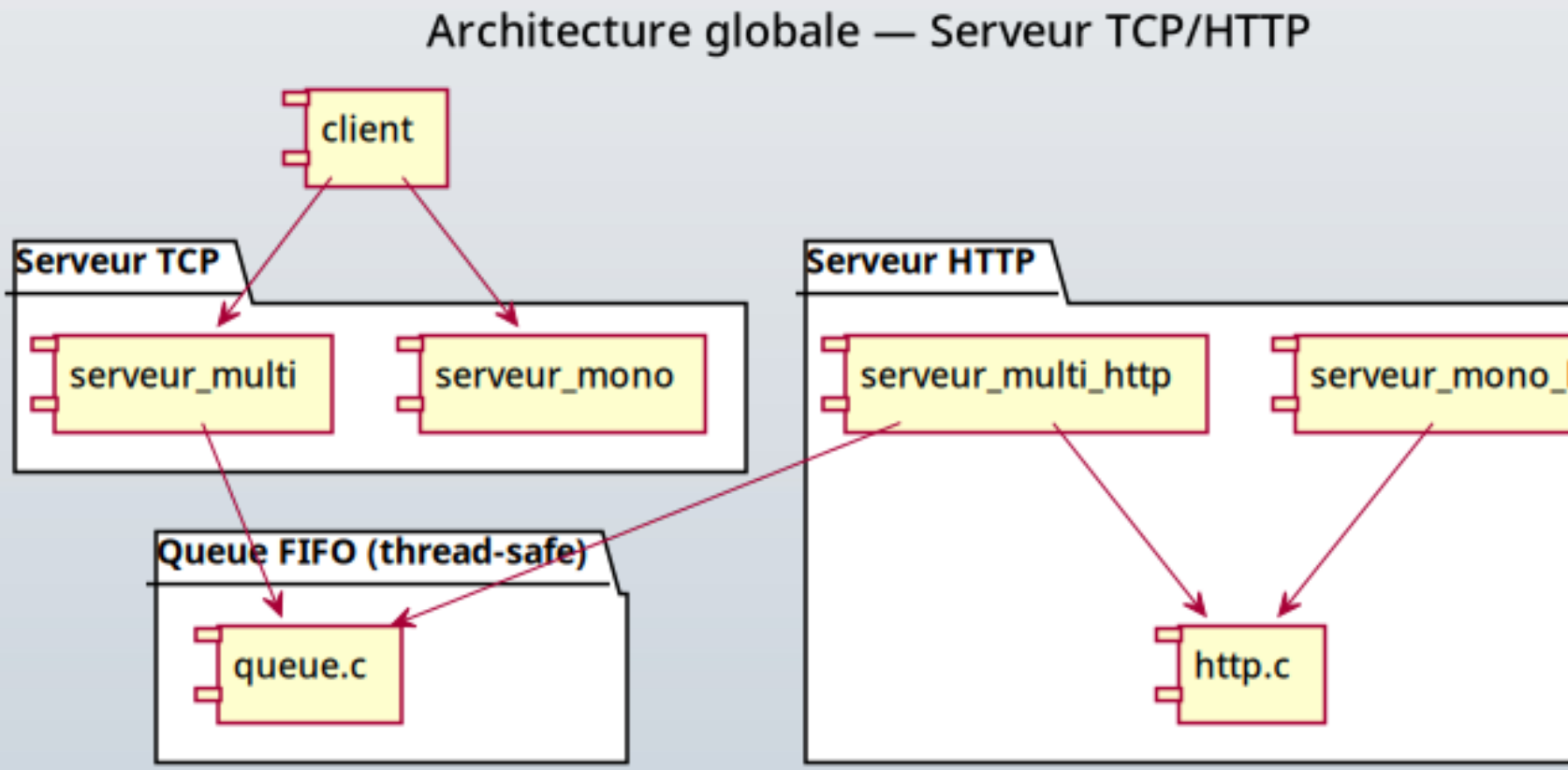
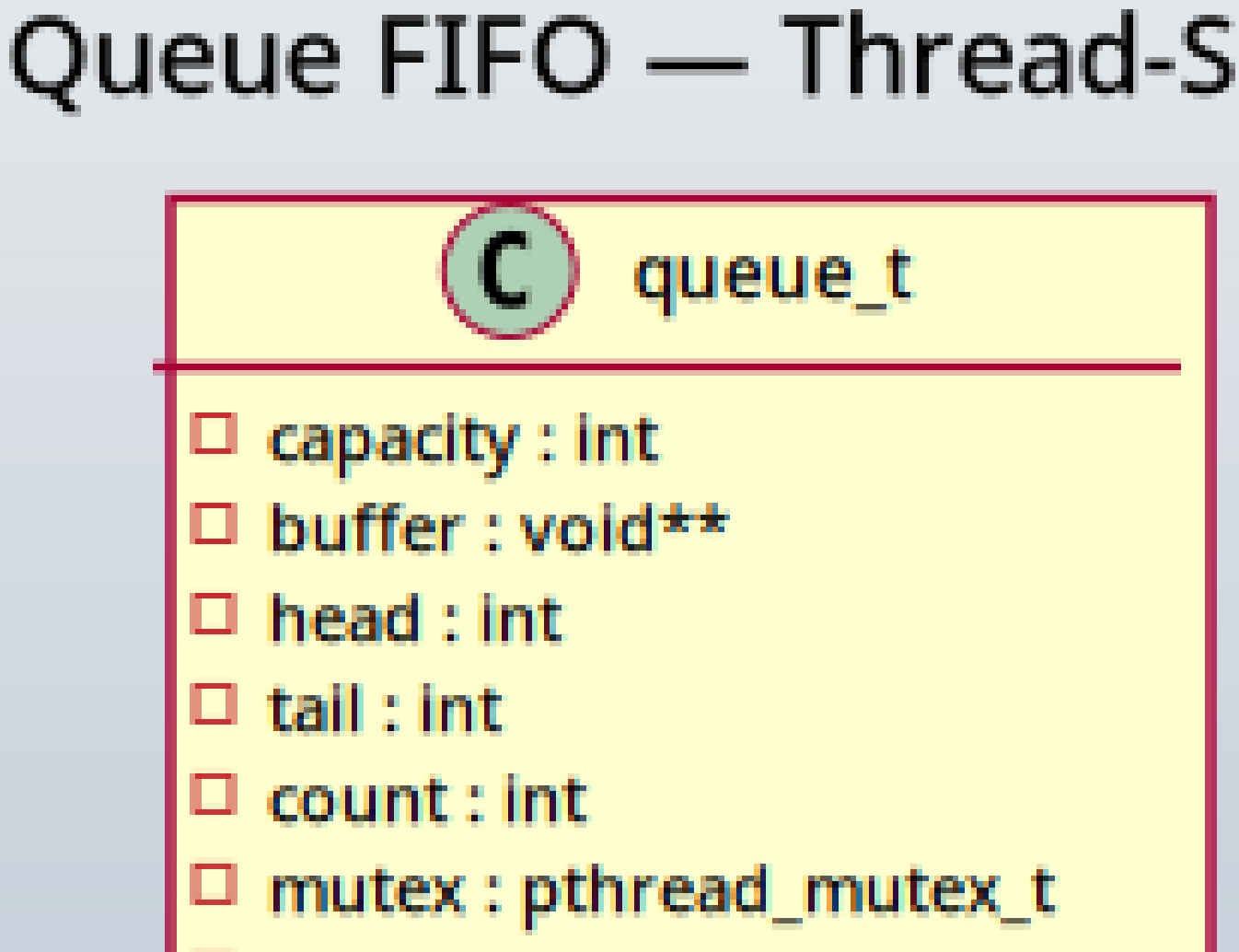
# Serveurs TCP & HTTP Haute Performance

Multi-thread | Queue FIFO | Benchmarks | C/POSIX

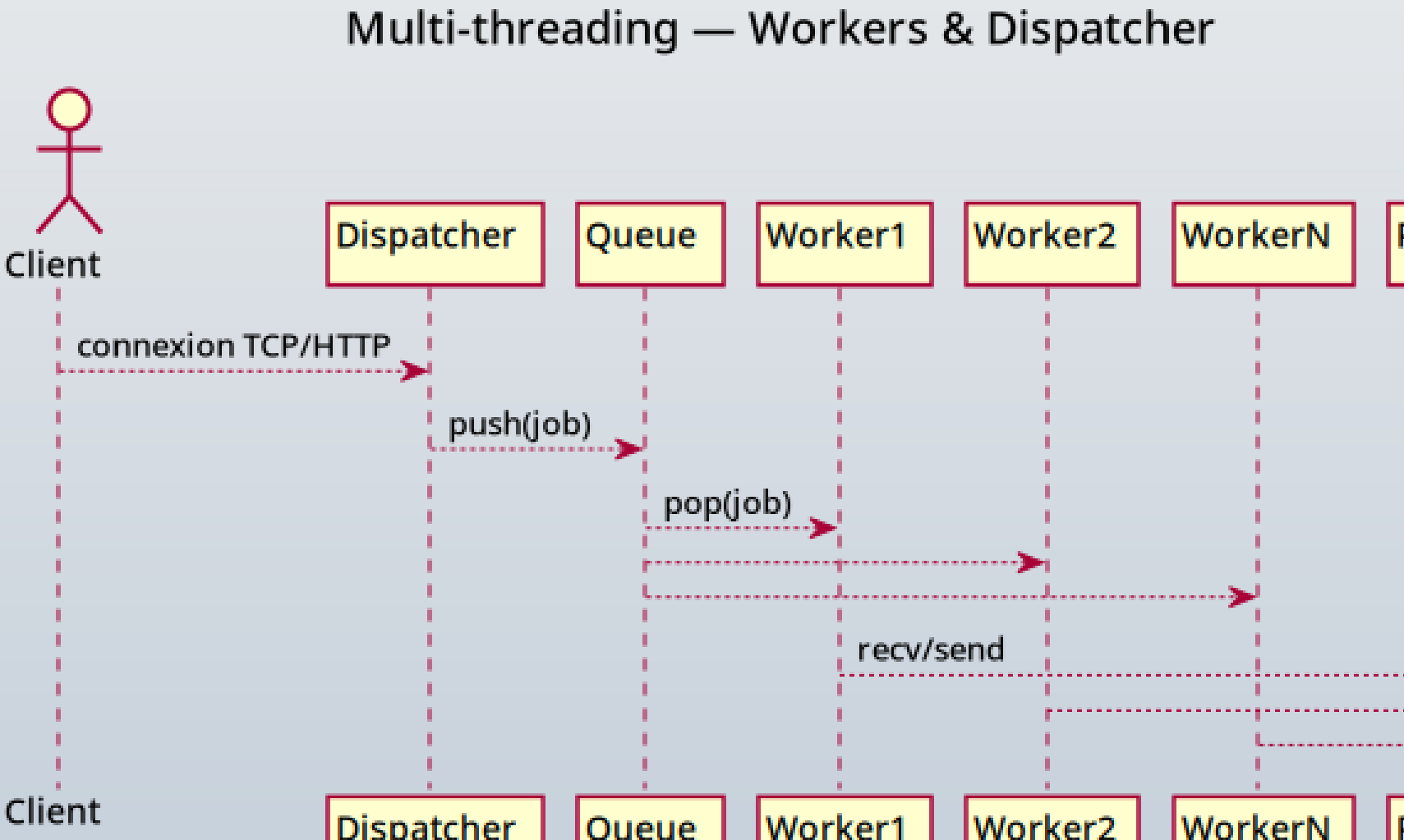
# Architecture Globale



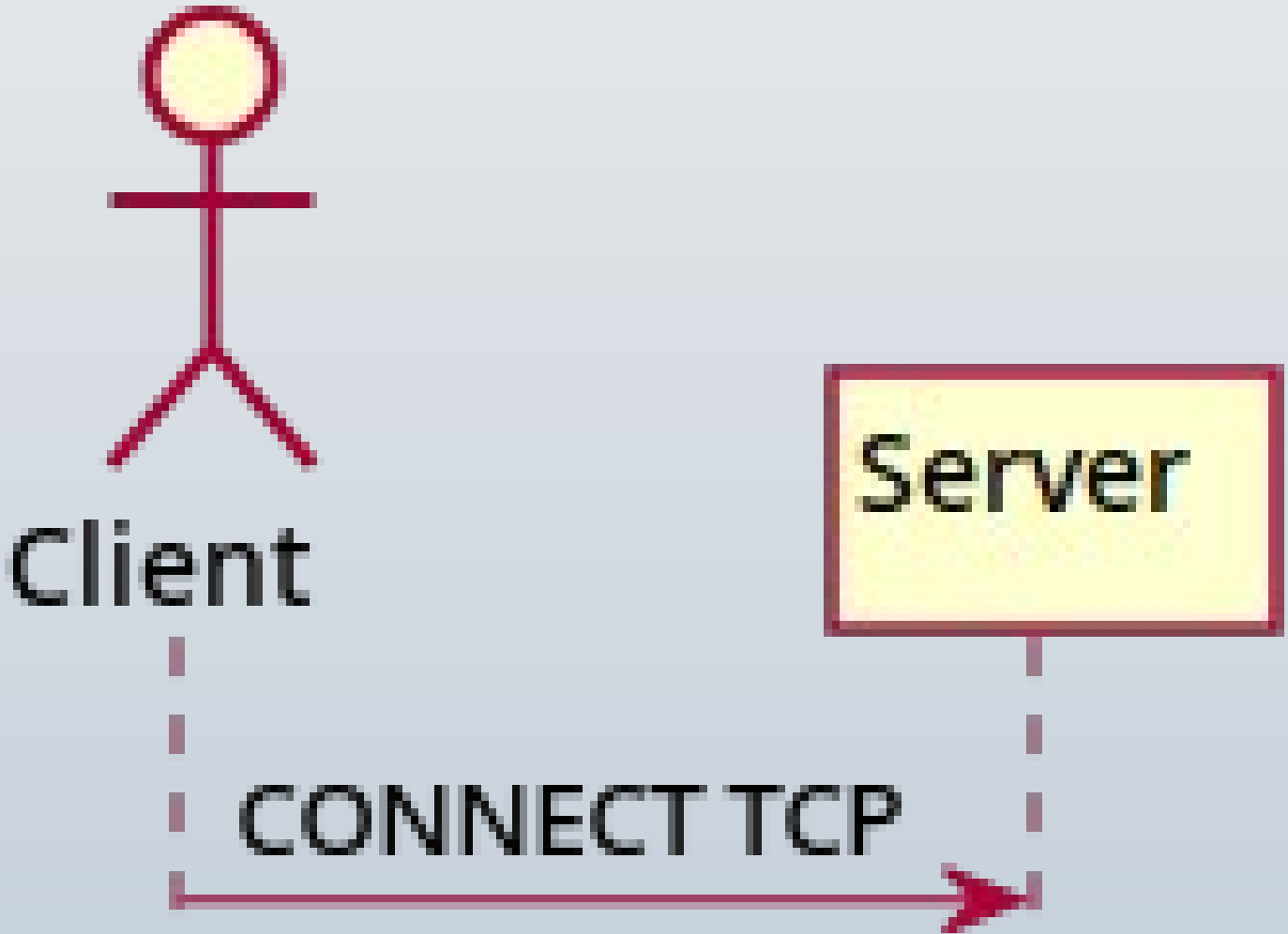
# Queue FIFO Thread-Safe



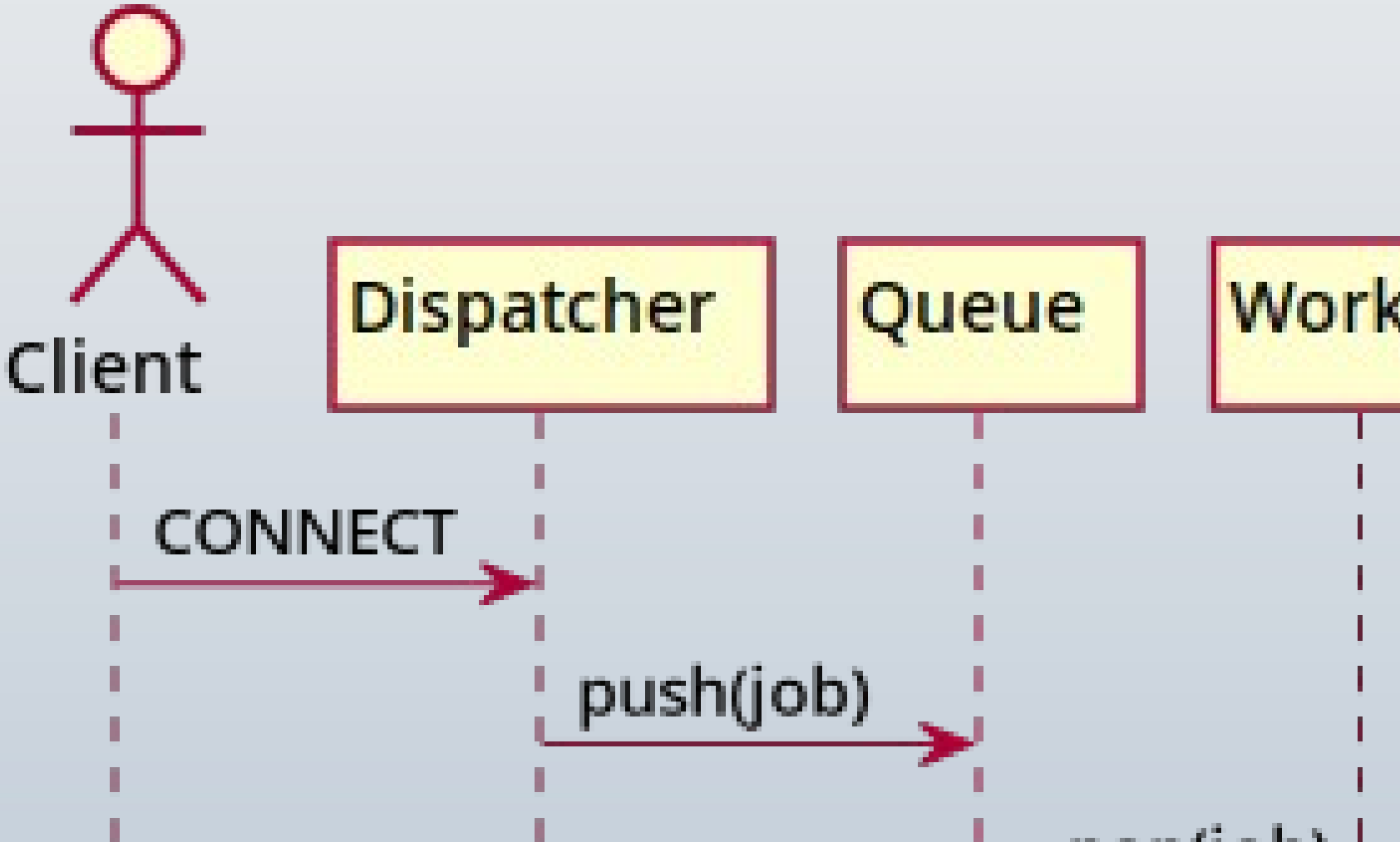
# Threads & Workers



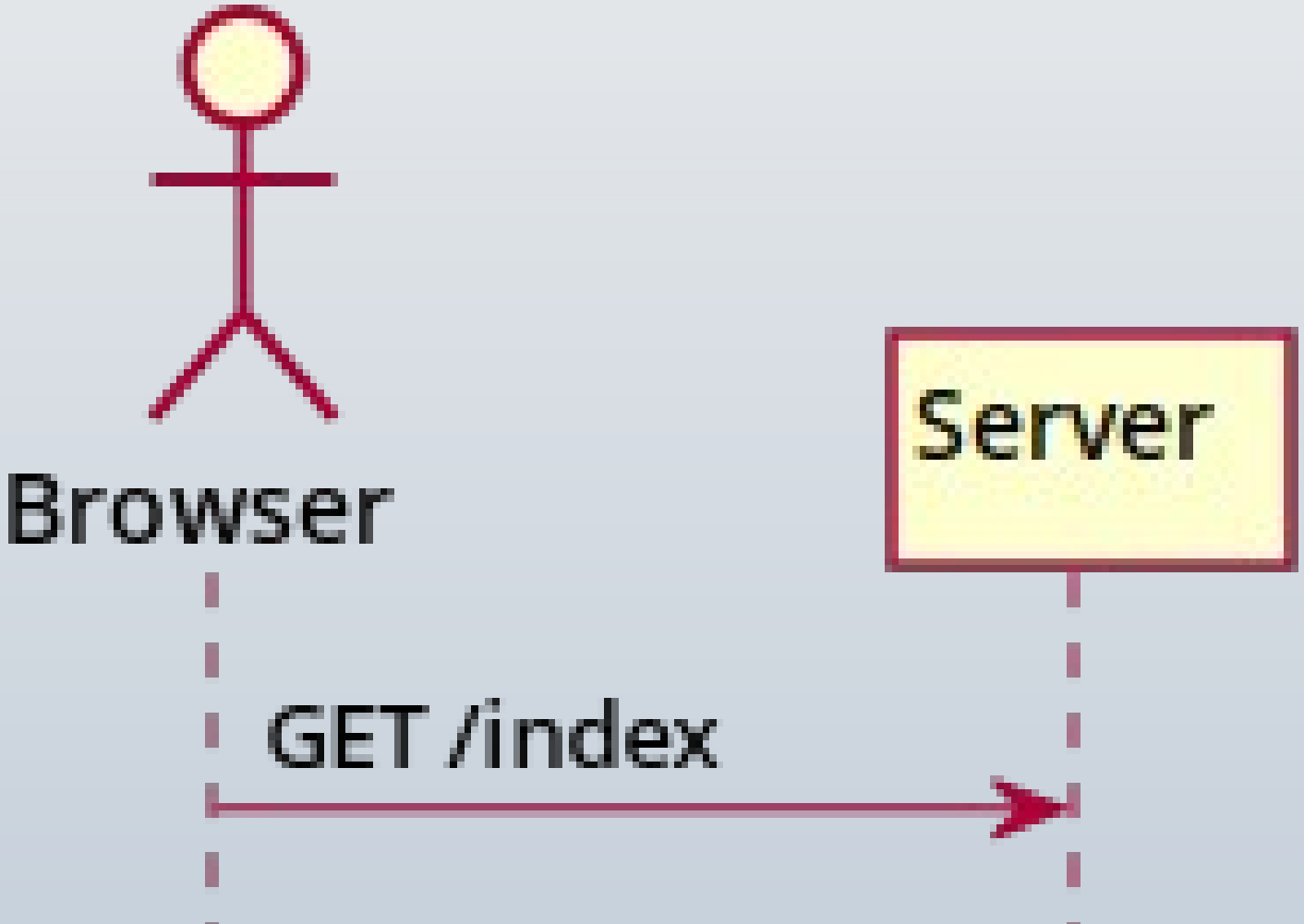
# Séquence TCP Mono-thread



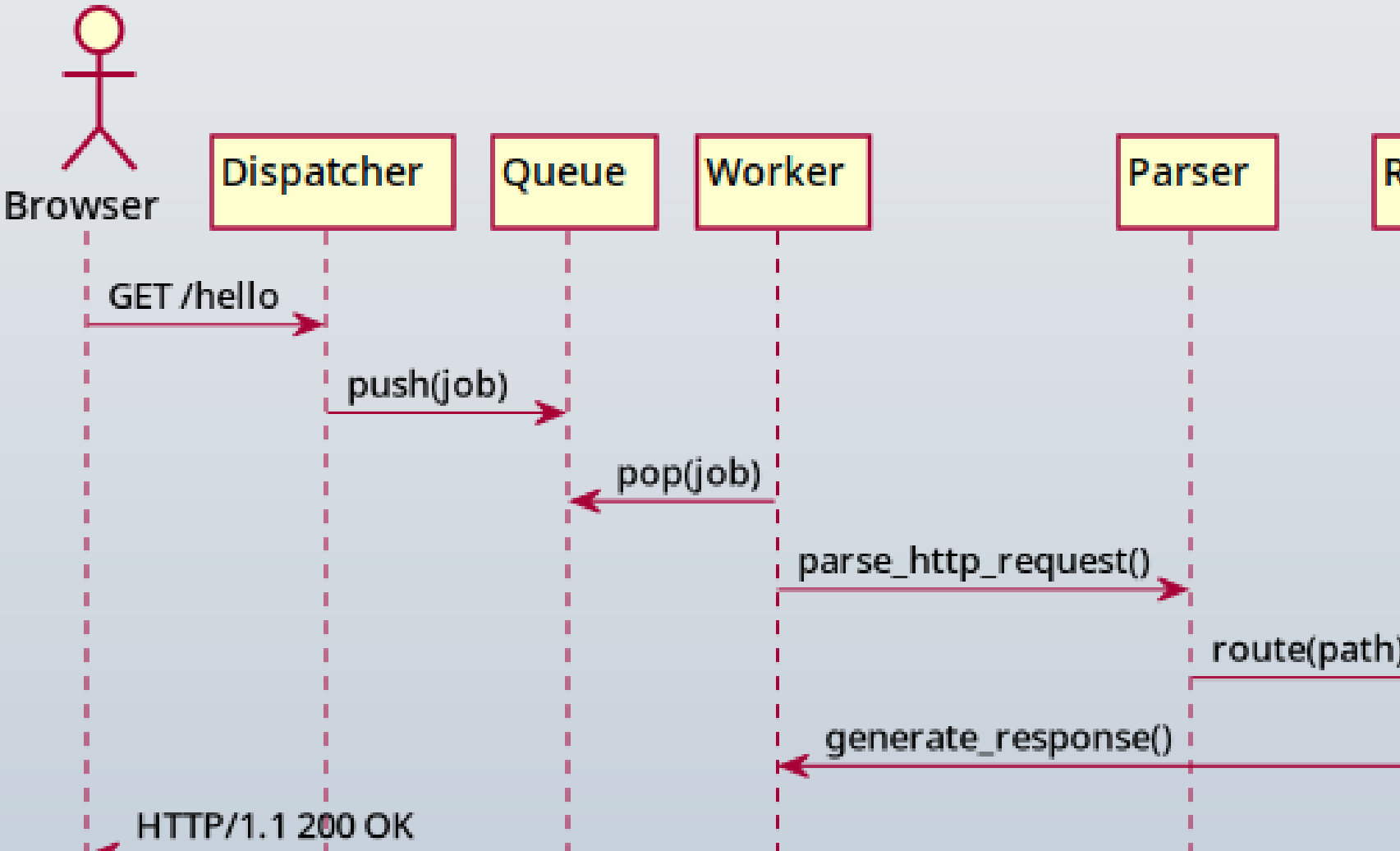
# Séquence TCP Multi-thread



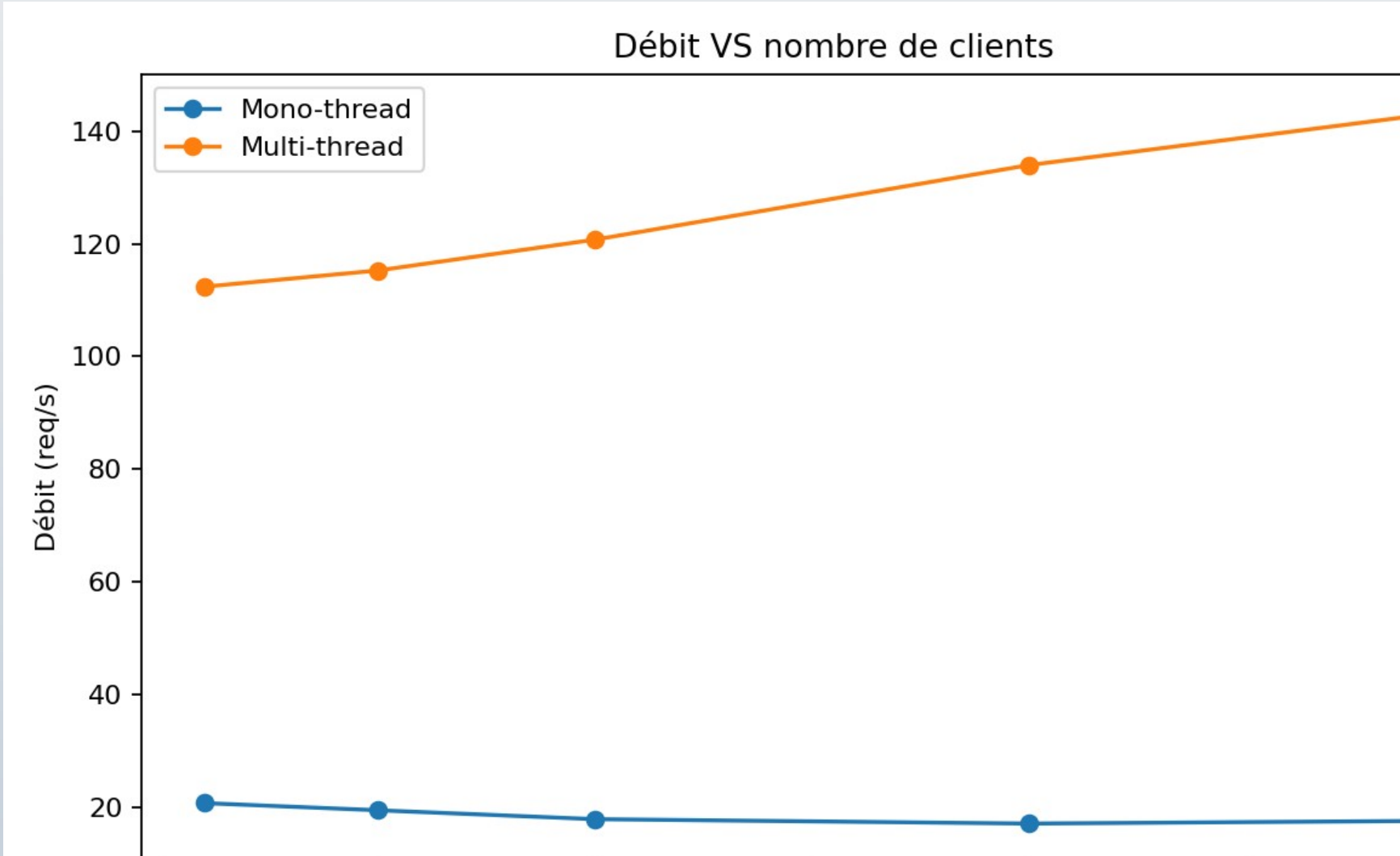
# Séquence HTTP Mono-thread



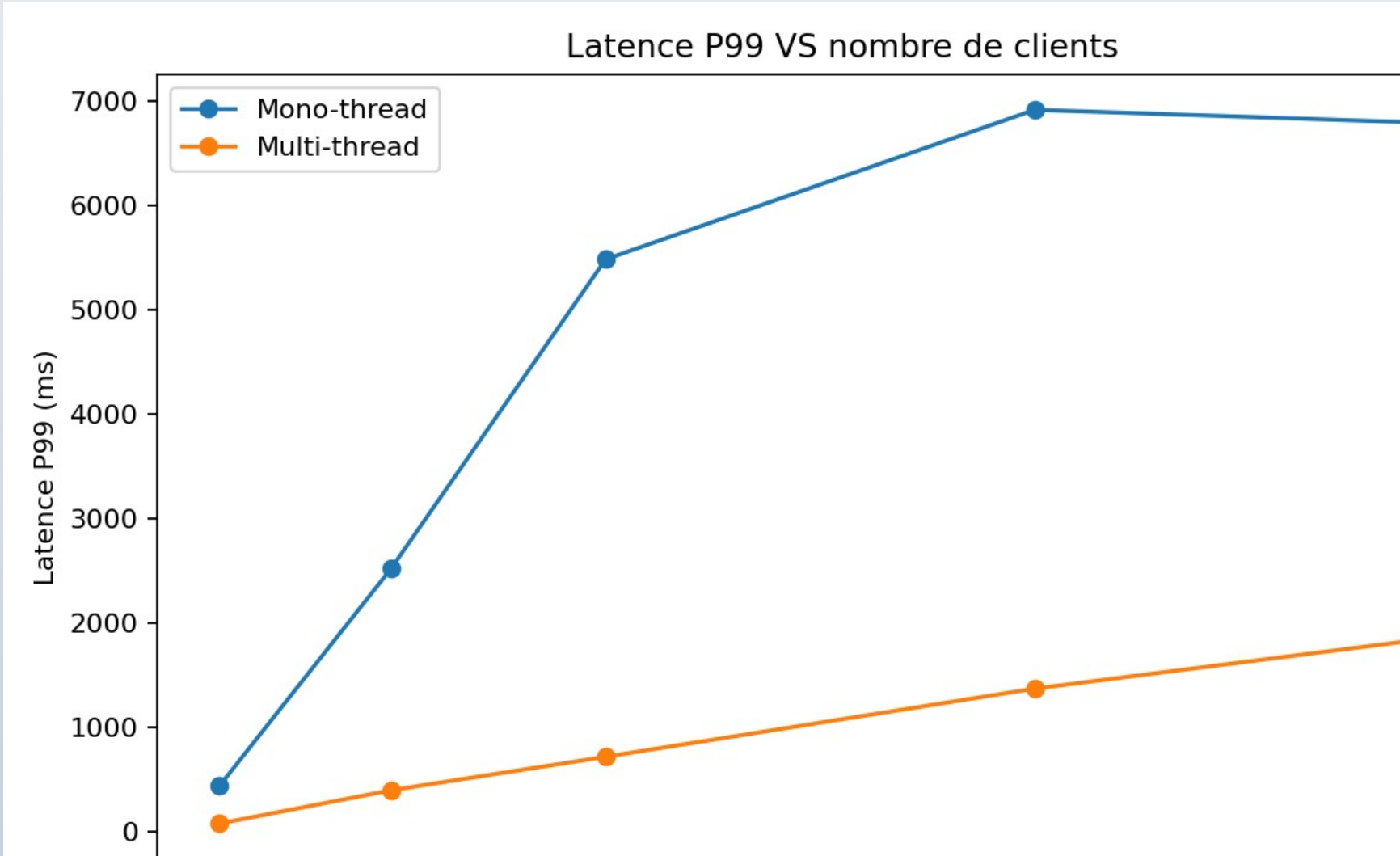
# Séquence HTTP Multi-thread



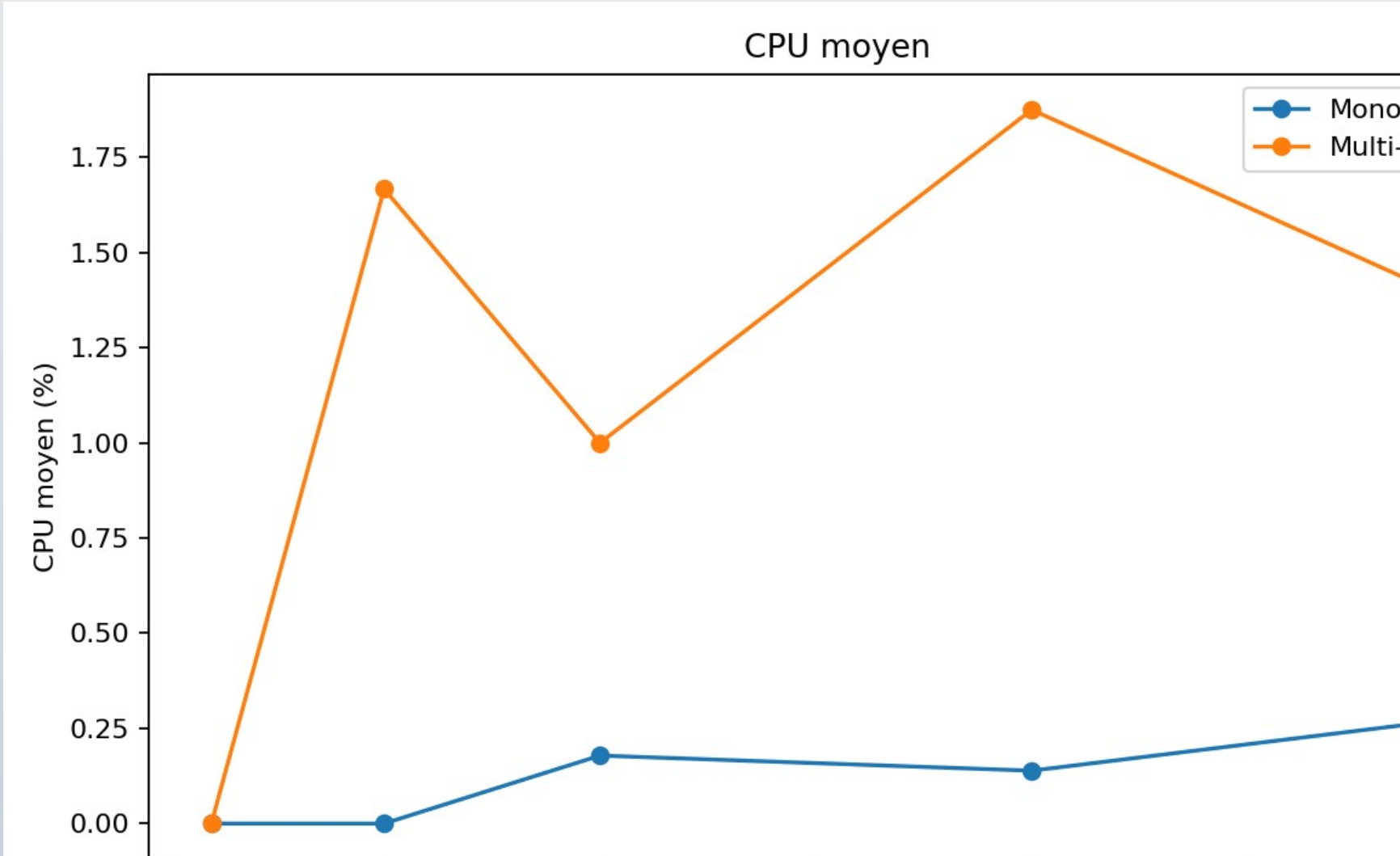
# Throughput (req/s)



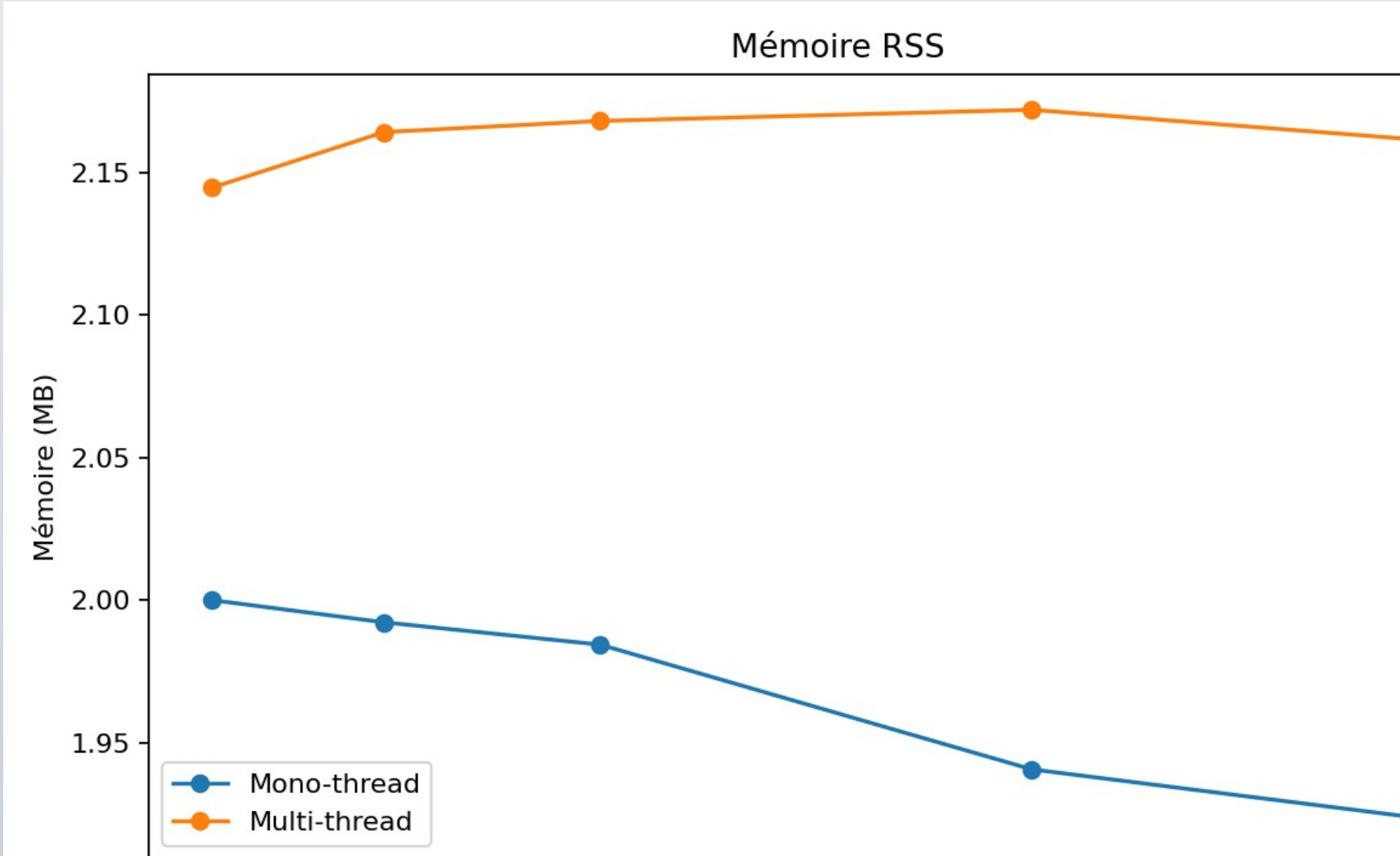
# Latence P99 (µs)



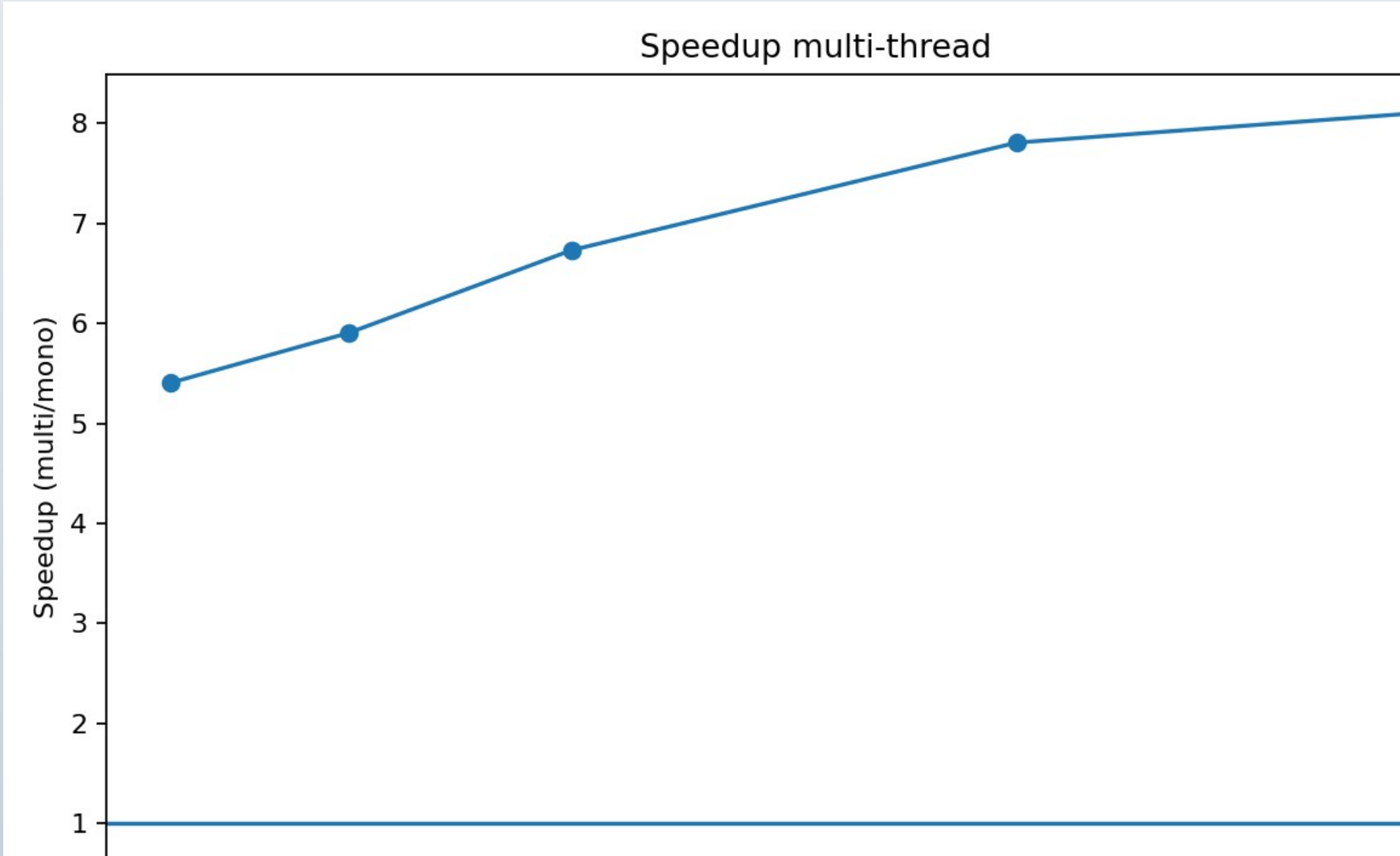
# Utilisation CPU



# Mémoire


Mémoire RSS
Mémoire (MB)
2.15
2.10
2.05
2.00
1.95
Mono-thread
Multi-thread

# Speedup Multi-thread



# HTTP – Parser & Réponses (http.c)

Implémente le parsing de la ligne de requête HTTP (méthode, chemin, query).
Gère un découpage robuste des espaces et des paramètres après '?'.
Fournit une API simple pour les serveurs : parse_http_request() + send_http_response().
Encapsule la construction d'une réponse HTTP 1.1 (status line, headers, body).

```
#ifndef HTTP_H
#define HTTP_H

#include <stddef.h>

/**
 * parse_http_request
 * ------------------
 * Parse la première ligne d'une requête HTTP et extrait :
 *   - method : "GET", "POST", ...
 *   - path   : "/hello", "/stats", ...
 *   - query  : partie après '?' (ex: "a=1&b=2"), sinon chaîne vid
 *
 * Les buffers method, path, query doivent être préalloués par l'a
 * En cas d'erreur de parsing, on renvoie des valeurs par défaut s
 *   method = "GET", path = "/", query = "".
 *
 * @param raw         Buffer brut contenant la requête HTTP.
 * @param method_out  Buffer de sortie pour la méthode (ex: char[1
```

# HTTP – Interface & Constantes (http.h)

Expose les prototypes du parser et de l'émetteur de réponse HTTP.
Centralise les tailles de buffers et types utilisés côté HTTP.
Permet de partager le même moteur HTTP entre serveur mono et multi-thread.

```c
#ifndef HTTP_H
#define HTTP_H

/**
 * parse_http_request
 * ------------------
 * Extrait la méthode, le chemin et la query string à partir d'une
 * requête HTTP brute.
 *
 * - req    : buffer contenant la requête brute
 * - method : buffer de sortie pour la méthode (GET, POST, ...)
 * - path   : buffer de sortie pour le chemin (/hello, /time, ...)
 * - query  : buffer de sortie pour la query (?a=1&b=2)
 */
void parse_http_request(const char *req, char *method, char *path, char

/**
 * send_http_response
 * ------------------
 * Envoie une réponse HTTP 1.1 complète :
```

# Queue FIFO Thread-Safe (queue.c)

Implémente une file FIFO bornée, thread-safe, utilisée par le serveur multi-thread.
Utilise un mutex + 2 variables de condition (not_empty / not_full).
Supporte un mode shutdown propre pour réveiller tous les workers et le dispatcher.
Assure un comportement strictement FIFO et évite les conditions de course.

```c
#include "queue.h"
#include <stdlib.h>

void queue_init(queue_t *q, size_t size_max) {
    q->head = q->tail = NULL;
    q->size = 0;
    q->size_max = size_max;  // 0 = illimité
    q->shutdown = false;
    pthread_mutex_init(&q->mutex, NULL);
    pthread_cond_init(&q->not_empty, NULL);
    pthread_cond_init(&q->not_full, NULL);
}

int queue_push(queue_t *q, void *data) {
    pthread_mutex_lock(&q->mutex);

    while (!q->shutdown &&
           q->size_max > 0 &&
```

# Queue FIFO – Interface (queue.h)

Définit la structure queue_t (head, tail, size, size_max, mutex, cond).
Expose queue_init(), queue_push(), queue_pop(), queue_shutdown(), queue_destroy().
Permet de réutiliser la même abstration pour TCP et HTTP (multi-thread).

```c
#ifndef QUEUE_H
#define QUEUE_H

#include <pthread.h>
#include <stdbool.h>
#include <stddef.h>

typedef struct queue_node {
    void *data;
    struct queue_node *next;
} queue_node_t;

/**
 * Queue FIFO thread-safe, bornée.
 * - mutex + condition variables not_empty / not_full
 * - shutdown permet de réveiller tous les threads en a
```

# Serveur TCP Mono-thread (serveur_mono.c)

Boucle accept() → recv() → traitement_lourd() → send() pour un seul client à la fois.
Utilise un traitement CPU-bound simulé (~100ms) pour mesurer la saturation.
Renvoie le carré du nombre reçu (+ timestamp µs) au client.
SIGINT handler simple : fermeture du socket serveur et exit immédiat.

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>
#include <math.h>
#include <signal.h>
#include <string.h>
#include <arpa/inet.h>
#include <sys/socket.h>
#include <sys/time.h>
#include <time.h>
#include <stdint.h>
#include <errno.h>

#define PORT 5050
#define BACKLOG 50   /* Amélioré pour éviter saturation */

/* ---------- Variables globales pour shutdown propre ---------- */
static volatile sig_atomic_t running = 1;
static int server_fd = -1;
```

# Serveur HTTP Mono-thread (serveur_mono_http.c)

Accepte les connexions une par une sur le port HTTP mono-thread (8080).
Parse la requête brute via http.c, route vers /, /hello, /time, /stats.
Gère des timeouts recv() pour éviter les connexions bloquées.
Idéal comme référence séquentielle pour comparer au multi-thread HTTP.

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <unistd.h>
#include <time.h>
#include <signal.h>
#include <arpa/inet.h>
#include <sys/socket.h>
#include <sys/time.h>
#include <errno.h>

#include "http.h"

#define HTTP_PORT 8080
#define BACKLOG   32
#define BUF_SIZE  4096

/*-------------------------------------------------------------
 *  Statistiques serveur (mono-thread → pas besoin de mutex)
 *-------------------------------------------------------------*/
static unsigned long total_requests  = 0;
```

# Serveur TCP Multi-thread (serveur_multi.c)

Crée un pool fixe de WORKER_COUNT threads dès le démarrage.
Le thread principal accepte les connexions et les pousse dans la queue FIFO.
Chaque worker dépile un fd, exécute traitement_lourd(), renvoie la réponse, ferme le fd.
Gère SIGINT + queue_shutdown() pour un arrêt propre sans deadlock.

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>
#include <math.h>
#include <signal.h>
#include <string.h>
#include <arpa/inet.h>
#include <sys/socket.h>
#include <sys/time.h>
#include <time.h>
#include <stdint.h>
#include <pthread.h>
#include <errno.h>

#include "queue.h"

#define PORT 5051
#define BACKLOG 50
#define WORKER_COUNT 8
```

# Serveur HTTP Multi-thread (serveur_multi_http

Architecture identique à TCP multi-thread, mais au niveau HTTP 1.1 (port 8081).
Workers parse la requête HTTP, appellent route_request(), renvoient une réponse JSON/HT
Statistiques globales /stats protégées par mutex (total_requests, hello_requests, 404).
Utilise SO_RCVTIMEO pour limiter la durée de blocage sur recv().

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <unistd.h>
#include <time.h>
#include <signal.h>
#include <pthread.h>
#include <arpa/inet.h>
#include <sys/socket.h>
#include <sys/time.h>
#include <errno.h>

#include "queue.h"
#include "http.h"

#define HTTP_PORT    8081
#define BACKLOG      64
#define WORKERS      8
#define BUF_SIZE     4096

/* ---------------------------------------------------------------------
 * Structure des jobs
```

# Client de Charge / Benchmarks (python/client_stress.py)

Génère des centaines de clients concurrents pour mesurer throughput et latence.
Ouvre des connexions TCP/HTTP, envoie des requêtes, collecte les temps de réponse.
Produit des métriques agrégées (P50, P95, P99, RPS) en JSON / Excel.
Alimente le dashboard Plotly + les figures utilisées dans la présentation.

```python
#!/usr/bin/env python3
# -*- coding: utf-8 -*-

import socket
import struct
import time
import statistics
from concurrent.futures import ThreadPoolExecutor, as_completed


def envoyer_requete(host: str, port: int, number: int) -> float:
    start = time.perf_counter()
    try:
        with socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM) as s:
            s.settimeout(5.0)
            s.connect((host, port))
            data = struct.pack("!i", number)
            s.sendall(data)
            result_raw = s.recv(4)
            ts_raw = s.recv(8)
```