

1. Registres des processeurs x64

Registres 64 bits	Registres 32 bits	Registres 16 bits	Registres 8 bits	
RAX	EAX	AX	AH	AL
RBX	EBX	BX	BH	BL
RCX	ECX	CX	CH	CL
RDX	EDX	DX	DH	DL
RSI	ESI	SI		SIL
RDI	EDI	DI		DIL
RBP	EBP	BP		BPL
RSP	ESP	SP		SPL
R8	R8D	R8W		R8B
R9	R9D	R9W		R9B
R10	R10D	R10W		R10B
R11	R11D	R11W		R11B
R12	R12D	R12W		R12B
R13	R13D	R13W		R13B
R14	R14D	R14W		R14B
R15	R15D	R15W		R15B
RIP	EIP	IP		
	EFL	Flags		

Le tableau ci-dessus indique les différents registres des processeurs x64. Dans ces processeurs, la lettre finale B (Byte) indique un registre 8 bits, W (Word=mot) indique un registre 16 bits et D (Double word = mot double) un registre 32 bits.

- Quelle est le lien entre le registre RAX et le registre EAX ?
- Quelle est le lien entre le registre EAX et le registre AX ?
- Quelle est le lien entre le registre AX et les registres AH et AL ?
- Sachant qu'une case mémoire peut contenir 8 bits, quelle est en octets, la taille de l'espace mémoire qu'on peut adresser avec une adresse codée sur 16 bits ?
- Même question pour une adresse codée sur 20 bits ?
- Même question pour une adresse codée sur 32 bits ?
- Même question pour une adresse codée sur 64 bits ?
- Si le registre 64 bits RAX contient $(ABCDEF0123456789)_{16}$, quel est le contenu en hexa des registres suivants :
 - AH = ?
 - AL = ?
 - AX = ?
 - EAX = ?
- Le registre RSP (Stack Pointer) sert à pointer vers la prochaine case libre de la pile. Quelle est le rôle de la pile ?
- Que contient le registre des indicateurs EFL ? Quand est-il modifié ?

2. Premier programme

Le programme C++ ci-dessous écrit dans le fichier **main.cpp** fait appel à une fonction en ASM x64 écrite dans le fichier **prog.asm**.

main.cpp

```
#include <iostream>
using namespace std;

extern "C" int somme(int a, int b);

int main()
{
    int a, b;

    cout << "Entrez un premier entier : "; cin >> a;
    cout << "Entrez un deuxieme entier : "; cin >> b;

    cout << a << " + " << b << " = " << somme(a,b) << endl;

    return 0;
}
```

prog.asm

```
.CODE

    somme    PROC

        MOV  EAX,ECX
        ADD  EAX,EDX

        RET

    somme    ENDP

END
```

- Expliquez le rôle de la ligne `extern "C" int somme(int a, int b);`
- Que définissent les lignes `.CODE` et `END` ?
- Que définissent les lignes `somme PROC` et `somme ENDP` ?
- Quelle est la taille en bits des paramètres a et b et quels registres sont utilisés pour transmettre leurs valeurs à la fonction somme ?
- Quelle est la taille en bits de la valeur retournée par la fonction somme et quel registre est utilisé pour cela ?
- Que fait l'instruction `MOV EAX,ECX` ?
- Que fait l'instruction `ADD EAX,EDX` ?

3. Programme avec section de données

Le programme ci-dessous contient des variables.

```
.DATA
var1    BYTE    5
var2    WORD    8
var3    DWORD    7
var4    QWORD    9
var5    TBYTE    3
var6    REAL4    6.25
var7    REAL8    2.5
var8    DB      2
var9    DB      '2'
var10   DB      -2, 128, -128, 12
var11   DB      'abc',0
var12   DB      ?

.CODE

fct PROC

    MOV AL,var1
    MOV BL,var8
    ADD AL,BL
    MOV var12,AL

    RET

fct ENDP

END
```

- Quel est le rôle de la ligne `.DATA` ?
- La section DATA commence à l'adresse mémoire 0x00007FF75E93E080. Le contenu de la mémoire à partir de cette adresse est indiqué ci-dessous.

Adresse	Contenu hexa	Contenu ASCII
0x00007FF75E93E080	05 08 00 07 00 00 00 09 00 00 00 00 00 00 00 03
0x00007FF75E93E090	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 c8 40 00 00È@...
0x00007FF75E93E0A0	00 00 00 04 40 02 32 fe 80 80 0c 61 62 63 00 00@.2p€€.abc..
0x00007FF75E93E0B0	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00

En vous aidant de cette copie d'écran, remplissez le tableau ci-dessous.

Variable	Adresse de début	Nombre d'octets	Contenu des octets en hexa	Explication
var1				
var2				
var3				
var4				
var5				
var6				
var7				
var8				
var9				
var10				
var11				
var12				

- Que remarquez-vous en général pour toutes les variables ?
- Que remarquez-vous en particulier pour la variable var10 ?
- Quel autre type peut-on utiliser à la place respectivement de BYTE, WORD, DWORD, QWORD, TWORD ?
- Le tableau ci-dessous indique le code machine généré pour les instructions du programme.

Adresse mémoire	Code Machine	Instruction
0x00007FF75E931CD0	8A 05 AA C3 00 00	MOV AL , var1
0x00007FF75E931CD6	8A 1D C9 C3 00 00	MOV BL , var8
0x00007FF75E931CDC	02 C3	ADD AL , BL
0x00007FF75E931CDE	88 05 CB C3 00 00	MOV var12 , AL

Sachant que :

- L'adresse de l'instruction MOV AL , var1 est 0x00007FF75E931CD0
- L'adresse de la variable var1 est 0x00007FF75E93E080
- Le code opératoire de l'instruction MOV AL , <variable> est 8A 05

comment pouvez-vous expliquer que le champ DATA ou Adresse de cette instruction est égal à AA C3 00 00 ?

- Que fait ce programme ?

4. Si ... alors... sinon

Considérons le programme ci-dessous.

main.cpp

```
#include <iostream>
using namespace std;
extern "C" unsigned char majorite(unsigned int age);

int main()
{
    unsigned int age;
    cout << "Quel est votre age ? : "; cin >> age;
    if (majorite(age)) cout << "Vous etes Majeur." << endl;
    else               cout << "Vous etes Mineur." << endl;

    return 0;
}
```

prog.asm

```
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17

.CODE

    majorite    PROC

        si_supegal18 :  CMP ECX,18
                        JAE alors_majeur

        sinon_mineur :  MOV AL,0
                        JMP fin_si

        alors_majeur :  MOV AL,1

        fin_si      :  RET

    majorite    ENDP

END
```

- Comparer les instructions en lignes 6 et 9.
- Que fait le programme ?

5. Boucles et tableaux

```
1  .DATA
2      tab_src      DWORD    15 , 80 , 99 , 45 , 8 , 51 , 3 , 19 , 75 , 10
3      tab_dest     DWORD    10 DUP (?)
4
5  .CODE
6      multiple3    PROC
7
8                      MOV RSI,0
9                      MOV RDI,0
10                     MOV EBX,3
11
12                     boucle :
13
14                         MOV EDX,0
15                         MOV EAX,tab_src[RSI*4]
16
17                         DIV EBX
18
19                         CMP EDX,0
20                         JNE suivant
21
22                     multiple :
23                         MOV ECX,tab_src[RSI*4]
24                         MOV tab_dest[RDI*4],ECX
25                         INC RDI
26
27                     suivant :
28                         INC RSI
29                         CMP RSI,9
30                         JBE boucle
31
32                         RET
33
34      multiple3    ENDP
35  END
```

Le programme ci-dessus utilise un tableau **tab_src** de dix nombres, recherche les multiples de 3 et les copie dans un autre tableau **tab_dest**.

- Comment est déclaré le deuxième tableau **tab_dest** ?
- Quels sont les registres qui sont utilisés comme indice pour ces tableaux ?
- Quel est le rôle de la ligne 9 ?
- Quel est le rôle des lignes 11 et 12 ?
- Pourquoi les indices RSI et RDI sont-ils multipliés par 4 dans les lignes 12, 19 et 20 ?
- Expliquez comment fonctionne la division de la ligne 14.
- Quel est le rôle de la ligne 17 ?
- Est-il possible de remplacer les 2 instructions des lignes 19 et 20 par une seule instruction `MOV tab_dest[RDI*4] , tab_src[RSI*4]` ?
- Quel est le rôle de la ligne 25 ?
- Quel est le contenu du tableau **tab_dest** à la fin du programme ?
- Expliquez ce que fait le programme.
- Que faudrait-il changer dans le programme si on veut qu'il fonctionne aussi avec des valeurs négatives ?

6. A vous de jouer

Soit un nombre entier naturel n sur 64 bits. Ecrire un programme en ASM x64 qui, en utilisant une seule boucle, calcule la somme $S = 1 + 2 + \dots + n$ et le produit $P = 1 \times 2 \times \dots \times n$.