

## Programmation Système






### Travaux Pratiques (4), Licence 2 Informatique

### Gestion de processus (2/2)

Les exercices suivants ont pour but de vous familiariser avec les appels système de base relatifs à la gestion des processus.

Il vous est recommandé de consulter les pages man de ces primitives pour de plus amples informations sur leur syntaxe, leur sémantique et les éventuelles options qu'elles offrent.

Les instructions des exercices se repèrent par des icônes, qui sont les suivantes :



-  Information Information concernant l'usage ou le rôle d'une commande, par exemple. Dans certains cas, il s'agit d'une information sur ce que vous êtes en train de faire ou sur ce qui se passe.
-  Exemple Exemple d'utilisation.
-  Contrôle Vérifier le résultat d'une (ou plusieurs) action(s).
-  Action Effectuer la ou les action(s) décrite(s).
-  Question Questions auxquelles vous devez répondre.

De plus, un texte en police courier correspond soit à une sortie écran soit à des noms spécifiques (menus, fenêtre, icône, processus, commandes...).

Un **texte en police times gras** correspond à ce que l'utilisateur doit introduire comme valeur de paramètre, ou encore, est utilisé pour attirer l'attention de l'utilisateur.

## Le recouvrement

### Les primitives `exec()`

-  Les primitives de la famille `exec()` permettent de charger en mémoire, en vue de leur exécution, de nouveaux programmes binaires.
-  Les primitives de la famille `exec()` se différencient par la manière dont les arguments sont transmis. Ces arguments sont transmis soit sous forme d'un tableau (famille `execv()`), soit sous forme de liste (famille `exec1()`) selon que la primitive utilisée a un nombre fixe ou variable de paramètres.



Écrire un programme qui charge un nouveau programme binaire et dont les arguments sont transmis selon les deux modes précédents.



Les primitives de la famille `exec()` se différencient également par la manière dont le programme à charger est recherché dans le système de fichiers. Soit la recherche est relative au répertoire courant, soit elle l'est par rapport aux répertoires spécifiés via la variable `PATH`.



Écrire un programme qui charge un nouveau programme binaire qui est recherché selon les deux modes précédents.



Les primitives de la famille `exec()` se différencient enfin par l'environnement conservé par le processus après recouvrement. Soit l'environnement reste inchangé, soit un nouvel environnement est transmis en paramètre.



Écrire un programme qui charge un nouveau programme binaire et qui dans un premier cas conserve le même environnement et dans un second cas acquière un nouvel environnement.



Au cours d'un recouvrement, les caractéristiques suivantes ne sont pas conservées selon les conditions spécifiées :

- **propriétaire effectif** : si le `set-uid bit` est positionné sur le fichier exécutable chargé, le propriétaire de ce fichier devient propriétaire effectif du processus,
- **groupe effectif** : si le `set-gid bit` est positionné sur le fichier exécutable chargé, le groupe propriétaire de ce fichier devient groupe propriétaire effectif du processus,
- **descripteur de fichier ouvert** : si le bit `FD_CLOEXEC` d'un descripteur a été positionné à l'aide de la primitive `fcntl()`, ce descripteur est fermé après un recouvrement.



Écrire des programmes qui vérifient les affirmations précédentes.



Au cours d'un recouvrement, les attributs suivants sont hérités par le nouveau programme :

- identifiant de processus (ID) et identifiant du processus parent (PID),
- identifiant utilisateur réel (UID) et identifiant de groupe réel (GID),
- répertoire de travail courant,
- masque de création de fichier,
- verrous sur les fichiers,
- masque des signaux (cf. partie suivante),
- signaux pendants (cf. partie suivante).



Écrire des programmes qui vérifient les affirmations précédentes.

## Gestion des signaux

### Émission d'un signal



La primitive `int kill(pid_t pid, int sig)` permet l'envoi d'un signal à un processus ou à un groupe de processus. La valeur du paramètre `pid` définit l'ensemble des processus destinataires du signal `sig`.



Écrire un programme qui envoie différents signaux au(x) processus selon les valeurs possibles des deux paramètres `pid` et `sig`.



Que devient le processus destinataire ? Expliquer !



Une valeur nulle (0) du paramètre `sig` correspond au test d'existence du processus mentionné.



Vérifier l'affirmation précédente.



Dans le cas précédent, y a-t-il émission de signal ? Que devient le processus destinataire ?



la fonction `int raise(int sig)` fait partie de l'interface standard du langage C et permet l'envoi du signal `sig` au processus courant.



Écrire un programme qui s'envoie plusieurs signaux différents.



Décrire le résultat de la précédente exécution ? Expliquer !

### Attente d'un signal



La primitive `int pause(void)` permet de se mettre en attente de l'arrivée de signaux.



Écrire un programme dont le processus correspondant se met en attente de l'arrivée de signaux. Émettre à ce processus les signaux `SIGUSR1` et `SIGSTOP`.



Que devient le processus après la délivrance du signal `SIGUSR1` ?

Que devient le processus après la délivrance du signal `SIGSTOP` ? Que se passe-t-il s'il reçoit à la suite le message `SIGCONT` ?

### Installation d'un gestionnaire de signaux : le gestionnaire ANSI C de signaux



Le gestionnaire ANSI C de signaux

```
void (*signal(int signo, void (*func)(int)))(int);
```

permet d'installer un nouveau gestionnaire `func` pour le signal `signo`. Le gestionnaire peut être soit une fonction spécifique de l'utilisateur, soit l'une des constantes `SIG_IGN` ou `SIG_DFL`.



Écrire un programme qui ignore la réception des signaux `USR1` et `USR2`.



Vérifier que le processus ignore bien les signaux utilisateur.



Quel aurait été le résultat si les signaux n'étaient pas ignorés ?



Réécrire le programme précédent de façon à installer un gestionnaire spécifique pour les deux signaux `USR1` et `USR2`. Sur réception de chacun de ces deux signaux, le gestionnaire doit afficher la nature (`USR1` ou `USR2`) du signal reçu ainsi que le nombre total d'occurrences reçues de ce même signal.



Quel résultat obtenez-vous lorsque vous émettez plusieurs occurrences des signaux précédents ? Expliquer ! Comment y remédier ?

## Fonctions POSIX de manipulation de signaux

### *Installation d'un gestionnaire de signaux*



La fonction `sigaction()` permet de modifier l'action effectuée par un processus lors de la réception d'un signal spécifique.



Écrire un programme de façon à installer un gestionnaire spécifique pour les deux signaux `USR1` et `USR2`. Sur réception de chacun de ces deux signaux, le gestionnaire doit afficher la nature (`USR1` ou `USR2`) du signal reçu ainsi que le nombre total d'occurrences reçues de ce même signal.



Quelle est la différence par rapport à l'utilisation de la fonction `signal()` ?



Modifier le programme précédent de façon que la fonction `sigaction()` ait le comportement par défaut de la fonction `signal()`.



Vérifier que le comportement de la fonction `sigaction()` est bien celui par défaut de la fonction `signal()`.



Écrire un programme de façon qu'un signal capté (gestionnaire spécifique associé) soit bloqué pendant l'exécution du gestionnaire.



Réécrire le programme précédent de façon que le signal capté (gestionnaire spécifique associé) ne soit pas bloqué pendant l'exécution du gestionnaire.



Vérifier l'exécution des deux programmes précédents en émettant (à nouveau) le signal capté pendant l'exécution du gestionnaire (utiliser la fonction `sleep()` dans le gestionnaire). Indiquer bien l'entrée et la sortie du gestionnaire ainsi que l'occurrence de l'appel au gestionnaire.



Écrire un programme comprenant deux fonctions `gest_1` et `gest_2` de façon que le gestionnaire d'un signal donné soit tour à tour (à chaque nouvelle réception de ce signal) `gest_1` et `gest_2`.

### ***Fonctions de manipulation d'ensembles de signaux***



La norme POSIX a défini le type de données `sigset_t` pour contenir un ensemble de signaux et les cinq fonctions suivantes pour manipuler les ensembles de signaux :

```
int sigemptyset(sigset_t *set);
int sigfillset(sigset_t *set);
int sigaddset(sigset_t *set, int signo);
int sigdelset(sigset_t *set, int signo);
```

Toutes retournent 0 si OK, -1 sinon

```
int sigismember(const sigset_t *set, int signo);
```

Retourne 1 si vrai, 0 sinon



Écrire un programme qui gère un ensemble de signaux `SIG_SET`, initialement vide, et qui vous propose le menu interactif suivant :

- Ajout d'un signal donné à l'ensemble `SIG_SET`,
- Suppression d'un signal donné de l'ensemble `SIG_SET`,
- Test si un signal donné appartient à l'ensemble `SIG_SET`,
- Affichage des signaux appartenant à l'ensemble `SIG_SET`.

### ***Blocage et déblocage de signaux***



La fonction `sigprocmask()` permet de modifier la liste des signaux actuellement bloqués. La fonction `sigpending()` retourne l'ensemble des signaux bloqués pour la délivrance et qui sont pendants pour le processus appelant.



Écrire un programme qui :

- bloque le signal `SIGQUIT`,
- s'endort `n` secondes (le temps de lui émettre le signal `SIGQUIT`),
- teste si le signal `SIGQUIT` est pendant (et affiche le résultat),
- débloque le signal `SIGQUIT`,
- se met en attente de réception d'un quelconque signal.



Quel comportement obtenez-vous de l'exécution du programme ?

### ***La primitive alarm()***



L'appel à la primitive `unsigned int alarm(unsigned int sec)` ; correspond à une requête au système d'envoyer au processus appelant le signal `SIGALARM` dans `sec` secondes.



Écrire un programme qui lit cinq données depuis son entrée standard et qu'il sauvegarde dans les cinq entrées d'un vecteur. Pour chaque donnée, il doit faire une requête à l'utilisateur en affichant un message lui demandant de l'introduire. Si la donnée n'est pas introduite par l'utilisateur au bout d'un temps donné (2 secondes, par exemple) le programme réitère sa requête jusqu'à ce qu'elle le soit. A chaque nouvelle requête, pour une même donnée, le temps d'attente est augmenté d'une seconde. A la fin du programme, pour chaque donnée, afficher le nombre de requêtes qu'il a fallu ainsi que le temps écoulé avant son introduction.

### ***Contrôle du point de reprise***



Les fonctions `sigsetjmp()` et `siglongjmp()` permettent de sauvegarder et de restaurer un environnement du processus. L'environnement se caractérise par une position dans la pile d'exécution du processus et d'un masque des signaux bloqués.



Écrire un programme qui procède à une division par `(rand_nb - nombre)`. Le nombre `rand_nb` est tiré au hasard par le programme et est compris entre 0 et 9. `nombre` vous est sollicité par le programme est appartient au même intervalle précédent. Le programme se termine lorsque vous aurez (pour une même valeur de `rand_nb`) introduit successivement 5 nombres de valeur différente à `rand_nb`. Sinon, le programme reprend (suite à la division par zéro) avec un nouveau tirage au hasard de la valeur de `rand_nb`.



`random` est la fonction permettant de générer au hasard un nombre entier.



Écrire un programme dans lequel une fonction est appelée récursivement un nombre de fois donné (`n`, par exemple). Au `n`-ième appel, le programme vous propose d'introduire la profondeur (dans les appels récursifs) à laquelle vous désirez retourner. De façon que l'exécution soit plus "parlante", chaque exécution de la fonction doit ajouter une information à la donnée qu'elle aura reçue en paramètre et qu'elle passera elle même (information + donnée) à l'appel suivant.

### ***Communication par tubes ordinaires***



Les tubes ordinaires permettent la communication entre processus de même filiation.



Écrire un programme qui permet à un processus de communiquer des données à un processus fils via des tubes ordinaires.



Modifier le programme précédent de façon que les deux processus communiquent dans les deux sens. Utiliser deux tubes et chaque processus doit garder ouvert l'ensemble des descripteurs de tubes.



Quel comportement obtenez-vous de l'exécution du programme précédent si les deux processus commencent chacun par une lecture ? Quelles solutions à ce problème ?

### ***Communication par tubes nommés***



Les tubes nommés permettent la communication entre processus, même sans lien de parenté.



Écrire un programme qui permet à un processus de communiquer des données à un processus fils via des tubes nommés.