Gestion des erreurs

perror - Afficher un message d'erreur système.

SYNOPSIS

```
#include <stdio.h>

void perror(const char *s);

#include <errno.h>

const char *sys_errlist[];
int sys_nerr;
int errno;
```

DESCRIPTION

- affiche un message sur la sortie d'erreur standard, décrivant la dernière erreur rencontrée durant un appel système ou une fonction de bibliothèque

- le numéro d'erreur est obtenu à partir de la variable externe **errno**, qui contient le code d'erreur lorsqu'un problème survient, mais qui n'est pas effacé lorsqu'un appel est réussi.

Exemple :

```
if ((fd = open(nom_fichier, mode)) == -1)
{
        perror("open");
        exit(EXIT_FAILURE);
}
```

En cas d'erreur affiche :

```
open: Aucun fichier ou répertoire de ce type
```

D'après :
Programmation multitâche sous unix
et autres sources

Groupe Isaip-Esaip
P. Trégouët – A. Schaal

Besoins de communication entre processus

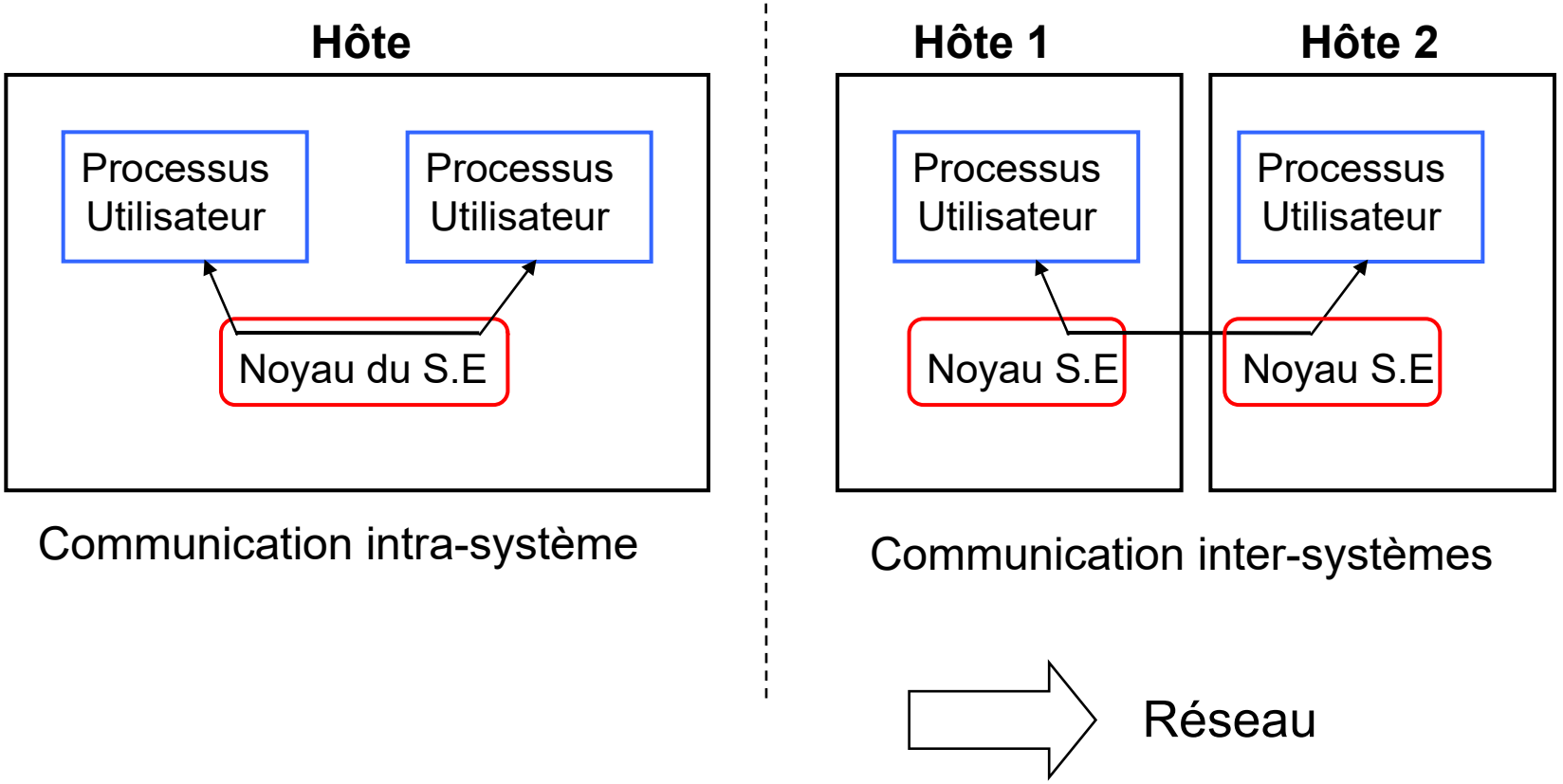
- Deux processus peuvent éventuellement partager le même code (ceci est sous le contrôle du système) mais les espaces mémoires réservés aux variables sont complètement étanches : un processus n'a aucun accès aux variables d'un autre processus
- On peut néanmoins créer une application multitâche et avoir besoin de synchroniser ces tâches ou d'échanger des informations entre ces tâches. Les systèmes d'exploitations sont donc munis de mécanismes appropriés

  - Synchronisation par signaux ou sémaphores

  - Communication de données par fichiers, tubes (pipes) files de messages (queues ou boîtes à lettres) variables implantées dans un segment de mémoire partagée

- outils de communication
  - famille des files de messages
    - files de messages
    - tubes
    - FIFOs
  - mémoire partagée
- outils de coordination
  - famille des sémaphores
    - sémaphores binaire et à comptage
    - mutexes
  - famille des signaux
    - signaux

Communications locales ou distantes



La communication par signaux

- Un signal peut être assimilé à une interruption logicielle (par analogie avec les interruptions matérielles)
- Comme pour une interruption matérielle, la réception d'un signal interrompt le traitement en cours et **exécute automatiquement la fonction associée au signal (programmation événementielle).**
- En langage C, l'association entre le numéro du signal et la fonction est réalisé par un appel à la fonction système **signal()**.

Note : la fonction **sigaction()** peut être utilisée à la place de signal(). Voir **man sigaction**.

La communication par signaux

- ***Un signal est***
  - Envoyé par un processus
  - Reçu par un autre processus (éventuellement le même)
  - Véhiculé par le noyau
- ***Comment réagit un processus qui reçoit un signal ?***
  - Il interrompt le traitement en cours
  - il exécute la fonction de traitement du signal
  - il reprend l'exécution du traitement interrompu

  - ***Si le processus était endormi, il est réveillé par le signal. Après l'exécution de la fonction associée au signal, dans le cas où il est réveillé avant la fin d'une temporisation il ne se rendort pas; par contre s'il attendait la fin d'une entrée-sortie, il continue à attendre.***
- ***Comportement associée à la réception d'un signal :***
  - En général un comportement **par défaut** est défini : Terminaison anormale du processus (ex: violation de mémoire, division par zéro)
  - **Le processus peut ignorer le signal**
  - Le processus peut redéfinir, par une **fonction spécifique,** son comportement à la réception d'un signal

Origine des signaux

- Frappe de caractères

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

- Erreurs du programme
  - Violation de mémoire, SIGSEGV
  - Division par zéro, SIGFPE
  - ...
- Commande kill
  Primitive système : kill(), alarm().

Liste des signaux

$ 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      33) SIGRTMIN    34) SIGRTMIN+1
35) SIGRTMIN+2  36) SIGRTMIN+3  37) SIGRTMIN+4  38) SIGRTMIN+5
39) SIGRTMIN+6  40) SIGRTMIN+7  41) SIGRTMIN+8  42) SIGRTMIN+9
43) SIGRTMIN+10 44) SIGRTMIN+11 45) SIGRTMIN+12 46) SIGRTMIN+13
47) SIGRTMIN+14 48) SIGRTMIN+15 49) SIGRTMAX-15 50) SIGRTMAX-14
51) SIGRTMAX-13 52) SIGRTMAX-12 53) SIGRTMAX-11 54) SIGRTMAX-10
55) SIGRTMAX-9  56) SIGRTMAX-8  57) SIGRTMAX-7  58) SIGRTMAX-6
59) SIGRTMAX-5  60) SIGRTMAX-4  61) SIGRTMAX-3  62) SIGRTMAX-2
63) SIGRTMAX-1  64) SIGRTMAX
```

Signaux les plus fréquemment utilisés

1	SIGHUP	terminaison du processus leader
2	SIGINT	frappe d'interruption (CTRL-C)
3	SIGQUIT	frappe de quit (CTRL-\)
4	SIGILL	instruction illégale
6	SIGABRT	problème matériel
7	SIGBUS	erreur sur le BUS
8	SIGFPE	erreur arithmétique
9	SIGKILL	signal de terminaison la réaction à ce signal ne peut être redéfinie
10	SIGUSR1	signal utilisateur
11	SIGSEGV	violation écriture mémoire
12	SIGUSR2	signal utilisateur
13	SIGPIPE	écriture sur un tube non ouvert en lecture
14	SIGALRM	fin de temporisateur
15	SIGTERM	terminaison normale d'un processus
17	SIGCHLD	terminaison (arrêt) d'un fils
18	SIGCONT	continuation d'un processus arrêté par SIGSTOP
19	SIGSTOP	signal de suspension d'exécution de processus la réaction à ce signal ne peut être redéfinie
20	SIGTSTP	frappe du caractère de suspension sur le clavier (CTRL-Z)

Envoi de signaux en langage C

#include <signal.h>

int kill(pid_t pid,int sig)

pid : > 0 : pid de processus destinataire

sig : le signal à envoyer

Envoie un signal à un processus

#include <unistd.h>

unsigned alarm (unsigned nb)

Envoie un signal SIGALRM **au processus en cours** dans ***nb*** secondes.

Attention :

ne pas mélanger l'utilisation de alarm et de sleep
qui partagent le même "timer" (voir man alarm)

Préparer la réception des signaux en C

#include <signal.h>

void (*signal(int signum, void (*handler)(int)))(int);

signum : le signal à intercepter

handler : pointeur sur une fonction qui gère le signal

c'est simplement en C l'identificateur de cette fonction

ou constante correspondant à un comportement prédéfini:

SIG_DFL : comportement par défaut (terminaison)

SIG_IGN : ignorer le signal

signal() renvoie la valeur précédente du gestionnaire de signaux, ou SIG_ERR en cas d'erreur.

#include<unistd.h>

int pause(void);

Endort le processus appelant jusqu'à ce qu'il reçoive un signal.

renvoie toujours -1, et errno est positionné à la valeur EINTR.

on peut aussi utiliser **sleep()** si on veut limiter l'attente

Sommeil de processus

- **Unsigned int sleep (unsigned int nb_secondes)**
- Un signal reçu interrompt le sommeil du processus.
  Le programme continue alors son exécution après l'appel de sleep().
  La valeur retournée par sleep() est le nombre de secondes restantes

Communication par signaux : exemple

```c
#include<signal.h>

void standard(int numero) {
    printf("standard Signal %d recu :  \n",numero);
}
void message(int numero) {
    printf("message Signal %d recu\n",numero);
}

main() {
int numero;
  // traitements spécifiques
  for (numero=1;numero<32;numero++)signal(numero,standard);
  signal(SIGINT,message);  signal(SIGQUIT,message);
  //traitements prédéfinis
  signal(1,SIG_DFL);  signal(4,SIG_IGN);

  // Rien à faire, sauf réagir aux signaux: attente passive
  while (1) pause();
}
```

Remarque sous Linux, « signal » est fiable :

- pendant l'exécution du gestionnaire le signal correspondant est bloqué
- le gestionnaire reste en place à l'issue de son exécution.
- Pour plus d'options : sigaction

Tubes : principe

- Un tube est traité comme un fichier ouvert
- Il est transmis aux processus enfants de la même manière que les fichiers ouverts
- Un tube est cependant un fichier particulier :
  - Il n'a **pas de nom dans l'arborescence des fichiers**
  - Il est connu par **deux descripteurs** (lecture, écriture)
- On lit/écrit dans un tube
  comme on lit/écrit dans un fichier séquentiel
  - Utilisation des fonctions read et write
    (éventuellement fscanf, fprintf etc…)
  - Les données ne sont pas structurées:
    le pipe ne contient qu'une suite d'octets
- Un tube est comme un "tuyau" avec une entrée et une sortie :
  - Plusieurs processus peuvent y écrire des données
  - Plusieurs processus peuvent y lire des données

Tubes : principe

- Le fonctionnement est de type **FIFO** :
  - On lit toujours les octets dans l'ordre où ils ont été déposés dans le tube
  - Il n'est pas possible de lire un octet sans voir lu tous ceux qui le précèdent
  - Une donnée lue par un processus ne pourra jamais être relue par un autre processus
- Les droits d'accès sont du même genre que les droits d'accès Unix sur les fichiers (rwx, rwx, rwx)
- Si un tube est vide, ou si tous les descripteurs susceptibles d'y écrire sont fermés, la primitive **read()** renvoie la valeur 0 (fin de fichier atteinte).
- Un processus qui écrit dans un tube qui n'a plus de lecteurs (tous les descripteurs susceptibles de lire sont fermés) reçoit le signal SIGPIPE

TUBES : primitives utiles

- Création :

#include <unistd.h>

int pipe(int p_desc[2])

p_desc[0] pour la lecture, p_desc[1] pour l'écriture

- Entrées/Sorties :
  - **write (p_desc[1], buf_ecrire, nbre_octets)**
  - **read (p_desc[0], buf_lire, nbre_octets)**

  - **FILE * fdopen():fprintf(), fscanf(),etc...**
  - **fflush : écrire la zone tampon dans le tube avant qu'elle ne soit remplie**

- Pour éviter l'interblocage fermer le côté de tube non utilisé, par la primitive **close()**

interblocage

Utilisation typique d'un tube
- un processus écrivain
- un processus lecteur

Nombre de lecteurs
- nombre de descripteurs associés à la lecture depuis le tube
- si nul, le tube est inutilisable, les écrivains pourront être prévenus

Nombre d'écrivains
- nombre de descripteurs associés à l'écriture dans le tube
- si nul, le tube vide est inutilisable, les lecteurs pourront être prévenus

Bonne pratique :

systématiquement fermer, au plus tôt, tous les descripteurs non utilisés : garder un descripteur en écriture sur un tube **= potentiellement bloquer un processus**

TUBES : exemple

```c
#include <signal.h>

main(){
int i, ret, p_desc[2];
char c;
pipe(p_desc);
write(p_desc[1],"AB",2);
close(p_desc[1]);
for (i=1; i<=4; i++) {
        ret = read(p_desc[0],&c,1) ;
        if (ret == 1) printf("valeur lue: %c\n",c) ;
        else  perror("impossible de lire dans le tube\n")
;
        }
}
```

Résultat de l'exécution :

valeur lue : A
valeur lue: B
impossible de lire dans le tube
impossible de lire dans le tube

TUBES : interblocages, étreintes fatales

```c
int main () {
    int fdts[2], /* to son */
    fdfs[2];     /* from son */
    char bufr[BSIZE], bufw[BSIZE];
    pipe(fdts);
    pipe(fdfs);
    if(fork()) { /* pere */
        read(fdfs[0], bufr, 1);
        write(fdts[1], bufw, 1);
    } else { /* fils */
        read(fdts[0], bufr, 1);
        write(fdfs[1], bufw, 1);
    }
    prinf("bye\n");
    exit(EXIT_SUCCESS);
}
```

Indéblocable
(tube anonyme!)

TUBES Nommés

Les tubes ordinaires, sont **non visibles dans l'arborescence des fichiers**, et accessibles uniquement aux processus d'une **même affiliation**

- Tubes nommés : **visibles dans l'arborescence de fichiers**, utilisables entre processus ne partageant **pas la même filiation**
- Par contre, aucune information n'est enregistrée sur disque, le transfert d'information s'effectue toujours en mémoire.
- Primitives correspondantes :
  int mknod(const char *nom_fich,mode_t mode, dev_t dev)
  int mkfifo (const char **pathname*, mode_t *mode*);
- Ouverture de tube par les processus connaissant le nom du tube :
  - En lecture/écriture par **open()**
  - Par défaut, ouverture bloquante :
    lecteurs et écrivains s'attendent = synchronisation

Les tubes nommés: commande mkfifo

```
$ mkfifo mypipe
```

Affichage des attributs du tube créé

```
$ ls -l mypipe
prw-------   1 usname grname      0 sep  12 11:10 mypipe
```

Modification des permissions d'accès (comme un fichier ordinaire)

```
$ chmod g+rw mypipe
$ ls -l mypipe
prw-rw----   1 usname grname      0 sep  12 11:12 mypipe
```

Remarque : **p** indique que c'est un tube.

- Une fois le tube créé, il peut être utilisé pour réaliser la communication entre deux processus.
- Chacun des deux processus ouvre le tube, l'un en mode écriture et l'autre en mode lecture.

```
$ echo "salut" > mypipe
$ cat mypipe
salut
```

- **NOM**
  mkfifo - Créer un fichier spécial FIFO
- **SYNOPSIS**
  #include <sys/types.h>
  #include <sys/stat.h>
  int mkfifo(const char *pathname, mode_t mode);

  La fonction mkfifo() crée un fichier spécial FIFO (tube nommé) à l'emplacement pathname. mode indique les permissions d'accès (cf. Open)
- **VALEUR RENVOYÉE**
  La valeur renvoyée par mkfifo() est 0 si elle réussit, ou -1 si elle échoue, auquel cas errno contient le code d'erreur.

Les tubes nommés: exemple programme writer

Le programme **writer.c** envoie un message sur le tube *mypipe*

```c
int main() {
    int fd;
    char message[100];
    sprintf(message, "bonjour du writer [%d]\n", getpid());
    //Ouverture du tube  mypipe en mode écriture
    if(mkfifo("mypipe", S_IRUSR | S_IWUSR)==-1){
                perror("Erreur mkfifo") ;
                exit(1) ; // erreur
        }
        fd=open("mypipe",O_WRONLY) ;
    printf("ici writer[%d] \n", getpid());
    if (fd =/= -1) { // Dépot d'un message dans le tube
        write(fd, message, strlen(message) + 1);
    } else
        printf(" désolé, le tube n'est pas disponible \n");
    close(fd);
    return 0;
}
```

Les tubes nommés: exemple programme reader

Le programme **reader.c** lit un message à partir du tube mypipe

```
int main() {
    int fd, n;
    char message[100];
    // ouverture du tube mypipe en mode lecture
    fd = open("mypipe", O_RDONLY);
    printf("ici reader[%d] \n", getpid());
    if (fd =/= -1) {
        //récupérer un message du tube,
        // taille maximale  100.
        while ((n = read(fd, message, 100)) > 0)
            // n est le nombre de caractères lus
            printf("%s\n", message);
    } else
        printf("désolé, le tube n'est pas disponible\
n");
    close(fd);
    return 0;
}
```

Les tubes nommés: exécution des programmes

- Après avoir compilé séparément les deux programmes, il est possible de lancer leurs exécutions en arrière plan.
- Les processus ainsi créés communiquent via le tube de communication mypipe.
- Lancement de l'exécution d'**un writer et d'un reader**:

```
$ ./writer&   reader&
[1] 1156
[2] 1157
ici writer[1156]
ici reader[1157]
bonjour du writer [1156]
[2]    Done                 reader
[1]  + Done                 writer
```

Les tubes nommés: exécution des programmes (2)

- Lancement de l'exécution de **deux writers** et d'**un reader.**

```
$ writer& writer& reader&
[1] 1196
[2] 1197
[3] 1198
ici writer[1196]
ici writer[1197]
ici reader[1198]
bonjour du writer [1196]
bonjour du writer [1197]
[3]    Done                 reader
[2]  + Done                 writer
[1]  + Done                 writer
```

Les tubes nommés: remarques

- Par défaut, l'ouverture d'un tube nommé est bloquante (spécifier O_NONBLOCK sinon).

- Si un processus ouvre un tube nommé en lecture alors qu'il n'y a aucun processus qui ait fait une ouverture en écriture

  → le processus sera bloqué jusqu'à ce qu'un processus effectue une ouverture en écriture (resp. lecture).

- Attention aux situations d'interblocage