

# TD 1

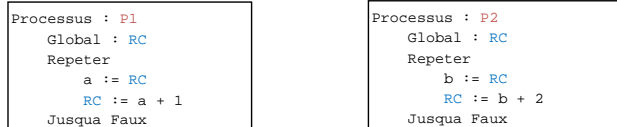
## Concurrence et synchronisation – INFO3 S5

### Sémaphores

Objectifs du TD : Reprendre les éléments théoriques vues en cours sur les sémaphores, et les appliquer à la conception de solutions aux problèmes posés par la concurrence de processus s'exécutant en parallèle

#### 1 L'exclusion mutuelle

Soit 2 processus exécutant les programmes P1 et P2 partageant une variable globale commune **RC** (ressource critique) :

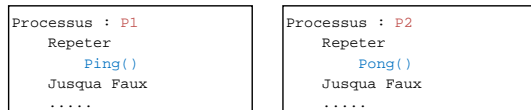


- 1.1 Expliquez pourquoi il est nécessaire de protéger la variable RC. Vous définirez les notions de *ressource critique*, et de *section critique*, et d'*exclusion mutuelle* en les expliquant sur cet exemple.
- 1.2 Dessinez le *réseau de Pétri* modélisant ce problème et décrivez la configuration indésirable. Au préalable vous reprendrez les éléments du cours correspondant sur les réseaux de Pétri (*Place, Marque, Transition, Pré/Post-condition*)
- 1.3 Dessinez le *réseau de Pétri* résolvant ce problème à l'aide de sémaphores. Puis vous discuterez cette solution avec trois valeurs initiales de sémaphore distinctes : 0, 1, 2
- 1.4 Donnez le *pseudo code* résolvant ce problème à l'aide de sémaphores. Puis vous discuterez cette solution en donnant l'évolution de l'état du sémaphore (compteur et liste d'attente) en fonction des opérations atomiques P() et V(). Vous répéterez cette étude avec trois valeurs initiales de sémaphore distinctes : 0, 1, 2
- 1.5 Donner le chronogramme de principe donnant l'évolution des processus, de RC et du sémaphore, dans un tableau dont les colonnes seront par exemple : P1, P2, S.E, S.F, RC, commentaire

NB : on supposera qu'un sémaphore S est défini et initialisé à 1 par « Semaphore S :=1 », et manipulable par les opérations « P(S) » et « V(S) »

#### 2 L'alternance

Soit les 2 processus P1 et P2 suivants :



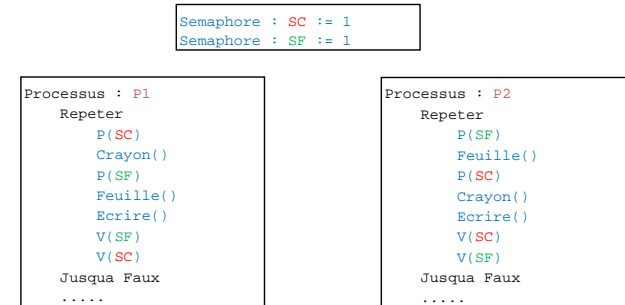
On souhaite que les 2 opérations Ping() et Pong() respectent les contraintes suivantes :

- Exclusion mutuelle
- On débute par Ping()
- Ping() et Pong() doivent alterner strictement (Ping-Pong-Ping-Pong-Ping-Pong-....)

- 2.1 Dessinez le *réseau de Pétri* modélisant ce problème et décrivez la/les configuration/s indésirable/s.
- 2.2 Donnez le réseau de Pétri résolvant ce problème à l'aide de sémaphores. Puis vous discuterez cette solution avec des valeurs initiales de sémaphore distinctes : 0, 1
- 2.3 Donnez le pseudo code résolvant ce problème à l'aide de sémaphores. Puis vous discuterez cette solution en donnant l'évolution de l'état du sémaphore (compteur et liste d'attente) en fonction des opérations atomiques P() et V() et des valeurs initiales que vous avez choisies.
- 2.4 Donner le chronogramme de principe donnant l'évolution des processus et des sémaphores, dans un tableau dont les colonnes seront par exemple : P1, P2, S1.E, S1.F, S2.E, S2.F, commentaire

#### 3 L'étreinte fatale

Soit les 2 processus P1 et P2 suivants :



On souhaite que les opérations respectent les contraintes suivantes :

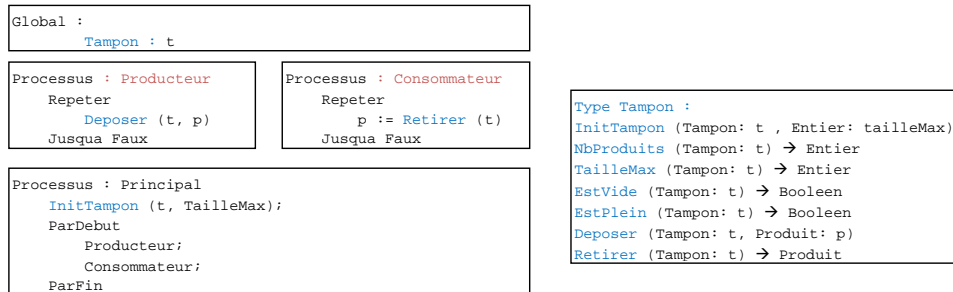
- Exclusion mutuelle de **Crayon()** entre P1 et P2 (un seul crayon disponible)
- Exclusion mutuelle de **Feuille()** entre P1 et P2 (une seule feuille disponible)

Pour cela on utilise 2 sémaphores d'exclusion mutuelle **SC** et **SF** pour protéger les opérations comme indiqué dans le pseudo-code précédent.

- 3.1 Dessinez le *réseau de Pétri* modélisant ce problème. Que constatez-vous ?
- 3.2 Simulez manuellement l'exécution du pseudo-code en donnant les états successifs des sémaphores conduisant à la situation d'étreinte fatale (deadlock).
- 3.3 Donner le chronogramme de principe donnant l'évolution des processus et des sémaphores, dans un tableau dont les colonnes seront par exemple : P1, P2, SC.E, SC.F, SF.E, SF.F, commentaire
- 3.4 Proposez un *réseau de Pétri* résolvant ce problème à l'aide de sémaphores tout en conservant les 2 sémaphores SF et SC tels qu'ils sont utilisés dans le pseudo-code.
- 3.5 En dériver le pseudo-code de votre solution.

## 4 Le problème des Producteurs Consommateurs

Soit les 2 processus Producteur et Consommateur suivants :



Le tampon est une ressource commune aux 2 processus, qui est munie d'un ensemble d'opérations de manipulation Deposer(), Retirer()....

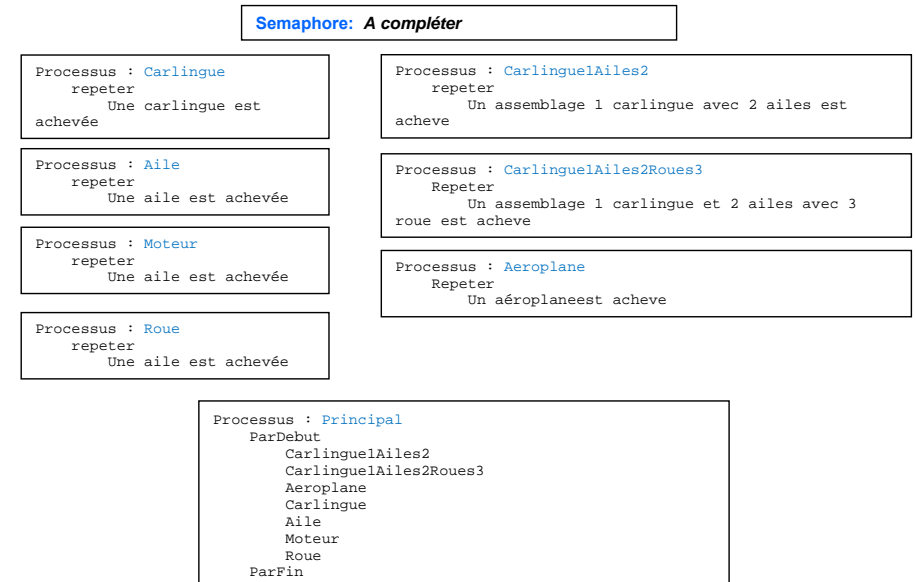
On souhaite que les opérations Deposer() et/ou Retirer() sur le tampon respectent les contraintes suivantes :

- C1 : Exclusion mutuelle des opérations Deposer() et/ou Retirer()
- C2 : Attente des consommateurs si le tampon est vide (EstVide())
- C3 : Attente des producteurs si le tampon est plein (EstPlein())

- 4.1 Dessinez le *réseau de Pétri* modélisant ce problème sans synchronisation. Que constatez-vous ?
- 4.2 Proposez un réseau de Pétri résolvant la contrainte C1 à l'aide de sémaphores. Vérifier qu'aucune configuration interdite n'est atteinte, et qu'aucun interblocage ne se produit.
- 4.3 En dériver le pseudo-code de votre solution et vérifiez par une simulation manuelle que l'évolution des sémaphores est conforme à votre réseau de Pétri, en particulier que les configurations indésirables sont bien évitées et qu'il n'y a pas d'interblocage.
- 4.4 Répéter les questions 4.2 et 4.3 pour résoudre les 2 contraintes C1 et C2, puis les 3 : C1 et C2 et C3
- 4.5 Donner le chronogramme de principe donnant l'évolution des processus, du tampon et des sémaphores, dans un tableau dont les colonnes seront par exemple : C1, C2, P1, P2, S.E, S.F, SP.E, SP.F, SV.E, SV.F, commentaire

## 5 Chaîne d'assemblage d'un avion

Soit les 8 programmes/processus suivants composant une chaîne d'assemblage d'un avion :



Les 7 processus contrôlant la chaîne d'assemblage fonctionnent de manière autonome et en parallèle.

Cependant différentes contraintes de synchronisation doivent être respectées

- La chaîne de montage Carlingue1Ailes2 ne peut fonctionner que si au moins 2 ailes et une carlingue ont été produites
- La chaîne de montage Carlingue1Ailes2Roues3 peut fonctionner que si au moins 3 roues et un assemblage Carlingue1Ailes2 ont été produits
- La chaîne de montage Aeroplane peut fonctionner que si au moins 2 moteurs et un assemblage Carlingue1Ailes2Roues3 ont été produits

- 5.1 Dessinez le *réseau de Pétri* modélisant ce problème sans synchronisation. Que constatez-vous ?
- 5.2 Proposez un réseau de Pétri résolvant ce problème à l'aide de sémaphores. Vérifier qu'aucune configuration interdite n'est atteinte, et qu'aucun interblocage ne se produit.
- 5.3 En dériver le pseudo-code de votre solution et vérifiez par une simulation manuelle que l'évolution des sémaphores est conforme à votre réseau de Pétri, en particulier que les configurations indésirables ne sont bien évitées et qu'il n'y a pas d'interblocage.
- 5.4 Donner le chronogramme de principe donnant l'évolution des processus et des sémaphores, dans un tableau dont les colonnes seront par exemple : C, A, M, R, C2A, C2A3R, AERO, SC.E, SC.F, SA.E, SA.F, SM.E, SM.F, ..., commentaire