Systèmes d'Exploitation

Gestion des processus

Didier Verna

didier@lrde.epita.fr
http://www.lrde.epita.fr/~didier

Table des matières

Programme *vs.* Processus

- Un **programme** est une suite d'instructions (objet statique)
- Un **processus** est un programme en exécution (objet dynamique : programme + contexte)
- **Contexte :** Espace d'adresses (exécutable, zone de données, pile), registres (PC, SP), d'autres informations.
- **Mode d'exécution**
  - Exécution simultanée de copies d'un même programme.
  - Exécution simultanée de la *même* copie d'un *même* programme (« réentrance »).
  - Cas intermédiaires : partager seulement le code, les données en lecture seule.

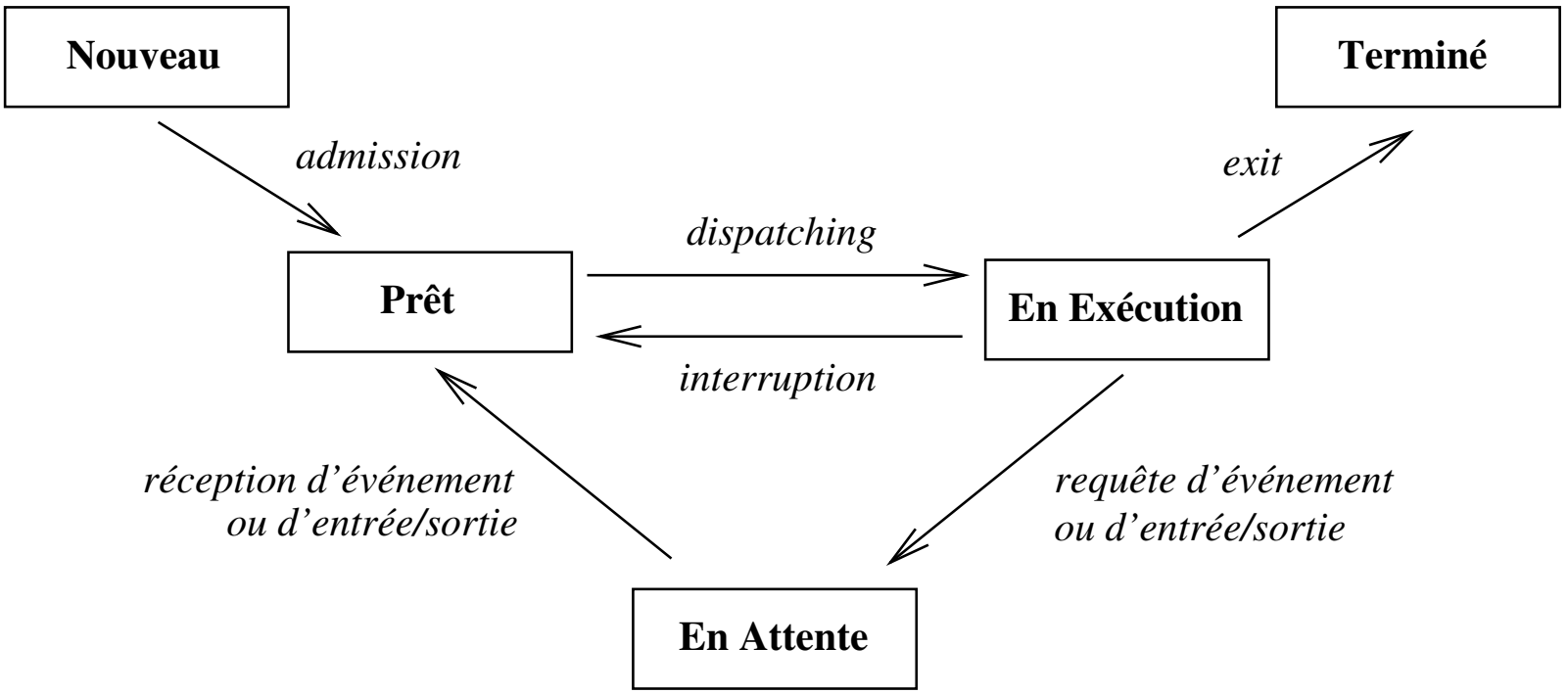
Bloc de contrôle d'un processus (PCB)

Structure de sauvegarde du contexte d'exécution d'un processus (UNIX : « U-Structure »)

- **Gestion des processus**
  - **État :** prêt, en exécution *etc.*
  - **Registres :** PC, PSW *etc.*
  - **Identité :** PID, parent, groupe *etc.*
  - **Ordonnancement :** priorité, comptabilité*etc.*
- **Gestion de la mémoire**
  - **Zones d'accès :** pointeurs de pile, tas, texte *etc.*
- **Gestion des fichiers**
  - **E/S** : fichiers ouverts *etc.*
  - **Répertoires** : répertoire courant, racine *etc.*
  - **Identité :** utilisateur, groupe *etc.*

États d'un processus

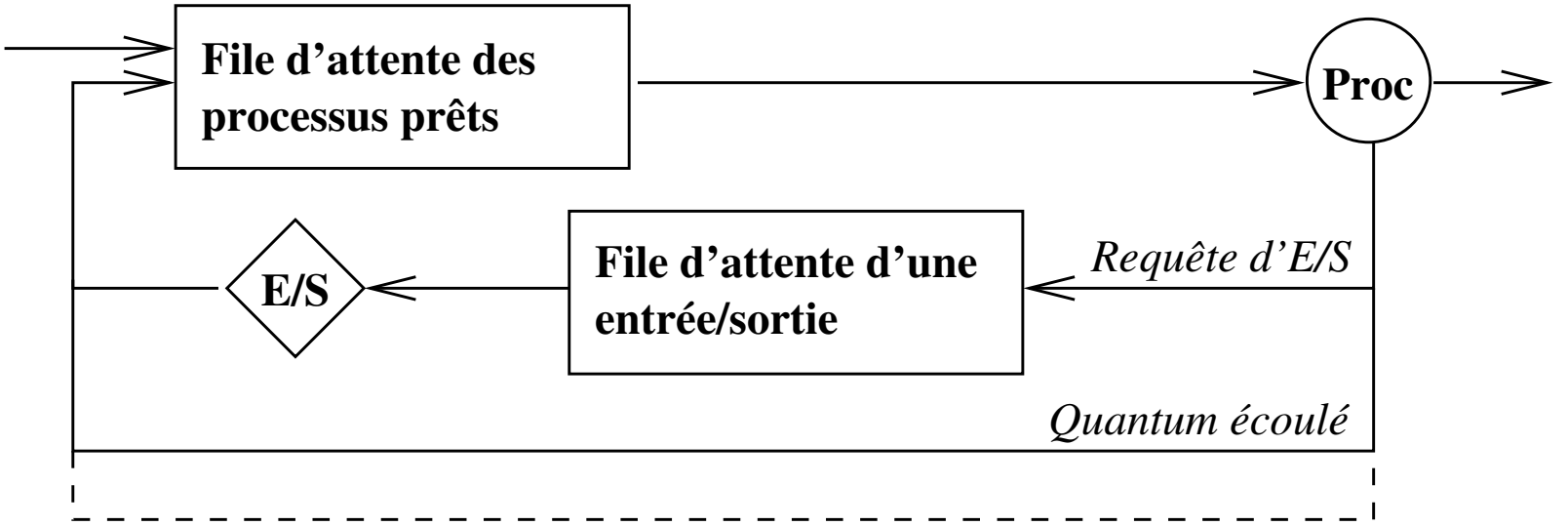
Un processeur ne peut exécuter qu'un seul processus à la fois



Principe de l'ordonnancement

Le système maintient :

- une **table de processus**,
- une **file d'attente** des processus prêts,
- des files d'attente de processus bloqués (ex. par périphérique).



Types d'ordonnanceurs

- **Long terme**
  Présélection des tâches spoolées sur disque et mise en mémoire (traitement par lots). S'exécute très peu souvent.
- **Court terme**
  Sélection des processus à exécuter parmi les processus prêts (en temps partagé). S'exécute très souvent.
- **Moyen terme**
  Gestion de la mémoire auxiliaire (en temps partagé). « Swapping ».

NB: swapping : se servir du disque dur pour stocker les processus à la place de la ram (~ 1000 x plus lent)

Commutation de contexte

Échange des données concernant les processus (PCB) au moment du dispatching.

- Surcharge de travail pour le processeur.
- Vitesse liée à la complexité du système, la quantité de registres, l'existence d'instructions matérielles *etc.*
- Goulot d'étranglement pour les systèmes modernes (Cf. les threads).

Création de processus

- **Nature :** processus interactifs, tâches de fond (background), démons *etc.* (UNIX : `ps`).
- **Causes :** Initialisation système, création par un autre processus, requête utilisateur *etc.* (UNIX : `fork`).
- **Types :** clônage du processus parent, nouvelle tâche (UNIX : `exec`).

Terminaison de processus

- **Terminaison (a)normale volontaire**
  UNIX : `exit`.
- **Terminaison anormale involontaire**
  Bugs : Division par 0, accès mémoire illégal *etc.*).
  Possibilité de paramétrer le comportement (signaux UNIX).
- **Terminaison normale involontaire**
  UNIX : `kill`.

Processus Coopératif

- **Création**
  - **Efficacité :** répartition du travail en sous-tâches parallèles
  - **Modularité :** répartition du travail en sous-tâches logiques
- **Terminaison**
  - **Synchronisation :** bloquage et attente de la terminaison du fils (UNIX : `wait`).
  - **Communication :** renvoi d'une valeur de terminaison.
  - Exception : zombies.

Hiérarchies de processus

Association permanente entre parent et enfant

- **Windows**
  Pas de hiérarchie. Le « process handle » peut circuler.
- **UNIX**
  - Arborescence sous `init`.
  - Notion de « groupe de processus » (Unix : `setpgid`). Réception des signaux par groupe.
- **Terminaison en cascade**
  Un processus ne peut pas survivre à son parent.
  - Exception : orphelins (*orphan*). Cf. `nohup`.

Communication inter-processus

aka IPC

- **Contexte**
  - Les processus coopératifs ont besoin de communiquer
  - Solution 1 : mémoire partagée
  - Solution 2 : envoi de message
- **Problématique**
  - Comment établir une liaison ?
  - Combien de processus par liaison ?
  - Combien de liaison par processus ?
  - *etc.*

Communication directe

Nommage explicite du destinataire ou de l'émetteur

- **Caractéristiques**
  - Liaison automatique créée par le système
  - Une seule paire de processus par liaison
  - Liaison uni ou bidirectionnelle
- **Modes**
  - **Liaison symétrique**

    ```
    send (P, msg); recv (P, msg);
    ```
  - **Liaison asymétrique**

    ```
    send (P, msg); recv (id, msg);
    ```
- **Problèmes**
  - Nécessité de connaître les noms des processus
  - Problème en cas de changement de nom

Communication indirecte

Envoi et réception sur des *ports*

- **Caractéristiques**
  - Liaison établie à condition que les processus partagent un même port
  - Plus de deux processus par liaison
  - Liaison uni ou bidirectionnelle
- **Mode**
  - `send (A, msg); recv (A, msg);`
- **Problèmes**
  - Réceptions multiples sur un même port (se restreindre à deux processus, limiter les types d'accès en lecture ou écriture *etc.*)

Bufferisation

Caractérisation de la capacité d'une liaison

- **Modes**
  - **Capacité nulle :** Aucun message en attente. Nécessité d'une synchronisation pour échanger des messages (« rendez-vous » / « hand shaking »).
  - **Capacité limitée :** L'émetteur peut être retardé si le buffer est plein.
  - **Capacité infinie :** L'émetteur n'est jamais retardé.
- **Synchronisation**
  - Pour des capacités non nulles, la communication est *asynchrone* (un émetteur ne sait pas si son message est reçu)
  - Synchronisation possible par « acquittement » (acknowledgement)
  - Synchronisation possible en rendant `send` bloquant jusqu'à l'arrivée d'un accusé de réception

Cas pathologiques

- **Terminaison** : P attend (ou envoie) un message de (ou vers) un processus terminé. Le système doit le terminer ou lui notifier le problème.
- **Messages perdus** :
  - Vérification sous la responsabilité de l'émetteur
  - Renvoi (ou notification à l'émetteur) sous la responsabilité du système
  - Détection par temporisation
  - Pas de détection
- **Messages bruités** : (bitflip) idem
  Détection par contrôle de parité

NB :
Contrôle de parité: xxxx xxx0 ou xxxx xxx1 selon la parité de l'octet

Qu'est-ce que le multithreading ?

- **Problèmes**
  - Fournir un parallélisme intra-processus
  - Amoindrir le coût de la commutation de contexte
- **Solution**
  - **Thread** / **LWP** (Light Weight Processus) : état, registres (dont PC) et pile. Partage des autres ressources.
  - **Tâche** / **HWP** (High Weight Processus) : ensemble de threads. Processus traditionnel = tâche à un seul thread.
- **Fonctionnement**
  - **Identique à celui des processus** : création, terminaison, notion d'état *etc.*
  - **Problèmes nouveaux** : concurrence d'accès aux ressources partagées (synchronisation) *etc.*

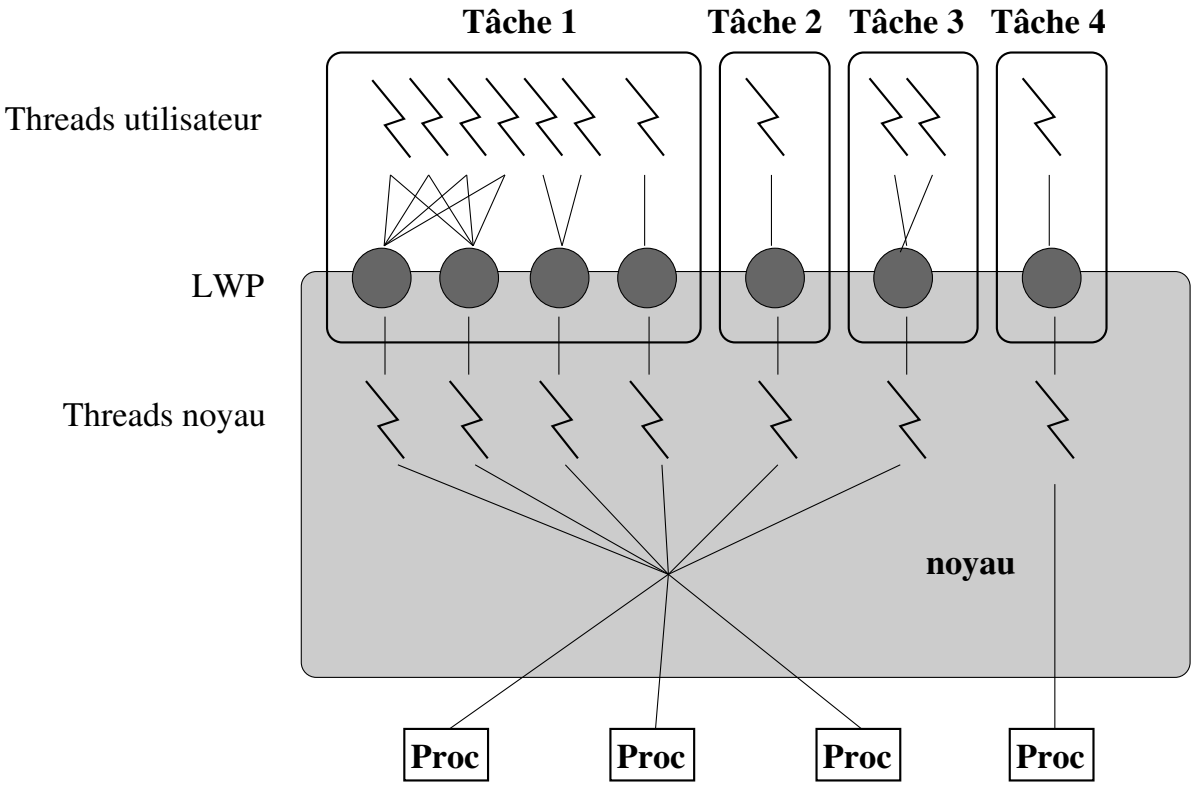
Threads utilisateur

- **Principe**
  - Implémentés par une bibliothèque en espace utilisateur
  - Une table de threads par processus
- **Avantages**
  - Utilisable au dessus d'un système non multithreadé
  - Commutation de contexte très rapide (pas de « kernel trapping »)
  - Algorithmes d'ordonnancement personalisables
- **Inconvénients**
  - **Besoin d'appels systèmes non bloquants**
    Wrappers utilisant `select`
  - **Threads monopolisant le CPU**
    `yield` + requête d'alarme
  - L'intérêt des threads réside justement là où il y a souvent bloquage. Mais le noyau est là pour ça !

Threads noyau

- **Principe**
  - Une table de threads en plus de la table de processus
  - Tout appel bloquant est implémenté par appel système
- **Avantages**
  - Facilité de conception des applications
  - Pas de nécessité de procédures supplémentaires non bloquantes
- **Inconvénients**
  - Coût de gestion des threads (recyclage)
  - Coût des appels bloquant (interruptions)

Approches hybrides (ex. Solaris 2)



- **Scheduler activation**
  - « upcall » vers l'ordonnanceur logiciel (userland) quand un thread se (dé)bloque
  - Rupture avec le modèle en couches

Transition vers le multithreading

Des problèmes nouveaux

- **Variables globales** (programmes ou système)
  - Les interdire
  - Fournir des valeurs locales par thread (ex. `errno`)
- **Signaux :** qui les récupère ?
- **Réentrance des fonctions** (bibliothèques systèmes)
  - mettre des drapeaux d'exclusion mutuelle (attention au parallélisme),
  - réécrire les bibliothèques.