Advanced Systems

Ordonnancement/ Ordonnancement temps-réel 1/2

Grégoire Pichon

University of Lyon/ LIP

MIF18 - M1. Février-Juin 2022

Plan

Les systèmes généralistes à temps partagé 1/2

Objectifs de tels systèmes :

- Faciliter l'accès aux ressources.
- Masquer les ressources (process, mémoire, disques).
- Recherche de l'équité, maximisation du débit global.

Lyon 1

Les systèmes généralistes à temps partagé 2/2

Deux styles de programmation :

- Mono-programmation : interaction synchrone entre le couple processeur/mémoire et les périphériques.
- Multi-programmation : interaction asynchrone. Le processeur profite du temps ainsi libéré pour effectuer d'autres traitements.

Lyon 1

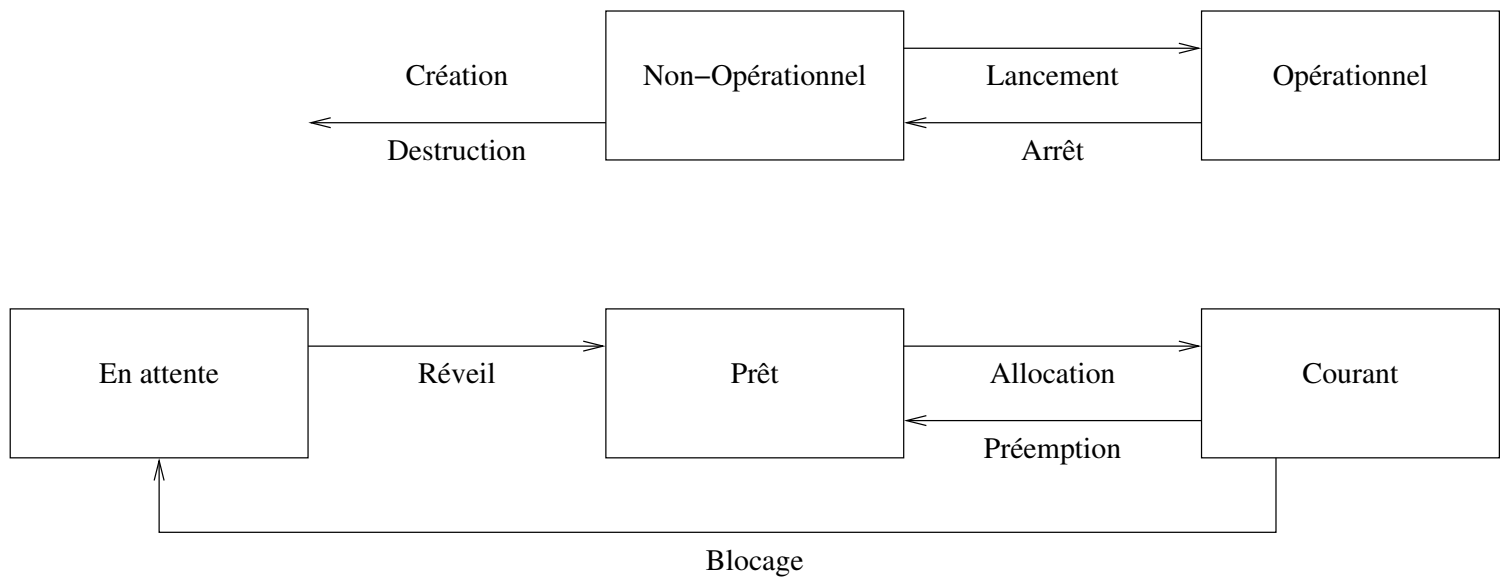
Plan

Lyon 1

Généralités

Il n'existe pas d'ordonnanceur optimum pour tous les cas d'utilisation d'un système d'exploitation.

Schéma général des tâches système :



Plan

Un ordonnanceur, pourquoi ?

C'est l'ordonnanceur qui gère l'allocation et la suspension des tâches. L'ordonnanceur peut être :

- "hors-ligne" ou "en ligne".
- Préemptif ou non-préemptif.

Ordonnanceurs classiques :

- PAPS (FIFO) Premier arrivé, premier servi.
- Tourniquet (Round Robin) à tour de rôle avec un *quantum* de temps.
- Priorité : plus prioritaire d'abord.

Les priorités Unix

Priorités $\neq$ respect des échéances :

- Les priorités UNIX, laissent la main aux tâches moins prioritaires afin qu'elles avancent un peu.
- Si les tâches faiblement prioritaires n'avançaient jamais cela pourrait introduire des *dead-lock*.

▶Mais les priorités ne permettent pas forcément le respect des échéances.

Algo d'ordo PAPS (FIFO)

Principe : premier arrivé premier servi.

Algo PAPS, durée : A=4, B=6, C=2														
Temps	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Qui ?	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	C	C		D
Démarrage	A	B	C											D

Algo d'ordo Tourniquet (Round Robin)

Principe : donner à manger à tout le monde "en tournant".

Algo tourniquet, durée : A=4, B=6, C=2														
Temps	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Qui ?	A	B	C	A	B	C	A	B	A	B	B	B		D
Démarrage	A	B	C											D

Algo d'ordo PAPS + prio

Principe : idem PAPS, mais en mettant des priorités (choix du processus à ordonnancer si deux sont ordonnançables).

PAPS + Priorités : A=+, B=++, C=++														
Temps	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Qui ?	A	B	B	B	B	B	B	C	C	A	A	A		D
Démarrage	A	B	C											D

Algo d'ordo Tourniquet + prio

Principe : idem tourniquet + priorités.

Tourniquet + Priorités : A=+, B=++, C=++														
Temps	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Qui ?	A	B	C	B	C	B	B	B	B	A	A	A		D
Démarrage	A	B	C											D

Inconvénients des ordonnanceurs classiques

- Le processeur est toujours utilisé et ne peut se mettre en veille. Le passage à l'état de veille du processeur est souvent long.
- Cela fait perdre du temps CPU. (très gênant quand on fait tourner des machines virtuelles.)
- Le *quantum* de temps doit plutôt être choisi en fonction de la charge de la machine.

Solution : au lieu d'être lancé périodiquement, l'ordonnanceur indique dans combien de temps il doit être réveillé.
Évidemment, il peut être réveillé par une tâche prioritaire qui devient prête.

Plan

Et si on veut plus de garanties ?

Les systèmes généralistes ont quelques soucis :

- Ils ne sont pas déterministes : matériel / logiciel.
- L'ordonnanceur temps partagé n'offre aucune garantie.
- (linux) le noyau (les processus noyaux) est non préemptif (donc si un autre processus plus prioritaire a besoin du processeur ça foire.)

▶ POSIX 1003.1b sous Linux

Lyon 1

Ordonnanceur

Principe :

- On ajoute une classe de processus “temps réel”.
- Ceux-ci interrompent les autres tâches (sans leur laisser le temps de finir leur quantum) quand ils sont prêts.

▶Raccourcir le temps de démarrage des processus “temps-réel”.

Préemptivité

Rappel : en Unix classique, un appel système (noyau) n'est pas préemptible.
Solutions :

- insérer le "bon nombre" de points de préemptions.
- OU rendre le noyau complètement préemptif (en protégeant toutes les structures de données par des sémaphores).

Remarque Ce problème est le même en multi-processeurs quand on veut que plusieurs processeurs exécutent le code du noyau.

La norme POSIX

Objectif Définir une **interface standard des services offerts** par Unix (portabilité). Publié conjointement ISO/ANSI. Remarques :

- portabilité difficile (diversité des systèmes)
- tout ne peut être normalisé
- quelques divergences dans l'implementation (ex threads Unix).

Norme POSIX, organisation

La norme est découpée en chapitres, sous-chapitres. L'implémentation de certains (sous-) chapitres sont obligatoires, mais pas les autres.

Exemples de chapitres :

- 1003.1 : services de base (ex :fork, exec, ...)
- 1003.2 : commandes shell (ex : sh)
- 1003.5 : POSIX en ADA

POSIX, ce qui nous intéresse dans la suite

Chapitre :

- Extensions temps-réel 1003.1b

Résumé rapide

Les extensions “temps-réel” POSIX et leurs préfixes :

- ordonnancement `sched_`
- synchronisation (sémaphores, signaux) `sem_` `intr_`
- messages
- gestion mémoire `shm_` mémoire partagée
- gestion du temps (horloges `clock_`, timers `timer_`)
- entrées/sorties asynchrones `aio_`

Lyon 1

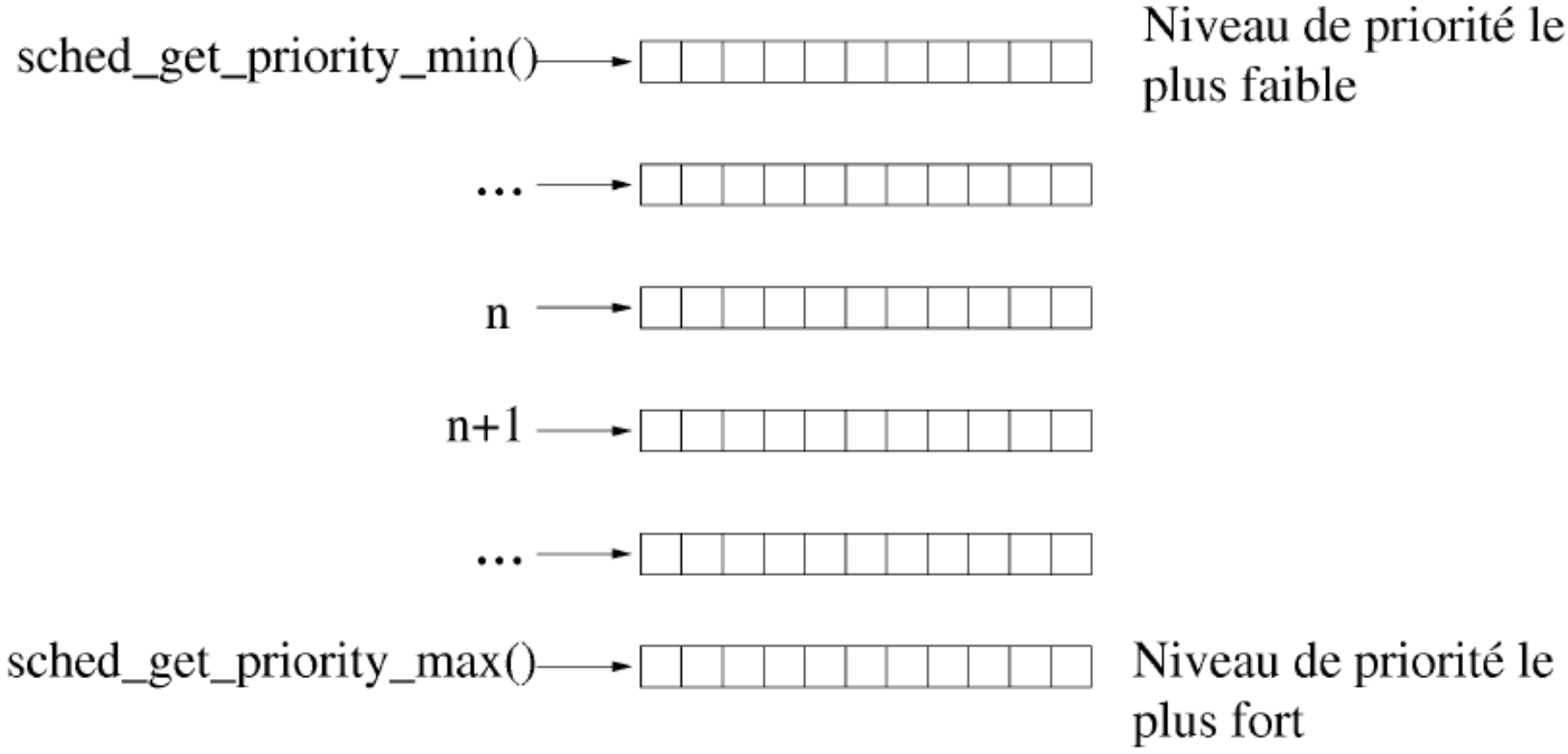
Services POSIX pour l'ordonnancement

- ils doivent s'appliquer au niveau thread et/ou niveau processus ;
- doivent implémenter ≥ 32 niveaux de priorités (fixes) ;
- une file d'attente par niveau de priorité ;
- des politiques différentes de gestion de file : `SCHED_FIFO`, `SCHED_RR`, `SCHED_OTHERS`

Un peu de doc ? `man 7 sched` :

```
SCHED_FIFO: First in-first out scheduling
    SCHED_FIFO can be used only with static
    priorities higher than 0 [...]
SCHED_RR: Round-robin scheduling
```

Niveaux de priorité



Listing des fonctions principales

sched_get_priority_max	Consulte la valeur de la priorité maximale.
sched_get_priority_min	Consulte la valeur de la priorité minimale.
sched_rr_get_interval	Consulte la valeur du quantum.
sched_yield	Libère le processeur.
sched_setscheduler	Positionne la politique d'ordonnancement.
sched_getscheduler	Consulte la politique d'ordonnancement.
sched_setparam	Positionne la priorité.
sched_getparam	Consulte la priorité.
pthread_setschedparam	Positionne la priorité.
pthread_getschedparam	Consulte la priorité.

Voir le man pour les détails.

Exemple : changement de paramètres de 2 processus

```
struct sched_param parm;
int res=-1;
```

```
...
/* Tache T1 ; P1=10 */
parm.sched_priority=15;
res=sched_setscheduler(pid_T1,SCHED_FIFO,&parm)
if(res<0)
     perror("sched_setscheduler tache T1");
```

```
/* Tache T2 ; P2=30 */
parm.sched_priority=10;
res=sched_setscheduler(pid_T2,SCHED_FIFO,&parm)
if(res<0)
     perror("sched_setscheduler tache T2");
```

Extensions POSIX 1001b pour la manipulation du temps

Entre autres :

- Support de plusieurs horloges.
- Impose la présence d'au moins une horloge : `CLOCK_REALTIME` (précision d'au moins 20 ms).
- Structure `timespec`.
- Services : consultation et modifs des horloges, mise en sommeil d'une tâche, **timer périodique couplé avec les signaux UNIX**.

Et des signaux, ...

Conclusion

Take away message :

- Linux n'est pas un système temps-réel et les ordonnanceurs n'offrent pas de garantie.
- On peut faire des choses sympa avec la norme Posix1001b.

Lyon 1