Problèmes classiques

ASR7-Programmation concurrente

Matthieu Moy + l'équipe ASR7 (cf. page du cours)

Univ. Claude Bernard Lyon 1

séance 2

matthieu.moy@univ-lyon1.fr

Introduction

On étudie souvent un certain nombre de problèmes classiques de synchronisation

- Car beaucoup de problèmes réels s'en rapprochent.
- Car leurs solutions peuvent se comparer et se prouver :
  - absence d'interblocage ;
  - favoritisme ou non ;
  - coût pour les mettre en œuvre ou les utiliser.
  - ...

Cas d'école

- Problème de la barrière
- Problème des philosophes (dîner ou buffet)
- Problème des producteurs et consommateurs
- Problème des lecteurs et rédacteurs
- ...

Producteur consommateur

Description

- Un ou des producteurs produisent des informations
- consommées par un ou des consommateurs.
- L'échange utilise une FIFO de taille limitée.
- Les consommateurs sont bloqués si la file est vide.
- Les producteurs se bloquent si la file est pleine.

Exemple : Gestion d'une file d'attente partagée, communication entre entité, organisation maître esclave ...

Lecteurs et rédacteurs

Description

- 2 types d'accès (lecture, écriture),
- 1 seul *type* d'accès à la fois,
- tous les lecteurs,
- ou, un seul rédacteur,
- exclusion entre les lecteurs et le rédacteur,
- exclusion entre les rédacteurs.

Exemple : une base de données, accès à des disques réseaux, gestion des caches ...

Problème de la barrière

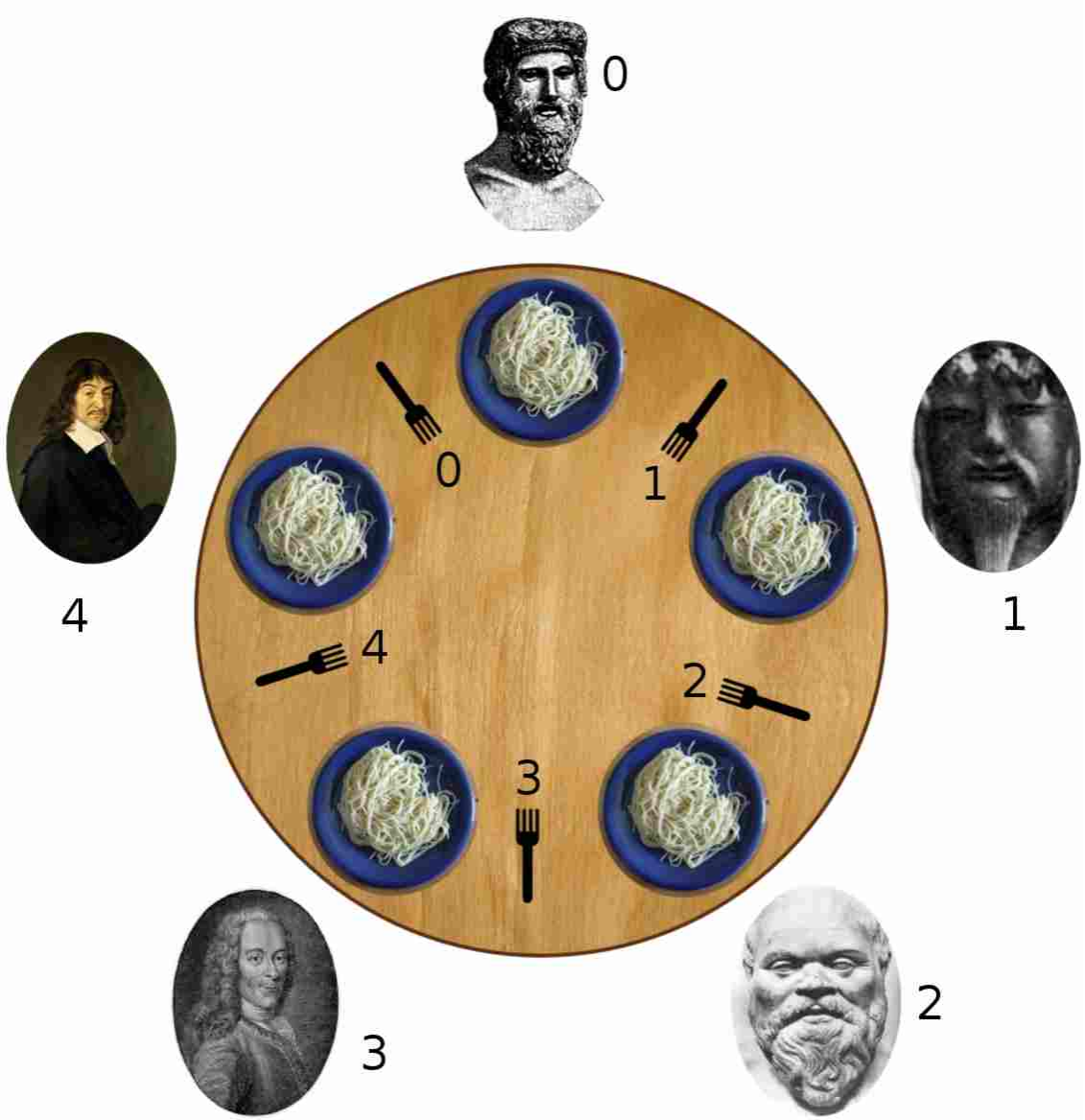
Description

Plusieurs threads doivent se donner rendez-vous :

- un certain nombre de threads est attendu,
- tous les threads arrivent sur la barrière et se bloquent,
- le dernier arrivé libère tout le monde.

Exemple : traitements parallèles, où les threads les plus rapides doivent attendre les autres lors de certains *points de synchronisation*.

Buffet des philosophes (illustration : Wikipedia)



Buffet des philosophes

Description

- Un ensemble de philosophes pensent (mais sont affamés), mangent, ou préparent un plat.
- Pour manger ils utilisent des mets disposés sur un buffet (c'est la ressource partagée).
- Deux philosophes ne peuvent pas utiliser le même met en même temps.
- Comment assurer que chaque philosophe arrive à préparer ses plats en un temps fini ?

Exemple : gestion d'un pool de ressources (disques, carte réseau, processeurs,...) par un pool de threads.

Synchronisation : application aux lecteurs et rédacteurs

Exemple (équité ?)

Supposons un lecteur/rédacteur. La présence des lecteurs empêche les rédacteurs d'entrer en section critique.

- que se passe-t-il lorsque les lecteurs arrivent régulièrement,
- et qu'un rédacteur attend ?

Famine/Favoritisme

L'utilisation de la synchronisation a pour but de bloquer des threads.
⇒ il faut s'assurer que tout thread sera débloqué en temps *raisonnable*.

Definition (Famine)

Il y a *famine* quand certains threads ou classes de threads ne peuvent pas obtenir l'accès à une ressource (par exemple à une section critique) durant un temps impossible à borner, alors que le reste du système progresse.

Exemple : circulation avec priorité en cas d'affluence.

Definition (Favoritisme)

Il y a *favoritisme* quand certaines classes de threads ont plus facilement accès à la section critique.

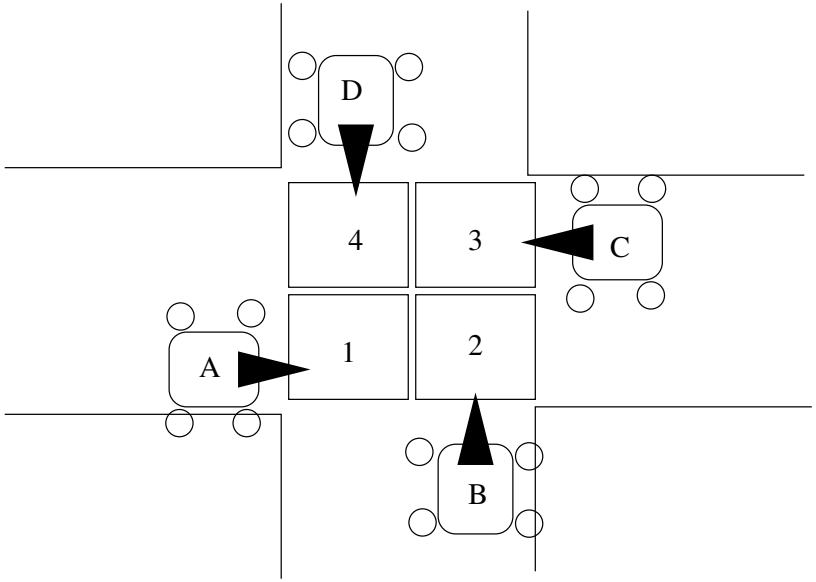
Exemple : lecteurs/rédacteur, panneau stop sur la route.

Autre problème

Exemple (Carrefour)

- Un carrefour avec 4 embranchements ;
- 4 voitures se présentent en même temps . . .

Le carrefour : la situation



le processus utilise les ressources	
A	1 et 2
B	2 et 3
C	3 et 4
D	4 et 1

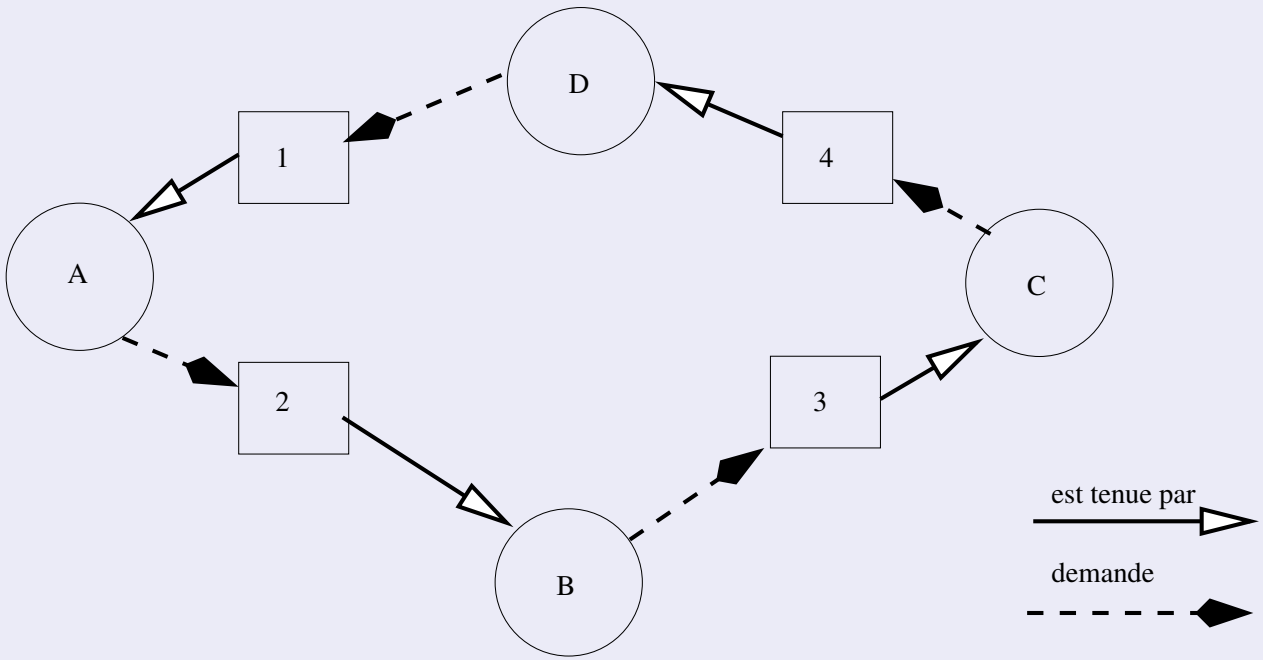
analogie

- processus : voiture
- ressource : partie du carrefour (représentée ici par un verrou)
- définition d'une ressource : élément nécessaire à l'avancement d'un processus et pouvant provoquer une attente

L'interblocage (*deadlock*)

Définition et conditions d'existence

- *Exclusion mutuelle* : un seul processus au plus possède la ressource.
- *Tenir et attendre* : un processus en attente ne relâche pas les ressources qu'il détient.
- *Non préemption* : une ressource attribuée n'est pas reprise.
- *Cycle d'attente* :



Attente circulaire

L'interblocage : préventions

Comment ?

Supprimer une des conditions d'existence :

- Supprimer *l'exclusion mutuelle* : généralement pas possible !
- Éviter le fait de *tenir et attendre* :
  - Un processus qui ne peut pas obtenir toutes ses ressources nécessaires libère celle(s) qu'il détient.
  - On oblige de prendre (ou relâcher) toutes les ressources nécessaires en 1 fois. La décision est centralisée dans un moniteur.

  Mais ces deux solutions peuvent provoquer la famine des processus gourmands.
- Autoriser la *préemption* : utilisation d'une autorité de régulation (gendarme).
- Empêcher l'apparition de cycles : par exemple ordonner les ressources et toujours les prendre par ordre croissant :
  - A prend 1 avant 2,
  - B prend 2 avant 3,
  - C prend 3 avant 4,
  - D prend 1 avant 4 (la plus lointaine d'abord).

Interblocage

Détection et suppression

- recherche de cycles dans le graphe d'allocation/demande
- que faire ensuite ? tuer un des processus ? lequel ? et il faudra le relancer
- plus finement : retour arrière d'un ou plusieurs processus (moniteur transactionnel de bases de données), mais lourd à mettre en œuvre dans le cas général

Interblocage

Détection et évitement

- lors d'une requête, vérifier que celle-ci ne crée pas un cycle (mais que faire dans ce cas ?)
- Algorithme du Banquier (n'autoriser une demande que si on est sûr de pouvoir satisfaire toutes les suivantes, suppose qu'on connaît les demandes de tout le monde).

Synchronisation : conclusion

Il y a toujours de l'exclusion mutuelle

- la différence est la durée de l'accès exclusif :
- soit toute l'action est en accès exclusif (et ça, c'est mal),
- soit la prise de décision se fait en accès exclusif, mais pas l'action (c'est mieux !)
- la meilleure synchronisation est l'absence de synchronisation ! (mais ce n'est pas toujours possible . . .)

Synchronisation : objectifs

Qualités d'une synchronisation / arbitrage

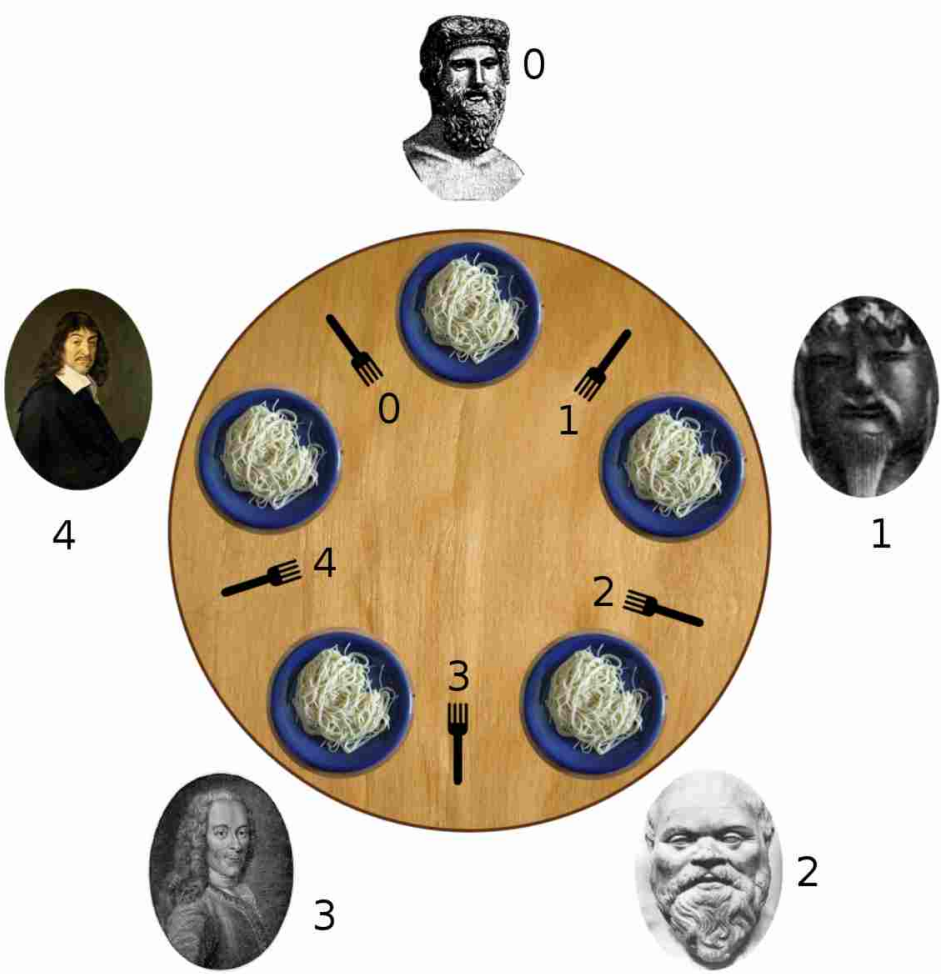
- pas de *famine* : tout le monde réalise ce qu'il a demandé . . .
- équitable : . . . sans favoritisme.
- avancement : un processus ne doit pas être mis en attente si ce n'est pas nécessaire . . .

Parfois, le favoritisme est utile (exemple de l'annuaire).
De toute façon, la synchronisation est délicate à réaliser en pratique :
⇒ il faut utiliser une bibliothèque testée et approuvée. Exemple lecteur/rédacteur :

```
// En C++
std::shared_mutex m;
m.lock() / m.lock_shared()

// En C
pthread_rwlock_rdlock() / unlock()
pthread_rwlock_wrlock() / unlock()
```

Buffet des philosophes (illustration : Wikipedia)



- Donnez un exemple de deadlock avec un algorithme naif
- Que se passe-t-il si on interdit au philosophe 0 de prendre sa fourchette droite ?
- Que se passe-t-il si le philosophe 0 prend ses fourchettes dans un ordre différent des autres (droite puis gauche ou gauche puis droite) ?
- Comment attraper les deux fourchettes de manière atomique ?
- Peut-on assurer l'absence de famine ?

1. Introduction

2. Problèmes
   - Problèmes classiques

3. Critères à surveiller
   - Famine (*starvation*)
   - Interblocage (*deadlock*)

À retenir

Thread

- Différences thread/processus
- Programmation multithread

Synchronisation

- Section critique et exclusion mutuelle
- Utilisation des *mutexes* et *variables de condition*
- Moniteur
- Problème des producteurs/consommateurs, lecteurs/rédacteurs...
- Interblocage