

GÉNÉRALITÉS SUR L'ORDONNANCEMENT DYNAMIQUE

PARTAGE DYNAMIQUE DES RESSOURCES COMMUNES D'ACCÈS EXCLUSIF

exclusion mutuelle, sans concurrence d'utilisation, utilisables à tour de rôle, avec réquisition éventuelle

CLIENTS : usager, processus, travail, sous-système

SERVEUR : allocateur de ressource

PROBLÈMES LIÉS À L'ORDONNANCEMENT DE PROCESSEUR

états d'un processus (processus prêts) et connaissance de l'élu (ou des élus)

Commutation de processus : sauvegarder le contexte et pouvoir repartir là où le processus a été préempté

POLITIQUES D'ORDONNANCEMENT D'UNITÉS CENTRALES

ancienneté (PAPS) ("FIFO"), priorités, recyclage (tourniquet avec quantum, multifiles)

(Exemples : Unix, Linux, Chorus)

priorités et sections critiques, inversion de priorité, héritage de priorité

ordonnancement de tâches périodiques temps réel

ORDONNANCEMENT DES TRANSFERTS DISQUES

bras mobile : ancienneté ("FIFO"), plus proche voisin, ascenseur

têtes fixes : plus court délai rotationnel.

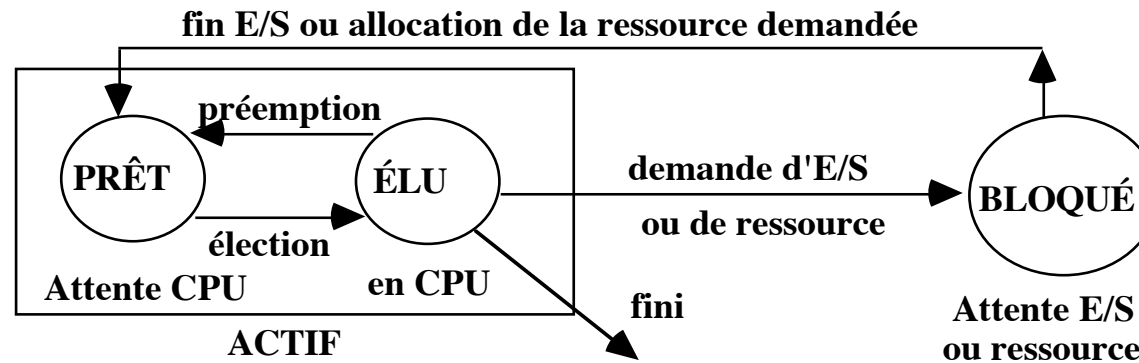
ASSOCIATION DE PLUSIEURS POLITIQUES

- **si trop de clients, découper en ensembles plus petits,
avec des politiques différentes de complexité et de rapidité de décision,
avec des objectifs différents ou complémentaires.**

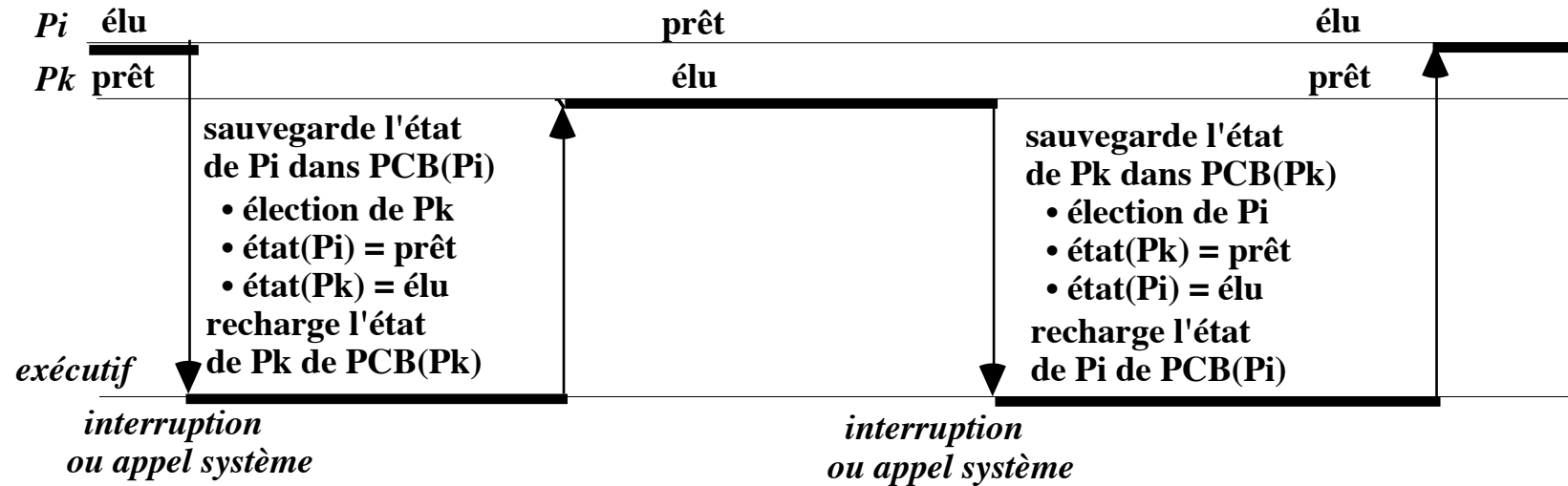
Exemple : long terme (politique complexe), court terme (politique rapide : "FIFO")

- **ordonnancement séparé par ressource ou commun à plusieurs ressources pour une politique globale**

ÉTATS D'UN PROCESSUS

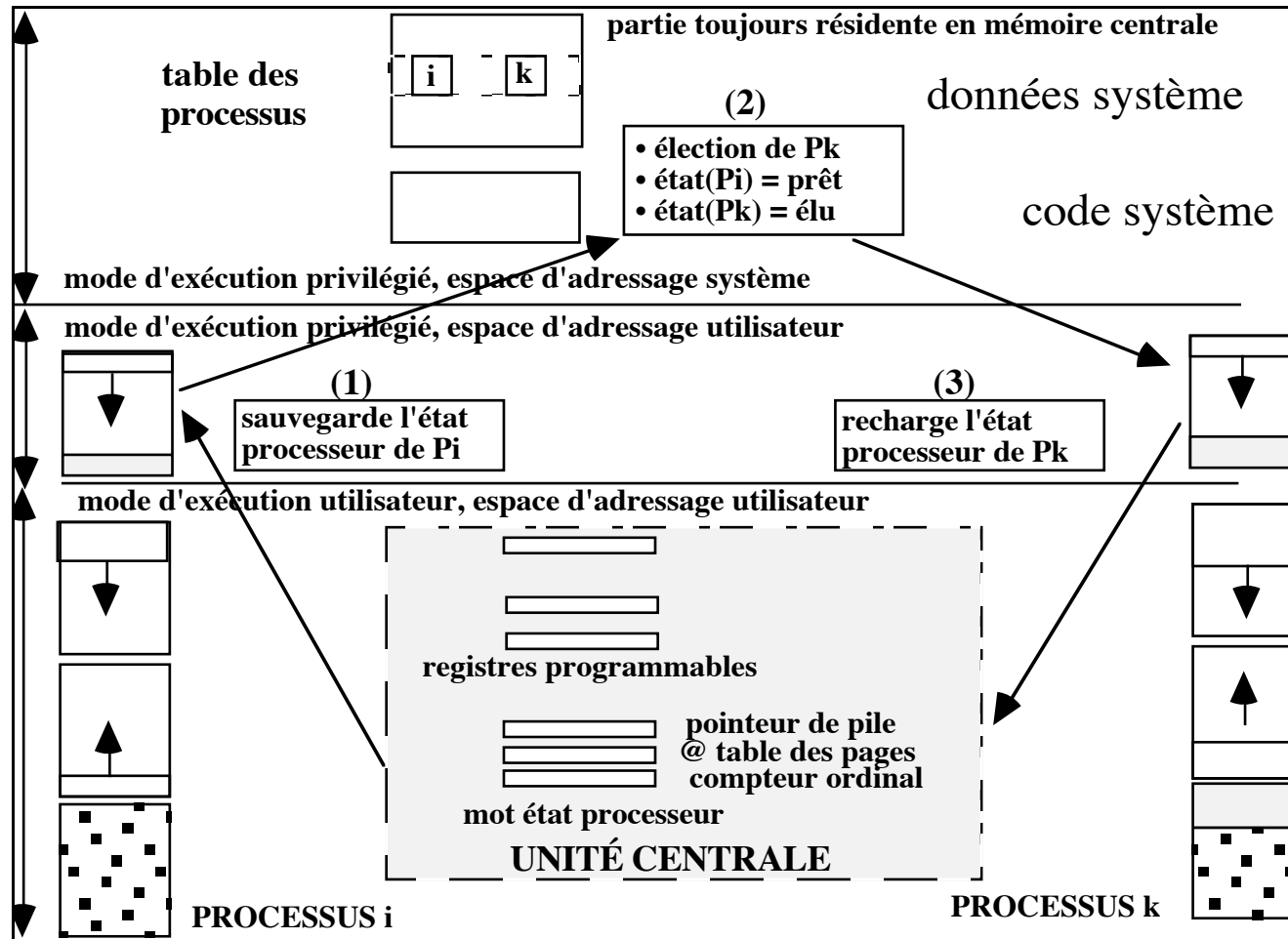


Fonctions de l'allocateur ("scheduler") : allocation dynamique du processeur aux processus prêts



commutation : procédure noyau en mode privilégié
pose du point de reprise pour le processus interrompu
chargement du point de reprise du processus élu

COMMUTATION DE L'UNITÉ CENTRALE ENTRE LES PROCESSUS Pi et Pk



Passage de l'environnement de P_i à celui de P_k
schéma pour Unix, Linux, Posix

ALLOCATION DES PROCESSEURS

CONTEXTE : requêtes à des instants et pour des durées aléatoires => allocation en ligne
OBJECTIFS : soit réduire le temps de réponse moyen,
 soit réduire le temps d'attente moyen des requêtes les plus courtes,
 soit garantir le respect des échéances temporelles

FILE D'ATTENTE :

- ancienneté
- priorité fixe (empirique, période)
- priorité variable (attente écoulée, service déjà reçu, échéance)

SERVICE

- avec ou sans réquisition (si priorité)
- quantum de temps (favoriser les travaux courts)

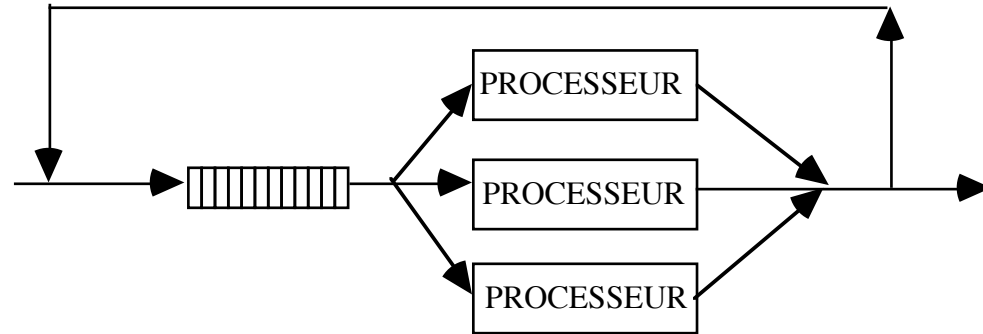
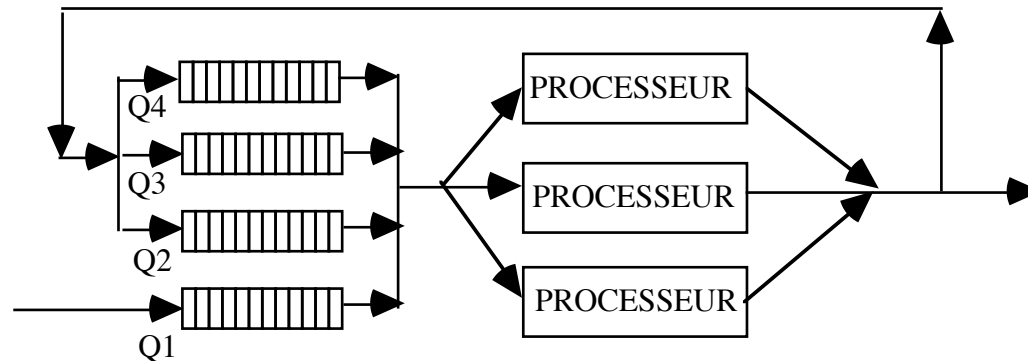
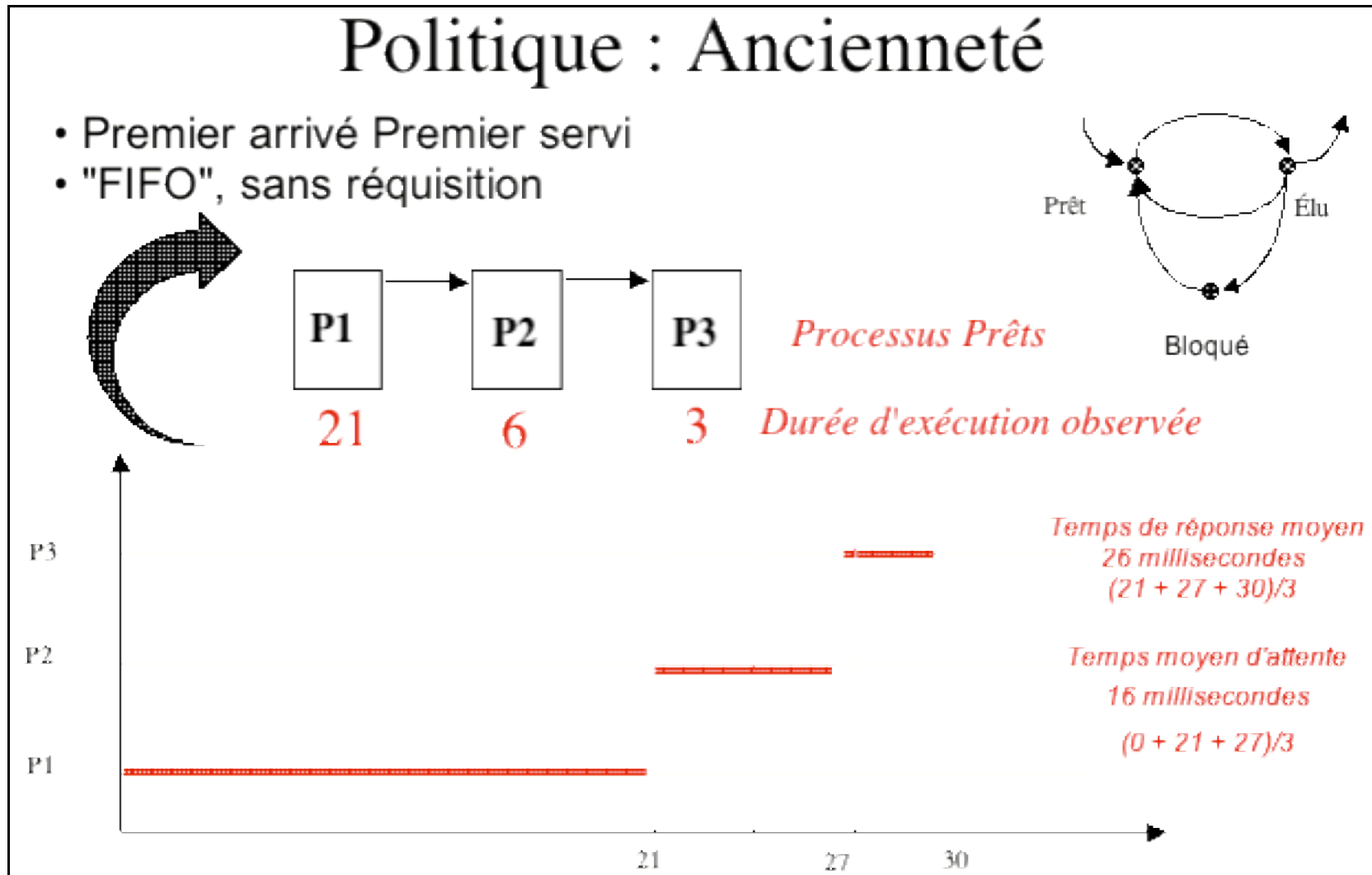


SCHÉMA DE STRUCTURE

- pas de recyclage
- recyclage par tourniquet
- recyclage multifiles
- $Q1 = Q2 = Q3 = Q4 = Q$
- $Q4 = 2*Q3 = 4*Q2 = 8*Q1$

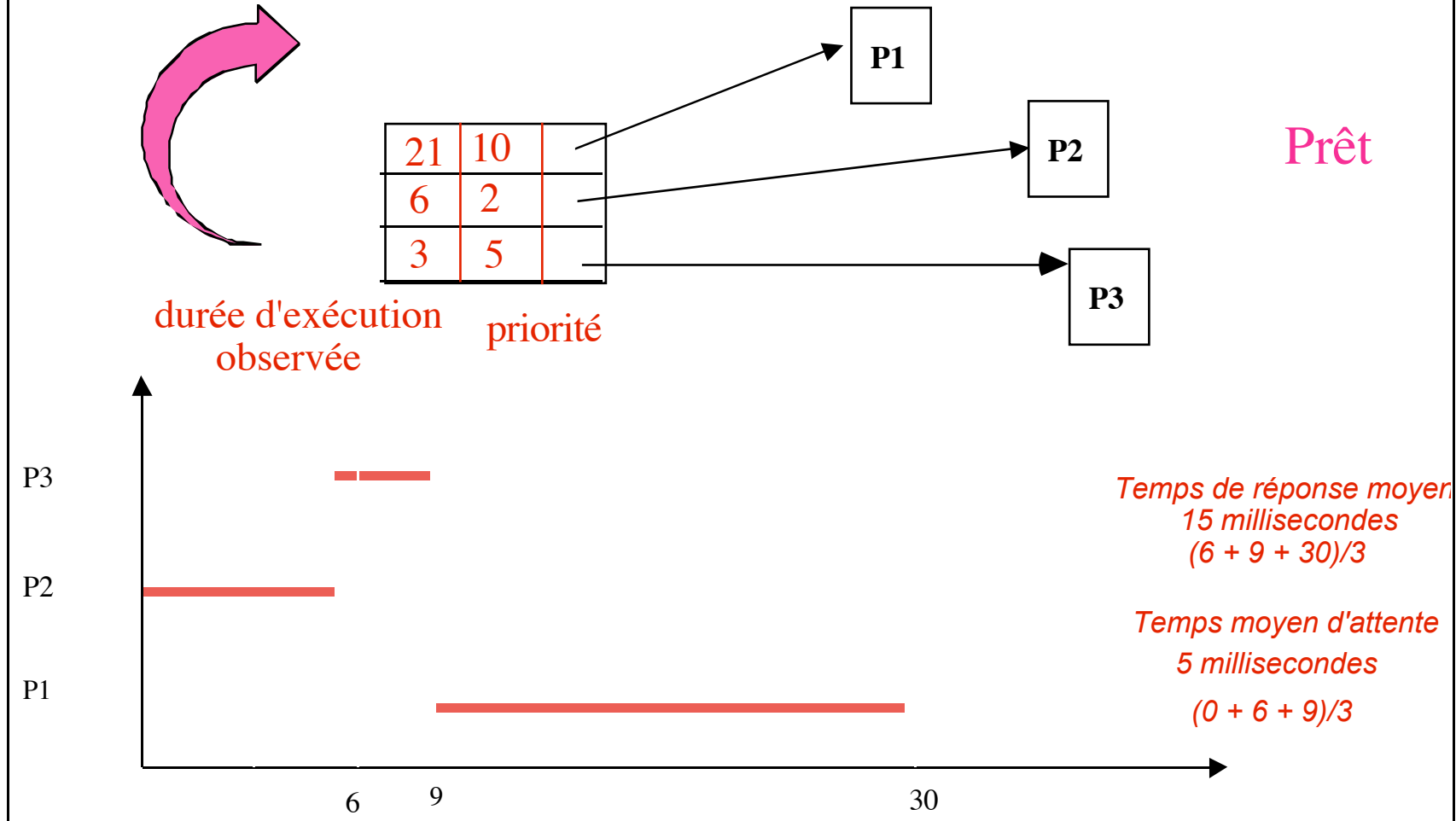


temps de réponse = temps d'attente + temps de service

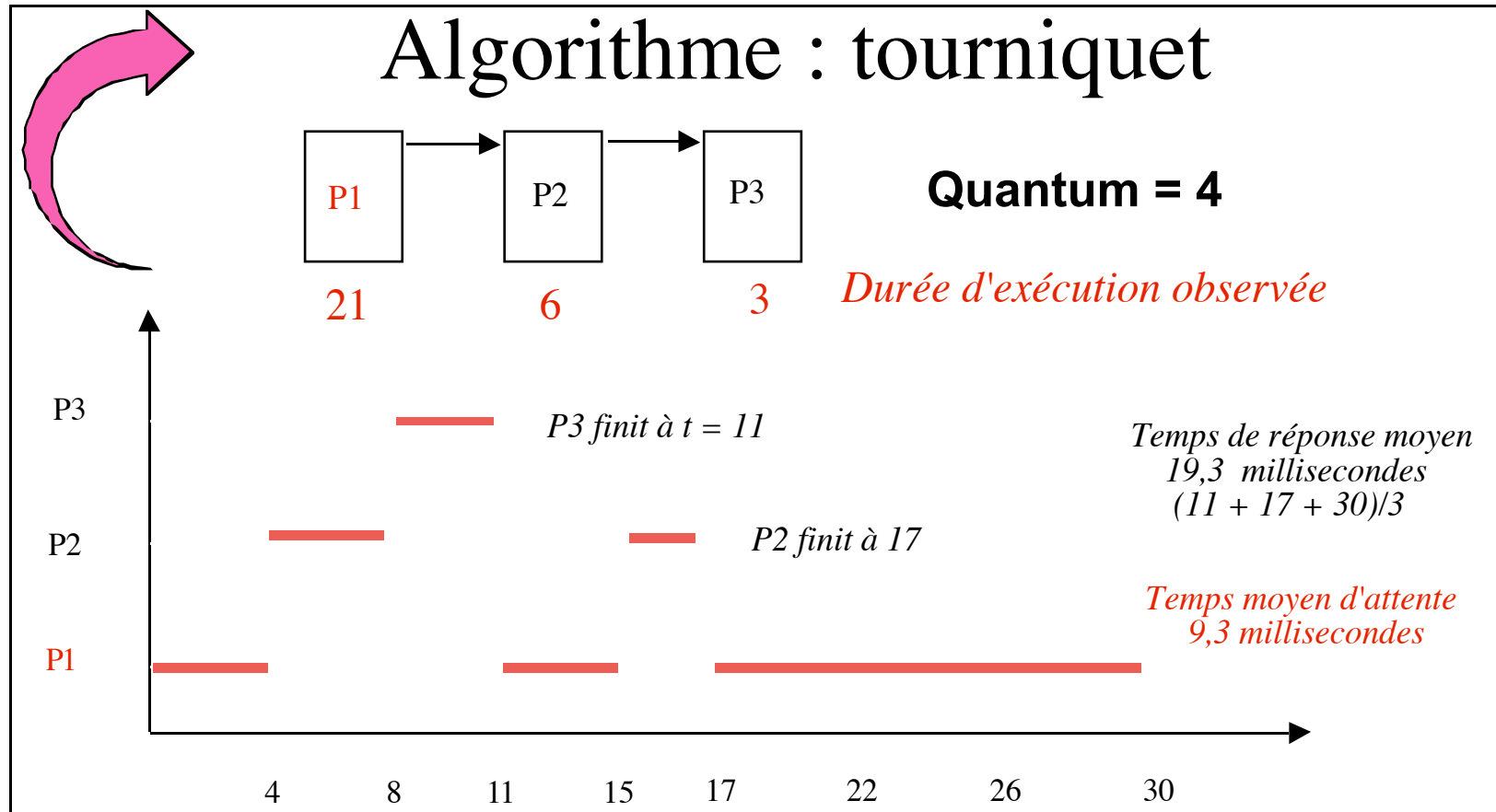


temps de réponse = temps d'attente + temps de service

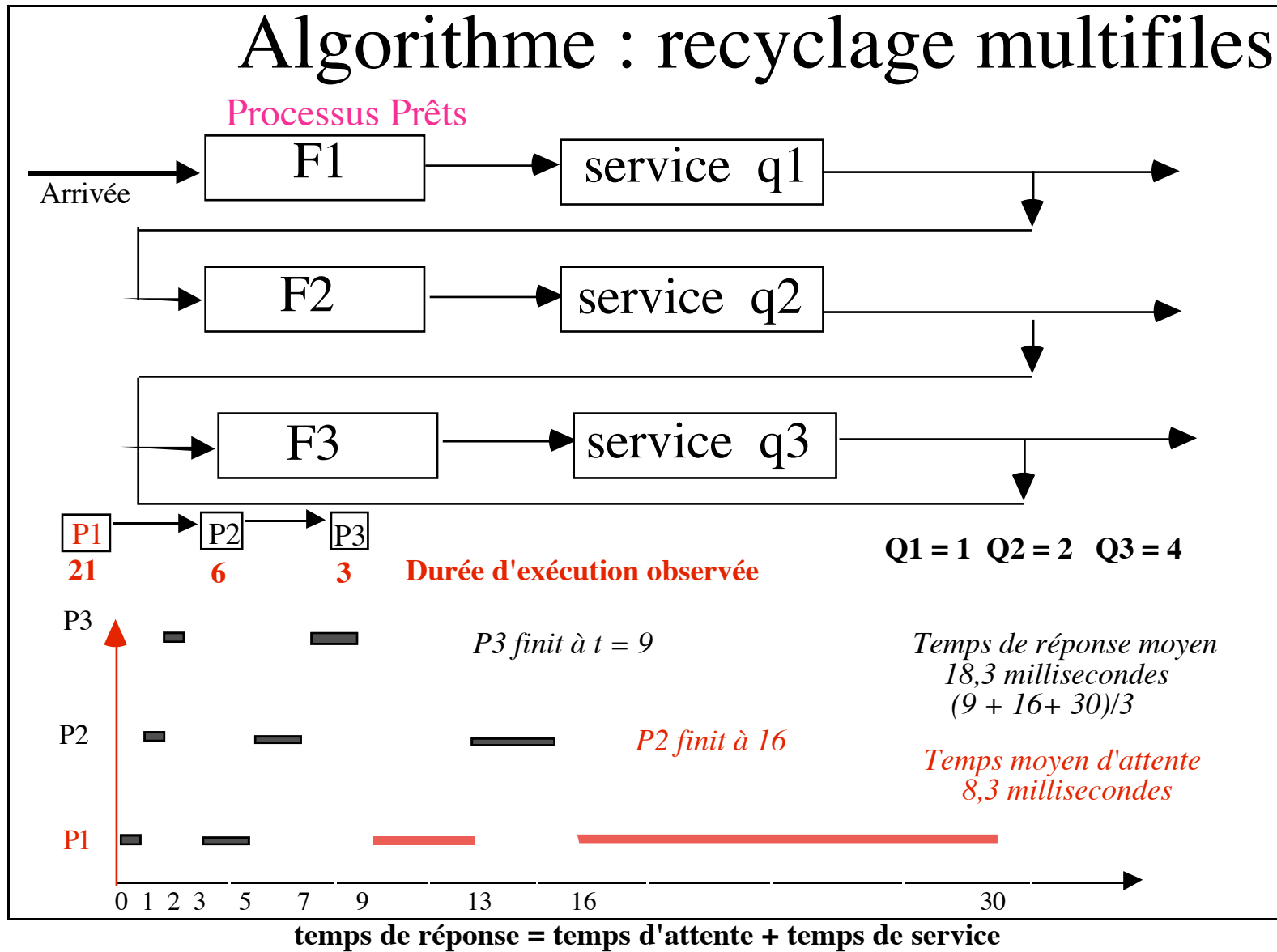
Algorithme : avec priorités



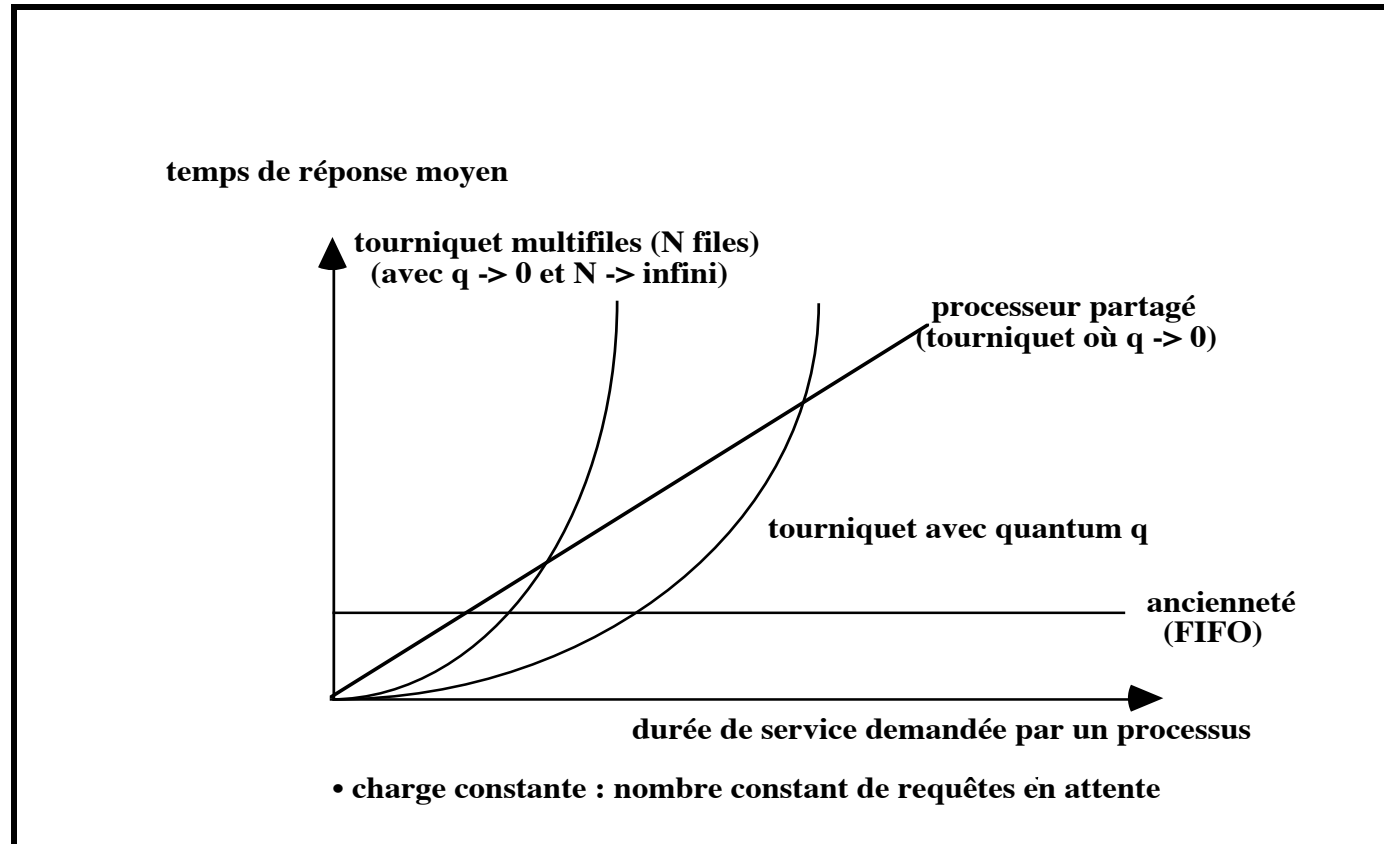
temps de réponse = temps d'attente + temps de service



temps de réponse = temps d'attente + temps de service



COMPARAISON DES POLITIQUES D'ALLOCATION DES PROCESSEURS REQUÊTES INDÉPENDANTES ET ALLOCATION EN LIGNE

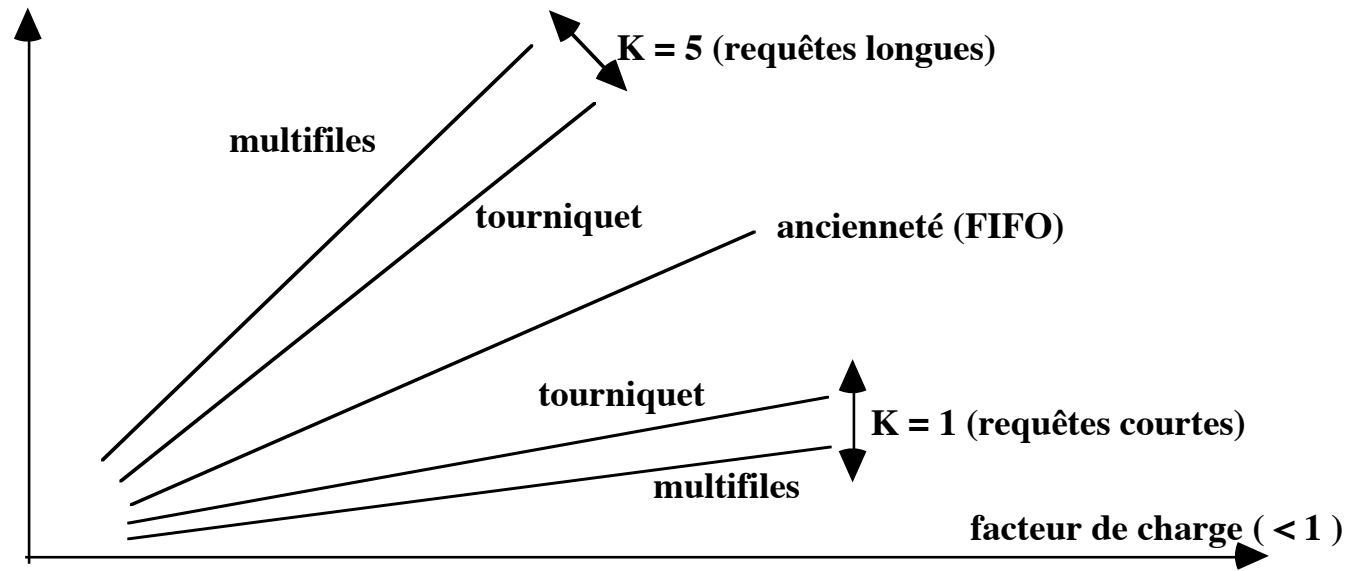


**COMPARAISON DES POLITIQUES D'ALLOCATION DES PROCESSEURS
REQUÊTES INDÉPENDANTES ET ALLOCATION EN LIGNE
RÉSULTATS DE SIMULATION**

HYPOTHÈSES : arrivées poissonniennes, service géométrique (multiple de Q)

facteur de charge = temps moyen de service / intervalle moyen entre deux arrivées
facteur de charge < 1 (condition nécessaire de stabilité)

RÉSULTAT : temps de réponse pour une requête de K quanta



plus le facteur de charge et la dispersion des arrivées sont grands, plus la file d'attente est longue

COMMENTAIRE : le recyclage avantage les requêtes courtes
le tourniquet, simple à réaliser, donne déjà de bons résultats

Applications temps réel : Nature des tâches

Rythme d'occurrence



Tâche périodique T_p
Ex : lecture de capteurs



Tâche aperiodique T_{ap}
Ex : alarme
Tâche sporadique

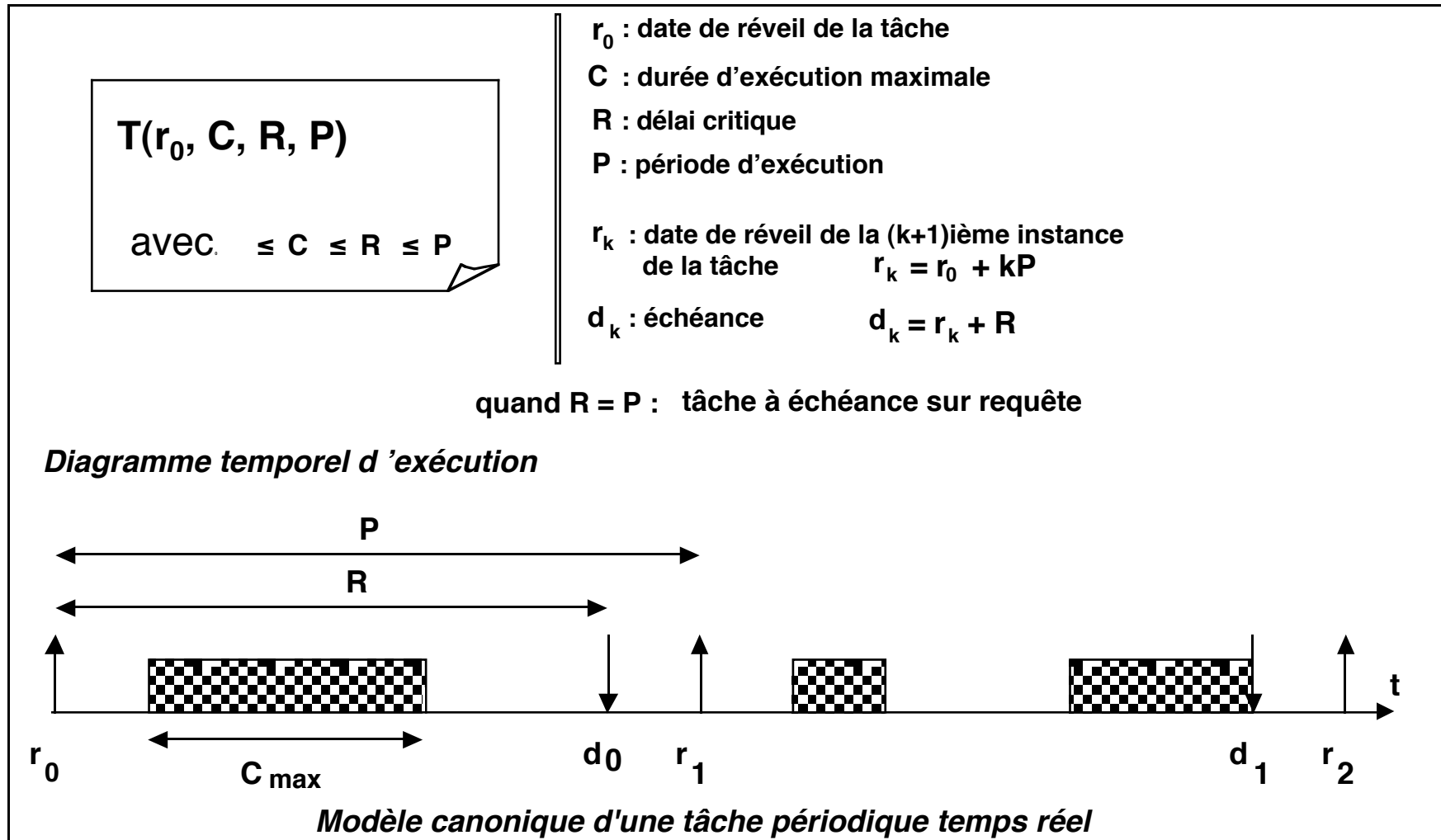
Contraintes de temps

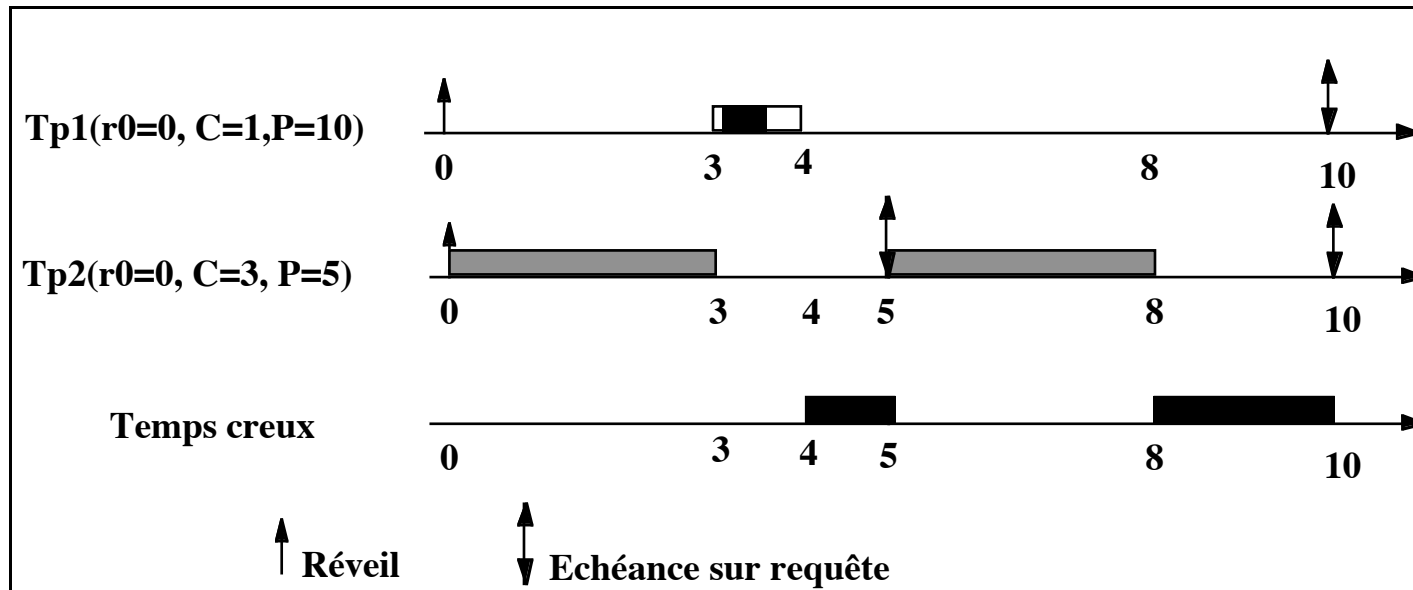


Tâche à contraintes strictes
Date de fin d'exécution au plus tard
Respect obligatoire temps réel "dur"



Tâche à contraintes relatives
Date de fin d'exécution au plus tard
Respect souhaitable temps réel "mou"





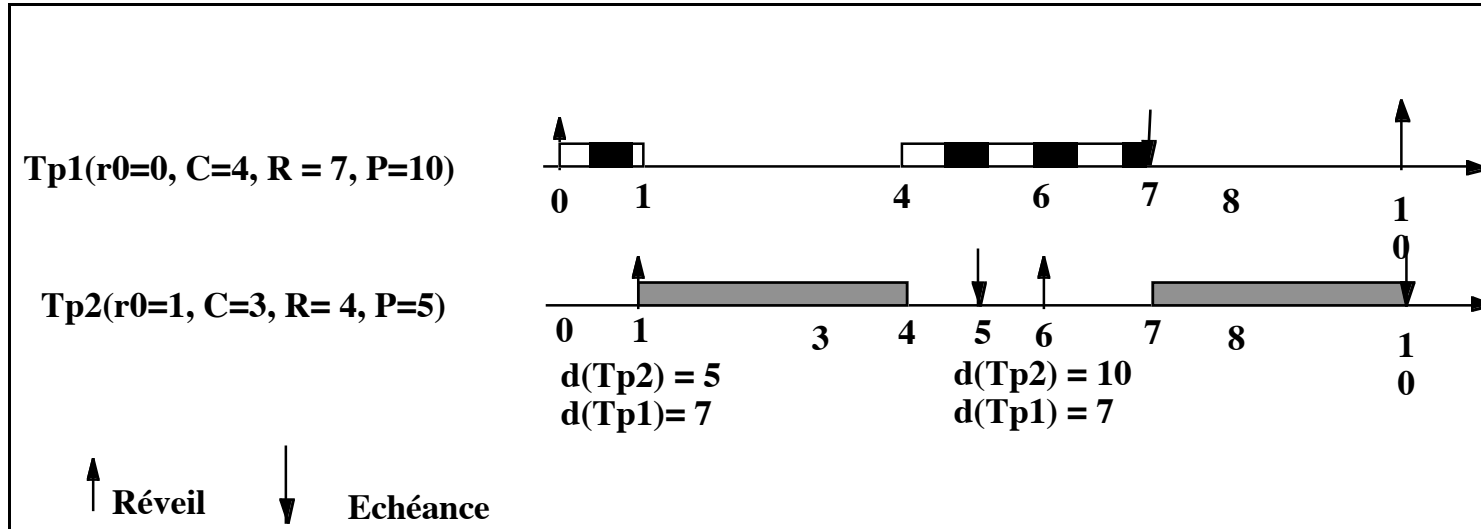
ORDONNANCEMENT À TAUX MONOTONE DE TÂCHES TEMPS RÉEL PÉRIODIQUES

La tâche de plus petite période est la plus prioritaire ("rate monotonic")

TÂCHES À ÉCHÉANCE SUR REQUÊTE

Condition suffisante d'ordonnançabilité d'une configuration de tâches à échéance sur requête :

$$\sum Ci/Pi \leq n(2^{1/n} - 1)$$



ORDONNANCEMENT PAR ÉCHÉANCES DE TÂCHES TEMPS RÉEL PÉRIODIQUES

La tâche la plus proche de son échéance est la plus prioritaire ("earliest deadline")

TÂCHES À ÉCHÉANCE SUR REQUÊTE

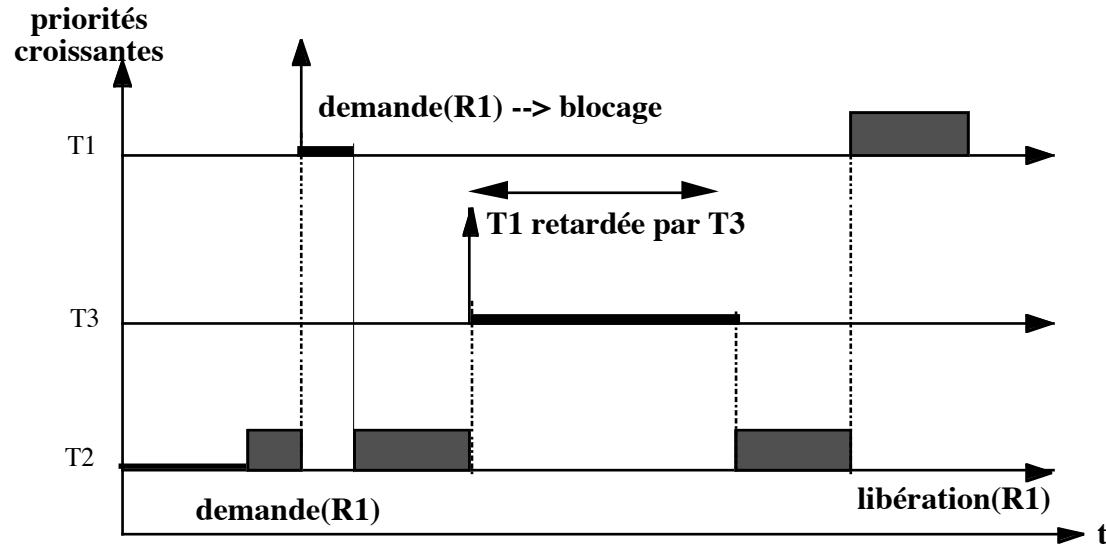
Condition nécessaire et suffisante d'ordonnançabilité d'une configuration de tâches :

$$\sum C_i/P_i \leq 1$$

TÂCHES QUELCONQUES

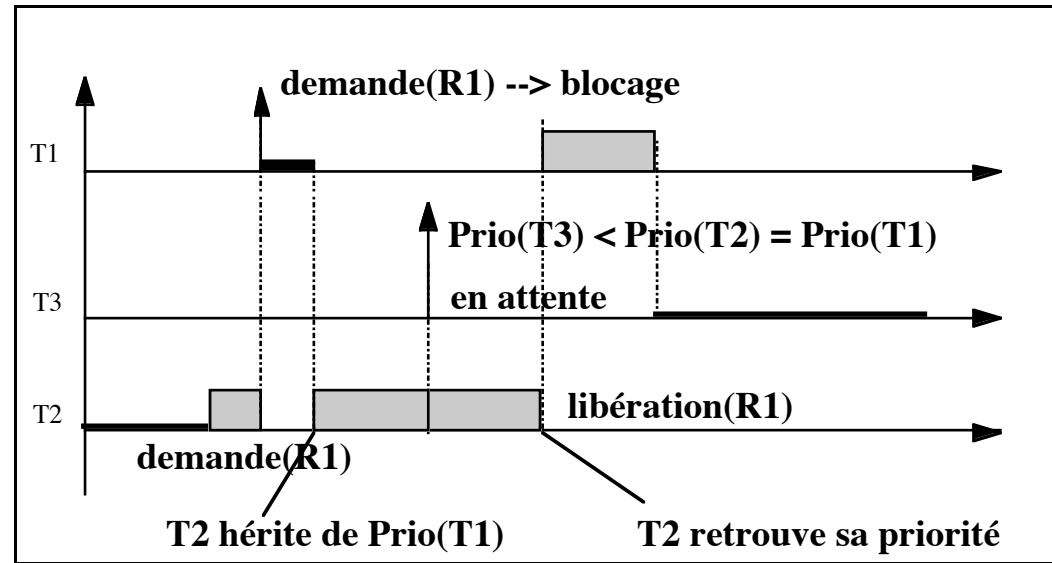
Condition suffisante d'ordonnançabilité d'une configuration de tâches quelconques : $\sum C_i/R_i \leq 1$

Condition nécessaire d'ordonnançabilité d'une configuration de tâches quelconques : $\sum C_i/P_i \leq 1$



INVERSION DE PRIORITÉ

**Inversion de priorité due au conflit entre priorité et accès exclusif à une ressource R1
 T1 et T2, respectivement le processus de plus haute priorité et de plus faible priorité partagent R1
 T3 se termine avant T1, bien que que T1 soit plus prioritaire**



PRÉVENTION DE L'INVERSION DE PRIORITÉ

Prévention de l'inversion de priorité : Application du protocole de l'héritage de priorité

• **Protocole de l'héritage de priorité :**

Tout processus en section critique augmente sa priorité

en héritant de la priorité maximale des processus de plus forte priorité en attente de cette section critique.

En sortant de section critique, il reprend la priorité qu'il avait en entrant

AUTRES ORDONNANCEMENTS DE MÊME NATURE

FILES D'ATTENTE

- des travaux dans un système à traitement séquentiel,
- des fichiers à éditer par une imprimante,
- des processus en attente d'allocation dynamique de mémoire
(pour des données dynamiques d'un programme, pour des tampons d'entrée-sortie, pour des tampons de message),
- des sémaphores ou autres mécanismes de synchronisation des processus concurrents.

- La préemption de l'utilisateur de la ressource est souvent impossible.
- Parfois il existe un délai maximal d'attente d'un client : passé ce délai, retour avec refus de service

- En cas de couplage entre allocation de ressource et allocation de processeur, on aboutit :
 - soit à des ordonnancements plus complexes,
 - soit à une structuration du système imposant un ordre fixe d'allocation des diverses ressources.

Cas de l'ordonnancement conjoint (processeur et ressource)

- Cas d'abord processeur puis ressource :

Si le client en attente a pu garder le processeur (l'unité centrale dans un multiprocesseur, un canal d'entrée-sortie parmi d'autres), alors il peut utiliser la ressource sans délai.

- Cas ressource d'abord puis processeur :

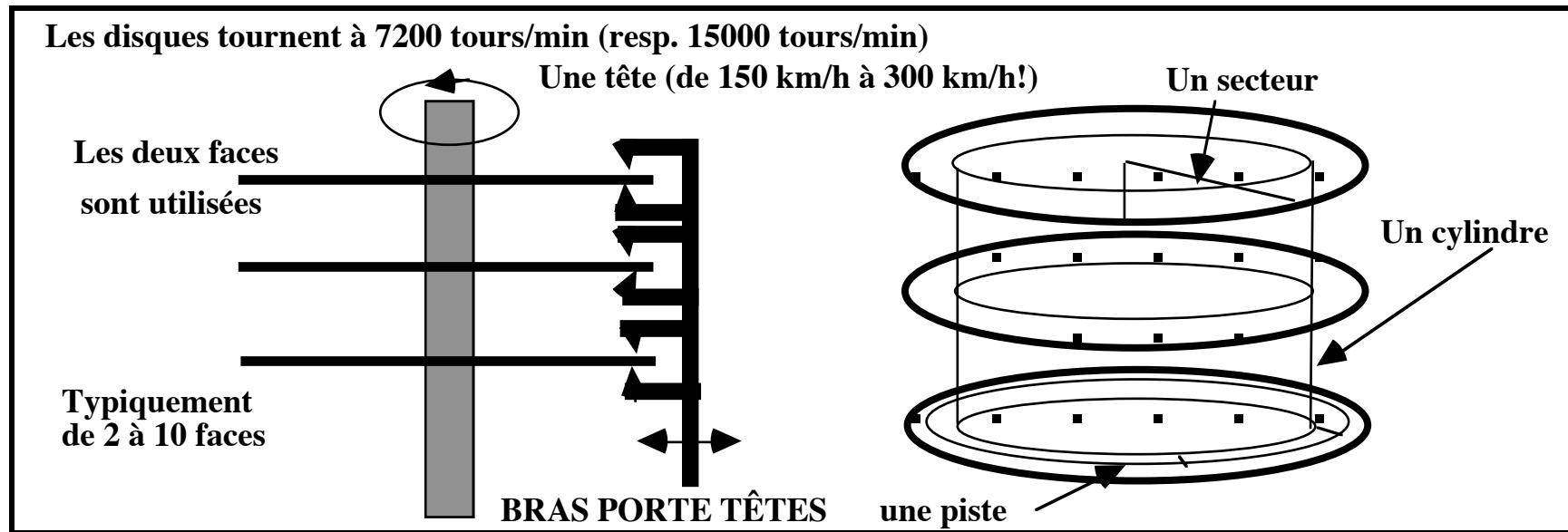
une fois qu'il a reçu la ressource, le client doit redemander le processeur, ce qui peut ajouter une attente supplémentaire due à l'ordonnancement de ce processeur.

LES DISQUES

FORMATAGE : définit la taille d'un secteur (512 à 8192 octets) et le nombre de secteurs par piste

UNE REQUÊTE = n° cylindre, n° piste, n° secteur

COÛT de 1 Goctet : 900€ en 1994, de 2 à 16 € en 2002



T_s = TEMPS DE SERVICE = TEMPS D'ACCÈS À UN SECTEUR :

T_s = Temps déplacement bras + Délai rotationnel (un demi-tour en moyenne) + Temps transfert secteur

ORDRES DE GRANDEURS : Temps moyen de déplacement bras : de 4 à 10 ms ; Délai rotationnel : de 2 à 4 ms ;

Débit du transfert : de 24 à 69 Mcoctet / s ; Transfert d'un secteur : 0,1 à 0,4 ms ; Densité de stockage : 200 bits/mm

Temps de service : de 6 à 15 ms ; Taille du cache mémoire associé : de 2 à 8 Mcoctets.

OPTIMISATIONS DU SERVICE SUR UN ENSEMBLE DE REQUÊTES

- déplacement du bras porte tête
- tamponnage des entrées-sorties avec cache disque
- service rotationnel

Temps de réponse = Temps d'attente + Temps de service

POLITIQUE DE DÉPLACEMENT DES BRAS

REQUÊTES APÉRIODIQUES ET ALÉATOIRES (supposées indépendantes entre elles)

**ANCIENNETÉ (FIFO) : Un temps d'attente moyen prouvé plus long que pour les autres discipline.
À utiliser quand les files d'attente sont peu chargées**

CYLINDRE LE PLUS PROCHE (Shortest Seek Time First) : Les requêtes pour des pistes au centre du disque sont mieux servies => bon débit, temps moyen faible, mais forte variance. Famine possible.

**ASCENSEUR (Scan) : limite les changements de direction et aussi le mouvement de bras.
=> Bon débit, temps moyen faible, faible variance car les pistes extrêmes sont atteintes plus souvent.
À utiliser avec des files d'attente chargées moyennement.**

**ASCENSEUR SENS UNIQUE (Circular Scan) : En bout de disque, il y a retour à la piste 0 sans consultation des pistes intermédiaires. Traite le disque comme s'il était un tore.
À utiliser avec une charge forte**

REQUÊTES PÉRIODIQUES LIÉES À DES FLUX MULTIMÉDIA (son, image video)

Les requêtes avec des contraintes temporelles d'échéances et de gigue.

ASCENSEUR ("scan") : parcours permanent et service pour un cylindre rencontré.

TOURNIQUET : parcours permanent suivant un ordre prédéterminé des cylindres,.

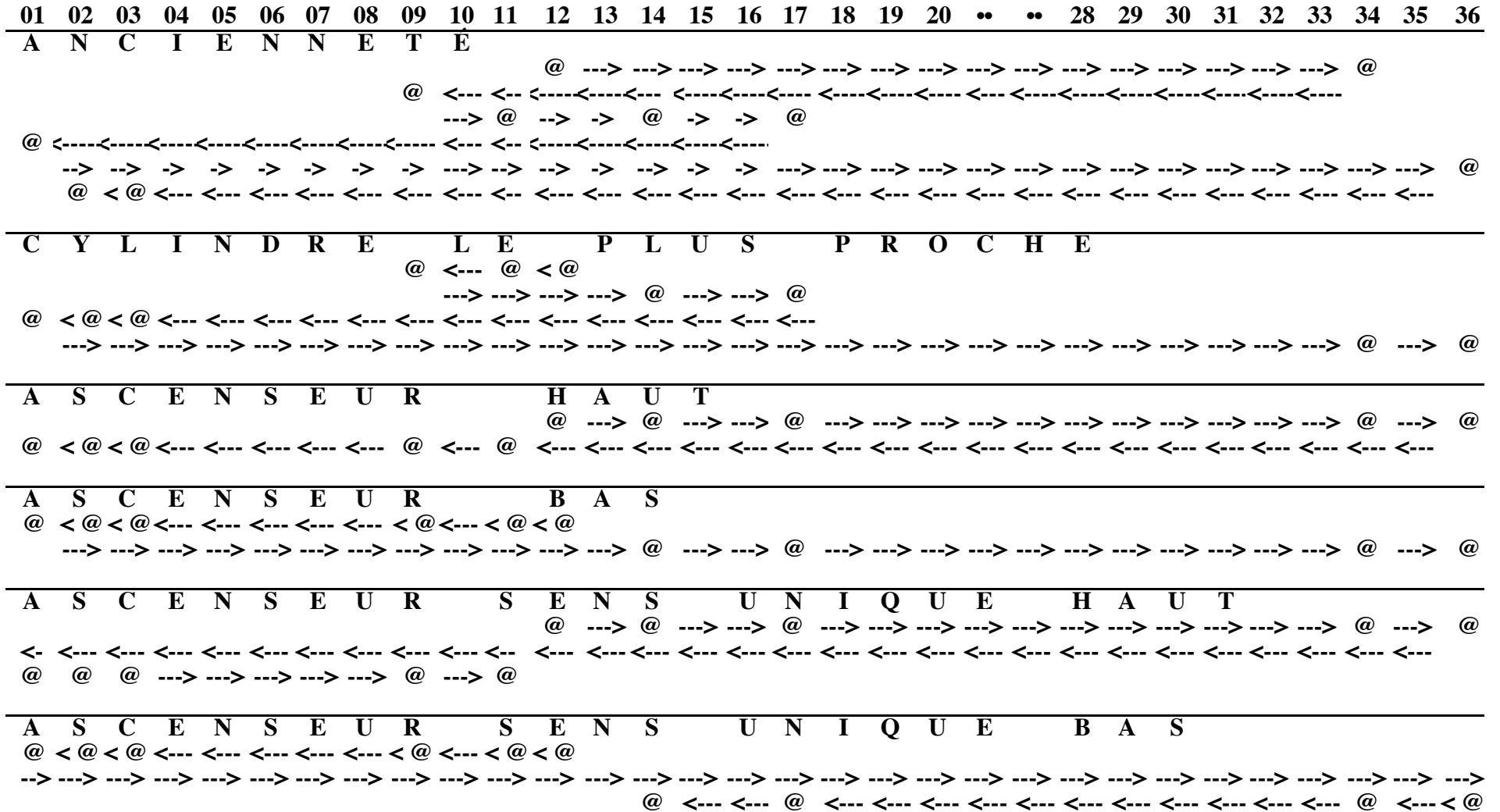
ORDONNANCEMENT PAR ÉCHÉANCES (EDF : "earliest deadline first"). Si un ensemble de requêtes ont la même échéance, cet ensemble peut être servi par la politique de l'ascenseur ("EDF-SCAN").

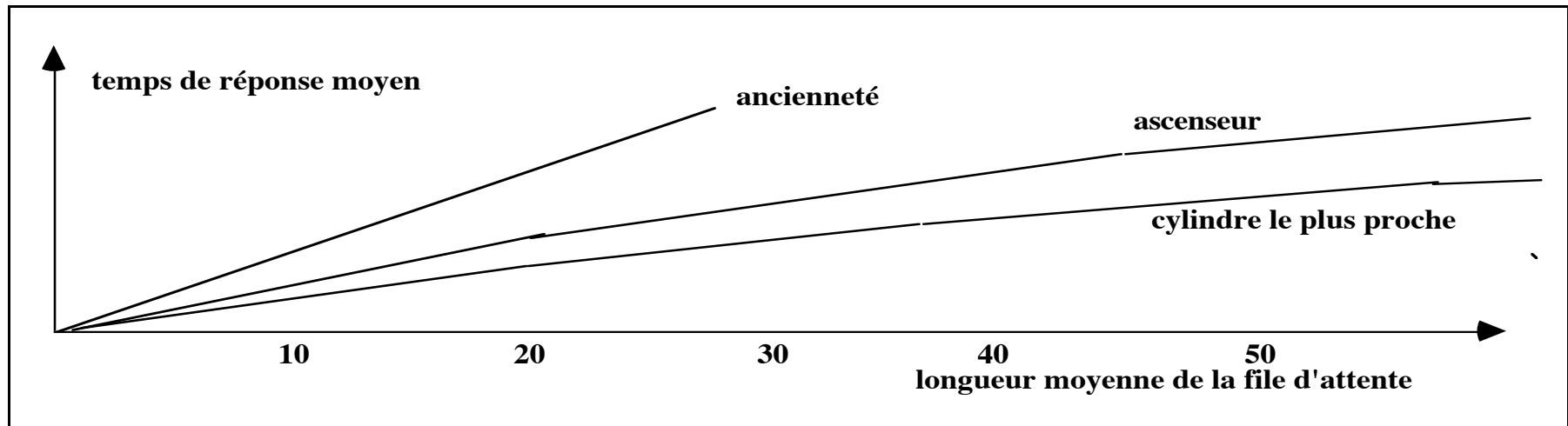
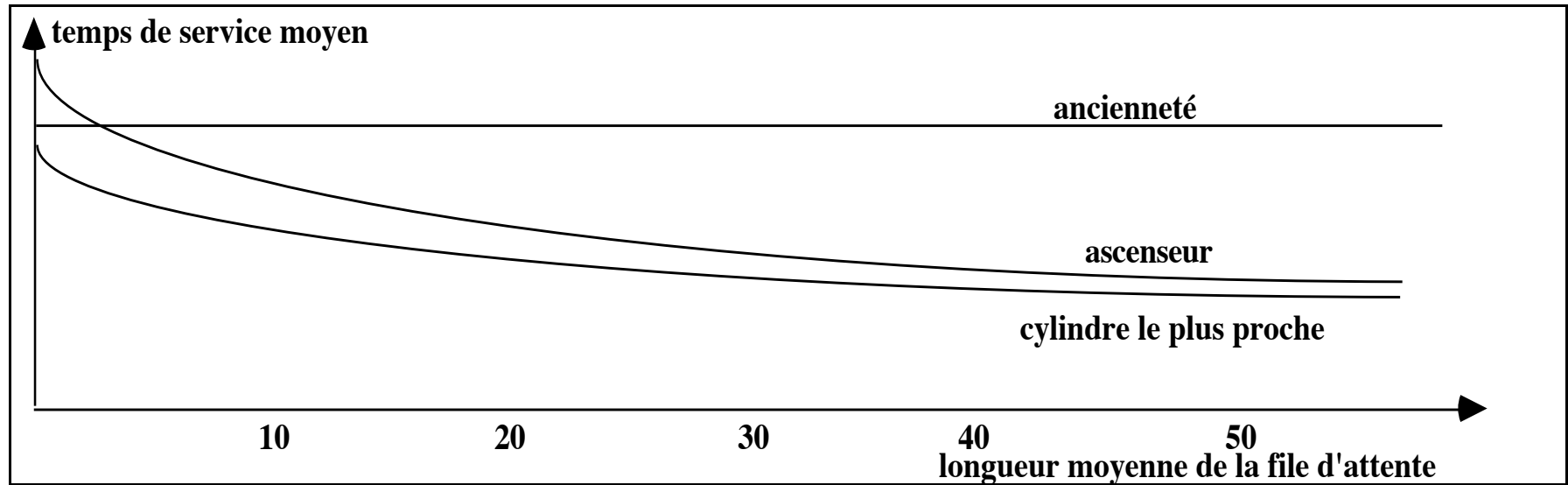
COMPARAISON DE POLITIQUES DE DÉPLACEMENT DES BRAS

REQUÊTES EN ATTENTE	départ	34	09	11	14	17	01	36	03	02	déplacement total	attente moyenne
politique de déplacement du bras												
ANCIENNETÉ	12	34	09	11	14	17	01	36	03	02	140	76
CYLINDRE LE PLUS PROCHE	12	11	09	14	17	03	02	01	34	36	62	25
ASCENSEUR	12 HAUT	14	17	34	36	11	09	03	02	01	59	37
ASCENSEUR	12 BAS	11	09	03	02	01	14	17	34	36	46	19
ASCENSEUR SENS UNIQUE	12 HAUT	14	17	34	36	01	02	03	09	11	69	42
ASCENSEUR SENS UNIQUE	12 BAS	11	09	03	02	01	36	34	17	14	68	29

**chaque ligne donne l'ordre dans lequel les requêtes sont réarrangées par la politique de service
déplacement et attente sont exprimés en nombre de cylindres à parcourir sans compter les départs et arrêts du bras**

COMPARAISON DE POLITIQUES DE DÉPLACEMENT DES BRAS





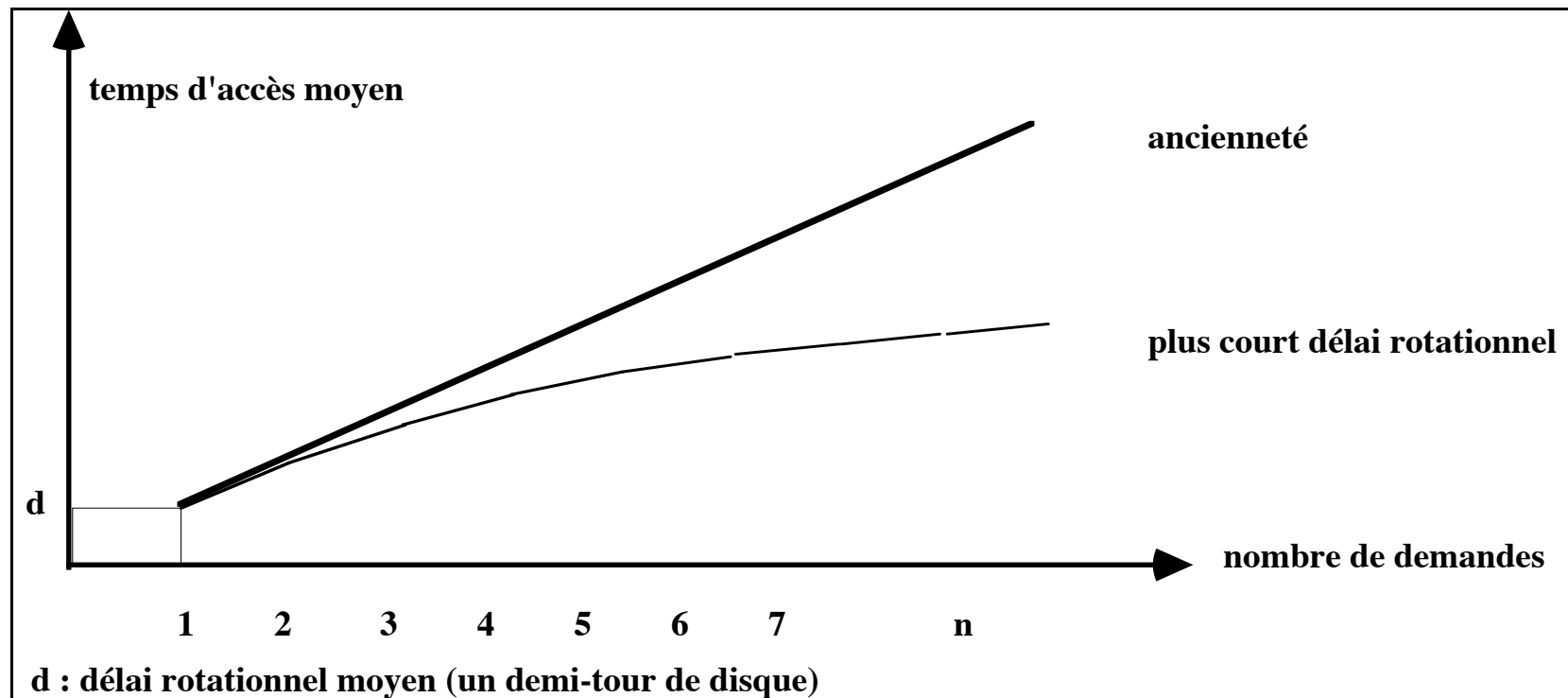
COMPARAISON DES POLITIQUE DE DÉPLACEMENT DES BRAS

POLITIQUE DE SERVICE ROTATIONNEL

ANCIENNETÉ (FIFO) : ordre d'arrivée des requêtes.

À utiliser quand les files d'attente sont vides ou peu chargées

PLUS COURT DÉLAI ROTATIONNEL : le secteur le plus proche de la position actuelle des têtes. Une file d'attente par secteur. Intérêt seulement s'il y a beaucoup d'attente sur un cylindre donné.



COMPARAISON DES POLITIQUES