

Ordonnancement - Scheduling

Programmation Système — R3.05

Clément Raïevsky



Département Informatique
BUT Informatiques 2^{ème} année

Définitions

Ordonnancement

Ensemble des procédés permettant de **choisir** la ou les tâches **actives** d'un système

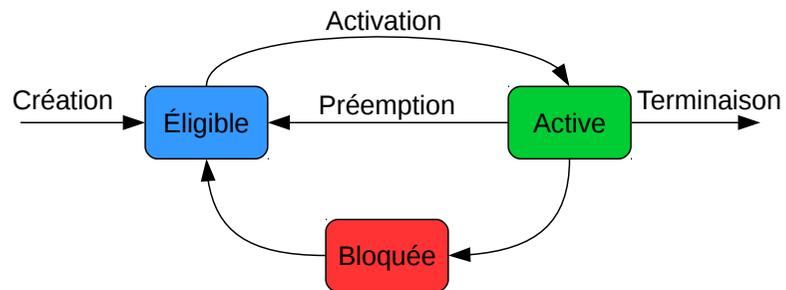
Plus généralement, attribution de ressources à des tâches qui en ont besoin

2 / 21

Définitions

États possibles d'une tâche existante

- ▶ **Éligible**
- ▶ **Active**
- ▶ **Bloquée**



3 / 21

Pourquoi ?

Pourquoi ?

Qu'y a-t-il de mal à ne pas avoir d'ordonnancement ?

Systemes mono-processeur

- ▶ Une seule tâche à la fois, *jusqu'à sa fin*
- ▶ Gaspillage de cycles processeur
 - ▶ En cas d'entrées-sorties (disque, réseau, utilisateur)
 - ▶ En cas de défaut de page
- ▶ Risque de blocage du système (boucle infinie)

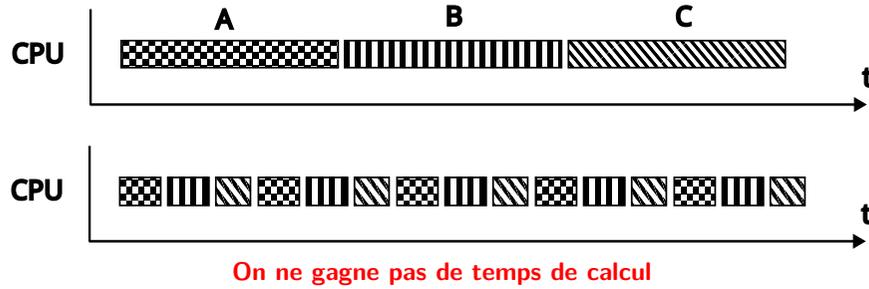
Systemes multi-processeurs

- ▶ Nombre de tâches limité
- ▶ Les mêmes gaspillages

4 / 21

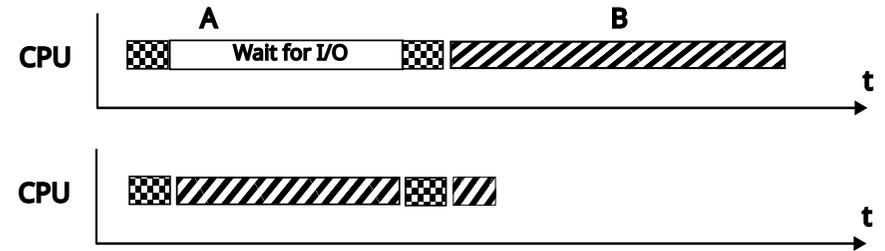
Mono-processeur - Multi-tâches

- ▶ Donner l'impression du parallélisme
- ▶ Éviter le blocage du système



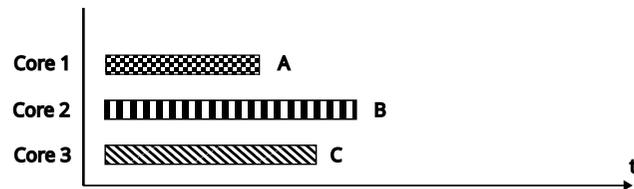
Mono-processeur - Multi-tâches - Attente d'entrées sorties

Sauf si on met les tâches en pause au bon moment



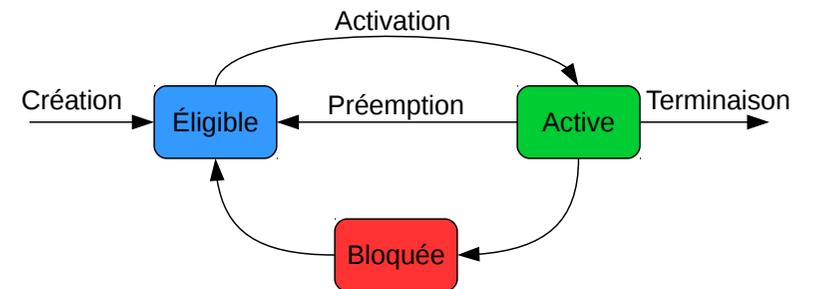
Multi-processeur

- ▶ Parallélisme effectif
- ▶ On gagne du temps sur les tâches parallélisables



États possibles d'une tâche existante

- ▶ **Éligible** (prête à devenir active)
- ▶ **Active** (en cours d'exécution)
- ▶ **Bloquée** (en attente d'I/O, Page Fault, etc.)



Éléments noyau impliqués

Ordonnanceur - Scheduler

Élément du noyau responsable de sélectionner la tâche éligible qui sera la prochaine à être active

Distributeur - Dispatcher

Élément du noyau en charge d'effectuer le basculement entre la tâche courante et la tâche choisie par l'ordonnanceur

Problèmes qui se posent

- ▶ Quand changer de tâche ?
- ▶ Quelle tâche choisir ?

Quand changer de tâche ?

Critères de choix

- ▶ Réactivité du système (toutes les tâches doivent avoir du temps)
- ▶ Équité entre les tâches (en fonction de leur priorité)
- ▶ Minimiser le nombre de changement de tâche (ça coûte cher)

Mesures associées

- ▶ Temps maximal entre deux créneau attribués à une tâche
- ▶ Différence maximale de temps alloué à deux tâches de même priorité
- ▶ Efficacité : proportion de temps passé à changer de tâche

Illustration - Méthode du tourniquet

- ▶ Les tâches éligibles sont dans une FIFO circulaire
- ▶ Un changement de tâche à intervalle de temps fixe

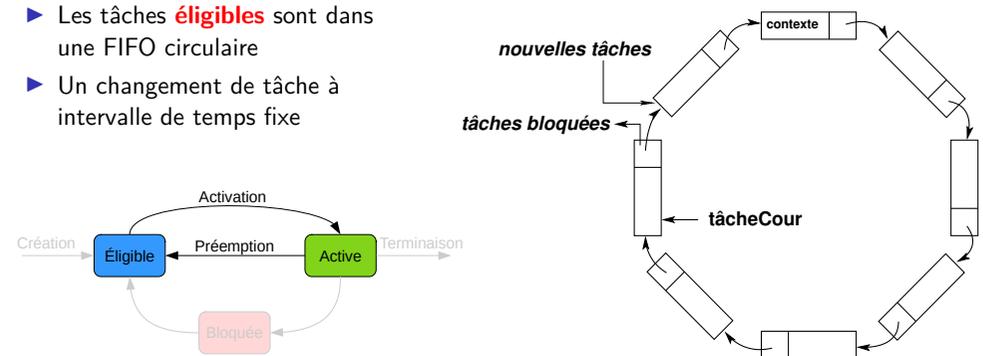
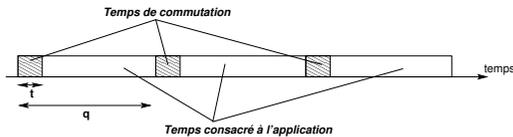


Illustration - Méthode du tourniquet

► Méthode du tourniquet

- **Sans réquisition de fin de quantum** : très efficace s'il y a peu de tâches qui se bloquent souvent (E/S).
- **Avec réquisition de fin de quantum** : c'est une méthode impartiale pour les tâches de même priorité.

► Choix du quantum : compromis entre débit et efficacité



- **Efficacité** : temps consacré à l'application / temps total

$$E = \frac{q-t}{q}$$

- **Débit** : nombre de tâches traitées par seconde

$$D = \frac{1}{q}$$

Illustration - Méthode du tourniquet

- Choix du quantum : exemples

$t = 1ms$ et $q = 5ms$

$E = 0.8$ (80% du temps consacré à l'application)

$D = 200$ (200 tâches traitées par seconde)

$t = 1ms$ et $q = 50ms$

$E = 0.98$ (98% du temps consacré à l'application)

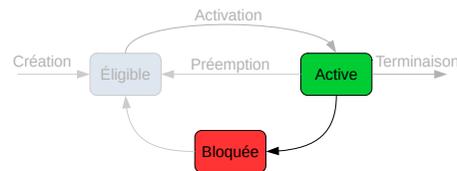
$D = 20$ (20 tâches traitées par seconde)

- Meilleur débit \Rightarrow meilleur temps de réaction
- Meilleure efficacité \Rightarrow temps total d'exécution plus court
- Bien entendu, t doit être le plus petit possible (un t petit augmente l'efficacité sans diminuer le débit).

Quand changer de tâche ? - Cas particuliers

Cas particuliers : Opérations bloquantes

- Tâche effectuant une opération d'entrée/sortie (Disque, Réseau, Utilisateur)
 - Tâche nécessitant du swapping (Page Fault)
- Passage de la tâche active dans l'état "**Bloquée**"
- Elle sera remise dans les tâches éligibles une fois l'opération bloquante terminée



Quelle tâche choisir ?

- La plus prioritaire ?
- Celle qui a été active il y a le plus longtemps ?
- Celle qui est interactive ?
- Celle qui affiche des choses à l'utilisateur ?
- Le serveur ou le client minecraft ?

Dépend de la nature du système

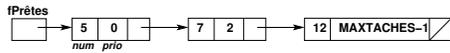
- Serveur de calcul : FIFO peut convenir
- Machine personnelle : tâches interactives à prioriser
- Système embarqué temps réel : Priorité pure (calcul freinage)

Stratégies d'ordonnancement

► Priorité pure

- Une et une seule tâche par niveau de priorité
- La préemption présente peu d'intérêt : la tâche la plus prioritaire s'exécute jusqu'à sa fin ou jusqu'au blocage. L'ordonnancement est donc lié aux interruptions externes.

► Réalisation avec une liste chaînée



- Accès immédiat à la première
- Insertion après recherche de la position

► Réalisation avec une table

Priorité	0	2	...	MAXTACHES-1
Numéro	5	7	...	12

- Accès à la première par recherche de la première case non vide
- Insertion directe avec le niveau de priorité

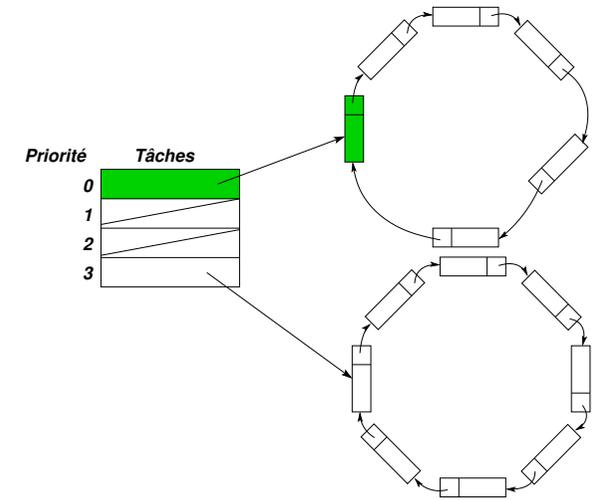
Stratégies d'ordonnancement

Méthode mixte : tourniquet multi-niveau

Plusieurs niveaux de priorité et plusieurs tâches par niveau

Souplesse et généralité

- une tâche par niveau \Rightarrow priorité pure
- toutes les tâches au même niveau \Rightarrow tourniquet simple



Stratégies d'ordonnancement (5)

Autres méthodes

- Systèmes à temps partagé de type Unix ou Windows

Algorithmes beaucoup plus complexes

- privilégier les tâches courtes et les tâches interactives
- vieillissement des priorités : la priorité diminue avec le temps...
- ... mais peut augmenter à nouveau
- le quantum n'a pas une durée fixe

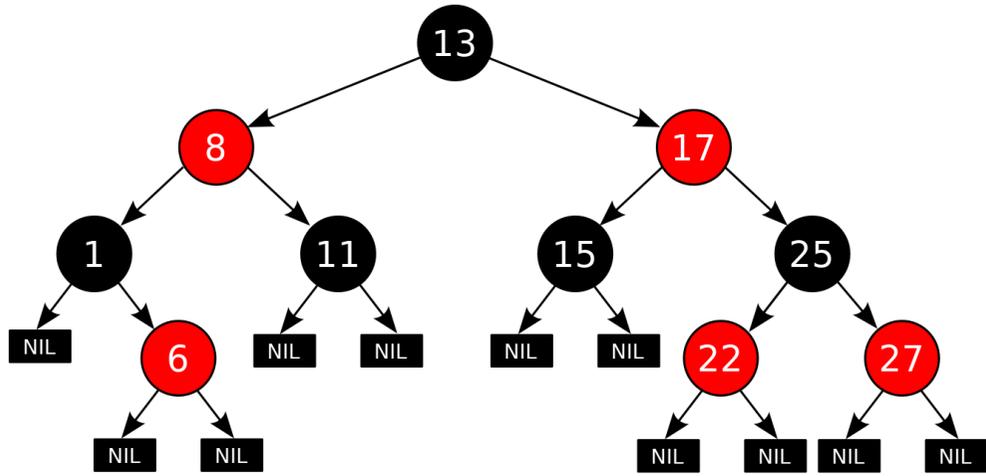
Conséquences

- Gestion plus lourde \Rightarrow baisse d'efficacité
- Ordonnancement complètement contrôlé par le système \Rightarrow l'utilisateur n'a que très peu accès à la priorité

Noyau Linux

Completely Fair Scheduler - CFS

- Tâches classées dans un arbre de recherche binaire
- par ordre décroissant de temps alloué au processeur ($v_runtime$).
- L'ordonnancement choisit la tâche ayant le temps alloué minimal.
- La priorité d'une tâche modifie le temps maximum qui lui est alloué.



By Cburnett - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1508398>