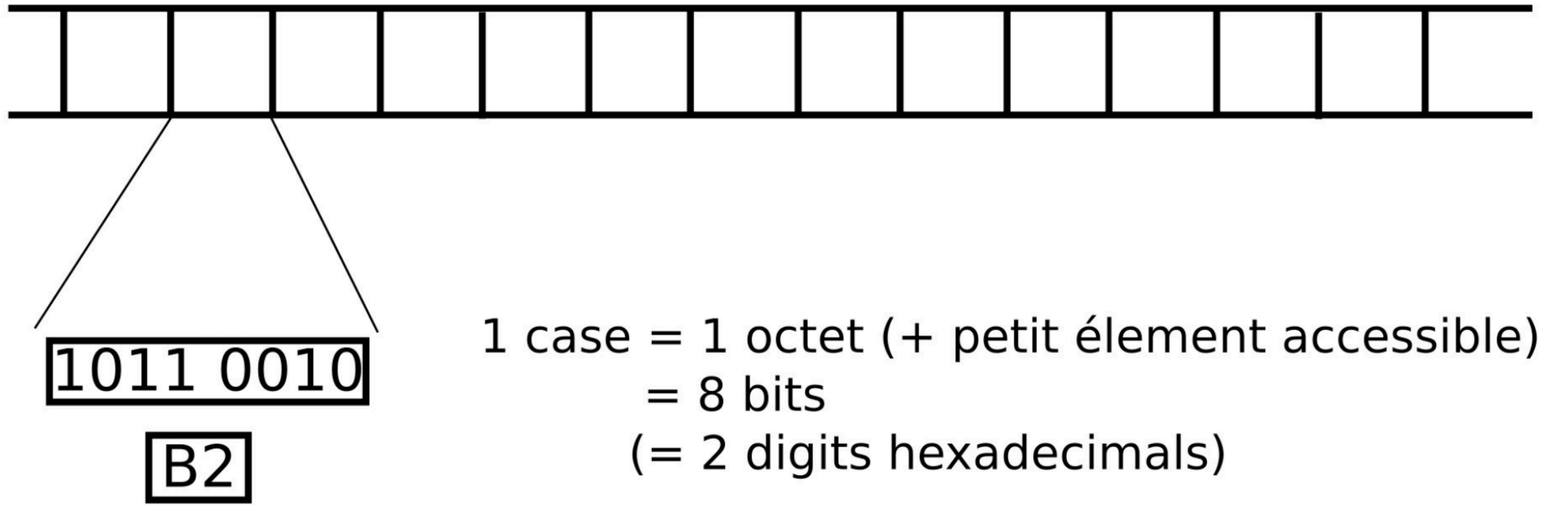
C++ (/C) Organisation mémoire

Organisation mémoire

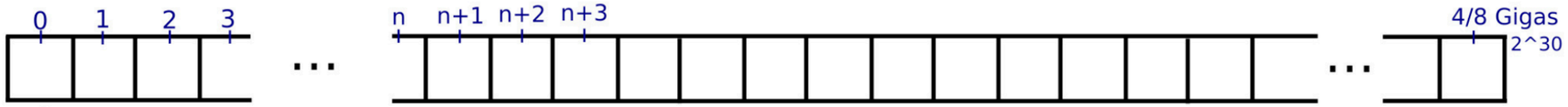
Mémoire RAM = Suite élément mémoire



1 case = 1 octet (+ petit élement accessible)
= 8 bits
(= 2 digits hexadecimals)

Indexation

Chaque case est numérotée: son adresse



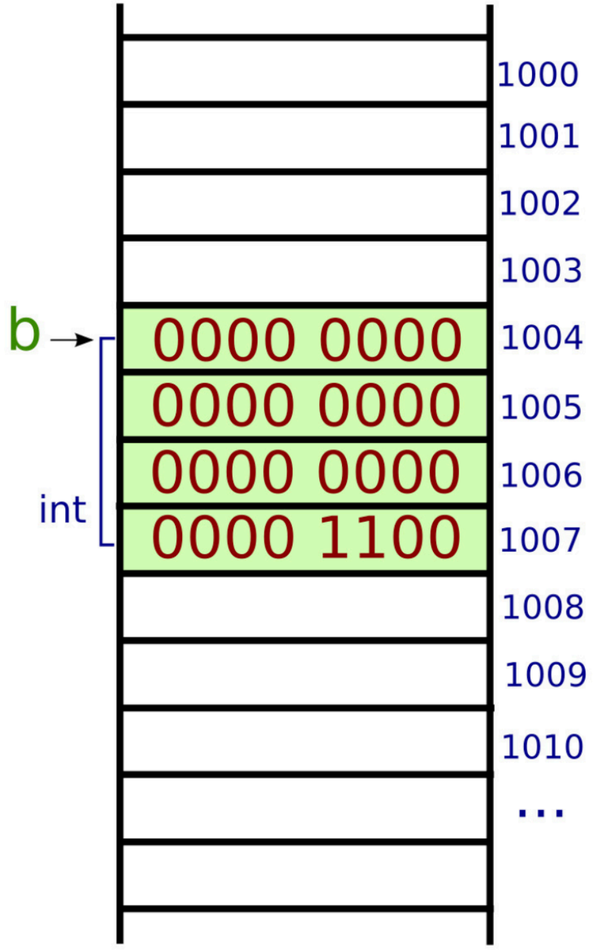
Rem. Pointeur NULL = Pointeur vers la case numéro 0

Variable en mémoire

Instancier une variable revient à

```
int b=12;
```

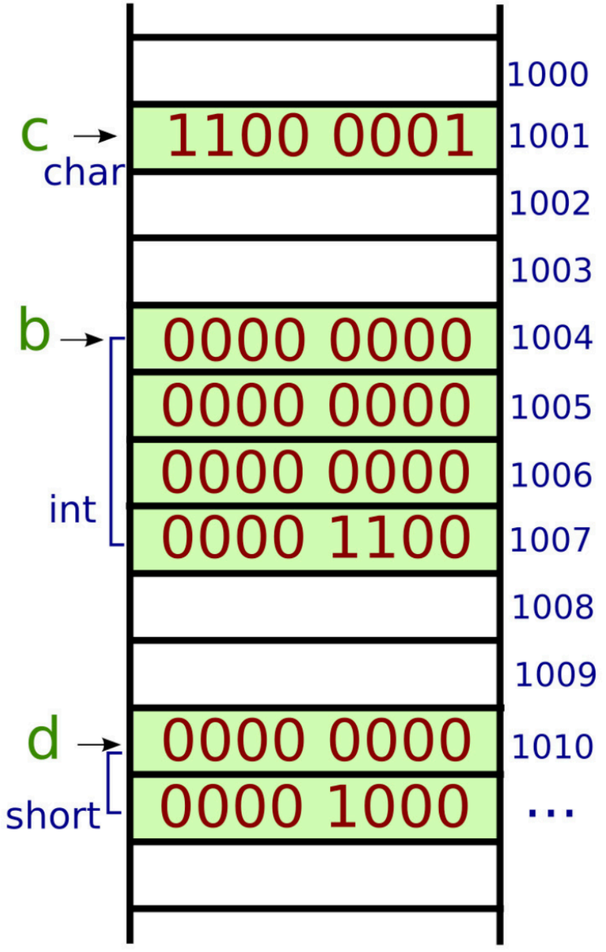
- Prendre une case en mémoire
- Taille de la case donnée par le type
  (gestion int<=>4 octets géré par le code C)
- Désigner cette case par le nom de variable
  (gestion nom [b]<=>@1004 géré par le code C)
- Remplire la case par la valeur désignée



Variables en mémoire

Plusieurs variables, pas forcément contigues

```
int b=12;
char c='a';
short d=8;
```



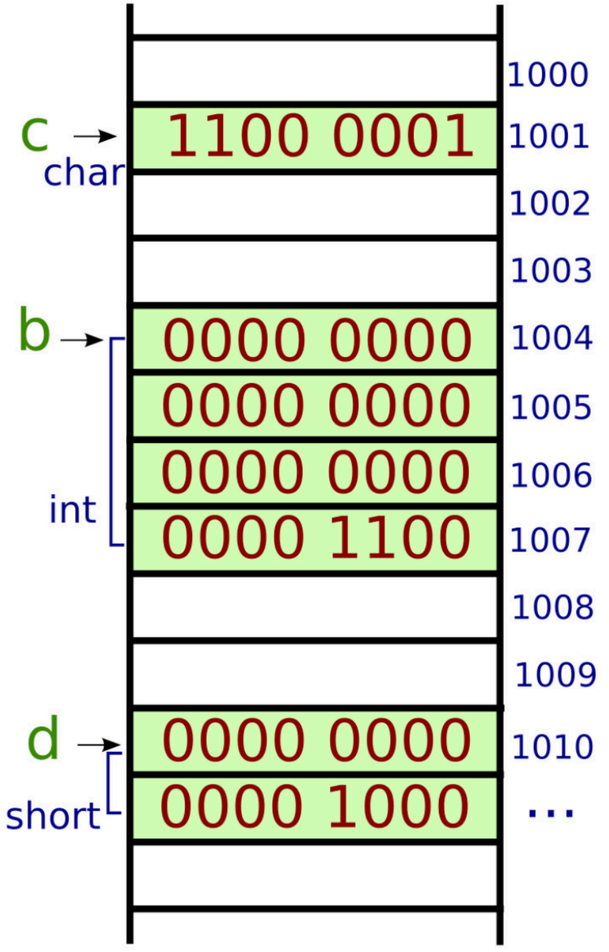
Variables en mémoire

```
int b=12;
char c='a';
short d=8;
```

Au niveau assembleur:

- Pour lire la valeur de b:
  - On se place sur l'élément @1004 en RAM
  - On lit 4 octets (int)
- Pour lire la valeur de c:
  - On se place sur l'élément @1001 en RAM
  - On lit 1 octet (char)
- Pour lire la valeur de d:
  - On se place sur l'élément @1010 en RAM
  - On lit 2 octets (short)

Géré automatiquement par le code C

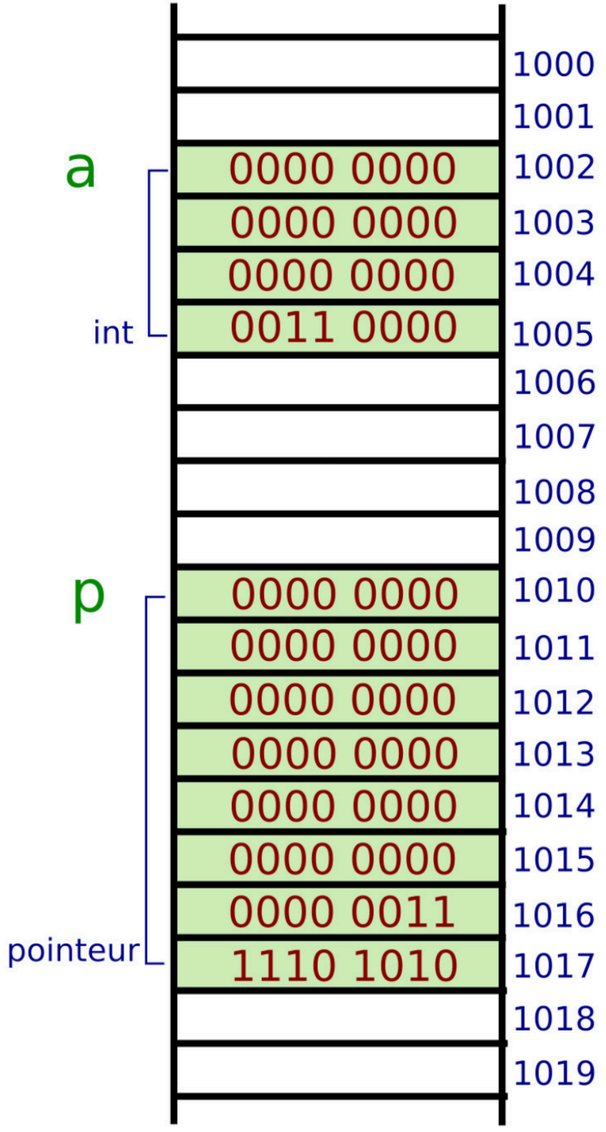


Pointeurs

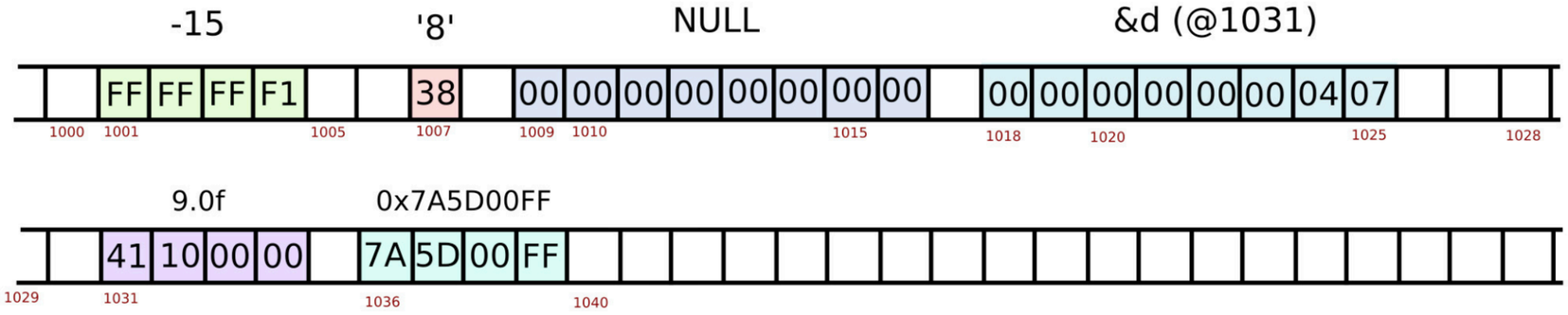
Une variable de type adresse/pointeur:
- Contient le numéro d'une case mémoire
- Le type encode la taille du type pointé
- Est stockée comme une variable de 4/8 octets

```
int a=48;
int* p=&a:
```

Le type pointé
- n'est pas nécessaire pour le stockage
- est utile pour lire la valeur de *p



Variables en mémoire



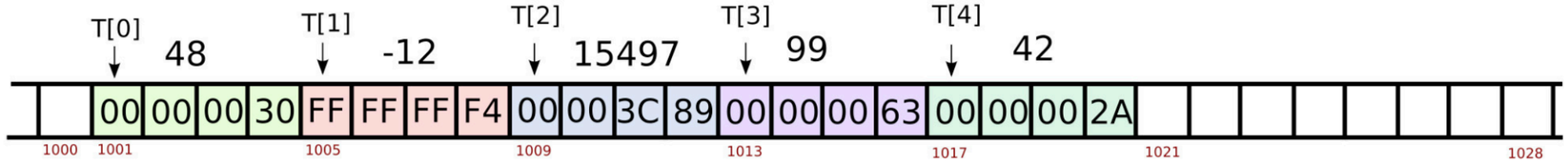

```
int a=-15;
char b='8';
int c=0x7A5D00FF;
float d=9.0f;
float *p1=NULL;
float *p2=&d;
```

Contiguités - tableaux

En C, deux manière de définir des éléments contigues en mémoire.

- 1: Tableau (éléments de même types)

```
int T[5]={48,-12,15497,99,42};
```



Rem: Le code C *stocke* que T vaut 1001 (à la compilation)

T[0] vient lire 4 octets (int) à partir de 1001
T[1] vient lire 4 octets (int) à partir de 1001+1*4 (4=sizeof(int))
T[2] vient lire 4 octets (int) à partir de 1001+2*4

Attention: *(T+i) doit lire 4 octets à partir de 1001+i*4

=> T+1 ne vaut pas 1002!
T+1 vaut 1001+1*sizeof(int)=1005 !
T+i vaut 1001+i*sizeof(int)

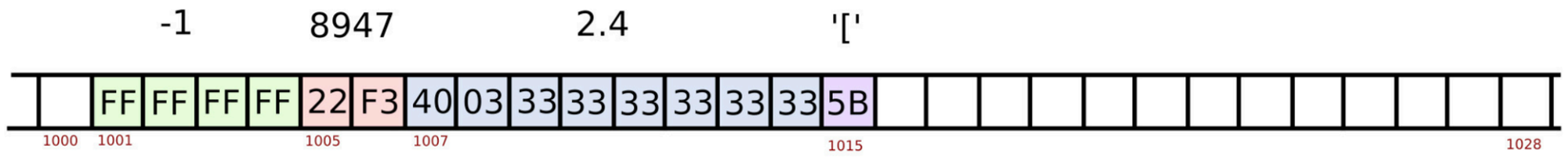
Arithmétique des pointeurs dépend de la taille du type!

Contiguités - structs

En C, deux manière de définir des éléments contigues en mémoire.

- 2: Structures (types hétérogènes)

```
struct s
{ int a; short b; double c; char d; };

struct s={-1, 8947, 2.4, '['};
```



s.a vient lire 4 octets (type int) à partir de 1001
s.b vient lire 2 octets (type short) à partir de 1005
s.c vient lire 8 octets (type double) à partir de 1007
s.d vient lire 1 octet (type char) à partir de 1015

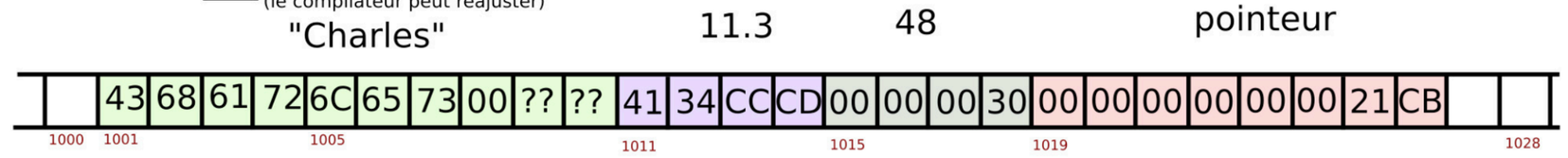
Contiguités - structs

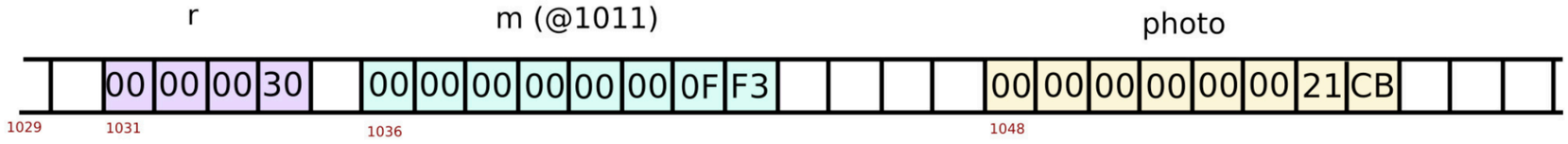
```
struct etudiant
{
 char nom[10];
 float moyenne;
 int rang;
 FILE* photo;
};
```

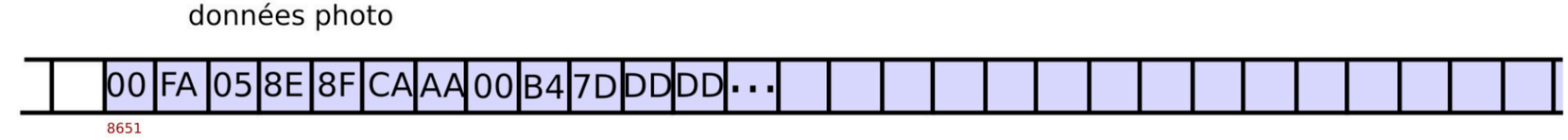
```
FILE* photo=fopen(...)
 ...
struct etudiant e={"Charles",11.3,48,photo};
int r=e.rang;
float *m=&e.moyenne;
```

@8651

⚠ Taille non multiple de 4
(le compilateur peut réajuster)

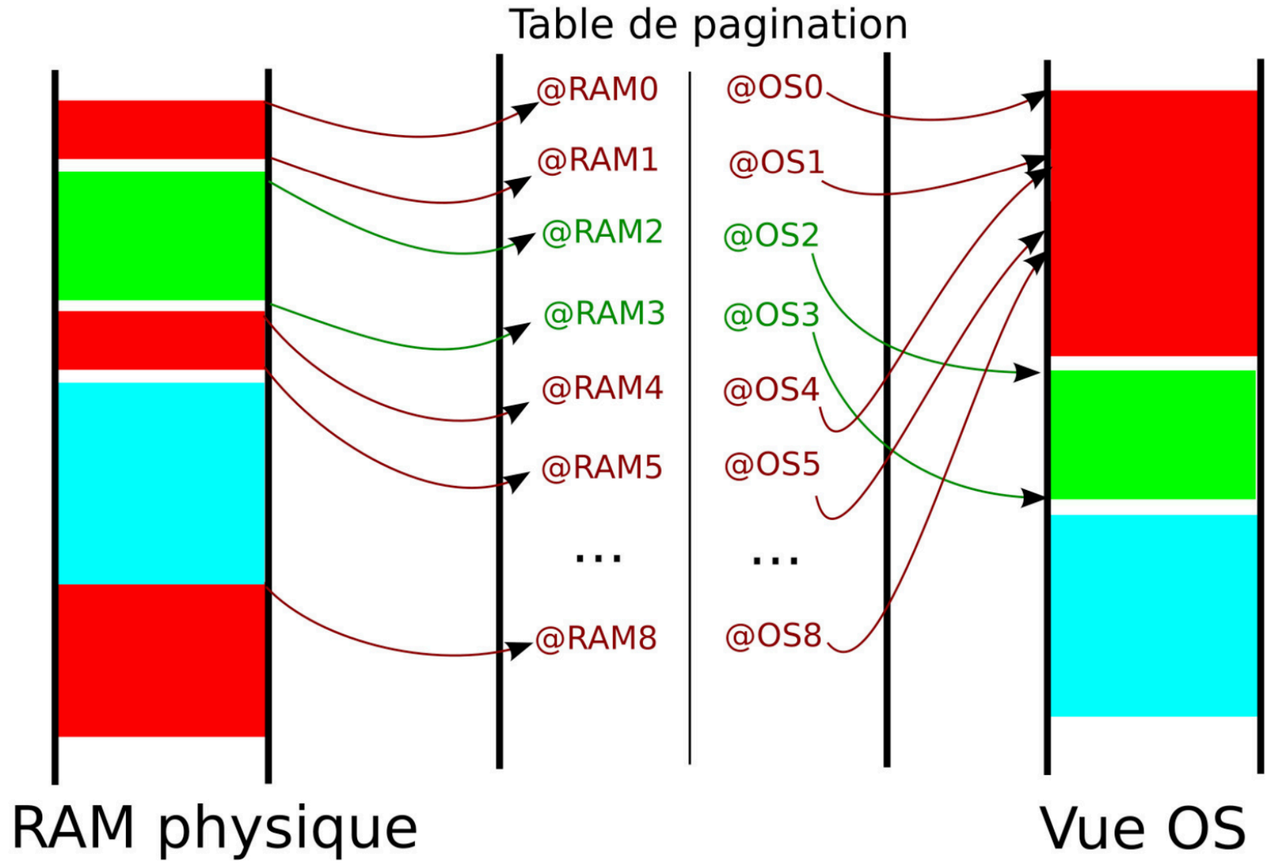






Mapping mémoire

En pratique:
RAM fragmentée, pas forcément d'espace contigue
L'OS "fait croire" qu'il y a de la mémoire contigue (pagination)



Endianness

Ex.
Le nombre stocké en "long long" valant 8

00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 08

Il faut lire beaucoup d'octets avant de connaitre la valeur

=> Sur les système **little endian**, ont stocke/lit les octets de poids faibles d'abord.

Little Endian: (Intel, ...)

08 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00

Big Endian: (Motorola, anciens Macintosh)

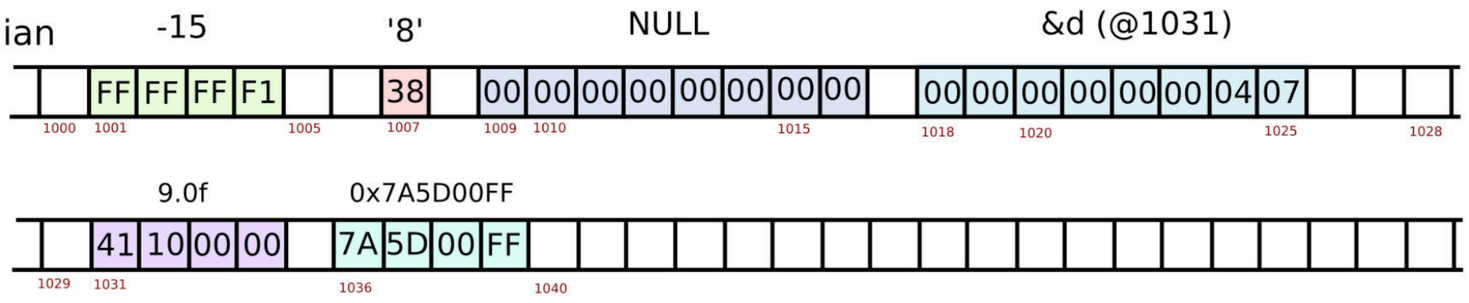
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 08

Endianness - structs

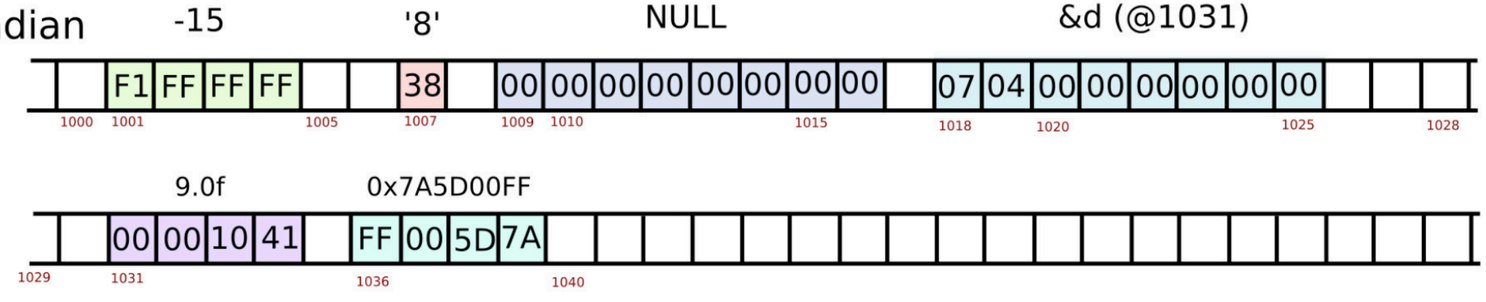
En pratique, on inverse les octets de chaque entitée

```
int a=-15; char b='8';
int c=0x7A5D00FF; float d=9.0f;
float *p1=NULL; float *p2=&d;
```

Big Endian



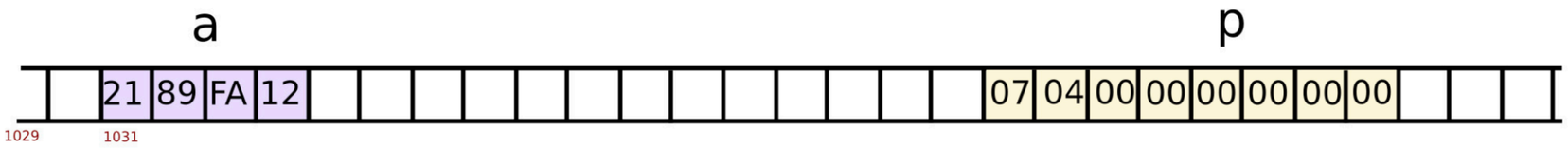
Little Endian



Pointeurs

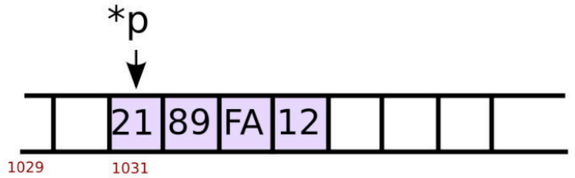
Il est possible de lire n'importe quel octet de la mémoire et allant le "pointer" avec un char*

Ex.
```
int a=0x12FA8921;
char *p=&a;
```



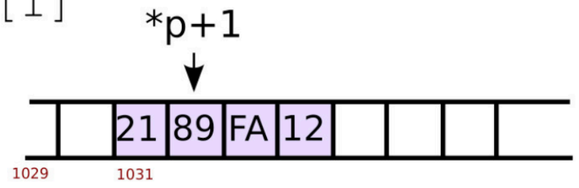

```
char c0=*p; //ou p[0]
printf("%x\n",c0);
```

> 21




```
char c1=*(p+1); //ou p[1]
printf("%x\n",c1);
```

> 89

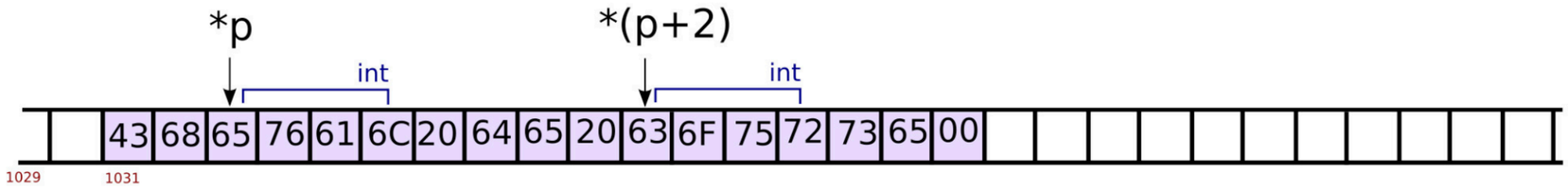


Pointeurs - tableaux

Autre type de pointeurs

Ex. `char T[17]="Cheval de course";`
`int *p=&T[2];`

43 68 65 76 61 6C 20 64 65 20 63 6F 75 72 73 65 00



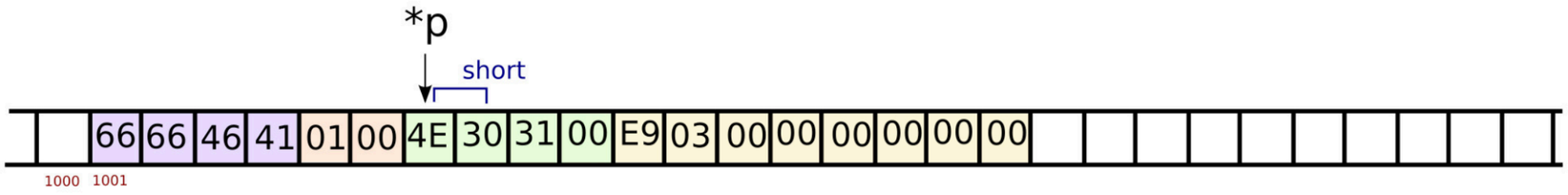

```
printf("%x\n",*p);      > 6C 61 76 65

printf("%d\n",*p);      > 1818326629


printf("%x\n",p[2]);    > 72 75 6F 63

printf("%d\n",p[2]);    > 1920298851
```

Pointeurs - structures

```
struct noeud
{
 float valeur;
 short id;
 char nom[4];
 struct noeud* suivant;
};
```

```
struct noeud n={12.4,1,"N01",NULL};
n.suivant=&n;
```

```
12.4   -> 41 46 66 66
1      -> 00 01
"N01"  -> 4E 30 31 00
NULL   -> 00 00 00 00 00 00 00 00
1001   -> 00 00 00 00 00 00 03 E9
```



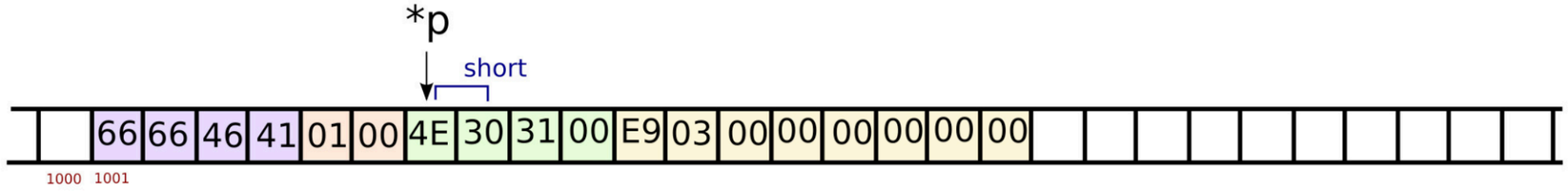

```
short *p=&n.nom;
printf("%x\n",*p);        > 30 4E

printf("%x\n",p[1]);      > 00 31
printf("%s\n",p[1]);      > 49

printf("%x\n",p[-1]);     > 00 01
printf("%s\n",p[-1]);     > 01
```

Pointeurs - structures

```
struct noeud
{
 float valeur;
 short id;
 char nom[4];
 struct noeud* suivant;
};
```

```
struct noeud n={12.4,1,"N01",NULL};
n.suivant=&n;
```

```
12.4   -> 41 46 66 66
1      -> 00 01
"N01"  -> 4E 30 31 00
NULL   -> 00 00 00 00 00 00 00 00
1001   -> 00 00 00 00 00 00 03 E9
```




```
short *p=&n.nom;
printf("%s\n",p-3); // ou &p[-3]
```

> ffDA 00 01