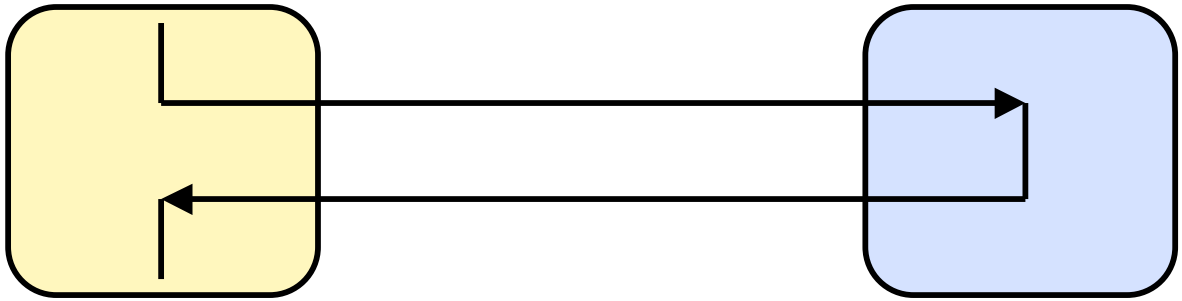
Communication par *sockets*

Olivier Dalle
Université de Nice - Sophia Antipolis
http://deptinfo.unice.fr/
D'après le cours original de
Sacha Krakowiak
Université Joseph Fourier
Projet Sardes (INRIA et IMAG-LSR)

http://sardes.inrialpes.fr/~krakowia

Rappel : le réseau vu de l'utilisateur (1)

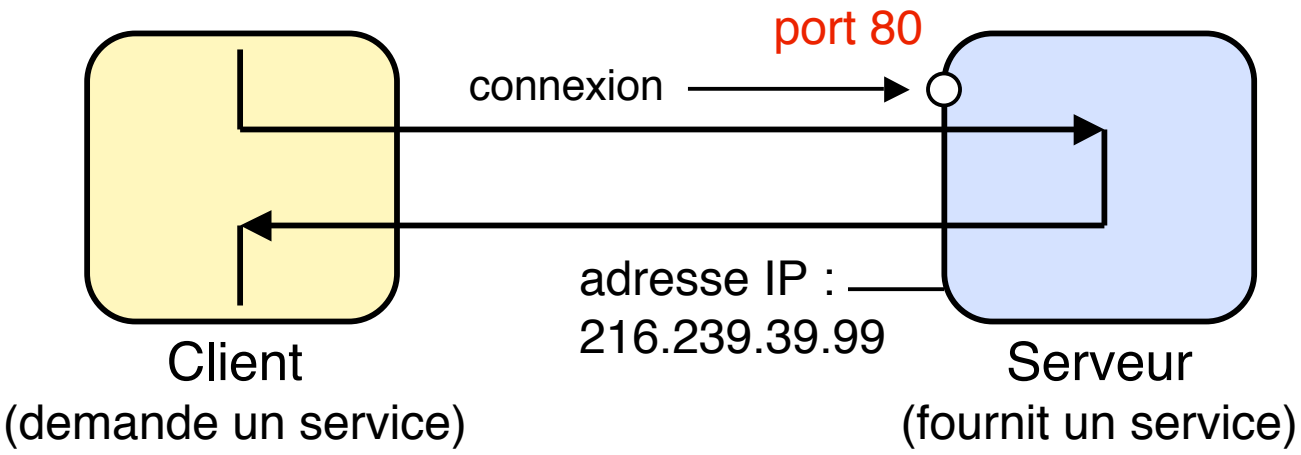


Le schéma client-serveur a été vu en TD pour des processus sur une même machine. Ce schéma se transpose à un réseau, où les processus client et serveur sont sur des machines différentes.

Pour le client, un service est souvent désigné par un nom symbolique (par exemple `mail`, `http://...`, `telnet`, etc.). Ce nom doit être converti en une adresse interprétable par les protocoles du réseau.

La conversion d'un nom symbolique (par ex. `http://www.google.com`) en une adresse IP (216.239.39.99) est à la charge du service DNS

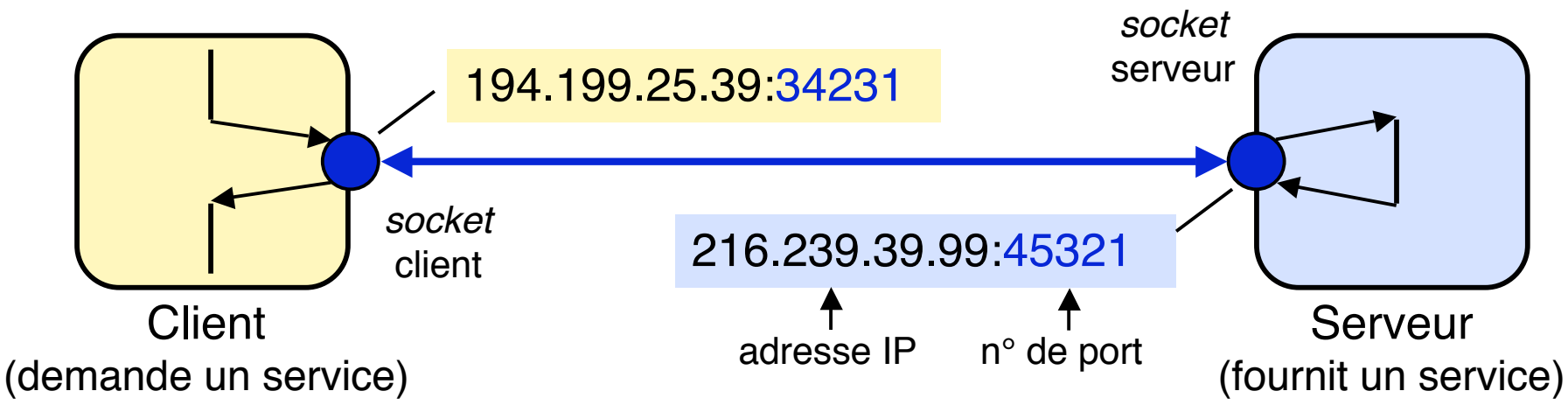
Le réseau vu de l'utilisateur (2)



En fait, l'adresse IP du serveur ne suffit pas, car le serveur (machine physique) peut comporter différents services; il faut préciser le service demandé au moyen d'un numéro de port, qui permet d'atteindre un processus particulier sur la machine serveur.
Un numéro de port comprend 16 bits (0 à 65 535). Les numéros de 0 à 1023 sont réservés, par convention, à des services spécifiques. Exemples :

7 : echo
80 : serveur web
23 : telnet (connexion à distance)
25 : mail

Le réseau vu de l'utilisateur (3)



Pour programmer une application client-serveur, il est commode d'utiliser les *sockets* (disponibles en particulier sous Unix). Les *sockets* fournissent une interface qui permet d'utiliser facilement les protocoles de transport TCP et UDP

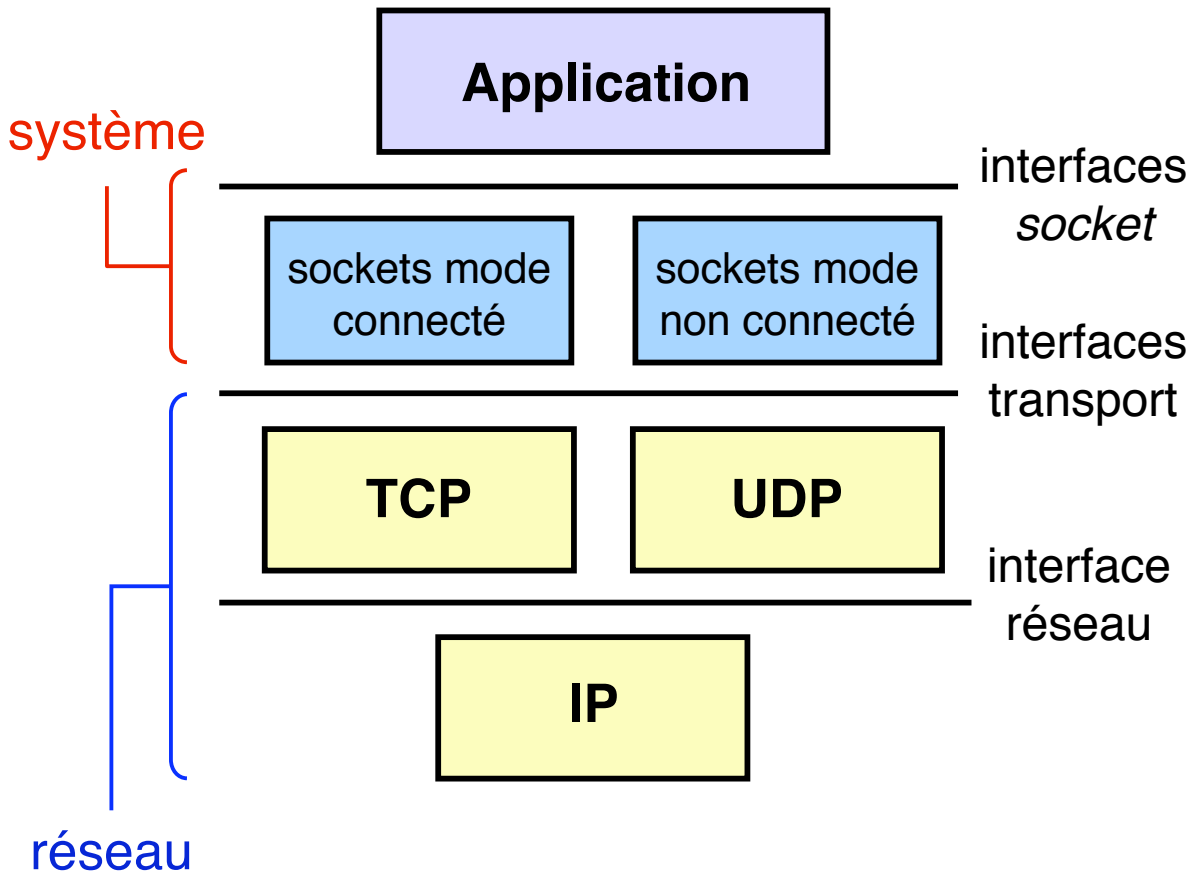
Une *socket* est simplement un moyen de désigner l'extrémité d'une connexion, côté émetteur ou récepteur, en l'associant à un port. Une fois la connexion (bidirectionnelle) établie via des *sockets* entre un processus client et un processus serveur, ceux-ci peuvent communiquer en utilisant les mêmes primitives (*read*, *write*) que pour l'accès aux fichiers.

Place des *sockets*

Les *sockets* fournissent une interface d'accès, à partir d'un hôte, aux interfaces de transport TCP et UDP

TCP (mode connecté) : une liaison est établie au préalable entre deux hôtes, et ensuite les messages (plus exactement des flots d'octets) sont échangés sur cette liaison

UDP (mode non connecté) : aucune liaison n'est établie. Les messages sont échangés individuellement



Nous ne considérons que des *sockets* en mode **connecté**

Le protocole TCP

Principales caractéristiques de TCP

Communication bidirectionnelle par flots d'octets

Transmission fiable

Fiabilité garantie dès lors que la liaison physique existe

Transmission ordonnée

Ordre de réception identique à l'ordre d'émission

Contrôle de flux

Permet au récepteur de limiter le débit d'émission en fonction de ses capacités de réception

Contrôle de congestion

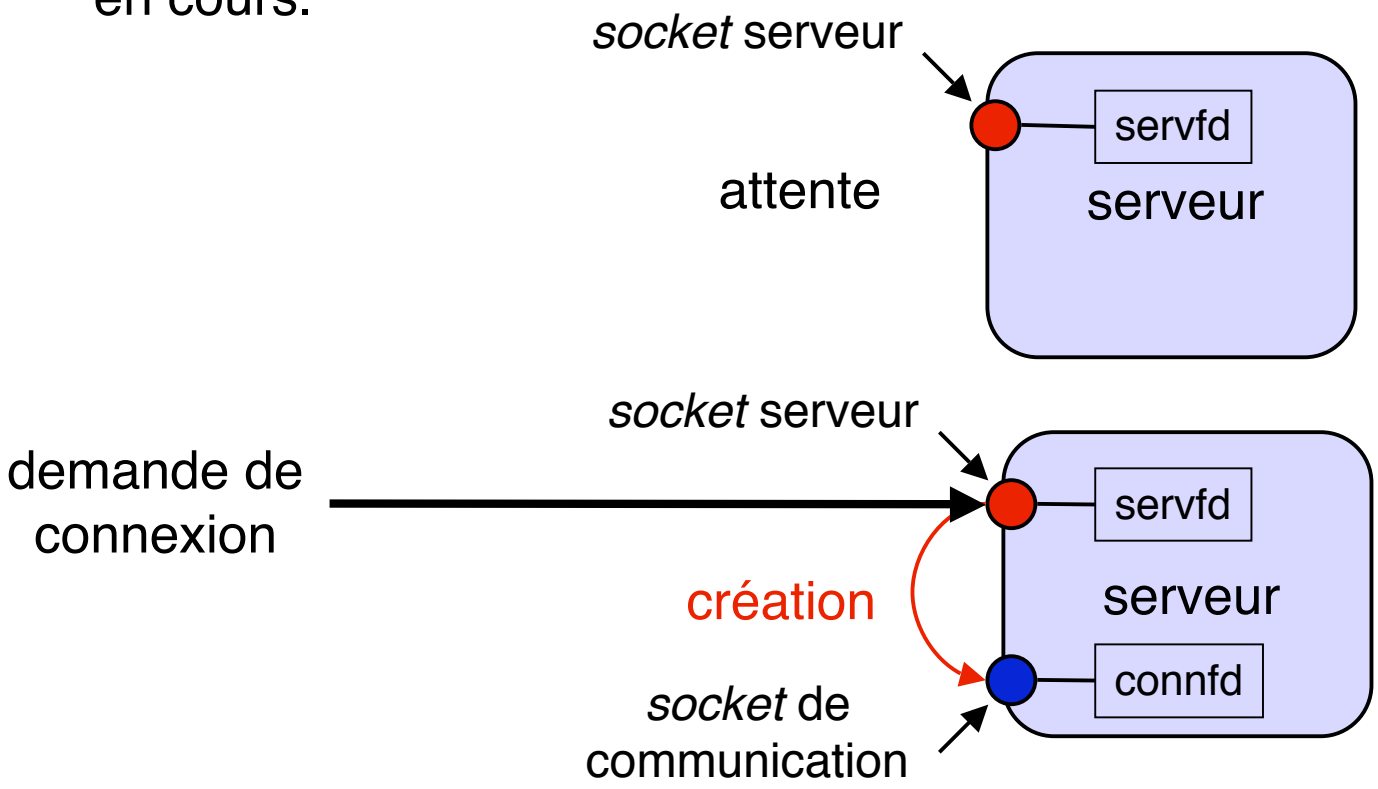
Permet d'agir sur le débit d'émission pour éviter la surcharge du réseau

ne pas confondre contrôle de flux (entre récepteur et émetteur) et contrôle de congestion (entre réseau et émetteur)

Sockets côté serveur (1)

Un serveur fournit un service à des clients. Il doit donc attendre une demande, puis la traiter.

Les fonctions d'attente et de traitement sont séparées, pour permettre au serveur d'attendre de nouvelles demandes pendant qu'il traite des requêtes en cours.

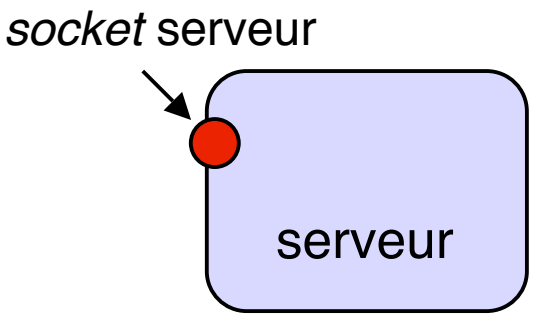


La *socket* serveur est associée à un port connu (par ex. port 80 pour un serveur web, etc.)

La *socket* de communication est associée au même numéro de port que la *socket* serveur, mais avec un descripteur différent

Sockets côté serveur (2)

On procède en 4 étapes, décrites schématiquement ci-après (détails plus tard)

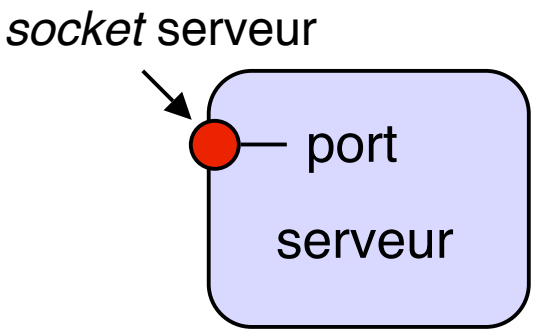


Étape 1 : créer une *socket* :

```
connsock = socket.socket(socket.AF_INET,
                         socket.SOCK_STREAM, 0)
```

Internet — TCP — protocole, sans usage ici

connsock est un objet socket

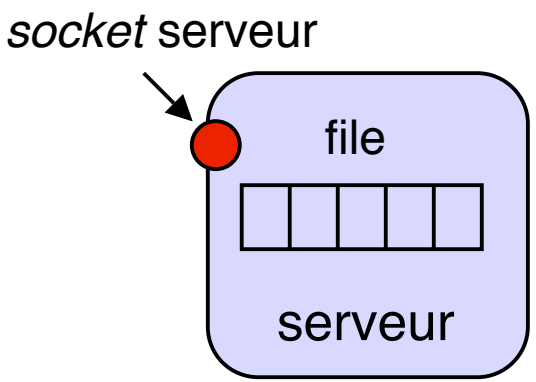


Étape 2 : associer la *socket* à un port:

Créer un adresse locale (couple {adresse,port})

```
serveraddr = ("",5678)
connsock.bind(serveraddr)
```

Sockets côté serveur (3)



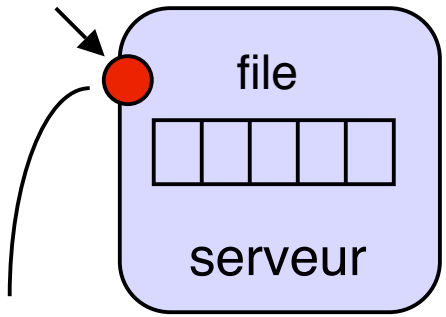
Étape 3 : indiquer que c'est une *socket* serveur

```
QUEUE_SIZE = 5   # par exemple
connsock.listen(QUEUE_SIZE)
```

Taille max de la file d'attente des demandes

Une *socket* serveur est en attente de demandes de connexion. Si une demande arrive pendant qu'une autre est en cours de traitement, elle est placée dans une file d'attente. Si une demande arrive alors que la file est pleine, elle est rejetée (pourra être refaite plus tard) ; voir primitive `connect` plus loin.

Sockets côté serveur (4)

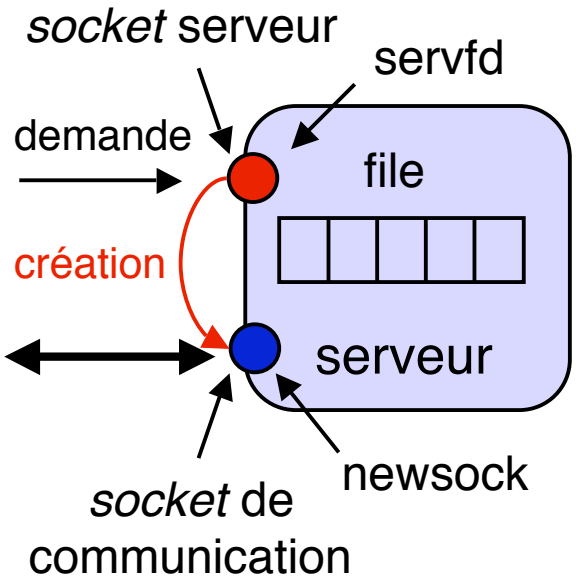


Étape 4a : se mettre en attente des demandes

```
newsock,(addr,port) = socket.accept()
```

la primitive `accept` est **bloquante**

prête à accepter les demandes de connexion



Étape 4b : après acceptation d'une demande

```
newsock,(addr,port) = socket.accept()
```

nouvel objet socket
Il sera utilisé pour envoyer ou recevoir des données sur la nouvelle connexion

adresse et port du client qui a initié la nouvelle connexion.

Résumé des primitives pour les *sockets* côté serveur

```
import socket

sock = socket.socket(domain, type, protocol)
   # crée une socket client ou serveur, renvoie descripteur)

sock.bind((addr,port))
   # associe une socket à une adresse locale

sock.listen(maxqueuesize)
   # déclare une socket comme serveur avec taille max queue

readsock = sock.accept()
   # met une socket serveur en attente de demandes de connexion
```

Il existe en outre une primitive `select`, traitée plus loin.

Sockets côté client (1)

On procède en 2 étapes, décrites schématiquement ci-après

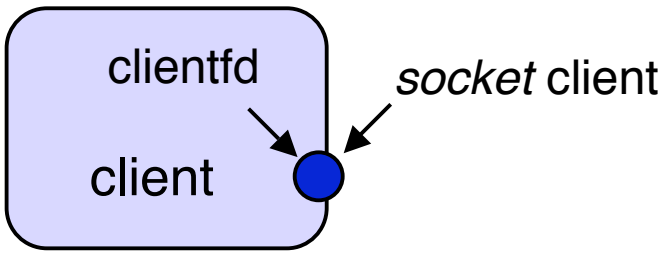
On suppose que l'on connaît l'adresse d'un serveur et le numéro de port d'une *socket* serveur sur celui-ci (un processus serveur est en attente sur ce port)

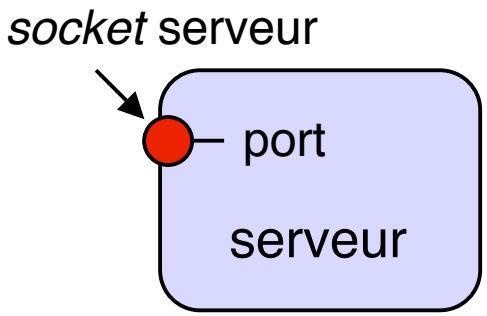
Étape 1 : créer une *socket* :

```
clisock = socket.socket(socket.AF_INET,
                        socket.SOCK_STREAM, 0)
```

Internet — TCP — protocole, sans usage ici

N.B. : opération identique à la création d'une *socket* serveur





Le serveur est en attente sur la *socket* (`accept`)

Sockets côté client (2)

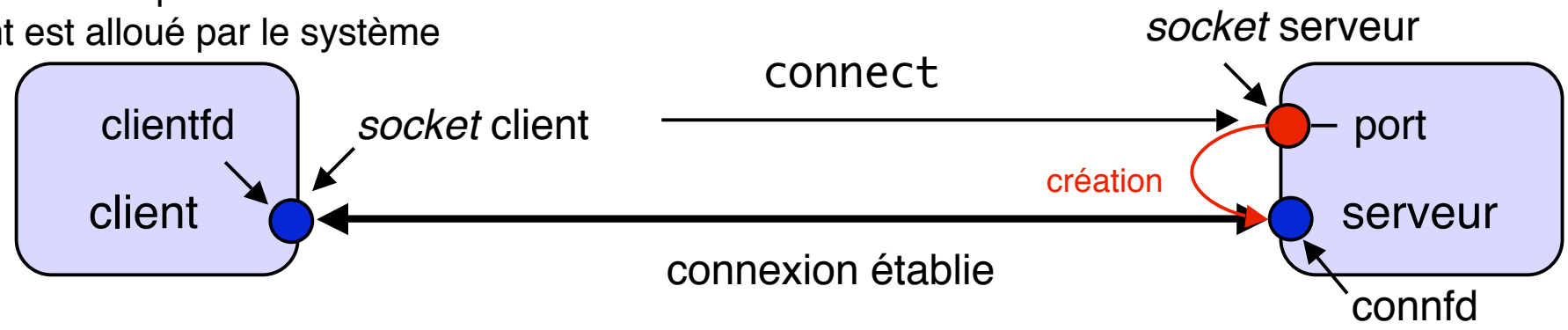
Étape 2 : établir une connexion entre la socket client et le serveur

```
addr = ("www.unice.fr",80)
  # remplir serveraddr avec adresse et n° port du serveur

clisock.connect(addr)
  # renvoie 0 si succès, 1 si échec
```

`connect` envoie une demande de connexion vers la *socket* serveur

le numéro de port associé à la *socket* client est alloué par le système



Le client et le serveur peuvent maintenant dialoguer sur la connexion

Résumé des primitives pour les *sockets* côté client

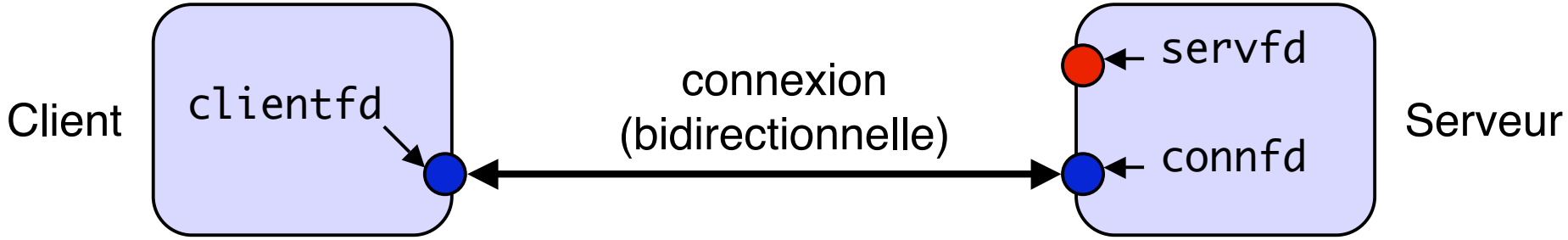
```
import socket

clisock = socket.socket(domain, type, protocol);
   # crée une socket client ou serveur, renvoie descripteur)

clisock.connect((addr,port))
   # envoie une demande de connexion à un serveur sur un
   # port donné
```

Échanges sur une connexion entre *sockets*

Une fois la connexion établie, le client et le serveur disposent chacun d'un object socket vers l'extrémité correspondante de la connexion.
Cet objet fonctionne de façon un peu similaire à un descripteur de fichier : on peut l'utiliser pour les méthodes `recv` et `send` ; on le ferme avec `close`.



Un application client-serveur avec *sockets* (1)

Principes de la programmation d'une application avec *sockets* (les déclarations sont omises).

Côté serveur :

```
listensock = socket.socket(socket.AF_INET,socket.SOCK_STREAM,0)
listensock.bind(("",port))
listensock.listen(5)
# crée une socket serveur associée au numéro de port "port"
while True:
        connfd,(fromaddr,fromport) = listensock.accept()
        # accepte la connexion d'un client
        # on peut communiquer avec ce client sur connfd
        server_body(connfd) # le serveur proprement dit...
        # lit les requêtes et renvoie les réponses sur connfd
        # lorsque ce serveur se termine, on ferme la connexion
        connfd.close()
        # maintenant on va accepter la prochaine connexion
```

Un application client-serveur avec *sockets* (2)

Principes de la programmation d'une application avec *sockets* (les déclarations sont omises).

Côté client :

```
clisock = socket.socket(socket.AF_INET,socket.SOCK_STREAM,0)
clisock.connect(("www.unice.fr",port))
 # ouvre une connexion vers le serveur
client_prog(clisock)
 # envoyer requêtes et recevoir réponses avec clientfd
 # en utilisant recv et send

 # à la fin des échanges, fermer le descripteur
clisock.close()
```

Un application client-serveur avec *sockets* (3)

Pour exécuter l'application :

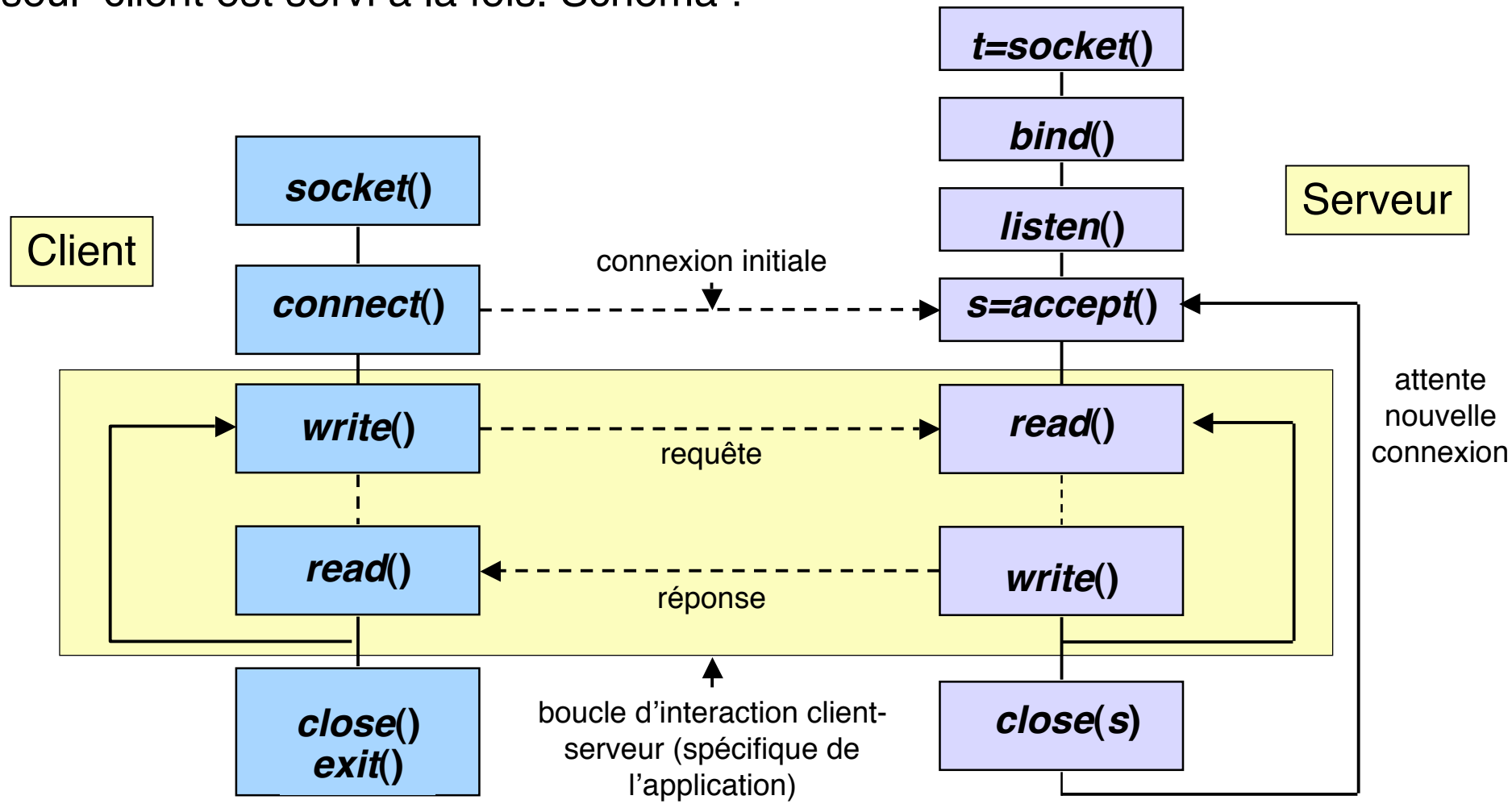
Lancer le programme serveur sur une machine, en indiquant un numéro de port (>1023, les numéros ≤1023 sont réservés) ; de préférence en travail de fond

Lancer le programme client sur une autre machine (ou dans un autre processus de la même machine), en spécifiant adresse du serveur et numéro de port

N.B. On n'a pas prévu d'arrêter le serveur (il faut tuer le processus qui l'exécute). Dans une application réelle, il faut prévoir une commande pour arrêter proprement le serveur

Client-serveur en mode itératif

Les programmes précédents réalisent un serveur en **mode itératif** : un seul client est servi à la fois. Schéma :

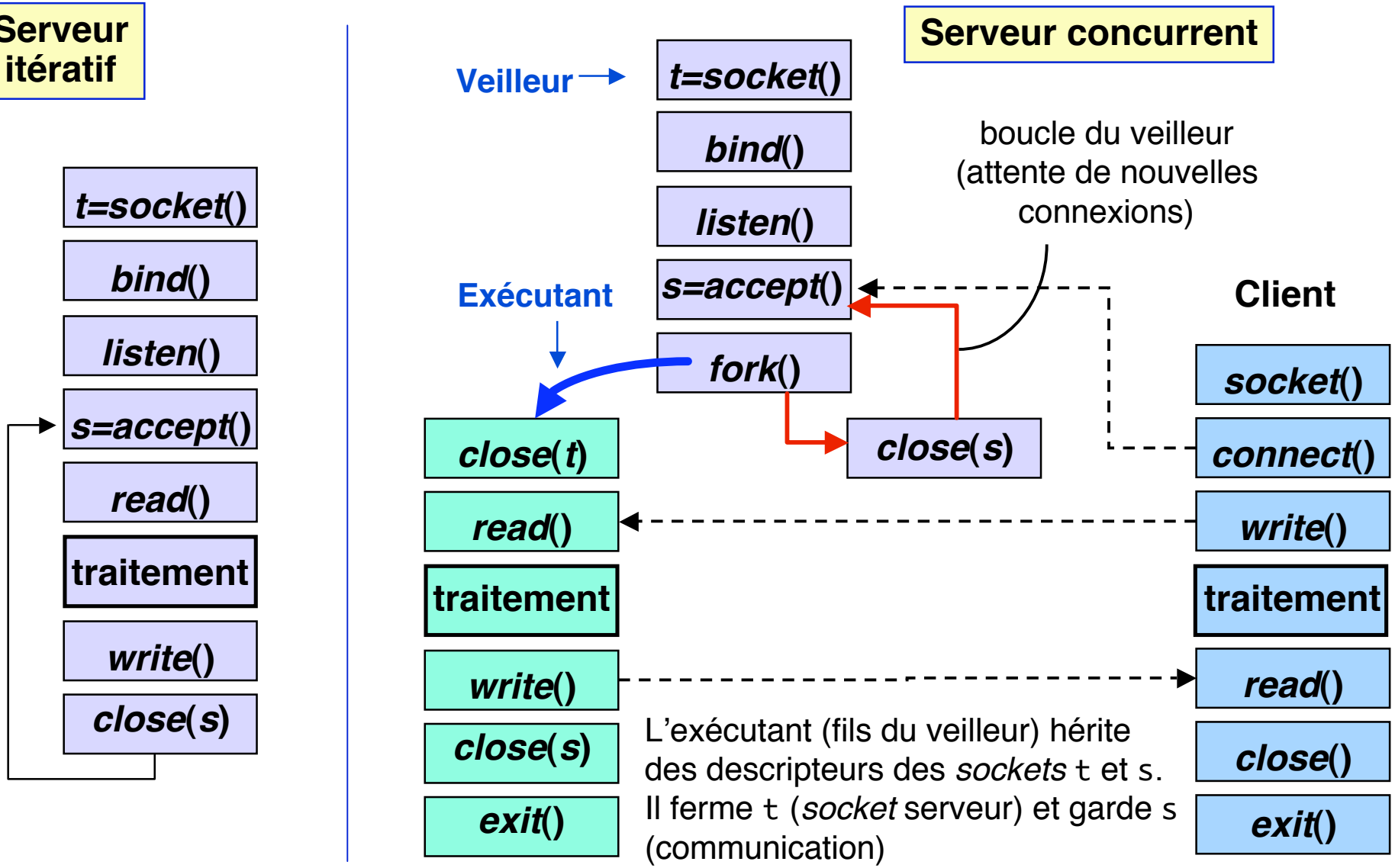


Client-serveur en mode concurrent (1)

Pour réaliser un serveur en **mode concurrent**, une solution consiste à créer un nouveau processus pour servir chaque demande de connexion, le programme principal du serveur ne faisant que la boucle d'attente sur les demandes de connexion.

Donc il y a un processus principal (appelé *veilleur*) qui attend sur `accept()`. Lorsqu'il reçoit une demande de connexion, il crée un processus fils (appelé *exécutant*) qui va interagir avec le client. Le veilleur revient se mettre en attente sur `accept()`. Plusieurs exécutants peuvent exister simultanément.

Client-serveur en mode concurrent (2)



La primitive select.select

- Par défaut l'appel à read ou recv est **bloquant**
  - **S'il n'y a rien a lire, on attend indéfiniment...**
- Comment lire et recevoir de plusieurs sources en meme temps ?
  - Par exemple attendre en même temps:
    - soit une entrée au clavier => lire fd=0
    - soit l'arrivée d'un message sur un socket connecté =>lire listensock
    - soit l'arrivée d'une demande de connection => lire connsock
    - ...
  - **Pb:** si je me bloque en attendant sur fd=0 (stdin=clavier), je ne peux pas savoir ce qui se passe sur listensock ou connsock
- **Solutions**
  - **Serveur concurrent**
  - **select.select**

Exemple d'utilisation de select.select

```
liste_lectures = [clisock,sys.stdin]
# en entrée on surveille clisock et sys.stdin
liste_ecritures,liste_erreurs = [],[]
# en écriture et en erreur on ne surveille rien
readers,writers,errors =
     select.select(liste_lectures,liste_ecritures,
                   liste_erreurs,delai)
# on recupère le résultat de l'attente dans 3 listes
for input in readers:
       if input == clisock:
           # ici on a quelque chose a lire sur clisock
           msg = clisock.recv(1000)  # ne bloque pas !
       if input == sys.stdin:
           # ici on a quelque chose a lire sur stdin
           msg = sys.stdin.readline()  # ne bloque pas
```

Résumé de la séance 7

- **Communication par *sockets* en mode connecté**
  - **Principe**
  - **Primitives** `socket`, `bind`, `listen`, `accept`, `connect`
  - **Utilisation des primitives**
- **Programmation client-serveur avec *sockets***
  - **Serveur itératif**
  - **Serveur à processus concurrents**
- **Select**