Sys 1- Amphi 7

Introduction aux réseaux - utiliser les socket TCP

Guillaume DIDIER - 17/10/2023

Sys 1 - Amphi 7

Programme du jour

- Introduction du cours
- Introduction aux Réseaux
- Utilisation de socket TCP, premier aperçu de la couche applicative

Introduction du cours

Qui suis-je ?

DGA DIRECTION GÉNÉRALE DE L'ARMEMENT — Maîtrise de l'information

Ingénieur de l'Armement
Évaluateur logiciel

Inria — UMR IRISA

Collaborateur Scientifique

Équipe TARAN - 1j / semaine
Sécurité des Micro-architectures

UMR IRISA — ENS | PSL

Thèse (2019 - 2022)

Carnegie Mellon University Electrical & Computer ENGINEERING

École d'application (2018-2019)

l'X ÉCOLE POLYTECHNIQUE UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY

2014 - 2017

Introduction du cours - Motivation

Pourquoi étudier les réseaux

- Sujet intéressant pour coder en C
- Les réseaux sont partout:
  - Débat politiques
  - Grilles de calcul
  - Systèmes distribués
- C’est au programme de l’Agrégation
- Domaine de recherche toujours actif
  - Beaucoup de questions théoriques non-résolues

Introduction du cours

Objectifs - Contenu

- Fondamentaux pour comprendre les réseaux
- Concepts
  - Modèle en couche
  - Notion de protocoles
  - Hiérarchie
- Quelques protocoles à titre d'*exemple*
  - HTTP, DNS, TCP, UDP, IP, routage, quelques idées sur les liens

Introduction du cours

Organisation

- 7 CM - 1h30 - Mardi matin avec moi
  - Les slides ne sont pas un support de cours
  - Prenez des notes
  - Support de références: Kurose, CS:APP, Notes de Martin
- 7 Séances pratiques - 1h30 - Mardi après avec Nicolas et Mathieu
  - Un projet (à 2) - 3 séances
  - Un TP (solo) - 2 séances
  - Un TD
  - Révisions
- Note:
  - Projet 25%
  - TP 25%
  - Partiel 50%
  - DM 10%
- Pour les questions:
  - Je suis sur en vocal discord les jeudi de 18h à 19h, profitez-en
  - Message sur le discord ENS
  - Mail guillaume.didier@inria.fr, nicolas.bailluet@ens-rennes.fr, mathieu.laurent@ens-rennes.fr
  - On peut prendre RDV

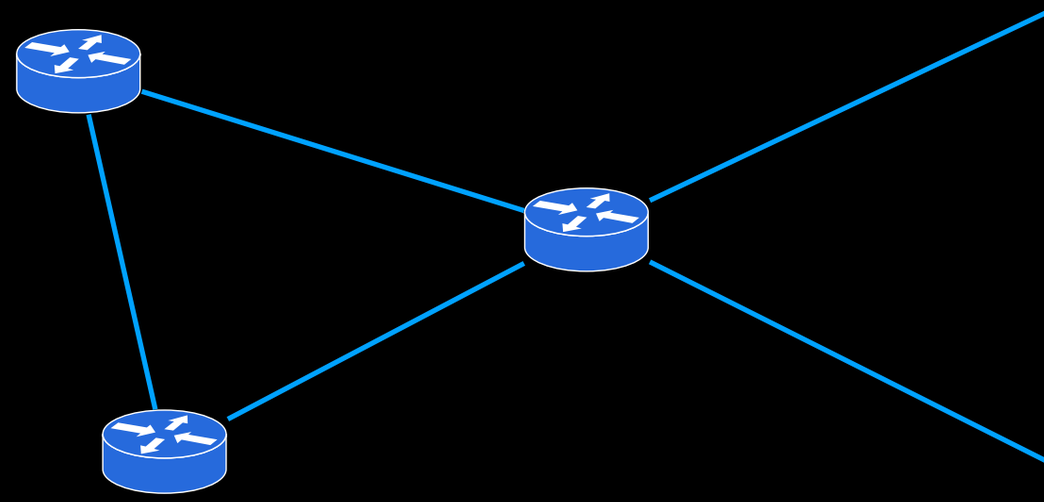
Introduction du cours

Règles du jeu

- Your own work !
  - Discuter OUI - Partager du code NON
  - Prendre du code d’internet ?
    - Pas de fraction significative de la solution
    - Citation de la source
  - Mathieu, Nicolas et Moi somme là pour vous aider, même sur votre code.
- Ne restez pas bloqués
- Prenez soin de vous, si soucis perso / santé etc, on peut s’arranger
- Lisez le syllabus

Introduction aux réseaux

Let’s get started

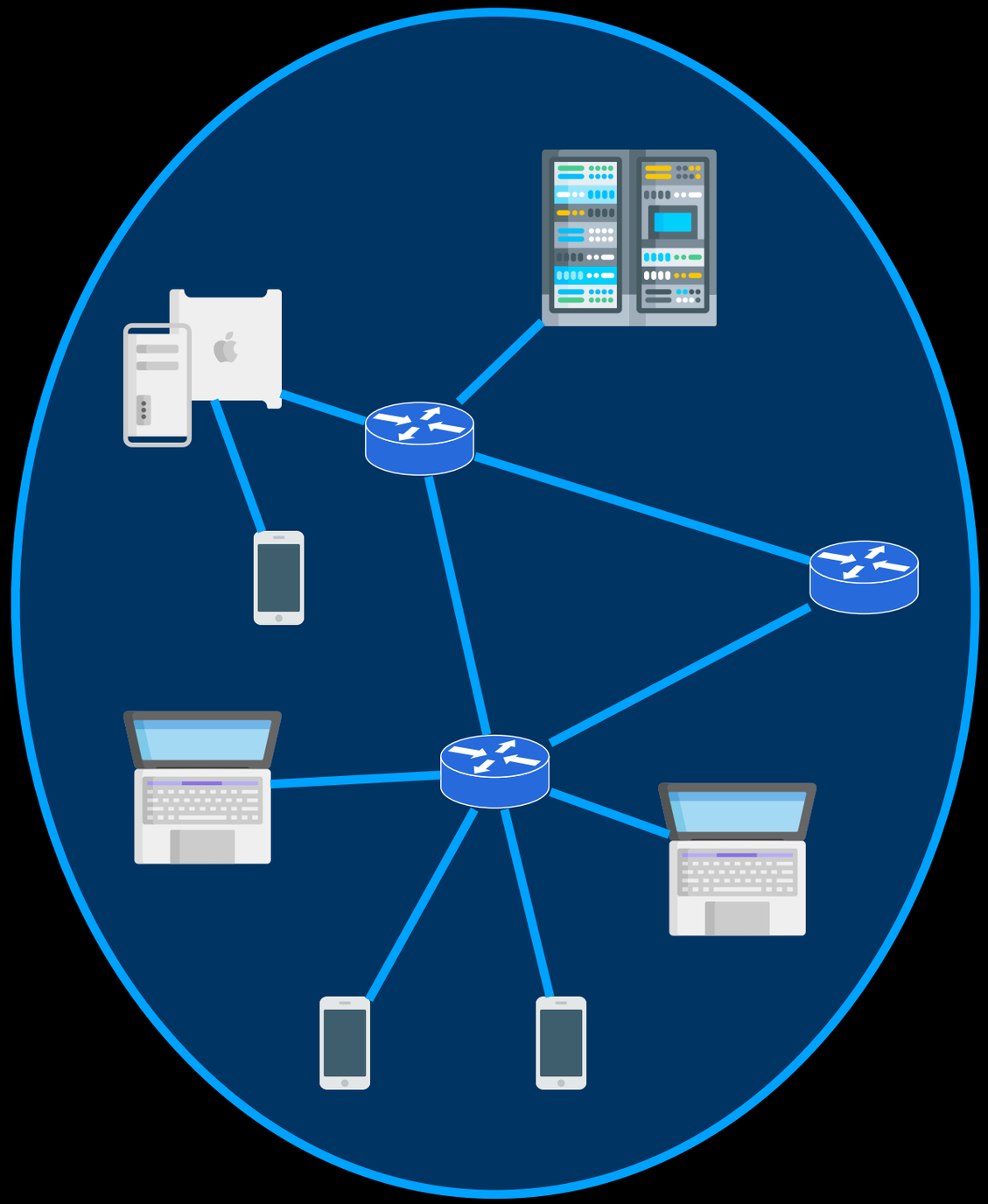


Introduction aux réseaux

Qu’est-ce qu’Internet ?

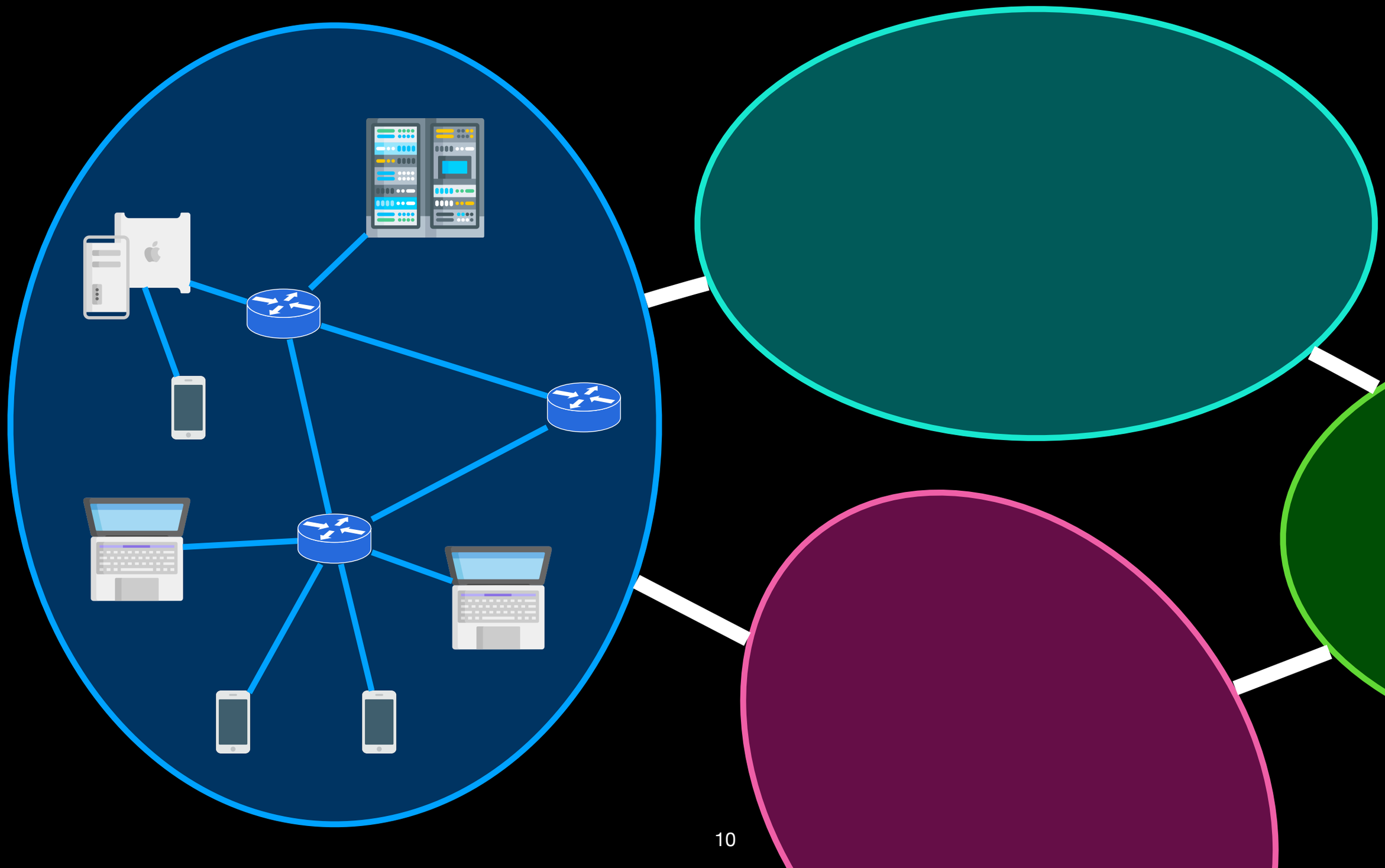
Introduction aux réseaux

Qu’est-ce qu’internet ? Qu’est qu’un Réseau ?



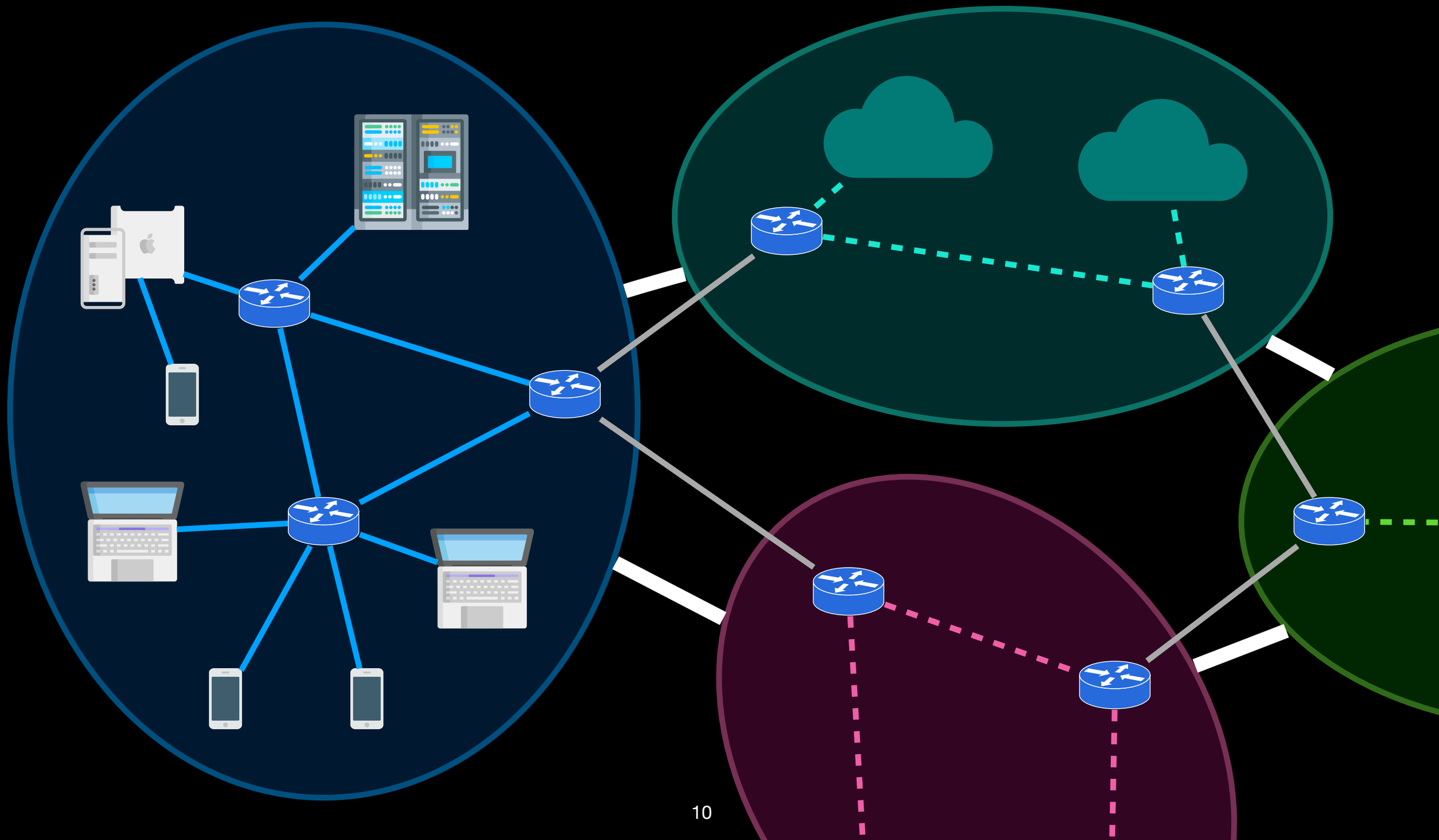
Introduction aux réseaux

Qu’est-ce qu’internet ? Qu’est qu’un Réseau ?



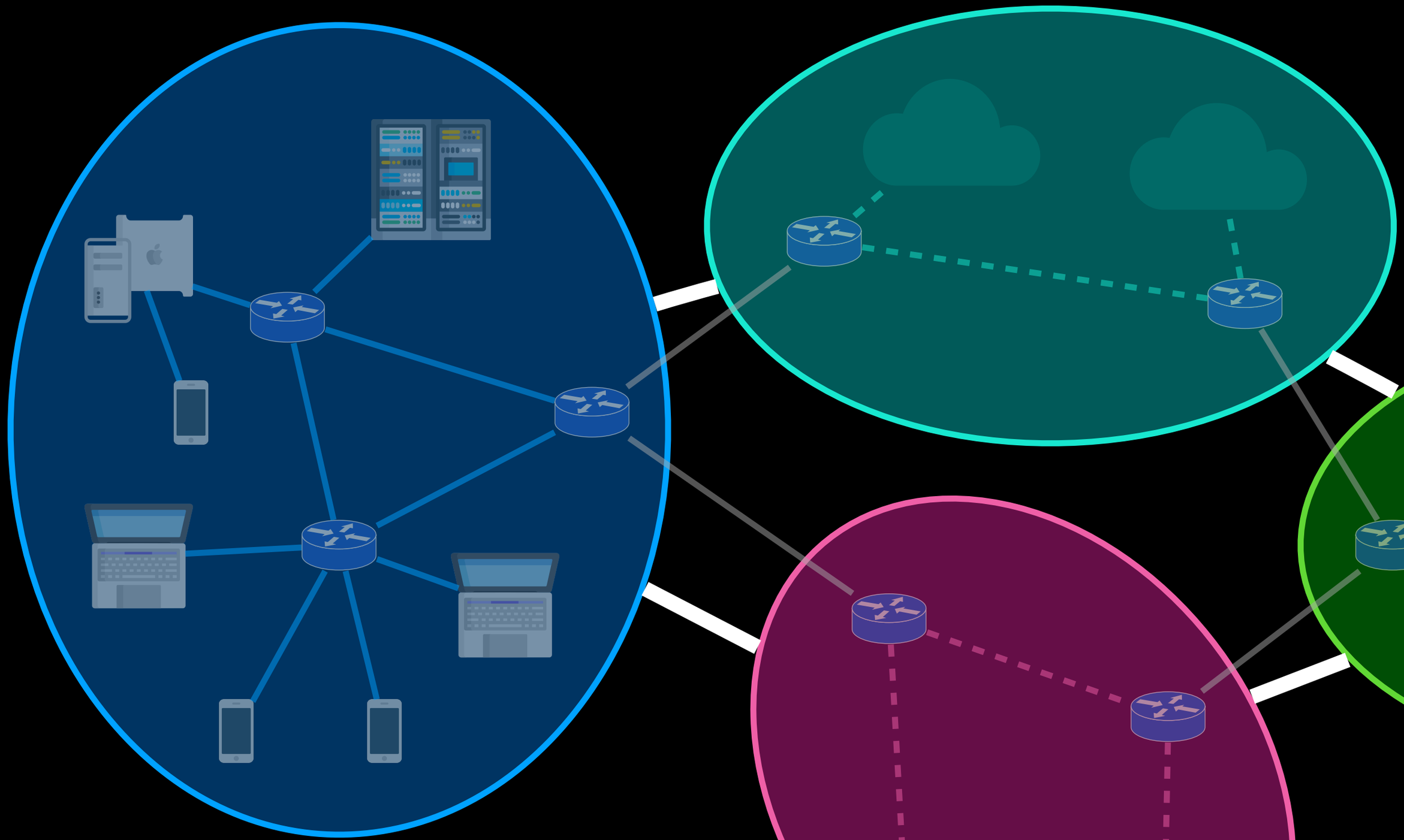
Introduction aux réseaux

Qu’est-ce qu’internet ? Qu’est qu’un Réseau ?



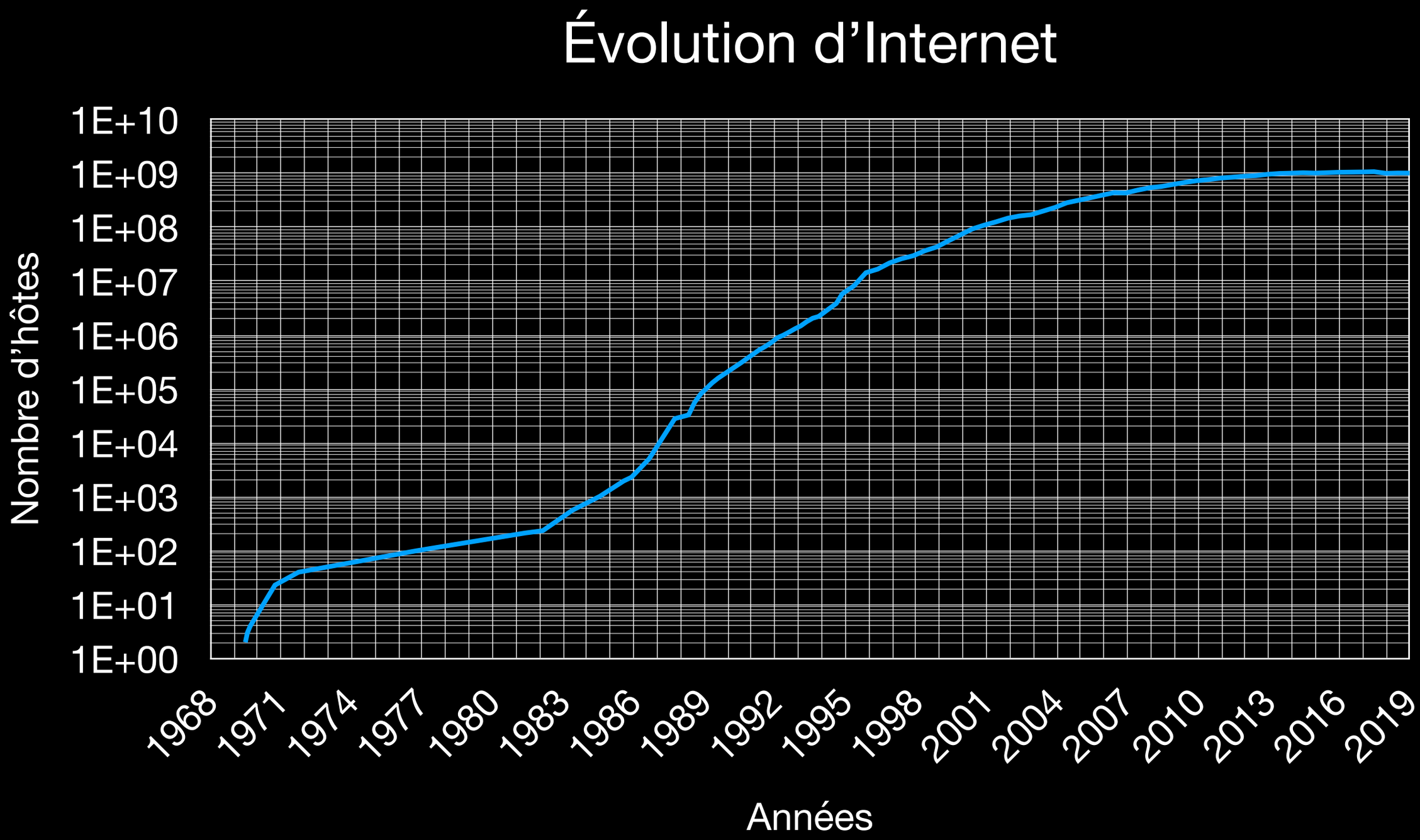
Introduction aux réseaux

Qu’est-ce qu’internet ? Qu’est qu’un Réseau ?



Repères historiques

L’internet évolue !



La diversité d’internet

Matériels, logiciels, connections, applications…

How can that even hold together ?!!

RFCs: les standards d'internet

Ou comment faire inter-opérer tout ça

L'IETF défini des **protocoles**:

« Request for Comments »

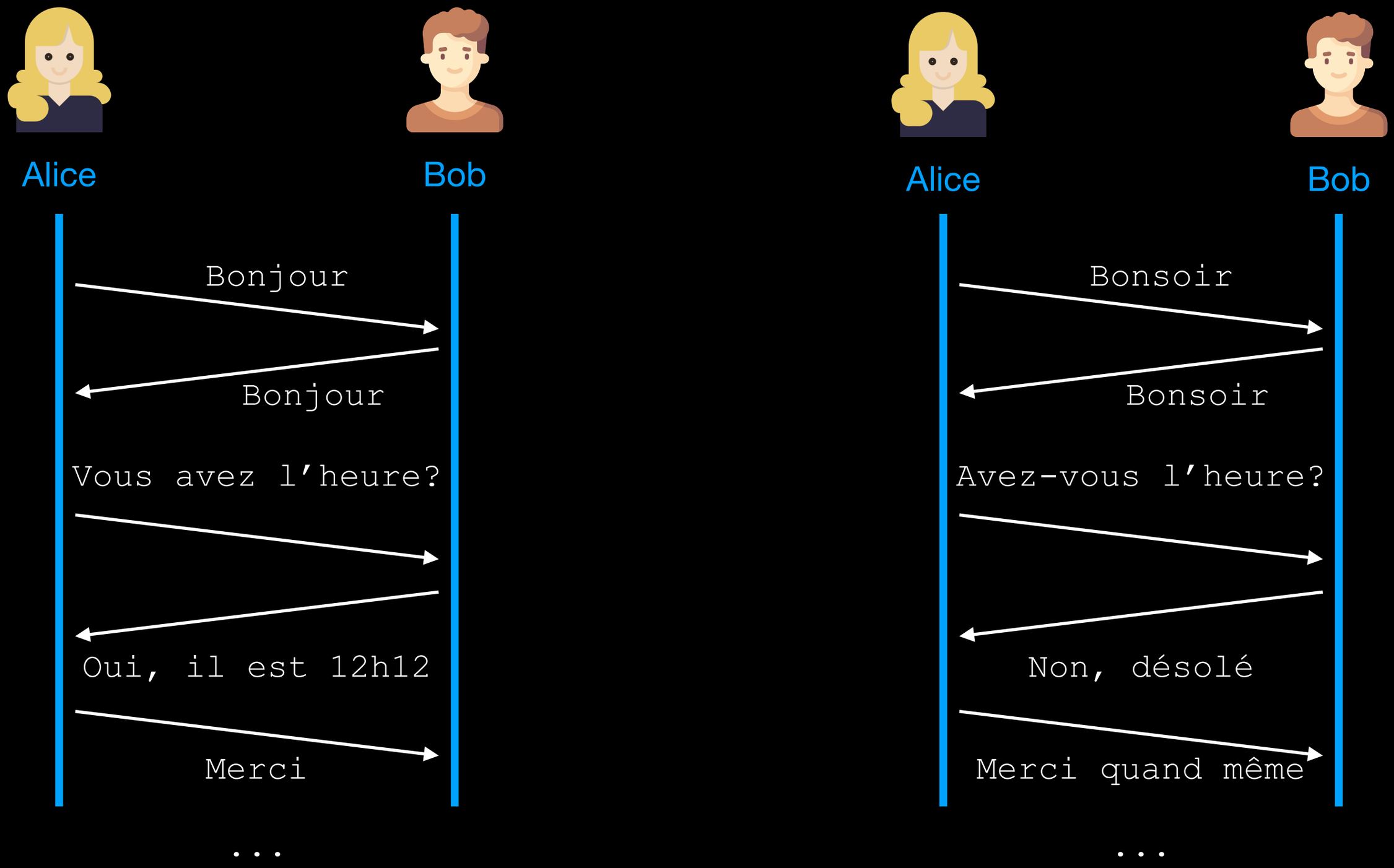
Robustness principle:

Be conservative in what you send, liberal in what you accept

IETF: *Rough Consensus and Running Code*

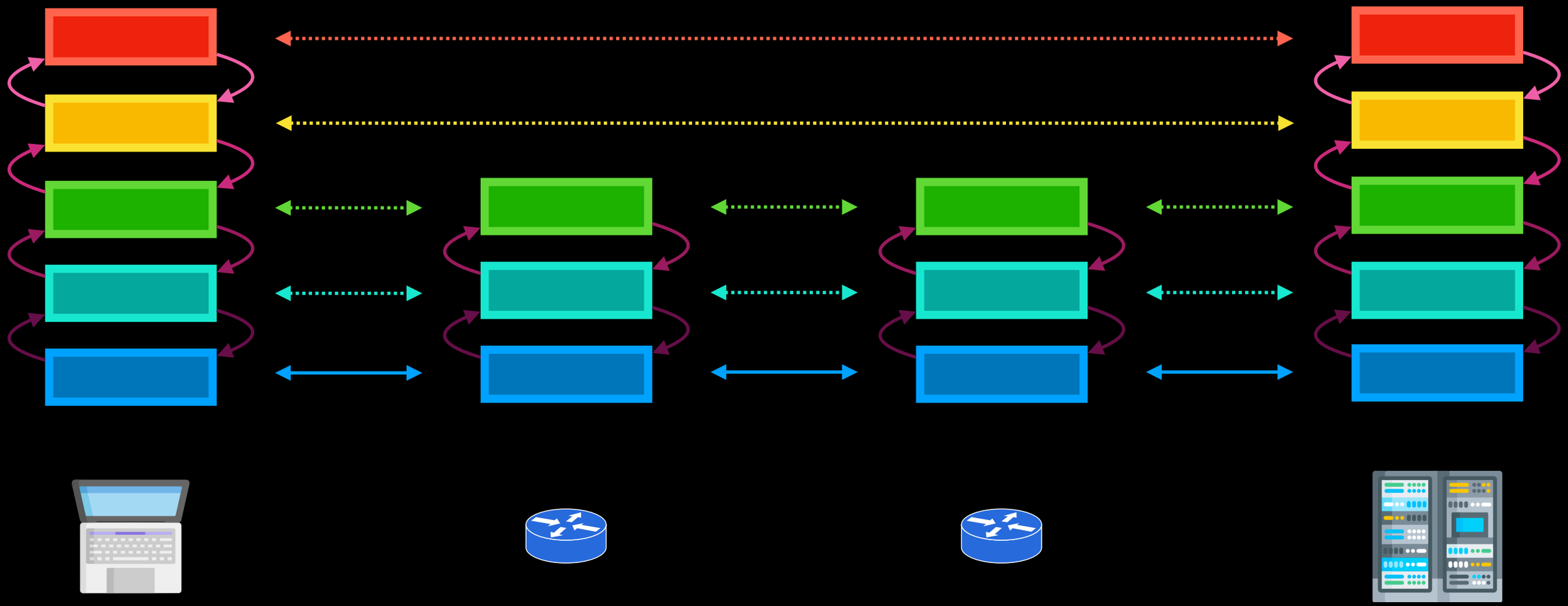
Protocole ?

Exemple : Demander l’heure



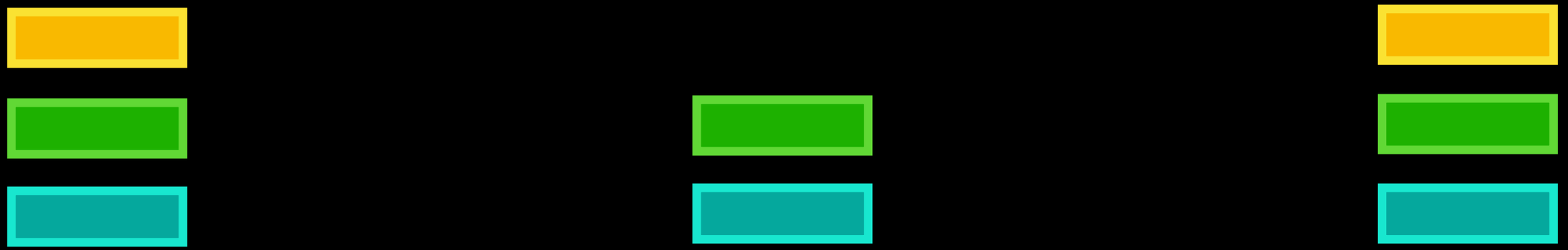
Un modèle par couche

Abstraction to the rescue !



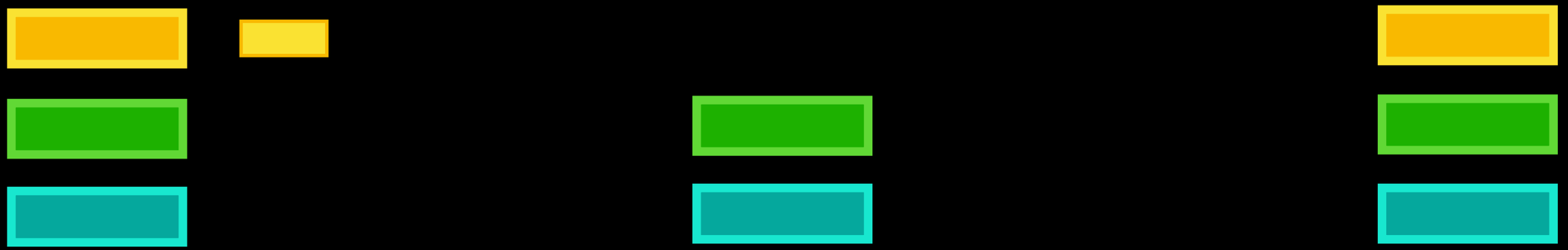
Fonctionnement d’une couche

Interactions verticales simples et horizontale complexe !



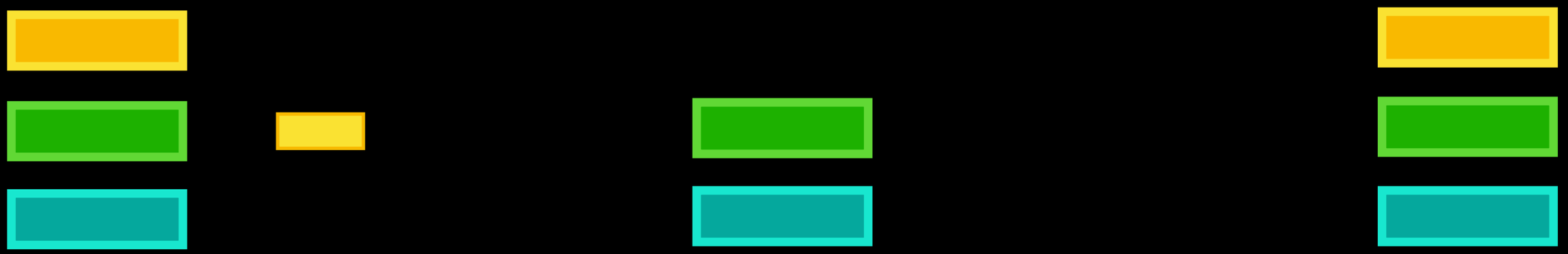
Fonctionnement d’une couche

Interactions verticales simples et horizontale complexe !



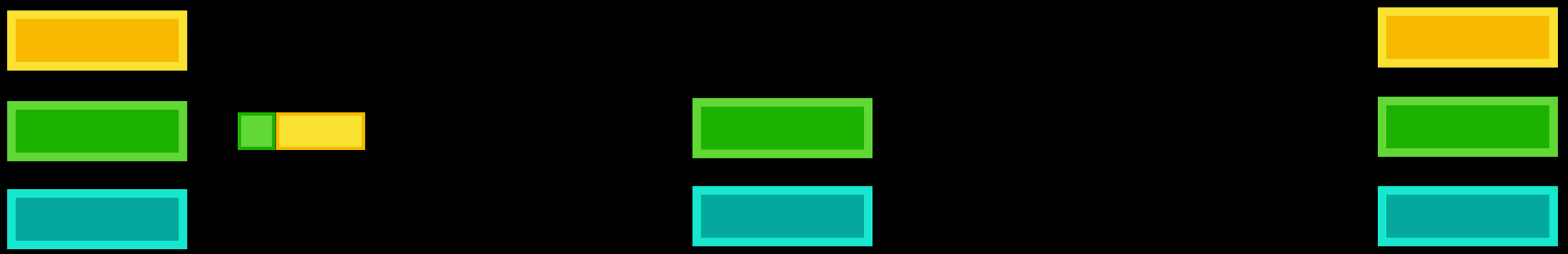
Fonctionnement d’une couche

Interactions verticales simples et horizontale complexe !



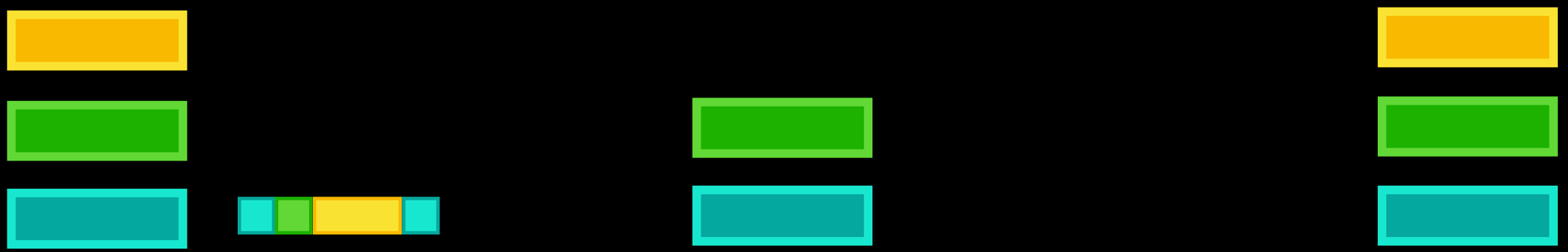
Fonctionnement d’une couche

Interactions verticales simples et horizontale complexe !



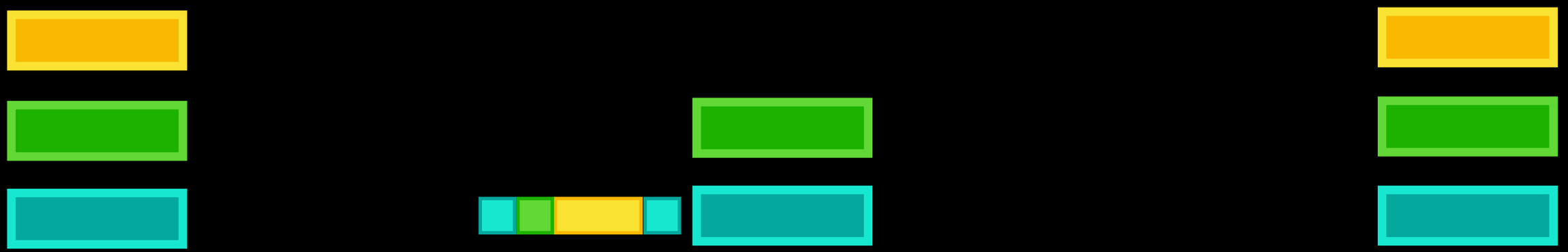
Fonctionnement d’une couche

Interactions verticales simples et horizontale complexe !



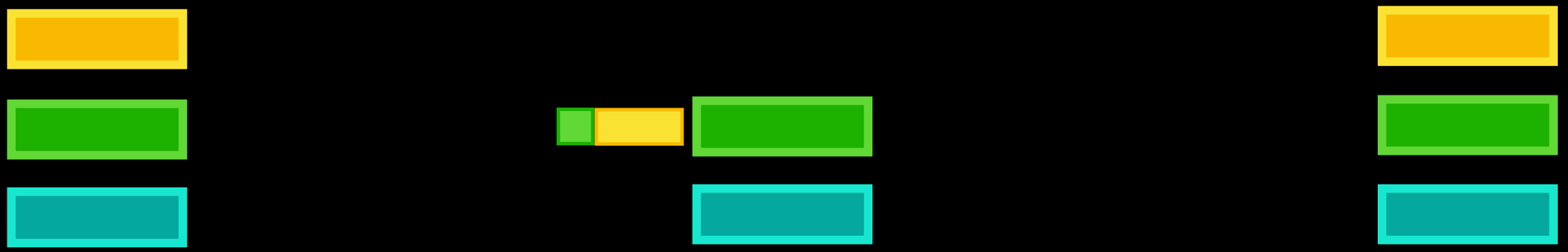
Fonctionnement d’une couche

Interactions verticales simples et horizontale complexe !



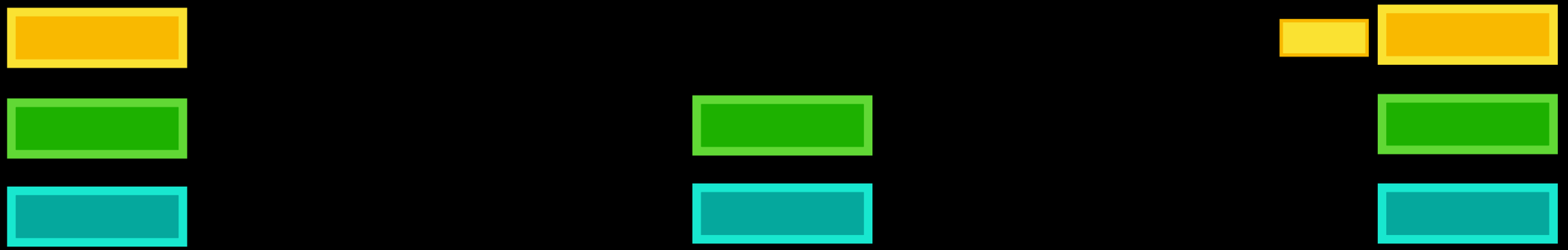
Fonctionnement d’une couche

Interactions verticales simples et horizontale complexe !



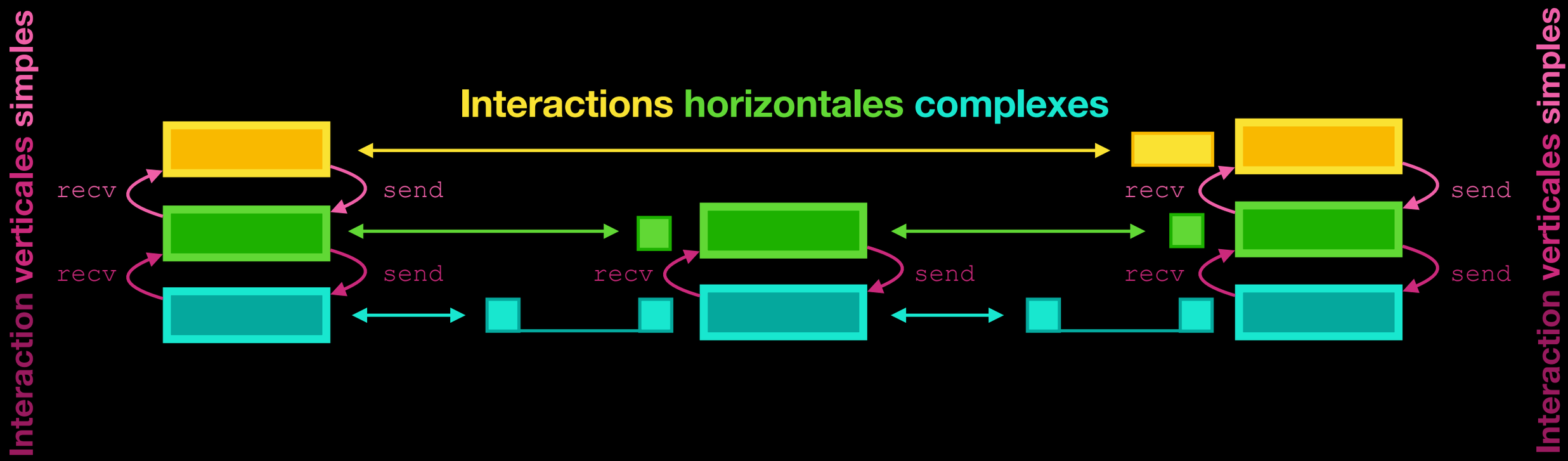
Fonctionnement d’une couche

Interactions verticales simples et horizontale complexe !



Fonctionnement d'une couche

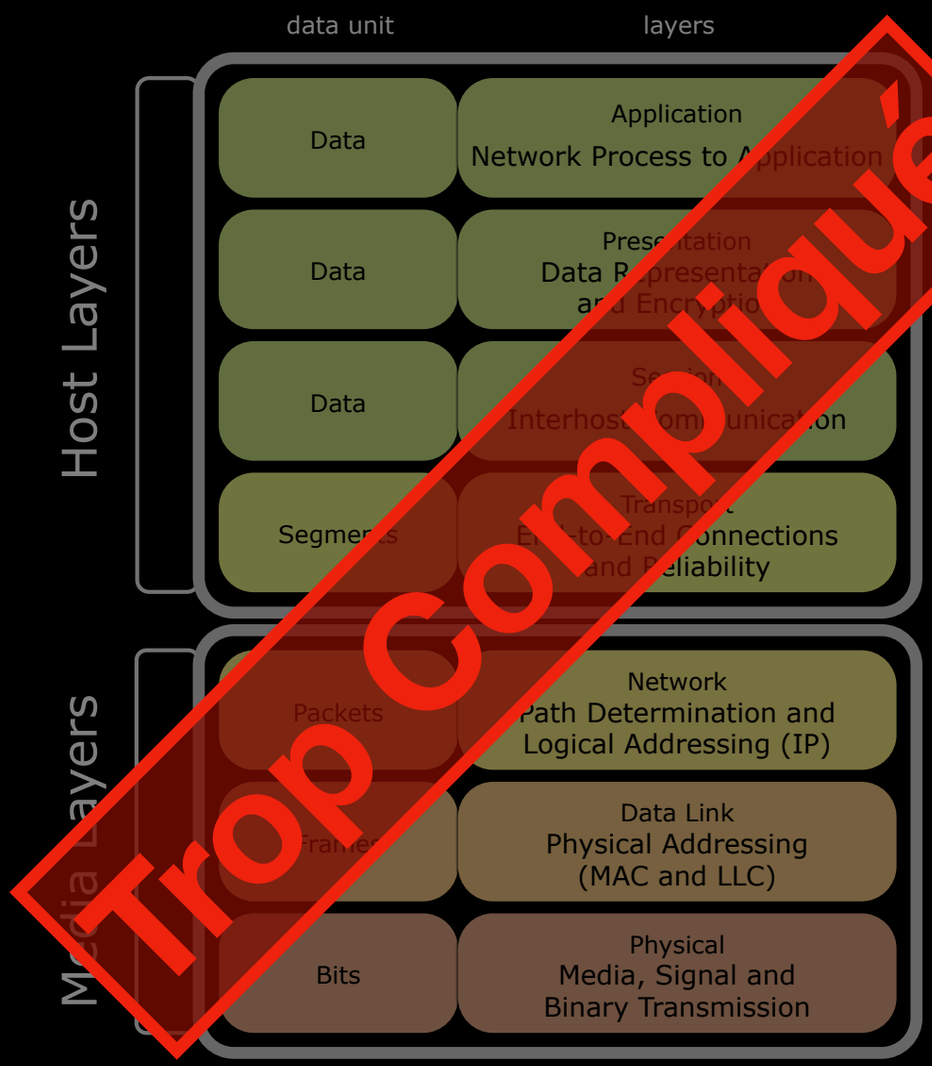
Interactions verticales simples et horizontale complexe !



Aperçu des couches (TCP / IP)

Et de la suite du cours !

Modèle OSI



Modèle TCP/IP (IETF)

Application

Transport

Network

Link

Physical

On en parlera que peu
Normes IEEE
Compliquées

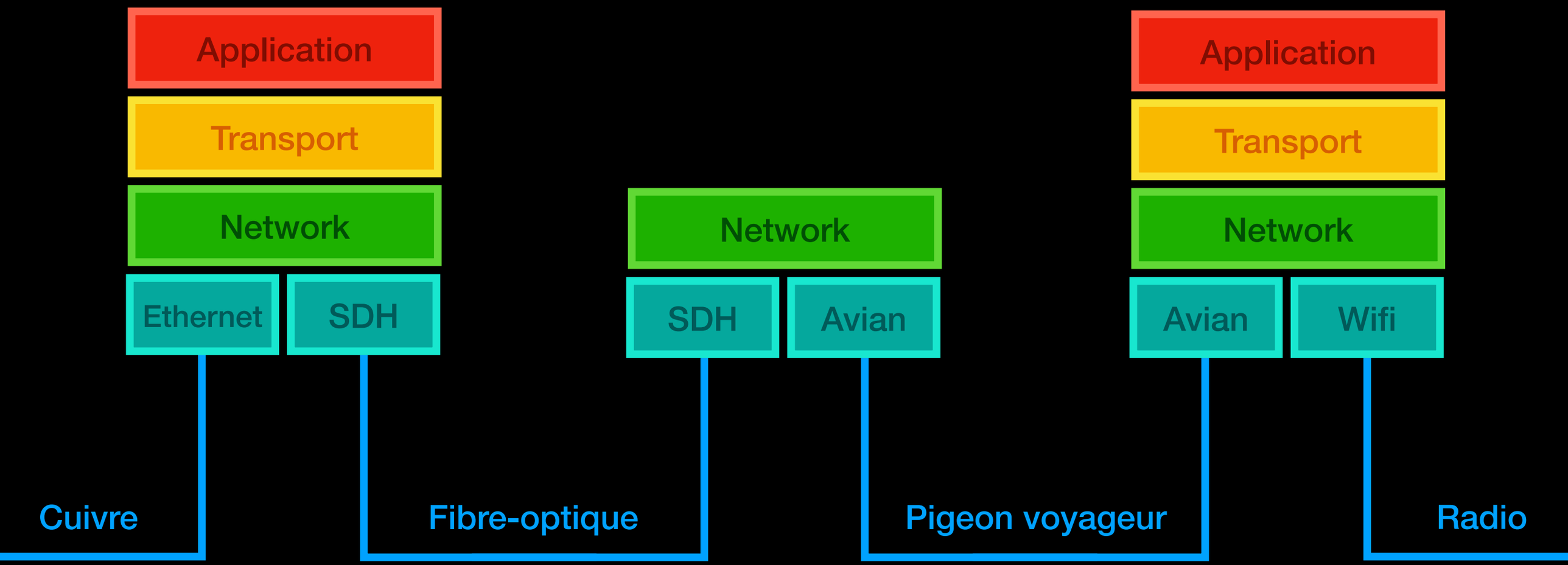
Aperçu des couches (TCP / IP)

Et de la suite du cours !

Date	Amphi	Pratique (TD/TP/Projet)	Références
17/10/2023	**Introduction, Socket TCP**	**Projet (binôme): Crawler HTTP & Dice Roll**	**Kurose 1.1, 1.5, 1.7, 2.7.2 CS:APP 11.1, 11.2, 11.4**
07/11/2023	Pas de CM (Parrainage)	Projet (binôme): Crawler HTTP & Dice Roll	
14/11/2023	Protocoles Applicatifs over TCP, UDP, e.g HTTP, DNS	Projet (binôme): Crawler HTTP & Dice Roll	Kurose 2.1, 2.2, 2.4, 2.7 CS:APP 11.3, 11.5, 11.6,
17/11/2023	Protocoles de Transport	Pas de TP (rattrapage CM)	Kurose Ch 3, CS:APP 11.3
21/11/2023	TCP suite et fin, protocole IP, notion de Lien	TP (seul): Reliable Data Transport	Kurose Ch 3, 4.1, 4.3, 6.1
28/11/2023	Forwarding + Routage	TP (seul): Reliable Data Transport	Kurose 4.1, 4.3, 5.1, 5.2
05/12/2023	Routage (un peu plus de lien)	TD : IP + Routage	Kurose 5.1, 5.2, 5.4 (6)
12/12/2023	Conclusion : Les défis d'internet	TD : Révisions	Divers sections du Kurose

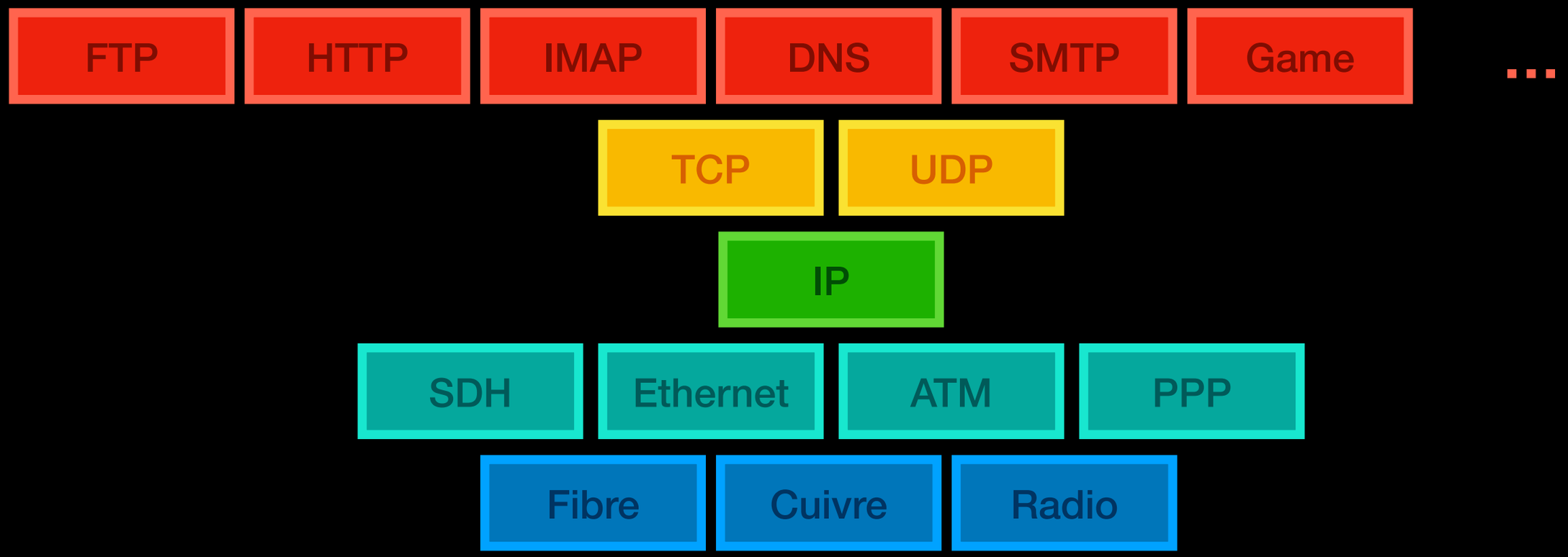
Modèle en sablier

Masquer la diversité matérielle



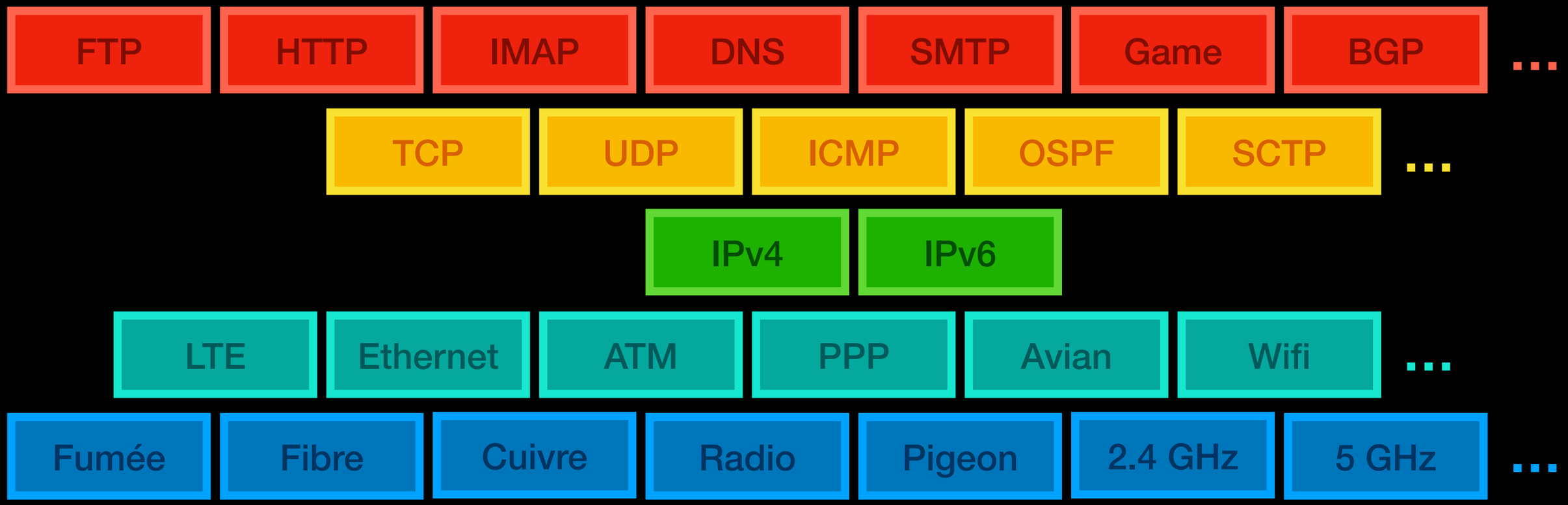
Le Modèle en Sablier

Le protocole IP est au cœur d'internet



Le Modèle en Sablier

Enfin, les protocoles IP

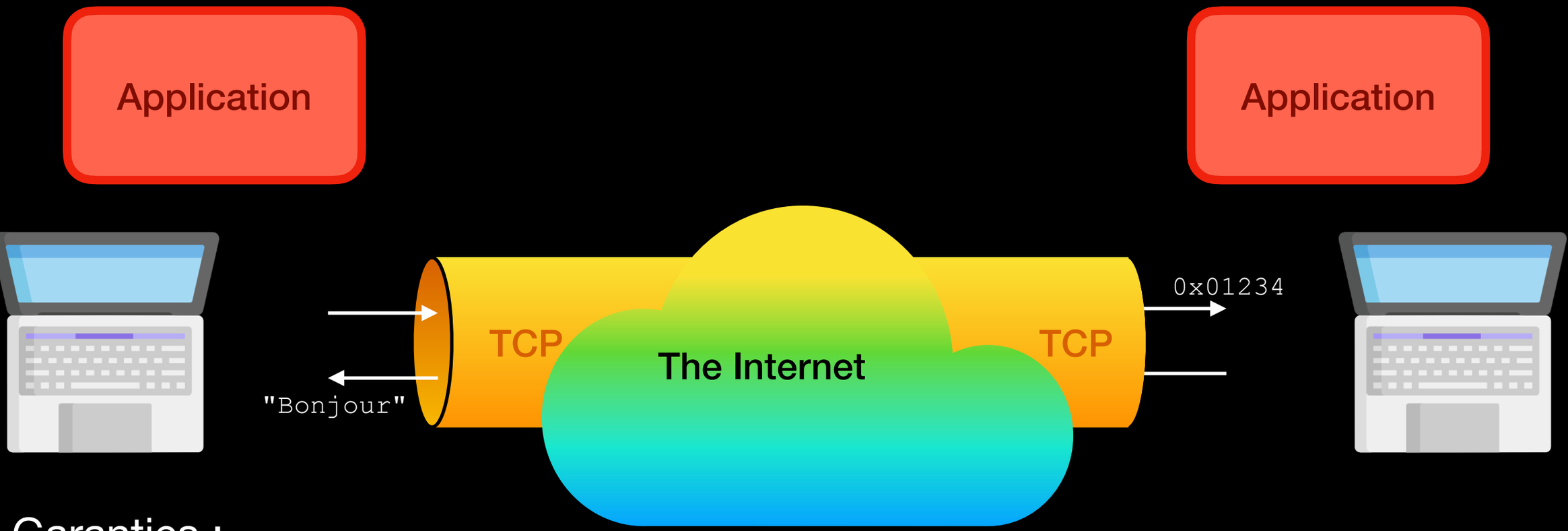


Utiliser les socket TCP

Votre premier programme réseau

Socket, quésaco ?

Un pipeline à octet



Garanties :

- Tous les octets arrivent dans l’ordre, sans duplication ni perte
- Pas de garantie de délais, s’il y a un bouchon, ça peut arriver lentement, et après longtemps
- Détection de corruption accidentelle

D’où ça vient

Quelques éléments d’historiques

1983
BSD4.2

Aujourd’hui :
Interface Omniprésente
(natif ou sur-couche)

Utiliser une socket

Envoyer et recevoir

Une socket est représenté par un file descriptor,
i.e. un index dans une table du système, d'ou `int socket_fd`

```
#include <unistd.h>
ssize_t read(int socket_fd, void *buf, size_t nbyte);          man 2 read

                                                               man 2 recv
#include <sys/socket.h>
ssize_t recv(int socket_fd, void *buffer, size_t length, int flags);
```

Attention aux Short Counts et erreurs !

```
#include <unistd.h>
ssize_t write(int socket_fd, const void *buf, size_t nbyte);   man 2 write

                                                               man 2 send
#include <sys/socket.h>
ssize_t send(int socket_fd, const void *buffer, size_t length, int flags);
```

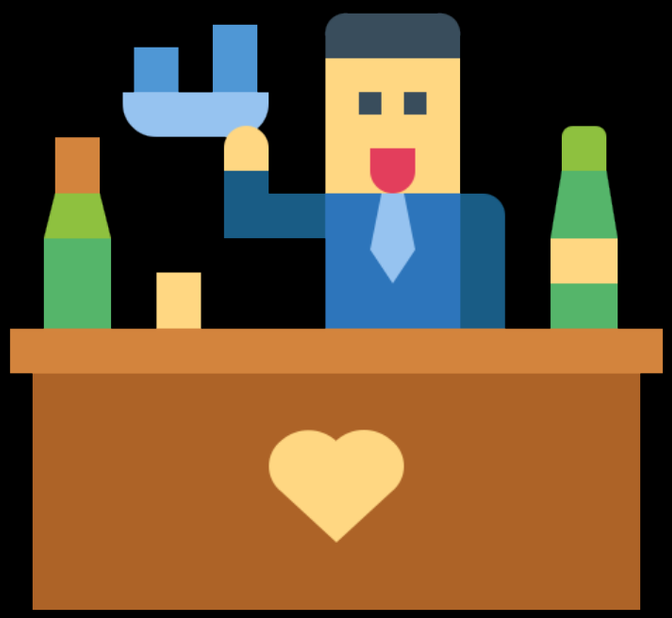

CS:APP a une API alternative, rio_ pour éviter ce problème

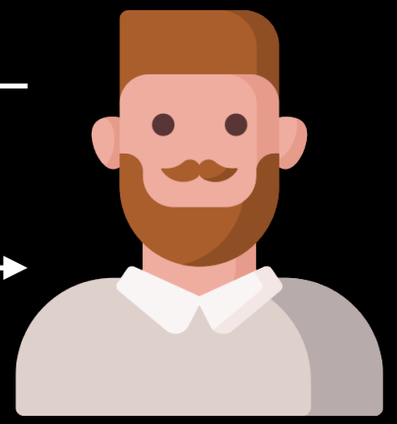
Ouvrir une socket

Client et Serveur

1 Ouverture du Bar

2 Bonjour, je voudrais un cidre





3 Bonjour, voici votre cidre

Serveur
Attend des clients

Client
Arrive (et demande du cidre)

Ouvrir une socket

Easy mode with csapp.h / csapp.c

Thanks Dave !

e.g. "80" pour http

Adresse du client

Longueur de l'adresse

```
// in csapp.h
int open_listenfd(const char *port);
// in sys/socket.h
int accept(int socket, struct sockaddr *restrict addr, socklen_t *restrict addr_len);
```

man 2 accept

Serveur

```
…
  int listenfd = -1, clientfd = -1;
  listenfd = open_listenfd(port); // "Open the bar"
  // error handling not shown

  socklen_t clientlen; struct sockaddr_storage clientaddr; // Enough space for any address

  while ((int clientfd = accept(listenfd, &clientaddr, &clientlen)) > 0) {
                                                  // pointers can also be both NULL
    // Talk with the client using clientfd, a connected TCP socket, using read/write

    // You could spawn a separate thread
    close(clientfd); // Don't forget to say good-bye
  }
  close(listenfd); // Stop taking new clients.
```

```
int open_clientfd(const char *hostname, const char *port); // in csapp.h
…
```

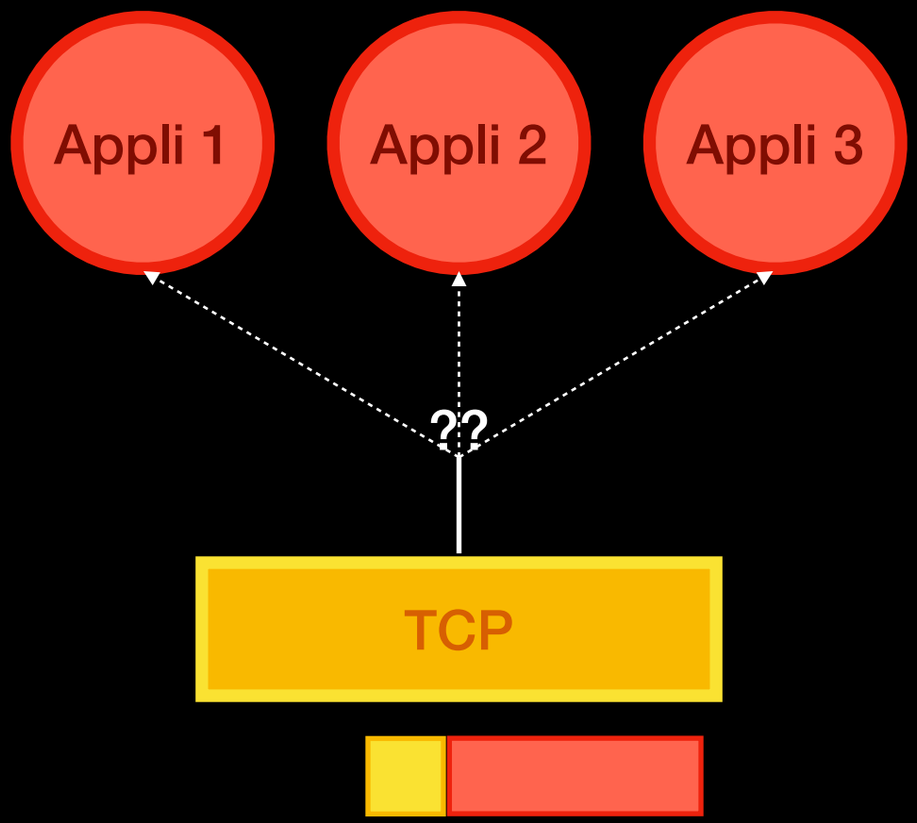
e.g. "ens-rennes.fr"

```
  int clientfd = open_clientfd(hostname, port);
  if (clientfd < 0) {
    // Handle errors (-2 get address info error, -1 the socket itself failed)
  }

  // talk to the server using clientfd, a now connected socket

  close(clientfd); // Say good-bye
```

Client

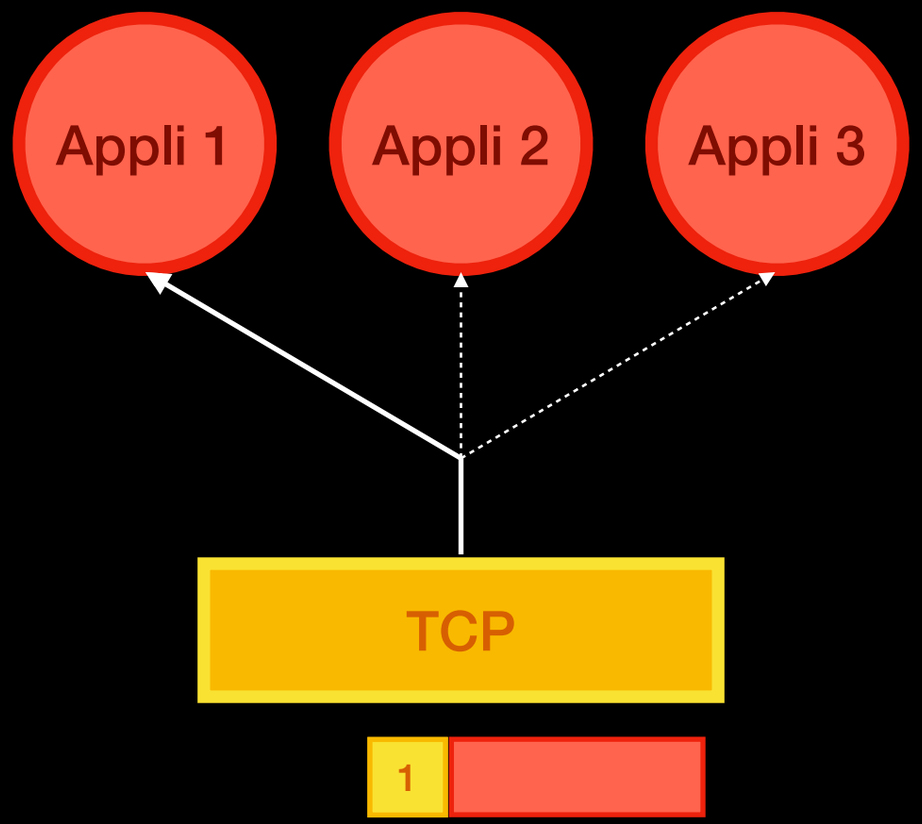
Pourquoi un numéro de port

Le dé-multiplexage



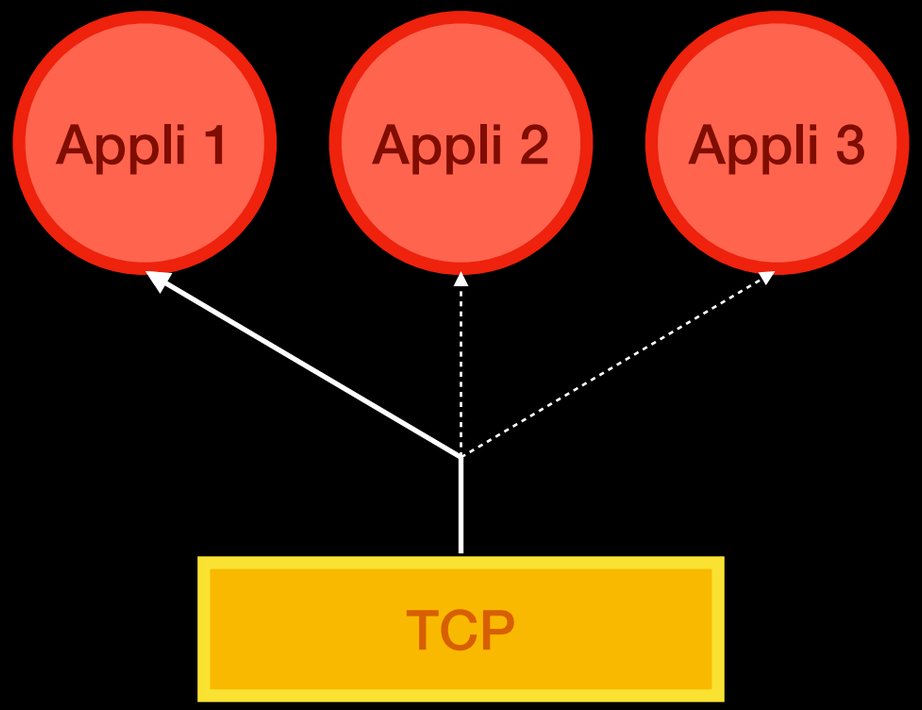
Pourquoi un numéro de port

Le dé-multiplexage



Pourquoi un numéro de port

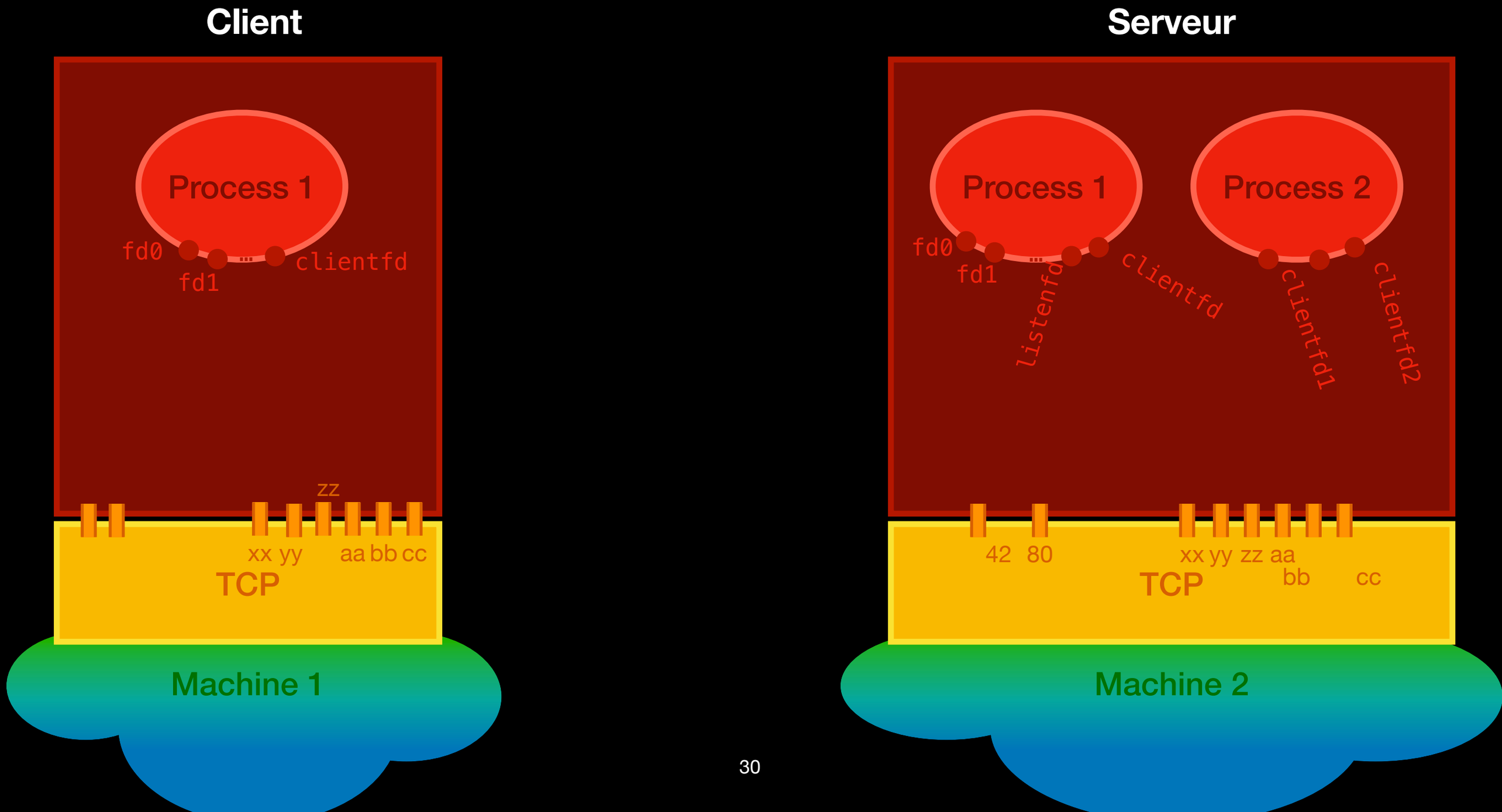
Le dé-multiplexage



Le numéro de port permet le dé-multiplexage à l'arrivée

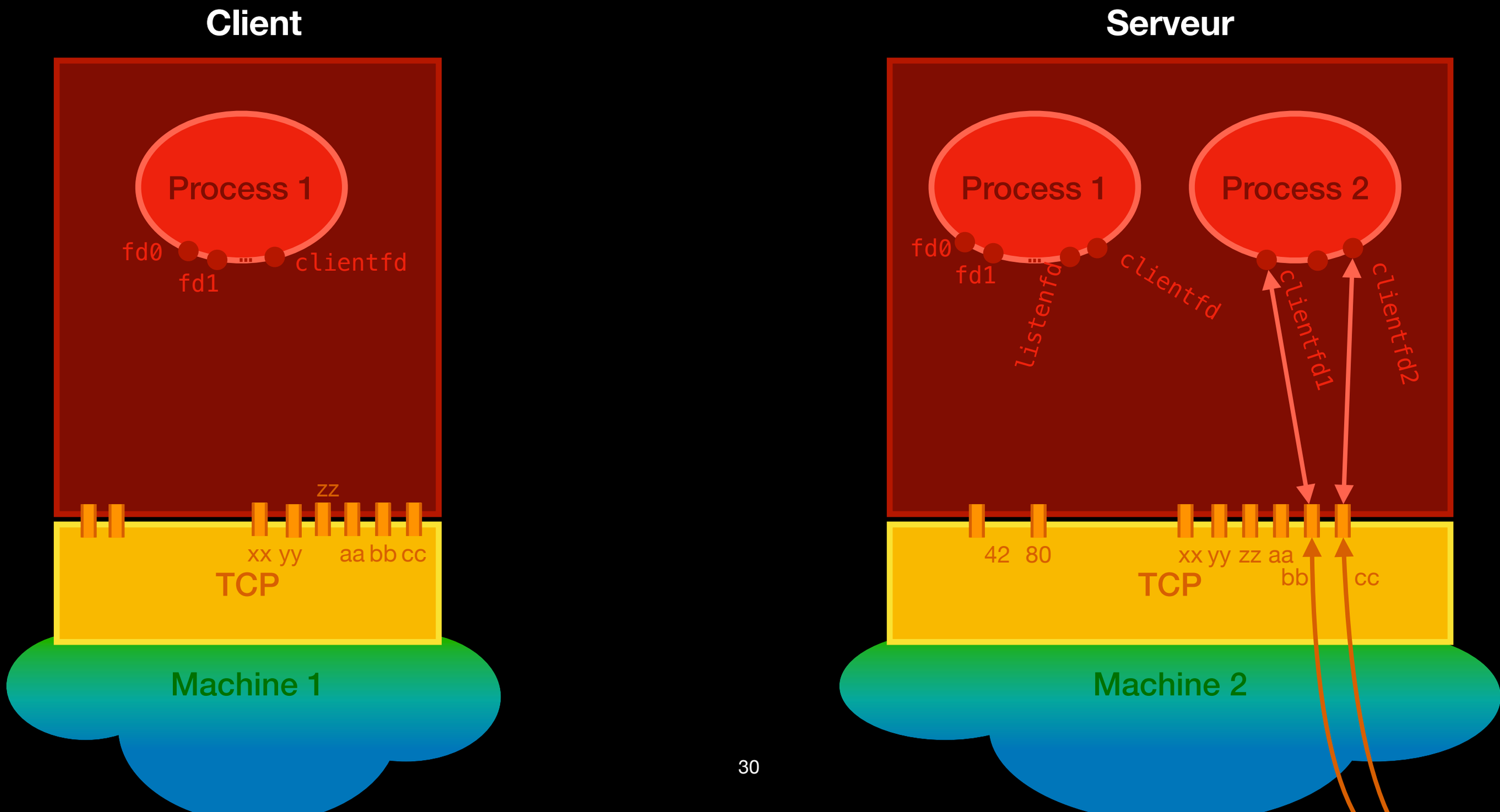
Des serveurs et des ports

Que se passe-t-il quand je fais toc-toc



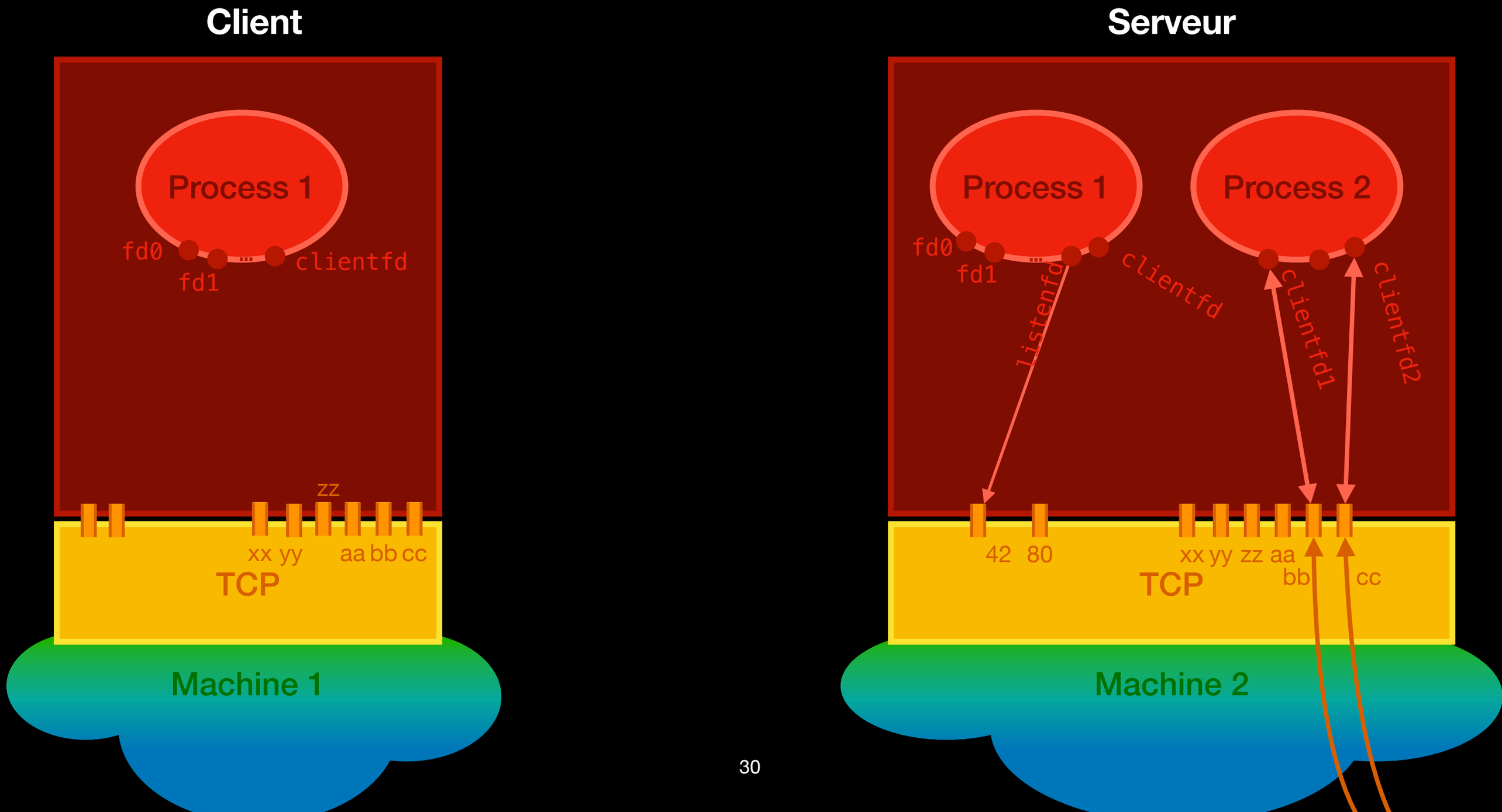
Des serveurs et des ports

Que se passe-t-il quand je fais toc-toc



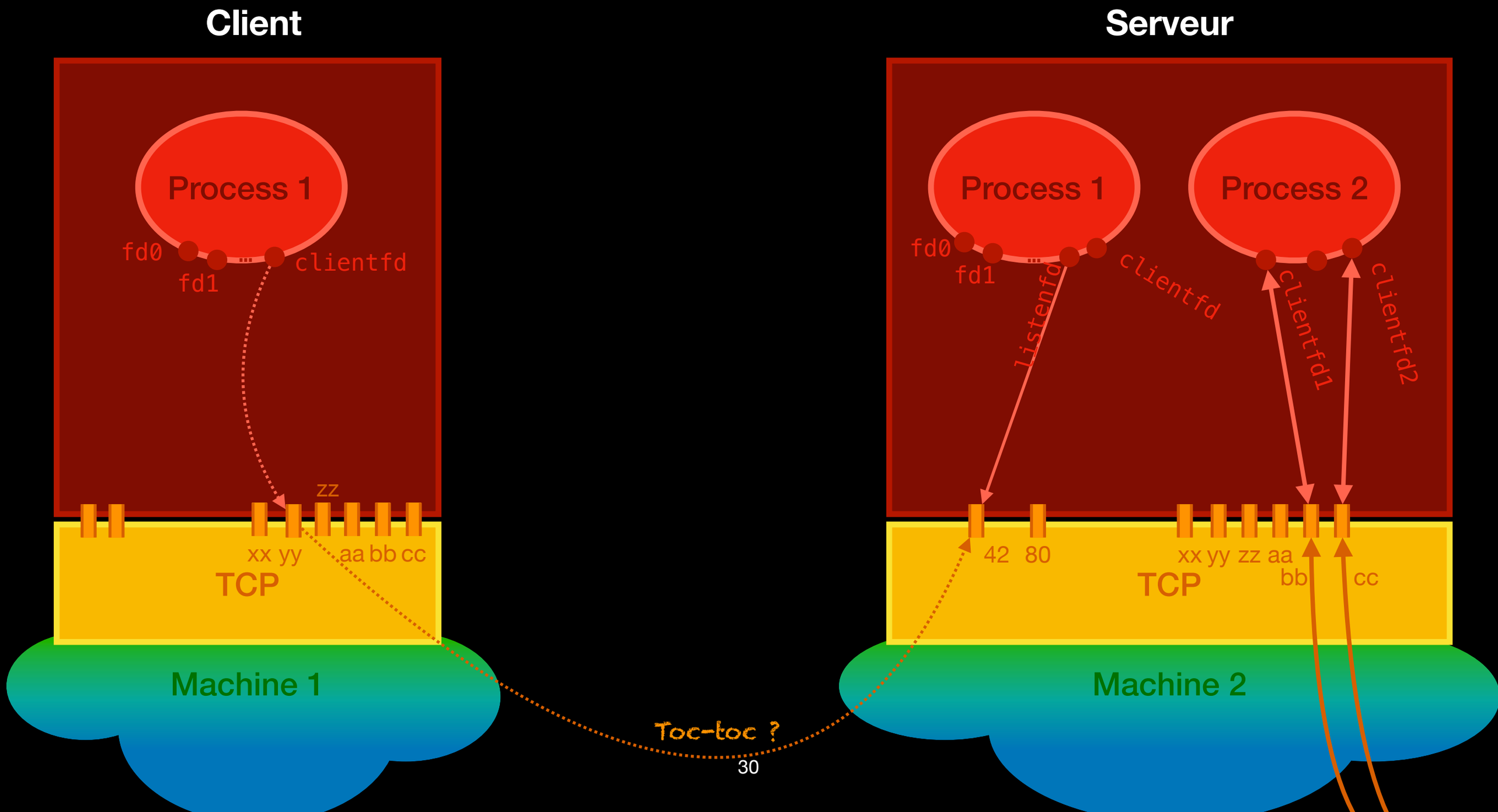
Des serveurs et des ports

Que se passe-t-il quand je fais toc-toc



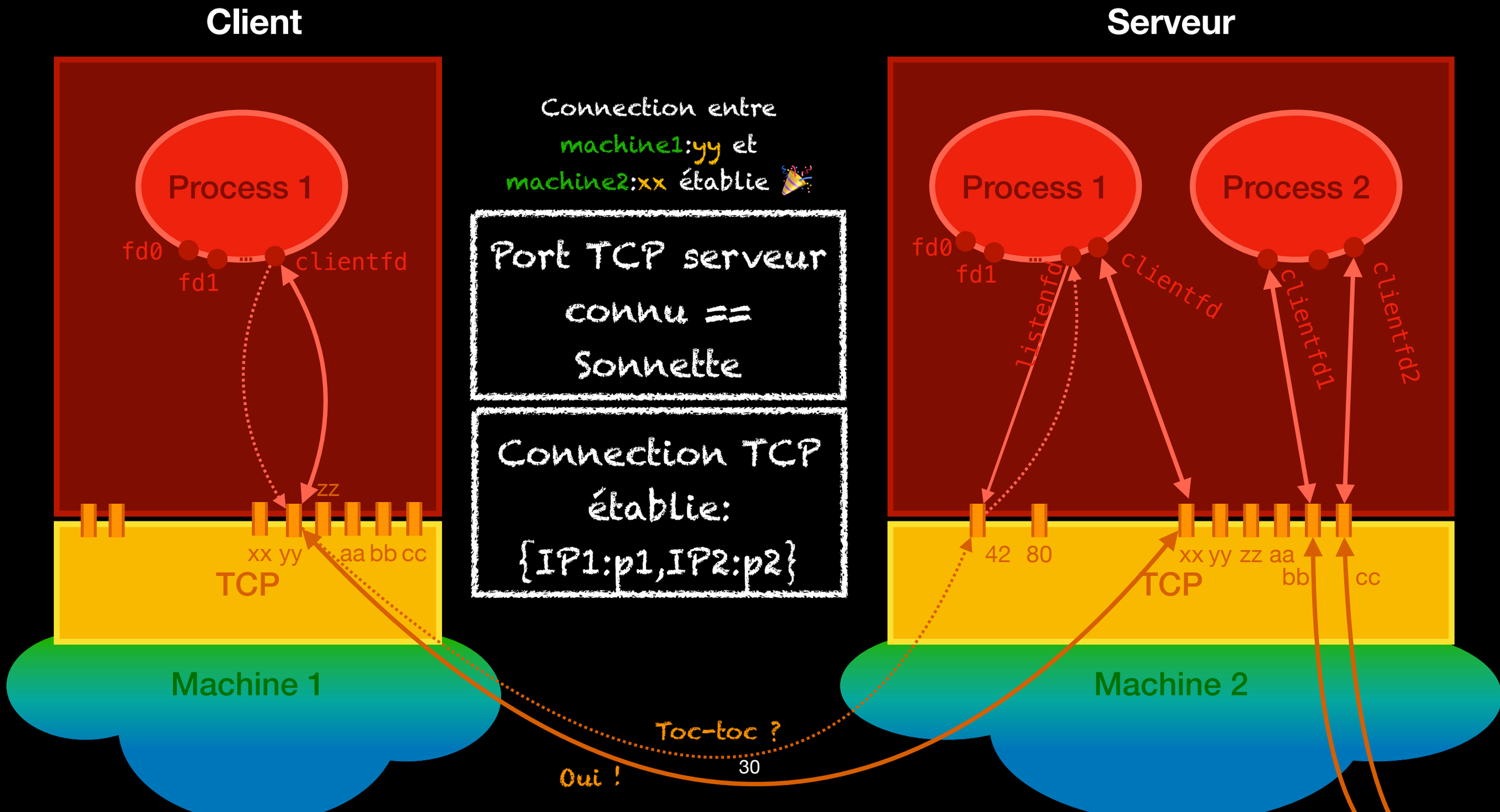
Des serveurs et des ports

Que se passe-t-il quand je fais toc-toc



Des serveurs et des ports

Que se passe-t-il quand je fais toc-toc



Ouvrir une socket

Les morceaux sous le capot - 1. getaddrinfo
Comment je contact https://ens-rennes.fr/

Résoudre des noms

```c
#include <sys/types.h>
#include <sys/socket.h>
#include <netdb.h>

int getaddrinfo(const char *hostname, const char *servname, const struct addrinfo *hints,
                struct addrinfo **res);

void freeaddrinfo(struct addrinfo *ai);
```

e.g. "ens-rennes.fr"

e.g. "http" ou "80"

Contraintes (TCP, options, etc)

Liste chaînée, à dé-allouer après

```c
struct addrinfo {
    int              ai_flags;
    int              ai_family;
    int              ai_socktype;
    int              ai_protocol;
    socklen_t        ai_addrlen;
    struct sockaddr *ai_addr;
    char            *ai_canonname;
    struct addrinfo *ai_next;
};
```

man 3 getaddrinfo

Ouvrir une socket

Les morceaux sous le capot 2. Ouvrir les sockets

getaddrinfo

```
struct addrinfo {
    int              ai_flags;
    int              ai_family;
    int              ai_socktype;
    int              ai_protocol;
    socklen_t        ai_addrlen;
    struct sockaddr *ai_addr;
    char            *ai_canonname;
    struct addrinfo *ai_next;
};
```

Créer une socket (sans adresse)

man 2 socket

```
#include <sys/socket.h>

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

(Serveur) L'attacher à une adresse et écouter

```
#include <sys/socket.h>

int bind(int sockfd,
         const struct sockaddr *addr,
         socklen_t addrlen);
```

man 2 bind

```
int listen(int socket, int backlog);
```

man 2 listen

Taille de la file d'attente

(Client) Contacter un serveur

```
#include <sys/socket.h>

int connect(int sockfd,
            const struct sockaddr *addr,
            socklen_t addrlen);
```

man 2 connect

man 2 setsockopt

Ouvrir une socket

Le coté client - open_clientfd(const char *hostname, const char *port)

```
int clientfd = -1, rc;  struct addrinfo hints = {0}, *listp, *p;

hints.ai_socktype = SOCK_STREAM; // Open a connection
hints.ai_flags = AI_NUMERICSERV; // ... using a numeric port arg.
hints.ai_flags |= AI_ADDRCONFIG; // Recommended for connections

// Get a list of potential server addresses
if ((rc = getaddrinfo(hostname, port, &hints, &listp)) != 0){/* Handle error */ … }

// Walk the list for one that we can successfully connect to
for (p = listp; p; p = p->ai_next) {
    // Create a socket fd
    clientfd = socket(p->ai_family, p->ai_socktype, p->ai_protocol);
    if (clientfd < 0){ /* Socket failed, try the next */ continue; }

    // Connect to the server
    if (connect(clientfd, p->ai_addr, p->ai_addrlen) != -1){ /* Success */ break; }

    // Connect failed, try another
    if (close(clientfd) < 0){ /* close failed ARGH */ … return -1; }
}

freeaddrinfo(listp); // Clean up

if (!p) { /* All connects failed */ return -1; }

return clientfd; // The last connect succeeded - we can ask for cidre and get it !
```

Ouvrir une socket

Le coté serveur - open_listenfd(const char *port)

```
struct addrinfo hints = {0}, *listp, *p;  int listenfd = -1, rc, optval = 1;

hints.ai_socktype = SOCK_STREAM; // Accept connections
hints.ai_flags = AI_PASSIVE | AI_ADDRCONFIG; // … on any IP address
hints.ai_flags |= AI_NUMERICSERV; // if the port number is already a number

// Get a list of potential server addresses
if (( rc = getaddrinfo(NULL, port, &hints, &listp)) != 0){ /* Handle error */ … }

for (p = listp; p; p = p->ai_next){ // Walk the list for one that we can bind to
    listenfd = socket(p->ai_family, p->ai_socktype, p->ai_protocol); // Create a socket fd
    if (listenfd < 0){ /* Socket failed, try the next */ continue; }

    /* Eliminates "Address already in use" error from bind */
    setsockopt(listenfd, SOL_SOCKET, SO_REUSEADDR, (const void *)&optval, sizeof(int));

    // Bind the descriptor to the address
    if (bind(listenfd, p->ai_addr, p->ai_addrlen) == 0){ /* Success */ break; }
    // not success, close and try next
    if (close(listenfd) < 0){ /* close failed */ return -1; }
}
freeaddrinfo(listp); // Clean up

if (!p) { return -1; /* No address worked */ }

// Make it a listening socket ready to accept connection requests
if (listen(listenfd, LISTENQ) < 0) { /* Error */ close(listenfd); return -1; }

return listenfd; // Call accept on listenfd to serve your clients their cidre
```

Questions ?

S’il vous en vient plus tard:
E-mail à l’équipe (3 personnes),
Office Hours les jeudi 18h-19h sur discord

Résumé

What did we see today?

- Qu’est-ce qu’un réseau, qu’est-ce qu’Internet ?
- La notion de protocole, l’approche en couche
- Comment ouvrir et utiliser une socket TCP
- Vous pouvez commencer le Projet (à 2) - sujet dispo à 16h

Est-ce que vos notes ont tout ça ?

La prochaine fois

Teaser

- Demander une page web à un serveur - le protocol HTTP
- TCP vs UDP
- Comment résoudre des nom sur internet - le protocole DNS

There are 2 hard problems in computer science:
Naming things,
cache invalidation,
and off-by one errors.

DNS faces both of them

Bonnes Vacances !

Et bon courage pour la semaine de projet

I LIED

Ma représentation des ports et sockets est fausse

There's an extra level of indirection