COURS et TP DE LANGAGE C++

Chapitre 5

Les pointeurs

Joëlle MAILLEFERT

joelle.maillefert@iut-cachan.u-psud.fr

IUT de CACHAN

Département GEII 2

CHAPITRE 5

LES POINTEURS

Que ce soit dans la conduite de process, ou bien dans la programmation orientée objet, l'usage des pointeurs est extrêmement fréquent en C++.

L'OPERATEUR ADRESSE &

L'opérateur adresse & indique l'adresse d'une variable en mémoire.

Exemple:
```
int i = 8;
cout<<"VOICI i:"<<i;
cout<<"\nVOICI SON ADRESSE EN HEXADECIMAL:"<<&i;
```

Exercice V_1: Exécuter l'exemple précédent, et indiquer les cases-mémoire occupées par la variable i.

LES POINTEURS

Définition: Un pointeur est une adresse. On dit que le pointeur pointe sur une variable dont le type est défini dans la déclaration du pointeur. Il contient l'adresse de la variable.

DECLARATION DES POINTEURS

Une variable de type pointeur se déclare à l'aide du type de l'objet pointé précédé du symbole ***.**

Exemple:
```
char *pc;    pc est un pointeur sur un objet de type char
int *pi;     pi est un pointeur sur un objet de type int
float *pr;   pr est un pointeur sur un objet de type float
```

Excercice V_1: Modifier l'exercice 1 comme ci-dessous, et conclure :

```
int i = 8;
int *p;    // déclaration d'un pointeur sur entier
cout<<"VOICI i : "<<i;
cout<<"\nVOICI SON ADRESSE EN HEXADECIMAL : "<<&i;

p = &i;   // p contient l'adresse de i, ont peut dire  qu'il pointe sur i
cout<<"\nVOICI SON ADRESSE EN HEXADECIMAL : "<<p;
```

MANIPULATION DE LA CASE MEMOIRE

En dehors de la partie déclarative, l'opérateur * désigne en fait le contenu de la case mémoire pointée.

Excercice V_1: Modifier l'exercice 1 comme ci-dessous, et conclure :

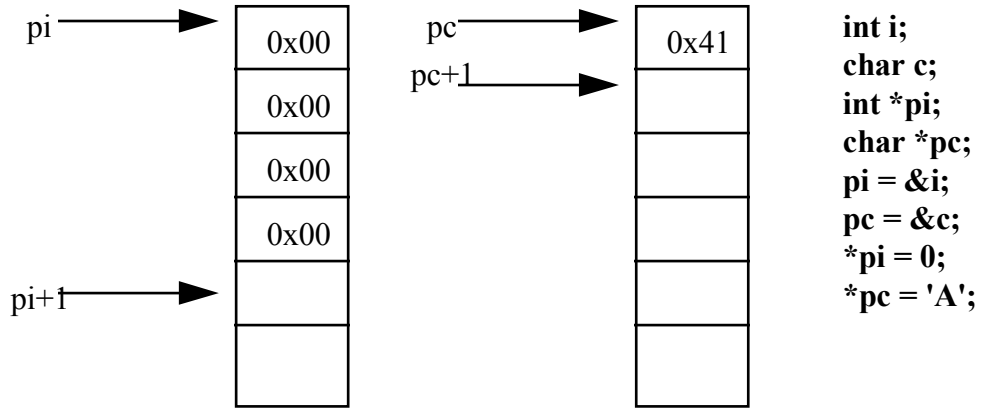
```
int i = 8;
int *p;
cout<<"VOICI i :"<<i;
cout<<"\nVOICI SON ADRESSE EN HEXADECIMAL :"<<&i;

p = &i;
cout<<"\nVOICI SON ADRESSE EN HEXADECIMAL :"<<p;
cout<<"\nVOICI i :"<<*p;

*p = 23;
cout<<"\nVOICI i:"<<i;
cout<<"\nVOICI i:"<<*p;
```

ARITHMETIQUE DES POINTEURS

On peut essentiellement **déplacer** un pointeur dans un plan mémoire à l'aide des opérateurs d'addition, de soustraction, d'incrémentation, de décrémentation. On ne peut le déplacer que **d'un nombre de cases mémoire multiple du nombre de cases réservées en mémoire pour la variable sur laquelle il pointe.**



Exemples:

```
int *pi;        //  pi pointe sur un objet de type entier
float *pr;      // pr pointe sur un objet de type réel
char *pc;       //  pc pointe sur un objet de type caractère

*pi = 421;      //  421 est le contenu de la case mémoire p et des 3 suivantes
*(pi+1) = 53;  // on range 53,  4 cases mémoire plus loin
*(pi+2) = 0xabcd;     // on range 0xabcd  8 cases mémoire plus loin
*pr = 45.7;     // 45,7 est rangé dans la case mémoire r et les 3 suivantes
*pc = 'j';      // le contenu de la case mémoire c est le code ASCII de 'j'
```

AFFECTATION D'UNE VALEUR A UN POINTEUR ET ALLOCATION DYNAMIQUE

Lorsque l'on déclare une variable char, int, float .... un nombre de cases mémoire bien défini est **réservé** pour cette variable. En ce qui concerne les pointeurs, l'allocation de la case-mémoire pointée obéit à des règles particulières :

Exemple:
char *pc;
Si on se contente de cette déclaration, le pointeur pointe « n'importe où ». Son usage, tel que, dans un programme peut conduire à un « plantage » du programme ou du système d'exploitation si les mécanismes de protection ne sont pas assez robustes.
L'initialisation du pointeur n'ayant pas été faite, on risque d'utiliser des adresses non autorisées ou de modifier d'autres variables.

Exercice V_2 : Tester le programme ci-dessous et conclure

```
char *pc;       // normalement, il faudrait réserver !
*pc = 'a';      // le code ASCII de a est rangé dans la case mémoire pointée par pc
*(pc+1) = 'b'; // le code ASCII de b  est rangé une case mémoire plus loin
*(pc+2) = 'c'; // le code ASCII de c est rangé une case mémoire plus loin
*(pc+3) = 'd'; // le code ASCII de d est rangé une case mémoire plus loin
cout<<"Valeurs :"<<*pc<<" "<<*(pc+1)<<" "<<*(pc+2)<<" "<<*(pc+3);
```

1ère méthode : utilisation de l'opérateur adresse :

C'est la méthode qui a été utilisée dans l'exercice V_1. Dans ce cas, l'utilisation de pointeurs n'apporte pas grand-chose par rapport à l'utilisation classique de variables.

2ème méthode : affectation directe d'une adresse :

Cette méthode est réservée au contrôle de processus, quand on connaît effectivement la valeur de l'adresse physique d'un composant périphérique.
Elle ne fonctionne pas sur un PC, pour lequel les adresses physiques ne sont pas dans le même espace d'adressage que les adresses mémoires.

Il faut utiliser l'opérateur de "cast", jeu de deux parenthèses.
char *pc;
pc = (char*)0x1000; // p pointe sur l'adresse 0x1000

3ème méthode : allocation dynamique de mémoire :

C'est la méthode la plus utilisée et qui donne pleinement leur intérêt aux pointeurs par rapport aux variables classiques.

Via l'opérateur ***new***, natif dans le C++, on réserve, pendant l'exécution du programme, de la place dans la mémoire pour l'objet (ou la variable) pointé. L'adresse de base est choisie par le système lors de l'exécution, en fonction du système d'exploitation.
Le programmeur n'a à se soucier que de la quantité de cases mémoire dont il a besoin.

Exercice V_2 : Modifier l'exercice V_2 comme ci-dessous :

```
char *pc;
pc = new char[4];    // réservation de place dans la mémoire pour 4 char

*pc = 'a';       // le code ASCII de a est rangé dans la case mémoire pointée par pc
*(pc+1) = 'b'; // le code ASCII de b  est rangé une case mémoire  suivante
*(pc+2) = 'c'; // le code ASCII de c est rangé une case mémoire  suivante
*(pc+3) = 'd'; // le code ASCII de d est rangé une case mémoire  suivante

cout<<"Valeurs :"<<*pc<<" "<<*(pc+1)<<" "<<*(pc+2)<<" "<<*(pc+3);

delete pc; // libération de la place
```

Remarques :

- L'allocation dynamique peut se faire n'importe quand dans le programme (avant d'utiliser le pointeur !).
- L'opérateur ***delete*** libère la place réservée quand elle devient inutile.
- L'allocation dynamique devrait se faire dès la déclaration du pointeur avec la syntaxe suivante :

char *pc = new char[4];

- Si on a besoin d'une seule case mémoire, on écrira :

char *pc; ou bien **char *pc = new char;**
pc = new char ;

Réservation de place pour d'autres types de pointeurs :

```
char *pc;
int *pi,*pj;
float *pr;
pc = new char[10];   // on réserve de la place pour 10 caractères, soit 10 cases mémoires
pi = new int[5];     // on réserve de la place pour 5 entiers, soit 20 cases mémoire
pj = new int;        // on réserve de la place pour 1 entier, soit 4 cases mémoire
pr = new float[6];   // on réserve de la place pour 6 réels, soit 24 cases mémoire

delete pc;           // on libère la place précédemment réservée pour c
delete pi;           // on libère la place précédemment réservée pour i
delete pr;           // on libère la place précédemment réservée pour r
```

Comme précédemment, l'allocation dynamique peut être faite dès la déclaration du pointeur, elle est préférable :

```
int  *pi = new int[5];
```

Exercice V_3:

adr1 et adr2 sont des pointeurs pointant sur des réels. La variable pointée par adr1 vaut -45,78; la variable pointée par adr2 vaut 678,89. Ecrire un programme qui affiche les valeurs de adr1, adr2 et de leur contenu.

L'opérateur de "cast", permet d'autre part, à des pointeurs de types différents de pointer sur la même adresse.

Exemple:

```
char *pc;      // pc pointe sur un objet de type caractère
int *pi;       // pi pointe sur un objet de type entier
pi = new int;  // allocation dynamique pour i
pc = (char*)i;// c et i pointent sur la même adresse, c sur un caractère
```

Exercice V_4:

adr_i est un pointeur de type entier; la variable pointée i vaut 0x41424344. A l'aide d'une conversion de type de pointeur, écrire un programme montrant le rangement des 4 octets en mémoire.

Exercice V_5:

Saisir un texte de 10 caractères. Ranger les caractères en mémoire. Lire le contenu de la mémoire et compter le nombre de lettres e.

Exercice V_6:

Saisir 6 entiers et les ranger à partir de l'adresse adr_deb. Rechercher le maximum, l'afficher ainsi que sa position. La place nécessaire dans la mémoire peut-être le résultat d'un calcul :

int taille;
char *image;
cout<<"\nQuelle est la taille de l'image ? (en octets)";
cin>>taille;
image = new char[taille];

Exercice V_7:

Reprendre l'exercice V_6 mais en demandant à l'utilisateur combien de nombres il souhaite traiter, et en réservant en mémoire la place nécessaire.

CORRIGE DES EXERCICES

Exercice V_3:

```
#include <iostream.h>
#include <conio.h>

    void main()
   {
      float *adr1 = new float,*adr2 = new float;

      *adr1 = -45.78;
      *adr2 = 678.89;

      cout<<"adr1 = "<<adr1<<" adr2 = "<<adr2;
      cout<<"  r1 = "<<*adr1<<"  r2 = "<<*adr2;

      delete adr1;
      delete adr2;

      cout<<"\nPOUR CONTINUER FRAPPER UNE TOUCHE ";

      getch();
   }
```

Exercice V_4:

```
#include <iostream.h>
#include <conio.h>

    void main()
   {
      char *adr_c;
      int *adr_i = new int;

      char u;

      *adr_i = 0x41424344;
      adr_c = (char*)adr_i;

      u = *adr_c;
      cout<<" CONTENU : "<< u <<"\n";

      u = *(adr_c+1);
      cout<<" CONTENU : "<< u <<"\n";

      u = *(adr_c+2);
      cout<<" CONTENU : "<< u <<"\n";

      u = *(adr_c+3);
      cout<<" CONTENU : "<< u <<"\n";

      cout<<"Frapper une touche" ;

      getch();
   }
```

L'analyse de l'exécution de ce programme, montre que les microprocesseurs INTEL rangent en mémoire d'abord les poids faibles d'une variable.

Exercice V_5:

```
#include <iostream.h>
#include <conio.h>

    void main()
   {
      char *adr_deb,c;
      int i,imax, compt_e = 0;
      adr_deb = new char[10];// texte de 10 caractères

   // saisie et rangement du texte

      cout<<"\nEntrer 10 caractères séparés par return:\n";
      for (i=0;i<10;i++)
      {
         cout<<"caractères numéro "<<i<<":";
         cin>>c;
         *(adr_deb + i) = c;
      }

   // lecture de la mémoire et tri

      for (i=0;i<10;i++)
      {
         c = *(adr_deb+i);
         cout<<"\nCARACTERE:"<<c;
         if (c=='e') compt_e++;
      }

   // résultats

      cout<<"\nNOMBRE DE e: "<<compt_e;
      delete adr_deb;
      cout<<"\nPOUR CONTINUER FRAPPER UNE TOUCHE ";

      getch();
   }
```

Exercice V_6:

```
#include  <iostream.h>
#include <conio.h>

    void main()
   {
      int *adr_deb, i, max,position;
      adr_deb=new int[6];

   // saisie des nombres

      cout<<"SAISIE DES NOMBRES :\n";
      for(i=0;i<6;i++)
      {
         cout<<"ENTRER UN NOMBRE : ";
         cin>>*(adr_deb+i);
      }

   // tri

      max = *adr_deb;
      position = 1;
      for(i=0;i<6;i++)
      {
         if(*(adr_deb+i)>max)
         {
            max = *(adr_deb+i);
            position =  i+1;
         }
      }

   // résultats

      cout<<"MAXIMUM : "<<max<<" IL EST EN "<<position<<"EME POSITION\n";

      delete adr_deb;

      cout<<"\nPOUR CONTINUER FRAPPER UNE TOUCHE";

      getch();
   }
```

Exercice V_7:

```
#include  <iostream.h>
#include <conio.h>

    void main()
   {
      int *adr_deb, i, max, position, nombre;

      cout<<"Combien de nombres voulez-vous traiter ?";
      cin>>nombre;
      adr_deb=new int[nombre];

   // saisie des nombres

      cout<<"SAISIE DES NOMBRES :\n";
      for(i=0;i<nombre;i++)
      {
         cout<<"ENTRER UN NOMBRE: ";
         cin>>*(adr_deb+i);
      }

   // tri

      max = *adr_deb;
      position = 1;

      for(i=0;i<nombre;i++)
      {
         if(*(adr_deb+i)>max)
         {
            max = *(adr_deb+i);
            position =  i+1;
         }
      }

   // résultats

      cout<<"MAXIMUM : "<<max<<" IL EST EN "<<position<<"EME POSITION\n";

      delete adr_deb;

      cout<<"\nPOUR CONTINUER FRAPPER UNE TOUCHE";
      getch();
   }
```