Les processus : communication par signaux

Luigi Santocanale

Laboratoire d'Informatique Fondamentale,
Centre de Mathématiques et Informatique,
39, rue Joliot-Curie - F-13453 Marseille

19 octobre 2004

Plan

Plan

Processus :

copie en mémoire d'un fichier exécutable,

. . . en train de s'exécuter.

Système multitache :

plusieurs processus en train de s'exécuter

au même temps sur une seule CPU.

Processus :

copie en mémoire d'un fichier exécutable,
. . . en train de s'exécuter.

Système multitache :

plusieurs processus en train de s'exécuter
au même temps sur une seule CPU.

Processus :

copie en mémoire d'un fichier exécutable,

. . . en train de s'exécuter.

Système multitache :

plusieurs processus en train de s'exécuter

au même temps sur une seule CPU.

Processus :

copie en mémoire d'un fichier exécutable,
. . . en train de s'exécuter.

Système multitache :

plusieurs processus en train de s'exécuter
au même temps sur une seule CPU.

Protection des autres processus :

partage de la mémoire :
chaque processus a son espace d'adressage d'adressage privé.

2 modes d'exécution :

- mode utilisateur :
  acces aux données privées du processus.
- mode superviseur, mode noyau :
  acces aux données globales du système.

Passage entre les modes :

- appel système (trap) demandé par le processus
- interruption.

Protection des autres processus :

partage de la mémoire :
chaque processus a son espace d'adressage d'adressage privé.

2 modes d'exécution :

- mode utilisateur :
  acces aux données privées du processus.
- mode superviseur, mode noyau :
  acces aux données globales du système.

Passage entre les modes :

- appel système (trap) demandé par le processus
- interruption.

Protection des autres processus :

partage de la mémoire :
chaque processus a son espace d'adressage d'adressage privé.

2 modes d'exécution :

- mode utilisateur :
  acces aux données privées du processus.
- mode superviseur, mode noyau :
  acces aux données globales du système.

Passage entre les modes :

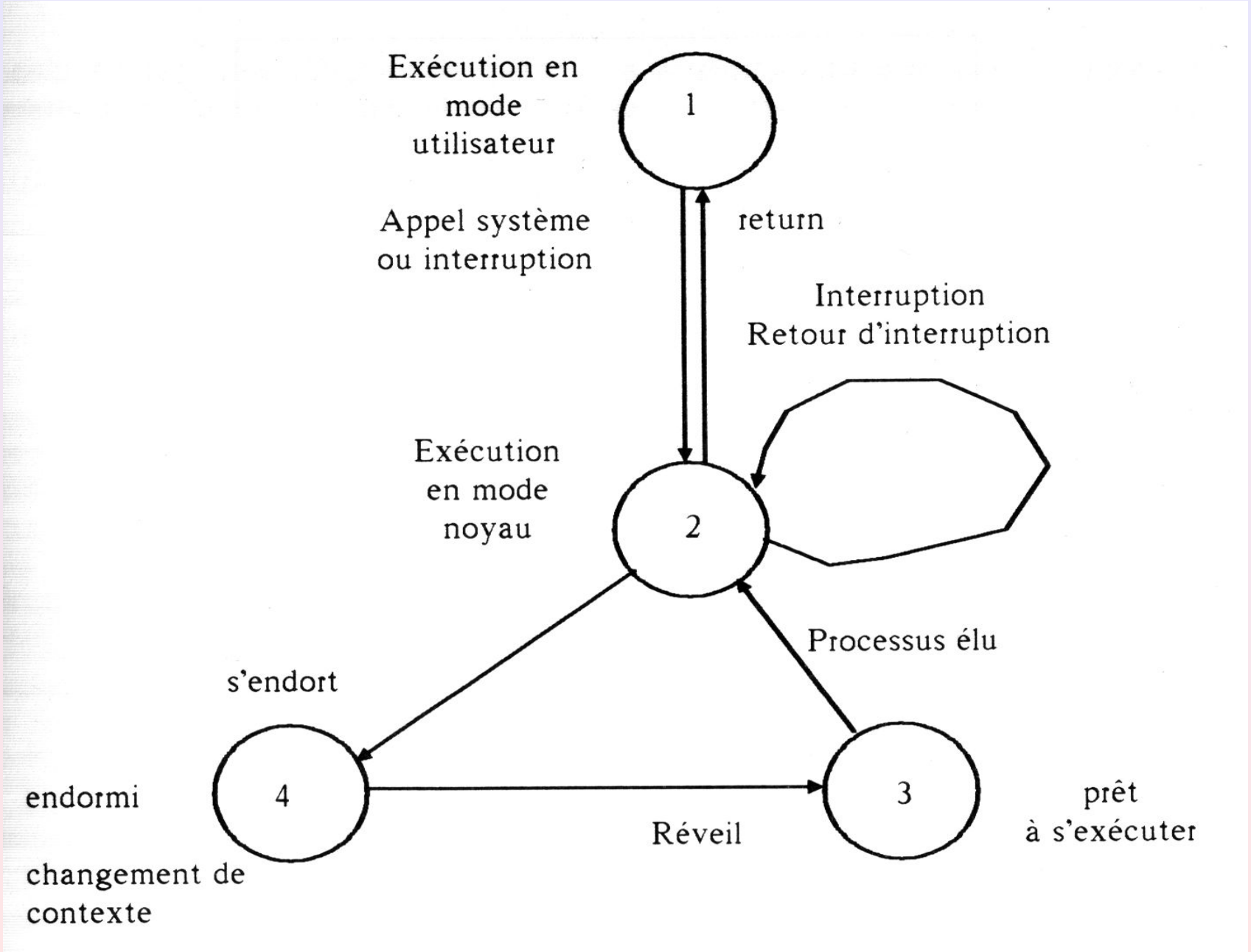
- appel système (trap) demandé par le processus
- interruption.

Plan

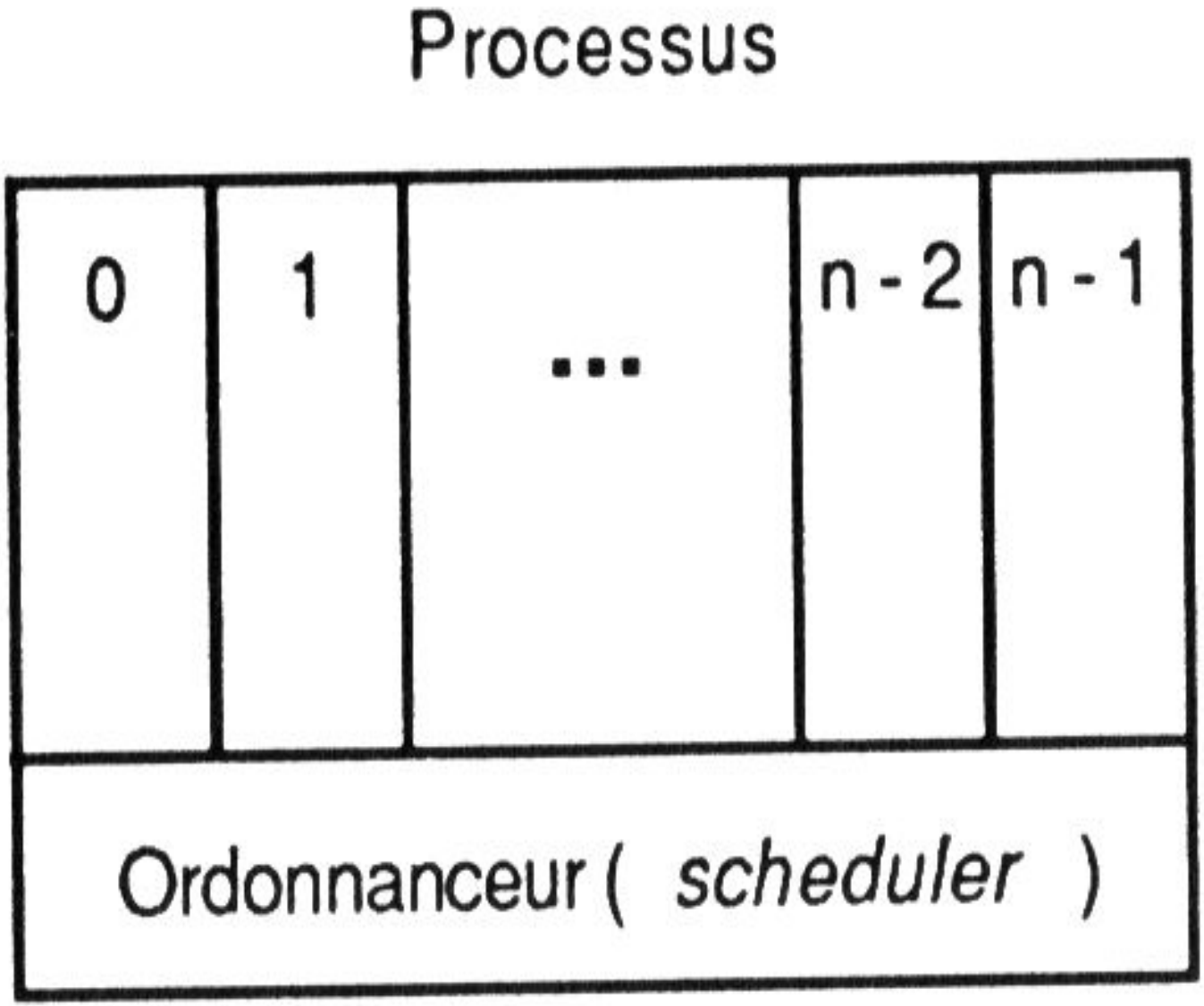
« plusieurs processus en train de s'exécuter . . .
. . . au même temps sur une seule CPU »

partage du temps de calcul :
le noyeau est aussi *ordonnnceur*,
il s'occupe de repartir le temps memoire.

Etats d'un processus (première approximation) (Bach 1989)



Couche plus basse d'un OS (Tannenbaum 1987)



Ordonnancement circulaire (tourniquet)

Paramètres:

- Quantum.

Choix de la durée du quantum:

Quantum bref : overhead.

Quantum long : temps de réponse important.

Ordonnancement circulaire (tourniquet)

Paramètres:

- Quantum.

Choix de la durée du quantum:

Quantum bref : overhead.

Quantum long : temps de réponse important.

Ordonnancement circulaire (tourniquet)

Paramètres:

- Quantum.

Choix de la durée du quantum:

Quantum bref : overhead.

Quantum long : temps de réponse important.

Ordonnancement pour le System V (Bach 1989)

```
algorithme schedule_process
entrée: néant
sortie: néant
{
    while (aucun processus à prélever en vue de son exécution)
    {
        for ( chaque processus dans la file d'attente d'exécution )
            prélever le processus de plus haute priorité qui est
                                                    chargé en mémoire;
        if (aucun processus éligible en vue de son exécution)
            rendre la machine oisive;
        /* une interruption sortira la machine de son état oisif */
    }
    extraire le processus choisi de la file d'attente d'exécution;
    changer de contexte pour le processus élu,
    reprendre son exécution;
}
```

Ordonnancement avec priorités

Paramètres:

- Quantum.
- Priorité.

Un processus utilisateur peux être préempté.

Le recalcul de la priorité se fait chaque second selon la formule:

$$\text{priorité} == (\text{utilisation cpu})/2 + (\text{priorité de base})$$

Le processus avec la priorité plus basse est choisit.

Ordonnancement avec priorités

Paramètres:

- Quantum.
- Priorité.

Un processus utilisateur peux être préempté.

Le recalcul de la priorité se fait chaque second selon la formule:

$$\text{priorité} = (\text{utilisation cpu})/2 + (\text{priorité de base}) \ .$$

Le processus avec la priorité plus basse est choisit.

Ordonnancement avec priorités

Paramètres:

- Quantum.
- Priorité.

Un processus utilisateur peux être préempté.

Le recalcul de la priorité se fait chaque second selon la formule:

$$\text{priorité} = (\text{utilisation cpu})/2 + (\text{priorité de base}) \ .$$

Le processus avec la priorité plus basse est choisit.

Ordonnancement avec priorités

Paramètres:

- Quantum.
- Priorité.

Un processus utilisateur peux être préempté.

Le recalcul de la priorité se fait chaque second selon la formule:

$$\text{priorité} = (\text{utilisation cpu})/2 + (\text{priorité de base}) \ .$$

Le processus avec la priorité plus basse est choisit.

Ordonnancement avec priorités

Paramètres:

- Quantum.
- Priorité.

Un processus utilisateur peux être préempté.

Le recalcul de la priorité se fait chaque second selon la formule:

$$\text{priorité} = (\text{utilisation cpu})/2 + (\text{priorité de base}) \ .$$

Le processus avec la priorité plus basse est choisit.

Plan

La communication par signaux

Forme primitive de communication.

Un signal est

- envoyé par un processus,
- reçu par un autre processus,
- véhiculé par le noyau.

Le processus qui reçoit le signal

- a un comportement par défaut, en général:
  terminaison anormale du processus †.
- il peut modifier le comportement par défaut:
  exécuter une tache sans terminer.
- il peut ignorer le signal.

La communication par signaux

Forme primitive de communication.

Un signal est

- envoyé par un processus,
- reçu par un autre processus,
- véhiculé par le noyau.

Le processus qui reçoit le signal

- a un comportement par défaut, en général:
  terminaison anormale du processus †.
- il peut modifier le comportement par défaut:
  exécuter une tache sans terminer.
- il peut ignorer le signal.

La communication par signaux

Forme primitive de communication.

Un signal est

- envoyé par un processus,
- reçu par un autre processus,
- véhiculé par le noyau.

Le processus qui reçoit le signal

- a un comportement par défaut, en général:
  terminaison anormale du processus †.
- il peut modifier le comportement par défaut:
  exécuter une tache sans terminer.
- il peut ignorer le signal.

La communication par signaux

Forme primitive de communication.

Un signal est

- envoyé par un processus,
- reçu par un autre processus,
- véhiculé par le noyau.

Le processus qui reçoit le signal

- a un comportement par défaut, en général:
  terminaison anormale du processus †.
- il peut modifier le comportement par défaut:
  exécuter une tache sans terminer.
- il peut ignorer le signal.

La communication par signaux

Forme primitive de communication.

Un signal est

- envoyé par un processus,
- reçu par un autre processus,
- véhiculé par le noyau.

Le processus qui reçoit le signal

- a un comportement par défaut, en général:

  terminaison anormale du processus †.
- il peut modifier le comportement par défaut:

  exécuter une tache sans terminer.
- il peut ignorer le signal.

Origine des signaux

- Frappes de caractères:

touche	signal
CTRL-C	SIGINT
CTRL-\	SIGQUIT
CTRL-Z	SIGTSTP

  Utilisateur à la console $\longrightarrow$ processus en avant-plan.
- Violation de mémoire, `SIGSEVV`
  « erreur du programme », noyau $\longrightarrow$ programme même
- Commande `kill` $\longrightarrow$ un processus « quelconque »

Origine des signaux

- Frappes de caractères:

touche	signal
CTRL-C	SIGINT
CTRL-\	SIGQUIT
CTRL-Z	SIGTSTP

  Utilisateur à la console $\longrightarrow$ processus en avant-plan.
- Violation de mémoire, `SIGSEVV`
  « erreur du programme », noyau $\longrightarrow$ programme même
- Commande `kill` $\longrightarrow$ un processus « quelconque »

Origine des signaux

- Frappes de caractères:

touche	signal
CTRL-C	SIGINT
CTRL-\	SIGQUIT
CTRL-Z	SIGTSTP

  Utilisateur à la console $\longrightarrow$ processus en avant-plan.
- Violation de mémoire, `SIGSEVV`
  « erreur du programme », noyau $\longrightarrow$ programme même
- Commande `kill` $\longrightarrow$ un processus « quelconque »

Liste des signaux

```
[lsantoca@localhost lecture4]$ kill -l
 1) SIGHUP       2) SIGINT       3) SIGQUIT      4) SIGILL
 5) SIGTRAP      6) SIGABRT      7) SIGBUS       8) SIGFPE
 9) SIGKILL     10) SIGUSR1     11) SIGSEGV     12) SIGUSR2
13) SIGPIPE     14) SIGALRM     15) SIGTERM     17) SIGCHLD
18) SIGCONT     19) SIGSTOP     20) SIGTSTP     21) SIGTTIN
22) SIGTTOU     23) SIGURG      24) SIGXCPU     25) SIGXFSZ
26) SIGVTALRM   27) SIGPROF     28) SIGWINCH    29) SIGIO
30) SIGPWR      31) SIGSYS      32) SIGRTMIN    33) SIGRTMIN+1
34) SIGRTMIN+2  35) SIGRTMIN+3  36) SIGRTMIN+4  37) SIGRTMIN+5
38) SIGRTMIN+6  39) SIGRTMIN+7  40) SIGRTMIN+8  41) SIGRTMIN+9
42) SIGRTMIN+10 43) SIGRTMIN+11 44) SIGRTMIN+12 45) SIGRTMIN+13
46) SIGRTMIN+14 47) SIGRTMIN+15 48) SIGRTMAX-15 49) SIGRTMAX-14
50) SIGRTMAX-13 51) SIGRTMAX-12 52) SIGRTMAX-11 53) SIGRTMAX-10
54) SIGRTMAX-9  55) SIGRTMAX-8  56) SIGRTMAX-7  57) SIGRTMAX-6
58) SIGRTMAX-5  59) SIGRTMAX-4  60) SIGRTMAX-3  61) SIGRTMAX-2
62) SIGRTMAX-1  63) SIGRTMAX
```

Signaux fréquents

1	SIGHUP	terminaison du processus leader	T
2	SIGINT	frappe de intr (CTRL-C)	T
3	SIGQUIT	frappe de quit (CTRL-\)	A
4	SIGILL	instruction illégale	A
6	SIGABRT	terminaison anormale	A
7	SIGBUS	acces à portion de mémoire non définie	A
8	SIGFPE	erreur arithmétique	A
9	SIGKILL	signal de terminaison (non intercepté)	T
10	SIGUSR1	signal utilisateur	T
11	SIGSEGV	violation écriture mémoire	A
12	SIGUSR2	signal utilisateur	T
13	SIGPIPE	écriture dans tube sans lecteur	T
14	SIGALRM	fin de temporisation	T
15	SIGTERM	signal de terminaison	T
17	SIGCHLD	terminaison (arrêt) d'un fils	I
18	SIGCONT	continuation	C
19	SIGSTOP	sig. de suspension (pas intercepté)	S
20	SIGTSTP	frappe caractère susp (CTRL-Z)	S

Signaux fréquents

1	SIGHUP	terminaison du processus leader	T
2	SIGINT	frappe de intr (CTRL-C)	T
3	SIGQUIT	frappe de quit (CTRL-\)	A
4	SIGILL	instruction illégale	A
6	SIGABRT	terminaison anormale	A
7	SIGBUS	acces à portion de mémoire non définie	A
8	SIGFPE	erreur arithmétique	A
9	SIGKILL	signal de terminaison (non intercepté)	T
10	SIGUSR1	signal utilisateur	T
11	SIGSEGV	violation écriture mémoire	A
12	SIGUSR2	signal utilisateur	T
13	SIGPIPE	écriture dans tube sans lecteur	T
14	SIGALRM	fin de temporisation	T
15	SIGTERM	signal de terminaison	T
17	SIGCHLD	terminaison (arrêt) d'un fils	I
18	SIGCONT	continuation	C
19	SIGSTOP	sig. de suspension (pas intercepté)	S
20	SIGTSTP	frappe caractère susp (CTRL-Z)	S

Signaux fréquents

1	SIGHUP	terminaison du processus leader	T
2	SIGINT	frappe de intr (CTRL-C)	T
3	SIGQUIT	frappe de quit (CTRL-\)	A
4	SIGILL	instruction illégale	A
6	SIGABRT	terminaison anormale	A
7	SIGBUS	acces à portion de mémoire non définie	A
8	SIGFPE	erreur arithmétique	A
9	SIGKILL	signal de terminaison (non intercepté)	T
10	SIGUSR1	signal utilisateur	T
11	SIGSEGV	violation écriture mémoire	A
12	SIGUSR2	signal utilisateur	T
13	SIGPIPE	écriture dans tube sans lecteur	T
14	SIGALRM	fin de temporisation	T
15	SIGTERM	signal de terminaison	T
17	SIGCHLD	terminaison (arrêt) d'un fils	I
18	SIGCONT	continuation	C
19	SIGSTOP	sig. de suspension (pas intercepté)	S
20	SIGTSTP	frappe caractère susp (CTRL-Z)	S

Signaux fréquents

1	SIGHUP	terminaison du processus leader	T
2	SIGINT	frappe de intr (CTRL-C)	T
3	SIGQUIT	frappe de quit (CTRL-\)	A
4	SIGILL	instruction illégale	A
6	SIGABRT	terminaison anormale	A
7	SIGBUS	acces à portion de mémoire non définie	A
8	SIGFPE	erreur arithmétique	A
9	SIGKILL	signal de terminaison (non intercepté)	T
10	SIGUSR1	signal utilisateur	T
11	SIGSEGV	violation écriture mémoire	A
12	SIGUSR2	signal utilisateur	T
13	SIGPIPE	écriture dans tube sans lecteur	T
14	SIGALRM	fin de temporisation	T
15	SIGTERM	signal de terminaison	T
17	SIGCHLD	terminaison (arrêt) d'un fils	I
18	SIGCONT	continuation	C
19	SIGSTOP	sig. de suspension (pas intercepté)	S
20	SIGTSTP	frappe caractère susp (CTRL-Z)	S

Signaux fréquents

1	SIGHUP	terminaison du processus leader	T
2	SIGINT	frappe de intr (CTRL-C)	T
3	SIGQUIT	frappe de quit (CTRL-\)	A
4	SIGILL	instruction illégale	A
6	SIGABRT	terminaison anormale	A
7	SIGBUS	acces à portion de mémoire non définie	A
8	SIGFPE	erreur arithmétique	A
9	SIGKILL	signal de terminaison (non intercepté)	T
10	SIGUSR1	signal utilisateur	T
11	SIGSEGV	violation écriture mémoire	A
12	SIGUSR2	signal utilisateur	T
13	SIGPIPE	écriture dans tube sans lecteur	T
14	SIGALRM	fin de temporisation	T
15	SIGTERM	signal de terminaison	T
17	SIGCHLD	terminaison (arrêt) d'un fils	I
18	SIGCONT	continuation	C
19	SIGSTOP	sig. de suspension (pas intercepté)	S
20	SIGTSTP	frappe caractère susp (CTRL-Z)	S

Signaux fréquents

1	SIGHUP	terminaison du processus leader	T
2	SIGINT	frappe de intr (CTRL-C)	T
3	SIGQUIT	frappe de quit (CTRL-\)	A
4	SIGILL	instruction illégale	A
6	SIGABRT	terminaison anormale	A
7	SIGBUS	acces à portion de mémoire non définie	A
8	SIGFPE	erreur arithmétique	A
9	SIGKILL	signal de terminaison (non intercepté)	T
10	SIGUSR1	signal utilisateur	T
11	SIGSEGV	violation écriture mémoire	A
12	SIGUSR2	signal utilisateur	T
13	SIGPIPE	écriture dans tube sans lecteur	T
14	SIGALRM	fin de temporisation	T
15	SIGTERM	signal de terminaison	T
17	SIGCHLD	terminaison (arrêt) d'un fils	I
18	SIGCONT	continuation	C
19	SIGSTOP	sig. de suspension (pas intercepté)	S
20	SIGTSTP	frappe caractère susp (CTRL-Z)	S

Signaux fréquents

1	SIGHUP	terminaison du processus leader	T
2	SIGINT	frappe de intr (CTRL-C)	T
3	SIGQUIT	frappe de quit (CTRL-\)	A
4	SIGILL	instruction illégale	A
6	SIGABRT	terminaison anormale	A
7	SIGBUS	acces à portion de mémoire non définie	A
8	SIGFPE	erreur arithmétique	A
9	SIGKILL	signal de terminaison (non intercepté)	T
10	SIGUSR1	signal utilisateur	T
11	SIGSEGV	violation écriture mémoire	A
12	SIGUSR2	signal utilisateur	T
13	SIGPIPE	écriture dans tube sans lecteur	T
14	SIGALRM	fin de temporisation	T
15	SIGTERM	signal de terminaison	T
17	SIGCHLD	terminaison (arrêt) d'un fils	I
18	SIGCONT	continuation	C
19	SIGSTOP	sig. de suspension (pas intercepté)	S
20	SIGTSTP	frappe caractère susp (CTRL-Z)	S

Signaux fréquents

1	SIGHUP	terminaison du processus leader	T
2	SIGINT	frappe de intr (CTRL-C)	T
3	SIGQUIT	frappe de quit (CTRL-\)	A
4	SIGILL	instruction illégale	A
6	SIGABRT	terminaison anormale	A
7	SIGBUS	acces à portion de mémoire non définie	A
8	SIGFPE	erreur arithmétique	A
9	SIGKILL	signal de terminaison (non intercepté)	T
10	SIGUSR1	signal utilisateur	T
11	SIGSEGV	violation écriture mémoire	A
12	SIGUSR2	signal utilisateur	T
13	SIGPIPE	écriture dans tube sans lecteur	T
14	SIGALRM	fin de temporisation	T
15	SIGTERM	signal de terminaison	T
17	SIGCHLD	terminaison (arrêt) d'un fils	I
18	SIGCONT	continuation	C
19	SIGSTOP	sig. de suspension (pas intercepté)	S
20	SIGTSTP	frappe caractère susp (CTRL-Z)	S

Signaux fréquents

1	SIGHUP	terminaison du processus leader	T
2	SIGINT	frappe de intr (CTRL-C)	T
3	SIGQUIT	frappe de quit (CTRL-\)	A
4	SIGILL	instruction illégale	A
6	SIGABRT	terminaison anormale	A
7	SIGBUS	acces à portion de mémoire non définie	A
8	SIGFPE	erreur arithmétique	A
9	SIGKILL	signal de terminaison (non intercepté)	T
10	SIGUSR1	signal utilisateur	T
11	SIGSEGV	violation écriture mémoire	A
12	SIGUSR2	signal utilisateur	T
13	SIGPIPE	écriture dans tube sans lecteur	T
14	SIGALRM	fin de temporisation	T
15	SIGTERM	signal de terminaison	T
17	SIGCHLD	terminaison (arrêt) d'un fils	I
18	SIGCONT	continuation	C
19	SIGSTOP	sig. de suspension (pas intercepté)	S
20	SIGTSTP	frappe caractère susp (CTRL-Z)	S

Signaux fréquents

1	SIGHUP	terminaison du processus leader	T
2	SIGINT	frappe de intr (CTRL-C)	T
3	SIGQUIT	frappe de quit (CTRL-\)	A
4	SIGILL	instruction illégale	A
6	SIGABRT	terminaison anormale	A
7	SIGBUS	acces à portion de mémoire non définie	A
8	SIGFPE	erreur arithmétique	A
9	SIGKILL	signal de terminaison (non intercepté)	T
10	SIGUSR1	signal utilisateur	T
11	SIGSEGV	violation écriture mémoire	A
12	SIGUSR2	signal utilisateur	T
13	SIGPIPE	écriture dans tube sans lecteur	T
14	SIGALRM	fin de temporisation	T
15	SIGTERM	signal de terminaison	T
17	SIGCHLD	terminaison (arrêt) d'un fils	I
18	SIGCONT	continuation	C
19	SIGSTOP	sig. de suspension (pas intercepté)	S
20	SIGTSTP	frappe caractère susp (CTRL-Z)	S

Signaux fréquents

1	SIGHUP	terminaison du processus leader	T
2	SIGINT	frappe de intr (CTRL-C)	T
3	SIGQUIT	frappe de quit (CTRL-\)	A
4	SIGILL	instruction illégale	A
6	SIGABRT	terminaison anormale	A
7	SIGBUS	acces à portion de mémoire non définie	A
8	SIGFPE	erreur arithmétique	A
9	SIGKILL	signal de terminaison (non intercepté)	T
10	SIGUSR1	signal utilisateur	T
11	SIGSEGV	violation écriture mémoire	A
12	SIGUSR2	signal utilisateur	T
13	SIGPIPE	écriture dans tube sans lecteur	T
14	SIGALRM	fin de temporisation	T
15	SIGTERM	signal de terminaison	T
17	SIGCHLD	terminaison (arrêt) d'un fils	I
18	SIGCONT	continuation	C
19	SIGSTOP	sig. de suspension (pas intercepté)	S
20	SIGTSTP	frappe caractère susp (CTRL-Z)	S

Signaux fréquents

1	SIGHUP	terminaison du processus leader	T
2	SIGINT	frappe de intr (CTRL-C)	T
3	SIGQUIT	frappe de quit (CTRL-\)	A
4	SIGILL	instruction illégale	A
6	SIGABRT	terminaison anormale	A
7	SIGBUS	acces à portion de mémoire non définie	A
8	SIGFPE	erreur arithmétique	A
9	SIGKILL	signal de terminaison (non intercepté)	T
10	SIGUSR1	signal utilisateur	T
11	SIGSEGV	violation écriture mémoire	A
12	SIGUSR2	signal utilisateur	T
13	SIGPIPE	écriture dans tube sans lecteur	T
14	SIGALRM	fin de temporisation	T
15	SIGTERM	signal de terminaison	T
17	SIGCHLD	terminaison (arrêt) d'un fils	I
18	SIGCONT	continuation	C
19	SIGSTOP	sig. de suspension (pas intercepté)	S
20	SIGTSTP	frappe caractère susp (CTRL-Z)	S

Signaux fréquents

1	SIGHUP	terminaison du processus leader	T
2	SIGINT	frappe de intr (CTRL-C)	T
3	SIGQUIT	frappe de quit (CTRL-\)	A
4	SIGILL	instruction illégale	A
6	SIGABRT	terminaison anormale	A
7	SIGBUS	acces à portion de mémoire non définie	A
8	SIGFPE	erreur arithmétique	A
9	SIGKILL	signal de terminaison (non intercepté)	T
10	SIGUSR1	signal utilisateur	T
11	SIGSEGV	violation écriture mémoire	A
12	SIGUSR2	signal utilisateur	T
13	SIGPIPE	écriture dans tube sans lecteur	T
14	SIGALRM	fin de temporisation	T
15	SIGTERM	signal de terminaison	T
17	SIGCHLD	terminaison (arrêt) d'un fils	I
18	SIGCONT	continuation	C
19	SIGSTOP	sig. de suspension (pas intercepté)	S
20	SIGTSTP	frappe caractère susp (CTRL-Z)	S

Signaux fréquents

1	SIGHUP	terminaison du processus leader	T
2	SIGINT	frappe de intr (CTRL-C)	T
3	SIGQUIT	frappe de quit (CTRL-\)	A
4	SIGILL	instruction illégale	A
6	SIGABRT	terminaison anormale	A
7	SIGBUS	acces à portion de mémoire non définie	A
8	SIGFPE	erreur arithmétique	A
9	SIGKILL	signal de terminaison (non intercepté)	T
10	SIGUSR1	signal utilisateur	T
11	SIGSEGV	violation écriture mémoire	A
12	SIGUSR2	signal utilisateur	T
13	SIGPIPE	écriture dans tube sans lecteur	T
14	SIGALRM	fin de temporisation	T
15	SIGTERM	signal de terminaison	T
17	SIGCHLD	terminaison (arrêt) d'un fils	I
18	SIGCONT	continuation	C
19	SIGSTOP	sig. de suspension (pas intercepté)	S
20	SIGTSTP	frappe caractère susp (CTRL-Z)	S

Signaux fréquents

1	SIGHUP	terminaison du processus leader	T
2	SIGINT	frappe de intr (CTRL-C)	T
3	SIGQUIT	frappe de quit (CTRL-\)	A
4	SIGILL	instruction illégale	A
6	SIGABRT	terminaison anormale	A
7	SIGBUS	acces à portion de mémoire non définie	A
8	SIGFPE	erreur arithmétique	A
9	SIGKILL	signal de terminaison (non intercepté)	T
10	SIGUSR1	signal utilisateur	T
11	SIGSEGV	violation écriture mémoire	A
12	SIGUSR2	signal utilisateur	T
13	SIGPIPE	écriture dans tube sans lecteur	T
14	SIGALRM	fin de temporisation	T
15	SIGTERM	signal de terminaison	T
17	SIGCHLD	terminaison (arrêt) d'un fils	I
18	SIGCONT	continuation	C
19	SIGSTOP	sig. de suspension (pas intercepté)	S
20	SIGTSTP	frappe caractère susp (CTRL-Z)	S

Signaux fréquents

1	SIGHUP	terminaison du processus leader	T
2	SIGINT	frappe de intr (CTRL-C)	T
3	SIGQUIT	frappe de quit (CTRL-\)	A
4	SIGILL	instruction illégale	A
6	SIGABRT	terminaison anormale	A
7	SIGBUS	acces à portion de mémoire non définie	A
8	SIGFPE	erreur arithmétique	A
9	SIGKILL	signal de terminaison (non intercepté)	T
10	SIGUSR1	signal utilisateur	T
11	SIGSEGV	violation écriture mémoire	A
12	SIGUSR2	signal utilisateur	T
13	SIGPIPE	écriture dans tube sans lecteur	T
14	SIGALRM	fin de temporisation	T
15	SIGTERM	signal de terminaison	T
17	SIGCHLD	terminaison (arrêt) d'un fils	I
18	SIGCONT	continuation	C
19	SIGSTOP	sig. de suspension (pas intercepté)	S
20	SIGTSTP	frappe caractère susp (CTRL-Z)	S

Signaux fréquents

1	SIGHUP	terminaison du processus leader	T
2	SIGINT	frappe de intr (CTRL-C)	T
3	SIGQUIT	frappe de quit (CTRL-\)	A
4	SIGILL	instruction illégale	A
6	SIGABRT	terminaison anormale	A
7	SIGBUS	acces à portion de mémoire non définie	A
8	SIGFPE	erreur arithmétique	A
9	SIGKILL	signal de terminaison (non intercepté)	T
10	SIGUSR1	signal utilisateur	T
11	SIGSEGV	violation écriture mémoire	A
12	SIGUSR2	signal utilisateur	T
13	SIGPIPE	écriture dans tube sans lecteur	T
14	SIGALRM	fin de temporisation	T
15	SIGTERM	signal de terminaison	T
17	SIGCHLD	terminaison (arrêt) d'un fils	I
18	SIGCONT	continuation	C
19	SIGSTOP	sig. de suspension (pas intercepté)	S
20	SIGTSTP	frappe caractère susp (CTRL-Z)	S

Signaux fréquents

1	SIGHUP	terminaison du processus leader	T
2	SIGINT	frappe de intr (CTRL-C)	T
3	SIGQUIT	frappe de quit (CTRL-\)	A
4	SIGILL	instruction illégale	A
6	SIGABRT	terminaison anormale	A
7	SIGBUS	acces à portion de mémoire non définie	A
8	SIGFPE	erreur arithmétique	A
9	SIGKILL	signal de terminaison (non intercepté)	T
10	SIGUSR1	signal utilisateur	T
11	SIGSEGV	violation écriture mémoire	A
12	SIGUSR2	signal utilisateur	T
13	SIGPIPE	écriture dans tube sans lecteur	T
14	SIGALRM	fin de temporisation	T
15	SIGTERM	signal de terminaison	T
17	SIGCHLD	terminaison (arrêt) d'un fils	I
18	SIGCONT	continuation	C
19	SIGSTOP	sig. de suspension (pas intercepté)	S
20	SIGTSTP	frappe caractère susp (CTRL-Z)	S

Plan

.

kill, raise

```
#include <signal.h>
```

int kill (pid_t *pid*, int *sig*);

pid : > 0 : pid du destinataire.
0 : tous les processus du groupe.
-1 : non defini.
< -1 : tous les processus du groupe abs (pid).

sig : le signal à envoyer.

Sommaire : Envoie un signal à un processus.

int raise (int *sig*);

Sommaire : Envoie le signal à soi-même : `kill(getpid(),sig)`

Remarques : bibliothèque standard C

kill, raise

```
#include <signal.h>
```

int kill (`pid_t` *pid*, `int` *sig*);

pid : > 0 : pid du destinataire.
0 : tous les processus du groupe.
-1 : non defini.
< -1 : tous les processus du groupe abs (pid).

sig : le signal à envoyer.

Sommaire : Envoie un signal à un processus.

int raise (`int` *sig*);

Sommaire : Envoie le signal à soi-même : `kill(getpid(),sig)`

Remarques : bibliothèque standard C

kill, raise

```
#include <signal.h>
```

int kill (`pid_t` *pid*, `int` *sig*);

pid : > 0 : pid du destinataire.
0 : tous les processus du groupe.
-1 : non defini.
< -1 : tous les processus du groupe abs (pid).

sig : le signal à envoyer.

Sommaire : Envoie un signal à un processus.

int raise (`int` *sig*);

Sommaire : Envoie le signal à soi-même : `kill(getpid(),sig)`

Remarques : bibliothèque standard C

signal

```
#include <signal.h>
#include <unistd.h>
void (*signal(int sig, void (*handler)(int)))(int);
```

sig : le signal à intercepter

handler : (l'adresse d'une) procédure qui gère le signal. Les constantes :
- SIG_DFL : comportement par défaut
- SIG_IGN : ignorer le signal

Retourne : L'adresse de la procédure qui a géré ce signal jusqu'à maintenant.

signal

```
#include <signal.h>
#include <unistd.h>
void (*signal(int sig, void (*handler)(int)))(int) ;
```

sig : le signal à intercepter

handler : (l'adresse d'une) procédure qui gère le signal. Le constantes SIG_DFL : comportement par défaut
SIG_IGN : ignorer le signal

Retourne : L'adresse de la procédure qui a géré ce signal jusqu'à maintenant.

signal

```
#include <signal.h>
#include <unistd.h>
void (*signal(int sig, void (*handler)(int)))(int) ;
```

sig : le signal à intercepter

handler : (l'adresse d'une) procédure qui gère le signal. Le constantes SIG_DFL : comportement par défaut
SIG_IGN : ignorer le signal

Retourne : L'adresse de la procédure qui a géré ce signal jusqu'à maintenant.

signal

```
#include <signal.h>
#include <unistd.h>
void (*signal(int sig, void (*handler)(int)))(int) ;
```

sig : le signal à intercepter

handler : (l'adresse d'une) procédure qui gère le signal. Le constantes SIG_DFL : comportement par défaut
SIG_IGN : ignorer le signal

Retourne : L'adresse de la procédure qui a géré ce signal jusqu'à maintenant.

signal

```
#include <signal.h>
#include <unistd.h>
void (*signal(int sig, void (*handler)(int)))(int) ;
```

sig : le signal à intercepter

handler : (l'adresse d'une) procédure qui gère le signal. Le constantes SIG_DFL : comportement par défaut
SIG_IGN : ignorer le signal

Retourne : L'adresse de la procédure qui a géré ce signal jusqu'à maintenant.

Programme : exsignal1.c

```
 1 : #include <signal.h>
 2 : #include <stdio.h>
 3 : #include <stdlib.h>
 4 :
 5 : void handler(int signum)
 6 : {
 7 :     printf("Merci, et à la prochaine.\n");
 8 :     exit(EXIT_SUCCESS);
 9 : }
10 :
11 : int main(void)
12 : {
13 :     signal(SIGINT, handler);
14 :     while (1);
15 :     exit(EXIT_SUCCESS);
16 : }
```

Programme : exsignal2.c

```
 1 : #include <signal.h>
 2 : #include <limits.h>
 3 : #include <unistd.h>
 4 : #include <stdio.h>
 5 : #include <stdlib.h>
 6 :
 7 : static void handler(int signum);
 8 : static int no_bonjour = 1;
 9 :
10 : int main(void)
11 : {
12 :     unsigned int i;
13 :     signal(SIGINT, handler);
14 :     signal(SIGALRM, handler);
15 :
16 :     while (1)
17 :     {
18 :         for (i = UINT_MAX; i; i--);
19 :         kill(getpid(), SIGALRM);
20 :     }
21 :     exit(EXIT_SUCCESS);
22 : }
```

Programme : exsignal2.c

```
23 :
24 : void handler(int signum)
25 : {
26 :     signal(SIGALRM, handler);
27 :     switch (signum)
28 :     {
29 :     case SIGINT:
30 :         printf("Merci, et A+.\n");
31 :         exit(EXIT_SUCCESS);
32 :     case SIGALRM:
33 :         printf("Bonjour no. %d.\n", no_bonjour++);
34 :         return;
35 :     }
36 : }
```

alarm, pause

```
#include <unistd.h>
```

unsigned alarm (`unsigned` *no*);

no : attente de no secondes

Retourne : nombre de secondes restant si un alarme étai déjà prévu.

int pause (`void`);

Retourne : -1 si erreur

Sommaire : le processus s'endorme en attente d'un signal quelconque.

Remarques : évite l'attente active.

alarm, pause

```
#include <unistd.h>
```

unsigned alarm (`unsigned` *no*);

no : attente de no secondes

Retourne : nombre de secondes restant si un alarme étai déjà prévu.

int pause (`void`);

Retourne : -1 si erreur

Sommaire : le processus s'endorme en attente d'un signal quelconque.

Remarques : évite l'attente active.

alarm, pause

```
#include <unistd.h>
```

unsigned alarm (`unsigned` *no*);

no : attente de no secondes

Retourne : nombre de secondes restant si un alarme étai déjà prévu.

int pause (`void`);

Retourne : -1 si erreur

Sommaire : le processus s'endorme en attente d'un signal quelconque.

Remarques : évite l'attente active.

Programme : exalarm.c

```
 1 : #include <signal.h>
 2 : #include <unistd.h>
 3 : #include <stdio.h>
 4 : #include <stdlib.h>
 5 :
 6 : static void handler(int signum);
 7 : static int no_bonjour = 1;
 8 :
 9 : int main(void)
10 : {
11 :     signal(SIGINT, handler);
12 :     signal(SIGALRM, handler);
13 :
14 :     while (1)
15 :     {
16 :         alarm(5);
17 :         pause();
18 :     }
19 :     exit(EXIT_SUCCESS);
```

Programme : exalarm.c

```
21 :
22 : void handler(int signum)
23 : {
24 :     signal(SIGALRM, handler);
25 :     switch (signum)
26 :     {
27 :     case SIGINT:
28 :         printf("Merci, et A+.\n");
29 :         exit(EXIT_SUCCESS);
30 :     case SIGALRM:
31 :         printf("Bonjour no. %d.\n", no_bonjour++);
32 :         return;
33 :     }
34 : }
```

Plan

Motivations

Problèmes avec les signaux System V :

- ne sont pas réliables, les signaux pouvant être perdus.
- leur sémantique est diffèrente de la sémantique des signaux BSD.

POSIX reprends le mécanisme des signaux BSD.

Le gestionnaire des signaux

1	2	3		253	254	255	
0/1	0/1	0/1	...	0/1	0/1	0/1	signaux pendant
0/1	0/1	0/1	...	0/1	0/1	0/1	signaux bloqués
↓	↓	↓	...	↓	↓	↓	comportements

Un signal est :

- *pendant* : pas encore pris en compte par le processus.
- *délivré* : pris en compte par le processus.
- *bloqué* ou *masqués* : le processus veut retarder la délivrance d'un tel signal.

Comportement:

- la routine à utiliser à la prise en compte du signal.

Manipulation des ensembles de signaux

```
#include <signal.h>
```

struct sigset_t;
Sommaire : Un ensemble de signaux

int sigemptyset (sigset_t * *p_ens*);
Sommaire : p_ens = $\emptyset$.

int sigfillset (sigset_t * *p_ens*);
Sommaire : p_ens = tous les signaux.

int sigaddset (sigset_t * *p_ens*, int *sig*);
Sommaire : Ajoute sig à p_ens.

int sigdelset (sigset_t * *p_ens*, int *sig*);
Sommaire : Enlève sig de p_ens.

int sigismember (sigset_t * *p_ens*, int *sig*);
sig : cucu
Retourne : -1/0/1.
Sommaire : Teste $sig \in p\_ens$

Manipulation des ensembles de signaux

```
#include <signal.h>
```

struct sigset_t;
Sommaire : Un ensemble de signaux

int sigemptyset (sigset_t * *p_ens*);
Sommaire : p_ens = $\emptyset$.

int sigfillset (sigset_t * *p_ens*);
Sommaire : p_ens = tous les signaux.

int sigaddset (sigset_t * *p_ens*, int *sig*);
Sommaire : Ajoute sig à p_ens.

int sigdelset (sigset_t * *p_ens*, int *sig*);
Sommaire : Enlève sig de p_ens.

int sigismember (sigset_t * *p_ens*, int *sig*);
sig : cucu
Retourne : -1/0/1.
Sommaire : Teste $sig \in p\_ens$

Manipulation des ensembles de signaux

```
#include <signal.h>
```

struct sigset_t;
Sommaire : Un ensemble de signaux

int sigemptyset (`sigset_t *` *p_ens*);
Sommaire : p_ens = $\emptyset$.

int sigfillset (`sigset_t *` *p_ens*);
Sommaire : p_ens = tous les signaux.

int sigaddset (`sigset_t *` *p_ens*, `int` *sig*);
Sommaire : Ajoute sig à p_ens.

int sigdelset (`sigset_t *` *p_ens*, `int` *sig*);
Sommaire : Enlève sig de p_ens.

int sigismember (`sigset_t *` *p_ens*, `int` *sig*);
sig : cucu
Retourne : -1/0/1.
Sommaire : Teste sig $\in$ p_ens

Manipulation des ensembles de signaux

```
#include <signal.h>
```

struct sigset_t;
Sommaire : Un ensemble de signaux

int sigemptyset (`sigset_t *` *p_ens*);
Sommaire : p_ens = $\emptyset$.

int sigfillset (`sigset_t *` *p_ens*);
Sommaire : p_ens = tous les signaux.

int sigaddset (`sigset_t *` *p_ens* , `int` *sig*);
Sommaire : Ajoute sig à p_ens.

int sigdelset (`sigset_t *` *p_ens* , `int` *sig*);
Sommaire : Enlève sig de p_ens.

int sigismember (`sigset_t *` *p_ens* , `int` *sig*);
sig : cucu
Retourne : -1/0/1.
Sommaire : Teste sig $\in$ p_ens

Manipulation des ensembles de signaux

```
#include <signal.h>
```

struct sigset_t;
Sommaire : Un ensemble de signaux

int sigemptyset (`sigset_t * p_ens`);
Sommaire : p_ens = $\emptyset$.

int sigfillset (`sigset_t * p_ens`);
Sommaire : p_ens = tous les signaux.

int sigaddset (`sigset_t * p_ens` , `int sig`);
Sommaire : Ajoute sig à p_ens.

int sigdelset (`sigset_t * p_ens` , `int sig`);
Sommaire : Enlève sig de p_ens.

int sigismember (`sigset_t * p_ens` , `int sig`);
sig : cucu
Retourne : -1/0/1.
Sommaire : Teste sig $\in$ p_ens

Manipulation des ensembles de signaux

```
#include <signal.h>
```

struct sigset_t;
Sommaire : Un ensemble de signaux

int sigemptyset (`sigset_t *` *p_ens*);
Sommaire : p_ens = $\emptyset$.

int sigfillset (`sigset_t *` *p_ens*);
Sommaire : p_ens = tous les signaux.

int sigaddset (`sigset_t *` *p_ens*, `int` *sig*);
Sommaire : Ajoute sig à p_ens.

int sigdelset (`sigset_t *` *p_ens*, `int` *sig*);
Sommaire : Enlève sig de p_ens.

int sigismember (`sigset_t *` *p_ens*, `int` *sig*);
sig : cucu
Retourne : -1/0/1.
Sommaire : Teste sig $\in$ p_ens

Manipulation des ensembles de signaux

```
#include <signal.h>
```

struct sigset_t;
Sommaire : Un ensemble de signaux

int sigemptyset (`sigset_t *` *p_ens*);
Sommaire : p_ens = $\emptyset$.

int sigfillset (`sigset_t *` *p_ens*);
Sommaire : p_ens = tous les signaux.

int sigaddset (`sigset_t *` *p_ens*, `int` *sig*);
Sommaire : Ajoute sig à p_ens.

int sigdelset (`sigset_t *` *p_ens*, `int` *sig*);
Sommaire : Enlève sig de p_ens.

int sigismember (`sigset_t *` *p_ens*, `int` *sig*);
sig : cucu
Retourne : -1/0/1.
Sommaire : Teste sig $\in$ p_ens.

La structure sigaction

```
struct sigaction {
  void (*sa_handler)(int);  /* Pointeur à l'handler, ou SIG_DFL,SIG_IGN
  sigset_t sa_mask; /* signaux supplementaires à bloquer */
  int sa_flags; /* options */
  ...
};
```

`sa_flags` : `SA_RESETHAND`, pour reinstaller `SIG_DFL`.

sigaction

```
int sigaction(int sig, const struct sigaction * new,
struct sigaction * old);
```

sig : le signal à intercepter
new : le nouvelles coordonnés de l'handler
old : ou sauver les anciennes coordonnes. NULL si on ne veut pas sauver ces coordonnés.

Retourne : 0/-1

sigaction

```
int sigaction(int sig, const struct sigaction * new,
struct sigaction * old);
```

- *sig* : le signal à intercepter
- *new* : le nouvelles coordonnés de l'handler
- *old* : ou sauver les anciennes coordonnes. NULL si on ne veut pas sauver ces coordonnés.

Retourne : 0/-1

sigaction

```
int sigaction(int sig, const struct sigaction * new,
struct sigaction * old);
```

- *sig* : le signal à intercepter
- *new* : le nouvelles coordonnés de l'handler
- *old* : ou sauver les anciennes coordonnes. NULL si on ne veut pas sauver ces coordonnés.

Retourne : 0/-1

sigaction

```
int sigaction(int sig, const struct sigaction * new,
struct sigaction * old);
```

sig : le signal à intercepter
new : le nouvelles coordonnés de l'handler
old : ou sauver les anciennes coordonnes. NULL si on ne veut pas sauver ces coordonnés.

Retourne : 0/-1

sigaction

```
int sigaction(int sig, const struct sigaction * new,
struct sigaction * old);
```

sig : le signal à intercepter
new : le nouvelles coordonnés de l'handler
old : ou sauver les anciennes coordonnes. NULL si on ne veut pas sauver ces coordonnés.

Retourne : 0/-1

Programme : exsigaction.c

```
 1 : #include <signal.h>
 2 : #include <unistd.h>
 3 : #include <stdio.h>
 4 : #include <stdlib.h>
 5 :
 6 : static void handler(int signum);
 7 : struct sigaction action;
 8 : static int no_bonjour = 1;
 9 :
10 : int main(void)
11 : {
12 :     action.sa_handler = handler;
13 :     action.sa_flags = 0;
14 :     sigemptyset(&action.sa_mask);
15 :     sigaction(SIGINT, &action, NULL);
16 :     sigaction(SIGALRM, &action, NULL);
17 :
18 :     while (1)
19 :     {
20 :         alarm(5);
21 :         pause();
22 :     }
23 :     exit(EXIT_SUCCESS);
24 : }
```

Programme : exsigaction.c

```
25 :
26 : void handler(int signum)
27 : {
28 :     /* sigaction(SIGALRM,&action,NULL); */
29 :     switch (signum)
30 :     {
31 :     case SIGINT:
32 :         printf("Merci, et A+.\n");
33 :         exit(EXIT_SUCCESS);
34 :     case SIGALRM:
35 :         printf("Bonjour no. %d.\n", no_bonjour++);
36 :         return;
37 :     }
38 : }
```

sigprocmask

```
#include <signal.h>
int sigprocmask(int how, const sigset_p * new, const
sigset_p * old);
```

how : SIG_SET_MASK : *new
SIG_BLOCK : *old ∪ *new
SIG_UNBLOCK : *old \ *new

new : ensemble à copier dans le gestionnaire.
old : pointeur à un ensemble où sauver le contenu courant du gestionnaire.

Retourne : 0/code erreur.

Sommaire : examine et change les signaux bloqués.

sigprocmask

```
#include <signal.h>
int sigprocmask(int how, const sigset_p * new, const
sigset_p * old);
```

how : SIG_SET_MASK : *new
SIG_BLOCK : *old ∪ *new
SIG_UNBLOCK : *old \ *new

new : ensemble à copier dans le gestionnaire.
old : pointeur à un ensemble où sauver le contenu courant du gestionnaire.

Retourne : 0/code erreur.

Sommaire : examine et change les signaux bloqués.

sigprocmask

```
#include <signal.h>
int sigprocmask(int how, const sigset_p * new, const
sigset_p * old);
```

how : SIG_SET_MASK : *new
SIG_BLOCK : *old ∪ *new
SIG_UNBLOCK : *old \ *new

new : ensemble à copier dans le gestionnaire.

old : pointeur à un ensemble où sauver le contenu courant du gestionnaire.

Retourne : 0/code erreur.

Sommaire : examine et change les signaux bloqués.

sigprocmask

```
#include <signal.h>
int sigprocmask(int how, const sigset_p * new, const
sigset_p * old);
```

how : SIG_SET_MASK : *new
SIG_BLOCK : *old ∪ *new
SIG_UNBLOCK : *old \ *new

new : ensemble à copier dans le gestionnaire.
old : pointeur à un ensemble où sauver le contenu courant du gestionnaire.

Retourne : 0/code erreur.

Sommaire : examine et change les signaux bloqués.

sigprocmask

```
#include <signal.h>
int sigprocmask(int how, const sigset_p * new, const
sigset_p * old);
```

how : SIG_SET_MASK : *new
SIG_BLOCK : *old ∪ *new
SIG_UNBLOCK : *old \ *new

new : ensemble à copier dans le gestionnaire.
old : pointeur à un ensemble où sauver le contenu courant du gestionnaire.

Retourne : 0/code erreur.

Sommaire : examine et change les signaux bloqués.

sigpending

```
#include <signal.h>
int sigpending(sigset_t * ens);
```

Retourne : 0/-1.

Sommaire : copie dans la structure ens l'ensemble des signaux bloqués et pendants.

sigpending

```
#include <signal.h>
int sigpending(sigset_t * ens);
```

Retourne : 0/-1.

Sommaire : copie dans la structure ens l'ensemble des signaux bloqués et pendants.

Programme : exsigprocmask.c

```
 1 : #include <stdio.h>
 2 : #include <signal.h>
 3 : #include <stdlib.h>
 4 : #include <unistd.h>
 5 :
 6 : sigset_t ens1, ens2;
 7 : int sig;
 8 :
 9 : int main()
10 : {
11 :     /* Initialisation de la masque */
12 :     sigemptyset(&ens1);
13 :     sigaddset(&ens1, SIGINT);
14 :     sigaddset(&ens1, SIGQUIT);
15 :     sigprocmask(SIG_SETMASK, &ens1, NULL);
16 :
17 :     sleep(15);
18 :
```

Programme : exsigprocmask.c

```
19 :     /*  Affichaghe des signaux bloqués */
20 :     sigpending(&ens2);
21 :     printf("Signaux pendants : ");
22 :     for (sig = 1; sig < NSIG; sig++)
23 :         if (sigismember(&ens2, sig))
24 :             printf("%d ", sig);
25 :     putc('\n', stdout);
26 :
27 :     sleep(15);
28 :
29 :     /*  Debloquage des signaux */
30 :     sigemptyset(&ens1);
31 :     printf("Debloquage.\n");
32 :     sigprocmask(SIG_SETMASK, &ens1, NULL);
33 :
34 :     /* Fin normale */
35 :     printf("Fin normale !!!\n");
36 :     exit(0);
37 : }
```