

Shell

Gestion des processus et entrées-sorties

Ensimag, 2A, édition 2019-2020

13 mars 2020

TP 2 : le shell

Opérations sur les processus

Processus

Création de processus

Recouvrement de programme

Attente de la terminaison

les IO

Rappel sur les processus

Le shell

Le pipe

Outils

Shell

Le but est de faire un *shell* de commandes (interpréteur simpliste de commandes fourni)

- lancer les programmes demandés avec leurs arguments,
- gérer l'attente éventuelle et la terminaison des processus.

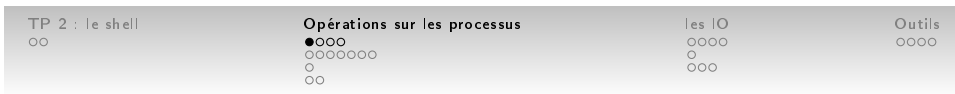
Il y a aussi : les redirections d'entrées-sorties (<, >, |) et quelques variantes (libreadlines, signaux, joker, libcurses, Ctrl-Z/fg/bg, etc.).

Le sujet est sur ensiwiki!!!

Attention : le sujet est sur ensiwiki!

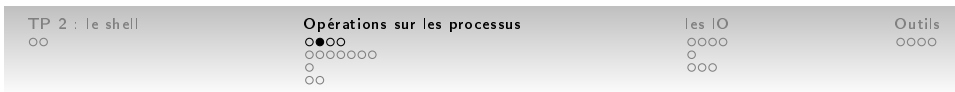
De l'aide?

- man fork
- man execvp
- man 2 wait
- ...
- En cas d'ambiguïté :
 - whatis *commande* puis
 - man *N commande*
 - Exemple : man 2 open pour le open du C, man 3 open pour le open de perl ...)



Processus

Definition (Qu'est-ce qu'un processus?)



Programme

Qu'est-ce qu'un programme ?



Processus

Definition (Qu'est-ce qu'un processus?)

Un processus est un programme en exécution



Programme

Qu'est-ce qu'un programme ?

- du code
- des données



TP 2 : le shell Opérations sur les processus les IO Outils

oo o●o oooo oooo
 oo oooooo o o
 o ooo

Exécution

Qu'est-ce que l'exécution d'un programme ?



TP 2 : le shell Opérations sur les processus les IO Outils

oo o●o oooo oooo
 oo oooooo o o
 o ooo

Exécution

Qu'est-ce que l'exécution d'un programme ?

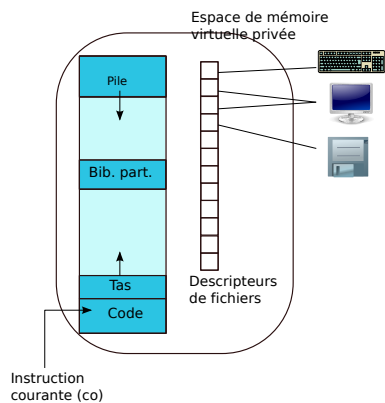
- une instruction courante (compteur ordinal)
- un état courant (mot d'état : division par 0, masquage des interruptions, résultats de tests de branchements, etc.)
- de la mémoire (RAM + registres)
- des entrées-sorties



TP 2 : le shell Opérations sur les processus les IO Outils

oo o●o oooo oooo
 oo oooooo o o
 o ooo

Un processus dans un OS moderne



Processus

- Un espace de mémoire virtuelle privée :
 - le code,
 - la pile : variables locales des fonctions
 - le tas : malloc/free
 - des segments de mémoire partagée : bibliothèques de fonctions partagées
- Le compteur ordinal (adresse de l'instruction courante)
- Des registres
- Des descripteurs de fichiers : E/S vers fichiers, écran, clavier, réseau, etc.



TP 2 : le shell Opérations sur les processus les IO Outils

oo o●o oooo oooo
 oo oooooo o o
 o ooo

Création de processus sous UNIX

Création par l'appel système fork()

Mais que fait fork() ? Comment savoir ?



Création de processus sous UNIX

Création par l'appel système fork()

Mais que fait fork() ? Comment savoir ?

```

FORK(2)                    Linux Programmer's Manual                    FORK(2)
NAME
    fork - create a child process
SYNOPSIS
    #include <unistd.h>
    pid_t fork(void);
DESCRIPTION
    fork() creates a new process by duplicating the
    calling process. The new process, referred to as
    the child, is an exact duplicate of the calling
    process, referred to as the parent, except for the
    following points:
  
```

Création de processus sous UNIX

`int fork()` : création par copie

La création se fait par copie à l'identique du processus qui appelle la fonction fork.

Création de processus sous UNIX

`int fork()` : création par copie

La création se fait par copie à l'identique du processus qui appelle la fonction fork.

La règle : copie TOUT, état de la mémoire (programme, données, pile, tas, la plupart des segments partagées), instruction courante, état des registres et des entrées sorties.

Création de processus sous UNIX

`int fork()` : création par copie

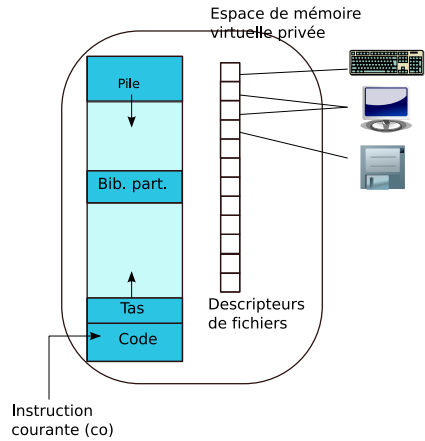
La création se fait par copie à l'identique du processus qui appelle la fonction fork.

La règle : copie TOUT, état de la mémoire (programme, données, pile, tas, la plupart des segments partagées), instruction courante, état des registres et des entrées sorties.

Les exceptions : la valeur de retour de fork (0 dans le fils, PID du fils dans le père), l'identification du processus (numéro unique, PID), les verrous, les statistiques (getrusage()), les alarmes (setitimer())

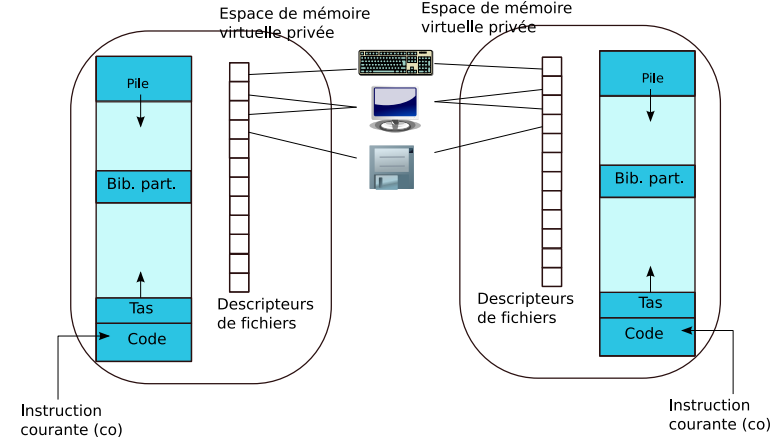
Création de processus avec fork

Le processus père commence l'exécution de fork.



Création de processus avec fork

Le processus père commence l'exécution de fork. Les deux processus terminent leur exécution de la fonction fork.



Création d'un processus avec fork

```
pid_t pid;
switch( pid = fork() ) {
case -1:
    perror("fork:"); break;
case 0:
    printf("Ahhh !!!!!\n"); break;
default:
    printf("%d, je suis ton père\n", pid);
    break;
}
```

Créations multiples

Comment créer n processus ?
Comment créer n processus avec la fonction fork ?

TP 2 : le shell Opérations sur les processus les IO Outils

oo oooo oooo oooo

oo ooooo●oo o oooo

oo o o ooo

oo oo

Créations multiples

Comment créer n processus ?

Comment créer n processus avec la fonction fork ?

Boucle simple

Le code suivant ne crée pas n processus !

```
for(i=0; i< n; i++) {
    fork();
}
```



TP 2 : le shell Opérations sur les processus les IO Outils

oo oooo oooo oooo

oo ooooo●oo o oooo

oo o o ooo

oo oo

Créations multiples

Comment créer n processus ?

Comment créer n processus avec la fonction fork ?

Boucle simple

Le code suivant ne crée pas n processus !

```
for(i=0; i< n; i++) {
    fork();
}
```

Il crée 2^n processus ! (CAUTION : fork bomb ! Rappel aux imprudents : les processus ont un propriétaire :-)!)



TP 2 : le shell Opérations sur les processus les IO Outils

oo oooo oooo oooo

oo ooooo●oo o oooo

oo o o ooo

oo oo

Créations multiples

La bonne solution : tester la valeur de retour de fork

```
for(i=0; i< n; i++) {
    int pidfils;
    pidfils = fork();
    if (! pidfils) // si pidfils est égale à 0
        break;
}
```



TP 2 : le shell Opérations sur les processus les IO Outils

oo oooo oooo oooo

oo ooooo●oo o oooo

oo o o ooo

oo oo

Filiation

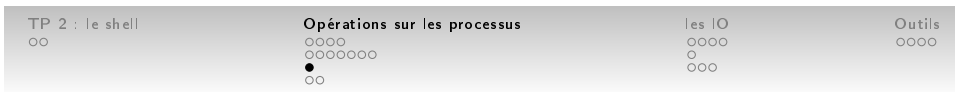
ou bien

```
for(i=0; i< n; i++) {
    int pidfils;
    pidfils = fork();
    if (pidfils) // si pidfils est différent de 0
        break;
}
```

Quelle est la différence entre les deux codes ?

Quel impact sur la filiation ?



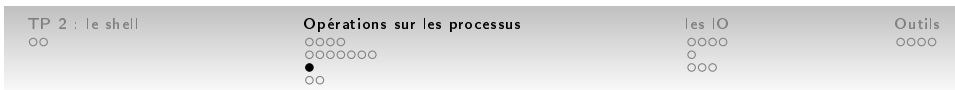


Le recouvrement

`execvp`, `execve`, `execlp`, `execle` : le recouvrement

L'appel à `exec` remplace le programme (code + données) du processus par un autre programme. Puis le processus recommence au début du nouveau programme (`main`).

Il est souvent utilisé après un `fork`.



Le recouvrement

`execvp`, `execve`, `execlp`, `execle` : le recouvrement

L'appel à `exec` remplace le programme (code + données) du processus par un autre programme. Puis le processus recommence au début du nouveau programme (`main`).

Il est souvent utilisé après un `fork`.

Pas de création !

`Exec` ne crée pas un nouveau processus ! Il remplace le programme d'un processus en cours de route

Ne revient pas !

Un appel réussi à `exec` ne revient jamais (sauf erreur) !



Le recouvrement

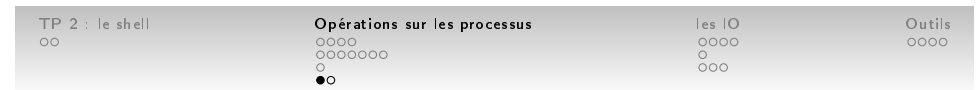
`execvp`, `execve`, `execlp`, `execle` : le recouvrement

L'appel à `exec` remplace le programme (code + données) du processus par un autre programme. Puis le processus recommence au début du nouveau programme (`main`).

Il est souvent utilisé après un `fork`.

Pas de création !

`Exec` ne crée pas un nouveau processus ! Il remplace le programme d'un processus en cours de route



L'attente

`wait`, `waitpid` : l'attente de la terminaison

Les fonctions `pid_t wait(int *status)` ou `pid_t waitpid(pid_t pid, int *status, int options)` permettent à un processus parent d'attendre la fin d'un de ses fils directs. Le processus père récupère la valeur entière donnée en argument à `exit(int)` ou en retour du `main`.



En résumé

- fork permet la création d'un nouveau processus par copie



En résumé

- fork permet la création d'un nouveau processus par copie



En résumé

- fork permet la création d'un nouveau processus par copie



- exec change le programme exécuté par un processus



En résumé

- fork permet la création d'un nouveau processus par copie

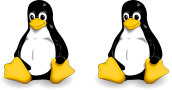


- exec change le programme exécuté par un processus



En résumé

- fork permet la création d'un nouveau processus par copie



- exec change le programme exécuté par un processus



- wait : le processus père attend la fin de son fils.

La création de processus UNIX

Création en deux étapes

- La création par copie à l'identique (fork),
- Le remplacement du programme en cours (exec).

Pourquoi séparer les opérations ?

Pour faire des modifications sur les entrées-sorties

La création de processus UNIX

Création en deux étapes

- La création par copie à l'identique (fork),
- Le remplacement du programme en cours (exec).

Pourquoi séparer les opérations ?

La création de processus UNIX

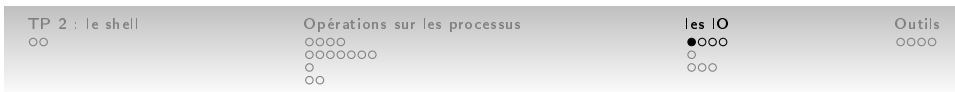
Création en deux étapes

- La création par copie à l'identique (fork),
- Le remplacement du programme en cours (exec).

Pourquoi séparer les opérations ?

Pour faire des modifications sur les entrées-sorties

1. Le nouveau processus créé par le fork a les mêmes entrées-sorties que son père,
2. Le nouveau processus créé par le fork a les mêmes entrées-sorties que son père,
3. l'execvp ne change pas les entrées-sorties



La création de processus UNIX

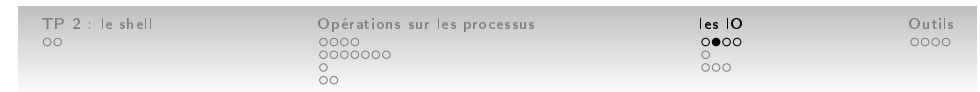
Création en deux étapes

- La création par copie à l'identique (fork),
- Le remplacement du programme en cours (exec).

Pourquoi séparer les opérations ?

Pour faire des modifications sur les entrées-sorties

1. Le nouveau processus créé par le fork a les mêmes entrées-sorties que son père,
2. **FAIRE LES CHANGEMENTS DES I/O ICI**
3. l'execvp ne change pas les entrées-sorties



La création de processus Windows

une seule fonction

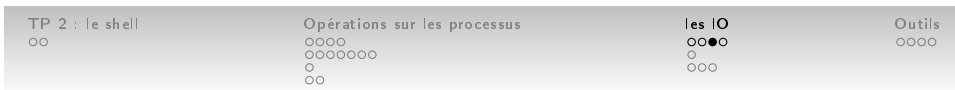
Dans l'API Windows, la création processus se fait avec une seule fonction, mais du coup elle a besoin de nombreux paramètres.

CreateProcess

```

BOOL WINAPI CreateProcess(
    _In_opt_ LPCTSTR lpApplicationName,
    _Inout_opt_ LPCTSTR lpCommandLine,
    _In_opt_ LPSECURITY_ATTRIBUTES lpProcessAttributes,
    _In_opt_ LPSECURITY_ATTRIBUTES lpThreadAttributes,
    _In_ BOOL bInheritHandles,
    _In_ DWORD dwCreationFlags,
    _In_opt_ LPVOID lpEnvironment,
    _In_opt_ LPCTSTR lpCurrentDirectory,
    _In_opt_ LPSTARTUPINFO lpStartupInfo,
    _Out_ LPPROCESS_INFORMATION lpProcessInformation
);

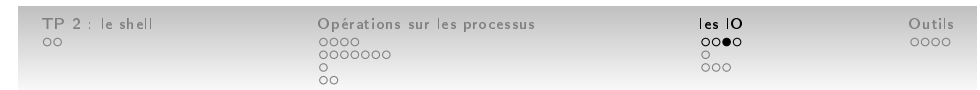
```



Les descripteurs de fichiers

Pour un processus, (presque) toutes les entrées-sorties passent par des descripteurs de fichiers. Un descripteur est accédé par son numéro. Toutes les opérations utilisent ces numéros.

Quelles sont les opérations classiques sur les entrées-sorties ?



Les descripteurs de fichiers

Pour un processus, (presque) toutes les entrées-sorties passent par des descripteurs de fichiers. Un descripteur est accédé par son numéro. Toutes les opérations utilisent ces numéros.

Quelles sont les opérations classiques sur les entrées-sorties ?

- l'ouverture (int open(...), int socket(...), pipe(...)) qui renvoie le numéro du descripteur ouvert



Les descripteurs de fichiers

Pour un processus, (presque) toutes les entrées-sorties passent par des descripteurs de fichiers. Un descripteur est accédé par son numéro. Toutes les opérations utilisent ces numéros.

Quelles sont les opérations classiques sur les entrées-sorties ?

- l'ouverture (`int open(...)`, `int socket(...)`, `pipe(...)`) qui renvoie le numéro du descripteur ouvert
- la lecture (`read(int fd, ...)`, `recv(int fd, ...)`),



Les descripteurs de fichiers

Pour un processus, (presque) toutes les entrées-sorties passent par des descripteurs de fichiers. Un descripteur est accédé par son numéro. Toutes les opérations utilisent ces numéros.

Quelles sont les opérations classiques sur les entrées-sorties ?

- l'ouverture (`int open(...)`, `int socket(...)`, `pipe(...)`) qui renvoie le numéro du descripteur ouvert
- la lecture (`read(int fd, ...)`, `recv(int fd, ...)`),
- l'écriture (`write(int fd, ...)`, `send(int fd, ...)`),



Les descripteurs de fichiers

Pour un processus, (presque) toutes les entrées-sorties passent par des descripteurs de fichiers. Un descripteur est accédé par son numéro. Toutes les opérations utilisent ces numéros.

Quelles sont les opérations classiques sur les entrées-sorties ?

- l'ouverture (`int open(...)`, `int socket(...)`, `pipe(...)`) qui renvoie le numéro du descripteur ouvert
- la lecture (`read(int fd, ...)`, `recv(int fd, ...)`),
- l'écriture (`write(int fd, ...)`, `send(int fd, ...)`),
- la fermeture (`close(int fd)`, `shutdown(int fd,...)`).



La gestion des entrées-sorties

Definition (Les entrées-sorties standards)

Par convention, chaque processus s'attend à avoir à son démarrage trois descripteurs d'entrées-sorties ouverts :

- l'entrée standard (`stdin`), dans le descripteur 0,
- la sortie standard (`stdout`), dans le descripteur 1,
- la sortie d'erreur standard (`stderr`), dans le descripteur 2.

Les fonctions des bibliothèques standards

Elles ne s'occupent pas de savoir vers quoi sont ouverts les descripteurs : terminal, fichiers, sockets réseaux, etc.
`printf("toto")` réalise un `write(1, "toto", 4)`



Le shell

Le shell peut donc rediriger à la demande les entrées-sorties standards des processus. Par exemple pour
./exemple < le_fichier.txt :

```
// ouvrir un descripteur vers l'entree-sortie
int fd = open("le_fichier.txt", O_RDONLY);
if (fd == -1) { perror("open: "); exit(EXIT_FAILURE);}
// fermer le descripteur standard et dupliquer
// le descripteur ouvert dans le descripteur standard
dup2(fd, STDIN_FILENO); // STDIN_FILENO == 0
// fermer le descripteur ouvert en double
close(fd);
```

Les tuyaux (pipe)

- Les tuyaux sont des outils de synchronisation de type producteur-consommateur qui connectent la sortie d'un processus avec l'entrée d'un autre.
ls -R | egrep '.c\$' | less
- Comme le tuyau est de petite taille (quelques kilobits), il synchronise les "vitesses" de production et de consommation : la puissance de calcul est répartie et l'occupation mémoire constante, indépendamment la longueur du flot.
- Un tuyau est un objet anonyme, donc il n'est connecté qu'avec les processus qui ont un descripteur ouvert sur lui.

int pipe(int fds[2])

1. L'appel `int pipe(int fds[2])` crée un tuyau et renvoie les numéros des deux descripteurs vers le tuyau (`fds[0]` pour lire, `fds[1]` pour écrire)
2. ensuite on peut faire des *fork* pour créer des processus connectés au pipe.

Détection de la fin de l'écriture dans un pipe

Une communication par tuyau est terminée quand :

- il est vide,
- aucun processus ne peut écrire dedans (tous les descripteurs en écriture sont maintenant fermés), y compris les descripteurs des processus bloqués en lecture dans le pipe.

int pipe(int fds[2])

```
int res;
char *arg1[]={ "ls", "-R", 0 };
char *arg2[]={ "egrep", "\.c$", 0 };
int tuyau[2];
```

```
pipe(tuyau);
if((res=fork())==0) {
    dup2(tuyau[0], 0);
    close(tuyau[1]); close(tuyau[0]);
    execvp(arg2[0],arg2);
}
dup2(tuyau[1], 1);
close(tuyau[0]); close(tuyau[1]);
execvp(arg1[0],arg1);
```


valgrind et gdb

Valgrind vérifie vos allocations et initialisations de Variables

L'utilisation systématique de valgrind permet de détecter certains bugs dès leur introduction (copie de chaîne de caractère, paramètres d'appels systèmes).

```
valgrind ./monshell
```

gdb permet de tester l'état d'un processus

On peut attacher gdb à un processus déjà en execution et inspecter son état.

```
gdb ./monshell 1234
```

pour un processus de PID 1234

valgrind et gdb

On peut même faire les deux en même temps

Valgrind propose à gdb de le piloter lors d'un débogage.

1. lancer le processus avec valgrind et le stopper au lancement

```
valgrind --vgdb=yes --vgdb-error=0 ./monshell
```
2. lancer gdb

```
gdb ./monshell
```
3. dans gdb, se connecter à valgrind

```
target remote | vgdb
```
4. dans gdb, mettre des breakpoints et continuer

```
break la_fonction_a_deboguer  
continue
```