BUT 2 / R3.05
PROGRAMMATION SYSTÈME

PROCESSUS

APARTÉ

- Les appels systèmes (API système) sous Linux sont soit
  - SYSTEM V (5): implémentation historique du noyau Linux
  - POSIX: norme IEEE
- Sous windows
  - La plupart des fonctions POSIX sont supportées pour rendre les codes compatibles Linux/Windows
  - L’API système est la WIN-API (anciennement WIN-32)

DEFINITION

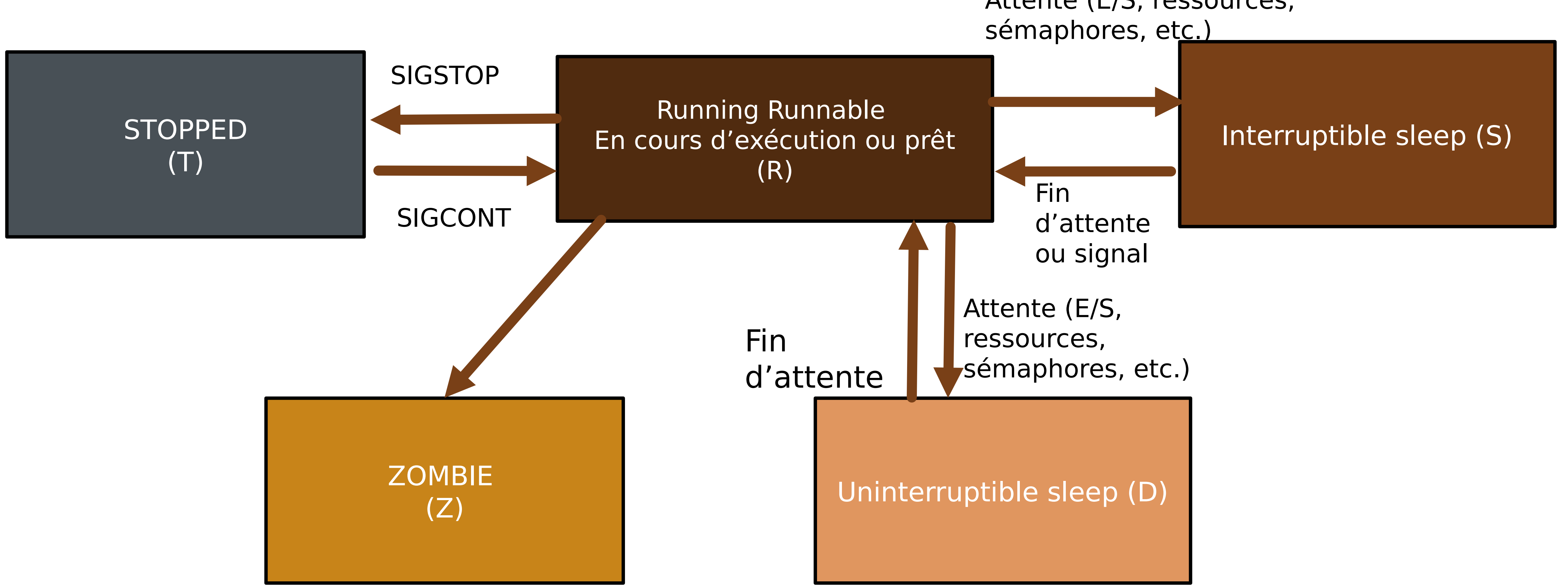
- Un processus est un programme exécutable en cours d'exécution.
- Il utilise des ressources systèmes et matériels
  - Matériel
    - Entrée / sortie
    - Processeur
    - Mémoire
  - Systèmes
    - Appels systèmes (liés aux matériels ou au logiciel)
    - Gestion des processus par le SE

En mémoire :

Zone mémoire	Usage
Arguments du programme Variables d'environnements	
Tas (heap)	Allocation dynamique (new / malloc)
Pile (stack)	Variables locales des fonctions
Variables non initialisées (bss)	Variables globales et statiques
Variables Initialisées (data)	Variables globales et statiques
Code (text)	

PROCESSUS SOUS LINUX

ETAT D’UN PROCESSUS SOUS LINUX



INFORMATION NOYAU D’UN PROCESSUS

- Le système gère un certains nombre d’informations sur chaque processus
  - PID, PPID, PGID, UID, GID

    On peut accéder à certains d’entre eux grâce à des appels systèmes :

    getpid() → retourne le pid du processus en cours
    getppid() → retourne le pid du processus parent du processus en cours

  - La table des descripteurs de fichiers
  - Information sur les signaux, etc.
  - Les informations sur son exécution: pile, registre, état/emplacement mémoire, etc.

En mémoire...

- Lors d'un fork, tout l'espace mémoire du processus est copié :
  - Variables statiques/globales
  - pile/tas (→ donc toutes les variables définies)
  - Descripteurs de fichier (nous verrons plus tard)
  - Code à exécuter
  - ...

Arguments du programme Variables d'environnements
Tas (heap)
Pile (stack)
Variables non initialisées (bss)
Variables Initialisées (data)
Code (text)

Exemple

```
int main() {

        int x = 100 ;
        int retourFork ;

        printf("Coucou\n") ;

        retourFork = fork() ;

        if (retourFork > 0) {
                x++ ;
                printf("je suis le père, x=%d\n", x) ;
        } else {
                x-- ;
                printf("je suis le fils, x=%d\n", x) ;
        }
        printf("exécuté par les deux ! X=%d\n", x) ;

        return 0 ;

}
```

Exercice

Qu’affiche le programme suivant ?

```
int main() {

        int x = 100 ;

        if ( fork() > 0 ) {

                for (int i = 0 ; i < 100 ; i++){
                        x ++ ;
                        printf("x = %d", x) ;
                }

        } else {

                for (int i = 0 ; i < 100 ; i++){
                        x -- ;
                        printf("x = %d", x) ;
                }
        }
}
```

FILIATION SOUS LINUX

- Un processus est créé par un autre processus

```
Prototype:
pid_t fork(void);
```

  - L'appel système est **fork()** (ou clone())
  - Si l'appel réussi, une copie du processus est créée dès l'exécution de ce fork
    - Cela a pour conséquence que le code qui suit est exécuté par deux processus en « parallèle » :
      - Le processus initial (père)
      - Le nouveau processus (fils)
  - fork() renvoie **deux valeurs différentes** selon le processus dans lequel on se retrouve !
    → -1 si l'appel a échoué (problème de ressources), ou :
    - 0 dans le processus fils
    - Le pid du fils dans le père
- Cela crée une filiation père/fils (parent/child)

FILIATION SOUS LINUX

- La valeur retournée par le fils est à destination du processus père.
- Le père peut la récupérer avec l’appel système **`wait()`**ou **`waitpid()`**.

ATTENTE DE LA TERMINAISON CHEZ LE PÈRE

- 2 choix :

  pid_t wait(int *wstatus);

  - Appel bloquant. Débloqué lorsque n’importe quel fils se termine
  - Récupère dans wstatus ce qu’a retourné le main du fils
  - Retourne le pid du fils en cas de succès, et -1 sinon (ex : aucun fils à attendre)

  pid_t waitpid(pid_t pid, int *wstatus, int options);

  - Appel bloquant. Débloqué lorsque le fil de pid **pid** est terminé
  - Récupère dans wstatus ce qu’a retourné le main du fils
  - Options :
    - WNOHANG : l’appel n’est pas bloquant, et retourne 0 s’il n’y a pas de fils terminé

ATTENTE DE LA TERMINAISON CHEZ LE PÈRE

- **wstatus**
  - Ce que retourne la fonction main est codé sur 32 bits
  - La « vraie » valeur qui suit le « return » ne remplit que les 8 derniers bits de cette valeur
  - Les autres bits contiennent d’autres informations
  - Pour ne récupérer que ces 8 bits : fonction **WEXITSTATUS(wstatus)**

ATTENTE DE LA TERMINAISON CHEZ LE PÈRE

```
int main()
{
   pid_t retourFork; int retourFils;

   retourFork=fork();
   switch(retourFork)
   {
      case -1: perror(" Error fork() ");
               break;
      case 0: printf(" Je suis le fils\n ");
                           return(24);
          default: printf(" Je suis le père\n ");
             wait(&retourFils);
                     printf(" La valeur est %d\n ",WEXITSTATUS(retourFil
                     break;
   }
   return(0);
}
```

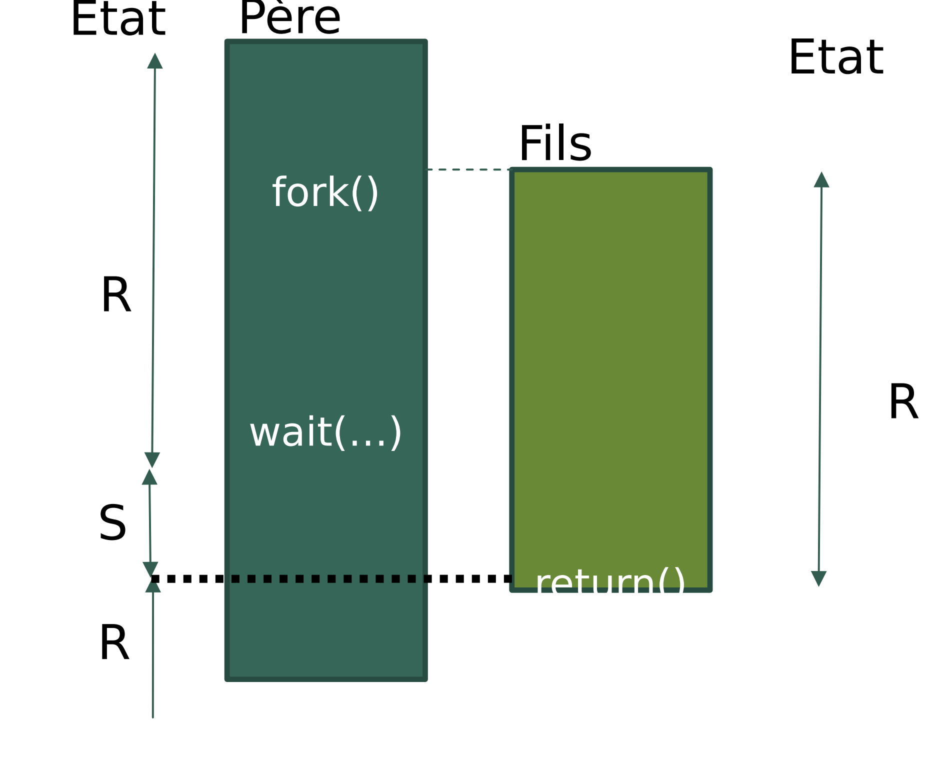
Création d'un nouveau processus. **Deux processus exécutent en parallèle le code qui suit.**

Le père attend jusqu'à la terminaison du fils.

Le code de retour est chiffré sur le dernier octet. Les octets de poids forts contiennent d'autres informations sur l'état du processus fils.

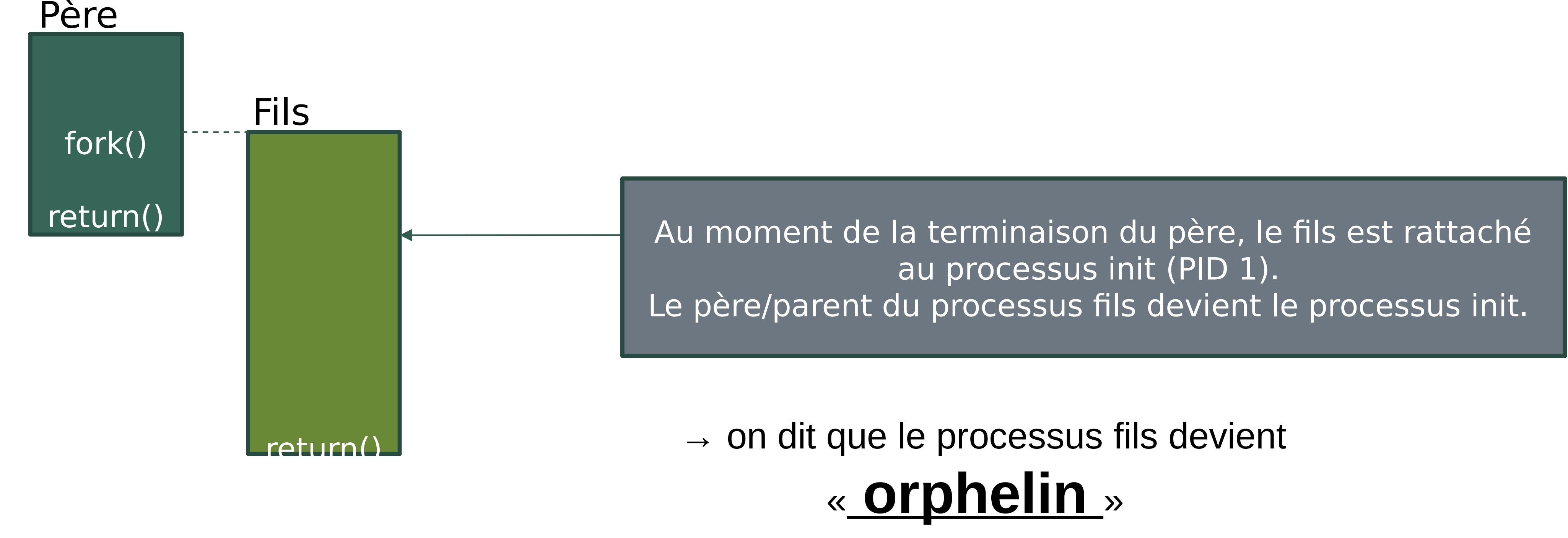
FILIATION SOUS LINUX: SCENARIO PÈRE/FILS

- Cas 1: le père effectue son wait() avant la terminaison du fils



FILIATION SOUS LINUX: SCENARIO PÈRE/FILS (2)

- Cas 2: le père se termine avant son fils

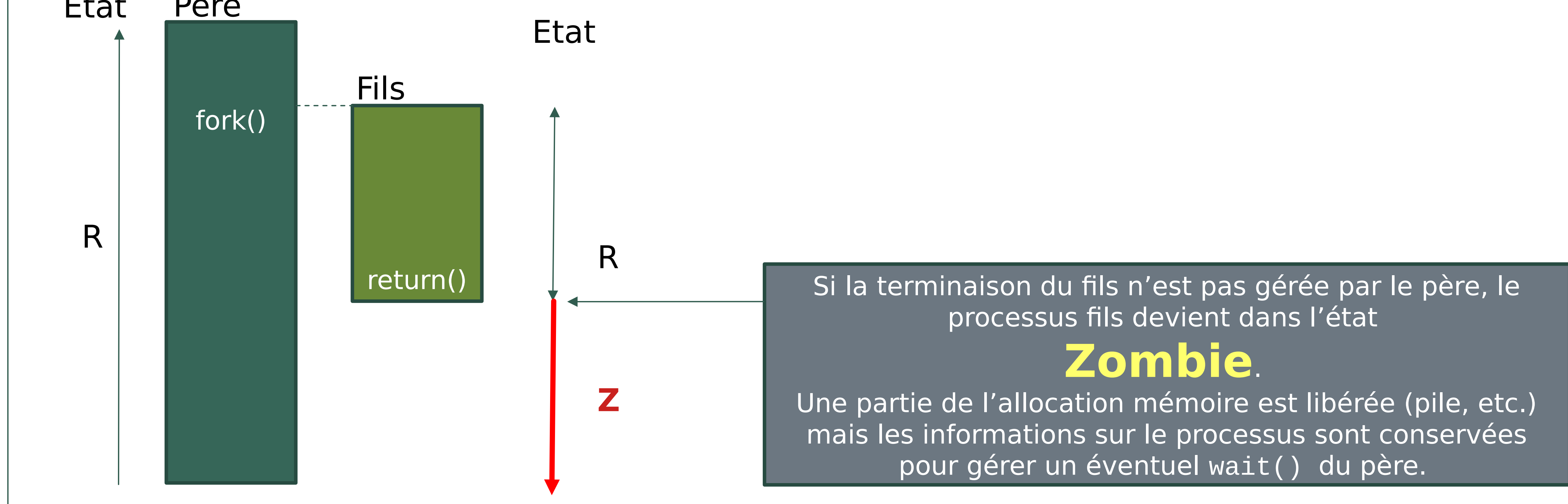


→ on dit que le processus fils devient

« **orphelin** »

FILIATION SOUS LINUX: SCENARIO PÈRE/FILS (3)

- Cas 3: le père s’exécute sans s’occuper de la terminaison du fils



QUESTIONS

- Que retourne la fonction fork ?

- Quelle est la sortie du code ci-contre
  - Toto
  - Toto Toto
  - Toto Toto Toto
  - Toto Toto Toto Toto
  - Aucun affichage

```
int main()
{
  fork(); fork();
  printf(" Toto ");
  return(0);
}
```

- Y-a-t-il un zombie avec le code ci-contre?

```
int main()
{
  if(fork()>0) return(0);
  return(0);
}
```

ANALYSE…

```
int main()
{
        int i, retourExit, retourFork=1, pid;

        printf("Le shell a pour PID %d\n",getppid());
        for(i=0; i < 3; i++)
        {
                retourFork=fork();
                printf("Mon PID est %d mon Pere est %d et i=%d\n",

                                        getpid(),getppid(),i);
        }

        while( (pid=wait(&retourExit))>0 )
           printf("Code de retour du fils %d: %d\n",pid,WEXITSTATUS(retourExit));

        exit(i);

}
```

Exercice

Exercice 1
Écrivez un programme `zombie` qui crée un processus qui reste zombie pendant 30 secondes.

Pour cela, il faut d'abord effectuer un fork. Puis, le père et le fils devront exécuter deux codes différents :

- le père se met en sommeil pendant 30 secondes (grâce à la fonction sleep)
- le fils se termine (avec un return)

Pour obtenir la liste des processus en mode zombie ("`defunct`" sous Linux) en cours d'"exécution", vous pouvez par exemple exécuter la commande suivante (depuis un autre terminal) :

```
ps -e | grep "defunct"
```

Exercice

Exercice 2

Écrivez un programme `orphelin` qui crée un processus qui devient orphelin. Votre programme devra montrer que le processus fils perd effectivement à un moment donné son processus père, et afficher quel est son nouveau père.

Pour cela, il faut d'abord effectuer un fork. Puis, le père et le fils devront exécuter deux codes différents :

- le père affiche son process id (avec la fonction `getpid()`), se met en sommeil 5 secondes, puis se termine
- le fils affiche son parent id (avec la fonction `getppid()`), se met en sommeil 10 secondes, puis affiche à nouveau son parent id

Exécuter un autre code

Dupliquer un processus, c’est très bien mais ça ne fait pas démarrer d’autres programmes…

int execvp(const char *file, char *const argv[]);

- C’est en fait une famille de fonctions (voir le man)
- Permet de changer le code du programme en cours d’exécution par celui d’un autre programme
  - **file** est le nom de l’exécutable à lancer
  - **argv** est la liste des arguments à lui passer
    - Tableau de chaines de caractères
    - La première case reprend le nom de l’exécutable
    - La dernière case doit être NULL

Exécuter un autre code

Dupliquer un processus, c’est très bien mais ça ne fait pas démarrer d’autres programmes…

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

- Retourne -1 en cas d’échec
- En cas de succès, on ne saura jamais ce qu’elle retourne, puisque le processus en cours ne s’exécute plus !
- Tout le code qui suit n’est donc exécuté que si l’appel n’a pas fonctionné !

Exécuter un autre code

Lancez la commande « ls -l » grâce à execvp !