Les Sockets

(Z:\Polys\Internet_transmission_donnees\06-socket.fm- 28 mars 2011 11:38)

Plan

- Présentation
- L'enchaînement des primitives
- Les primitives
- Conclusion
- Quelques informations supplémentaires

Bibliographie

- L. Toutain, Réseaux locaux et Internet, Hermès, 1996.
- M. Gabassi, B. Dupouy, L'informatique répartie sous Unix, Eyrolles, 1992.
- J-M. Rifflet, La communication sous Unix, EdiScience international, 1995.
- D.E. Comer, Internetworking with TCP/IP, Prentice-Hall, 1991.

Transparents basés sur ceux aimablement communiqués par César Viho.

1. Présentation

1.1. Définition

Les Sockets : Interface de programmation pour les communications

- Ensemble de primitives assurant ce service,
- Générique : s'adapte aux différents besoins de communication,
- Indépendant de protocoles et de réseaux particuliers :
  - Mais développé à l'origine sous Unix 4BSD, pour Internet !
- N'utilise pas forcément un réseau :
  - Par exemple : communication locale (interne à une station) : domaine Unix !

Une Socket : un point de communication par lequel un processus peut émettre ou recevoir des données

- Homogène avec les identificateurs d'E/S :
  - l'identificateur (de descripteur) de Socket est compatible avec l'identificateur (de descripteur) de fichiers.
- On distingue la création de la Socket : socket(), de son initialisation avec les adresses et les numéros de port : bind(), connect(), à contrario des fichiers : open() !

1.2. Les domaines de communication

Les sockets peuvent gérer plusieurs domaines de communication :

- Internet : PF_INET ("Protocol Family: Internet")
- fichiers locaux : PF_UNIX
- OSI, SNA, DEC, CCITT(X25), Appletalk,
- etc.

1.3. Serveur/Client

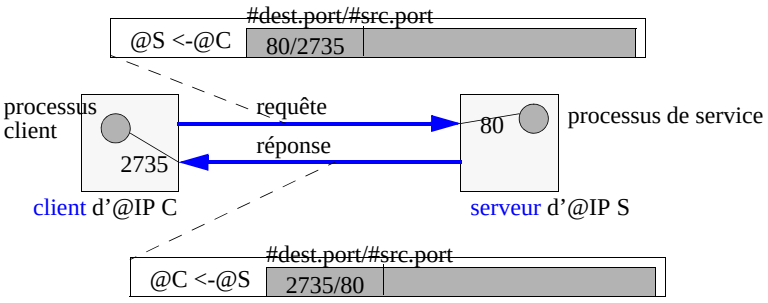
Le paradigme du Client/Serveur est extrèmement courant au sein des applications réparties.

Un serveur :

- processus rendant un service spécifique identifié par un port particulier bien connu (n° port),
- en attente sur une station (@IP)

Des clients :

- processus appelant le serveur afin d'obtenir le service,
- lancé à la demande à partir généralement de n'importe quelle station du réseau.



Abus de langage :

- on confond souvent la station supportant le processus et le processus serveur (resp. client). Cependant une même station peut supporter plusieurs serveurs et clients, et pour des services différents.

1.4. Les structures de données

3 structures de données :

- la socket,
- l'adresse,
- l'entrée dans la base de données des stations

1.4.1 La structure socket

Descripteur du point d'accès à la communication :

- type, options, état, temporisateurs, liste des processus en attente, tampons d'émission et de réception, etc.

Rôle équivalent au descripteur d'E/S : inode/vnode.

Structure décrite dans le fichier <sys/socketvar.h>

Manipulée par les primitives : socket(), bind(), accept(), connect(), read(), write(), close(), etc.

Extrait du fichier <sys/socketvar.h>

```
/* The sonode represents a socket. A sonode never exist in the file system name space and can not be opened
* using open() - only the socket, socketpair and accept calls create sonodes */
struct sonode {
        struct  vnode so_vnode;         /* vnode associated with this sonode */
        dev_t   so_dev;                 /* device the sonode represents */
        struct  vnode *so_accessvp;     /* vnode for the /dev entry */
        kmutex_t        so_lock;        /* protects sonode fields */
        uint_t  so_state;               /* internal state flags SS_*, below */
        uint_t  so_mode;                /* characteristics on socket. SM_* */
        mblk_t  *so_ack_mp;             /* TPI ack received from below */
        mblk_t  *so_conn_ind_head;      /* b_next list of T_CONN_IND */
         mblk_t  *so_conn_ind_tail;
        mblk_t  *so_discon_ind_mp;      /* T_DISCON_IND received from below */
        mblk_t  *so_unbind_mp;          /* Preallocated T_UNBIND_REQ message */
[...]
        int     so_count;               /* count of opened references */
        short   so_family;
        short   so_type;
        short   so_protocol;
        short   so_version;             /* From so_socket call */
        short   so_pushcnt;             /* Number of modules above "sockmod" */
        short   so_options;             /* From socket call, see socket.h */
        struct linger   so_linger;      /* SO_LINGER value */
        int     so_sndbuf;              /* SO_SNDBUF value */
        int     so_rcvbuf;              /* SO_RCVBUF value */
[...]
```

1.4.2 La structure sockaddr

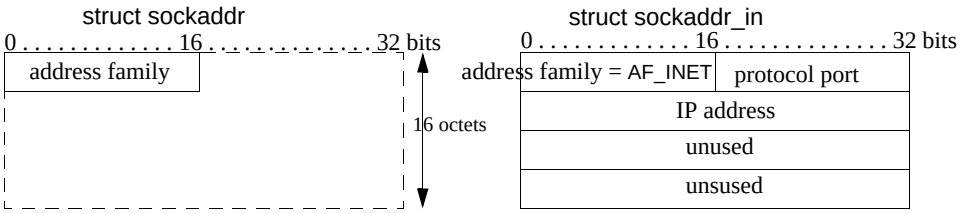
Adresse : désignation spécifique permettant d'identifier les correspondants

Structure décrite dans le fichier <netinet/in.h>

Structure polymorphe (générique) :

- adaption à la famille protocolaire utilisée :
  - par exemple :

    struct sockaddr (générique) => struct sockaddr_un (unix), struct sockaddr_in (internet).



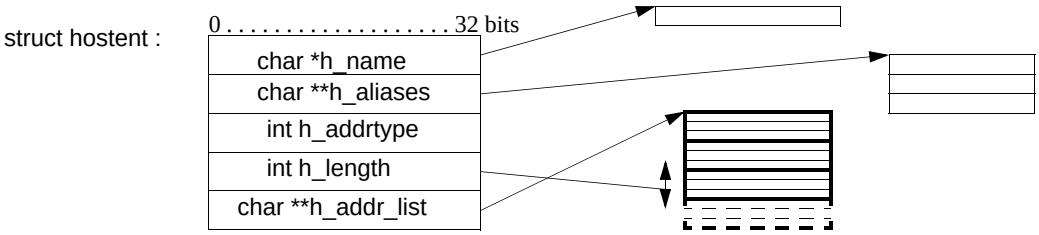
Utilisée au sein des autres structures de données

Extrait du fichier <netinet/in.h>

```
/*
 * Socket address, internet style.
 */
struct sockaddr_in {
        sa_family_t     sin_family;
        in_port_t       sin_port;
        struct  in_addr sin_addr;
        unsigned char   sin_zero[8];
}
```

1.4.3 La structure hostent

Chaque système maintient localement (ou accède à) une base de données contenant des informations sur les stations du réseau.



Structure définie dans le fichier <netdb.h> :

- liste de noms (alias),
- liste d'adresses,
- type et longueur des adresses;

Informations :

- issues des fichiers /etc/hosts, /etc/config, /etc/nsswitch.conf, etc.
- ou obtenues à l'aide de DNS.

Manipulée par les primitives : gethostbyname(), gethostbyaddr(), gethostent(), etc.

Extrait du fichier <netdb.h>

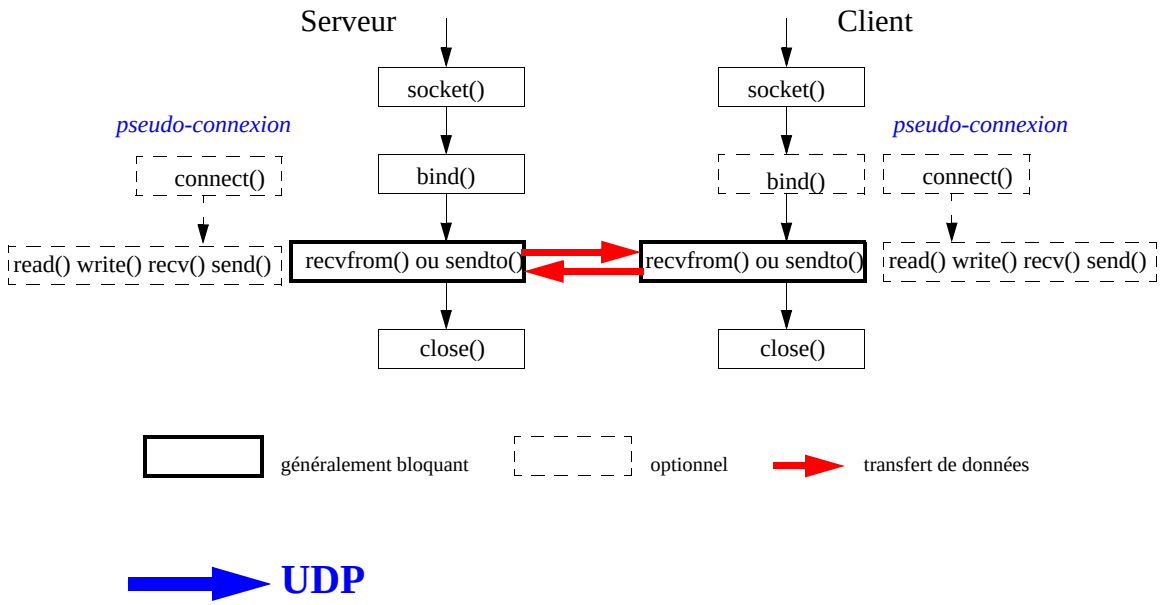
```
/*
 * Structures returned by network data base library.
 * All addresses are supplied in host order, and
 * returned in network order (suitable for use in system calls).
 */
struct  hostent {
        char    *h_name;        /* official name of host */
        char    **h_aliases;    /* alias list */
        int     h_addrtype;     /* host address type */
        int     h_length;       /* length of address */
        char    **h_addr_list;  /* list of addresses from name server */
#define h_addr  h_addr_list[0]  /* address, for backward compatiblity */
};

struct  protoent {
        char    *p_name;        /* official protocol name */
        char    **p_aliases;    /* alias list */
        int     p_proto;        /* protocol # */
};

struct  servent {
        char    *s_name;        /* official service name */
        char    **s_aliases;    /* alias list */
        int     s_port;         /* port # */
        char    *s_proto;       /* protocol to use */
};
```

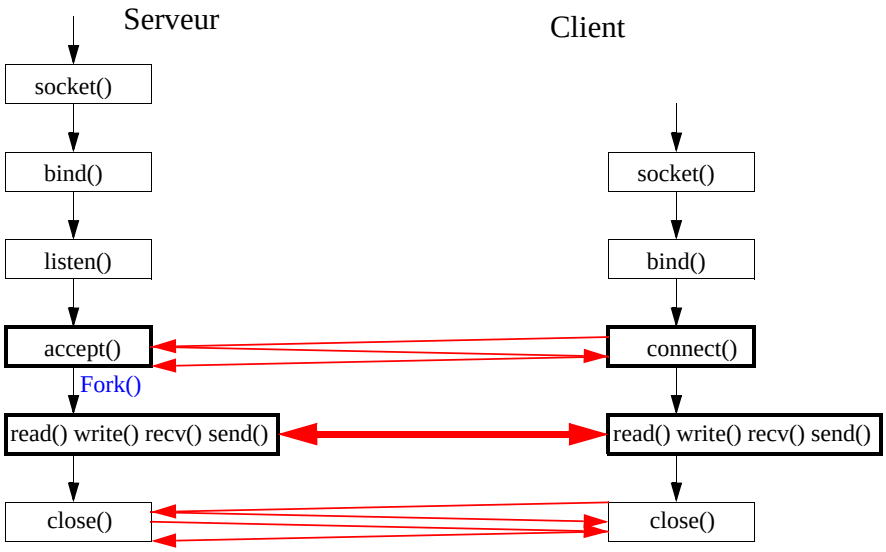
2. L'enchaînement des primitives

2.1. Exemple d'enchaînement simple en mode non-connecté



UDP

2.2. Exemple d'enchaînement simple en mode connecté



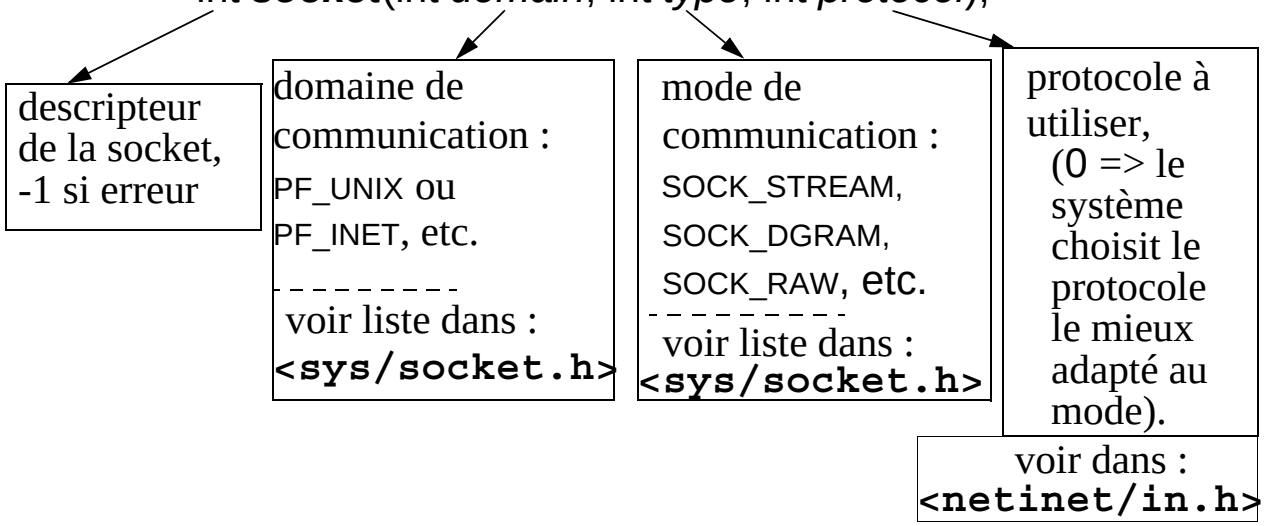
Chaque "close()" ne ferme qu'un seul sens de communication !

TCP

3. Les primitives

3.1. La création d'une socket

int ***socket***(int *domain*, int *type*, int *protocol*);

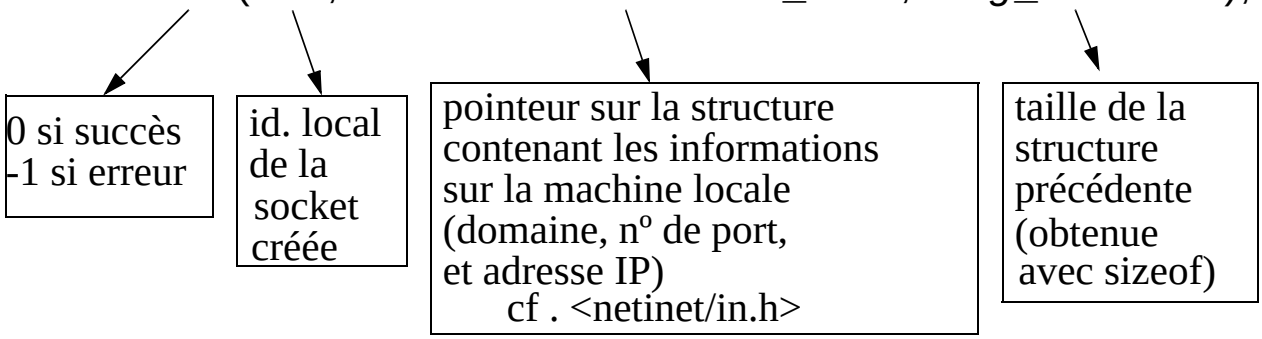


Exemple :

```
#include <sys/socket,h>
int s;
s=socket(PF_INET,SOCK_DGRAM,0);
```


3.2. Attachement de la socket avec les informations locales

int ***bind***(int *s*, struct sockaddr * *sock_addr*, int *lg_sock*addr);

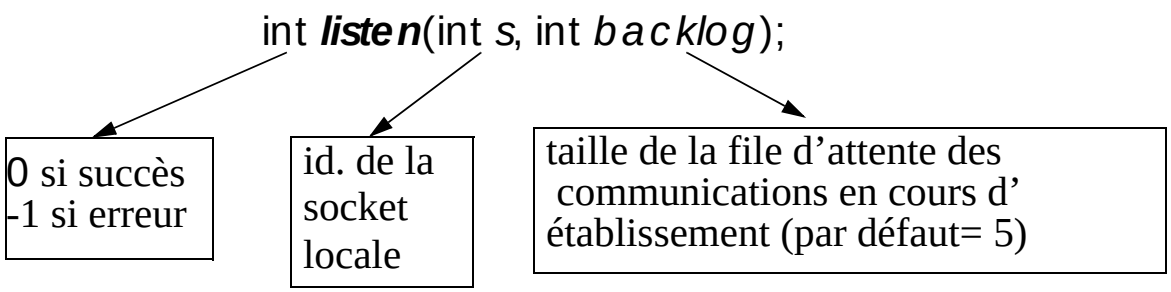


si le numéro de port n'est pas précisé (=0), il est choisi par le noyau

Exemple:

```
struct sockaddr_in sock_addr;
        bzero((char *) &sock_addr, sizeof(sock_addr));
        sock_addr.sin_family = AF_INET;
        sock_addr.sin_port = 0;
        if (bind(s, (struct sockaddr *) &sock_addr, sizeof(sock_addr)) < 0) {
                perror("Echec du bind()");
                exit(ERR_BIND);
        }
```

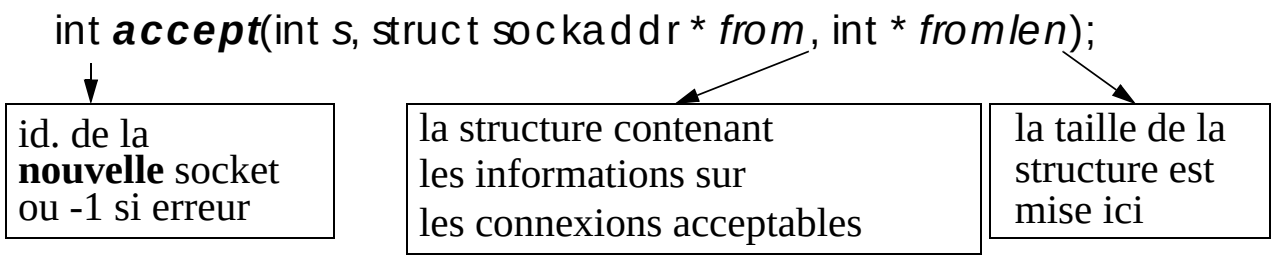
3.3. Longueur maximum de la file d'attente des communications en cours d'établissement



Exemple :

```
if (listen(sock,12) < 0) {
        perror("Echec du listen()");
        exit(ERR_LISTEN);
}
```


Définition de l'ensemble des connexions acceptables



INADDR_ANY: équivalent à n'importe quelle adresse

Exemple :

```
struct sockaddr_in from;
int from_lg;
        from_lg=sizeof(from);
        bzero((char *) &from, from_lg));
        new_sock = accept(s, (struct sockaddr *) &from, &from_lg) {
                perror("Echec de l'accept()");
                exit(ERR_ACCEPT);
        }
```

3.4. Etablissement de la connexion

Etablissement de la (pseudo-)connexion

int ***connect***(int *s*, struct sockaddr * *dest*, int *lg_dest*);

- 0 si succès
-1 si erreur
- id. de la socket locale
- pointeur sur la structure contenant les informations sur la **socket distante** (récupérable avec *gethostbyname(...)*)
- taille de la structure précédente

Exemple :

```
struct sockaddr_in dest;
        bzero((char *) &dest, sizeof(dest));
        dest.sin_family = AF_INET;
        dest.sin_port =3333;
        bcopy((char *)station_distante->h_addr_list[0], (char *) &dest.sin_addr, station_distante->h_length);
        if (connect(s, (struct sockaddr *) &dest, sizeof(dest)) < 0) {
                perror("Echec du connect()");
                exit(ERR_CONNECT);
        }
```


3.5. Réception de données

La primitive habituelle d'E/S :

int ***read***(int *s*, char * *buf*, int *nbyte*);

- nombre d'octets lus
0 si la connexion est fermée
ou -1 si erreur
- les données reçues sont mises dans la zone pointée par *buf*
- nombre maximum d'octets à lire

Exemple :

```
#define MAXBUFFER 1024
char buf[MAXBUFFER];
int nb_lu, newsock;
        if ((nb_lu=read(new_sock, buf, MAXBUFFER)) <0) {
                perror("Echec en réception de données");
                exit(ERR_READ);
        }
```

3.6. Autres primitives de réception de données

Similaire au “read()” :

int ***recv***(int *s*, char * *buf*, int *nbyte*, int *flag*);

=> flag : MSG_PEEK(lecture non destructive), MSG_OOB (out of band data), MSG_WAITALL (attente bloquante du nombre précis d’octets), ...

int ***recvfrom***(int *s*, char * *buf*, int *nbyte*, int *flag*,
struct sockaddr_in * *from*, int * *fromlen*);

=> utile surtout en mode non-connecté pour identifier l’émetteur, peut-être utilisé de manière sélective

int ***recvmsg***(int *s*, struct msghdr * *msg*, int *flag*);

=>envoi d’un seul message formé de plusieurs blocs de données

3.7. Emission de données

La primitive d’E/S habituelle, symétriques des “read, recv, recvfrom, recvmsg” précédents :

int ***write***(int *s*, char * *buf*, int *nbyte*);

int ***send***(int *s*, char * *buf*, int *nbyte*, int *flag*);

int ***sendto***(int *s*, char * *buf*, int *nbyte*, int *flag*,
struct sockaddr_in * *dest*, int * *destlen*);

int ***sendmsg***(int *s*, struct msghdr * *msg*, int *flag*);

3.8. Libération de la socket

La primitive de fermeture habituelle,

Libère l'espace de stockage associé à la socket,

Libère la connexion (si elle existe !)

int ***close***(int *s*);

- 0, si succès
-1, si échec
- identificateur de la socket

3.9. Accès aux informations sur une socket

Obtenir l'adresse IP d'une socket dont on connaît le descripteur

int ***getsockname***(int *s*, struct sockaddr_in * *sk_inf*, int * *lg_sk_inf*);

- 0 ou -1
- id. de la socket
- la structure contenant les informations recherchées
(param. d'entrée et de sortie)
- en entrée et sortie la taille de la structure

int ***getpeername***(int *s*, struct sockaddr_in * *sk_inf*, int * *lg_sk_inf*);

joue le même rôle que *getsockname()* mais pour accéder à la socket distante avec laquelle on a établi au préalable une association (utilisable dans les 2 modes)

3.10. Primitives d'interrogation de la base de données relatives aux stations

Obtenir des informations à partir du nom d'une station :

```
struct hostent * gethostbyname(char * name);
```

noms et adresses de la station dont le nom est passé en paramètre

voir définition de la structure dans <**netdb.h**>

Obtenir le nom de la station locale :

```
int gethostname(char * name, int namelen);
```

0 ou -1

le nom de la station locale (tronqué à namelen car.) est renvoyé dans name

3.11. Autres primitives d'interrogation :

- pour obtenir des infos sur une machine dont on connaît l'adresse :
  - gethostbyaddr()
- pour parcourir la BdD
  - sethostent(), gethostent(), endhostend()
- pour connaître le protocole utilisé :
  - getprotobyname(), getprotobynumber()...
- pour identifier le réseau sur lequel on travaille :
  - getnetbyname(), getnetbyaddr()...
- pour avoir des informations sur un service donné :
  - getservbyname(), getservbyport()...
    (voir liste des services dans le fichier **/etc/services**)

Note : Toutes les structures de données utilisées et/ou renvoyées par ces fonctions sont définies dans **<netdb.h>**

4. Conclusion

Il existe de nombreuses autres interfaces de programmation pour les communications. Par exemple :

- WinSock
  - . extension des sockets
  - . proposé pour IBM PC
- TLI (“transport level interface”)
  - . proposé par Unix System V
  - . implémentation par Stream (empilement de contrôleurs spécifiques)
  - . compatible avec les sockets

Pour d’autres informations :

- Le "man" !
- Les documentations des constructeurs,
- Les ouvrages de vilgarisation, l’Internet, ...
- Les exemples d’applications existantes !

5. Encore plus d’informations

5.1. L’huissier

Le processus “inetd” (super-serveur ou serveur de serveurs) lance, lorsque cela est nécessaire, les serveurs définis dans le fichier “/etc/inetd.conf” pour rendre les services annoncés par le fichier “/etc/services”.

==> minimise la charge du processeur

5.2. Les signaux

Les signaux suivants sont associés aux évènements suivants :

- SIGIO : la socket est prête pour une entrée-sortie
- SIGURG : des données urgentes sont disponibles dans une socket
- SIGPIPE : il n’est plus possible d’écrire sur une socket

5.3. Les transmissions asynchrones

Un processus peut réagir à de multiples évènements en utilisant des transmissions dites asynchrones. Il utilise alors les primitives :

- select() : mise en attente d’évènements multiples
- émissions ou réceptions non-bloquantes, configurables grâce aux fonctions de contrôle

5.4. Les fonctions de contrôle

Utilisation non-standard des E/S

Primitives habituelles de contrôle des primitives d'E/S :

- ioctl() : paramètre = FIONBIO
- fcntl() : paramètres = O_NDELAY (mode non-bloquant), F_GETOWN, F_SETOWN

Primitives réservées au contrôle des sockets :

- getsockopt(), setsockopt() : lecture, écriture des paramètres
- paramètres : SO_BROADCAST, SO_REUSEADDR, SO_KEEPALIVE, SO_LINGER (close bloquant), SO_SNDBUF et SO_RCVBUF (taille des tampons d'émission et de réception)

5.5. Traduction de notation d'adresse entre "dotted decimal" et adresse IP

- address = inet_addr(string);
- string = inet_ntoa(inet_addr);

5.6. Représentation des données

Il existe une représentation standard définie pour Internet :

- l'"network byte order"
- chaque système peut avoir une représentation interne différente : l'"host byte order"

Un ensemble de primitives de conversion :

- htonl()/ntohl()
- htons()/ntohs() ...
- etc

Technique inadaptée pour les autres types de données et les structures de données complexes :

$\Rightarrow$ RPCgen et XDR (ou ASN-1 de l'OSI)