



# Cours de C - IR1 2007-2008

## Tableaux, fonctions et passages d'adresses

### Sébastien Paumier



# Les tableaux

---

- éléments contigus de même type
- déclaration: `type nom[taille];`

```
int t[N];
```

```
double cosinus[360];
```

- avec initialisation:

```
char vowel[6]={'a','e','i','o','u','y'};
```

- la taille devient optionnelle:

```
char* name[]={ "Smith", "Doe", "X" };
```



# Les tableaux

---

- type des éléments quelconque
- numérotation de 0 à **taille-1** ⚡

```
void init(int value[]) {  
    int i;  
    for (i=0;i<N;i++) {  
        value[i]=i;  
    }  
}
```



# Taille

---

- un tableau ne connaît pas sa taille
- l'opérateur **sizeof** ne marche que pour les tableaux dont la taille est connue à la compilation

```
void test_sizeof(int t[]) {  
    printf("sizeof(t)=%d bytes\n", sizeof(t));  
}  
  
int main(int argc, char* argv[]) {  
    int m[15];  
    test_sizeof(m);  
    printf("m: %d bytes\n", sizeof(m));  
    return 0;  
}
```

```
$> ./a.out  
→ sizeof(t)=4 bytes  
m: 60 bytes
```



# Taille

---

- 3 solutions:
  - connaître la taille grâce à une constante
  - passer la taille en paramètre
  - utiliser un élément marqueur comme le '`\0`' pour les chaînes

```
void print1(int t[]) {  
    int i;  
    for (i=0;i<N;i++) {  
        printf("%d\n",t[i]);  
    }  
}
```

```
void print2(int t[],  
            int n) {  
    int i;  
    for (i=0;i<n;i++) {  
        printf("%d\n",t[i]);  
    }  
}
```

```
void print3(int t[]) {  
    int i;  
    for (i=0;t[i]!=Z;i++) {  
        printf("%d\n",t[i]);  
    }  
}
```



# Débordement

- aucun contrôle de débordement
- attention aux surprises! ⚡

```
#define N 10

void foo(int A[],int B[]) {
    int i;
    for (i=0;i<20;i++) {
        B[i]=33;
    }
    for (i=0;i<N;i++) {
        printf("%d %d\n",A[i],B[i]);
    }
}
```

```
$> ./a.out
33 33
33 33
33 33
33 33
33 33
33 33
33 33
33 33
2293600 33
2009000225 33
```



# Tableaux à $n$ dimensions

---

- `int t[100][16][45];`
- chaque `t[i][j]` est un tableau de 45 int
- quand on passe un tableau à une fonction, on doit mettre toutes les dimensions sauf la première :

```
void foo(int t[][M]) {  
    /*  
    ...  
    */  
}
```

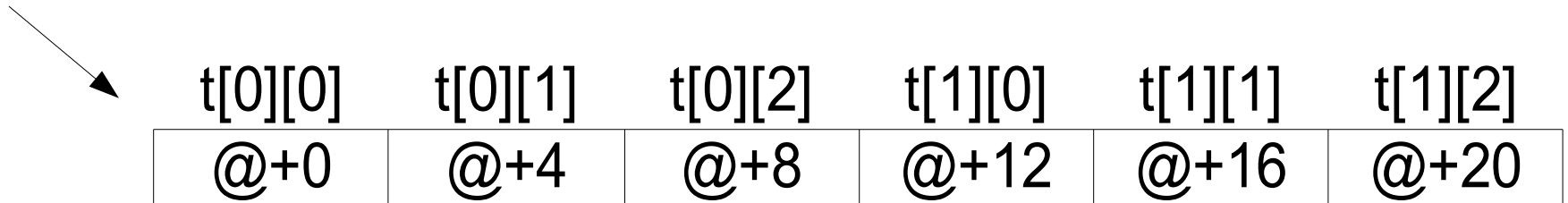
```
void foo(int t[][]) {  
    /*  
    ...  
    */  
}
```



# Tableaux à $n$ dimensions

---

- `int t[2][3];`



- attention à l'ordre de parcours
  - pareil en théorie, pas en pratique:

```
for (i=0;i<2;i++)  
    for (j=0;j<3;j++)  
        ...t[i][j]...
```

```
for (j=0;j<3;j++)  
    for (i=0;i<2;i++)  
        ...t[i][j]...
```





# Tableaux à $n$ dimensions

```
#define N 15000
char t[N][N];

int main(int argc, char* argv[]) {
    int i, j;
    time_t before=time(0);
    for (i=0; i<N; i++) {
        for (j=0; j<N; j++) {
            t[i][j]=1;
        }
    }
    time_t middle=time(0);
    printf("%d seconds\n", middle-before);
    for (j=0; j<N; j++) {
        for (i=0; i<N; i++) {
            t[i][j]=1;
        }
    }
    time_t end=time(0);
    printf("%d seconds\n", end-middle);
    return 0;
}
```

→ \$> ./a.out  
4 seconds  
32 seconds



# Les fonctions

---

- une fonction a un prototype:
  - un nom
  - des paramètres
  - un type de retour
- exemple de définition:

```
float average(int t[]) {  
    float sum=0;  
    int i;  
    for (i=0;i<N;i++) {  
        sum=sum+t[i];  
    }  
    return sum/N;  
}
```



# void

---

- type spécial:
  - en valeur de retour: pas de valeur de retour

```
void print_sum(int a, int b) {  
    /* ... */  
}
```

- en paramètre: pas de paramètres (facultatif)

```
char get_upper_char(void) {  
    /* ... */  
}
```

```
char get_upper_char() {  
    /* ... */  
}
```



# Définition vs déclaration

---

- définition = code de la fonction
- déclaration = juste son prototype avec ;
- dans les .h
- dans un .c pour une fonction qu'on ne veut pas exporter

```
void get_hen(void);

void get_egg(void) {
    /* ... */
    get_hen();
    /* ... */
}

void get_hen(void) {
    /* ... */
    get_egg();
    /* ... */
}
```



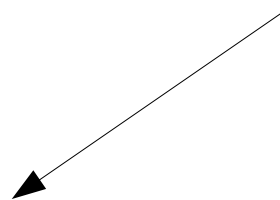
# return

---

- quitte la fonction
- renvoie une valeur si retour  $\neq$  **void**
- inutile seulement en fin de fonction **void**:

```
void print_sum(float a, float b) {  
    printf("%f+%f=%f\n", a, b, a+b);  
}
```

```
int print_sum2(float a, float b) {  
    printf("%f+%f=%f\n", a, b, a+b);  
}
```



```
$>gcc -Wall -ansi function.c  
function.c: In function `print_sum2':  
function.c:25: warning: control reaches end of non-void function
```



# Valeurs de retour

---

- on peut ignorer une valeur de retour:
  - `printf`, `scanf`
- on ne peut pas utiliser une fonction `void` dans une expression:

```
void print_sum(float a, float b) {  
    printf("%f+%f=%f\n", a, b, a+b);  
}  
  
int main(int argc, char* argv[]) {  
    float s=print_sum(3.5,1.1);  
    printf("sum=%f\n", s);  
    return 0;  
}
```

↙

```
$>gcc -Wall -ansi function.c  
function.c: In function `main':  
function.c:8: void value not ignored as it ought to be
```



# Le cas de main

---

- fonction particulière:
  - **return** quitte le programme et
  - renvoie le code de retour du programme
    - par convention: **0**=OK **≠0**=erreur
- si **main** est appelée explicitement par une fonction, **return** marche normalement



# Paramètres de main

---

- `int main(int argc, char* argv[]) { ... }`

Nombre de paramètres, y compris l'exécutable

Tableau de chaînes contenant les paramètres

```
int main(int argc, char* argv[]) {  
    int i;  
    for (i=0; i<argc; i++) {  
        printf("arg #%d=%s\n", i, argv[i]);  
    }  
    return 0;  
}
```

```
$> ./a.out AA e "10 2"  
arg #0=./a.out  
arg #1=AA  
arg #2=e  
arg #3=10 2
```





# Écrire une fonction

---

- réfléchir à l'utilité de la fonction
- 1 fonction = 1 seule tâche
- on ne mélange pas calcul et affichage!

```
int minimum(int a,int b) {  
    int min=(a<b)?a:b;  
    printf("minimum=%d\n",min);  
    return min;  
}
```

```
int minimum(int a,int b) {  
    return (a<b)?a:b;  
}  
  
int main(int argc,char* argv[]) {  
    int min=minimum(4,5);  
    printf("min=%d\n",min);  
    return 0;  
}
```



# Les paramètres

---

- ne pas mettre trop de paramètres!

```
int get_choice(char a, char c1,  
               char c2, char c3,  
               char c4, char c5) {  
    if (a==c1 || a==c2 || a==c3 ||  
        a==c4 || a==c5) return a;  
    return -1;  
}
```

```
int get_choice2(char a, char c[]) {  
    int i;  
    for (i=0; i<N; i++) {  
        if (a==c[i]) return a;  
    }  
    return -1;  
}
```



# Définir le prototype

---

- de quoi la fonction a-t-elle besoin ?
- retourne-t-elle quelque chose ?
- y a-t-il des cas d'erreurs ?
- si oui, 3 solutions:
  - mettre un commentaire
  - renvoyer un code d'erreur
  - afficher un message et quitter le programme



# Le commentaire

---

- utile quand la fonction n'est pas censée être appelée dans certains cas:

```
/**  
 * Copies the array 'src' into the 'dst' one.  
 * 'dst' is supposed to be large enough.  
 */  
void copy(int src[],int dst[]);
```

```
/**  
 * Returns 1 if 'w' is an English word;  
 * 0 otherwise. 'w' is not supposed to be  
 * NULL;  
 */  
int is_english_word(char* w);
```



# Le code d'erreur

---

- pas de problème si la fonction ne devait rien renvoyer:

```
int init(int t[],int size) {  
    if (size<=0) return 0;  
    int i;  
    for (i=0;i<size;i++) t[i]=0;  
    return 1;  
}
```

- sinon, attention à la valeur choisie ⚡
  - on doit toujours pouvoir distinguer un cas d'erreur d'un cas normal



# Le code d'erreur

- attention à la valeur:

```
int minimum(int t[],int size) {  
    if (size<=0) return -1;  
    int min=t[0];  
    int i;  
    for (i=1;i<size;i++) {  
        if (min<t[i]) min=t[i];  
    }  
    return min;  
}
```

```
/**  
 * Returns the length of the given  
 * string or -1 if NULL.  
 */  
int length(char* s) {  
    if (s==NULL) return -1;  
    int i;  
    for (i=0;s[i]!='\0';i++);  
    return i;  
}
```



-1 : on ne peut pas savoir si on a une erreur ou si le minimum est -1



# Le code d'erreur

---

- si toutes les valeurs possibles sont prises, il faut utiliser un passage par adresse pour le résultat ou pour le code d'erreur

```
int quotient(int a,int b,int *res) {  
    if (b==0) return 0;  
    *res=a/b;  
    return 1;  
}
```



# L'interruption du programme

- à n'utiliser que dans des cas très graves ⚡
  - plus de mémoire
  - erreurs d'entrées-sorties
  - mauvais paramètres passés au programme
- message sur `stderr` + `exit(≠0)` ;

```
List* new_List(int n, List* next) {
    List* l=(List*)malloc(sizeof(List));
    if (l==NULL) {
        fprintf(stderr, "Not enough memory !\n");
        exit(1);
    }
    l->n=n;
    l->next=next;
    return l;
}
```





# Tests d'erreur

- quitter dès que possible en évitant les **else** inutiles

⇒ améliore la lisibilité

```
int get_value(char* s) {
    int ret;
    if (s==NULL) {
        ret=-1;
    } else if (!isdigit(s[0])) {
        ret=-1;
    } else {
        ret=s[0]-'0';
        int i=1;
        while (isdigit(s[i])) {
            ret=ret*10+s[i]-'0';
            i++;
        }
    }
    return ret;
}
```



```
int get_value(char* s) {
    if (s==NULL) return -1;
    if (!isdigit(s[0])) return -1;
    int ret=s[0]-'0';
    int i=1;
    while (isdigit(s[i])) {
        ret=ret*10+s[i]-'0';
        i++;
    }
    return ret;
}
```



# Esthétique des fonctions

---

- soigner la présentation:
  - commentaires
  - noms explicites
  - indentation
- regrouper les fonctions de même thème dans des `.c`



# Passage d'adresse

---

```
void add_3(int a) {  
    a=a+3;  
}  
  
int main(int argc, char* argv[]) {  
    int foo=14;  
    add_3(foo);  
    printf("foo=%d\n", foo);  
    return 0;  
}
```



```
$> ./a.out  
foo=14
```

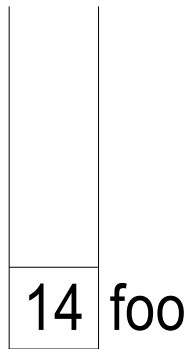
- pourquoi ?



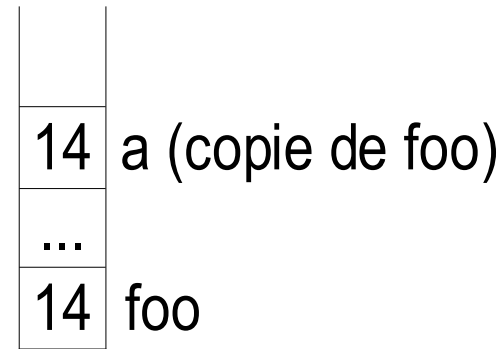
# Passage d'adresse

- regardons la pile:

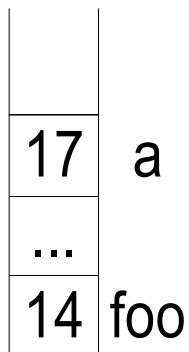
```
int foo=14;
```



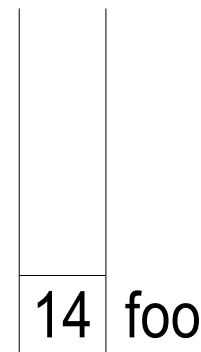
```
add_3(foo);
```



```
a=a+3;
```



```
printf("foo=%d\n", foo);
```





# Passage d'adresse

---

- Comment faire ?
  - ⇒ donner l'adresse de `foo` pour pouvoir modifier cette zone mémoire-là
- opérateur `&`:
  - `&abc` = adresse mémoire de la variable `abc`
  - comme dans `scanf`, qui a besoin de savoir où stocker les résultats de la saisie



# Passage d'adresse

---

- pour indiquer qu'une fonction reçoit une adresse, on met **\*** entre le type et le nom du paramètre:

```
void copy(int a, int *b) ;
```

- **b** représente l'adresse d'un **int**
- **\*b** est le contenu de la zone mémoire d'adresse **b**
- la taille de la zone dépend du type:
  - **\*a** différent dans **char \*a** et **float \*a**



# Passage d'adresse

---

```
void add_3(int *a) {  
    *a=*a+3;  
}  
  
int main(int argc, char* argv[]) {  
    int foo=14;  
    add_3(&foo);  
    printf("foo=%d\n", foo);  
    return 0;  
}
```



```
$>./a.out  
foo=17
```

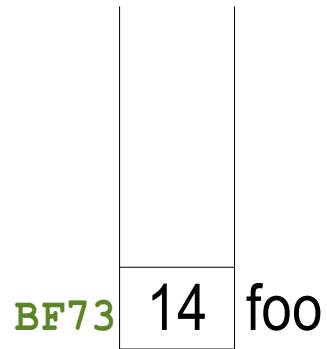
- ça marche!



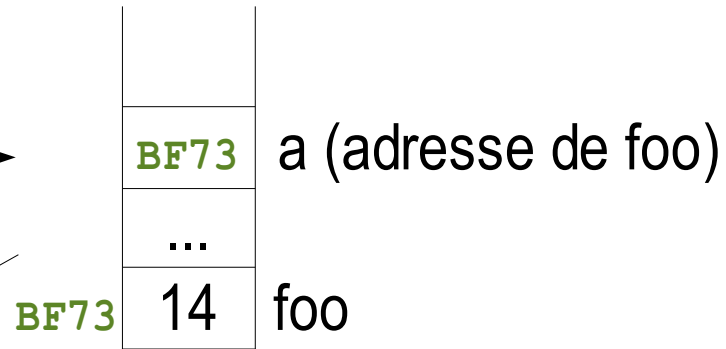
# Passage d'adresse

- regardons la pile:

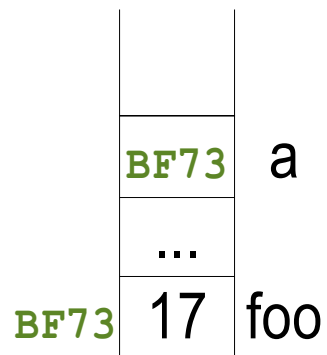
```
int foo=14;
```



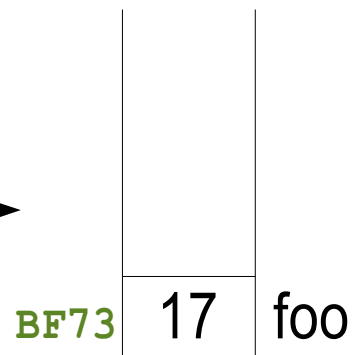
```
add_3(&foo);
```



```
*a=*a+3;
```



```
printf("foo=%d\n", foo);
```







# Passage d'adresse

---

- utile:
  - quand on doit modifier un paramètre
  - quand on doit retourner plusieurs valeurs
  - quand on doit retourner une ou plusieurs valeurs + un code d'erreur



# Modifier une variable

---

- exemple classique: les compteurs
- attention: `*n++` n'est pas `(*n)++` ⚡

```
/**
 * Reads from the given file the first
 * character that is not a new line. Returns
 * it or -1 if the end of file is reached. If
 * there are new lines, '*n' is updated.
 */
int read_char(FILE* f, int *n) {
    int c;
    while ((c=fgetc(f))!=EOF) {
        if (c=='\n') (*n)++;
        else return c;
    }
    return -1;
}
```



# Retourner plusieurs valeurs

---

```
/**
 * x/y is the irreducible fraction
 * so that x/y = a1/b1 + a2/b2
 */
void add_fractions(int a1, int b1,
                  int a2, int b2,
                  int *x, int *y) {
    *x=a1*b2+a2*b1;
    *y=b1*b2;
    int p=gcd(*x, *y);
    *x=*x/p;
    *y=*y/p;
}
```

```
/**
 * Returns the minimum of
 * the given array. Its
 * position is stored in '*pos'.
 */
float get_minimum(float t[],
                  int *pos) {
    int i;
    *pos=0;
    float min=t[0];
    for (i=1; i<N; i++) {
        if (t[i]<min) {
            min=t[i];
            *pos=i;
        }
    }
    return min;
}
```



# Avec un code d'erreur

---

- on choisit plutôt de retourner le code d'erreur et de passer par adresse des variables pour stocker les résultats
- exemple: `scanf`

```
int main(int argc, char* argv[]) {  
    int a,b,c,n;  
    n=scanf("%d %d %d",&a,&b,&c);  
    printf("%d %d %d %d\n",n,a,b,c);  
    return 0;  
}
```

→ \$> ./a.out  
4 8 hello  
2 4 8 4198592



# Passage d'adresse

---

- les tableaux sont implicitement passés par adresse
- tableau = adresse de son premier élément

```
/* équivalent à:  
void foo(int* t) */  
void foo(int t[]) {  
    t[1]=666;  
}  
  
int main(int argc, char* argv[]) {  
    int t[3];  
    t[0]=t[1]=t[2]=0;  
    foo(t);  
    printf("%d\n", t[1]);  
    return 0;  
}
```

→ \$> ./a.out  
666



# Passage par adresse

---

- pas de  $\neq$  formelle entre un *tableau de trucs* et un *truc* passé par adresse
- pour le compilateur, ces 3 fonctions ont le même prototype:

```
void foo(char s[]) {  
    printf("( %s)\n", s);  
}
```

```
void foo(char* s) {  
    printf("( %s)\n", s);  
}
```

```
void foo(char *c) {  
    *c='$';  
}
```

- une notation pour s'y retrouver:

`float* s` : `s` est un tableau de `float`

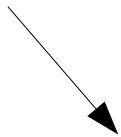
`float *s` : `*s` est un `float` passé par adresse



# Retourner une adresse

- ne jamais retourner l'adresse d'une variable ⚡

```
$>gcc -Wall -ansi var.c
var.c: Dans la fonction « uppercase »:
var.c:14: AVERTISSEMENT: fonction
retourne l'adresse d'une variable
locale
$> ./a.out
"÷ÿ¿Õí·
```



**ABC** est sur la pile, et se fait écraser lors de l'appel à **printf**

```
char* uppercase(char s[]) {
    char tmp[MAX];
    int i=-1;
    do {
        i++;
        tmp[i]=toupper(s[i]);
    } while (tmp[i]!='\0');
    return tmp;
}

int main(int argc, char* argv[]) {
    char* x=uppercase("abc");
    printf("%s\n", x);
    return 0;
}
```



# Retourner une adresse

---

- conséquence:
  - on ne peut pas retourner un tableau
  - il faudra utiliser de l'allocation dynamique





# Tableaux et pile

---

- tableau en variable locale = place occupée sur la pile
- attention aux explosions:

```
#define N 10000

void test_matrix() {
    int t[N][N];
    t[N-1][N-1]=17;
    printf("%d\n",t[N-1][N-1]);
}

int main(int argc, char* argv[]) {
    test_matrix();
    return 0;
}
```

→ \$> ./a.out  
Segmentation fault



# Fonction récursive

- fonction s'appelant elle-même:

```
void hanoi(int n, char src,
           char tmp, char dest) {
    if (n==1) {
        printf("%c --> %c\n", src, dest);
        return;
    }
    hanoi(n-1, src, dest, tmp);
    printf("%c --> %c\n", src, dest);
    hanoi(n-1, tmp, src, dest);
}

int main(int argc, char* argv[]) {
    hanoi(3, 'A', 'B', 'C');
    return 0;
}
```



```
$> ./a.out
A --> C
A --> B
C --> B
A --> C
B --> A
B --> C
A --> C
```



# Fonction récursive

---

- attention à la condition d'arrêt
- fait gonfler la pile
- à éviter autant que possible:

```
int factorial(int n) {  
    if (n==1) return 1;  
    return n*factorial(n-1);  
}
```

```
int factorial(int n) {  
    int r=1;  
    while (n>1) {  
        r=r*n--;  
    }  
    return r;  
}
```

- utilisation judicieuse: cf cours d'algo



# Fonction récursive

- si possible, ne tester qu'une seule fois les cas d'erreur



```
int sum(Tree* t,int *s) {  
    if (t==NULL) return ERROR;  
    *s=*s+t->value;  
    if (t->left!=NULL) {  
        sum(t->left,s);  
    }  
    if (t->right!=NULL) {  
        sum(t->right,s);  
    }  
    return OK;  
}
```



```
int sum_(Tree* t) {  
    if (t==NULL) return 0;  
    return t->value+sum_(t->left)  
        +sum_(t->right);  
}  
  
int sum(Tree* t,int *s) {  
    if (t==NULL) return ERROR;  
    *s=sum_(t);  
    return OK;  
}
```



# Fonctions sur les chaînes

---

- fonctions définies dans `string.h`

```
char* strcpy(char* dest, const char* src);  
char* strcat(char* dest, const char* src);  
size_t strlen(const char* s);
```
- `strcpy` copie, `strcat` concatène, `strlen` mesure
- pas de test sur la validité des chaînes
  - ne doivent pas être **NULL**
  - **dest** doit être assez large



# Fonctions sur les chaînes

---

```
void get_email(char* first,
              char* last,
              char* email) {
    strcpy(email, first);
    strcat(email, ".");
    strcat(email, last);
    strcat(email, "@univ-mlv.fr");
}
```

```
$> ./a.out John Doe
John.Doe@univ-mlv.fr
```

```
#define N 20

void tile(char* pattern, char* res) {
    int i, n=(N-1)/strlen(pattern);
    res[0]='\0';
    for (i=0; i<n; i++) {
        strcat(res, pattern);
    }
}

int main(int argc, char* argv[]) {
    char t[N];
    tile("pencil", t);
    printf("%s\n", t);
    return 0;
}
```

```
$> ./a.out
pencilpencilpencil
```



# Comparer des chaînes

---

- `int strcmp(const char* a, const char* b);`
- renvoie:

0 si  $a=b$

<0 si  $a<b$

>0 si  $a>b$

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>

int main(int argc, char* argv[]) {
    printf("%d %d %d %d\n"
        , strcmp("ball", "ball")
        , strcmp("ace", "ball")
        , strcmp("basic", "ball")
        , strcmp("ball", "balls"));

    return 0;
}
```

```
$> ./a.out
0 -1 1 -1
```



# Fonctions mathématiques

---

- définies dans `math.h`:

```
double cos(double x);      double sin(double x);
double tan(double x);     double sqrt(double x);
double exp(double x);     double log(double x);
double log10(double x);   double pow(double x, double y);
```

- compiler avec l'option `-lm`

```
$>gcc -Wall -ansi math.c
/home/igm/paumier/tmp/ccTs2vJ2.o: dans la fonction « main »:
/home/igm/paumier/tmp/ccTs2vJ2.o(.text+0x20): référence
indéfinie vers « cos »
collect2: ld a retourné 1 code d'état d'exécution
$>gcc -Wall -ansi math.c -lm
```





# Nombres aléatoires

---

- fonctions définies dans `stdlib.h`
- `int rand()` ;
  - donne un  $n$  entre 0 et `RAND_MAX`
- `void srand(unsigned int seed)` ;
  - initialise le générateur avec une graine
- pour une graine qui change:  
`time_t time(time_t*)` ; dans `time.h`



# Nombres aléatoires

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <time.h>

int main(int argc, char* argv[]) {
    int i;
    srand(time(NULL));
    for (i=0; i<10; i++) {
        printf("%d ", rand()%20);
    }
    printf("\n");
    return 0;
}
```

\$> ./a.out  
0 10 5 5 9 5 7 6 7 11



\$> ./a.out  
7 19 5 16 11 18 12 0 2 15