LES SOCKETS

Licence de ce document

Registre des éditions

Version	Date	Description des modifications	Auteur des modifications
1.0	Février 2005	Mise en ligne du document	© Frédéric Lang (frederic-lang@free.fr)
1.1	Avril 2017	Relecture Rafraichissement des exemples Rajout d'un exemple "xinetd"	© Frédéric Lang (frederic-lang@free.fr)

SOMMAIRE

I) GENERALITES

1) Présentation

Le mécanisme de communication via un protocole réseau quelconque a été implémenté dans le noyau Unix par l'université de Berkeley, à partir de la version 4.2 BSD, et a ensuite été repris par tous les autres systèmes Unix sous le nom de "sockets".
Cet ensemble de primitives est destiné aux programmeurs. Il a été le premier à gérer à la fois les communications inter-processus entre processus locaux et entre processus distants à travers un réseau. Il constitue un API (Application Programme Interface), c'est à dire une interface entre les programmes d'applications et les couches réseau. A ce titre, il sert aujourd'hui de base à la plupart des produits de communications tournant sous UNIX.
La bibliothèque des fonctions socket masque l'interface et les mécanismes de la couche transport: un appel socket se traduit par plusieurs requêtes transport.
Les sockets permettent donc d'accéder au réseau, via un modèle client-serveur, de la même manière qu'on accède à un fichier.
L'implémentation de la bibliothèque socket dans les systèmes UNIX permet aux programmeurs d'accéder aux protocoles de communication de manière particulièrement aisée (même si la mise au point de programme n'est pas toujours évidente avec ce mécanisme, il faut imaginer ce que serait sans son concours)
Le mécanisme des sockets sert de support à celui du client/serveur.

2) Description d'une socket

Une socket est un point de connexion (ou point d'extrémité) servant d'élément de référence dans les échanges entre processus locaux ou distants. Son but étant de faire communiquer des processus via la pile TCP/IP, la plus grande difficulté est la préparation et la création de celles-ci. Une fois cette phase achevée, le programmeur se retrouve en possession d'un descripteur (à la manière des fonctions comme ***open()*** pour les fichiers classiques et ***xxxget()*** pour les IPC). Ce descripteur peut alors être ensuite utilisé, comme descripteur de fichier, par les autres appels systèmes tels que ***read()*** et ***write()*** mis en œuvre dans les différentes phases de la communication.

Remarques:

✓ Le fait qu'une socket possède un descripteur au même titre qu'un fichier fait qu'on pourra rediriger les entrées/sorties standards sur une socket.

✓ Tout nouveau processus créé par un ***fork()*** hérite des descripteurs, et donc des sockets du processus père.

3) Domaines d'une socket

Un des avantages apporté par les sockets est que celles-ci peuvent être utilisées avec plusieurs protocoles de communication. Afin que les processus puissent communiquer entre eux, il faut qu'ils utilisent les mêmes conventions d'adressage. On définit ainsi des domaines de communications qui doivent être spécifiés lors de la création de la socket. Ceux qui nous intéressent sont :

✓ AF_UNIX: domaine UNIX, pour une communication sur une même machine Unix par l'intermédiaire d'un fichier de type "socket",

✓ AF_INET: domaine INTERNET, pour une communication réseau via TCP/IP,

✓ AF_OSI: domaine ISO,

✓ AF_CCITT: domaine CCITT, X25, etc.

L'ensemble des renseignements nécessaires à l'accès à chaque domaine est regroupé dans une structure particulière spécifique au domaine, accessible la plupart du temps par un pointeur.
Le format général de cette structure est donné par la structure générique ***sockaddr***, définie dans le fichier **<*sys/socket.h*>**. Cependant, le terme "structure générique" signifie que ce type est seulement montré à titre de "squelette" ou d'"exemple". Pour le programmeur, chaque domaine d'utilisation nécessite une structure d'un type précis :

✓ AF_INET: la structure à employer sera de type ***struct sockaddr_in*** et est définie dans **<*netinet/in.h*>**

✓ AF_UNIX: la structure à employer sera de type ***struct sockaddr_un*** et est définie dans **<*sys/un.h*>**

4) Types d'une socket

Le type d'une socket définit un ensemble de propriété des communications dans lesquelles elle est impliquée. Cette typologie indique donc la nature de la communication supportée par la socket.
Le type d'une socket est choisi lors de sa création avec la primitive ***socket()***.
Les principales propriétés recherchées sont :

✓ fiabilité de la transmission,

✓ préservation de l'ordre de transmission des données,

✓ non-duplication des données émises,

✓ communication en mode connecté (l'émission ne commence que quand la connexion est établie et le chemin reste inchangé durant toute la durée de l'émission),

✓ envoi de messages urgents,

✓ préservation des limites des messages.

Les différents types sont accessibles avec les constantes suivantes (définies dans **<*sys/socket.h*>**:

✓ SOCK_DGRAM: Ce sont des sockets destinées à la communication en mode non-connecté pour l'envoi de datagrammes de taille bornée, non fiable (dans le domaine INTERNET, cela correspond au protocole UDP).

✓ SOCK_STREAM: Les sockets de ce type permettent des communications fiables en mode connecté orienté flots d'octets (dans le domaine INTERNET, cela correspond au protocole TCP).

✓ SOCK_RAW: Type permettant l'accès aux protocoles de plus bas niveau (dans le domaine INTERNET, cela correspond au protocole Internet).

5) Signaux associés aux sockets

Trois signaux sont rattachés aux sockets :

✓ SIGIO: Indique qu'une socket est prête pour une entrée/sortie asynchrone. Le signal est envoyé au processus (ou au groupe de processus) associé au signal.

✓ SIGURG: Indique que des données express sont arrivées sur une socket. Il est envoyé au processus (ou au groupe de processus) associé au signal.

✓ SIGPIPE: Indique qu'il n'est plus possible d'écrire sur une socket. Il est envoyé au processus associé à la socket.

II) PRINCIPES GENERAUX D'UTILISATION

1) Présentation

C'est au programmeur qu'il appartient de décider dans quelle condition les sockets qu'il crée seront utilisées. Pour cela, il doit choisir entre:

- ✓ Le domaine d'utilisation
  - ☞ AF_UNIX: permet de faire communiquer deux processus à condition qu'ils soient sur la même machine Unix. Cette communication se fait par l'intermédiaire d'un fichier type "socket" (création d'une inode dans la machine)
  - ☞ AF_INET: permet de faire communiquer deux processus via un réseau (TCP/IP). Les deux processus peuvent être sur des machines distinctes et hétérogènes ; ou sur la même machine (réseau local). Cette communication se fait par l'intermédiaire d'une adresse Internet et d'un numéro de port (numéro de référence d'un service).
- ✓ Le type de la socket
  - ☞ SOCK_STREAM (mode "connecté"): un chemin virtuel unique est créé entre les deux processus. Ensuite, tout le reste n'est que lecture/écriture sur le chemin créé. Tous les octets transférés passeront par le même chemin et le protocole assure que l'envoi "n+1" arrivera après l'envoi "n".
  - ☞ SOCK_DGRAM (mode "datagrammes"): chaque paquet d'octets génère son propre chemin entre les deux processus. Il est alors éventuellement possible que l'envoi "n+1" arrive avant l'envoi "n" (par exemple dans le cas d'un grand réseau avec différentes routes possibles pour chaque paquet).

La communication entre deux processus, qu'ils soient sur la même machine ou sur différentes machines, se fait sur le modèle client/serveur. De ce fait, le rôle de chaque processus sera dissymétrique; le processus client aura le rôle actif de "demandeur" de service tandis que le processus serveur se contentera de rester en "écoute" et de répondre aux différents services qui lui seront demandés.

2) Utilisation en mode "connecté"

C'est le mode de communication utilisé par la plupart des applications standard utilisant le protocole "Internet" (telnet, ftp, etc.) ou les applications Unix (rlogin, rsh, rcp).
Ce mode apporte une grande fiabilité dans les échanges de données mais cela se traduit par un accroissement du volume total des données à transmettre.

a) Principe

Pour fonctionner dans ce mode, il faut au préalable réaliser une connexion entre deux points, ce qui revient à établir un "circuit virtuel". Une fois celle-ci créée, le transfert de données se fait d'une manière *continue* (notion de "flot").

b) Le serveur

Son rôle est passif:

- ✓ création d'une socket (socket d'écoute)
- ✓ association de cette socket au réseau et à un service. Cette association se fait sur:
  - ☞ l'adresse Internet du serveur (AF_INET) qui est aussi l'adresse locale (le serveur est lui-même) et le numéro associé au service (numéro de port)
  - ☞ le nom du fichier "socket" (AF_UNIX)
- ✓ mise en écoute des connexions entrantes
- ✓ pour chaque connexion entrante:

- acceptation de la connexion. Une nouvelle socket est alors créée avec les mêmes caractéristiques que la socket d'origine. C'est cette socket qui est liée à celle du client et sur laquelle se feront les lectures et/ou écritures
- création d'un processus fils pour assurer le service. Ce nouveau processus n'aura pour seule tâche que de lire et/ou écrire les informations demandées. Pendant ce temps, le processus "père" reviendra en écoute sur la socket d'origine

✓ fermeture de la socket pour les deux processus (père et fils)

c) Le client

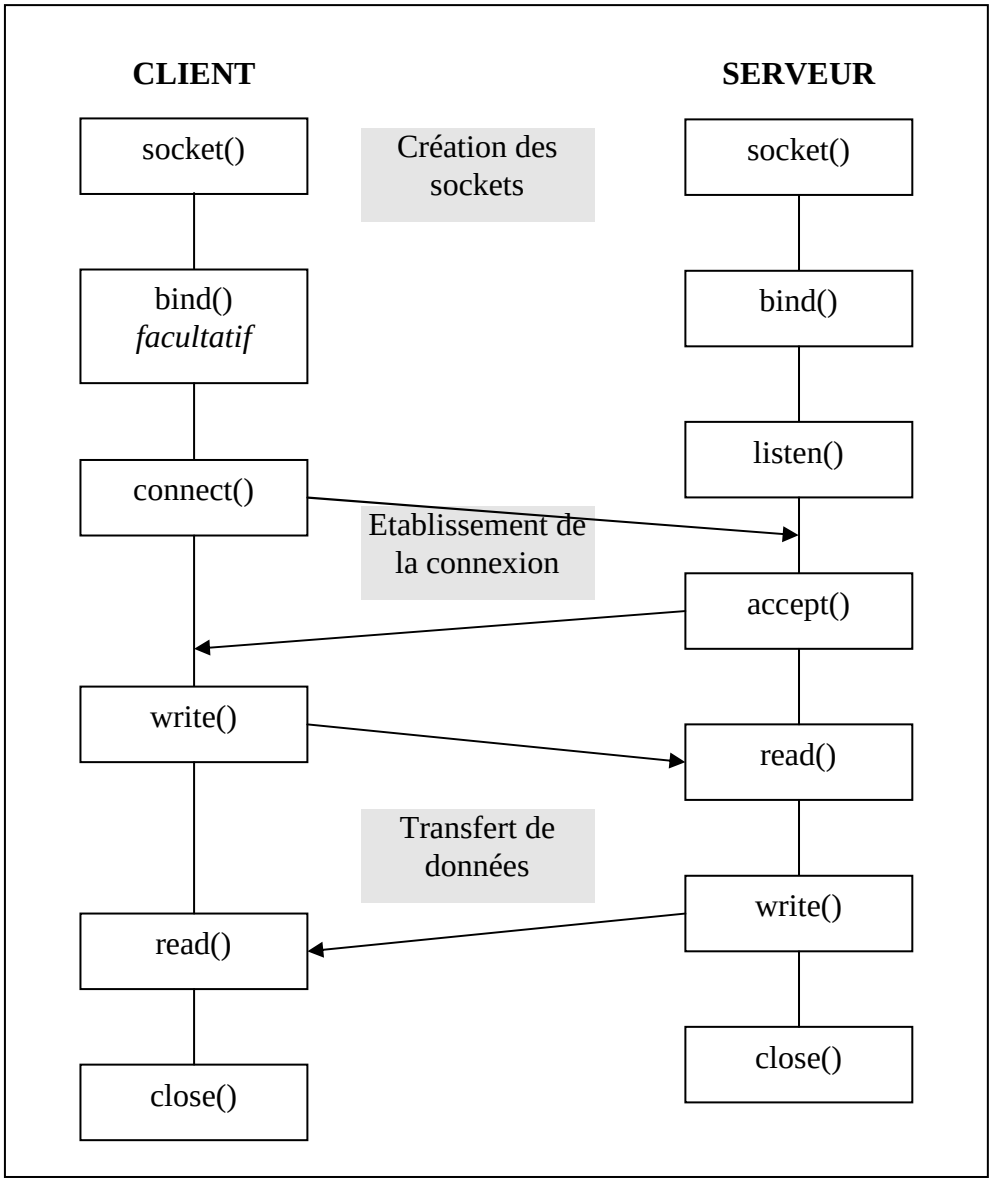
Son rôle est actif:

✓ création d'une socket

✓ connexion au serveur en fournissant un point d'accès à celui-ci. Cela peut être:
- l'adresse Internet du serveur et le numéro de port du service (AF_INET)
- le nom du fichier "socket" (AF_UNIX)

✓ lecture et/ou écriture sur la socket

✓ fermeture de la socket



Certains appels peuvent êtres bloquants:

- ✓ Pour le client:
  - ***connect()*** jusqu'à ce que le serveur effectue un ***accept()***
  - ***write()*** si le tampon d'émission est plein
  - ***read()*** jusqu'à ce qu'un caractère au moins soit reçu
- ✓ Pour le serveur:
  - ***accept()*** jusqu'à ce que le client effectue un ***connect()***
  - ***read()*** jusqu'à ce qu'un caractère au moins soit reçu
  - ***write()*** si le tampon d'émission est plein

3) Utilisation en mode "déconnecté"

Bien que les mécanismes utilisés pour assurer la communication entre processus en mode datagrammes soient différents de ceux vus en mode connecté; ils utilisent cependant, pour la phase de connexion, les mêmes primitives, bien que certaines aient un comportement différent.
Les opérations de lecture/écriture, quant à elles, font appel à des primitives différentes.

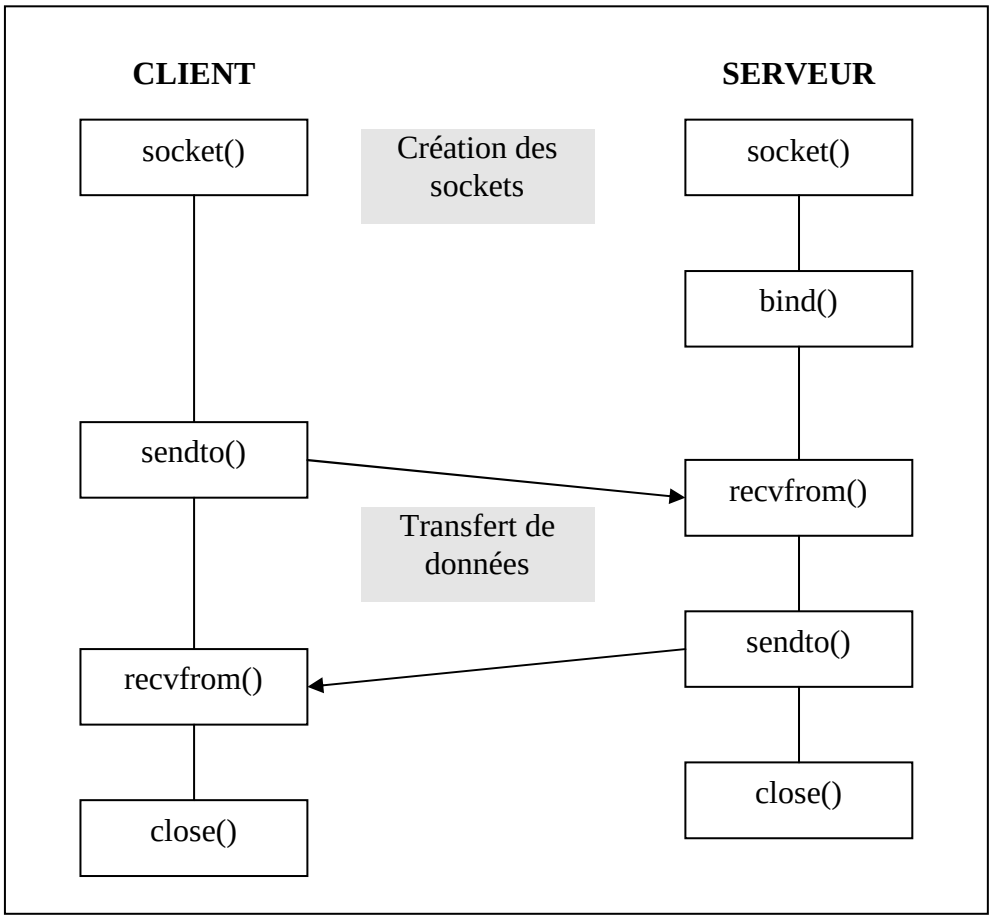
a) Principe

Un processus voulant émettre un message à destination d'un autre doit disposer d'une socket locale. Il doit en outre connaître une adresse sur le système distant auquel appartient son interlocuteur. Dans ce type de communication, rien n'indique au processus demandeur que son interlocuteur dispose d'une socket attachée à l'adresse détenue.
En mode non-connecté, toute demande d'envoi d'un message doit comporter l'adresse de la socket destinataire.

b) Analyse générale de fonctionnement

Dans ce type de fonctionnement, le client et le serveur ont des rôles symétriques. Ils réalisent chacun les opérations suivantes:

- ✓ création d'une socket;
- ✓ association de cette socket au réseau et à un service. Cette association se fait sur:
  - ☞ l'adresse Internet du serveur (AF_INET) qui est aussi l'adresse locale (le serveur est lui-même) et le numéro associé au service (numéro de port)
  - ☞ le nom du fichier "socket" (AF_UNIX)
- ✓ lecture ou écriture sur la socket (en général c'est le client qui commence);
- ✓ fermeture de la socket.



III) ACCES AU RESEAU

1) Généralités

Jusqu'à présent lorsqu'on utilisait certaines primitives (création et gestion des fichiers, création et gestion des IPC, allocation mémoire etc.) c'était le système qui, pour une bonne part, se chargeait de la gestion interne des objets créés. Il disposait pour cela des renseignements nécessaires (inaccessibles au programmeur) pour assurer cette gestion.

Dans le cas des sockets, le problème est différent dans la mesure où, si le système est encore en mesure de se charger de la gestion d'une socket locale, il n'est absolument pas en mesure de gérer la socket distante, qui fait partie d'un autre système. Pour "connaître" la socket distante on ne dispose que des renseignements contenus dans les différents fichiers de configuration réseau.

Le langage C met à la disposition du programmeur un ensemble de fonctions et de structures prédéfinies qui permettent l'accès aux renseignements contenus dans les différents fichiers de configuration réseau. Ces fonctions et structures sont donc utilisées lorsqu'il s'agit de développer des applications distribuées.

2) Structures prédéfinies

L'accès aux informations du réseau se fait par l'interrogation des fichiers systèmes par le biais de primitives C. Les informations récupérées sont stockées dans des variables d'un type prédéfini. C'est au programmeur de déclarer ces variables et leurs noms est donc libre... mais pas les membres des structures associées.

a) La structure "hostent"

La structure ***hostent*** définie dans **<*netdb.h*>** correspond à un enregistrement (ligne) du fichier "/etc/hosts".

```
#include <netdb.h>
struct hostent {
   char *h_name;                    // nom de la machine
   char **h_aliases;                // liste des alias
   int h_addrtype;                  // type d'adresse
   int h_length;                    // longueur de l'adresse
   char **h_addr_list;              // liste d'adresses
   #define h_addr h_addr_list[0]    // première adresse de la liste
};
```

Explication des éléments:

✓ char *h_name: pointeur sur le nom de base de la machine

✓ char **h_aliases: pointeur vers un tableau de pointeurs, chacun de ceux-ci pointant vers un alias éventuel de la machine

✓ int h_addrtype: type d'adresse (valeur égale à AF_INET)

✓ char **h_addrlist: pointeur vers un tableau de pointeurs, chacun de ceux-ci pointant vers une adresse Internet attribuée à la machine

✓ #define h_addr h_addr_list[0]: macro définition sur la première adresse de la liste des adresses Internet (seule adresse de la machine la plupart du temps)

b) La structure "netent"

La structure ***netent*** définie dans **<*netdb.h*>** correspond à un enregistrement (ligne) du fichier "/etc/networks".

```
#include <netdb.h>
struct netent {
   char *n_name;                    // nom du réseau
   char **n_aliases;                // liste des alias
   int n_addrtype;                  // type d'adresse
   unsigned long n_net;             // adresse du réseau
};
```

Explication des éléments:

✓ char *n_name: pointeur sur le nom de base du réseau

✓ char **n_aliases: pointeur vers un tableau de pointeurs, chacun de ceux-ci pointant vers un alias éventuel du réseau

✓ int n_addrtype: type d'adresse du réseau

✓ unsigned long n_net: adresse du réseau

c) La structure "servent"

Cette structure correspond à un enregistrement (ligne) du fichier "/etc/services". Elle est définie dans **<*netdb.h*>**.

```
#include <netdb.h>
struct servent {
   char *s_name;                    // nom du service
   char **s_aliases;                // liste des alias
   int s_port;                      // numéro de port
   char *s_proto;                   // protocole utilisé
};
```

Explication des éléments:

✓ char *s_name: pointeur sur le nom du service

✓ char **s_aliases: pointeur vers un tableau de pointeurs, chacun de ceux-ci pointant vers un alias éventuel du service

✓ int s_port: numéro de port utilisé par le service. Ce numéro est codé sous "forme réseau" ou "big–endian"

✓ char *s_proto: pointeur vers le nom du protocole utilisé pour le service ("tcp" ou "udp")

d) La structure "protoent"

La structure ***protoent*** définie dans **<*netdb.h*>** correspond à un enregistrement (ligne) du fichier "/etc/protocols".

```
#include <netdb.h>
struct protoent {
```

```
    char *p_name;                   // nom du protocole
    char **p_aliases;               // liste des alias
    int p_proto;                    // numéro du protocole
};
```

Explication des éléments:

- ✓ char *p_name: pointeur sur le nom du protocole
- ✓ char **p_aliases: pointeur vers un tableau de pointeurs, chacun de ceux-ci pointant vers un alias éventuel du protocole
- ✓ int p_proto: numéro du protocole

3) Fonctions d'accès aux informations réseau

Plusieurs fonctions n'ont pour seul but que de permettre l'accès à une ou plusieurs informations contenues dans un des fichiers de configuration réseau, via une des structures prédéfinies.

La primitive ***gethostname()*** va chercher dans le fichier "/etc/hosts" le nom de la machine locale.

```
#include <netdb.h>
int gethostname (char *nom, int lg);
```

Explication des paramètres:

- ✓ char *nom: pointeur vers une zone qui servira à stocker le nom récupéré
- ✓ int lg: longueur réservée pour la zone de stockage du nom

Valeur renvoyée (int): 0 en cas de réussite ou une valeur inférieure en cas d'échec.

La primitive ***gethostbyname()*** va chercher dans le fichier "/etc/hosts" les informations sur une machine dont on connaît le nom.
La primitive ***gethostbyaddr()*** va chercher dans le fichier "/etc/hosts" les informations sur une machine dont on connaît l'adresse.

```
#include <netdb.h>
struct hostent *gethostbyname (char *nom);
struct hostent *gethostbyaddr (char *adr, int lg, int type);
```

Explication des paramètres:

- ✓ char *nom: nom de la machine sur laquelle on désire des informations
- ✓ char *adr: adresse de la machine sur laquelle on désire des informations. Cette adresse doit être en hexadécimal, dans le format spécifié par le type
- ✓ int lg: longueur de l'adresse (en octets)
- ✓ int type: type du domaine de l'adresse demandée (AF_INET en général)

Valeur renvoyée (struct hostent*): pointeur vers une variable de type ***struct hostent***. Cette variable étant utilisée pour stocker les informations récupérées.

La primitive ***getnetbyname()*** va chercher dans le fichier "/etc/networks" les informations sur une machine dont on connaît le nom.
La primitive ***getnetbyaddr()*** va chercher dans le fichier "/etc/networks" les informations sur une machine dont on connaît l'adresse.

```
#include <netdb.h>
struct netent *getnetbyname (char *nom);
struct netent *getnetbyaddr (char *adr, int type);
```

Explication des paramètres:

- ✓ char *nom: nom de la machine sur laquelle on désire des informations
- ✓ char *adr: adresse de la machine sur laquelle on désire des informations. Cette adresse doit être en hexadécimal, dans le format spécifié par le type
- ✓ int type: type du domaine de l'adresse demandée (AF_INET en général)

Valeur renvoyée (struct netent*): pointeur vers une variable de type ***struct netent***. Cette variable étant utilisée pour stocker les informations récupérées.

La primitive ***getservbyname()*** va chercher dans le fichier "/etc/services" les informations sur un service dont on connaît le nom.
La primitive ***getservbyport()*** va chercher dans le fichier "/etc/services" les informations sur un service dont on connaît le numéro de port.

```
#include <netdb.h>
struct servent *getservbyname (char *nom, char *proto);
struct servent *getservbyport (int port, char *proto);
```

Explication des paramètres:

- ✓ char *nom: nom du service sur lequel on désire des informations
- ✓ int port: numéro de port sur lequel on désire des informations. Ce numéro doit être codé sous "forme réseau" ou "big–endian"
- ✓ char *proto: nom du protocole associé au service

Valeur renvoyée (struct servent*): pointeur vers une variable de type ***struct servent***. Cette variable étant utilisée pour stocker les informations récupérées.

La primitive ***getprotobyname()*** va chercher dans le fichier "/etc/protocols" les informations sur un protocole dont on connaît le nom.
La primitive ***getprotobynumber()*** va chercher dans le fichier "/etc/protocols" les informations sur un protocole dont on connaît le numéro.

```
#include <netdb.h>
struct protoent *getprotobyname (char *nom);
struct protoent *getprotobynumber (int num);
```

Explication des paramètres:

- ✓ char *nom: nom du protocole sur lequel on désire des informations
- ✓ int num: numéro du protocole sur lequel on désire des informations

Valeur renvoyée (struct protoent*): pointeur vers une variable de type ***struct protoent***. Cette variable étant utilisée pour stocker les informations récupérées.

La primitive ***getsockname()*** permet de retrouver l'adresse d'une machine à laquelle est rattachée une socket (l'adresse n'est pas forcément connue, cet attachement ayant pu être fait par un processus ascendant).

```
#include <netdb.h>
int getsockbyname (int socket, struct sockaddr *adr, int *lg);
```

Explication des paramètres:

- ✓ int socket: numéro de la socket créée à l'origine
- ✓ struct sockaddr *adr: pointeur vers une variable de type ***struct sockaddr***. Cette variable étant utilisée pour recevoir l'adresse de la machine à laquelle est rattachée la socket récupérée par la fonction.
- ✓ int *lg: pointeur vers une variable de type ***int***. Avant l'appel à la fonction, cette variable doit contenir la taille de la zone réservée à ***adr*** pour récupérer l'adresse de la machine. Au retour de la fonction, cette variable contiendra la taille effective de l'adresse de la machine de rattachement.

Valeur renvoyée (int): 0 en cas de réussite ou une valeur inférieure en cas d'échec.

IV) PROGRAMMATION DES SOCKETS

1) Structures associées

a) La structure "sockaddr_in"

La structure ***sockaddr_in*** définie dans ***<netinet/in.h>*** est à employer lorsque le programmeur évolue dans le domaine Internet (AF_INET). Elle permet d'indiquer quelle sera l'adresse d'une machine distante et le numéro de port du service associés à la connexion.

```
#include <sys/types.h>
#include <netinet/in.h>
struct sockaddr_in {
   u_char sin_family;                  // famille de l'adresse
   u_short sin_port;                   // numéro de port
   struct in_addr sin_addr;            // adresse machine
   char sin_zero[8];                   // champ à zéro
};
```

Explication des éléments:

- ✓ u_char sin_family: famille de l'adresse (AF_INET)
- ✓ u_short sin_port: numéro de port associé au service. Ce numéro doit impérativement être codé sous "forme réseau" ou "big–endian"
- ✓ struct in_addr sin_addr: adresse d'une machine distante. La structure de ce champ est décrite au paragraphe suivant
- ✓ char sin_zero[8]: champ à zéro

La structure ***in_addr*** définie dans ***<netinet/in.h>*** définit le format de la variable ***sin_addr*** de la structure ***sockaddr_in***. Ce découpage permet une plus grande souplesse d'évolution possible (IP V6 par exemple).

```
#include <sys/types.h>
#include <netinet/in.h>
struct in_addr {
   u_long s_addr;                      // adresse IP
};
```

Explication des éléments:

- ✓ u_long s_addr: adresse IP. Cette adresse étant codée sur un long non-signé (4 octets), chaque octet devra correspondre à une des parties de l'adresse IP. Dans le cas du serveur, si le programmeur ne veut pas se fatiguer à récupérer l'adresse locale pour remplir cette variable, il pourra y mettre la constante INADDR_ANY.

b) La structure "sockaddr_un"

La structure ***sockaddr_un*** définie dans ***<sys/un.h>*** est à employer lorsque le programmeur évolue dans le domaine Unix (AF_UNIX). Elle permet d'indiquer quel sera le fichier (*socket*) associé à la connexion.

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/un.h>
struct sockaddr_un {
   u_char sun_family;                  // famille de l'adresse
   char sun_path[108];                 // nom du fichier
};
```

Explication des éléments:

- ✓ u_char sun_family: famille de l'adresse (AF_UNIX)
- ✓ char sun_path[108]: nom Unix du fichier socket

2) Fonctions de création et d'association au réseau

La primitive ***socket()*** crée une socket. Celle-ci n'est rattachée à rien d'autre que la machine qui la crée. L'établissement de la connexion avec le réseau se fait plus tard.

```
#include <sys/socket.h>
int socket (int dom, int type, int proto);
```

Explication des paramètres:

- ✓ int dom: domaine de la socket (AF_UNIX, AF_INET, etc.)
- ✓ int type: type de la socket (SOCK_STREAM ou SOCK_DGRAM)
- ✓ int proto: protocole de communication. Mettre "**0**" dans ce paramètre indique au système de se baser sur le type défini dans le paramètre précédent (***type***) pour définir automatiquement son protocole de communication.

Valeur renvoyée (int): Numéro de la socket créée en cas de réussite ou une valeur inférieure à 0 en cas d'échec. Ce numéro aura deux utilités selon le programme qui invoque la primitive:

- ✓ pour le serveur: ce numéro servira pour relier la socket au réseau (***bind()***), l'écoute du réseau (***listen()***) et l'acceptation des connexions entrantes (***accept()***).
- ✓ pour le client: ce numéro servira de point d'entrées-sorties (***read()***/***write()***) ou (***sendto()***/***recvfrom()***) dans le dialogue avec le serveur.

La primitive ***bind()*** rattache la socket créée au réseau. Ce rattachement est obligatoire pour le serveur, mais facultatif pour le client. Si ce dernier n'invoque pas cette primitive, le rattachement au réseau se fera automatiquement au moment de la connexion au serveur.

```
#include <sys/socket.h>
int bind (int socket, struct sockaddr *adr, int sz_adr);
```

Explication des paramètres:

- ✓ int socket: numéro de la socket créée, renvoyé par la primitive ***socket()***.
- ✓ struct sockaddr *adr: pointeur vers une structure générique de type ***struct sockaddr*** contenant l'adresse du serveur (adresse locale quand c'est le serveur qui invoque cette primitive). Le terme "structure générique" signifie que ce type est seulement montré à titre de "squelette" ou

d'"exemple". Lorsque le programmeur invoquera cette primitive, il devra lui passer un pointeur sur une variable contenant les informations nécessaires à ***bind()***, et dont le type dépend du domaine dans lequel il communique:

- AF_INET: la variable devra être de type ***struct sockaddr_in***
- AF_UNIX: la variable devra être de type ***struct sockaddr_un***

Cette variable aura préalablement été remplie par le programmeur. Son type et les informations à y mettre dépendent du domaine dans lequel il crée son réseau:

- AF_INET: il remplira les membres ***sin_family***, ***sin_port*** et ***sin_addr.s_addr***
- AF_UNIX: il remplira les membres ***sun_family***, et ***sun_path***

✓ int sz_adr: taille de la zone réservée pour la variable pointée par ***adr***. En effet, le type de cette variable étant différent selon le domaine utilisé, la fonction ne connaît pas sa taille car celle-ci n'a pas pu être prévue à l'avance.

Valeur renvoyée (int): 0 en cas de réussite ou une valeur inférieure en cas d'échec.

La primitive ***socketpair()*** permet de créer et d'associer en une seule opération deux sockets dans un mécanisme semblable à celui de la primitive ***pipe()***. Cette primitive remplace avantageusement les primitives ***socket()*** et ***bind()*** et les deux sockets créées permettent la communication dans les deux sens; mais doivent appartenir à un même programme (utilisée en général par un processus dupliqué père/fils) donc cette primitive n'est utilisable que dans le domaine Unix (AF_UNIX) et en mode "connecté" (SOCK_STREAM).

```
#include <sys/socket.h>
int socketpair (int dom, int type, int proto, int cote[2]);
```

Explication des paramètres:

✓ int dom: domaine de la socket (AF_UNIX, AF_INET, etc.)

✓ int type: type de la socket (SOCK_STREAM ou SOCK_DGRAM)

✓ int proto: protocole de communication (0 dans ce paramètre indique au système de se baser sur le type défini dans le paramètre précédent (***type***) pour définir automatiquement son protocole de communication).

✓ int cote[2]: pointeur vers un tableau de deux entiers qui seront remplis par la fonction (comme pour la primitive ***pipe()***). A la fin de l'exécution de la primitive, on aura cote[0] et cote[1] contenant chacun un descripteur permettant l'accès à la socket (cote[0] pour lire et cote[1] pour écrire).

Valeur renvoyée (int): 0 en cas de réussite ou une valeur inférieure en cas d'échec.

3) Etablissement du circuit connecté (SOCK_STREAM)

a) Fonctions coté "serveur"

La primitive ***listen()*** prépare une socket à l'écoute des connexions entrantes.

```
#include <sys/socket.h>
int listen (int socket, int nb_conn);
```

Explication des paramètres:

✓ int socket: numéro de la socket créée, renvoyé par la primitive ***socket()***.

✓ int nb_conn: nombre maximal de demande de connexions. Ce paramètre permet de définir la taille d'une file d'attente dans laquelle seront mémorisées les demandes de connexions venant des clients mais non encore notifiées au serveur.

Valeur renvoyée (int): 0 en cas de réussite ou une valeur inférieure en cas d'échec.

La primitive ***accept()*** extrait une demande de connexion de la file d'attente. Lorsque la connexion est acceptée, le serveur crée une seconde socket sur laquelle se feront les échanges de données. Lorsque ceux-ci sont terminés, le système détruit cette seconde socket et le serveur peut reprendre son écoute sur la première socket (ou extraire une autre demande de la file d'attente).

```
#include <sys/socket.h>
int accept (int socket, struct sockaddr *adr, int *sz_adr);
```

Explication des paramètres:

✓ int socket: numéro de la socket créée, renvoyé par la primitive ***socket()***.

✓ struct sockaddr *adr: pointeur vers une structure générique de type ***struct sockaddr*** destinée à recevoir l'adresse du client qui se connecte. La valeur de ce paramètre peut être à NULL si le serveur ne désire pas connaître l'adresse de son client. Dans le cas contraire, comme pour ***bind()***, lorsque le programmeur invoquera cette primitive, il devra lui passer un pointeur sur une variable dont le type dépend du domaine dans lequel il communique:

- AF_INET: la variable devra être de type ***struct sockaddr_in***
- AF_UNIX: la variable devra être de type ***struct sockaddr_un***

✓ int *sz_adr: pointeur sur une variable prévue pour recevoir la taille de la structure associée à la socket du client. Comme pour ***adr***, ce paramètre peut être à NULL. Cette variable doit être initialisée avant l'appel de la primitive afin de pouvoir récupérer les informations du client dans le pointeur "adr".

Valeur renvoyée (int): Identificateur de la socket servant aux échanges de données (socket de dialogue) en cas de réussite ou une valeur inférieure à 0 en cas d'échec. C'est sur ce descripteur que le serveur viendra lire et/ou écrire les données du client.

b) Fonctions coté "client"

La primitive ***connect()*** en mode "connecté" établi la connexion avec une adresse de destination. Si l'association avec cette adresse n'a pas été faite par l'intermédiaire de ***bind()***, celle-ci se fait lors de la connexion.
Cette fonction à un comportement différent en mode "non-connecté".

```
#include <sys/socket.h>
int connect (int socket, struct sockaddr *adr, int sz_adr);
```

Explication des paramètres:

✓ int socket: numéro de la socket créée, renvoyé par la primitive ***socket()***.

✓ struct sockaddr *adr: pointeur vers une structure générique de type ***struct sockaddr*** contenant l'adresse du serveur. Comme pour ***bind()***, lorsque le programmeur invoquera cette primitive, il devra lui passer un pointeur sur une variable dont le type dépend du domaine dans lequel il communique:

- AF_INET: la variable devra être de type ***struct sockaddr_in***

- AF_UNIX: la variable devra être de type ***struct sockaddr_un***

Cette variable aura préalablement été remplie par le programmeur. Son type et les informations à y mettre dépendent du domaine dans lequel il crée son réseau:

- AF_INET: il ne remplira que les membres ***sin_family***, ***sin_port*** et ***sin_addr.s_addr***
- AF_UNIX: il ne remplira que les membres ***sun_family*** et ***sun_path***

Cette variable devant contenir l'adresse du serveur, le programmeur devra utiliser les fonctions permettant d'accéder aux renseignements contenus dans les fichiers de configuration réseau pour récupérer les informations qui lui manquent et remplir correctement cette variable.

✓ int sz_adr: taille de la zone réservée pour la variable pointée par ***adr***. En effet, le type de cette variable étant différent selon le domaine utilisé, la fonction ne connaît pas sa taille car celle-ci n'a pas pu être prévue à l'avance.

L'utilisation de cette primitive est semblable à celui de la fonction ***bind()***, à ceci près que l'adresse à passer à ***connect()*** n'est pas l'adresse locale mais l'adresse du serveur. Il faut donc utiliser les fonctions permettant d'accéder aux renseignements contenus dans les fichiers de configuration réseau pour pouvoir remplir la variable ***adr***.

Valeur renvoyée (int): 0 en cas de réussite ou une valeur inférieure en cas d'échec.

c) Dialogue client/serveur

Une fois la connexion établie entre le client et le serveur, les deux processus peuvent s'échanger des flots d'informations. Comme le système est orienté "flot d'octet", le format des messages n'est pas préservé. Il peut y avoir plusieurs opérations d'écriture dans le tampon avant une opération de lecture.

Les primitives ***write()***, ***send()***, ***read()*** et ***recv()*** ont pour but d'aller respectivement écrite (***write()*** et ***send()***) et lire (***read()*** et ***recv()***) des octets dans une socket. Les primitives ***read()*** et ***write()*** sont ici les deux primitives déjà vues dans les mécanismes de gestion des fichiers, mais le descripteur utilisé est ici un descripteur de socket au lieu d'un descripteur de fichiers.

```
#include <fcntl.h>
int write (int socket, char *buffer, int nb);
int read (int socket, char *buffer, int nb);
int send (int socket, char *buffer, int nb, int option);
int recv (int socket, char *buffer, int nb, int option);
```

Explication des paramètres:

✓ int socket: numéro de la socket créée ; renvoyé par la primitive ***socket()***.du coté du client et par la primitive ***accept()*** du coté du serveur.

✓ char *buffer: pointeur vers une zone mémoire dans laquelle seront rangés (ou pris) les caractères lus (ou écrits) de la socket

✓ int nb: nombre de caractères à lire (ou écrire) dans la socket

✓ int option: permet de définir certaines caractéristiques. En général, elle est positionnée à 0 mais peut être positionnée aussi à MSG_OOB (voir le chapitre sur les messages urgents).

Valeur renvoyée (int):

✓ Le nombre d'octets réellement lus (ou écrits) dans la socket s'il y en a. Ce nombre peut être inférieur à ***nb*** (par exemple si on demande de lire plus que ce qu'il n'y a), mais jamais supérieur.

✓ 0 s'il n'y a plus rien à lire

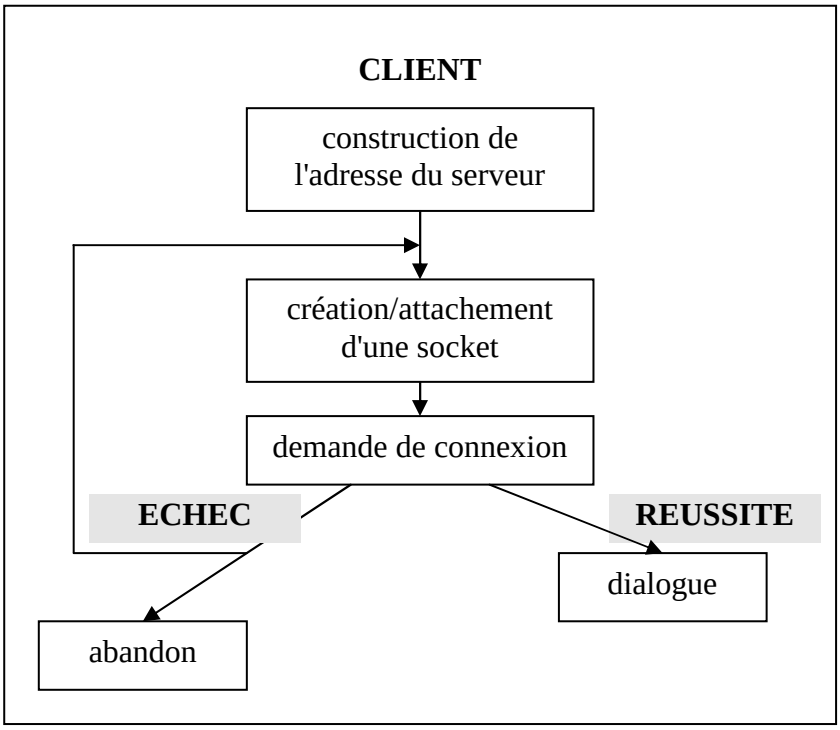
- ✓ Une valeur inférieure à 0 en cas d'échec

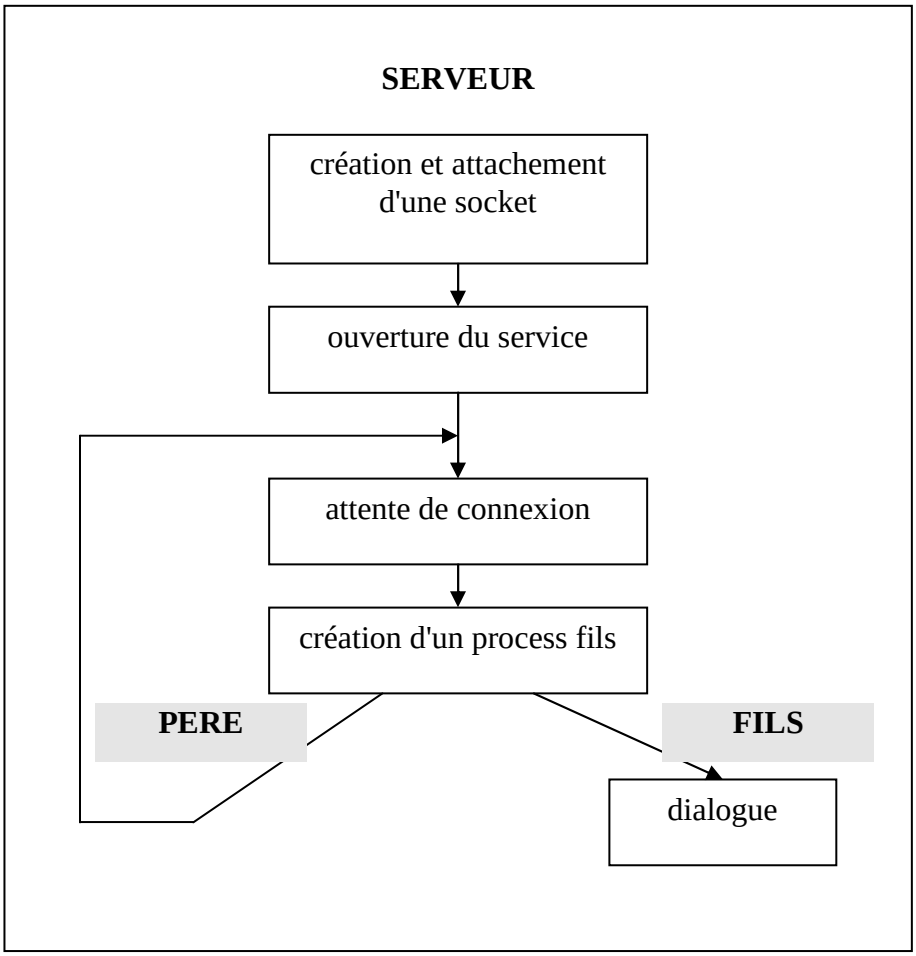
Les primitives d'écriture sont bloquantes quand:

- ✓ le tampon TCP de réception de la socket destinataire est plein
- ✓ le tampon RCP d'émission de la socket locale est plein

Les primitives de lecture sont bloquantes quand le tampon de la socket réceptrice est vide.

d) Principe d'un dialogue client/serveur





4) Dialogue en mode non-connecté (SOCK_DGRAM)

C'est dans ce domaine que les différences sont les plus notables. Comme l'envoi du message se fait par "paquets" et qu'il n'y a plus la notion de "circuit virtuel", toutes les opérations de lecture/écriture doivent comporter l'adresse de destination.
De plus, rien ne garantit que l'ordre d'arrivée des messages sera identique à l'ordre d'envoi.

Les primitives ***sendto()*** et ***recvfrom()*** ont pour but d'aller respectivement écrite et lire des octets dans une socket. Leur comportement est identique à celui de ***send()*** et ***recv()***, à ceci près que leur utilisation n'est pas bloquante du fait de leur protocole de communication en mode ***udp***.

```
#include <sys/socket.h>
int sendto (int socket, char *buffer, int nb, int option,
            struct sockaddr *adr, int sz_adr);
int recvfrom (int socket, char *buffer, int nb, int option,
            struct sockaddr *adr, int *sz_adr);
```

Explication des paramètres:

✓ int socket: numéro de la socket créée, renvoyé par la primitive ***socket()***.

✓ char *buffer: pointeur vers une zone mémoire dans laquelle seront rangés (ou pris) les caractères lus (ou écrits) de la socket

✓ int nb: nombre de caractères à lire (ou écrire) dans la socket

✓ int option: permet de définir certaines caractéristiques. En général, elle est positionnée à 0 mais peut être positionnée aussi à MSG_OOB (voir le chapitre sur les messages urgents).

✓ struct sockaddr *adr: pointeur vers une structure générique de type ***struct sockaddr*** contenant l'adresse du serveur. Comme pour ***bind()***, lorsque le programmeur invoquera cette primitive, il devra lui passer un pointeur sur une variable dont le type dépend du domaine dans lequel il communique:

- AF_INET: la variable devra être de type ***struct sockaddr_in***
- AF_UNIX: la variable devra être de type ***struct sockaddr_un***

Cette variable aura préalablement été remplie par le programmeur. Son type et les informations à y mettre dépendent du domaine dans lequel il crée son réseau:

- AF_INET: il ne remplira que les membres ***sin_family***, ***sin_port*** et ***sin_addr.s_addr***
- AF_UNIX: il ne remplira que les membres ***sun_family*** et ***sun_path***

Cette variable devant contenir l'adresse du serveur, le programmeur devra utiliser les fonctions permettant d'accéder aux renseignements contenus dans les fichiers de configuration réseau pour récupérer les informations qui lui manquent et remplir correctement cette variable.

✓ int sz_adr: taille de la zone réservée pour la variable pointée par ***adr***. En effet, le type de cette variable étant différent selon le domaine utilisé, la fonction ne connaît pas sa taille car celle-ci n'a pas pu être prévue à l'avance.

✓ int *sz_adr: pointeur sur une variable prévue pour recevoir la taille de la structure associée à la socket du client.

Valeur renvoyée (int):

✓ Le nombre d'octets réellement lus (ou écrits) dans la socket s'il y en a. Ce nombre peut être inférieur à ***nb*** (par exemple si on demande de lire plus que ce qu'il n'y a), mais jamais supérieur.

✓ 0 s'il n'y a plus rien à lire

✓ Une valeur inférieure à 0 en cas d'échec

La primitive ***connect()*** en mode "non-connecté" a pour but de mémoriser dans la socket locale l'adresse d'une socket distante, ceci dans le cas où la communication se fait toujours avec la même socket distante. Une fois cette adresse mémorisée, tout message envoyé (ou lu) ira à (ou viendra de) cette adresse et il n'est plus besoin d'indiquer celle-ci dans les primitives ***sendto()*** ou ***recvfrom()***. Il est même possible d'utiliser à la place les primitives ***send()*** ou ***recv()***.
Cette fonction à un comportement différent en mode "connecté".

```
#include <sys/socket.h>
int connect (int socket, struct sockaddr *adr, int sz_adr);
```

Explication des paramètres:

✓ int socket: numéro de la socket créée, renvoyé par la primitive ***socket()***.

✓ struct sockaddr *adr: pointeur vers une structure générique de type ***struct sockaddr*** contenant l'adresse de la socket distante. Lorsque le programmeur invoquera cette primitive, il devra lui passer un pointeur sur une variable dont le type dépend du domaine dans lequel il communique:

- AF_INET: la variable devra être de type ***struct sockaddr_in***
- AF_UNIX: la variable devra être de type ***struct sockaddr_un***

Cette variable aura préalablement été remplie par le programmeur. Son type et les informations à y mettre dépendent du domaine dans lequel il crée son réseau:

- AF_INET: il ne remplira que les membres ***sin_family***, ***sin_port*** et ***sin_addr.s_addr***
- AF_UNIX: il ne remplira que les membres ***sun_family*** et ***sun_path***

Cette variable devant contenir l'adresse du serveur, le programmeur devra utiliser les fonctions permettant d'accéder aux renseignements contenus dans les fichiers de configuration réseau pour récupérer les informations qui lui manquent et remplir correctement cette variable.

✓ int sz_adr: taille de la zone réservée pour la variable pointée par ***adr***. En effet, le type de cette variable étant différent selon le domaine utilisé, la fonction ne connaît pas sa taille car celle-ci n'a pas pu être prévue à l'avance.

Valeur renvoyée (int): 0 en cas de réussite ou une valeur inférieure en cas d'échec.

5) Dialogue évolué

Les primitives développées dans cette partie sont accessible aux modes "connecté" et "non-connecté".

a) Les structures associées

Les structures ***iovec*** et ***msghdr*** définie dans <***socket.h***> définissent deux ensembles permettant d'envoyer ou de recevoir une succession de messages avec un seul appel système

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/socket.h>
struct iovec {
   caddr_t iov_base;                    // adresse du message
   int iov_len;                         // longueur du message
};

struct msghdr {
```

```
   caddr_t msg_name;              // adresse optionnelle
   int msg_namelen;               // taille de l'adresse
   struct iovec *msg_iov;         // tableau des messages
   int msg_iovlen;                // nombre de messages
   caddr_t msg_accrights;         // inutilisé
   int msg_accrightslen;          // inutilisé
};
```

Explication des éléments:

✓ caddr_t iov_base: pointeur vers une zone contenant le message à envoyer ou prévue pour recevoir un message

✓ int iov_len: longueur de la zone contenant le message

✓ caddr_t msg_name: pointeur vers une zone éventuelle permettant de titrer l'envoi

✓ int msgnamelen: longueur de la zone contenant le message de titre

✓ struct iovec *msg_iov: pointeur vers une zone contenant les messages à envoyer

✓ int msg_iovlen: nombre de messages de la zone

✓ caddr_t msg_accrights: mis en place dans un but de développement futur

✓ int msg_accrightslen: mis en place dans un but de développement futur

b) Les primitives

Les primitives ***sendmsg()*** et ***recvmsg()*** permettent d'envoyer (ou de recevoir) une succession de messages avec un seul appel système.

```
#include <sys/socket.h>
int sendmsg (int socket, struct msghdr *msg, int option);
int recvmsg (int socket, struct msghdr *msg, int option);
```

Explication des paramètres:

✓ int socket: numéro de la socket créée, renvoyé par la primitive ***socket()***.

✓ struct msghdr *msg: pointeur vers une variable de type ***struct msghdr*** contenant les messages à envoyer ou recevoir

✓ int option: permet de définir certaines caractéristiques. En général, elle est positionnée à 0 mais peut être positionnée aussi à MSG_OOB (voir le chapitre sur les messages urgents).

Valeur renvoyée (int):

✓ Le nombre d'octets réellement lus (ou écrits) dans la socket s'il y en a

✓ 0 s'il n'y a plus rien à lire

✓ Une valeur inférieure à 0 en cas d'échec

6) Paramétrage des sockets

Les primitives ***getsockopt()*** et ***sendsockopt()*** permettent respectivement d'obtenir des informations sur une socket ou d'en modifier le comportement.

```
#include <sys/socket.h>
int getsockopt (int socket, int niveau, int option, char *adr, int *sz_adr);
int setsockopt (int socket, int niveau, int option, char *adr, int sz_adr);
```

Explication des paramètres:

- ✓ int socket: numéro de la socket créée, renvoyé par la primitive ***socket()***.
- ✓ int niveau: niveau de l'interface avec les sockets. En général, on y met SOL_SOCKET (niveau maximum)
- ✓ int option: option à appliquer:
  - SO_TYPE: extraction du type de la socket (***getsockopt()*** uniquement)
  - SO_BROADCAST: possibilité d'envoyer à tous un message
  - SO_REUSEADR: possibilité de réutiliser l'adresse donnée par ***bind()***
  - SO_SNDBUF: taille du buffer d'émission
  - SO_RCVBUF: taille du buffer de réception
- ✓ char *adr: pointeur vers une zone permettant de recevoir le résultat (***getsockopt()***) ou contenant la valeur à transmettre (***setsockopt()***).
- ✓ int *sz_adr: pointeur sur une variable contenant la taille de la valeur à transmettre et contenant la taille du résultat (taille de ***adr***) au retour de la fonction
- ✓ int sz_adr: taille de ***adr***

Valeur renvoyée (int): 0 en cas de réussite ou une valeur inférieure en cas d'échec.

7) Le serveur universel

a) Principe

Si on réfléchit bien au code de tout serveur, on s'aperçoit qu'il est toujours identique quel que soit le serveur que l'on veut créer. Le code récupère un numéro de port, attend une connexion, lance un fils pour dialoguer avec le client et retourne écouter le réseau en laissant au fils tout le soin du dialogue. En fait, la seule différence entre deux serveurs se situera au niveau du fils.
Il est évident qu'en cas de serveurs multiples toutes ces phases d'initialisation sont à refaire pour chaque serveur et cela entraîne redondance de code et lourdeur dans les évolutions.
C'est à cet effet qu'a été créé le daemon "***/etc/xinetd***" paramétrable par le fichier "***/etc/xinetd.conf***" et dans le dossier "***/etc/xinetd.d***". Ce daemon a pour tâche première de récupérer dans "*/etc/xinetd.conf*" et/ou dans le dossier "*/etc/xinetd.d*" quels clients il doit attendre.
Grâce au fichier "***/etc/services***" ; il utilise chaque nom de client attendu pour récupérer le numéro de port associé et se met à écouter le réseau sur ce port-là. Dès qu'un client attendu arrive sur ce numéro de port, le daemon crée un fils et ce dernier lance un mini-serveur dont la tâche est juste de dialoguer avec le client.

b) Programmation

Pour le programmeur, toute la phase d'initialisation des sockets, acceptation du client, lancement du fils est déjà faite. Il ne lui reste plus qu'à programmer le mini-serveur avec des lectures/écritures sur la socket selon l'algorithme qui lui convient (généralement le rôle dévolu au fils dans un serveur standard).
Un dernier problème qu'il peut craindre est que ce mini-serveur (programmé de façon individuelle) n'a plus de lien avec le super-serveur "***xinetd***" qui l'a généré et n'a, de ce fait, aucun accès aux variables initialisées par ce dernier… ces variables contenant, entre autres, la socket de dialogue.
La solution est donnée par "***xinetd***" lui-même qui va dupliquer sa socket créée dans les flux standards d'entrée/sortie numérotés respectivement "***0***" et "***1***" (*cf. cours Unix sur les processus*).

Cette opération se fait par la primitive "***dup()***"(*cf. cours c-/système sur les fichiers*) lancée par le super-serveur.
Pour le programmeur du mini-serveur, il ne lui reste plus qu'à aller lire et écrire sur les flux "***0***" et "***1***" pour pouvoir dialoguer, via la socket, avec son client.
Du côté du client, rien ne change. Il tente toujours de se connecter à la machine serveur avant d'aller lire et écrire sur sa socket créée.

V) POSSIBILITES AVANCEES

1) Utilisation du signal SIGIO

Le signal SIGIO permet d'aviser un ou plusieurs processus que des informations sont arrivées sur une socket donnée.
A chaque socket il faut associer un pseudo-driver susceptible d'émettre ce signal à un groupe de processus donné. Pour cela il faut :

- ✓ définir une fonction détournant le signal SIGIO
- ✓ demander l'envoi du signal SIGIO à chaque arrivée de caractères sur la socket (primitive ***fcntl()*** avec la commande FASYNC)
- ✓ attribuer un groupe propriétaire à la socket (primitive ***fcntl()*** avec la commande F_SETOWN);

2) Envoi de messages urgents

a) Principe

Les données qui circulent via des sockets constituent un flot d'octets : un caractère ne peut être lu que si ceux qui le précèdent sont lus. Il est intéressant de pouvoir, dans certains cas, prendre en compte certaines informations immédiatement. Ce que ne peut faire le fonctionnement de base des sockets. Pour cela il faudrait un mécanisme qui permettrait de transporter des caractères dont l'arrivée serait notifiée immédiatement au processus destinataire.
Le protocole TCP prévoit la possibilité de transmettre au moins un caractère selon ce principe. Sa réalisation sous UNIX correspond à la notion out of band (OOB). Il faut aussi envisager la réalisation de l'asynchronisme via le signal SIGURG.

b) Emission

Elle est réalisée sur une socket de type SOCK_STREAM du domaine AF_INET, connectée au moyen de la primitive ***send()*** avec l'option MSG_OOB.
Sous UNIX seul un caractère urgent est pris en compte (si on en envoie plusieurs, seul le dernier est conservé).

c) Réception

Le caractère OOB reçu sur une socket est mémorisé en dehors des tampons habituels. Il est cependant possible de forcer le système à insérer ce caractère dans le flot normal. Le système peut alors repérer, grâce à une marque, la position du caractère urgent dans le flot.
La lecture d'un caractère OOB ne peut être réalisée que par les primitives ***recv()*** et ***recvfrom()*** en utilisant l'option MSG_OOB.

- ✓ Il n'est pas nécessaire d'être positionné sur la marque pour pouvoir le lire.
- ✓ La lecture des caractères normaux butte sur une marque et les caractères qui suivent sont perdus.
- ✓ On peut savoir si la position courante dans un flot correspond à un caractère marqué grâce à la primitive ***ioctl()*** avec l'option SIOCATMARK .

d) Prise en compte de l'asynchronisme

Pour pouvoir vider le tampon et lire le caractère urgent qui y est placé il faut pouvoir tester l'arrivée du signal SIGURG. Il faut donc :

- ✓ définir une fonction détournant le signal SIGURG. Cette fonction sera chargée de vider les caractères qui précèdent le caractère marqué
- ✓ définir l'ensemble des processus visés

VI) PRIMITIVES ANNEXES

1) Homogénéisation des formats de données

Le codage d'un nombre sur plus d'un octet diffère selon l'architecture d'une machine ou d'une autre (octet de poid fort ou de poid faible en premier ou en dernier). Les sockets devant pouvoir transmettre des informations en milieu hétérogène impliquent une représentation de ces nombres dans un format compréhensible quel que soit l'architecture de la machine. Ce format est appelé "forme réseau" ou "big-endian".

a) Ce qui existe

Les primitives ***htonl()***, ***htons()***, ***ntohl*** et ***ntohs()*** permettent de transformer respectivement un entier long ou court en entier "représentation réseau", et un entier "représentation réseau" en entier long ou court.

```
#include <sys/types.h>
#include <netinet/in.h>
u_long htonl (u_long hostlong);
u_short htons (u_short hostshort);
u_long ntohl (u_long netlong);
u_short ntohs (u_short netshort);
```

Explication des paramètres :

- ✓ u_long hostlong : entier long sur la machine
- ✓ u_short hostshort : entier court sur la machine
- ✓ u_long netlong : entier long en "représentation réseau"
- ✓ u_short netshort : entier court en "représentation réseau"

Valeurs renvoyées :

- ✓ u_long htonl() : entier long en "représentation réseau"
- ✓ u_short htons() : entier court en "représentation réseau"
- ✓ u_long ntohl() : entier long sur la machine
- ✓ u_short ntohs() : entier court sur la machine

Contrairement à ce que l'on pourrait croire, ces primitives sont en fait des macro-définitions. Il est donc recommandé de ne pas y passer de variable auto-incrémentée (style *i*++) pour éviter les effets de bord.

b) Ce qui n'existe pas encore

Le problème se pose aussi sur les nombres à virgule flottante (***float*** ou ***double***). Malheureusement, les primitives ***htond()***, ***htonf()***, ***ntohd*** et ***ntohf()*** qui pourraient respectivement transformer un flottant long ou court en flottant "réseau" ; et un flottant "réseau" en flottant long ou court ne sont pas implémentées.
Cependant il est facile, à partir des primitives ***htons()*** et ***ntohs()***, de créer ces fonctions manquantes.

Conversion de double "local" en double "réseau" (*htond*)

```
#include <sys/types.h>                    // Types prédéfinis 'c'
```

```
#include <netinet/in.h>                                 // Socket internet

// Fonction de conversion de double "local" en double "réseau"
double htond(
        double hostdbl)                                 // Nombre à convertir
{
        // Déclaration des variables
        ushort i;                                       // Indice de boucle
        ushort j;                                       // Indice de boucle
        ushort convert;                                 // Zone de conversion

        union {
                double val;                             // Stockage du nombre
                u_char p[8];                            // Décomposition du nombre
        } zone;                                         // Zone de travail

        // Remplisssage nombre à convertir
        zone.val=hostdbl;

        // Travail sur chaque extrémités de la zone en revenant vers le centre
        for (i=0, j=7; i < j; i++, j--)
        {
                // Copie des parties de la zone dans un entier court de conversion
                convert=(zone.p[i] << 8) + zone.p[j];

                // Conversion de l'entier court par la primitive normalisée "htons"
                convert=htons(convert);

                // Recopie des octets de l'entier court dans les parties de la zone
                zone.p[i]=convert >> 8;
                zone.p[j]=convert & 0x00ff;
        }

        // Renvoi nombre converti
        return(zone.val);
}
```

Conversion de double "réseau" en double "local" (*ntohd*)

```
#include <sys/types.h>                                  // Types prédéfinis 'c'
#include <netinet/in.h>                                 // Socket internet

// Fonction de conversion de double "réseau" en double "local"
double ntohd(
        double netdbl)                                  // Nombre à convertir
{
        // Déclaration des variables
        ushort i;                                       // Indice de boucle
        ushort j;                                       // Indice de boucle
        ushort convert;                                 // Zone de conversion

        union {
                double val;                             // Stockage du nombre
                u_char p[8];                            // Décomposition du nombre
        } zone;                                         // Zone de travail

        // Remplisssage nombre à convertir
        zone.val=netdbl;

        // Travail sur chaque extrémités de la zone en revenant vers le centre
```

```
        for (i=0, j=7; i < j; i++, j--)
        {
                // Copie des parties de la zone dans un entier court de conversion
                convert=(zone.p[i] << 8) + zone.p[j];

                // Conversion de l'entier court par la primitive normalisée "ntohs"
                convert=ntohs(convert);

                // Recopie des octets de l'entier court dans les parties de la zone
                zone.p[i]=convert >> 8;
                zone.p[j]=convert & 0x00ff;
        }

        // Renvoi nombre converti
        return(zone.val);
}
```

Conversion de float "local" en float "réseau" (*htonf*)

```
#include <sys/types.h>                          // Types prédéfinis 'c'
#include <netinet/in.h>                         // Socket internet

// Fonction de conversion de float "local" en float "réseau"
float htonf(
        float hostfloat)                        // Nombre à convertir
{
        // Déclaration des variables
        ushort i;                               // Indice de boucle
        ushort j;                               // Indice de boucle
        ushort convert;                         // Zone de conversion

        union {
                float val;                      // Stockage du nombre
                u_char p[4];                    // Décomposition du nombre
        } zone;                                 // Zone de travail

        // Remplisssage nombre à convertir
        zone.val=hostfloat;

        // Travail sur chaque extrémités de la zone en revenant vers le centre
        for (i=0, j=3; i < j; i++, j--)
        {
                // Copie des parties de la zone dans un entier court de conversion
                convert=(zone.p[i] << 8) + zone.p[j];

                // Conversion de l'entier court par la primitive normalisée "htons"
                convert=htons(convert);

                // Recopie des octets de l'entier court dans les parties de la zone
                zone.p[i]=convert >> 8;
                zone.p[j]=convert & 0x00ff;
        }

        // Renvoi nombre converti
        return(zone.val);
}
```

Conversion de float "réseau" en float "local" (*ntohf*)

```
#include <sys/types.h>                          // Types prédéfinis 'c'
```

```
#include <netinet/in.h>                                    // Socket internet

// Fonction de conversion de float "réseau" en float "local"
float ntohf(
        float netfloat)                                    // Nombre à convertir
{
        // Déclaration des variables
        ushort i;                                          // Indice de boucle
        ushort j;                                          // Indice de boucle
        ushort convert;                                    // Zone de conversion

        union {
                float val;                                 // Stockage du nombre
                u_char p[4];                               // Décomposition du nombre
        } zone;                                            // Zone de travail

        // Remplisssage nombre à convertir
        zone.val=netfloat;

        // Travail sur chaque extrémités de la zone en revenant vers le centre
        for (i=0, j=3; i < j; i++, j--)
        {
                // Copie des parties de la zone dans un entier court de conversion
                convert=(zone.p[i] << 8) + zone.p[j];

                // Conversion de l'entier court par la primitive normalisée "ntohs"
                convert=ntohs(convert);

                // Recopie des octets de l'entier court dans les parties de la zone
                zone.p[i]=convert >> 8;
                zone.p[j]=convert & 0x00ff;
        }

        // Renvoi nombre converti
        return(zone.val);
}
```

c) La règle du jeu

L'utilisation de ces primitives se fait de la façon suivante :

✓ tout nombre qui doit être envoyé au réseau devra être filtré par une primitive "***htonx()***" et c'est la valeur renvoyée par la primitive qui devra partir sur le réseau

✓ tout nombre arrivant du réseau devra être filtré par une primitive "***ntohx()***" et la valeur renvoyée par la primitive sera la vraie valeur à traiter dans le programme

2) Fonctions de manipulation de zones mémoires

Les primitives ***memset()***, ***memcpy()***, ***memmove()*** et ***memcmp()*** permettent respectivement de remplir tous les octets d'une zone mémoire avec une valeur sur un octet, copier une zone mémoire dans une autre sans chevauchement, copier une zone mémoire dans une autre avec chevauchement et comparer deux zones mémoires. Ces fonctions peuvent être utiles lorsqu'il s'agit de transférer une structure contenant une information réseau vers une structure nécessaire à une socket par exemple.

```
#include <string.h>
void *memset (void *buffer, int val, size_t nb);
void *memcpy (void *dest, void *source, size_t nb);
```

```
void *memmove (void *dest, void *source, size_t nb);
int memcmp (void *buf1, void *buf2, size_t nb);
```

Explication des paramètres :

- ✓ void *buffer : pointeur universel (***void****) vers la zone mémoire que l'on désire initialiser
- ✓ void *dest : pointeur universel (***void****) vers la zone mémoire destinatrice de la recopie
- ✓ void *source : pointeur universel (***void****) vers la zone mémoire contenant la source à recopier
- ✓ void *buf1 : pointeur universel (***void****) vers la zone mémoire n° 1 que l'on désire comparer
- ✓ void *buf2 : pointeur universel (***void****) vers la zone mémoire n° 2 que l'on désire comparer
- ✓ int val : valeur d'initialisation
- ✓ size_t nb : nombre d'octets sur lesquels s'appliquera chaque fonction

Explication des paramètres (int) : résultat de la comparaison.

- ✓ 0 : chaque caractère des deux zones est identique
- ✓ n<0 : la zone 1 est inférieure à la zone 2 au caractère ***-n***
- ✓ n>0 : la zone 1 est supérieure à la zone 2 au caractère ***n***

3) Autres fonctions

Les primitives ***inet_addr()*** et ***inet_ntoa()*** permettent de transformer une adresse IP (a.b.c.d) en nombre adapté à la forme réseau (actuellement sur 4 octets) et inversement.

```
#include <arpa/inet.h>
unsigned long inet_addr (char *ip_adr);
char *inet_ntoa (struct in_addr in_adr);
```

Explication des paramètres :

- ✓ char *ip_adr : chaîne de caractères contenant l'adresse sous forme IP (a.b.c.d)
- ✓ struct in_addr in_adr : adresse sous forme réseau (actuellement un nombre sur 4 octets)

Valeurs renvoyées :

- ✓ unsigned long inet_addr() : adresse adaptée au réseau. Ici, la logique voudrait que cette primitive renvoie un ***struct in_addr***
- ✓ char *inet_ntoa() : pointeur sur un chaîne contenant l'adresse sous forme IP (a.b.c.d)

La primitive ***select()*** permet au serveur de gérer des demandes de connexions arrivantes sur plusieurs descripteurs. Cette primitive n'est pas spécifique aux sockets mais peut y être appliquée. Cette primitive est bloquante jusqu'à ce que :

- ✓ un événement attendu se produise
- ✓ le temps spécifié soit écoulé
- ✓ une interruption soit survenue

```
#include <sys/time.h>
#include <sys/select.h>
int select (int nb, int *in, int *out, int *ex, struct timeval *wait);
```

Explication des paramètres :

- ✓ int nb : nombre de descripteurs gérés
- ✓ int *in : pointeur sur un ensemble (tableau) de descripteurs en lecture (stdin)
- ✓ int *out : pointeur sur un ensemble (tableau) de descripteurs en écriture (stdout)
- ✓ int *ex : pointeur sur un ensemble (tableau) de descripteurs d'exception (stderr)
- ✓ struct timeval *wait : pointeur vers une variable de type ***struct timeval*** contenant le temps d'exécution imparti à la primitive

Valeur renvoyée (int): 0 en cas de réussite ou une valeur inférieure en cas d'échec.

VII) EXEMPLES

1) Communication mode "connecté" en AF_INET

a) Serveur

Ce programme attend en permanence via TCP/IP des connexions en provenances de clients éventuels (il ne s'arrêtera donc théoriquement jamais).
Dès qu'un client arrive, le serveur génère un processus fils qui aura la charge d'écouter le client pendant que le père se remet en attente.
Le processus fils récupère et affiche les messages venant du client. Dès qu'un message "EOT" arrive, il s'arrête et disparaît.

```
//
// Serveur réseau mode tcp
// Programme destiné à écouter un client via une connexion mode tcp
// Auteur: Frédéric Lang (fr.lang@free.fr)
// Usage: prog [port]
//

#include <sys/types.h>                  // Types prédéfinis "c"
#include <sys/socket.h>                 // Généralités sockets
#include <sys/param.h>                  // Paramètres et limites système
#include <netinet/in.h>                 // Spécifications socket internet
#include <arpa/inet.h>                  // Adresses format "arpanet"
#include <signal.h>                     // Signaux de communication
#include <netdb.h>                      // Gestion network database
#include <stdio.h>                      // I/O fichiers classiques
#include <string.h>                     // Gestion chaines de caractères
#include <stdlib.h>                     // Librairie standard Unix
#include <unistd.h>                     // Standards Unix
#include <errno.h>                      // Erreurs système
#include "socket_tcp.h"                 // Outils communs client et serveur

// Structure de travail socket
typedef struct {
        int sk_connect;                 // Socket de connexion
        int sk_dialog;                  // Socket de dialogue
} t_socket;                             // Type créé

// Fonctions diverses
int init_socket(unsigned short);        // Initialisation socket
int client(t_socket*);                  // Gestion client
int dialogue(int);                      // Dialogue avec le client
int nslookup(struct sockaddr_in *, char*);  // Conversion adresse en nom

// Programme principal
int main(
        int argc,                       // Nbre arguments
        char *argv[])                   // Ptr arguments
{
        // Déclaration des variables
        char hostname[MAXHOSTNAMELEN + 1];  // Nom machine locale
        t_socket sock;                  // Socket

        // Récuperation nom machine locale (juste pour l'exemple)
        if (gethostname(hostname, MAXHOSTNAMELEN) != 0)
                fprintf(stderr, "ligne %u - gethostname(%s) - %s\n", __LINE__, hostname,
strerror(errno));
        printf("gethostname='%s'\n", hostname);
```

```
	// Détournement du signal émis à la mort du fils (il ne reste pas zombie)
	signal(SIGCHLD, SIG_IGN);

	// Initialisation socket de connexion
	if ((sock.sk_connect=init_socket(argc > 1 ?atoi(argv[1]) :0)) < 0) {
		fprintf(stderr, "ligne %u - init_socket() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
		exit(errno);
	}
	printf("Socket de connexion (%d) initialisée\n", sock.sk_connect);

	// Ecoute de la ligne
	if (listen(sock.sk_connect, 1) < 0) {
		fprintf(stderr, "ligne %u - listen() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
		return errno;
	}
	printf("Socket de connexion (%d) en écoute\n", sock.sk_connect);

	// Attente permanente
	fputc('\n', stdout);
	while (1) {
		printf("ppid=%u, pid=%u, socket=%d, attente entrée...\n", getppid(), getpid(),
sock.sk_connect);

		// Attente connexion client
		if (client(&sock) < 0) {
			fprintf(stderr, "ligne %u - client() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
			continue;
		}
	}
	// Pas de sortie de programme - Boucle infinie

	// Fermeture socket et fin théorique du programme (pour être propre)
	close(sock.sk_connect);
	return 0;
}

// Initialisation socket
int init_socket(
	unsigned short port)				// Port (éventuel)
{
	// Déclaration des variables
	ushort i;					// Indice de boucle
	struct servent *service_info;			// Info. service demandé
	struct sockaddr_in adr_serveur;			// Adresse socket serveur
	int sock;					// Socket de connexion

	// Si le port n'est pas fourni
	if (port == 0) {
		// Récuperation port dans "/etc/services"
		if ((service_info=getservbyname(SERVICE_LABEL, SERVICE_PROTOCOL)) ==
NULL) {
			fprintf(stderr, "ligne %u - getservbyname(%s, %s) - %s\n", __LINE__,
SERVICE_LABEL, SERVICE_PROTOCOL, strerror(errno));
			return -1;
		}
		port=ntohs(service_info->s_port);
		fputc('\n', stdout);
		printf("service_name='%s'\n", service_info->s_name);
		for (i=0; service_info->s_aliases[i] != NULL; i++)
			printf("service_s_aliase[%hu]='%s'\n", i, service_info->s_aliases[i]);
```

```
		printf("service_port=%hu\n", ntohs(service_info->s_port));
		printf("service_protocole='%s'\n", service_info->s_proto);
	}
	else
		printf("port demandé=%hu\n", port);

	// Création socket
	if ((sock=socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0)) < 0) {
		fprintf(stderr, "ligne %u - socket() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
		return -2;
	}
	printf("Socket de connexion (%d) créée\n", sock);

	// Remplissage adresse socket
	memset(&adr_serveur, 0, sizeof(struct sockaddr_in));
	adr_serveur.sin_family=AF_INET;
	adr_serveur.sin_port=htons(port);
	adr_serveur.sin_addr.s_addr=INADDR_ANY;

	// Identification socket/réseau
	if (bind(sock, (struct sockaddr*)&adr_serveur, sizeof(struct sockaddr_in)) < 0) {
		fprintf(stderr, "ligne %u - bind() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
		return -3;
	}
	printf("Socket de connexion (%d) identifiée sur le réseau\n", sock);

	// Renvoi socket créée
	return sock;
}

// Gestion du client
int client(
	t_socket *sock)                                    // Socket de communication
{
	// Déclaration des variables
	int pid;                                           // Process créé

	struct sockaddr_in adr_client;                     // Adresse socket client
	socklen_t len_adr;                                 // Taille adresse
	char lookup[MAXHOSTNAMELEN + 1024 + 1];            // Correspondance adresse/nom

	// Attente connexion client
	len_adr=sizeof(struct sockaddr_in);
	if ((sock->sk_dialog=accept(sock->sk_connect, (struct sockaddr*)&adr_client, &len_adr))
< 0) {
		fprintf(stderr, "ligne %u - accept() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
		return -1;
	}

	// Client connecté
	if (nslookup(&adr_client, lookup) < 0)
		fprintf(stderr, "ligne %u - nslookup() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
	printf("ppid=%d, pid=%d, socket=%d - Entrée émise (dialogue=%d, adr=%s)\n",
getppid(), getpid(), sock->sk_connect, sock->sk_dialog, lookup);

	// Duplication du process (ne pas oublier de fflusher les flux standards)
	fflush(stdout);
	fflush(stderr);
	switch (pid=fork()) {
		case -1: // Erreur de fork
```

```
                        close(sock->sk_connect);
                        close(sock->sk_dialog);
                        fprintf(stderr, "ligne %u - fork() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
                        return -2;

                case 0: // Fils
                        // Fermeture socket de connexion (inutilisée)
                        close(sock->sk_connect);

                        // Dialogue avec le client
                        if (dialogue(sock->sk_dialog) < 0) {
                                fprintf(stderr, "ligne %u - dialogue() - %s\n", __LINE__,
strerror(errno));
                                exit(errno);
                        }

                        // Fin du fils
                        close(sock->sk_dialog);
                        printf("\tppid=%d, pid=%d, socket=%d - Entrée raccrochée\n", getppid(),
getpid(), sock->sk_dialog);
                        exit(0);

                default: // Père
                        close(sock->sk_dialog);
        }

        // Fin fonction
        return 0;
}

// Dialogue avec le client
int dialogue(
        int sock)                                       // Socket de communication
{
        // Déclaration des variables
        int sz_read;                                    // Nbre octets lus

        char buf[SZ_BUF];                               // Buffer texte
        char *pt;                                       // Pointeur chaine

        // Lecture en boucle sur la socket
        while ((sz_read=read(sock, buf, SZ_BUF)) > 0) {
                // Par précaution, le buffer reçu est transformé en chaine
                buf[sz_read]='\0';

                // Suppression du caractère '\n' éventuel
                if ((pt=strchr(buf, '\n')) != NULL) *pt='\0';

                // Mémorisation chaine contient "EOT" (optimisation)
                pt=strcmp(buf, "EOT") != 0 ?buf :NULL;

                // Affichage chaine reçue
                printf("\tppid=%u, pid=%u, socket=%d - Le serveur a lu %d [%s]%s\n", getppid(),
getpid(), sock, sz_read, buf, pt != NULL ?"" :" => Fin de communication");

                // Si la chaine contient "EOT"
                if (pt == NULL) break;
        }

        // Si l'arrêt de la lecture est dû à une erreur
        if (sz_read < 0) {
```

```
                fprintf(stderr, "ligne %u - read() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
                return -1;
        }

        // Fin fonction
        printf("\tpid=%u, pid=%u, socket=%d - Client terminé\n", getppid(), getpid(), sock);
        return 0;
}

// Conversion adresse en nom
int nslookup(
        struct sockaddr_in *adr,                        // Adresse à convertir
        char *lookup)                                   // Correspondance adresse/nom
{
        // Déclaration des variables
        char *adr_ascii;                                // Adresse client mode ascii
        struct hostent *host_info;                      // Informations host

        // Transformation adresse net en ascii
        if ((adr_ascii=inet_ntoa(adr->sin_addr)) == NULL) {
                fprintf(stderr, "ligne %u - inet_ntoa() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
                strcpy(lookup, "?");
                return -1;
        }

        // Récupération informations sur host par son adresse
        if ((host_info=gethostbyaddr(&adr->sin_addr.s_addr, sizeof(struct in_addr), AF_INET)) ==
NULL) {
                fprintf(stderr, "ligne %u - gethostbyaddr() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
                sprintf(lookup, "%s (?)", adr_ascii);
                return -2;
        }
        sprintf(lookup, "%s (%s)", adr_ascii, host_info->h_name);
        return 0;
}
```

b) Client

Ce programme essaye en permanence de se connecter via TCP/IP sur un serveur. Celui-ci peut se trouver sur la même machine ou bien sur une autre. Dans ce dernier cas, il faut lancer le client en lui indiquant le nom de la machine sur laquelle se trouve le serveur.
Une fois connecté, le client attend une chaîne au clavier et envoie la chaîne tapée au serveur.
Le client s'arrête dès qu'on entre la chaîne "EOT".

```
//
// Client réseau mode tcp
// Programme destiné à écrire des chaines dans une connexion mode tcp
// Auteur: Frédéric Lang (fr.lang@free.fr)
// Usage: prog [nom serveur | adresse serveur [port]]
//

#include <sys/types.h>                  // Types prédéfinis "c"
#include <sys/socket.h>                 // Généralités sockets
#include <sys/param.h>                  // Paramètres et limites système
#include <netinet/in.h>                 // Spécifications socket internet
#include <stdio.h>                      // I/O fichiers classiques
#include <string.h>                     // Gestion chaines de caractères
#include <netdb.h>                      // Gestion network database
#include <stdlib.h>                     // Librairie standard Unix
#include <unistd.h>                     // Standards Unix
#include <errno.h>                      // Erreurs système
```

```
#include "socket_tcp.h"                                 // Outils communs client et serveur

#define SERVEUR_DEFAULT         ("localhost")           // Nom serveur utilisé par défaut

// Fonctions diverses
int init_socket(t_param*);                              // Initialisation socket

// Programme principal
int main(
        int argc,                                       // Nbre arg.
        char *argv[])                                   // Ptr arguments
{
        // Déclaration des variables
        int sock;                                       // Socket
        t_param param;                                  // Paramètres de connexion

        char hostname[MAXHOSTNAMELEN + 1];              // Nom machine locale
        char buf[SZ_BUF];                               // Buffer texte
        char *pt;                                       // Ptr de chaine

        // Récuperation nom machine locale (juste pour l'exemple)
        if (gethostname(hostname, MAXHOSTNAMELEN) != 0)
                fprintf(stderr, "ligne %u - gethostname(%s) - %s\n", __LINE__, hostname,
strerror(errno));
        printf("gethostname='%s'\n", hostname);

        // Initialisation socket sur le serveur demandé en paramètre (ou le serveur par défaut)
        if (argc > 1) {
                param.host=argv[1];
                param.port=argc >2 ?atoi(argv[2]) :0;
        }
        else {
                param.host=SERVEUR_DEFAULT;
                param.port=0;
        }
        if ((sock=init_socket(&param)) < 0) {
                fprintf(stderr, "ligne %u - init_socket(%s) - %s\n", __LINE__, param.host,
strerror(errno));
                exit(errno);
        }
        printf("Initialisation socket (serveur=%s, port=%hu, socket=%d)\n", param.host,
param.port, sock);

        // Saisie et envoi de la chaîne en boucle
        do {
                // Saisie de la chaîne
                fputs("Entrer chaine (EOT pour finir) :", stdout); fflush(stdout);
                fgets(buf, SZ_BUF, stdin);

                // Suppression du caractère '\n' éventuel
                if ((pt=strchr(buf, '\n')) != NULL) *pt='\0';

                // Envoi de la chaîne sur la socket (ne pas oublier le '\0')
                if (write(sock, buf, strlen(buf) + 1) < 0)
                        fprintf(stderr, "ligne %u - write(%s) - %s\n", __LINE__, buf, strerror(errno));
        } while (strcmp(buf, "EOT") != 0);

        // Fermeture socket et fin du programme
        close(sock);
        return 0;
}
```

```
// Initialisation socket
int init_socket(
        t_param *param)                                 // Paramètres de connexion
{
        // Déclaration des variables
        ushort i;                                       // Indice de boucle
        ushort j;                                       // Indice de boucle

        struct sockaddr_in adr_serveur;                 // Adresse socket serveur
        struct hostent *host_info;                      // Info. host
        struct servent *service_info;                   // Info. service demandé
        int sock;                                       // Socket

        // Récuperation informations serveur
        if ((host_info=gethostbyname(param->host)) == NULL) {
                fprintf(stderr, "ligne %u - gethostbyname(%s) - %s\n", __LINE__, param->host,
strerror(errno));
                return -1;
        }
        fputc('\n', stdout);
        printf("host_info.h_name='%s'\n", host_info->h_name);
        for (i=0; host_info->h_aliases[i] != NULL; i++)
                printf("host_info.h_aliase[%hu]='%s'\n", i, host_info->h_aliases[i]);
        printf("host_info.h_addrtype=%u\n", host_info->h_addrtype);
        printf("host_info.h_length=%u\n", host_info->h_length);
        for (i=0; host_info->h_addr_list[i] != NULL; i++) {
                printf("host_info.h_addr_list[%hu]=", i);
                for (j=0; j < host_info->h_length; j++)
                        printf("%hu ", (unsigned char)host_info->h_addr_list[i][j]);
                fputc('\n', stdout);
        }

        // Si le port n'est pas fourni
        if (param->port == 0) {
                // Récuperation port dans "/etc/services"
                if ((service_info=getservbyname(SERVICE_LABEL, SERVICE_PROTOCOL))
==NULL) {
                        fprintf(stderr, "ligne %u - getservbyname(%s, %s) - %s\n", __LINE__,
SERVICE_LABEL, SERVICE_PROTOCOL, strerror(errno));
                        return -2;
                }
                param->port=ntohs(service_info->s_port);
                fputc('\n', stdout);
                printf("service_name='%s'\n", service_info->s_name);
                for (i=0; service_info->s_aliases[i] != NULL; i++)
                        printf("service_s_aliase[%hu]='%s'\n", i, service_info->s_aliases[i]);
                printf("service_port=%hu\n", ntohs(service_info->s_port));
                printf("service_protocole='%s'\n", service_info->s_proto);
        }
        else
                printf("port demandé=%hu\n", param->port);

        // Remplissage adresse socket
        memset(&adr_serveur, 0, sizeof(struct sockaddr_in));
        adr_serveur.sin_family=AF_INET;
        adr_serveur.sin_port=htons(param->port);
        memcpy(&adr_serveur.sin_addr.s_addr, host_info->h_addr, host_info->h_length);

        // Création socket
        if ((sock=socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0)) < 0) {
```

```
		fprintf(stderr, "ligne %u - socket() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
		return -3;
	}
	printf("Socket (%d) créée\n", sock);

	// Tentative de connexion en boucle permanente
	fputc('\n', stdout);
	while (1) {
		// Connexion au serveur
		if (connect(sock, (struct sockaddr*)&adr_serveur, sizeof(struct sockaddr_in)) == 0)
			break;

		fprintf(stderr, "ligne %u - connect() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
		sleep(5);
	}
	printf("Connexion réussie (socket=%d)\n", sock);

	// Fin fonction
	return sock;
}
```

c) Headers

Le header commun aux deux programmes. Il est inclus par le client et le serveur sous le nom de "socket_tcp.h".

```
//
// Header commun aux programmes de communication via tcp
// Auteur: Frédéric lang (fr.lang@free.fr)
//

#ifndef _SOCKET_TCP_H_
#define _SOCKET_TCP_H_

#define SERVICE_LABEL		("essai")		// Nom service requis
#define SERVICE_PROTOCOL	("tcp")			// Protocole service requis
#define SZ_BUF			(256)			// Taille buffer

#endif //_SOCKET_TCP_H_
```

d) Makefile

Aide à la compilation totale ou ciblée des différents exemples de la communication mode tcp.

```
#
# Makefile de compilation des différents exemples tcp
# Auteur: Frédéric Lang (fr.lang@free.fr)
#

CC=gcc
CFLAGS=-Wall -Werror

HEADERS=socket_tcp.h

SOURCEFILES=client_tcp.c serveur_tcp.c
EXECFILES=$(SOURCEFILES:.c=)

clean:
	rm -f $(EXECFILES)
	@rm -f $(HEADERS:.h=.h.gch)
```

```
all:
	@make $(EXECFILES)

headers:
	$(CC) $(CFLAGS) -c $(HEADERS)
	@rm -f $(HEADERS:.h=.h.gch)

client_tcp: client_tcp.c $(HEADERS)
	$(CC) $(CFLAGS) $< -o $@

serveur_tcp: serveur_tcp.c $(HEADERS)
	$(CC) $(CFLAGS) $< -o $@
```

e) Mise en œuvre

Le serveur attend en premier paramètre le n° de port à utiliser. Si celui-ci n'est pas fourni, il ira alors chercher dans le fichier "/etc/services" la ligne suivante :

```
essai		5000/tcp	cours
```

La valeur "5000" étant indiquée ici à titre d'exemple et pouvant être remplacée par tout n° de port non utilisé.
Ce fichier est alors à configurer pour chaque machine (*cf. Administration Unix*).
Il en est de même pour le client qui attend en premier paramètre l'adresse du serveur et en second paramètre le n° de port à utiliser.

2) Communication mode "non-connecté" en AF_INET

a) Serveur

Ce programme attend en permanence des messages de type datagrammes en provenances de clients éventuels (il ne s'arrêtera donc théoriquement jamais).
Dès qu'un message arrive, il est récupéré et affiché ainsi que sa provenance.

```
//
// Serveur réseau mode udp
// Programme destiné à écouter un client via une connexion mode udp
// Auteur: Frédéric Lang (fr.lang@free.fr)
// Usage: prog [port]
//

#include <sys/types.h>                  // Types prédéfinis "c"
#include <sys/socket.h>                 // Généralités sockets
#include <sys/param.h>                  // Paramètres et limites système
#include <netinet/in.h>                 // Spécifications socket internet
#include <arpa/inet.h>                  // Adresses format "arpanet"
#include <signal.h>                     // Signaux de communication
#include <netdb.h>                      // Gestion network database
#include <stdio.h>                      // I/O fichiers classiques
#include <string.h>                     // Gestion chaines de caractères
#include <stdlib.h>                     // Librairie standard Unix
#include <unistd.h>                     // Standards Unix
#include <errno.h>                      // Erreurs système
#include "socket_udp.h"                 // Outils communs client et serveur

// Fonctions diverses
int init_socket(int);                   // Initialisation socket
int client(int);                        // Gestion client
int nslookup(struct sockaddr_in *, char*);  // Conversion adresse en nom
```

```
// Programme principal
int main(
	int argc,					// Nbre arguments
	char *argv[])				// Ptr arguments
{
	// Déclaration des variables
	char hostname[MAXHOSTNAMELEN + 1];	// Nom machine locale
	int sock;				// Socket

	// Récuperation nom machine locale (juste pour l'exemple)
	if (gethostname(hostname, MAXHOSTNAMELEN) != 0)
		fprintf(stderr, "ligne %u - gethostname(%s) - %s\n", __LINE__, hostname,
strerror(errno));
	printf("gethostname='%s'\n", hostname);

	// Détournement du signal émis à la mort du fils (il ne reste pas zombie)
	signal(SIGCHLD, SIG_IGN);

	// Initialisation socket
	if ((sock=init_socket(argc > 1 ?atoi(argv[1]) :0)) < 0) {
		fprintf(stderr, "ligne %u - init_socket() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
		exit(errno);
	}
	printf("Socket (%d) initialisée\n", sock);

	// Attente permanente
	while (1) {
		// Interrogation client
		if (client(sock) < 0) {
			fprintf(stderr, "ligne %u - client() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
			continue;
		}
	}
	// Pas de sortie de programme - Boucle infinie

	// Fermeture socket et fin théorique du programme (pour être propre)
	close(sock);
	return 0;
}

// Initialisation socket
int init_socket(
	int port)				// Port (éventuel)
{
	// Déclaration des variables
	ushort i;				// Indice de boucle
	struct servent *service_info;		// Info. service demandé
	struct sockaddr_in adr_serveur;		// Adresse socket serveur
	int connect;				// Socket de connexion

	// Si le port n'est pas fourni
	if (port == 0) {
		// Récuperation port dans "/etc/services"
		if ((service_info=getservbyname(SERVICE_LABEL, SERVICE_PROTOCOL)) ==
NULL) {
			fprintf(stderr, "ligne %u - getservbyname(%s, %s) - %s\n", __LINE__,
SERVICE_LABEL, SERVICE_PROTOCOL, strerror(errno));
			return -1;
		}
		port=ntohs(service_info->s_port);
		fputc('\n', stdout);
```

```
                printf("service_name='%s'\n", service_info->s_name);
                for (i=0; service_info->s_aliases[i] != NULL; i++)
                        printf("service_s_aliase[%hu]='%s'\n", i, service_info->s_aliases[i]);
                printf("service_port=%hu\n", ntohs(service_info->s_port));
                printf("service_protocole='%s'\n", service_info->s_proto);
        }
        else
                printf("port demandé=%hu\n", port);

        // Création socket
        if ((connect=socket(AF_INET, SOCK_DGRAM, 0)) < 0) {
                fprintf(stderr, "ligne %u - socket() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
                return -2;
        }
        printf("Socket créée (%d)\n", connect);

        // Remplissage adresse socket
        memset(&adr_serveur, 0, sizeof(struct sockaddr_in));
        adr_serveur.sin_family=AF_INET;
        adr_serveur.sin_port=htons(port);
        adr_serveur.sin_addr.s_addr=INADDR_ANY;

        // Identification socket/réseau
        if (bind(connect, (struct sockaddr*)&adr_serveur, sizeof(struct sockaddr_in)) < 0) {
                fprintf(stderr, "ligne %u - bind() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
                return -3;
        }
        printf("Socket (%d) connectée au réseau\n", connect);

        // Renvoi socket créée
        return connect;
}

// Gestion du client
int client(
        int sock)                                       // Socket
{
        // Déclaration des variables
        int sz_read;                                    // Nbre octets lus

        struct sockaddr_in adr_client;                  // Adresse socket client
        socklen_t len_adr;                              // Taille adresse
        char lookup[MAXHOSTNAMELEN + 1024 + 1];         // Correspondance adresse/nom

        char buf[SZ_BUF];                               // Buffer texte
        char *pt;                                       // Pointeur chaine

        // Lecture socket
        len_adr=sizeof(struct sockaddr_in);
        if ((sz_read=recvfrom(sock, buf, SZ_BUF, 0, (struct sockaddr*)&adr_client, &len_adr)) <
0) {
                fprintf(stderr, "ligne %u - recvfrom() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
                return -1;
        }

        // Par précaution, le buffer reçu est transformé en chaine
        buf[sz_read]='\0';

        // Suppression du caractère '\n' éventuel
        if ((pt=strchr(buf, '\n')) != NULL) *pt='\0';
```

```
	// Correspondance adresse/nom
	if (nslookup(&adr_client, lookup) < 0)
		fprintf(stderr, "ligne %u - nslookup() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
	printf("adr=%s, socket=%d - Le serveur a lu %d [%s]%s\n", lookup, sock, sz_read, buf,
strcmp(buf, "EOT") != 0 ?"" :" => Fin de communication");

	// Fin fonction
	return 0;
}

// Conversion adresse en nom
int nslookup(
	struct sockaddr_in *adr,			// Adresse à convertir
	char *lookup)					// Correspondance adresse/nom
{
	// Déclaration des variables
	char *adr_ascii;				// Adresse client mode ascii
	struct hostent *host_info;			// Informations host

	// Transformation adresse net en ascii
	if ((adr_ascii=inet_ntoa(adr->sin_addr)) == NULL) {
		fprintf(stderr, "ligne %u - inet_ntoa() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
		strcpy(lookup, "?");
		return -1;
	}

	// Récupération informations sur host par son adresse
	if ((host_info=gethostbyaddr(&adr->sin_addr.s_addr, sizeof(struct in_addr), AF_INET)) ==
NULL) {
		fprintf(stderr, "ligne %u - gethostbyaddr() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
		sprintf(lookup, "%s (?)", adr_ascii);
		return -2;
	}
	sprintf(lookup, "%s (%s)", adr_ascii, host_info->h_name);
	return 0;
}
```

b) Client

Ce programme essaye en permanence d'envoyer des messages en mode datagramme via TCP/IP sur un serveur. Celui-ci peut se trouver sur la même machine ou bien sur une autre. Dans ce dernier cas, il faut lancer le client en lui indiquant le nom de la machine sur laquelle se trouve le serveur.
Le client s'arrête dès qu'on entre la chaîne "EOT".

```
//
// Client réseau mode udp
// Programme destiné à écrire des chaines dans une connexion mode udp
// Auteur: Frédéric Lang (fr.lang@free.fr)
// Usage: prog [nom serveur | adresse serveur [port]]
//

#include <sys/types.h>				// Types prédéfinis "c"
#include <sys/socket.h>				// Généralités sockets
#include <sys/param.h>				// Paramètres et limites système
#include <netinet/in.h>				// Spécifications socket internet
#include <stdio.h>				// I/O fichiers classiques
#include <string.h>				// Gestion chaines de caractères
#include <netdb.h>				// Gestion network database
#include <stdlib.h>				// Librairie standard Unix
#include <unistd.h>				// Standards Unix
#include <errno.h>				// Erreurs système
```

```
#include "socket_udp.h"                                 // Outils communs client et serveur

#define SERVEUR_DEFAULT         ("localhost")           // Nom serveur utilisé par défaut

typedef struct {
        char *host;                                     // Adresse serveur
        int port;                                       // Port serveur
        struct sockaddr_in adr_serveur;                 // Adresse socket serveur
} t_param;                                              // Type créé

// Fonctions diverses
int init_socket(t_param*);                              // Initialisation socket

// Programme principal
int main(
        int argc,                                       // Nbre arg.
        char *argv[])                                   // Ptr arguments
{
        // Déclaration des variables
        int sock;                                       // Socket
        t_param param;                                  // Paramètres de connexion

        char hostname[MAXHOSTNAMELEN + 1];              // Nom machine locale
        char buf[SZ_BUF];                               // Buffer texte
        char *pt;                                       // Ptr de chaine

        // Récuperation nom machine locale (juste pour l'exemple)
        if (gethostname(hostname, MAXHOSTNAMELEN) != 0)
                fprintf(stderr, "ligne %u - gethostname(%s) - %s\n", __LINE__, hostname,
strerror(errno));
        printf("gethostname='%s'\n", hostname);

        // Initialisation socket sur le serveur demandé en paramètre (ou le serveur par défaut)
        if (argc > 1) {
                param.host=argv[1];
                param.port=argc >2 ?atoi(argv[2]) :0;
        }
        else {
                param.host=SERVEUR_DEFAULT;
                param.port=0;
        }
        if ((sock=init_socket(&param)) < 0) {
                fprintf(stderr, "ligne %u - init_socket(%s) - %s\n", __LINE__, param.host,
strerror(errno));
                exit(errno);
        }
        printf("Initialisation socket (serveur=%s, port=%d, socket=%d)\n", param.host,
param.port, sock);

        // Saisie et envoi de la chaîne en boucle
        do {
                // Saisie de la chaîne
                fputs("Entrer chaine (EOT pour finir) :", stdout); fflush(stdout);
                fgets(buf, SZ_BUF, stdin);

                // Suppression du caractère '\n' éventuel
                if ((pt=strchr(buf, '\n')) != NULL) *pt='\0';

                // Envoi de la chaîne sur la socket (ne pas oublier le '\0')
```

```
                if (sendto(sock, buf, strlen(buf) + 1, 0, (struct sockaddr*)&param.adr_serveur,
sizeof(struct sockaddr_in)) < 0)
                        fprintf(stderr, "ligne %u - sendto(%s) - %s\n", __LINE__, buf, strerror(errno));
        } while (strcmp(buf, "EOT") != 0);

        // Fermeture socket et fin du programme
        close(sock);
        return 0;
}

// Initialisation socket
int init_socket(
        t_param *param)                                 // Paramètres de connexion
{
        // Déclaration des variables
        struct hostent *host_info;                      // Info. host
        struct servent *service_info;                   // Info. service demandé
        int sock;                                       // Socket

        ushort i;                                       // Indice de boucle
        ushort j;                                       // Indice de boucle

        // Récuperation informations serveur
        if ((host_info=gethostbyname(param->host)) == NULL) {
                fprintf(stderr, "ligne %u - gethostbyname(%s) - %s\n", __LINE__, param->host,
strerror(errno));
                return -1;
        }
        fputc('\n', stdout);
        printf("host_info.h_name='%s'\n", host_info->h_name);
        for (i=0; host_info->h_aliases[i] != NULL; i++)
                printf("host_info.h_aliase[%hu]='%s'\n", i, host_info->h_aliases[i]);
        printf("host_info.h_addrtype=%u\n", host_info->h_addrtype);
        printf("host_info.h_length=%u\n", host_info->h_length);
        for (i=0; host_info->h_addr_list[i] != NULL; i++) {
                printf("host_info.h_addr_list[%hu]=", i);
                for (j=0; j < host_info->h_length; j++)
                        printf("%hu ", (unsigned char)host_info->h_addr_list[i][j]);
                fputc('\n', stdout);
        }

        // Si le port n'est pas fourni
        if (param->port == 0) {
                // Récuperation port dans "/etc/services"
                if ((service_info=getservbyname(SERVICE_LABEL, SERVICE_PROTOCOL))
==NULL) {
                        fprintf(stderr, "ligne %u - getservbyname(%s, %s) - %s\n", __LINE__,
SERVICE_LABEL, SERVICE_PROTOCOL, strerror(errno));
                        return -2;
                }
                param->port=ntohs(service_info->s_port);
                fputc('\n', stdout);
                printf("service_name='%s'\n", service_info->s_name);
                for (i=0; service_info->s_aliases[i] != NULL; i++)
                        printf("service_s_aliase[%hu]='%s'\n", i, service_info->s_aliases[i]);
                printf("service_port=%hu\n", ntohs(service_info->s_port));
                printf("service_protocole='%s'\n", service_info->s_proto);
        }
        else
                printf("port demandé=%hu\n", param->port);
```

```
        // Remplissage adresse socket
        memset(&param->adr_serveur, 0, sizeof(struct sockaddr_in));
        param->adr_serveur.sin_family=AF_INET;
        param->adr_serveur.sin_port=htons(param->port);
        memcpy(&param->adr_serveur.sin_addr.s_addr, host_info->h_addr, host_info-
>h_length);

        // Création socket
        if ((sock=socket(AF_INET, SOCK_DGRAM, 0)) < 0) {
                fprintf(stderr, "ligne %u - socket() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
                return -3;
        }
        printf("Socket (%d) créée\n", sock);

        // Fin fonction
        return sock;
}
```

c) Headers

Le header commun aux deux programmes. Il est inclus par le client et le serveur sous le nom de "socket_udp.h".

```
//
// Header commun aux programmes de communication via udp
// Auteur: Frédéric lang (fr.lang@free.fr)
//

#ifndef _SOCKET_UDP_H_
#define _SOCKET_UDP_H_

#define SERVICE_LABEL           ("essai")       // Nom service requis
#define SERVICE_PROTOCOL        ("udp")         // Protocole service requis
#define SZ_BUF                  (256)           // Taille buffer

#endif //_SOCKET_UDP_H_
```

d) Makefile

Aide à la compilation totale ou ciblée des différents exemples de la communication mode udp.

```
#
# Makefile de compilation des différents exemples udp
# Auteur: Frédéric Lang (fr.lang@free.fr)
#

CC=gcc
CFLAGS=-Wall -Werror

HEADERS=socket_udp.h

SOURCEFILES=client_udp.c serveur_udp.c
EXECFILES=$(SOURCEFILES:.c=)

clean:
        rm -f $(EXECFILES)
        @rm -f $(HEADERS:.h=.h.gch)

all:
        @make $(EXECFILES)

headers:
```

```
	$(CC) $(CFLAGS) -c $(HEADERS)
	@rm -f $(HEADERS:.h=.h.gch)

client_udp: client_udp.c $(HEADERS)
	$(CC) $(CFLAGS) $< -o $@

serveur_udp: serveur_udp.c $(HEADERS)
	$(CC) $(CFLAGS) $< -o $@
```

e) Mise en œuvre

Le serveur attend en premier paramètre le n° de port à utiliser. Si celui-ci n'est pas fourni, il ira alors chercher dans le fichier "/etc/services" la ligne suivante :

```
essai		5000/udp	cours
```

La valeur "5000" étant indiquée ici à titre d'exemple et pouvant être remplacée par tout n° de port non utilisé.
Ce fichier est alors à configurer pour chaque machine (*cf. Administration Unix*).
Il en est de même pour le client qui attend en premier paramètre l'adresse du serveur et en second paramètre le n° de port à utiliser.

3) Communication en AF_UNIX

a) Serveur

Ce programme attend en permanence des connexions en provenance de clients éventuels qui transiteront via un fichier "*socket*".
Dès qu'un client arrive, le serveur génère un processus fils qui aura la charge d'écouter le client pendant que le père se remet en attente (il ne s'arrêtera donc théoriquement jamais).
Le processus fils récupère et affiche les messages venant du client. Dès qu'un message "EOT" arrive, il s'arrête et disparaît.

```
//
// Serveur socket
// Programme destiné à écouter un client via fichier socket
// Auteur: Frédéric Lang (fr.lang@free.fr)
// Usage: prog [fichier_socket]
//

#include <sys/types.h>                  // Types prédéfinis "c"
#include <sys/socket.h>                 // Généralités sockets
#include <sys/param.h>                  // Paramètres et limites système
#include <sys/un.h>                     // Spécifications socket unix
#include <stdio.h>                      // I/O fichiers classiques
#include <signal.h>                     // Signaux de communication
#include <string.h>                     // Gestion chaines de caractères
#include <stdlib.h>                     // Librairie standard Unix
#include <unistd.h>                     // Standards Unix
#include <errno.h>                      // Erreurs système
#include "socket_socket.h"              // Outils communs client et serveur

// Structure de travail socket
typedef struct {
	int sk_connect;                 // Socket de connexion
	int sk_dialog;                  // Socket de dialogue
} t_socket;                             // Type créé

// Fonctions diverses
int init_socket(char*);                 // Initialisation socket
```

```
int client(t_socket*);                                  // Gestion client
int dialogue(int);                                      // Dialogue avec le client
```

```
// Programme principal
int main(
        int argc,                                       // Nbre arguments
        char *argv[])                                   // Ptr arguments
{
        // Déclaration des variables
        t_socket sock;                                  // Socket
        char *fic;                                      // Fichier socket

        // Détournement du signal émis à la mort du fils (il ne reste pas zombie)
        signal(SIGCHLD, SIG_IGN);

        // Initialisation socket sur le serveur demandé en paramètre (ou le serveur par défaut)
        fic=argc >1 ?argv[1] :NAME_SOCKET;
        if ((sock.sk_connect=init_socket(fic)) < 0) {
                fprintf(stderr, "ligne %u - init_socket(%s) - %s\n", __LINE__, fic, strerror(errno));
                exit(errno);
        }
        printf("Socket (%d) initialisée sur fichier [%s]\n", sock.sk_connect, fic);

        // Ecoute de la ligne
        if (listen(sock.sk_connect, 1) < 0) {
                fprintf(stderr, "ligne %u - listen() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
                return errno;
        }
        printf("Socket de connexion (%d) en écoute\n", sock.sk_connect);

        // Attente permanente
        fputc('\n', stdout);
        while (1) {
                printf("ppid=%u, pid=%u, socket=%d, attente entrée...\n", getppid(), getpid(),
sock.sk_connect);

                // Attente connexion client
                if (client(&sock) < 0) {
                        fprintf(stderr, "ligne %u - client() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
                        continue;
                }
        }
        // Pas de sortie de programme - Boucle infinie

        // Fermeture socket et fin théorique du programme (pour être propre)
        close(sock.sk_connect);
        return 0;
}

// Initialisation socket
int init_socket(
        char *fic)                                      // Fichier socket
{
        // Déclaration des variables
        struct sockaddr_un adr_serveur;                 // Adresse socket serveur
        int sock;                                       // Socket de connexion

        // Création socket
        if ((sock=socket(AF_UNIX, SOCK_STREAM, 0)) < 0) {
                fprintf(stderr, "ligne %u - socket() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
```

```
		return -1;
	}
	printf("Socket de connexion créée (%d)\n", sock);
```

```
	// Remplissage adresse socket
	memset(&adr_serveur, 0, sizeof(struct sockaddr_un));
	adr_serveur.sun_family=AF_UNIX;
	strcpy(adr_serveur.sun_path, fic);

	// Effacement fichier socket résiduel
	unlink(fic);

	// Identification socket/réseau
	if (bind(sock, (struct sockaddr*)&adr_serveur, sizeof(struct sockaddr_un)) < 0) {
		fprintf(stderr, "ligne %u - bind() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
		return -2;
	}
	printf("Socket de connexion (%d) identifiée sur le réseau\n", sock);

	// Renvoi socket créée
	return sock;
}

// Gestion du client
int client(
	t_socket *sock)					// Socket de communication
{
	// Déclaration des variables
	int pid;					// Process créé

	// Attente connexion client
	if ((sock->sk_dialog=accept(sock->sk_connect, NULL, NULL)) < 0) {
		fprintf(stderr, "ligne %u - accept() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
		return -1;
	}

	// Client connecté
	printf("ppid=%d, pid=%d, socket=%d - Entrée émise (dialogue=%d)\n", getppid(), getpid(),
sock->sk_connect, sock->sk_dialog);

	// Duplication du process (ne pas oublier de fflusher les flux standards)
	fflush(stdout);
	fflush(stderr);
	switch (pid=fork()) {
		case -1: // Erreur de fork
			close(sock->sk_connect);
			close(sock->sk_dialog);
			fprintf(stderr, "ligne %u - fork() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
			return -2;

		case 0: // Fils
			// Fermeture socket de connexion (inutilisée)
			close(sock->sk_connect);

			// Dialogue avec le client
			if (dialogue(sock->sk_dialog) < 0) {
				fprintf(stderr, "ligne %u - dialogue() - %s\n", __LINE__,
strerror(errno));
				exit(errno);
			}
```

```
                        // Fin du fils
                        close(sock->sk_dialog);
                        printf("\tppid=%d, pid=%d, socket=%d - Entrée raccrochée\n", getppid(),
getpid(), sock->sk_dialog);
                        exit(0);

                default: // Père
                        close(sock->sk_dialog);
        }

        // Fin fonction
        return 0;
}
#include <sys/types.h>                                  // Types prédéfinis "c"

// Dialogue avec le client
int dialogue(
        int sock)                                       // Socket de communication
{
        // Déclaration des variables
        int sz_read;                                    // Nbre octets lus

        char buf[SZ_BUF];                               // Buffer texte
        char *pt;                                       // Pointeur chaine

        // Lecture en boucle sur la socket
        while ((sz_read=read(sock, buf, SZ_BUF)) > 0) {
                // Par précaution, le buffer reçu est transformé en chaine
                buf[sz_read]='\0';

                // Suppression du caractère '\n' éventuel
                if ((pt=strchr(buf, '\n')) != NULL) *pt='\0';

                // Mémorisation chaine contient "EOT" (optimisation)
                pt=strcmp(buf, "EOT") != 0 ?buf :NULL;

                // Affichage chaine reçue
                printf("\tppid=%u, pid=%u, socket=%d - Le serveur a lu %d [%s]%s\n", getppid(),
getpid(), sock, sz_read, buf, pt != NULL ?"" :" => Fin de communication");

                // Si la chaine contient "EOT"
                if (pt == NULL) break;
        }

        // Si l'arrêt de la lecture est dû à une erreur
        if (sz_read < 0) {
                fprintf(stderr, "ligne %u - read() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
                return -1;
        }

        // Fin fonction
        printf("\tppid=%u, pid=%u, socket=%d - Client terminé\n", getppid(), getpid(), sock);
        return 0;
}
```

b) Client

Ce programme essaye en permanence de se connecter via un fichier "*socket*" sur un serveur situé sur la même machine. Une fois connecté, le client attend une chaîne au clavier et envoie la chaîne tapée au serveur.
Le client s'arrête dès qu'on entre la chaîne "EOT".

```
//
// Client socket
// Programme destiné à écrire des chaines dans un fichier socket
// Auteur: Frédéric Lang (fr.lang@free.fr)
// Usage: prog [fichier_socket]
//

#include <sys/types.h>                          // Types prédéfinis "c"
#include <sys/socket.h>                         // Généralités sockets
#include <sys/param.h>                          // Paramètres et limites système
#include <sys/un.h>                             // Spécifications socket unix
#include <stdio.h>                              // I/O fichiers classiques
#include <string.h>                             // Gestion chaines de caractères
#include <stdlib.h>                             // Librairie standard Unix
#include <unistd.h>                             // Standards Unix
#include <errno.h>                              // Erreurs système
#include "socket_socket.h"                      // Outils communs client et serveur

// Fonctions diverses
int init_socket(char*);                         // Initialisation socket

// Programme principal
int main(
        int argc,                               // Nbre arg.
        char *argv[])                           // Ptr arguments
{
        // Déclaration des variables
        int sock;                               // Socket
        char *fic;                              // Nom fichier socket

        char buf[SZ_BUF];                       // Buffer texte
        char *pt;                               // Ptr de chaine

        // Initialisation socket sur le serveur demandé en paramètre (ou le serveur par défaut)
        fic=argc >1 ?argv[1] :NAME_SOCKET;
        if ((sock=init_socket(fic)) < 0) {
                fprintf(stderr, "ligne %u - init_socket(%s) - %s\n", __LINE__, fic, strerror(errno));
                exit(errno);
        }
        printf("Initialisation socket (fichier=%s, socket=%d)\n", fic, sock);

        // Saisie et envoi de la chaîne en boucle
        do {
                // Saisie de la chaîne
                fputs("Entrer chaine (EOT pour finir) :", stdout); fflush(stdout);
                fgets(buf, SZ_BUF, stdin);

                // Suppression du caractère '\n' éventuel
                if ((pt=strchr(buf, '\n')) != NULL) *pt='\0';

                // Envoi de la chaîne sur la socket (ne pas oublier le '\0')
                if (write(sock, buf, strlen(buf) + 1) < 0)
                        fprintf(stderr, "ligne %u - write(%s) - %s\n", __LINE__, buf, strerror(errno));
        } while (strcmp(buf, "EOT") != 0);

        // Fermeture socket et fin du programme
        close(sock);
        return 0;
}

// Initialisation socket
int init_socket(
```

```
        char *fic)                                          // Nom fichier socket
{
        // Déclaration des variables
        struct sockaddr_un adr_serveur;                     // Adresse socket serveur
        int sock;                                           // Socket

        // Remplissage adresse socket
        memset(&adr_serveur, 0, sizeof(struct sockaddr_un));
        adr_serveur.sun_family=AF_UNIX;
        strcpy(adr_serveur.sun_path, fic);

        // Création socket
        if ((sock=socket(AF_UNIX, SOCK_STREAM, 0)) < 0) {
                fprintf(stderr, "ligne %u - socket() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
                return -3;
        }
        printf("Socket (%d) créée\n", sock);

        // Tentative de connexion en boucle permanente
        fputc('\n', stdout);
        while (1) {
                // Connexion au serveur
                if (connect(sock, (struct sockaddr*)&adr_serveur, sizeof(struct sockaddr_un)) == 0)
                        break;

                fprintf(stderr, "ligne %u - connect() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
                sleep(5);
        }
        printf("Connexion réussie (socket=%d)\n", sock);

        // Fin fonction
        return sock;
}
```

c) Headers

Le header commun aux deux programmes. Il est inclus par le client et le serveur sous le nom de "socket_socket.h".

```
//
// Header commun aux programmes de communication via socket Unix
// Auteur: Frédéric lang (fr.lang@free.fr)
//

#ifndef _SOCKET_SOCKET_H_
#define _SOCKET_SOCKET_H_

#define NAME_SOCKET             ("socket_file")         // Nom fichier socket
#define SZ_BUF                  (256)                   // Taille buffer

#endif //_SOCKET_SOCKET_H_
```

d) Makefile

Aide à la compilation totale ou ciblée des différents exemples de la communication mode socket.

```
#
# Makefile de compilation des différents exemples socket
# Auteur: Frédéric Lang (fr.lang@free.fr)
#

CC=gcc
CFLAGS=-Wall -Werror
```

```
HEADERS=socket_socket.h

SOURCEFILES=client_socket.c serveur_socket.c
EXECFILES=$(SOURCEFILES:.c=)

clean:
	rm -f $(EXECFILES)
	@rm -f $(HEADERS:.h=.h.gch)

all:
	@make $(EXECFILES)

headers:
	$(CC) $(CFLAGS) -c $(HEADERS)
	@rm -f $(HEADERS:.h=.h.gch)

client_socket: client_socket.c $(HEADERS)
	$(CC) $(CFLAGS) $< -o $@

serveur_socket: serveur_socket.c $(HEADERS)
	$(CC) $(CFLAGS) $< -o $@
```

e) Mise en œuvre

Le serveur et le client attendent en premier paramètre le nom du fichier socket à utiliser sinon ils en utilisent un par défaut.

4) Communication via xinetd en AF_INET

a) Serveur

Rappelons que toute la phase d'initialisation des sockets est faite via le daemon "*xinetd*". Le serveur n'est lancé qu'à partir du moment où "*xinetd*" a détecté un client arrivant donc le serveur est certain que le client existe. Il se contente donc juste de communiquer avec lui via les flux standards d'entrée/sortie (connus classiquement par les numéros "*0*" et "*1*" représentant "*stdin*" et "*stdout*"). Il peut en plus être utilisé à la fois en mode "connecté" et en mode "déconnecté".

Toutefois étant exécuté en mode "*daemon*", il ne possède aucun terminal pour afficher ses informations. Si on veut avoir une trace de son travail, il doit l'enregistrer dans un fichier log.

```
//
// Serveur xinetd
// Auteur: Frédéric Lang (fr.lang@free.fr)
// Usage: prog
//

#include <stdio.h>                                  // I/O fichiers classiques
#include <string.h>                                 // Gestion chaines de
caractères
#include <errno.h>                                  // Erreurs système
#include <unistd.h>                                 // Standards Unix

#define SZ_BUF              (256)                   // Taille buffer
#define NAME_LOG            ("/tmp/serveur.log")    // Nom fichier log

// Fonctions diverses
void write_argv(FILE*, char **);                    // Ecriture arguments dans flux

// Ecriture arguments dans flux
void write_argv(
```

```
        FILE *fp,                                       // Pointeur fichier
        char **argv)                                    // Ptr arguments
{
        // Affichage args
        fprintf(fp, "argv=%s", *argv++);
        while (*argv) {
                fprintf(fp, ", %s", *argv);
                argv++;
        }
}

// Programme principal
int main(
        int argc,                                       // Nbre arguments
        char *argv[])                                   // Ptr arguments
{
        // Déclaration des variables
        int sz_read;                                    // Nbre octets lus
        char *pt;                                       // Pointeur chaine
        char buf[SZ_BUF];                               // Buffer texte
        FILE *fp;                                       // Pointeur fichier

        // Ouverture fichier log
        if ((fp=fopen(NAME_LOG, "a")) == NULL) {
                fprintf(stderr, "ligne %u - fopen(%s) - %s\n", __LINE__, NAME_LOG,
strerror(errno));
                return errno;
        }

        // Lecture en boucle sur la socket (reportée sur le flux standard input)
        while ((sz_read=read(STDIN_FILENO, buf, SZ_BUF)) > 0) {
                // Par précaution, le buffer reçu est transformé en chaine
                buf[sz_read]='\0';

                // Suppression du caractère '\n' éventuel
                if ((pt=strchr(buf, '\n')) != NULL) *pt='\0';

                // Mémorisation chaine contient "EOT" (optimisation)
                pt=strcmp(buf, "EOT") != 0 ?buf :NULL;

                // Affichage chaine reçue
                fprintf(fp, "pid=%u (", getpid());
                write_argv(fp, argv);
                fprintf(fp, "): Le serveur a lu %d [%s]%s\n", sz_read, buf, pt != NULL ?"" :" => Fin
de communication");
                fflush(fp);

                // Si la chaine contient "EOT"
                if (pt == NULL) break;
        }

        // Fermeture fichier log
        fprintf(fp, "pid=%u (", getpid());
        write_argv(fp, argv);
        fputs("): Client terminé\n", fp);
        fclose(fp);

        // Si l'arrêt de la lecture est dû à une erreur
        if (sz_read < 0) {
                fprintf(stderr, "ligne %u - read() - %s\n", __LINE__, strerror(errno));
                return errno;
        }
```

```
	// Fin du serveur
	return 0;
}
```

b) Client mode "connecté" ou "non-connecté" en AF-INET

Du côté client, rien ne change. Le client reste exactement le même que dans les exemples précédent mode "connecté" ou "non-connecté" en AF-INET.

c) Makefile

Aide à la compilation totale ou ciblée des différents exemples de la communication via xinetd.

```
#
# Makefile de compilation des différents exemples xinetd
# Auteur: Frédéric Lang (fr.lang@free.fr)
#

CC=gcc
CFLAGS=-Wall -Werror

HEADERS=

SOURCEFILES=serveur_xinetd.c
EXECFILES=$(SOURCEFILES:.c=)

clean:
	rm -f $(EXECFILES)
	@rm -f $(HEADERS:.h=.h.gch)

all:
	@make $(EXECFILES)

headers:
	$(CC) $(CFLAGS) -c $(HEADERS)
	@rm -f $(HEADERS:.h=.h.gch)

serveur_xinetd: serveur_xinetd.c $(HEADERS)
	$(CC) $(CFLAGS) $< -o $@
```

d) Mise en œuvre

Il faut commencer par rajouter dans le fichier "/etc/services" de chaque machine (*cf. Administration Unix*) la ligne suivante :

```
essai		5000/udp		cours
```

La valeur "5000" étant indiquée ici à titre d'exemple et pouvant être remplacée par tout n° de port non utilisé.

Il faut ensuite créer une entrée du même nom que le service (ici "essai") dans le dossier "/etc/xinetd.d".

```
# Description: Serveur d'essai
# Auteur: Frédéric Lang (fr.lang@free.fr)
# Fichier à copier sous le nom "essai" dans /etc/xinetd.d
# Toute modification/recompilation du serveur doit être suivie d'un reload de xinetd

# Version tcp
service essai
{
	disable		= no
```

```
        id              = essai-stream
        socket_type     = stream
        protocol        = tcp
        user            = root
        wait            = no
        server          = /tmp/serveur_xinetd
        server_args     = stream
        log_type        = FILE /tmp/essai.log
        log_on_success  = PID HOST USERID DURATION EXIT
        log_on_failure  = HOST USERID ATTEMPT
}

# Version udp
service essai
{
        disable         = no
        id              = essai-dgram
        socket_type     = dgram
        protocol        = udp
        user            = root
        wait            = no
        server          = /tmp/serveur_xinetd
        server_args     = dgram
        log_type        = FILE /tmp/essai.log
        log_on_success  = PID HOST USERID DURATION EXIT
        log_on_failure  = HOST USERID ATTEMPT
}
```

Explication des paramètres :

- ✓ disable : permet d'activer/désactiver le serveur,
- ✓ id : chaine (texte libre) qui sera reprise dans les logs,
- ✓ socket_type : type de la socket (stream/dgram),
- ✓ protocol : protocole (tcp/udp),
- ✓ user : user sous lequel sera lancé le serveur,
- ✓ wait : demande au daemon d'attendre que le serveur ait fini avec un client avant d'en accepter un autre,
- ✓ server : chemin d'accès au serveur (on considère ici que le serveur à activer se nomme "*/tmp/serveur_xinetd*"),
- ✓ server_args : arguments transmis au serveur à son lancement,
- ✓ log_type : type de rapport produit par "*xinetd*" lorsqu'il active le serveur (à ne pas confondre avec le fichier "log" qui sera créé par le serveur d'exemple et qui contiendra les messages transmis par le client),
- ✓ log_on_success : informations fournies dans le rapport quand le serveur a été activé sans erreur,
- ✓ log_on_failure : informations fournies dans le rapport quand l'activation du serveur a échoué.

INDEX