
mov     ecx, eax
```

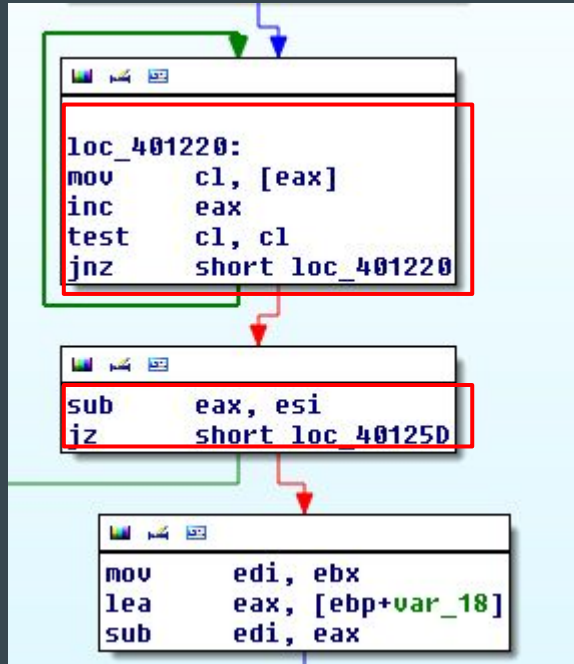
4011D4 : rep movsd → on copie le haché de
“zlkfnprnvjzuy” ([ebp+var_30])

4011E1 : rep movsb → on copie “}” ([ebp+var_D8])

⇒ création de la chaîne de caractère affichée lors de la
saisie de la bonne clé



Comparaison des clés - longueur de la clé



loc_401220 : traitement des chaînes de caractères qui se terminent par un octet nul (représenté par une valeur de zéro)

Si le caractère NULL a été lu \Rightarrow condition **fausse** : la chaîne est terminée

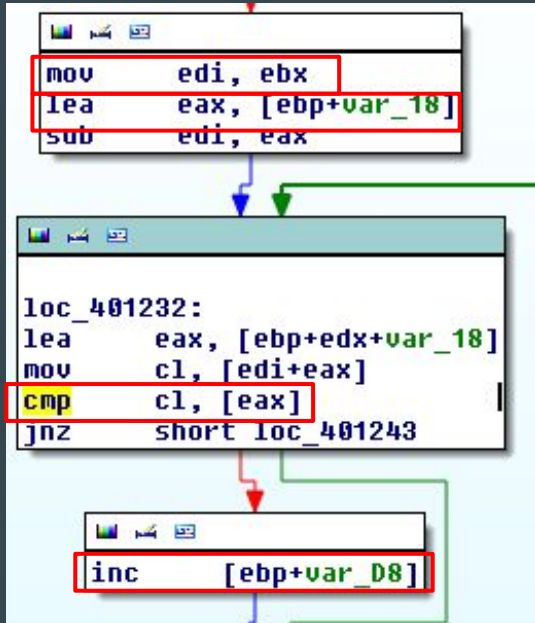
Sinon \Rightarrow condition **vraie** : continuer à lire les caractères

2ème bloc : on regarde si la chaîne est supérieure à 0
Si elle vaut 0 \rightarrow on saute l'étape de comparaison avec le hash

Sinon \rightarrow on va comparer avec le hash



Comparaison des clés - comparaison des hachés



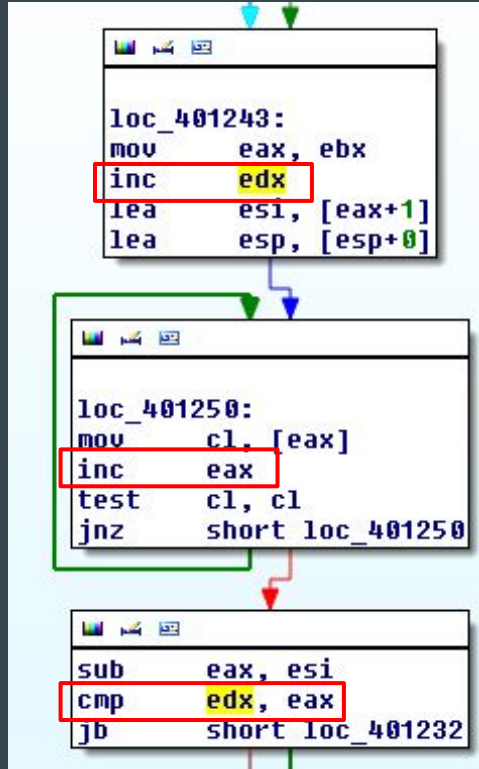
4011F7 : edi = la clé saisie par l'utilisateur
[ebp+var_18] = 20 valeurs initialisées :

:00401107	mov	[ebp+var_18], esi
:0040110D	mov	[ebp+var_18], 4011512h
:00401114	mov	[ebp+var_14], 7040A10h
:0040111B	mov	[ebp+var_10], 4151812h
:00401122	mov	[ebp+var_C], 19020A07h
:00401129	mov	[ebp+var_8], 15011213h

401239 : comparaison entre le caractère haché de la clé saisie et le caractère haché de la vraie clé
Si les hachés des caractères sont les mêmes \Rightarrow on incrémente le compteur (qui compte le nombre de caractères validés)



Comparaison des clés - comparaison des hachés



401245 : on incrémente un compteur qui compte le nombre de caractères comparés (edx)

401252 : on incrémente un compteur qui compte la longueur de la clé saisie (eax)

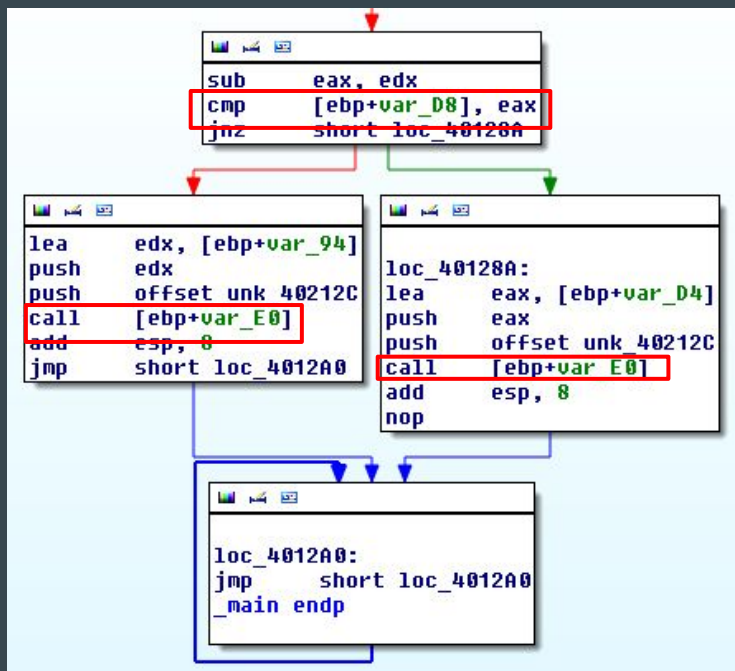
401259 : edx et eax

Si on n'a pas encore comparé tous les caractères → on refait la boucle

Si toute la clé a été comparée → on affiche les résultats



Comparaison des clés - affichage message



40126B : comparaison entre le hash de la vraie clé ([ebp+var_D8]) et le hash de la clé saisie (eax)

Si elles sont **différentes** : on affiche la clé saisie non hachée

Si elles sont **identiques** : on affiche le message avec les 12 caractères hachés (CLE{☀️↓—♣️♂️◀️♣️♥️!!☀️})

call [ebp+var_E0] : appeler printf



Fonction de hachage - *sub_401000*

```
loc_401020:  
movsx  eax, byte ptr [ecx+esi]  
lea     eax, [eax+eax*2+0Dh]  
cdq  
mov     edi, 1Ah  
idiv    edi  
mov     eax, esi  
inc     ecx  
lea     edi, [eax+1]  
mov     [ecx+esi-1], dl  
lea     ebx, [ebx+0]
```

- Multiplication de la valeur ASCII du caractère par 3 (équivalent à $\text{eax} + \text{eax} * 2$)
- Ajout de 13 (0Dh)
- Modulo 26 (1Ah)

⇒ Chaque caractère (c) est remplacé par $(3 * c + 13) \% 26$



Brute force du paramètre

```
1 key = [0x12, 0x15, 0x01, 0x04,  
2         0x10, 0x0a, 0x04, 0x07,  
3         0x12, 0x18, 0x15, 0x04,  
4         0x07, 0x0a, 0x02, 0x19,  
5         0x13, 0x12, 0x01, 0x15]  
6  
7 compute_cache = {}  
8 def compute(c):  
9     if compute_cache.get(c) is None:  
10        compute_cache[c] = (ord(c)*3+0x0d) % 0x1a  
11    return compute_cache[c]  
12  
13 if __name__ == "__main__":  
14     res = []  
15     chars = "0123456789abcdefghijklmnopqrstuvwxyz"  
16     for k in key:  
17         possible_chars = []  
18         for c in chars:  
19             if compute(c) == k:  
20                 possible_chars.append(c)  
21         res.append(possible_chars)  
22  
23     for i in range(max(len(l) for l in res)):  
24         print(" ".join(" " if i >= len(l) else l[i] for l in res))
```

script Python

compute(c) → fonction de hachage
du caractère c

Création d'une boucle for permettant
de comparer le hash de la vraie clé
avec le hash d'un caractère
hexadécimal

affichage des possibilités

Clé possibles :

```
ab015312acb123986a0b  
deigef    efgmlj d
```



Vérification des clés trouvées

Test de 6 clés différentes précédemment obtenues par le script python :

<pre>C:\Documents and Settings\Administrateur\Bureau>Projet.exe ab015312acb123986a0b CLE{*_!@!^C C:\Documents and Settings\Administrateur\Bureau> C:\Documents and Settings\Administrateur\Bureau>Projet.exe abd15312acb123986a0b CLE{*_!@!^C C:\Documents and Settings\Administrateur\Bureau>Projet.exe abde5312acb123986a0b CLE{*_!@!^C C:\Documents and Settings\Administrateur\Bureau>Projet.exe abde5312acbef3986adb CLE{*_!@!^C C:\Documents and Settings\Administrateur\Bureau>Projet.exe abde53e2acbef3986adb CLE{*_!@!^C C:\Documents and Settings\Administrateur\Bureau>Projet.exe abde53efacbef3986adb CLE{*_!@!^C C:\Documents and Settings\Administrateur\Bureau>Projet.exe abdei3efacbef3m86adb CLE{*_!@!^C</pre>	<pre>ab015312acb123986a0b abd15312acb123986a0b abde5312acb123986a0b abde5312acbef3986adb abde53e2acbef3986adb abde53efacbef3986adb abdei3efacbef3m86adb</pre>
--	---

⇒ différentes clés valables (hexadécimales et non-hexadécimales)



Conclusion

- Vérification si un débbugger est présent
- Accepte une clé < 64 caractères (hexadécimaux et non hexadécimaux)
- Différentes clé possibles : $2^{13} = 8192$ clés
- Très faible sécurité : on peut contourner la sécurité avec 1 caractère

```
C:\Documents and Settings\Administrateur\Bureau\ProjetLezghamSalaunBrun>Projet.exe a  
CLE{0↓_♣♣♣♣♣!!0}
```



Merci pour votre attention !