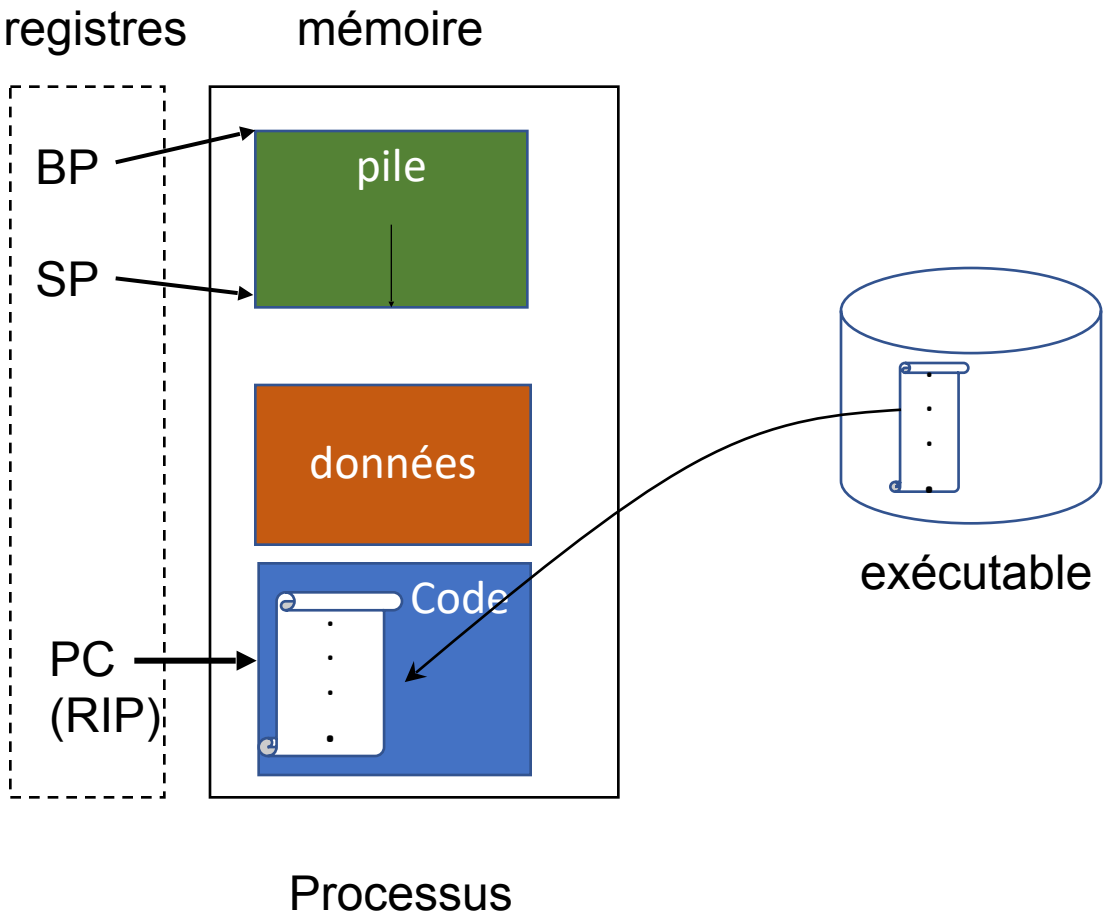
Cours 4 : Processus Unix

Processus

- Processus: entité active du système
  - Correspond à l'exécution d'un programme binaire
  - Chaque processus est indépendant
  - CPU est partagé (temps partagé) => Commutation entre les processus

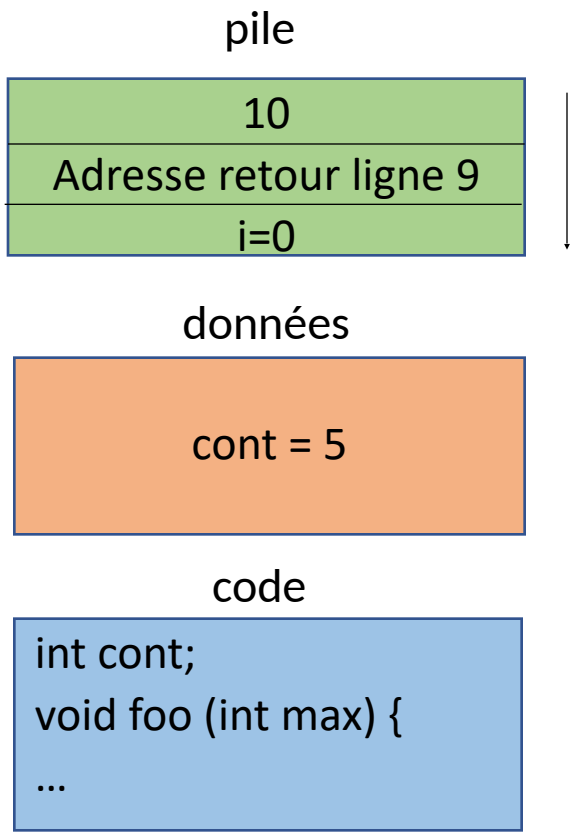
- Identifié de façon unique par son numéro : **pid**
  - Possède un contexte
    - Mémoire : 3 segments (code, données et pile)
    - Matériel : ensemble des registres
  - Exécuté sous l'identité d'un utilisateur :
    - propriétaire réel **uid** et effectif **euid**
    - Groupe réel et effectif
  - Possède un répertoire courant

Processus : contexte



Processus : Mémoire

```
1: int cont;

2: void foo (int max) {
3:    int i;
4:    for (i=0; i++; i<max)
5:       printf ("%d \n", i);
6:}

 7: int main (int argc, char* argv []) {
 8:    cont=5;
 9:    foo(10) ;

10:   return EXIT_SUCCESS;
11: }
```



Etats d'un processus

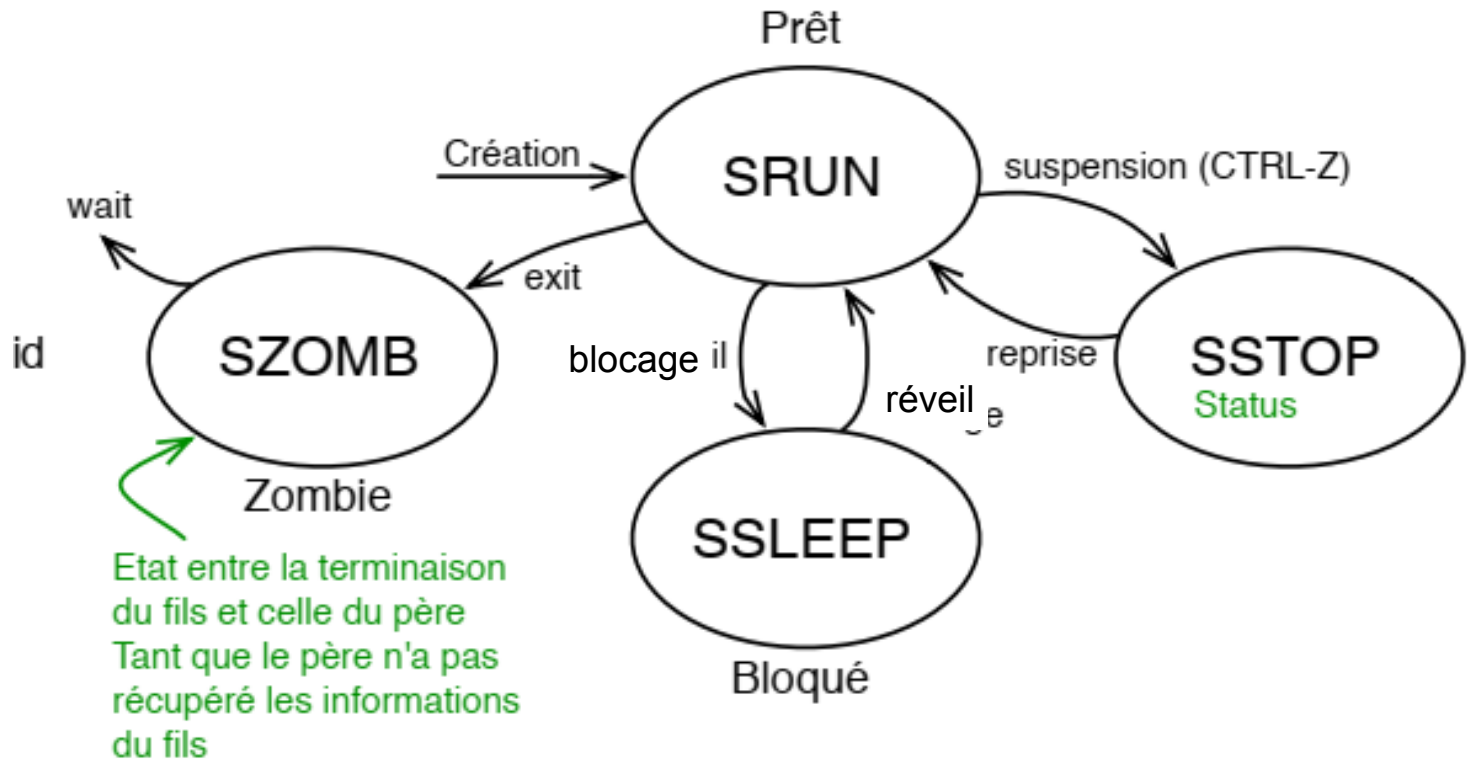
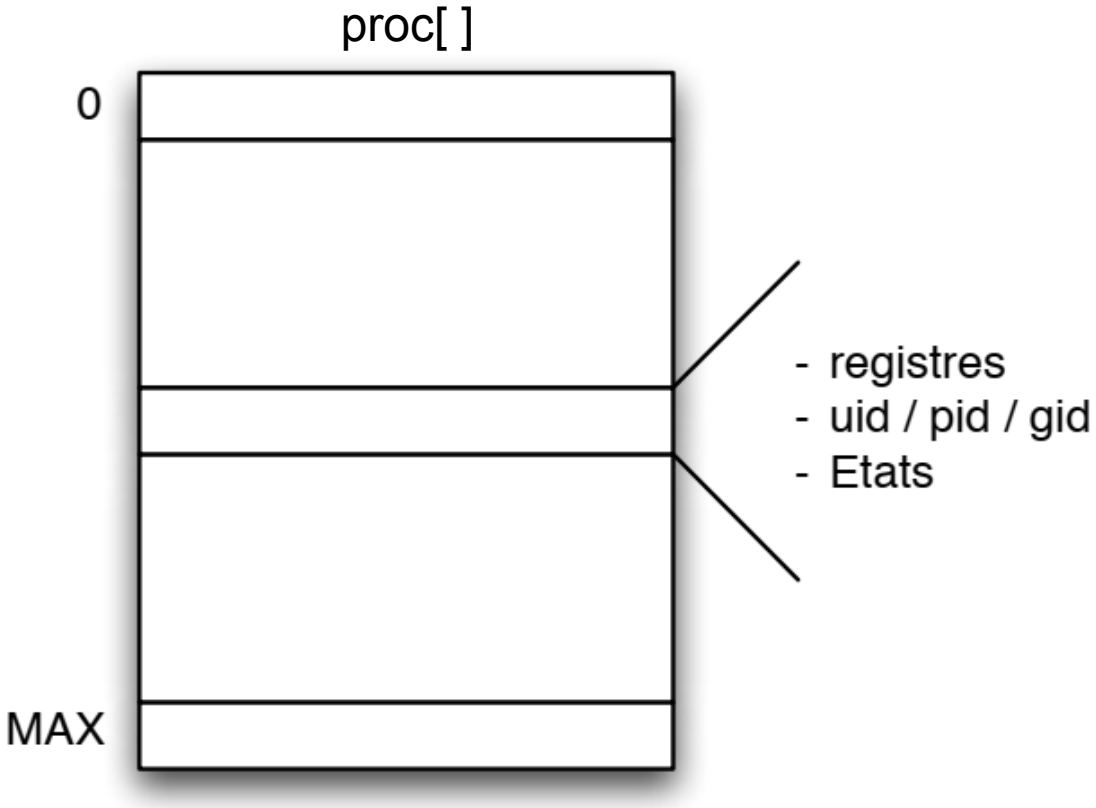


Table de processus

- Le système maintient une table des processus en cours (proc[] ou task[] dans linux) pour stocker les informations sur les processus



Programmation des processus

```
#include <sys/types.h>
#include <unistd.h>
#include <stdlib.h>

int main(int argc, char *argv[], [char *envp[]] )  {
        ...
        return ret;
}
```

pid_t

prototype fonctions standards

0 => OK (EXIT_SUCCESS)

≠ 0 => KO (EXIT_FAILURE)

argc : nombre d'arguments

argv : liste des arguments

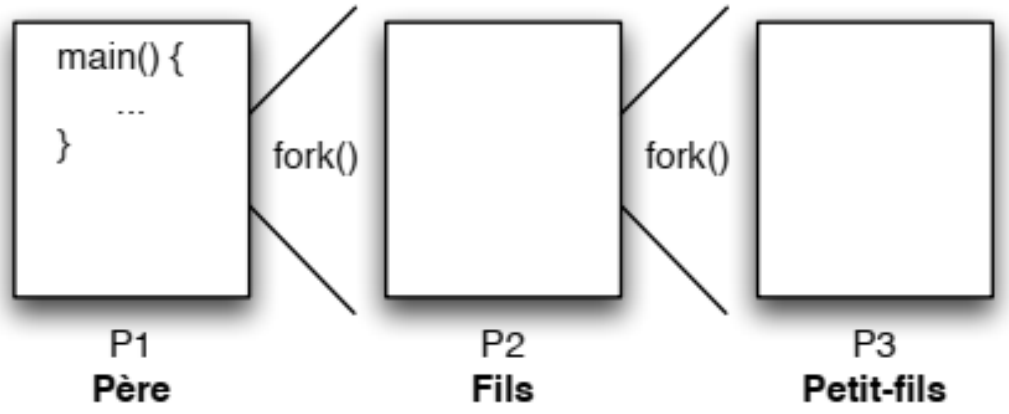
argv[0] = nom exécutable
argv[1] = 1er argument
…
argv[argc-1] = dernier argument
argv[argc] = NULL

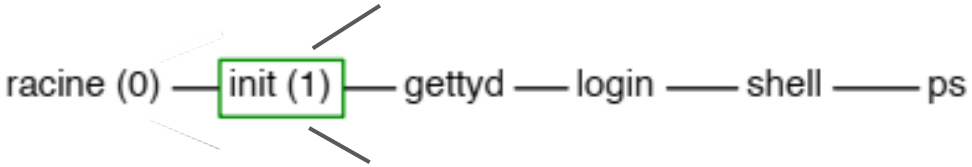
envp : liste des variables d'environnement

Création de processus

- Un processus **Père** peut créer un processus un processus **Fils**

=> un arbre de processus



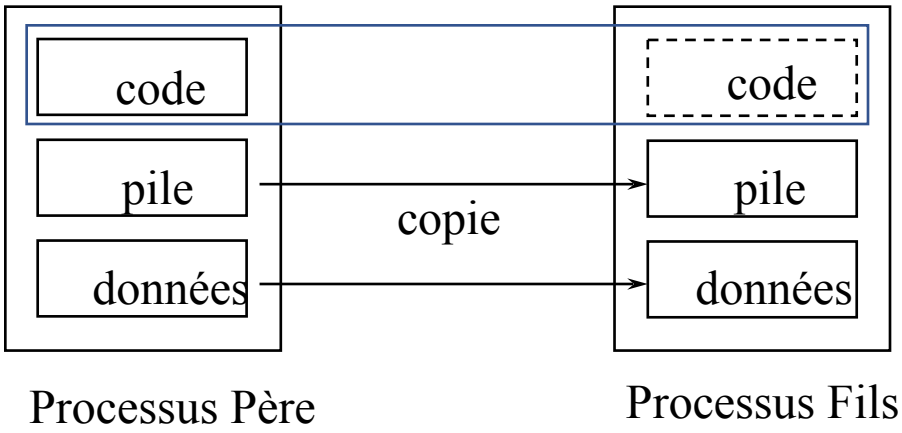


Fork : création d'un processus

- Création dynamique d'un nouveau processus (*fils*) qui s'exécute de façon concurrente avec le processus qui l'a créé (*père*).

pid_t ***fork*** *(void)*

- Processus fils est **une copie du processus**
  - variables du fils possèdent les mêmes valeurs que celles du père au moment du *fork*
  - toute modification d'une variable par l'un des processus n'est pas visible par l'autre.



Fork : création d'un processus

- Chaque processus reprend son exécution à l'instruction suivant le fork
- Valeurs de retour diffèrente selon le processus
    - **0** : renvoyé au processus fils
    - **pid (>0) du processus fils** : renvoyé au processus père
    - **-1** : appel à la primitive a échoué
    -
  - pid_t getpid(void);
    - obtenir son pid
  - pid_t getppid (void);
    - obtenir le pid du père

Fork : exemple

```
int main(int argc, char * argv[]) {
  pid_t p;
  int a = 10;
  p = fork();
  if(p == -1) {
    perror("Erreur sur le fork.\n");
    return 1;
  }
  if(p == 0) { /* le fils */
       a++;
    printf("Je suis le fils %d, pere : %d, a = %d\n",
             getpid(),getppid(),a);
    return 0;
  } else { /* le pere */
  printf("Pere de %d, a = %d\n", p,a);
  return 0;
  }
}
```

Pere de 1538, a = **10**

Je suis le fils 1538, pere : 1537, a = **11**

Terminaison d'un processus : exit

void exit(int val);

val = valeur récupérée par le processus père

⇔ return (val) dans le main

- Le processus est détruit en mémoire et devient **Zombie**:
  - Etat d'un processus terminé tant que son père n'a pas pris connaissance de sa terminaison (wait).

Synchronisation père/fils – Wait

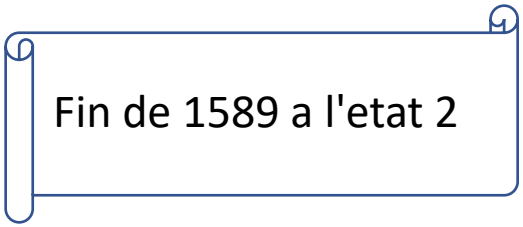
```
#include <sys/types.h>
#include <sys/wait.h>

 pid_t wait (int* status);
```

Attendre la fin d'**un** seul fils quelconque

- Argument et valeur de retour :
  - Valeur de retour : **pid** du processus fils terminé, retourne directement -1 si aucun fils.
  - Paramètre de sortie **status** passé par référence : état du processus fils (valeur d'exit).
- Macros définies dans <sys/wait.h> manipulant le paramètre **status** :
  - WEXITSTATUS(status) : valeur de retour ;
  - WIFEXITED(status) : valeur ≠ 0 si fin normale.

Wait – exemple

```
int main() {
   pid_t p, d;
   int e;
   p = fork();
   if(p == 0){ /* le fils */
      exit(2);
   } else { /* le pere */
      d = wait(&e);
      if(WIFEXITED(e)){
         printf("Fin de %d a l'etat %d \n", d, WEXITSTATUS(e));
      } else {
         printf("Probleme fils %d\n",d);
      }
   }
   return 0;
}
```



Wait – exemple zombie

```
int main() {
      pid_t p, d;
      int e;
      p = fork();
      if(p == 0){ /* le fils */
            exit(0);
      } else { /* le pere */
            sleep(30);
            wait(NULL);
      }
      return 0;
}
```

Créer un processus zombie pendant environ 30 secondes

Remarque : Si le père est terminé, ses fils (orphelins) sont “adoptés” par *init* (processus1).

Waitpid : attendre un fils précis

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/wait.h>
pid_t waitpid (pid_t pid, int* status, int options );
```

- Attendre la fin en fonction de la valeur de *pid* :

> 0	du processus fils pid
0	d'un processus fils quelconque du même groupe que l'appelant
-1	d'un processus fils quelconque
< -1	d'un processus fils quelconque dans le groupe |pid|

- options :
  - WNOHANG : appel non bloquant ..
  - 0 : pas d'options
- Retour
  - -1 : erreur
  - 0 : si non bloquant et processus n'a pas terminé
  - pid du processus terminé

Waitpid - Exemple

```
int main() {
  pid_t pid_fils;
      int status;
  if ((pid_fils=fork ()) == 0) {
    printf("FILS: pid = %d\n", getpid());
    sleep (1);
    exit (2);
   }
  else {
    if (waitpid(pid_fils,&status,WNOHANG) == 0)
    printf ("PERE: fils n'a pas terminé \n");
     else
       if (WIFEXITED (status) {
         printf ("PERE: fils  %d terminé, status= %d \n",
              pid_fils, WEXITSTATUS (status));
         return EXIT_FAILURE;
    }
  }
  return EXIT_SUCCESS;
}
```

FILS : pid =19078

PERE: fils n'a pas terminé

Wait3 – récupération des statistiques du fils

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/time.h>
#include <sys/resource.h>
#include <sys/wait.h>

pid_t wait3(int *status, int options,  struct rusage *rusage);
```

- Attend la fin d'un fils quelconque
- *status* et *options* identiques à waitpid
- struct rusage definie dans sys/resource (man getrusage)

```
struct rusage {
  …
        struct timeval ru_utime; /* Temps CPU fils mode U*/
        struct timeval ru_stime; /*  Temps CPU fils mode S*/
    …
  }
```

```
tv_sec
tv_usec
```

Wait3 - exemple

Afficher temps CPU consommé par un fils en mode U

```
….
struct rusage r;
if (fork() == 0) {
      …
      exit(0);
}
wait3(NULL, 0, &r);
printf("Temps Util. : %f\n",
      r.ru_utime.tv_sec + 1E-6*r.ru_utime.tv_usec);
```

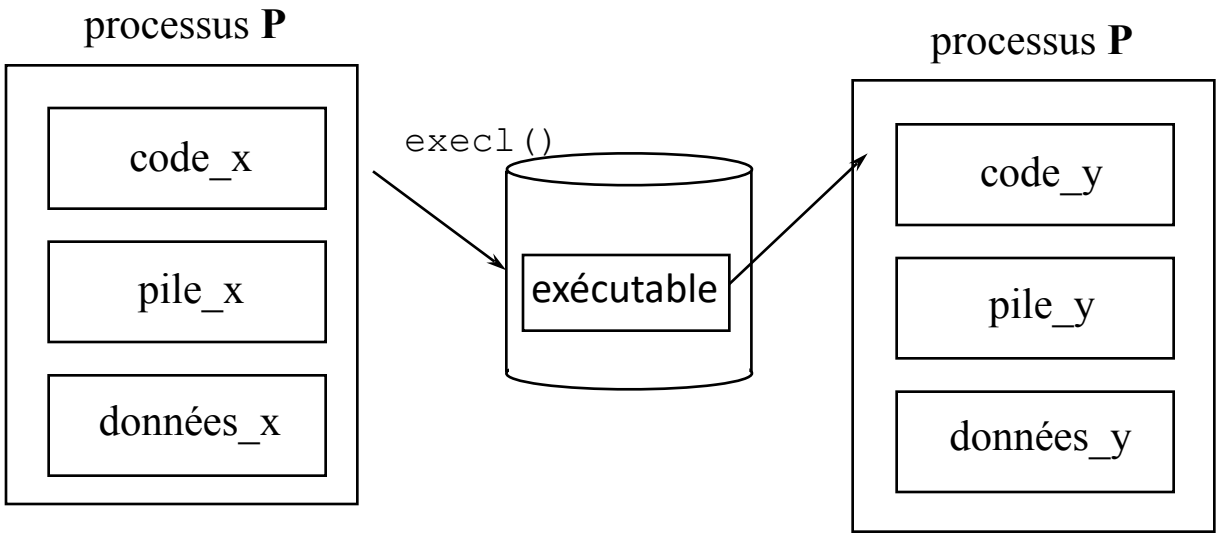
Temps Util. : 1.388168

Recouvrement - exec

- Le recouvrement permet à un processus de changer (écraser) son code et ses variables (pile et données)

=> le processus va exécuter **un nouveau main**. Si pas d'erreur, un exec ne retourne pas

Ne créer pas de nouveau processus (écrasement du contenu)



Le processus conserve : `uid`, `gid`, `pid`, `ppid`, terminal, fichiers ouverts, signaux masqués

Primitives exec

list

```
int execl(char * pathname, char * arg0, … , NULL);
```

vector

```
int execv(char * pathname, char * argv[]);
```

path

```
int execlp(char * filename, char * arg0, … , NULL);

int execvp(char * filename, char * argv[]);
```

Exec - list

```
int execl(char * pathname, char * arg0, char *arg1,…, NULL);
```

-1 : erreur

nom fichier exécutable

nom exécutable

1er argument

exemple : créer un processus qui exécuté "ls -l f1"

```
1.  if (fork()==0) {
2.    execl("/usr/bin/ls", "ls", "-l", "f1", NULL);
3.    perror("Erreur exec");
4.    exit(1);
5.  }
```

`execlp` identique avec l'exécutable recherché dans *PATH*

```
2.    execlp("ls", "ls", "f1", NULL);
```

Exec - vecteur

```
int execv(char * filename, char * argv[]);
```

-1 : erreur

nom fichier exécutable

vecteur d'arguments

exemple

```
1.  if (fork()==0) {
2.    char *argfils[] = {"ls",  "-l", "f1", NULL};
3.    execv("/usr/bin/ls", argfils);
4.    perror("Erreur exec");
5.    exit(1);
6.  }
```

Fonction – system()

```
#include <stdlib.h>
int system(char *command);
```

Créer un fils qui lance un shell pour exécuter *command*

exemple

```
system("sleep 5");
```