Unix et Programmation Shell

Philippe Langevin

département d'informatique
UFR sciences et technique
université du sud Toulon Var

Automne 2013

document

brouillon en révision

- site du cours :
  http://langevin.univ-tln.fr/cours/UPS/upsh.html
- localisation du fichier :
  http://langevin.univ-tln.fr/cours/UPS/doc/direct.pdf

dernières modifications

```
     upsh.tex 2024-01-28 21:05:32.653614398 +0100
    tools.tex 2024-01-28 21:05:32.653614398 +0100
     term.tex 2024-01-28 21:05:32.651614387 +0100
   syntaxe.tex 2024-01-28 21:05:32.650614381 +0100
    shell.tex 2024-01-28 21:05:32.649614376 +0100
  prologue.tex 2024-01-28 21:05:32.648614371 +0100
     proc.tex 2024-01-28 21:05:32.646614360 +0100
     pipe.tex 2024-01-28 21:05:32.645614355 +0100
     perm.tex 2024-01-28 21:05:32.645614355 +0100
      man.tex 2024-01-28 21:05:32.643614344 +0100
     part.tex 2024-01-28 21:05:32.644614349 +0100
     file.tex 2024-01-28 21:05:32.642614338 +0100
   direct.tex 2024-01-28 21:05:32.641614333 +0100
     bash.tex 2024-01-28 21:05:32.639614322 +0100
```

7 - redirection

fichier C

La bibliothéque `glibc` propose aux C-programmeurs de puissantes fonctions d'entrées/sorties pour opérer sur les **flux**.

```
1  #include <stdlib.h>
2  #include <stdio.h>
3  int main( int argc, char *argv[] )
4  {
5  char* msg = "hello";
6  FILE *dst;
7  dst = fopen( "/tmp/dst.txt", "w" );
8  if ( ! dst ) perror ("fopen"), exit (1);
9  fprintf (dst, "%s", msg );
10 fclose(dst);
11 return 0;
12 }
```

flux

Les **flux** sont gérer par une structure relativement complexe :

```
↝ gdb --quiet
  -x flux.gdb flux.
  exe
  | grep -A14
  fileno
  > flux.out
```

```
1 set pagination off
2 break main
3 run
4 whatis FILE
5 ptype FILE
6 quit
```

flux

Les **flux** sont gérer par une structure relativement complexe :

```
↝ gdb --quiet
  -x flux.gdb flux.
  exe
  | grep -A14
  fileno
  > flux.out
```

```
1 set pagination off
2 break main
3 run
4 whatis FILE
5 ptype FILE
6 quit
```

```
1  type = struct _IO_FILE {
2      int _flags ;
3      char *_IO_read_ptr ;
4      char *_IO_read_end;
5      char *_IO_read_base;
6      char *_IO_write_base ;
7      char *_IO_write_ptr ;
8      char *_IO_write_end ;
9      char *_IO_buf_base;
10     char *_IO_buf_end;
11     char *_IO_save_base;
12     char *_IO_backup_base;
13     char *_IO_save_end;
14     struct _IO_marker *_markers;
15     struct _IO_FILE *_chain;
16     int _fileno ;
```

descripteur

Un descripteur de fichier est une entrée dans une table des fichiers.
Les ES sont gérées par des appels de bas niveau : `read`, `write`.

```
1  #include <sys/types.h>
2  #include <sys/stat.h>
3  #include <fcntl.h>
4  #include <stdlib.h>
5  #include <unistd.h>
6  int main( int argc, char *argv[] )
7  {
8  char* msg = "hello";
9  int fd;
10 fd = open( "/tmp/dst.txt", O_WRONLY );
11 if ( fd < 0 ) exit (1);
12 write( fd , msg, 6);
13 close( fd );
```

cat

La commande `cat` copie sur la sortie standard :

```
↝ cat
Hello World          <- clavier
Hello World          <- ecran
```

Les descripteurs standards peuvent êre redirigés vers des descripteurs ou des fichiers

```
↝ cat >fichier
Hello World          <- clavier
```

cat

La commande `cat` copie sur la sortie standard :

```
↝ cat
Hello World          <- clavier
Hello World          <- ecran
```

Les descripteurs standards peuvent êre redirigés vers des descripteurs ou des fichiers

```
↝ cat >fichier
Hello World          <- clavier
```

```
↝ cat fichier
Hello World
```

cat

La commande `cat` copie sur la sortie standard :

```
↝ cat
Hello World          <- clavier
Hello World          <- ecran
```

Les descripteurs standards peuvent êre redirigés vers des descripteurs ou des fichiers

```
↝ cat >fichier
Hello World          <- clavier
```

```
↝ cat fichier
Hello World
```

```
↝ cat <fichier
Hello World
```

cat

La commande `cat` copie sur la sortie standard :

```
↝ cat
Hello World          <- clavier
Hello World          <- ecran
```

Les descripteurs standards peuvent êre redirigés vers des descripteurs ou des fichiers

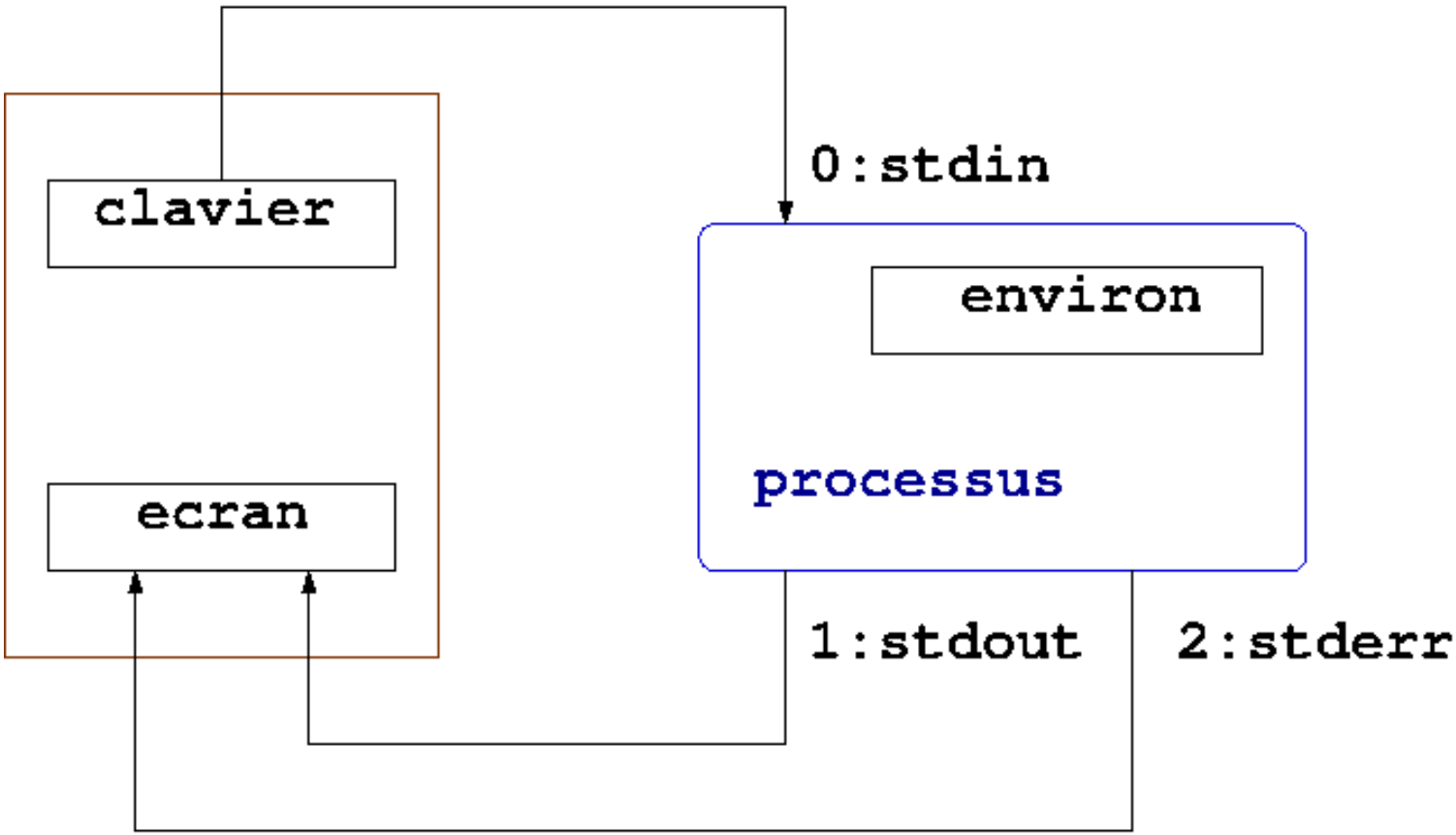
```
↝ cat >fichier
Hello World          <- clavier
```

```
↝ cat fichier
Hello World
```

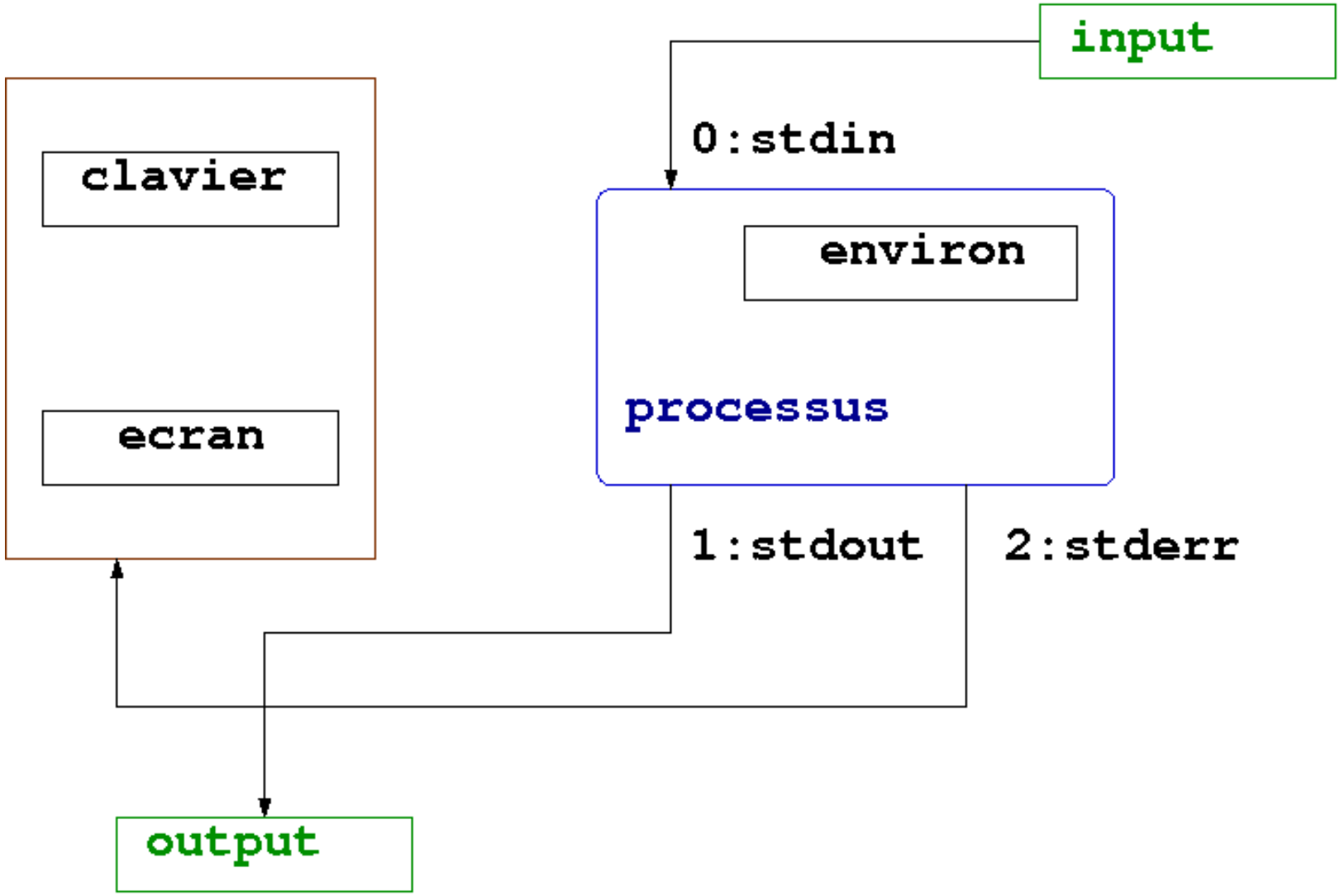
```
↝ cat <fichier
Hello World
```

```
↝ cat <fichier >output
```

fichier standard



redirection



descripteurs et fichiers spéciaux

- 0 : entrée standard
- 1 : sortie standard
- 2 : sortie erreur standard
- `extern FILE *stdin;`
- `extern FILE *stdout;`
- `extern FILE *stderr;`
- `/dev/null`
- `/dev/random`
- `/dev/zero`
- `/dev/tcp/hote/port`

évaluation

debug Condidérons les fichiers :

```
1 cat <input >output
```

direct.sh

```
1 cat <input >output 2>&1
```

double.sh

```
1 cat <input 2>&1 >output
```

erreur.sh

d'aprés le manuel, la troisième est incorrecte.

```
↝ strace -o {fic} -ff -e trace={lst} bash {
    script}
```

En effet

```
1 ::  cat direct.sh erreur 2>&1 > /tmp/foo
2 cat: erreur : Aucun fichier ou dossier de ce type
3
4 ::  cat direct.sh erreur > /tmp/bar 2>&1
```

En effet

```
1 ::  cat direct.sh erreur  2>&1 > /tmp/foo
2 cat: erreur : Aucun fichier ou dossier de ce type
3
4 ::  cat direct.sh erreur  > /tmp/bar 2>&1
```

```
1 ::  echo $?
2 1
```

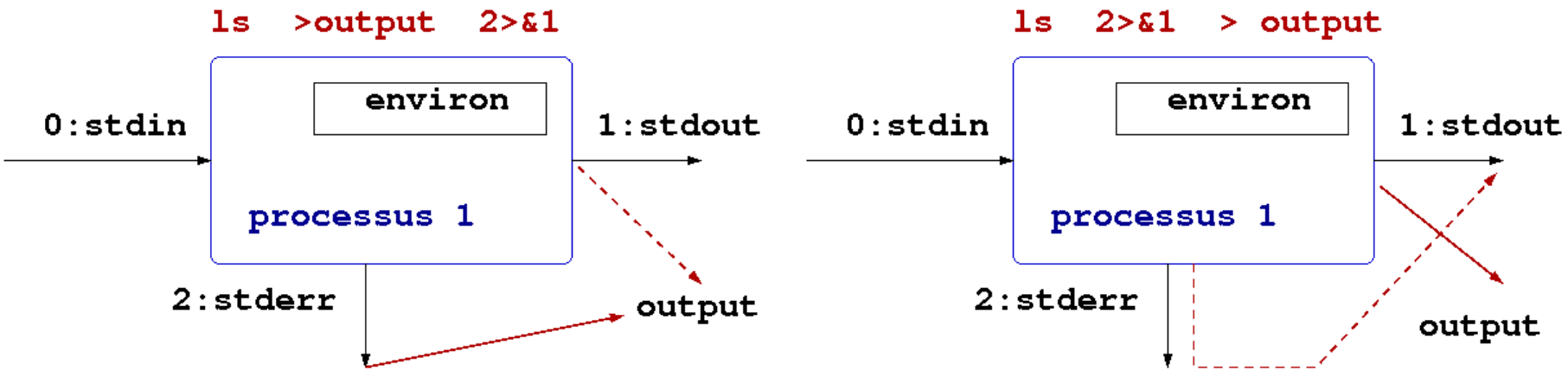
En effet

```
1 :: cat direct.sh erreur 2>&1 > /tmp/foo
2 cat: erreur : Aucun fichier ou dossier de ce type
3
4 :: cat direct.sh erreur > /tmp/bar 2>&1
```

```
1 :: echo $?
2 1
```

```
1 :: cat /tmp/foo
2 cat <input >output
3
4 :: cat /tmp/bar
5 cat <input >output
6 cat: erreur : Aucun fichier ou dossier de ce type
```

direction : gauche à droite !




```
1 ls  >output 2>&1
2 ls 2>&1 >output
```

BASH(1)

Il y a deux formes pour effectuer une double redirection :

&>mot et >&mot

On prefere generalement la premiere, equivalente a :

>mot 2>&1

aspect syntaxique

Avec `bash`, les entrées/sorties sont redirigeables à l'aide des <,> :

```
1 cat <input >output
2 >output cat <input
```

sont des abbréviations de

```
1 cat 0<input 1>output
2 1>output cat 0<input
```

```
1 3.6.1 Input      : [n] < word
2 3.6.2 Output     : [n] > word  :simil :    [n] >> word
3 3.6.4 Standards : &> word     :equiv:  >word 2>&1
4 3.6.5 Appending : &>>word     :equiv: >> word  2>&1
5 3.6.6 Here Documents
6       <<[-]word
7         here-document
```

redir.sho

```
1  #!/bin/bash
2  set -v
3  nc -l 31415 > /tmp/nc.log &
4  sleep 1
5  netstat -plent --ip | sed -E 's/[ \t]+/ /g'
6  set +v
7  cat > /dev/tcp/localhost/31415 <<- this
8      bash redirige pas mal de chose !
9      this
10 set -v
11 cat /tmp/nc.log
```

redir.out

```
1  nc -l 31415 > /tmp/nc.log &
2  sleep 1
3  netstat -plent --ip | sed -E 's/[ \t]+/ /g'
4  (Tous les processus ne peuvent etre identifies , les infos
       sur les processus
5  non possedes ne seront pas affichees , vous devez etre root
       pour les voir toutes.)
6  Connexions Internet actives (seulement serveurs )
7  Proto Recv-Q Send-Q Local Address Foreign Address State
       Utilisatr Inode PID/Program name
8  tcp 0 0 0.0.0.0:57250 0.0.0.0:* LISTEN 29 8802 -
9  tcp 0 0 0.0.0.0:111 0.0.0.0:* LISTEN 0 8689 -
10 tcp 0 0 0.0.0.0:22 0.0.0.0:* LISTEN 0 9505 -
11 tcp 0 0 0.0.0.0:31415 0.0.0.0:* LISTEN 501 59251 2845/nc
12 tcp 0 0 127.0.0.1:631 0.0.0.0:* LISTEN 0 9059 -
```

Tracer un processus

Les outils de traçages :

- `ltrace` : trace les appels aux bibliothèques.
- `strace` : trace les signaux et les appels systèmes.

permettent d'analyser finement les processus.

```
1 hello.out : hello.exe
2         strace   -o hello.sys \
3          -e read,write,open,execve,close,stat ./hello.exe
4         ltrace   -o hello.lib     ./hello.exe
5         ltrace  -c -o hello.lc  ./hello.exe
6         strace  -c -o hello.tmp ./hello.exe
7         sed 's/[ ]\+/ /g' hello.tmp > hello.sc
8         awk '/hello.out/,/@@@/' makefile > hello.out
```

makefile

[ptrace]

src/hello.c

```
1  #include <stdlib.h>
2  #include <stdio.h>
3  int main( int argc, char*argv[] )
4  {
5  int nb;
6  FILE *dst;
7  dst = fopen( "hello.txt", "w" );
8  if ( ! dst ) perror("fopen"), exit(1);
9  nb = fprintf (dst, "%s", argv[0] );
10 fprintf ( stderr , "%d" , nb );
11 return 0;
12 }
```

remarque

Le code LaTeX du transparent suivant contient la ligne :

```
\lstinputlisting[style=make]{src/hello.out}
```

qui explique la dernière ligne des actions de la cible `hello.out`.

hello.exe : trace des appels bibliothèques

% time	seconds	usecs/call	calls	function
53.89	0.000603	603	1	fopen
46.11	0.000516	258	2	fprintf
100.00	0.001119		3	total

hello.exe : trace des appels systèmes

```
% time     seconds  usecs/call     calls    errors syscall
------ ----------- ----------- --------- --------- ----------------
 91.34    0.000738         738         1           execve
  8.66    0.000070           8         9           mmap
  0.00    0.000000           0         1           read
  0.00    0.000000           0         2           write
  0.00    0.000000           0         3           open
  0.00    0.000000           0         2           close
  0.00    0.000000           0         3           fstat
  0.00    0.000000           0         3           mprotect
  0.00    0.000000           0         1           munmap
  0.00    0.000000           0         3           brk
  0.00    0.000000           0         1         1 access
  0.00    0.000000           0         1           arch_prctl
------ ----------- ----------- --------- --------- ----------------
100.00    0.000808          30         1           total
```

hello.exe : trace des appels bibliothèques

```
__libc_start_main(0x4005e4, 1, 0x7fffae1cd278, 0
    x400680, 0x400670 <unfinished ...>
fopen("hello.txt", "w")
                    = 0xae7010
fprintf(0xae7010, "%s", "./hello.exe")
                    = 11
fprintf(0x395df76860, "%d", 11)
                    = 2
+++ exited (status 0) +++
```

hello.exe : trace des appels systèmes

```
execve("./hello.exe", ["./hello.exe"], [/* 54 vars
    */]) = 0
open("/etc/ld.so.cache", O_RDONLY)      = 3
close(3)                                = 0
open("/lib64/libc.so.6", O_RDONLY)      = 3
read(3, "\177ELF
    \2\1\1\3\0\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\0\1\0\0\0000\354\30
     832) = 832
close(3)                                = 0
open("hello.txt", O_WRONLY|O_CREAT|O_TRUNC, 0666) =
     3
write(2, "11", 2)                       = 2
write(3, "./hello.exe", 11)             = 11
```

open etc...

```
OPEN(2)     Linux Programmer's Manual
SYNOPSIS
   int  open(const char *path, int flags);
   int  open(const char *path, int flags, mode_t md)
    ;
   int creat(const char *path, mode_t mode);
DESCRIPTION
   Given a pathname for a file, open() returns a
file descriptor, a small, nonnegative integer for
use in  subsequent  system  calls.
    The file descriptor returned by a successful
call will be the lowest-numbered free file
    descriptor
SEE ALSO
   chmod(2), chown, close, dup, fcntl, link, lseek,
mknod  mmap  mount  openat  read  socket  stat
```

table des descripteurs

Un processus possède une table de 255 descripteurs de fichiers, les trois premiers sont initialisés :

- 0 : entrée standard
- 1 : sortie standard
- 2 : erreur standard

L'appel systeme `open( fichier, mode )` configure un descripteur de fichier pour des opérations de lecture `read`, d'écriture `write` avec le fichier physique.

- -1 : appel système a échoué !

L'appel système `close` ferme un descripteur. Les appels systeme `dup` permettent de manipuler les descripteurs.

dupliquer

```
1  #include <sys/types.h>
2  #include <sys/stat.h>
3  #include <fcntl.h>
4  #include <stdlib.h>
5  #include <unistd.h>
6  #include <stdio.h>
7  int main( int argc, char*argv[] )
8  { int fd;
9  fd = open( argv[1],O_RDWR |O_CREAT|O_TRUNC, 0644 );
10 if ( fd < 0 ) perror("open"), exit (1);
11 close( 1 );
12 if ( dup( fd ) < 0 ) perror("dup"), exit (1);
13 close(fd);
14 if ( execlp( "ls", "ls", "-alt", NULL ) < 0 )
15     perror("execlp"), exit (1);
```

dupliquer

```
↝ gcc -Wall dup.c -o dup.exe
↝ ./dup.exe dup.txt
↝ head -5 dup.txt
total 300
-rw-r--r--. 1 pl pl     0 14 sept. 14:07
   dup.txt
-rw-rw-r--. 1 pl pl  1313 14 sept. 14:07
   sdup.out
-rw-rw-r--. 1 pl pl  2160 14 sept. 14:07
   sdup.tmp
-rw-rw-r--. 1 pl pl  2861 14 sept. 14:07
   ldup.out
```

dup

```
DUP(2)     Linux Programmer's Manual
NAME
   dup, dup2, dup3 - duplicate a file descriptor
SYNOPSIS
   int dup(int oldfd);
   int dup2(int oldfd, int newfd);
DESCRIPTION
   These system calls create a copy of oldfd.

   dup() uses the lowest-numbered unused descriptor
         for the new descriptor.

   dup2() makes newfd be the copy of oldfd,
          closing newfd first if necessary.
```

dup.exe : trace des appels bibliothèques

% time	seconds	usecs/call	calls	function
29.91	0.178987	121	1474	strlen
11.49	0.068741	121	564	__ctype_get_mb_cur_max
7.76	0.046463	15487	3	dcgettext
6.22	0.037220	120	310	memcpy
5.61	0.033547	120	278	fputs_unlocked
4.18	0.025027	120	208	localeconv
3.51	0.021030	404	52	iswprint
2.75	0.016455	5485	3	getpwuid
2.26	0.013501	192	70	strstr
2.03	0.012120	130	93	malloc
1.93	0.011560	167	69	acl_extended_file
1.83	0.010972	120	91	__errno_location
1.82	0.010910	158	69	lgetfilecon
1.70	0.010199	147	69	localtime
1.70	0.010196	147	69	__lxstat64
1.52	0.009074	120	75	strcpy
1.43	0.008538	121	70	readdir64
1.41	0.008452	122	69	__sprintf_chk
1.39	0.008315	120	69	fwrite_unlocked
1.38	0.008280	120	69	stpcpy
1.37	0.008205	118	69	__mempcpy_chk
1.31	0.007868	655	12	wcswidth
1.12	0.006725	120	56	memset
0.85	0.005068	181	28	free
0.77	0.004597	191	24	mbstowcs
0.41	0.002436	203	12	nl_langinfo
0.38	0.002297	120	19	strcoll
0.38	0.002285	190	12	mempcpy
0.33	0.001968	984	2	fflush

dup.exe : trace des appels systèmes

```
% time     seconds  usecs/call     calls    errors syscall
------ ----------- ----------- --------- --------- ----------------
 56.65    0.000277          55         5           socket
 31.08    0.000152           4        37           close
  7.98    0.000039           1        47           mmap2
  4.29    0.000021           0        69           lstat64
  0.00    0.000000           0        23           read
  0.00    0.000000           0         1           write
  0.00    0.000000           0        38        10 open
  0.00    0.000000           0         3         1 execve
  0.00    0.000000           0         2         2 access
  0.00    0.000000           0         1           dup
  0.00    0.000000           0         4           brk
  0.00    0.000000           0         2         2 ioctl
  0.00    0.000000           0        13           munmap
  0.00    0.000000           0         1           uname
  0.00    0.000000           0        12           mprotect
  0.00    0.000000           0         2           _llseek
  0.00    0.000000           0         2           rt_sigaction
  0.00    0.000000           0         1           rt_sigprocmask
  0.00    0.000000           0         1           getrlimit
  0.00    0.000000           0        69           stat64
  0.00    0.000000           0        28           fstat64
  0.00    0.000000           0         2           getdents64
  0.00    0.000000           0       138       138 getxattr
  0.00    0.000000           0        69           lgetxattr
  0.00    0.000000           0         2           futex
  0.00    0.000000           0         2           set_thread_area
  0.00    0.000000           0         1           set_tid_address
  0.00    0.000000           0         1           clock_gettime
  0.00    0.000000           0         2           statfs64
```

Diagnostic

Nous pouvons faire une analyse des appels système du `bash` de deux manières. Dans les deux cas, il faut penser à tracer les sous-processus :

1. On place les commandes à analyser dans un script : :

```
strace -o {fic} -ff -e trace={lst} bash {script}
```

2. On détermine le **pid** du shell à tracer, et on trace le les commandes à analyser par une capture :

```
strace -o {fic} -ff -e trace={lst} -p {pid}
```

memo direct.sh

```
close(255)                                      = 0
open("input", O_RDONLY|O_LARGEFILE)             = 3
dup2(3, 0)                                      = 0
close(3)                                        = 0
open("output", O_WRONLY|O_CREAT|O_TRUNC|O_LARGEFILE
    , 0666) = 3
dup2(3, 1)                                      = 1
close(3)                                        = 0
execve("/bin/cat", ["cat"], [/* 46 vars */]) = 0
open("/etc/ld.so.cache", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3
close(3)                                        = 0
open("/lib/libc.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3
read(3, "\177ELF
    \1\1\1\3\0\0\0\0\0\0\0\0\3\0\3\0\1\0\0\0\220\347\31
    B4\0\0\0"..., 512) = 512
close(3)                                        = 0
```

memo double.sh

```
close(255)                                      = 0
open("input", O_RDONLY|O_LARGEFILE)             = 3
dup2(3, 0)                                      = 0
close(3)                                        = 0
open("output", O_WRONLY|O_CREAT|O_TRUNC|O_LARGEFILE
    , 0666) = 3
dup2(3, 1)                                      = 1
close(3)                                        = 0
dup2(1, 2)                                      = 2
execve("/bin/cat", ["cat"], [/* 46 vars */]) = 0
open("/etc/ld.so.cache", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3
close(3)                                        = 0
open("/lib/libc.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3
read(3, "\177ELF
    \1\1\1\3\0\0\0\0\0\0\0\0\3\0\3\0\1\0\0\0\220\347\31
    B4\0\0\0"...,      512) = 512
```

memo erreur.sh

```
close(255)                                      = 0
open("input", O_RDONLY|O_LARGEFILE)             = 3
dup2(3, 0)                                      = 0
close(3)                                        = 0
dup2(1, 2)                                      = 2
open("output", O_WRONLY|O_CREAT|O_TRUNC|O_LARGEFILE
    , 0666) = 3
dup2(3, 1)                                      = 1
close(3)                                        = 0
execve("/bin/cat", ["cat"], [/* 46 vars */]) = 0
open("/etc/ld.so.cache", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3
close(3)                                        = 0
open("/lib/libc.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3
read(3, "\177ELF
    \1\1\1\3\0\0\0\0\0\0\0\0\3\0\3\0\1\0\0\0\220\347\31
    B4\0\0\0"      512) = 512
```

substitution de processus

La substitution de processus s'appuie sur le mécanisme des tubes nommés (FIFOs) ou la méthode /dev/fd de noms de fichiers.

```
1
2 comm -3 <(sort x | uniq) <(sort y  |  uniq)
```

Il ne s'agit pas d'une redirection !

man comm

```
COMM(1)          User Commands
NAME   comm - compare two sorted files line by line
SYNOPSIS   comm [-123 ] FILE1 FILE2
  Compare sorted files FILE1 and FILE2 line by line
    .
With no options, produce three-column output.Column
1 contains lines unique to FILE1, column 2 contains
lines unique to FILE2, and column three contains
lines common to both files.  -X suppress column X.
EXAMPLES
comm -12 file1 file2
    Print only lines present in both file1 and
   file2.
comm -3 file1 file2
   Print lines in file1 not in file2, and vice
   versa
```

subproc.sho

```
1  #!/bin/bash  -v
2  #from Linux Journal
3  echo -e 'a\nf\nc\ng\ne\nb' > x
4  echo -e 'c\ne\na\nd\nb\nf' > y
5  sort  x |  uniq  > /tmp/X
6  sort  y |  uniq  > /tmp/Y
7  comm -3 /tmp/X /tmp/Y
8      d
9  g
10
11 comm -3 <(sort x | uniq) <(sort y  | uniq)
12 sort  y   |  uniq
13 sort  x |  uniq
14     d
15 g
```