



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Master 2 Informatique - UFR S.A.T

Pr. Ousmane THIARE

othiare@ugb.edu.sn  
[www.ousmanethiare.com]

16 avril 2020

# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## 1 Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe



# 1- Exclusion mutuelle

# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Exclusion mutuelle

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

### Définition

La notion de **section critique** correspond à l'obtention d'un droit pour effectuer une tâche. Une **section critique** se compose d'une **section d'entrée** et d'une **section de sortie**. Ces deux sections ont pour but respectivement de marquer l'obtention et la libération d'un droit pour effectuer légalement une tâche.

### Définition

On dit qu'un processus exécute sa **section critique** lorsqu'il a passé avec succès la **section d'entrée** (il a obtenu le droit) mais qu'il n'a pas encore passé la **section de sortie**.



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Exclusion mutuelle

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

### Définition

*On dit qu'un processus est demandeur lorsqu'il exécute la section d'entrée.*

Il est donc possible de définir trois états distincts pour les processus : les états **dehors**, **demandeur** et **dedans**. Un processus dans l'état **dehors** correspond à un processus qui n'exécute ou ne demande pas la **section critique**.

### Définition

*Un processus est dans l'état dedans lorsqu'il exécute sa section critique.*



# Exclusion mutuelle

## Définition

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

- $n$  processus  $\{0, 1, 2, \dots, n - 1\}$  et une seule ressource  $R$



# Exclusion mutuelle

## Définition

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

- $n$  processus  $\{0, 1, 2, \dots, n - 1\}$  et une seule ressource  $R$
- Compétition pour utiliser la ressource  $R$



# Exclusion mutuelle

## Définition

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

- $n$  processus  $\{0, 1, 2, \dots, n - 1\}$  et une seule ressource  $R$
- Compétition pour utiliser la ressource  $R$
- Utilisation de  $R \Rightarrow$  exécution de la section critique (SC)





# Exclusion mutuelle

## Spécifications

- Exclusion mutuelle (sûreté ou safety).  
Si deux processus distincts,  $p$  et  $q$  exécutent simultanément leur section critique respectivement dans les sessions  $S_p$  et  $S_q$ , alors  $S_p = S_q$ .



# Exclusion mutuelle

## Spécifications

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

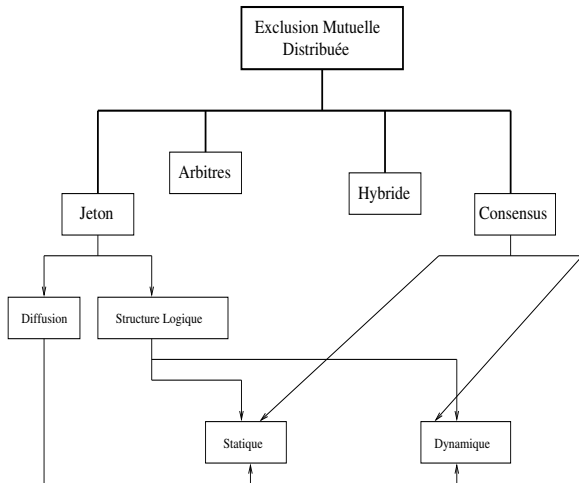
- **Exclusion mutuelle (sûreté ou safety).**  
Si deux processus distincts,  $p$  et  $q$  exécutent simultanément leur section critique respectivement dans les sessions  $S_p$  et  $S_q$ , alors  $S_p = S_q$ .
- **Absence de blocage (vivacité ou liveness).**  
Si un processus  $p$  veut participer à une session  $S_p$ , alors  $p$  exécute finalement sa section critique.



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Exclusion mutuelle

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe



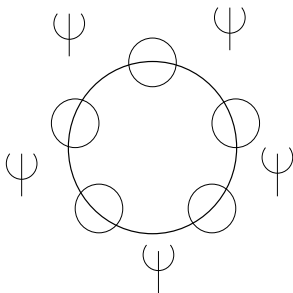
# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Exclusion mutuelle

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

### Exclusion mutuelle classique [Dijkstra 1965]

- Une ressource unique à partager entre N demandeurs potentiels



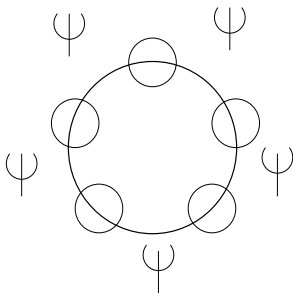
# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Exclusion mutuelle

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

### Exclusion mutuelle classique [Dijkstra 1965]

- Une ressource unique à partager entre N demandeurs potentiels
- File d'attente



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Exclusion mutuelle

### Exclusion mutuelle classique [Dijkstra 1965]

- $n$  philosophes assis autour d'une table ronde garnie à leur intention de cinq assiettes de spaghettis.

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Exclusion mutuelle

### Exclusion mutuelle classique [Dijkstra 1965]

- n philosophes assis autour d'une table ronde garnie à leur intention de cinq assiettes de spaghettis.
- il n'y a qu'une seule fourchette entre chaque assiette.

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Exclusion mutuelle

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

### Exclusion mutuelle classique [Dijkstra 1965]

- n philosophes assis autour d'une table ronde garnie à leur intention de cinq assiettes de spaghettis.
- il n'y a qu'une seule fourchette entre chaque assiette.
- Lorsqu'un individu a faim, il a besoin de deux fourchettes, il saisit les fourchettes à sa droite et à sa gauche et empêche par la même ses deux voisins de manger.





# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Exclusion mutuelle

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

### Exclusion mutuelle classique [Dijkstra 1965]

- n philosophes assis autour d'une table ronde garnie à leur intention de cinq assiettes de spaghettis.
- il n'y a qu'une seule fourchette entre chaque assiette.
- Lorsqu'un individu a faim, il a besoin de deux fourchettes, il saisit les fourchettes à sa droite et à sa gauche et empêche par la même ses deux voisins de manger.
- Les philosophes ne peuvent donc pas tous manger en même temps.



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Exclusion mutuelle

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

### Exclusion mutuelle classique [Dijkstra 1965]

- n philosophes assis autour d'une table ronde garnie à leur intention de cinq assiettes de spaghettis.
- il n'y a qu'une seule fourchette entre chaque assiette.
- Lorsqu'un individu a faim, il a besoin de deux fourchettes, il saisit les fourchettes à sa droite et à sa gauche et empêche par la même ses deux voisins de manger.
- Les philosophes ne peuvent donc pas tous manger en même temps.
- Un blocage peut arriver si chaque philosophe saisit la fourchette qui se trouve à sa gauche et attend celle de droite.



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Exclusion mutuelle

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

### Exclusion mutuelle classique [Dijkstra 1965]

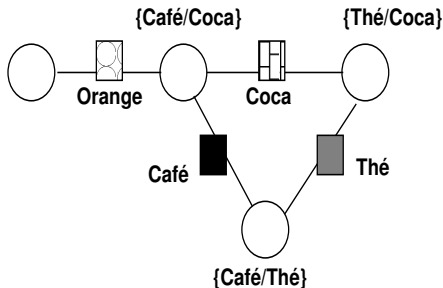
- n philosophes assis autour d'une table ronde garnie à leur intention de cinq assiettes de spaghettis.
- il n'y a qu'une seule fourchette entre chaque assiette.
- Lorsqu'un individu a faim, il a besoin de deux fourchettes, il saisit les fourchettes à sa droite et à sa gauche et empêche par la même ses deux voisins de manger.
- Les philosophes ne peuvent donc pas tous manger en même temps.
- Un blocage peut arriver si chaque philosophe saisit la fourchette qui se trouve à sa gauche et attend celle de droite.
- Le but consiste donc à éviter un tel blocage et permettre à tous les philosophes de manger évitant ainsi une famine (au sens propre du terme).



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle

## Les philosophes buveurs [Chandy et Misra 1984]



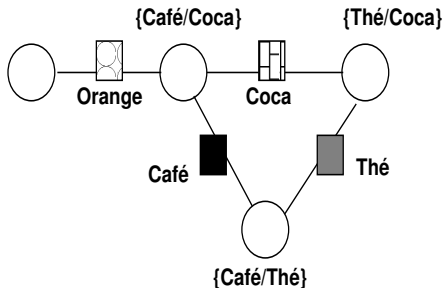
- Ce problème est une généralisation du dîner des philosophes.



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle

## Les philosophes buveurs [Chandy et Misra 1984]



- Ce problème est une généralisation du dîner des philosophes.
- les philosophes possèdent un nombre arbitraire de voisins et deux philosophes voisins se partagent une bouteille.



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Les philosophes buveurs [Chandy et Misra 1984]

- Lorsqu'un philosophe a soif, il doit posséder un certain nombre (variable) de bouteilles pour pouvoir faire un cocktail.



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Exclusion mutuelle

### Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

#### **Les philosophes buveurs [Chandy et Misra 1984]**

- Lorsqu'un philosophe a soif, il doit posséder un certain nombre (variable) de bouteilles pour pouvoir faire un cocktail.
- autre généralisation : Les philosophes ne se partagent plus une seule bouteille, mais plusieurs. Pour pouvoir différencier les bouteilles, celles-ci sont colorées et un philosophe peut demander plusieurs bouteilles à un même voisin.



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Exclusion mutuelle

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Lecteurs-Rédacteurs [Courtois, Heymans et Parnas 1971]

- Au plus un rédacteur





# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Lecteurs-Rédacteurs [Courtois, Heymans et Parnas 1971]

- Au plus un rédacteur
- Plusieurs lecteurs simultanément



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Lecteurs-Rédacteurs [Courtois, Heymans et Parnas 1971]

- Au plus un rédacteur
- Plusieurs lecteurs simultanément
- Jamais de lectures et d'écritures simultanément



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Exclusion mutuelle

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

### Lecteurs-Rédacteurs [Courtois, Heymans et Parnas 1971]

- Au plus un rédacteur
- Plusieurs lecteurs simultanément
- Jamais de lectures et d'écritures simultanément
- Les processus rédacteur ont besoin d'un accès exclusif à la ressource alors que les processus lecteurs peuvent partager la ressource avec d'autres lecteurs



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Exclusion mutuelle

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

### Lecteurs-Rédacteurs [Courtois, Heymans et Parnas 1971]

- Au plus un rédacteur
- Plusieurs lecteurs simultanément
- Jamais de lectures et d'écritures simultanément
- Les processus rédacteur ont besoin d'un accès exclusif à la ressource alors que les processus lecteurs peuvent partager la ressource avec d'autres lecteurs
- L'ordonnancement entre les lecteurs et les rédacteurs est un critère important.



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Exclusion mutuelle

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

### Réalisation

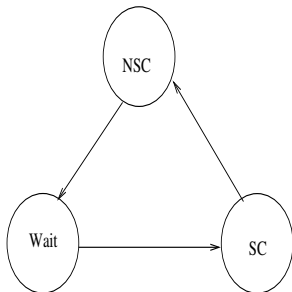


FIGURE: Etat des processus

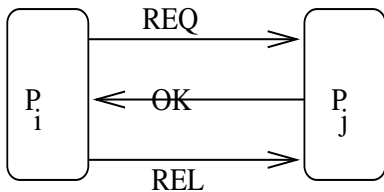


FIGURE: Messages échangés entre les processus



## 2- Exclusion mutuelle de groupe

# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

- Joung 1998



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

- Joung 1998
- Le problème





# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

- Joung 1998
- Le problème
  - $n$  processus et  $m$  sessions



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

- Jung 1998
- Le problème
  - $n$  processus et  $m$  sessions
  - Permettre à un nombre quelconque de processus d'accéder concurremment à une même session

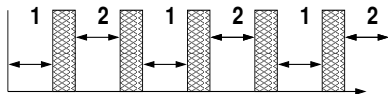
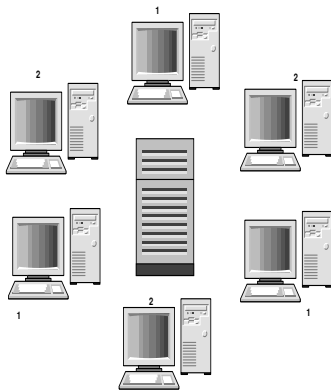


# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

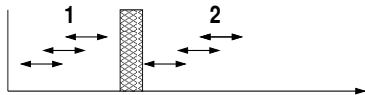
## Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

- Un exemple, le juke-box



Exclusion mutuelle



Exclusion mutuelle de groupe



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Exclusion Mutuelle de Groupe

- Un exemple, le juke-box
- L'utilisation d'un algorithme d'exclusion mutuelle de groupe est utile dans le cas où une ressource est partagée par plusieurs processus.

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

- Un exemple, le juke-box
- L'utilisation d'un algorithme d'exclusion mutuelle de groupe est utile dans le cas où une ressource est partagée par plusieurs processus.
- Un exemple concret d'utilisation est la gestion d'un juke-box dans un réseau. Un seul CD-ROM peut être disponible à la fois. En donnant un identifiant unique à chaque CD-ROM, un algorithme d'exclusion mutuelle de groupe permet à plusieurs processus de lire un CD-ROM concurremment, tout en forçant les processus voulant accéder à un autre CD-ROM à attendre.



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

- Un exemple, le juke-box
- L'utilisation d'un algorithme d'exclusion mutuelle de groupe est utile dans le cas où une ressource est partagée par plusieurs processus.
- Un exemple concret d'utilisation est la gestion d'un juke-box dans un réseau. Un seul CD-ROM peut être disponible à la fois. En donnant un identifiant unique à chaque CD-ROM, un algorithme d'exclusion mutuelle de groupe permet à plusieurs processus de lire un CD-ROM concurremment, tout en forçant les processus voulant accéder à un autre CD-ROM à attendre.
- Pour illustrer cet exemple, on suppose un système où tous les processus veulent accéder soit au CD-ROM numéro 1 soit au CD-ROM numéro 2 de telle manière que les demandes sont ordonnées telles que 1,2,1,2,1. .



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

- Un exemple, le juke-box
- L'utilisation d'un algorithme d'exclusion mutuelle classique pourrait entraîner le pire des cas (I) où les accès se font alternativement au CD-ROM 1 et 2. Et à tout instant, un seul processus est autorisé à lire.



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

- Un exemple, le juke-box
- L'utilisation d'un algorithme d'exclusion mutuelle classique pourrait entraîner le pire des cas (partie (I)) où les accès se font alternativement au CD-ROM 1 et 2. Et à tout instant, un seul processus est autorisé à lire.
- L'utilisation d'un algorithme d'exclusion mutuelle de groupe permet de grouper les requêtes pour un même CD-ROM afin d'éviter les changements intempestifs. Dans la partie (II), les demandes sont groupées et se font concurremment. Les changements de CD-ROM sont alors très réduits. Dans notre exemple, il n'y a plus qu'un seul changement au lieu de cinq.





# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

- Autre exemple, le serveur Web



1- Demande pour la page d'accueil du LICP

2- Demande pour Google

3- Demande pour le programme télé

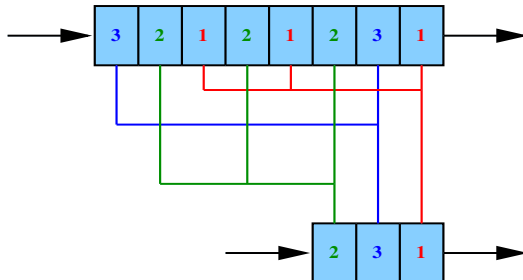


# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

- Autre exemple, le serveur Web



1– Demande pour la page d'accueil du LICP

2– Demande pour Google

3– Demande pour le programme télé



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

- Autre exemple, le serveur Web
- Supposons qu'un serveur Internet stocke dans une file d'attente les demandes qu'il reçoit. Dans l'exemple précédent, nous avons vu qu'un algorithme d'exclusion mutuelle de groupe permet de grouper les demandes identiques. De la même manière, il est possible de grouper les demandes pour les mêmes adresses Internet.



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

- Autre exemple, le serveur Web
- Supposons qu'un serveur Internet stocke dans une file d'attente les demandes qu'il reçoit. Dans l'exemple précédent, nous avons vu qu'un algorithme d'exclusion mutuelle de groupe permet de grouper les demandes identiques. De la même manière, il est possible de grouper les demandes pour les mêmes adresses Internet.
- Par exemple, on suppose que  $x$  demandes pour un même site  $S$  sont dans la file d'attente. Un algorithme d'exclusion mutuelle de groupe permet de regrouper ces  $x$  demandes afin d'interroger le site  $S$  qu'une seule fois, soit un seul message vers  $S$ . En plus de limiter le nombre de messages vers le site  $S$  et donc sur le réseau, cette solution réduit aussi les chargements



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion  
mutuelle et  
Exclusion  
mutuelle de  
groupe

## ■ Les spécifications



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

- Les spécifications

- Exclusion mutuelle (sûreté).

Si deux processus distincts,  $p$  et  $q$  exécutent simultanément leur section critique respectivement dans les sessions  $S_p$  et  $S_q$ , alors  $S_p = S_q$ .



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

### ■ Les spécifications

#### ■ Exclusion mutuelle (sûreté).

Si deux processus distincts,  $p$  et  $q$  exécutent simultanément leur section critique respectivement dans les sessions  $S_p$  et  $S_q$ , alors  $S_p = S_q$ .

#### ■ Absence de blocage (vivacité).

Si un processus  $p$  veut accéder à une ressource  $S$ , alors  $p$  exécute finalement sa section critique.



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

### ■ Les spécifications

#### ■ Exclusion mutuelle (sûreté).

Si deux processus distincts,  $p$  et  $q$  exécutent simultanément leur section critique respectivement dans les sessions  $S_p$  et  $S_q$ , alors  $S_p = S_q$ .

#### ■ Absence de blocage (vivacité).

Si un processus  $p$  veut accéder à une ressource  $S$ , alors  $p$  exécute finalement sa section critique.

#### ■ Entrée concurrente (efficacité).

Si des processus veulent accéder à une ressource, et qu'aucun autre processus ne veut accéder à une autre ressource différente, alors les processus peuvent y entrer concurremment.





# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

### Complexités

Nous présentons les complexités qui permettent d'évaluer les performances d'une solution à l'exclusion mutuelle de groupe.

Les mesures des performances d'un algorithme d'exclusion mutuelle de groupe reprend quelques mesures classiques comme *complexité en nombre de messages*, *complexité en taille des messages* et la *complexité en espace*.



# Exclusion mutuelle de groupe

## Complexités

Exclusion  
mutuelle et  
Exclusion  
mutuelle de  
groupe

### Définitions

- **La complexité en nombre de messages et en taille des message** mesurent respectivement le nombre de messages nécessaires par entrée en section critique et le nombre de bits nécessaire par message.



# Exclusion mutuelle de groupe

## Complexités

Exclusion  
mutuelle et  
Exclusion  
mutuelle de  
groupe

### Définitions

- **La complexité en nombre de messages et en taille des message** mesurent respectivement le nombre de messages nécessaires par entrée en section critique et le nombre de bits nécessaire par message.
- **La complexité en espace** mesure le nombre de bits nécessaires par processus.



# Exclusion mutuelle de groupe

## Complexités

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

### Définitions

Joung proposa des mesures spécifiques au problème de l'exclusion mutuelle de groupe, qui sont la *complexité en temps*, la *complexité en changement de contexte* et le *degré (maximum) de concurrence*.

- **La complexité en temps mesure** le nombre de section critique exécutées pendant qu'un processus  $p$  attend l'accès à une session  $X$ . A cause de la concurrence, les accès peuvent se chevaucher, donc, la complexité en temps ne reflète pas vraiment le temps écoulé.



# Exclusion mutuelle de groupe

## Complexités

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

### Définitions

Joung proposa des mesures spécifiques au problème de l'exclusion mutuelle de groupe, qui sont la *complexité en temps*, la *complexité en changement de contexte* et le *degré (maximum) de concurrence*.

- **La complexité en temps mesure** le nombre de section critique exécutées pendant qu'un processus  $p$  attend l'accès à une session  $X$ . A cause de la concurrence, les accès peuvent se chevaucher, donc, la complexité en temps ne reflète pas vraiment le temps écoulé.
- **La complexité en changement de contexte** représente le nombre de sessions qui peuvent être ouvertes pendant qu'un processus attend pour accéder à une session différente. La complexité en changement de contexte est une mesure intéressante pour calculer (dans le pire des cas) le « temps d'attente » .



# Exclusion mutuelle de groupe

## Complexités

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

**Définitions** Joung proposa des mesures spécifiques au problème de l'exclusion mutuelle de groupe, qui sont la *complexité en temps*, la *complexité en changement de contexte* et le *degré (maximum) de concurrence*.

- **Le degré (maximum) de concurrence** compte le nombre de processus qui peuvent concurremment accéder à une session ouverte alors qu'un processus particulier est en train d'exécuter sa section critique et qu'un autre processus attend l'accès à une session différente. Un degré de concurrence élevé signifie une meilleure utilisation des ressources.



# Exclusion mutuelle de groupe

## Complexités

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

**Définitions** Joung proposa des mesures spécifiques au problème de l'exclusion mutuelle de groupe, qui sont la *complexité en temps*, la *complexité en changement de contexte* et le *degré (maximum) de concurrence*.

- **Le degré (maximum) de concurrence** compte le nombre de processus qui peuvent concurremment accéder à une session ouverte alors qu'un processus particulier est en train d'exécuter sa section critique et qu'un autre processus attend l'accès à une session différente. Un degré de concurrence élevé signifie une meilleure utilisation des ressources.
- **La complexité en l'absence de contention** indique, en considérant le pire des cas, le temps nécessaire à un processus pour exécuter sa section critique en l'absence de contention.



# Exclusion mutuelle de groupe

## Complexités

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

### Définition (Passage)

Le passage d'un processus  $p$  à travers la session  $X$  (noté  $\langle p, X \rangle$ ) est un intervalle  $[t_1, t_2]$  (de temps) pendant lequel le processus  $p$  exécute sa section critique. Un passage est initié en  $t_1$  et accompli en  $t_2$ .

Soit  $q$  un processus demandant l'accès à la session  $X$ .

Soit  $T$  l'ensemble des passages :

- *initiés* par au moins quelques processus ( $\neq q$ ) après de le processus  $q$  ait fait sa demande (pour la session  $X$ ),

La couverture minimale  $C$  de  $T$  et l'ensemble minimal de  $T$  tel que chaque passage de  $T$  soit initié et accompli pendant l'exécution de passages de  $C$ .





# Exclusion mutuelle de groupe

## Complexités

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

### Définition (Passage)

Le passage d'un processus  $p$  à travers la session  $X$  (noté  $\langle p, X \rangle$ ) est un intervalle  $[t_1, t_2]$  (de temps) pendant lequel le processus  $p$  exécute sa section critique. Un passage est initié en  $t_1$  et accompli en  $t_2$ .

Soit  $q$  un processus demandant l'accès à la session  $X$ .

Soit  $T$  l'ensemble des passages :

- *initiés* par au moins quelques processus ( $\neq q$ ) après de le processus  $q$  ait fait sa demande (pour la session  $X$ ),
- *accomplis* avant que le processus  $q$  exécute le passage correspondant  $\langle p, X \rangle$ .

La couverture minimale  $C$  de  $T$  et l'ensemble minimal de  $T$  tel que chaque passage de  $T$  soit initié et accompli pendant l'exécution de passages de  $C$ .



# Exclusion mutuelle de groupe

## Complexités

Exclusion  
mutuelle et  
Exclusion  
mutuelle de  
groupe

### Définition (Complexité en temps)

**La complexité en temps** est le nombre de passages dans  $C$ .

Un *round* (de passages)  $R_Y$  de  $T$  est l'ensemble maximal des passages consécutifs de  $T$  qui sont des passages à travers la session  $Y$ .



# Exclusion mutuelle de groupe

## Complexités

Exclusion  
mutuelle et  
Exclusion  
mutuelle de  
groupe

### Définition (Complexité en changement de contexte)

**La complexité en changement de contexte** est le nombre de rounds de  $T$  tel que pour chaque round  $R_Y$ , soit  $X \neq Y$ , soit  $X=Y$  mais  $\langle p, X \rangle \notin R_Y$ .

### Définition (Degré de concurrence)

**Le degré de concurrence** est défini par le nombre maximum de passages qui peuvent être initié pendant un round  $R_Y$  de  $T$ .



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

- Travaux existants



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

- Travaux existants
  - Modèle à mémoire partagée



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

- Travaux existants
  - Modèle à mémoire partagée
    - *Joung 98]*



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

- Travaux existants
  - Modèle à mémoire partagée
    - *Joung 98*
    - *[Keane & Moir 99]*



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

- **Travaux existants**
  - Modèle à mémoire partagée
    - *Joung 98]*
    - *[Keane & Moir 99]*
  - Modèle à passage de messages





# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

- Travaux existants
  - Modèle à mémoire partagée
    - *Joung 98*]
    - [*Keane & Moir 99*]
  - Modèle à passage de messages
    - [*Joung 99*] réseau complet



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

- Travaux existants
  - Modèle à mémoire partagée
    - *Joung 98*]
    - [*Keane & Moir 99*]
  - Modèle à passage de messages
    - [*Joung 99*] réseau complet
    - [*Wu & Joung 99*] anneau unidirectionnel



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## ■ Travaux existants

- Modèle à mémoire partagée
  - *Joung 98*]
  - [*Keane & Moir 99*]
- Modèle à passage de messages
  - [*Joung 99*] réseau complet
  - [*Wu & Joung 99*] anneau unidirectionnel
- 3 algorithmes  $GME_1$ ,  $GME_2$ ,  $GME_3$  fondés sur une circulation de jeton dans un anneau unidirectionnel



# Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

## ■ Travaux existants

- Modèle à mémoire partagée
  - *Joung 98*
  - *[Keane & Moir 99]*
- Modèle à passage de messages
  - *[Joung 99]* réseau complet
  - *[Wu & Joung 99]* anneau unidirectionnel
- 3 algorithmes  $\mathcal{GME}_1$ ,  $\mathcal{GME}_2$ ,  $\mathcal{GME}_3$  fondés sur une circulation de jeton dans un anneau unidirectionnel
  - *[Cantarell , Datta , Petit & Villain 2001]*



# Algorithme basé sur les quorums

## Quorum

Exclusion  
mutuelle et  
Exclusion  
mutuelle de  
groupe

### Définition (1)

*Une collection d'ensembles,  $Q$ , est un quorum dans  $U$  si :*

1.  $(\forall G \in Q)[G \neq \emptyset \text{ et } G \subseteq U]$
2. **(Minimalité)** :  $(\forall G, H \in Q)[G \not\subseteq H]$ .

Les ensembles  $G \in Q$  sont appelés *quorums*. Par exemple, soit  $U = \{a, b, c, d\}$ . Alors,  $Q = \{\{a, b\}, \{b, c\}\}$  est un quorum dans  $U$ .

### Définition (2)

*Un quorum  $Q$  est une coterie sur  $U$  si la propriété d'intersection est satisfaite, c'est-à-dire,*  
 $(\forall G, H \in Q)[G \cap H \neq \emptyset]$ .



# Algorithme basé sur les quorums

## Exemple

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

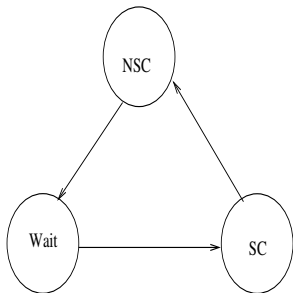


FIGURE: Etat des processus

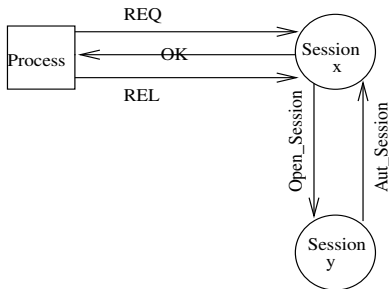


FIGURE: Messages processus/sessions et entre les sessions



# Algorithme basé sur les quorums

## Principe de l'algorithme

Exclusion  
mutuelle et  
Exclusion  
mutuelle de  
groupe

Quand un processus  $P_i \in Q$  veut participer à une session  $x$  :

- Envoie d'un message REQ() à la session  $x$ .



# Algorithme basé sur les quorums

## Principe de l'algorithme

Exclusion  
mutuelle et  
Exclusion  
mutuelle de  
groupe

Quand un processus  $P_i \in Q$  veut participer à une session  $x$  :

- Envoie d'un message  $REQ()$  à la session  $x$ .
- $x$  envoie un message  $Open\_Session()$  à son groupe.





# Algorithme basé sur les quorums

## Principe de l'algorithme

Exclusion  
mutuelle et  
Exclusion  
mutuelle de  
groupe

Quand un processus  $P_i \in Q$  veut participer à une session  $x$  :

- Envoie d'un message  $REQ()$  à la session  $x$ .
- $x$  envoie un message  $Open\_Session()$  à son groupe.
- Si  $x$  reçoit toutes les permissions de son groupe c'est-à-dire  $|g(x)| - 1$  messages  $Aut\_Session()$ , elle envoie un message  $OK()$  au processus  $P_i$ .



# Algorithme basé sur les quorums

## Principe de l'algorithme

Exclusion  
mutuelle et  
Exclusion  
mutuelle de  
groupe

Quand un processus  $P_i \in Q$  veut participer à une session  $x$  :

- Envoie d'un message  $REQ()$  à la session  $x$ .
- $x$  envoie un message  $Open\_Session()$  à son groupe.
- Si  $x$  reçoit toutes les permissions de son groupe c'est-à-dire  $|g(x)| - 1$  messages  $Aut\_Session()$ , elle envoie un message  $OK()$  au processus  $P_i$ .
- $P_i$  peut maintenant ouvrir la session  $x$ .



# Algorithme basé sur les quorums

## Principe de l'algorithme

Exclusion  
mutuelle et  
Exclusion  
mutuelle de  
groupe

Quand un processus  $P_i \in Q$  veut participer à une session  $x$  :

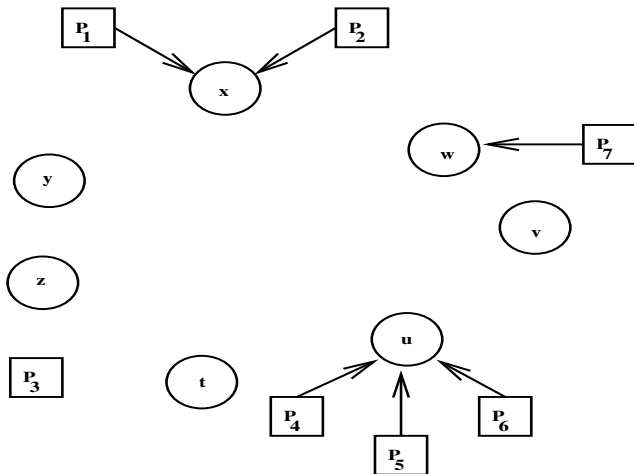
- Envoie d'un message  $REQ()$  à la session  $x$ .
- $x$  envoie un message  $Open\_Session()$  à son groupe.
- Si  $x$  reçoit toutes les permissions de son groupe c'est-à-dire  $|g(x)| - 1$  messages  $Aut\_Session()$ , elle envoie un message  $OK()$  au processus  $P_i$ .
- $P_i$  peut maintenant ouvrir la session  $x$ .
- Lors de la sortie de la section critique,  $P_i$  envoie un message  $REL()$  à  $x$ .



# Algorithme basé sur les quorums

## Exemple

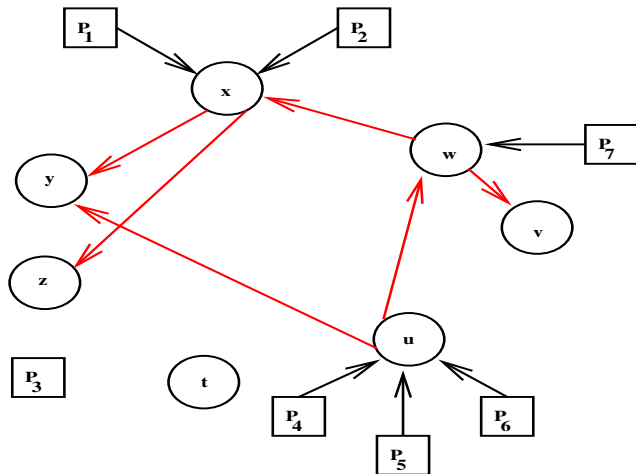
Exclusion mutuelle et  
Exclusion mutuelle de  
groupe



# Algorithme basé sur les quorums

## Exemple

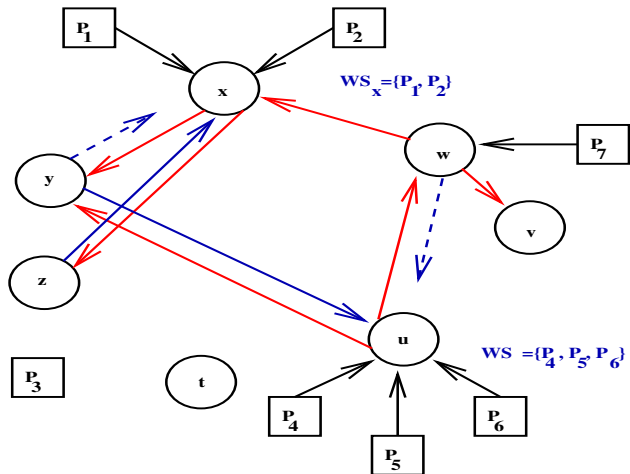
Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe



# Algorithme basé sur les quorums

## Exemple

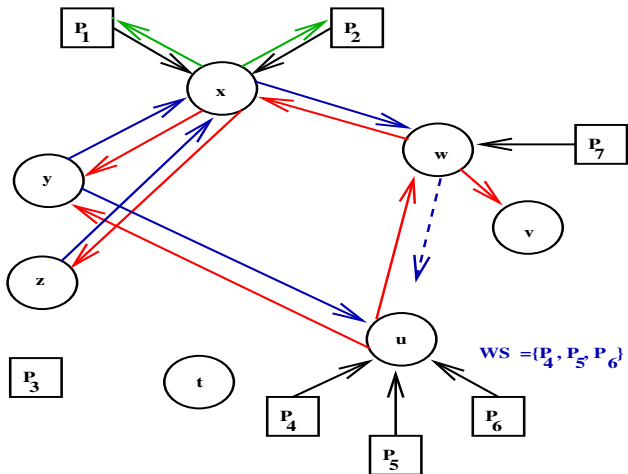
Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe



# Algorithme basé sur les quorums

## Exemple

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe



### Théorème (1)

*Cet algorithme garantit l'exclusion mutuelle.*

Si deux processus  $P_i$  et  $P_j$  sont en section critique, deux cas possibles :

- $P_i$  et  $P_j$  sont dans la même session  $x_i$





### Théorème (1)

*Cet algorithme garantit l'exclusion mutuelle.*

Si deux processus  $P_i$  et  $P_j$  sont en section critique, deux cas possibles :

- $P_i$  et  $P_j$  sont dans la même session  $x_i$
- $P_i$  et  $P_j$  sont dans deux sessions différentes  $x_i$  et  $x_j$  ( $i \neq j$ ).



### Théorème (2)

*L'algorithme est exempt de famine.*

Supposer que la famine existe pour une session  $x$ . Un message `Aut_Session()` sera envoyé à  $x$  quand sa requête aura la plus haute priorité. Ceci a lieu après  $|g(x)| - 1$  requêtes sont traitées car toute requête suivante sera de plus haute priorité que  $x$ . Donc, au bout d'un temps fini,  $x$  recevra `Aut_Session()` et sera ouverte.



### Théorème (3)

*L'algorithme est exempt de blocage.*

Il n'y a pas d'attente circulaire ([Maekawa 85]).



# Algorithme basé sur les quorums

## Complexité

Exclusion  
mutuelle et  
Exclusion  
mutuelle de  
groupe

$O(n + |Q|)$  messages par entrée en section critique et le nombre de messages requis entre un processus et une session est de 3 pour chaque entrée en section critique.

