

La pile: déclaration de variables (1)

adresse de début de pile: 140
adresse de début de tas: 80

```
void main(void){
    char c1='A';
    char c2='B';
    char c3='C';
    char d=c3-c1;
    c2+=d;
}
```

- Notes:
- les variables dans la pile sont alignées sur 4 octets (l'adresse de chaque variable de pile est un multiple de 4).
- le code ASCII fixe la valeur correspondante au caractère 'A' à 65, 'B' à 66, 'C' à 67 ...

à faire: dessiner la pile à chaque étape:

[illegible][illegible][illegible][illegible][illegible][illegible]

La pile: déclaration de variables (2)

adresse de début de pile: 140
adresse de début de tas: 80

```
void main(void){
    int i=10;
    int j=i%3;
    if (j==0)
        puts("i est multiple de 3\n");
    else
        puts("i n'est pas multiple de 3\n");
}
```

- *ne simuler pas les appels de fonctions*
- *les variables statiques (globales et chaînes de caractères) seront supposée être dans l'espace d'adresse 1000-1500.*

- *ne simuler pas les appels de fonctions*
- *les variables statiques (globales et chaînes de caractères) seront supposée être dans l'espace d'adresse 1000-1500.*

à faire: dessiner la pile à chaque étape: (ne pas simuler les puts)

[illegible]

La pile: les pointeurs

adresse de début de pile: 140
adresse de début de tas: 80

```
void main(void){  
    int i=0;  
    int *p=&i;  
    *p=10;  
    i+=1;  
}
```

Notes:

- pour toutes les variables (y compris les pointeurs), "&variable" fait référence à l'adresse de cette variable, "variable" fait référence au contenu de la variable.
- Pour les pointeurs, "*pointeur" fait référence au contenu de la case dont l'adresse est dans "pointeur".

à faire: dessiner la pile à chaque étape:

Questions:

- Quelle est la valeur de *i* en fin de programme?
- Quelle est la valeur de *p* en fin de programme?
- Quelle est la valeur de **p* en fin de programme?

La pile: les tableaux (1)

adresse de début de pile: 140
adresse de début de tas: 80

```
void main(void){  
    int i[]={3,2,1,0};  
    int j=sizeof(i);  
    j/=sizeof(i[0]);  
    i[j-1]=2;  
}
```

Notes:

- "sizeof" fournit la taille en octets occupé par un type ou une variable.
- Dans le cas d'un tableau de pile, sizeof renvoie le nombre total d'octets utilisé par le tableau
- Dans le cas d'un tableau de pile, "tableau" vaut l'adresse de début du tableau. "tableau[i]" est équivalent à *(tableau + i). C'est à dire la case à l'adresse tableau + i*sizeof(type).

à faire: dessiner la pile à chaque étape:

Questions:

- Quelle est la valeur de sizeof (i)?
- Quelle est la valeur de sizeof (int)?
- Pourquoi préférer sizeof(i[0]) à sizeof(int) ?
- Quelles sont les valeurs du tableau en fin de programme?

La pile: les tableaux (2)

adresse de début de pile: 140
adresse de début de tas: 80

```
void main(void){  
    int i[4]={3,2,1,0};  
    int j;  
    for(j=0;j<4;++j){  
        i[j]+=1;  
    }  
}
```

Notes:

- "sizeof" fournit la taille en octets occupé par un type ou une variable.
- Dans le cas d'un tableau de pile, sizeof renvoie le nombre total d'octets utilisé par le tableau
- Dans le cas d'un tableau de pile, "tableau" vaut l'adresse de début du tableau. "tableau[i]" est équivalent à *(tableau + i). C'est à dire la case à l'adresse tableau + i*sizeof(type).

à faire: dessiner la pile à chaque étape:

Questions:

- Quelle est la valeur de j en fin de programme?

- Quelles sont les valeurs du tableau en fin de programme?

La pile: les tableaux (3)

adresse de début de pile: 140
adresse de début de tas: 80

```
void main(void){  
    char i[6]={'f','c','j','j','m','\0'};  
    char *p=i;  
    while( *p != '\0' ){  
        *p+=2;  
        p+=1;  
    }  
}
```

Notes:

- Le codage de César consiste à crypter un message en effectuant une rotation circulaire des lettres de l' alphabet. Il était utilisé par Jules César pour ses correspondances secrètes (d'où le nom!).

à faire: dessiner la pile à chaque étape:

Questions:

- Quelle est la valeur de p en fin de programme?
- Quelles sont les valeurs du tableau en fin de programme?

La pile: les structures (1)

adresse de début de pile: 140
adresse de début de tas: 80

```
struct Point {  
    int x,y;  
};  
  
int main(void){  
    struct Point p={1,2};  
    struct Point q=p;  
    q.x=0;  
    q.y=0;  
}
```

Notes:

- la copie de structure se fait champs par champs.

à faire: dessiner la pile à chaque étape:

Questions:

- Quelle est la valeur de *p* en fin de programme?
- Quelle est la valeur de *q* en fin de programme?

La pile: les structures (2)

adresse de début de pile: 140
adresse de début de tas: 80

```
struct Point {  
    int x,y;  
};  
  
int main(void){  
    struct Point p={1,2};  
    struct Point *q=&p;  
    (*q).x=0;  
    q->y=0;  
}
```

Notes:

- L'opérateur "q->x" est équivalent à "(*q).x"

à faire: dessiner la pile à chaque étape:

Questions:

- Quelle est la valeur de p en fin de programme?
- Quelle est la valeur de q en fin de programme?

La pile: listes chaînées

adresse de début de pile: 140
adresse de début de tas: 80

```
struct Chainon {
    int v;
    struct Chainon *suivant;
};

void main(void) {
    struct Chainon chainons[] = { {0, NULL}, {1, NULL}, {2, NULL} };
    chainons[0].suivant = chainons + 2;
    chainons[2].suivant = chainons + 1;
    struct Chainon *p = chainons;
    while ( p != NULL ) {
        printf("%d\n", p->v);
        p = p->suivant;
    }
}
```

Notes:

- *NULL est une constante définie dans `stdlib.h` qui représente une adresse invalide.*

à faire: dessiner la pile à chaque étape: (ne pas simuler les printf)

[illegible][illegible][illegible][illegible][illegible]

Questions:

- Quelle est l’affichage du programme?
- Quelle est la valeur de p en fin de programme?
- Que ce passe-t-il si on remplace “chainons+1” par “chainons+0”?

Appel de fonction: fonction sans paramètre

adresse de début de pile: 140
adresse de début de tas: 80

```
int zero(void){
    int i=0;
    return i;
}
```

```
int main(void){
    int i=10;
    i=zero();
}
```

Notes:

- Si une fonction a un type de retour différent de "void" alors il faut réserver l'espace pour cette valeur de retour dans la pile avant l'appel à la fonction.

à faire: dessiner la pile à chaque étape:

[illegible][illegible][illegible][illegible][illegible]

Appel de fonction: fonction avec paramètre

adresse de début de pile: 140
adresse de début de tas: 80

```
void plus1(int i){  
    i = i + 1;  
}  
  
int main(void){  
    int i=10;  
    plus1(i);  
}
```

Notes:

- Le passage de paramètre à une fonction se fait toujours par copie de valeurs.

à faire: dessiner la pile à chaque étape:

Questions:

- Quelle est la valeur de *i*
en fin de programme?

Appel de fonction: fonction avec paramètre

adresse de début de pile: 140
adresse de début de tas: 80

```
int plus1(int i){  
    return i + 1;  
}
```

```
int main(void){  
    int i=10;  
    i=plus1(i);  
}
```

Notes:

- Le passage de paramètre à une fonction se fait toujours par copie de valeurs.
- N'oubliez pas de réserver l'espace nécessaire à la valeur de retour.

à faire: dessiner la pile à chaque étape:

Questions:

- Quelle est la valeur de *i*
en fin de programme?

Appel de fonction: fonction avec paramètre pointeur

adresse de début de pile: 140
adresse de début de tas: 80

```
void plus1(int *i){  
    *i = *i + 1;  
}  
  
int main(void){  
    int i=10;  
    plus1(&i);  
}
```

Notes:

- Le passage de paramètre à une fonction se fait toujours par copie de valeurs.

à faire: dessiner la pile à chaque étape:

Questions:

- Quelle est la valeur de *i*
en fin de programme?

Appel de fonction: fonction et valeur de retour

adresse de début de pile: 140
adresse de début de tas: 80

```
int *dix(void){  
    int i=10;  
    return &i;  
}  
  
int main(void){  
    int i=100;  
    int *p=dix();  
    i=*p;  
}
```

Notes:

- Une fois la valeur de retour copiée, on dépile les variables locales. Il faut alors considérer leur mémoire comme invalide.

à faire: dessiner la pile à chaque étape:

Questions:

- Quelle est la valeur de *i*
en fin de programme?

Appel de fonction: fonction et valeur de retour

adresse de début de pile: 140
adresse de début de tas: 80

```
int *dix(void){  
    int i=10;  
    return &i;  
}  
  
int zero(void){  
    int i=0;  
    return i;  
}  
  
int main(void){  
    int i=20;  
    int *p=dix();  
    zero();  
    i=*p;  
}
```

Notes:

- Une fois la valeur de retour copiée, on dépile les variables locales. Il faut alors considérer leur mémoire comme invalide.

à faire: dessiner la pile à chaque étape:

Questions:

- Quelle est la valeur de *i*
en fin de programme?

Appel de fonction: fonction et valeur de retour

adresse de début de pile: 140
adresse de début de tas: 80

```
int *indice(int *t,int i){  
    return t+i;  
}  
  
int main(void){  
    int t[]={0,1,2};  
    int *p=indice(t,1);  
    *p+=1;  
}
```

Notes:

- Une fois la valeur de retour copiée, on dépile les variables locales. Il faut alors considérer leur mémoire comme invalide.

à faire: dessiner la pile à chaque étape:

Questions:

- Quelle est la valeur de *t* en fin de programme?
- Quelle est la valeur de *p* en fin de programme?

Appel de fonction: fonction et valeur de retour

adresse de début de pile: 140
adresse de début de tas: 80

```
char *indice(char *t, int i){  
    return t+i;  
}  
  
int main(void){  
    char t[]="helko";  
    *indice(t,3)+=1;  
}
```

Notes:

- Une fois la valeur de retour copiée, on dépile les variables locales. Il faut alors considérer leur mémoire comme invalide.

à faire: dessiner la pile à chaque étape:

Questions:

- Quelle est la valeur de *t* en fin de programme?

Appel de fonction: récursivité

adresse de début de pile: 140
adresse de début de tas: 80

```
int mult(int a,int b){  
    if (b==1)  
        return a;  
    return a+mult(a,b-1);  
}  
  
int main(void){  
    int i=10, j=3;  
    mult(i,j);  
}
```

Notes:

- Une fonction récursive se caractérise par le fait qu'elle se rappelle elle-même sur un problème plus petit.
- Pour qu'elle soit valide, une fonction récursive doit toujours avoir une condition d'arrêt.

à faire: dessiner la pile à chaque étape:

Questions:

- Combien de fois la fonction `mult` est-elle appelée?
- Que se passe-t-il si `j` vaut -1?
- En tenant compte de l'adresse de début de pile, quelle est la plus grande valeur possible pour `b`?

Appel de fonction: récursivité

adresse de début de pile: 140
adresse de début de tas: 80

```
void mult(int a, int b, int *result){  
    if (b==1)  
        *result=a;  
    else{  
        mult(a, b-1, result);  
        *result+=a;  
    }  
}
```

```
int main(void){  
    int i=10, j=3, r;  
    mult(i, j, &r);  
}
```

Notes:

- Lorsque le traitement est fait après l'appel récursif on parle de post-traitement

à faire: dessiner la pile à chaque étape:

Questions:

- Combien de fois la fonction `mult` est-elle appelée?
- Que vaut `r` à la fin du programme?
- En tenant compte de l'adresse de début de pile, quelle est la plus grande valeur possible pour `b`?

Appel de fonction: récursivité

adresse de début de pile: 140
adresse de début de tas: 80

```
void mult(int a, int b, int *result){  
    if (b==1)  
        *result=a;  
    else{  
        *result+=a;  
        mult(a,b-1,result); }  
}
```

```
int main(void){  
    int i=10, j=3, r;  
    mult(i,j,&r);  
}
```

Notes:

- Lorsque le traitement est fait avant l'appel récursif on parle de pré-traitement

à faire: dessiner la pile à chaque étape:

Questions:

- Combien de fois la fonction `mult` est-elle appelée?
- Que vaut `r` à la fin du programme?
- En tenant compte de l'adresse de début de pile, quelle est la plus grande valeur possible pour `b`?

Allocation dynamique: malloc

adresse de début de pile: 140
adresse de début de tas: 80

```
int main(void){  
    char *p;  
    p=malloc(sizeof(char) * 6);  
    p[0]='h'; p[1]='e'; p[2]='l';  
    p[3]='l'; p[4]='o'; p[5]='\0';  
    p="world";  
}
```

Notes:

- La fonction malloc renvoie l'adresse de début d'une zone réservée (vis à vis d'autre malloc) dont la taille est passée en argument.
- On dit qu'il y a une fuite mémoire si toute la mémoire obtenue par malloc n'a pas été rendu à la fin du programme à l'aide de la fonction free.

à faire: dessiner la pile à chaque étape:

Questions:

- Quel est le contenu de la zone mémoire allouée en fin d'exécution?
- Quel est le contenu de p en fin de programme?
- Y-a-t-il une fuite mémoire?

Allocation dynamique: malloc et free

adresse de début de pile: 140
adresse de début de tas: 80

```
int main(void){  
    int *p;  
    p=malloc(sizeof(int) * 2);  
    p[0]='A'; p[1]='B';  
    free(p);  
}
```

Notes:

- La fonction malloc renvoie l'adresse de début d'une zone réservée (vis à vis d'autre malloc) dont la taille est passée en argument.
- On dit qu'il y a une fuite mémoire si toute la mémoire obtenue par malloc n'a pas été rendu à la fin du programme à l'aide de la fonction free.

à faire: dessiner la pile à chaque étape:

Questions:

- Quel est le contenu de la zone mémoire allouée en fin d'exécution?
- Quel est le contenu de p en fin de programme?
- Y-a-t-il une fuite mémoire?

Allocation dynamique: malloc et free (2)

adresse de début de pile: 140
adresse de début de tas: 80

```
int *newArray(int size){  
    return malloc(sizeof(int)*size);  
}  
  
int main(void){  
    int *p=newArray(2);  
    free(p);  
}
```

Notes:

- La fonction malloc renvoie l'adresse de début d'une zone réservée (vis à vis d'autre malloc) dont la taille est passée en argument.
- On dit qu'il y a une fuite mémoire si toute la mémoire obtenue par malloc n'a pas été rendu à la fin du programme à l'aide de la fonction free.

à faire: dessiner la pile à chaque étape:

Questions:

- Quel est le contenu de la zone mémoire allouée en fin d'exécution?
- Quel est le contenu de p en fin de programme?
- Y-a-t-il une fuite mémoire?

Allocation dynamique: matrice 1

adresse de début de pile: 140
adresse de début de tas: 80

```
int *newArray(int size){  
    return malloc(sizeof(int)*size);  
}
```

```
int main(void){  
    int *p[2];  
    int i,j;  
    p[0]=newArray(2);  
    p[1]=newArray(2);  
    for(i=0;i<2;++i)  
        for(j=0;j<2;++j)  
            p[i][j]=i+j;  
    free(p[0]);  
    free(p[1]);  
}
```

Notes:

à faire: dessiner la pile à chaque étape:

Questions:

- Quel est le contenu de la zone mémoire allouée en fin d'exécution?
- Quel est le contenu de p en fin de programme?
- Y-a-t-il une fuite mémoire?

Allocation dynamique: matrice 2

adresse de début de pile: 140
adresse de début de tas: 80

```
int *newArray(int size){  
    return malloc(sizeof(int)*size);  
}
```

```
int main(void){  
    int **p=malloc(sizeof(int)*2);  
    int i,j;  
    p[0]=newArray(2);  
    p[1]=newArray(2);  
    for(i=0;i<2;++i)  
        for(j=0;j<2;++j)  
            p[i][j]=i+j;  
    free(p[0]);  
    free(p[1]);  
}
```

Notes:

à faire: dessiner la pile à chaque étape:

Questions:

- Quel est le contenu de la zone mémoire allouée en fin d'execution?
- Quel est le contenu de p en fin de programme?
- Y-a-t-il une fuite mémoire?

Divers: bug

adresse de début de pile: 140
adresse de début de tas: 80

```
int main(void){  
    char tab[4];  
    char c;  
    for(c=0;c<5;++c)  
        tab[c]=0;  
}
```

Notes:

à faire: dessiner la pile à chaque étape:

Questions:

- Trouver le bug!

Algorithmique: strlen

adresse de début de pile: 140
adresse de début de tas: 80

```
int strlen(char *s){  
    int i=0;  
    while(s[i]!='\0')  
        i++;  
    return i;  
}
```

```
int main(void){  
    char s[]="hello";  
    strlen(s);  
}
```

Notes:

à faire: dessiner la pile à chaque étape:

Questions:

- Quelle est la complexité de strlen ?

Algorithmique: strcmp

adresse de début de pile: 140
adresse de début de tas: 80

```
int strcmp(char *a, char *b){
    int i=0;
    while(a[i]!='\0' && b[i]!='\0'){
        if (a[i]<b[i])
            return -1;
        if (a[i]>b[i])
            return 1;
        i++;
    }
    if (a[i]=='\0') {
        if (b[i]=='\0')
            return 0;
        else return -1;
    }
    return 1;
}
```

```
int main(void){
    char s1[]="abba";
    char s2[]="ac";
    char b=(s1==s2);
    char c=strcmp(s1,s2);
}
```

à faire: dessiner la pile à chaque étape:

Questions:

- Quelle est la complexité de
strcmp?

Algorithmique: tri

adresse de début de pile: 160
adresse de début de tas: 80

```
void swap(int *a,int *b){
    int t=*a;
    *a=*b;
    *b=t;
}
void sort(int *t,int n){
    int i,j;
    if (n<=1) return;
    i=0;
    for(j=1;j<n;++j)
        if (t[j]<t[i])
            i=j;
    if (i>0)
        swap(t,t+i);
    sort(t+1,n-1);
}

int main(void){
    int *t=malloc(sizeof(int)*5);
    int i;
    for(i=0;i<5;++i)
        t[i]=5-i;
    sort(t,5);
}
```

à faire: dessiner la pile à chaque étape:

Questions:

- Quelle est la complexité de l'algorithme?
- Combien de fois la fonction swap est appelée? Quel est le pire des cas (celui qui engendre le plus d'appels à swap)?

Algorithmique: tri (2)

adresse de début de pile: 160
adresse de début de tas: 80

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

int partition(int *t,int size,int pivot){
    int i=0,j=size-1;
    swap(t+pivot,t+size-1);
    for(i=0;i<size-1;++i)
        if (t[i]<=t[size-1]){
            swap(t+i,t+j);
            j+=1;
        }
    swap(t+j,t+size-1);
    return j;
}
```

```
void sort(int *t,int start,int end){
    int pivot;
    if (start<end){
        pivot=start+random()% (end-start);
        pivot=partition(t,end,pivot);
        sort(t,start,pivot-1);
        sort(t,pivot+1,end);
    }
}

int main(void){
    int *t=malloc(sizeof(int)*5);
    int i;
    for(i=0;i<5;++i)
        t[i]=5-i;
    sort(t,0,5);
}
```

Questions:

- Quelle est la complexité de l'algorithme?
- Combien de fois la fonction swap est appelée? Quel est le pire des cas (celui qui engendre le plus d'appels à swap)?

Casse tête: 1

40			
44			
'A'	'B'		
10			
60	main		

Questions:

- Donner un code source passant par l'état de la pile décrit à gauche
- Donner un code source passant par l'état de la pile décrit à gauche et comportant que deux variables.

Casse tête: 2

5			
1			
56			
57			
'h'	'e'	'l'	'l'
'o'	'\0'		
main			

Questions:

- Donner un code source passant par l'état de la pile décrit à gauche...