INSTITUT Mines-Télécom

TELECOM SudParis

Les signaux

CSC 3102

Introduction aux systèmes d'exploitation

Gaël Thomas

Présentation du cours

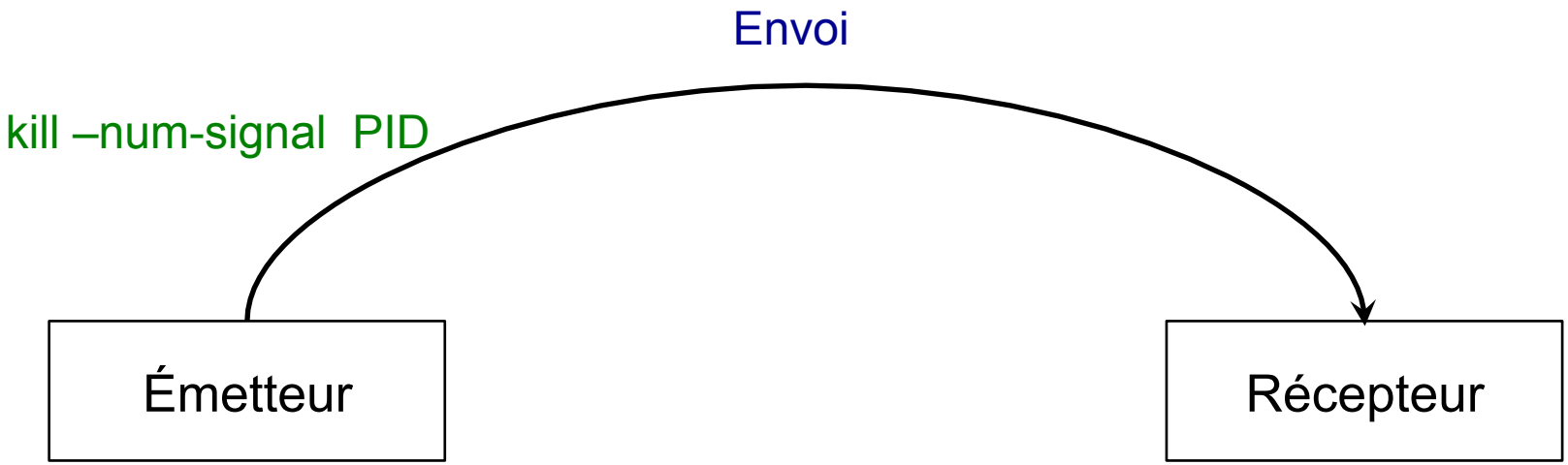
- Contexte : comprendre un mécanisme de communication inter-processus
- Objectif : Savoir utiliser les signaux
- Notion clé : Signaux (`kill`, `trap`)

Les signaux

- Signal = un mécanisme de communication inter-processus
  - Communication simple par envoi de message direct
  - Message = un entier `n` entre 1 et 31
  - Perte de message possible (si sig. `n` envoyé 2x avant réception)
  - Ordre de réception aléatoire (différent de l'ordre d'émission)

- Souvent utilisé pour
  - Arrêter un processus (par exemple, `control-c`)
  - Notifier un processus lorsque sa configuration change
  - Prévenir un processus qu'il effectue une opération invalide (accès mémoire invalide, division par zéro…)

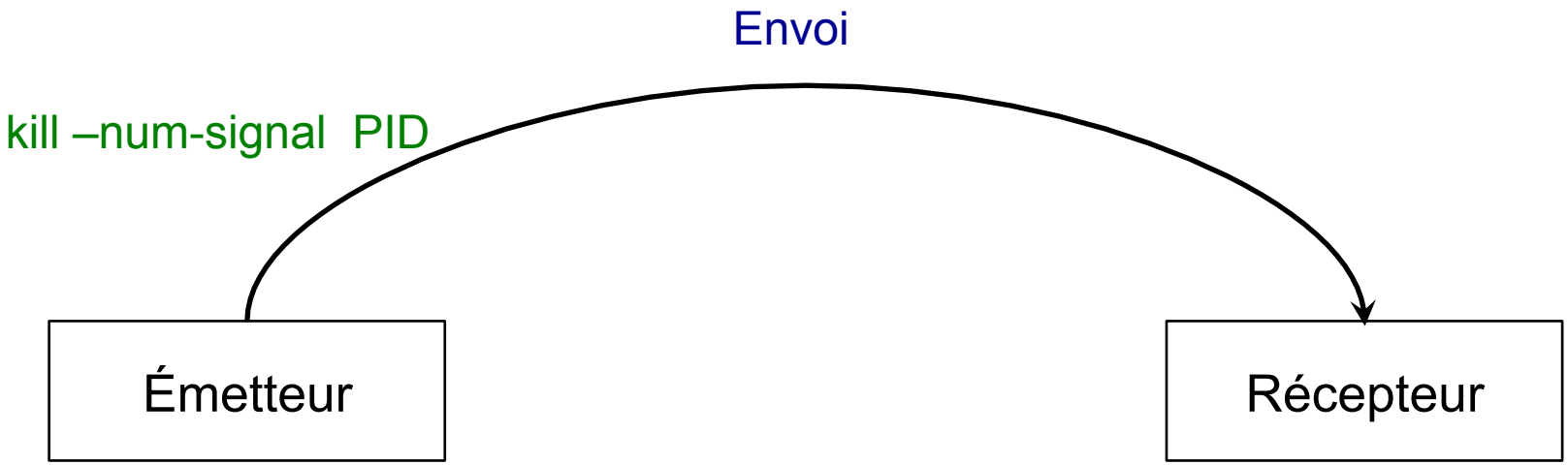
Principe de fonctionnement



- Émetteur envoie un message à un processus
- Une routine de réception est automatiquement invoquée chez le récepteur dès que le signal arrive
- Par défaut, cette routine tue le récepteur

  (sauf pour les signaux SIGCHLD, SIGTSTP, SIGSTOP, SIGCONT)

Principe de fonctionnement



- Nota bene :
  - Un message est limité à un nombre compris entre 1 et 31
  - Tout signal émis est délivré
    (sauf si le même numéro de signal est émis une seconde fois avant réception – dans ce cas le deuxième signal est perdu)
  - Ordre de réception aléatoire

Les signaux

Quelques exemples (man 7 signal) :

- SIGHUP (1) : fermeture terminal ⇒ à tous les processus attachés
- SIGINT (2) : control-c dans un terminal ⇒ au processus premier plan
- SIGQUIT (3) : souvent control-d, généré par un processus à lui-même
- SIGILL (4) : instruction illégale (envoyé par le noyau)
- SIGFPE (8) : division par 0 (envoyé par le noyau)
- SIGKILL (9) : pour terminer un processus
- SIGSEGV (11) : accès mémoire invalide (envoyé par le noyau)
- SIGTERM (15) : argument par défaut de la commande kill
- SIGCHLD (17) : envoyé par le noyau lors de la mort d'un fils
- SIGCONT (18) : redémarre un procesus suspendu (avec bg ou fg)
- SIGTSTP (20) : suspend un processus (généré par control-z)
- SIGUSR1 (10) : libre, sémantique définie pour chaque processus
- SIGUSR2 (12) : libre, sémantique définie pour chaque processus

Les signaux

- Deux signaux bien utiles
  - `SIGTSTP` : demande au système de suspendre un processus
  - `SIGCONT` : demande au système de le redémarrer

- `Bash` utilise ces signaux :
  - `control-z` : envoie un `SIGTSTP` au processus au premier plan
  - `bg` et `fg` : envoient un `SIGCONT` au processus stoppé
    (rappel : `bg` background, `fg` foreground)

Les signaux

- Un processus peut attacher un gestionnaire dit de signal avec

  `trap 'expression' sig`

  ⇒ exécution de `expression` lors de la réception de `sig`

  À faire avant de recevoir le signal (en grl., au début du programme)

- Un processus peut envoyer un signal à un destinataire avec

  `kill -sig pid`

- Où
  - `expression` : expression quelconque bash
  - `sig` : numéro de signal (nombre ou symbole comme `USR1`)
  - `pid` : `PID` du processus destinataire

Les signaux

Attention : n'oubliez pas les apostrophes !

- Un processus peut attacher un gestionnaire dit de signal avec

  `Trap 'expression' sig`

  ⇒ exécution de `expression` lors de la réception de `sig`

  À faire avant de recevoir le signal (en grl., au début du programme)

- Un processus peut envoyer un signal à un destinataire avec

  `kill -sig pid`

- Où
  - `expression` : expression quelconque bash
  - `sig` : numéro de signal (nombre ou symbole comme `USR1`)
  - `pid` : `PID` du processus destinataire

Principe de fonctionnement

```
#! /bin/bash

kill -USR1 $1
```

emetteur.sh

```
#! /bin/bash

trap 'echo coucou' USR1

echo "PID: $$"

while true; do
    sleep 1
done
```

recepteur.sh

```
$
```

Terminal 1

```
$
```

Terminal 2

Principe de fonctionnement

```
#! /bin/bash

kill -USR1 $1
```

emetteur.sh

```
#! /bin/bash

trap 'echo coucou' USR1

echo "PID: $$"

while true; do
    sleep 1
done
```

recepteur.sh

```
$
```

Terminal 1

```
$ ./recepteur.sh
```

Terminal 2

Terminal 2 : lancement de `recepteur.sh`

Principe de fonctionnement

```
#! /bin/bash

kill -USR1 $1
```

emetteur.sh

```
#! /bin/bash

trap 'echo coucou' USR1

echo "PID: $$"

while true; do
    sleep 1
done
```

recepteur.sh

```
$
```

Terminal 1

```
$ ./recepteur.sh
```

Terminal 2

`recepteur.sh` attache le gestionnaire `'echo coucou'` à `USR1`

Principe de fonctionnement

```
#! /bin/bash

kill -USR1 $1
```

emetteur.sh

```
#! /bin/bash

trap 'echo coucou' USR1

echo "PID: $$"

while true; do
    sleep 1
done
```

recepteur.sh

```
$
```

Terminal 1

```
$ ./recepteur.sh
PID: 52075
```

Terminal 2

`recepteur.sh` affiche son `PID`

Principe de fonctionnement

```
#! /bin/bash

kill -USR1 $1
```

emetteur.sh

```
#! /bin/bash

trap 'echo coucou' USR1

echo "PID: $$"

while true; do
    sleep 1
done
```

recepteur.sh

```
$
```

Terminal 1

```
$ ./recepteur.sh
PID: 52075
```

Terminal 2

`recepteur.sh` exécute la boucle infinie

Principe de fonctionnement

```
#! /bin/bash

kill -USR1 $1
```

emetteur.sh

```
#! /bin/bash

trap 'echo coucou' USR1

echo "PID: $$"

while true; do
    sleep 1
done
```

recepteur.sh

```
$ ./emetteur.sh 52075
```

Terminal 1

```
$ ./recepteur.sh
PID: 52075
```

Terminal 2

Terminal 1 : lancement de `emetteur.sh`

Principe de fonctionnement

USR1 en attente

```
#! /bin/bash

kill -USR1 $1
```

emetteur.sh

Envoi du signal

```
#! /bin/bash

trap 'echo coucou' USR1

echo "PID: $$"

while true; do
    sleep 1
done
```

recepteur.sh

```
$ ./emetteur.sh 52075
```

Terminal 1

```
$ ./recepteur.sh
PID: 52075
```

Terminal 2

emetteur.sh envoie le signal USR1 à recepteur.sh

Principe de fonctionnement

USR1 en attente

```
#! /bin/bash

kill -USR1 $1
```

emetteur.sh

```
#! /bin/bash

trap 'echo coucou' USR1

echo "PID: $$"

while true; do
    sleep 1
done
```

recepteur.sh

```
$ ./emetteur.sh 52075
$
```

Terminal 1

```
$ ./recepteur.sh
PID: 52075
```

Terminal 2

emetteur.sh termine

(l'ordre entre emetteur.sh et recepteur.sh est aléatoire)

Principe de fonctionnement

```
#! /bin/bash

kill -USR1 $1
```

emetteur.sh

```
#! /bin/bash

trap 'echo coucou' USR1

echo "PID: $$"

while true; do
    sleep 1
done
```

recepteur.sh

```
$ ./emetteur.sh 52075
$
```

Terminal 1

```
$ ./recepteur.sh
PID: 52075
coucou
```

Terminal 2

`recepteur.sh` reçoit le signal

⇒ le système déroute l'exécution de `recepteur.sh` vers le gestionnaire

⇒ affiche `coucou`

Principe de fonctionnement

```
#! /bin/bash

kill -USR1 $1
```

emetteur.sh

```
#! /bin/bash

trap 'echo coucou' USR1

echo "PID: $$"

while true; do
    sleep 1
done
```

recepteur.sh

```
$ ./emetteur.sh 52075
$
```

Terminal 1

```
$ ./recepteur.sh
PID: 52075
coucou
```

Terminal 2

À la fin du gestionnaire du signal, l'exécution reprend là où elle s'était arrêtée

Notions clés

- Les signaux
  - Mécanisme de communication à base de messages
  - Message = nombre entre 1 et 31
  - Ordre de réception aléatoire
  - Perte possible en cas d'envoi multiple du même numéro de signal
  - `kill -sig pid` : envoie un signal `sig` à `pid`
  - `trap 'expr' sig` : associe `expr` à la réception d'un signal `sig`

À vous de jouer!