

Programmation « orientée système »

LANGAGE C – POINTEURS (4/5)

Jean-Cédric Chappelier

Laboratoire d'Intelligence Artificielle
Faculté I&C

Objectifs du cours d'aujourd'hui

Les pointeurs en pratique :

- ▶ Passage par référence
 - ▶ en Java ?
 - ▶ retour sur le « swap »
- ▶ copie profonde

En Java

En Java, il n'y a essentiellement que des passages par ...

En Java

En Java, il n'y a essentiellement que des passages par ...

Ah oui ?

Considérez **la** fonction suivante (« la » dépend de votre réponse) :

```
public static void f(Object o1,  
                    Object o2)  
{  
    o1 = o2;  
}  
  
f(a, b);  
b.modif(42);
```

```
public static void f(Object o1,  
                    Object o2)  
{  
    o1.modif( o2.getSomeValue() );  
}  
  
f(a, b);
```

a est-il modifié ?

En Java

En Java, il n'y a essentiellement que des passages par ...

Ah oui ?

Considérez **la** fonction suivante (« la » dépend de votre réponse) :

```
public static void f(Object o1,
                    Object o2)
{
    o1 = o2;
}

f(a, b);
b.modif(42);
```

```
public static void f(Object o1,
                    Object o2)
{
    o1.modif( o2.getSomeValue() );
}

f(a, b);
```

a est-il modifié ?

NON!

OUI!

Pointeurs et passage par référence (piqûre de rappel)

Souvenez-vous de la première semaine sur les pointeurs (semaine 5) :

```
void swap(int* a, int* b) {  
    int tmp = *a;  
    *a = *b;  
    *b = tmp;  
}
```

Pourquoi n'a-t-on pas écrit :

```
void swap(int* a, int* b) {  
    int* tmp = a;  
    a = b;  
    b = tmp;  
}
```

Que se passe-t-il dans ce second cas ?

Pointeurs et passage par référence (piqûre de rappel)

Souvenez-vous de la première semaine sur les pointeurs (semaine 5) :

```
void swap(int* a, int* b) {  
    int tmp = *a;  
    *a = *b;  
    *b = tmp;  
}
```

Pourquoi n'a-t-on pas écrit :

```
void swap(int* a, int* b) {  
    int* tmp = a;  
    a = b;  
    b = tmp;  
}
```

Que se passe-t-il dans ce second cas ?

☞ apparemment rien (« le `swap` ne marche pas »)

Pointeurs et passage par référence (piqûre de rappel)

```
void swap(int* a, int* b) {  
    int* tmp = a;  
    a = b;  
    b = tmp;  
}
```

Que se passe-t-il ?

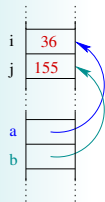


```
swap(&i, &j);
```


Pointeurs et passage par référence (piqûre de rappel)

```
void swap(int* a, int* b) {  
    int* tmp = a;  
    a = b;  
    b = tmp;  
}
```

Que se passe-t-il ?



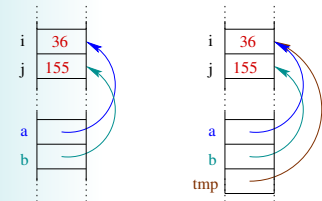
```
swap(&i, &j);
```

1) `a=&i` et `b=&j`

Pointeurs et passage par référence (piqûre de rappel)

```
void swap(int* a, int* b) {
    int* tmp = a;
    a = b;
    b = tmp;
}
```

Que se passe-t-il ?



```
swap(&i, &j);
```

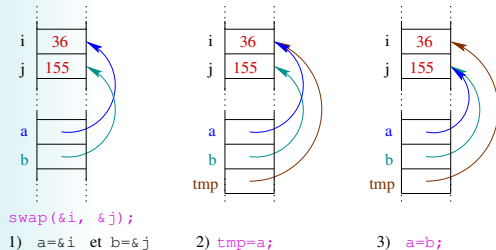
1) `a=&i` et `b=&j`

2) `tmp=a;`

Pointeurs et passage par référence (piqûre de rappel)

```
void swap(int* a, int* b) {
    int* tmp = a;
    a = b;
    b = tmp;
}
```

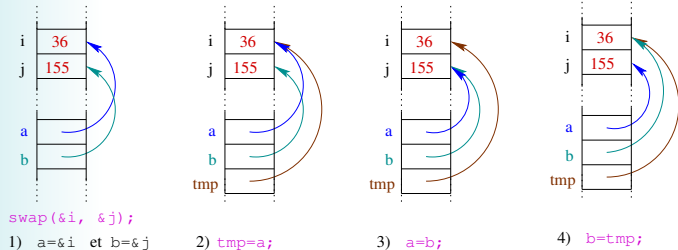
Que se passe-t-il ?



Pointeurs et passage par référence (piqûre de rappel)

```
void swap(int* a, int* b) {
    int* tmp = a;
    a = b;
    b = tmp;
}
```

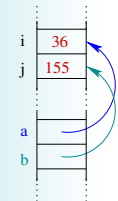
Que se passe-t-il ?



Pointeurs et passage par référence (piqûre de rappel)

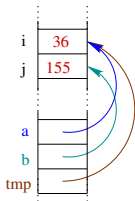
```
void swap(int* a, int* b) {
    int* tmp = a;
    a = b;
    b = tmp;
}
```

Que se passe-t-il ?

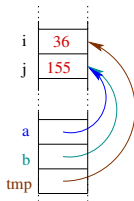


```
swap(&i, &j);
```

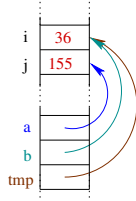
1) `a=&i` et `b=&j`



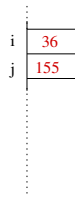
2) `tmp=a;`



3) `a=b;`



4) `b=tmp;`

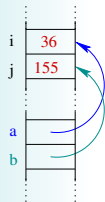


5) ...suite du
programme...

Pointeurs et passage par référence (piqûre de rappel)

```
void swap(int* a, int* b) {  
    int tmp = *a;  
    *a = *b;  
    *b = tmp;  
}
```

Code correct, là ça fonctionne :



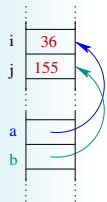
```
swap(&i, &j);
```

1) a=&i et b=&j

Pointeurs et passage par référence (piqûre de rappel)

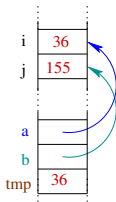
```
void swap(int* a, int* b) {
    int tmp = *a;
    *a = *b;
    *b = tmp;
}
```

Code correct, là ça fonctionne :



```
swap(&i, &j);
```

1) `a=&i` et `b=&j`

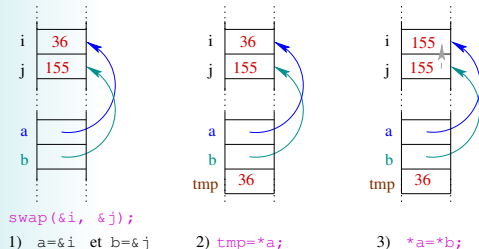


2) `tmp=*a;`

Pointeurs et passage par référence (piqûre de rappel)

```
void swap(int* a, int* b) {
    int tmp = *a;
    *a = *b;
    *b = tmp;
}
```

Code correct, là ça fonctionne :



`swap(&i, &j);`

1) `a=&i` et `b=&j`

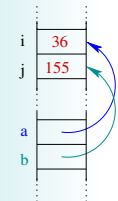
2) `tmp=*a;`

3) `*a=*b;`

Pointeurs et passage par référence (piqûre de rappel)

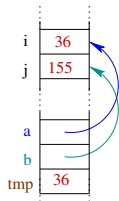
```
void swap(int* a, int* b) {
    int tmp = *a;
    *a = *b;
    *b = tmp;
}
```

Code correct, là ça fonctionne :

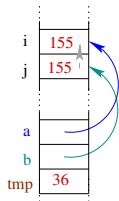


`swap(&i, &j);`

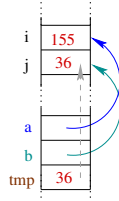
1) `a=&i` et `b=&j`



2) `tmp=*a;`



3) `*a=*b;`

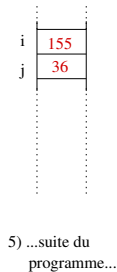
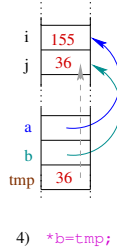
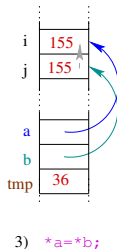
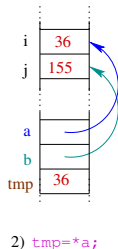
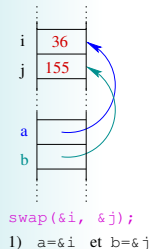


4) `*b=tmp;`

Pointeurs et passage par référence (piqûre de rappel)

```
void swap(int* a, int* b) {
    int tmp = *a;
    *a = *b;
    *b = tmp;
}
```

Code correct, là ça fonctionne :



Pointeurs et passage par référence Et en Java ?

Comment écrire `swap` en Java ?

Pointeurs et passage par référence

Et en Java ?

Comment écrire `swap` en Java ?

```
public static void swap(Object o1, Object o2) {  
    Object tmp = o1;  
    o1 = o2;  
    o2 = tmp;  
}
```

Pointeurs et passage par référence

Et en Java ?

Comment écrire `swap` en Java ?

```
public static void swap(Object o1, Object o2) {  
    Object tmp = o1;  
    o1 = o2;  
    o2 = tmp;  
}
```

ne fonctionne pas !

Pointeurs et passage par référence

Et en Java ?

Comment écrire `swap` en Java ?

```
public static void swap(Object o1, Object o2) {  
    Object tmp = o1;  
    o1 = o2;  
    o2 = tmp;  
}
```

ne fonctionne pas !

...où plutôt fonctionne **exactement** comme le mauvais exemple C précédent.

Pointeurs et passage par référence

Et en Java ?

Comment écrire `swap` en Java ?

```
public static void swap(Object o1, Object o2) {  
    Object tmp = o1;  
    o1 = o2;  
    o2 = tmp;  
}
```

ne fonctionne pas !

...où plutôt fonctionne **exactement** comme le mauvais exemple C précédent.

Pourquoi ?

Pointeurs et passage par référence

Et en Java ?

Comment écrire `swap` en Java ?

```
public static void swap(Object o1, Object o2) {  
    Object tmp = o1;  
    o1 = o2;  
    o2 = tmp;  
}
```

ne fonctionne pas !

...où plutôt fonctionne **exactement** comme le mauvais exemple C précédent.

Pourquoi ?

En Java, que signifie

```
Object o1;
```

Qu'est `o1` ?

Et que signifie

```
o1 = o2;
```


Pointeurs et passage par référence

Et en Java ?

Comment écrire `swap` en Java ?

```
public static void swap(Object o1, Object o2) {  
    Object tmp = o1;  
    o1 = o2;  
    o2 = tmp;  
}
```

ne fonctionne pas !

...où plutôt fonctionne **exactement** comme le mauvais exemple C précédent.

Pourquoi ?

En Java, que signifie

```
Object o1;
```

Qu'est `o1` ?

Et que signifie

```
o1 = o2;
```

- ☞ `o1` est une **référence vers** un « Object » (au sens commun),
et « `o1 = o2;` » signifie que les deux référencent la *même zone mémoire* !

Pointeurs et passage par référence

Et en Java ?

Comment écrire `swap` en Java ?

```
public static void swap(Object o1, Object o2) {  
    Object tmp = o1;  
    o1 = o2;  
    o2 = tmp;  
}
```

ne fonctionne pas !

...où plutôt fonctionne **exactement** comme le mauvais exemple C précédent.

Solution ?

Pointeurs et passage par référence

Et en Java ?

Comment écrire `swap` en Java ?

```
public static void swap(Object o1, Object o2) {  
    Object tmp = o1;  
    o1 = o2;  
    o2 = tmp;  
}
```

ne fonctionne pas !

...où plutôt fonctionne **exactement** comme le mauvais exemple C précédent.

Solution ? Il faut fournir l'équivalent de l'opération « `*b=*a` », c'est-à-dire un opérateur de copie de contenu :

```
public static void swap(ObjetCopiable o1, ObjetCopiable o2) {  
    ObjetCopiable tmp = new ObjetCopiable();  
    tmp.contentcopy(o1);  
    o1.contentcopy(o2);  
    o2.contentcopy(tmp);  
}
```

Pointeurs et passage par référence

Et en Java ?

Comment écrire `swap` en Java ?

```
public static void swap(Object o1, Object o2) {  
    Object tmp = o1;  
    o1 = o2;  
    o2 = tmp;  
}
```

ne fonctionne pas !

...où plutôt fonctionne **exactement** comme le mauvais exemple C précédent.

Solution ? Il faut fournir l'équivalent de l'opération « `*b=*a` », c'est-à-dire un opérateur de copie de contenu :

```
public static void swap(ObjetCopiable o1, ObjetCopiable o2) {  
    ObjetCopiable tmp = new ObjetCopiable();  
    tmp.contentcopy(o1);  
    o1.contentcopy(o2);  
    o2.contentcopy(tmp);  
}
```

mais **ATTENTION!** cette méthode `contentcopy` doit effectuer une **copie profonde** (c.-à-d. appeler et redéfinir `clone()` là où nécessaire).

Copie profonde et copie de surface

Considérons la structure suivante en C, somme toute assez naturelle :

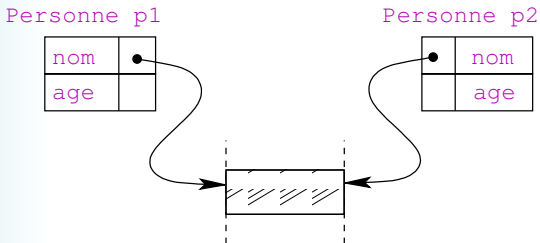
```
typedef struct {  
    char* nom;  
    int age;  
} Personne;
```

Quel(s) problème(s) potentiel(s) cette structure cache-t-elle ?

Copie profonde et copie de surface

J'en vois au moins deux :

1. intégrité des données (partage d'une zone pointée) :



2. problèmes plus spécifiques liés aux chaînes de caractères en C
(`char*` .vs. `const char*`) :

```
quidam.nom = "Eugénie";
```

Copie profonde et copie de surface

Voici un code qui va nous servir d'exemple :

```
#include <stdio.h> /* pour printf() */
#include <stdlib.h> /* pour malloc() et free() */
#include <string.h> /* pour strncpy() */

/* on verra plus tard... */
#define MAX_NOM 100

/*
   une petite structure toute simple...
   ...mais pleine de surprises potentielles !!
*/
typedef struct {
    char* nom;
    int age; // unsigned serait mieux...
} Personne;
```

```
/* ----- une fonction utilitaire ----- */
void print_personne(const char* entete, const Personne* p)
{
    if (entete != NULL) fputs(entete, stdout);
    if (p->nom != NULL) /* C'est la même chose que (*p).nom */
        printf("%s - %d\n", p->nom, p->age);
    else
        printf("Personne non définie\n");
}

/* ---- et maintenant : le programme ! ---- */
int main(void)
{
    /* ===== CHAPITRE 1 : const char* ===== */

    Personne pierre = { "Pierre", 12 }; /* (1): faute : devrait au
                                         moins etre const ! */

    Personne quidam;

    print_personne("1) pierre : ", &pierre);

    strncpy(pierre.nom, "Gustave", 7); /* SEGV : illustration de (1) */

    pierre.nom = "Gustave"; /* (2) : pas mieux que (1) ! */
    print_personne("2) pierre : ", &pierre);
}
```



```
/* bonne façon de faire : allocation dynamique */
pierre.nom = calloc(MAX_NOM+1, sizeof(char));
if (pierre.nom == NULL) { /* ... */ return 1; }
pierre.nom[MAX_NOM] = '\\0'; /* pourquoi cette ligne ? */
strncpy(pierre.nom, "Eugène", MAX_NOM); /* maintenant ça joue */
print_personne("3) pierre : ", &pierre);

/* ==== CHAPITRE 2 : copie de surface ===== */
quidam = pierre;
print_personne("4) quidam : ", &quidam);
/* ... */
strncpy(quidam.nom, "Charles-Édouard", MAX_NOM);
quidam.age = 22;

print_personne("5) quidam : ", &quidam);
print_personne(" pierre : ", &pierre);
printf("adresse pointee par quidam.nom: %08x\\n",
       (unsigned int) quidam.nom);
printf("adresse pointee par pierre.nom: %08x\\n",
       (unsigned int) pierre.nom);

/* !! ne pas oublier la règle d'or de l'allocation dynamique */
free(pierre.nom);

return 0;
```

Copie profonde et copie de surface

(sans le SEGV) on obtient :

```
1) pierre : Pierre - 12
2) pierre : Gustave - 12
3) pierre : Eugène - 12
4) quidam : Eugène - 12
5) quidam : Charles-Édouard - 22
   pierre : Charles-Édouard - 12
adresse pointee par quidam.nom: 0804a008
adresse pointee par pierre.nom: 0804a008
```

(programme à disposition sur le site web du cours)

Copie profonde et copie de surface

Solutions ?

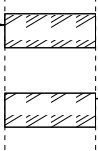
1. au problème 1 : faire une copie **profonde**

```
void copie(const Personne* a_copier, Personne* clone)
{ /* Attention ! Suppose ici que le clone a la place
  * pour recevoir son nom !
  * On pourrait améliorer ici en faisant de la réallocation.
  */
  strncpy(clone->nom, a_copier->nom, MAX_NOM);
  clone->age = a_copier->age;
}
```

Personne p1



Personne p2



Copie profonde et copie de surface

Solutions ?

2. au problème 2 : faire attention aux `const char*!!`

Une chaîne de caractères littérale (par exemple "Gustave") est en fait un `const char*` pointant sur de la mémoire que le programmeur n'a **pas le droit de manipuler**.

À n'utiliser donc que pour des chaînes de caractères qui restent constantes. Sinon, utiliser une copie, par exemple :

```
/* dest a au moins taille+1 char */  
strncpy(dest, "chaîne", taille);  
dest[taille]='\0';
```

Copie profonde et copie de surface

Une dernière note pour finir.

Dans **ce cas précis**, bien des soucis auraient pu être évités en choisissant comme structure :

```
/*  
    une petite structure toute simple...  
    ...et sans surprise.  
*/  
typedef struct {  
    char nom[MAX_NOM+1];  
    int age;  
} Personne;
```

Pensez à ce genre de solutions et utilisez les lorsqu'elles sont suffisantes pour vos besoins.

(mais attention à la **taille utilisée** !)

Ce que j'ai appris aujourd'hui

À faire bien attention aux pièges usuels de l'utilisation des pointeurs :

- ▶ penser à la **copie profonde** (lorsque cela est nécessaire) ;
- ▶ faire attention aux zones mémoires pointées ;
- ▶ penser à faire la différence entre un `type*` et un `const type*` (en particulier sur les `char`).