

SÉANCE 5

RÉSEAUX PETRI

***CES DIAPOS SONT BASÉES SUR LES NOTES DE:
DR. CHRIS LING ([HTTP://WWW.CSSE.MONASH.EDU.AU/~SLING/](http://www.csse.monash.edu.au/~sling/))***

SUJETS

Réseau de Petri

Exemples

- Terminal PDV
- Distributeur Automatique
- Restaurant
- Producteur-Consommateur

Structures de Réseaux Petri

Propriétés de Réseaux Petri

- Accessibilité
- Délimitation
- Vivacité

OK, NOUS COMMENÇONS...

© MARK ANDERSON, ALL RIGHTS RESERVED WWW.ANDERTOONS.COM



"OK, I'm now going to read out loud every single slide to you, word for word, until you all wish you'd just die."

INTRODUCTION

Introduit initialement par Carl Adam Petri en 1962.

Un outil de diagramme pour modéliser la concurrence et la synchronisation dans les systèmes distribués

- Ils nous permettent de simuler rapidement un comportement complexe concurrentiel (plus rapide que de faire des prototypes!)

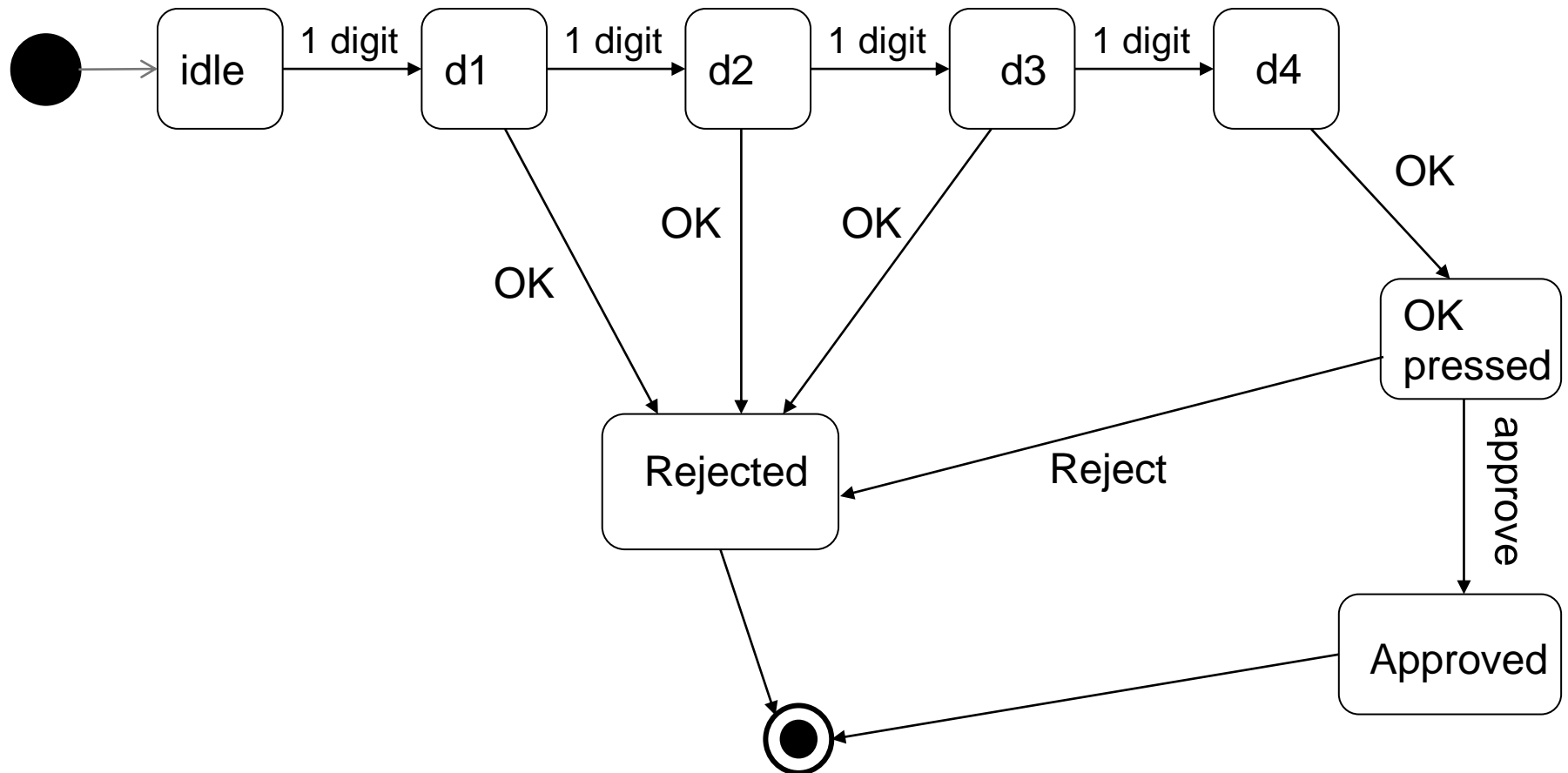
Similaire aux machines d'état UML déjà vues:

- Utilisé comme aide visuel de communication pour modéliser le comportement du système

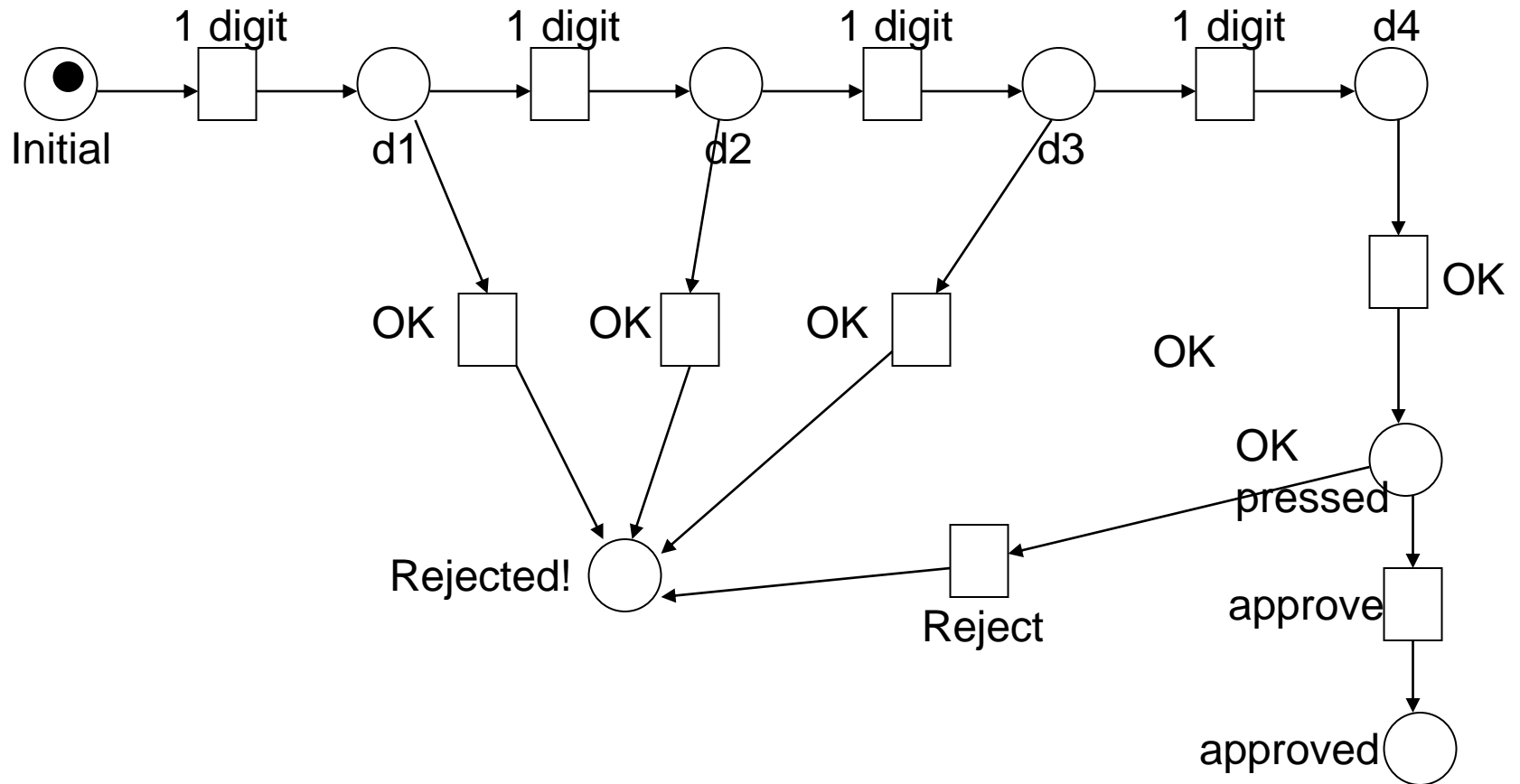
Basé sur une forte fondation en mathématiques

EXAMPLE: TERMINAL PDV (MACHINE D'ÉTAT UML)

(PDV = Point de Vente; POS = Point of Sale)



EXAMPLE: TERMINAL PDV (RÉSEAU DE PETRI)



TERMINAL PDV

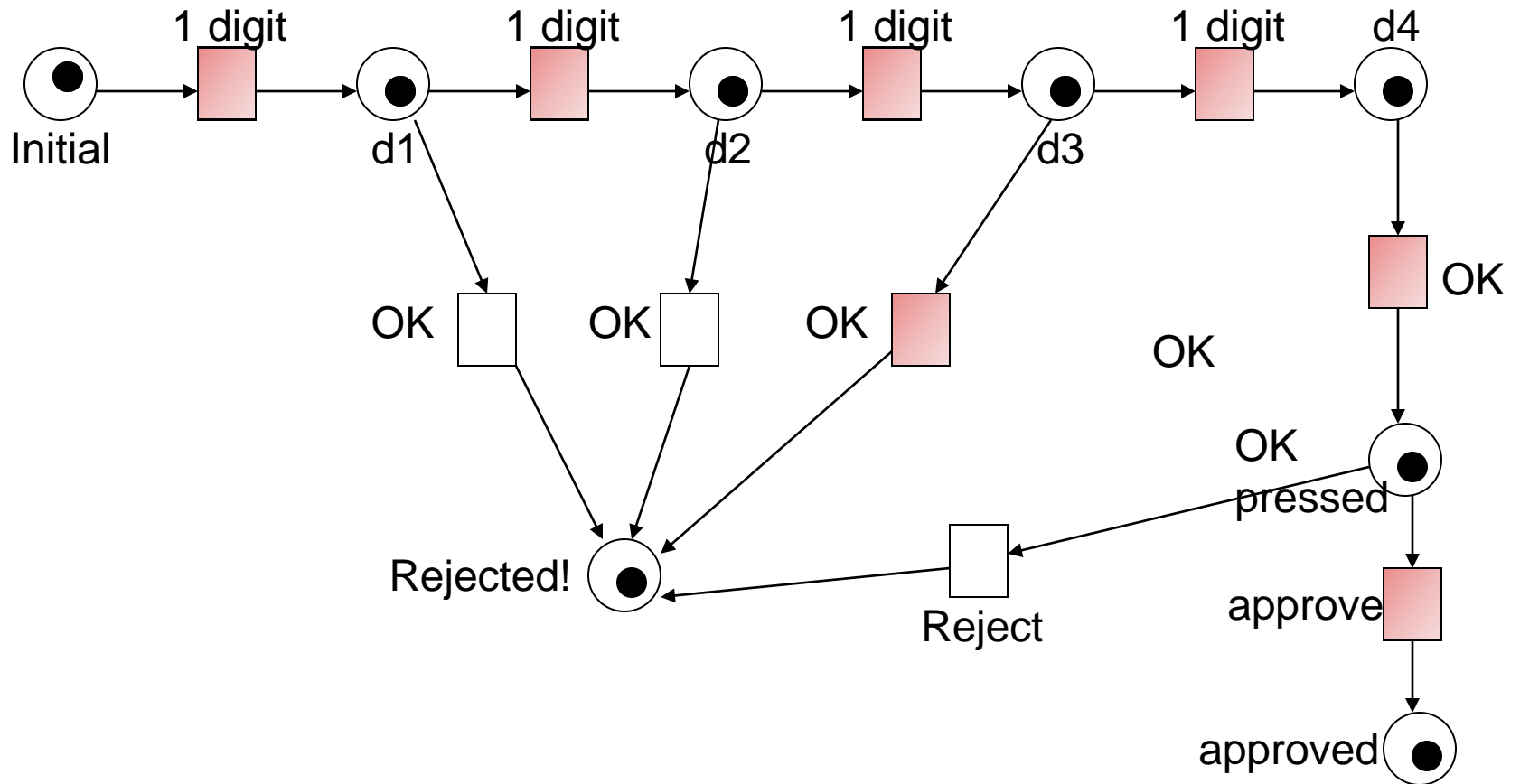
Scénario 1: Normal

- Entrer les 4 chiffres et peser OK.

Scénario 2: Exceptionnel

- Entrer seulement 3 chiffres et peser OK.

EXEMPLE: SYSTÈME PDV (JEU DE JETONS)



LES COMPOSANTES D'UN RÉSEAU DE PETRI

Les termes sont un peu différents que les machines d'état UML

Les réseaux de Petri sont formés de trois types de composantes: *places* (cercles), *transitions* (rectangles) et *arcs* (flèches):

- Les Places représentent les états possibles du système
- Les Transitions sont des événements ou actions qui causent le changement d'état (attention, les transitions ne sont plus des flèches ici)
- Chaque Arc connecte simplement une place à une transition ou une transition à une place.

CHANGEMENT D'ÉTAT

Un changement d'état est dénoté par un mouvement de jeton(s) (points noirs) d'une place(s) à une autre place(s)

- Est causé par l'excitation d'une transition.

L'excitation représente l'occurrence d'un événement ou une prise d'action

L'excitation dépend des conditions d'entrée, dénotée par la disponibilité d'un jeton

CHANGEMENT D'ÉTAT

Une transition est excitable ou permis lorsqu'il existe assez de jetons dans les places d'entrée.

Après l'excitation, les jetons sont transférés des places d'entrée (état précédant) aux places de sortie, dénotant le nouveau état

EXEMPLE: DISTRIBUTEUR AUTOMATIQUE

La machine distribue deux genres de collation : 20c et 15c

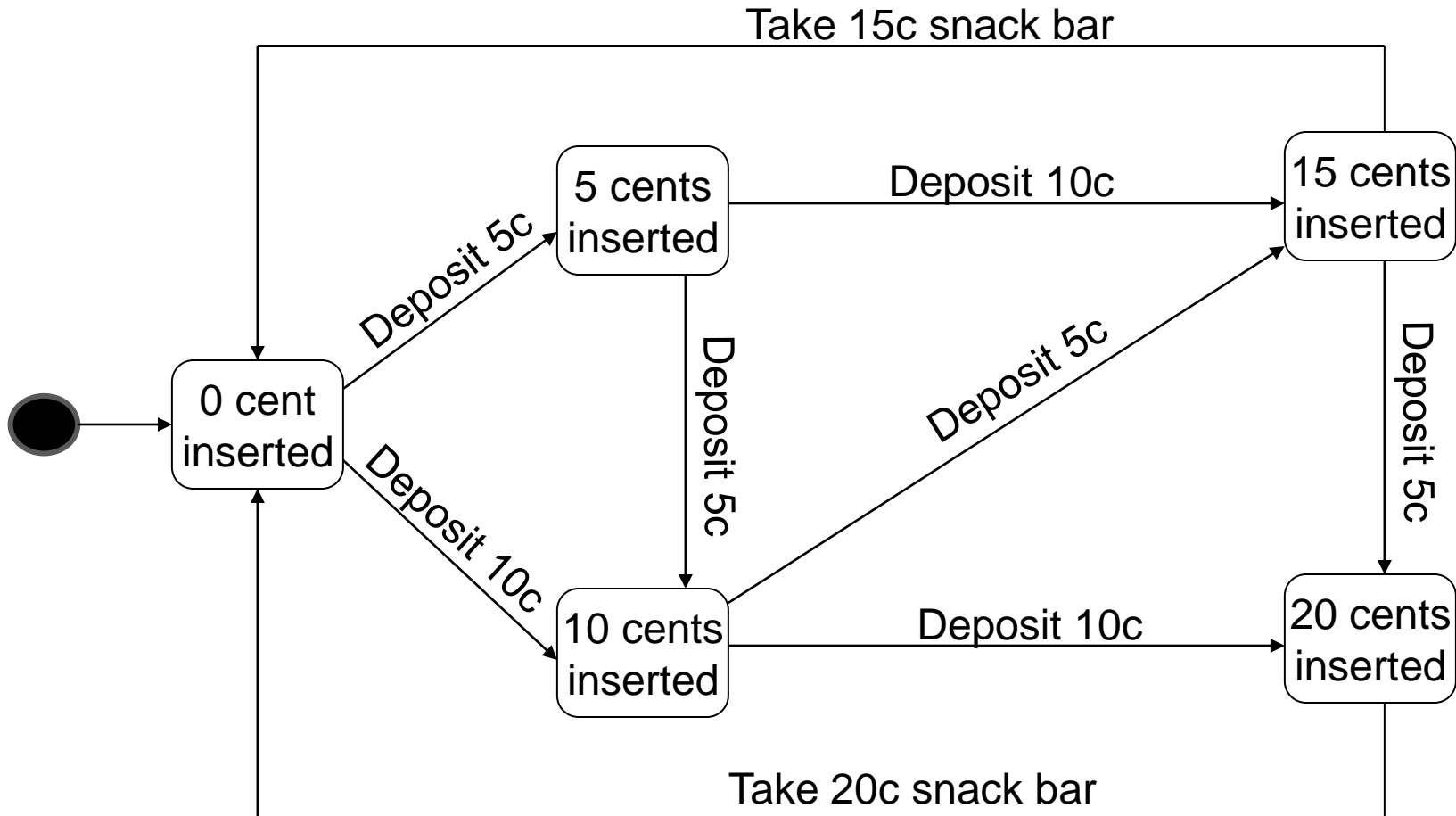
Seulement deux types de monnaie peuvent être utilisés

- Pièces de 10c et pièces de 5c

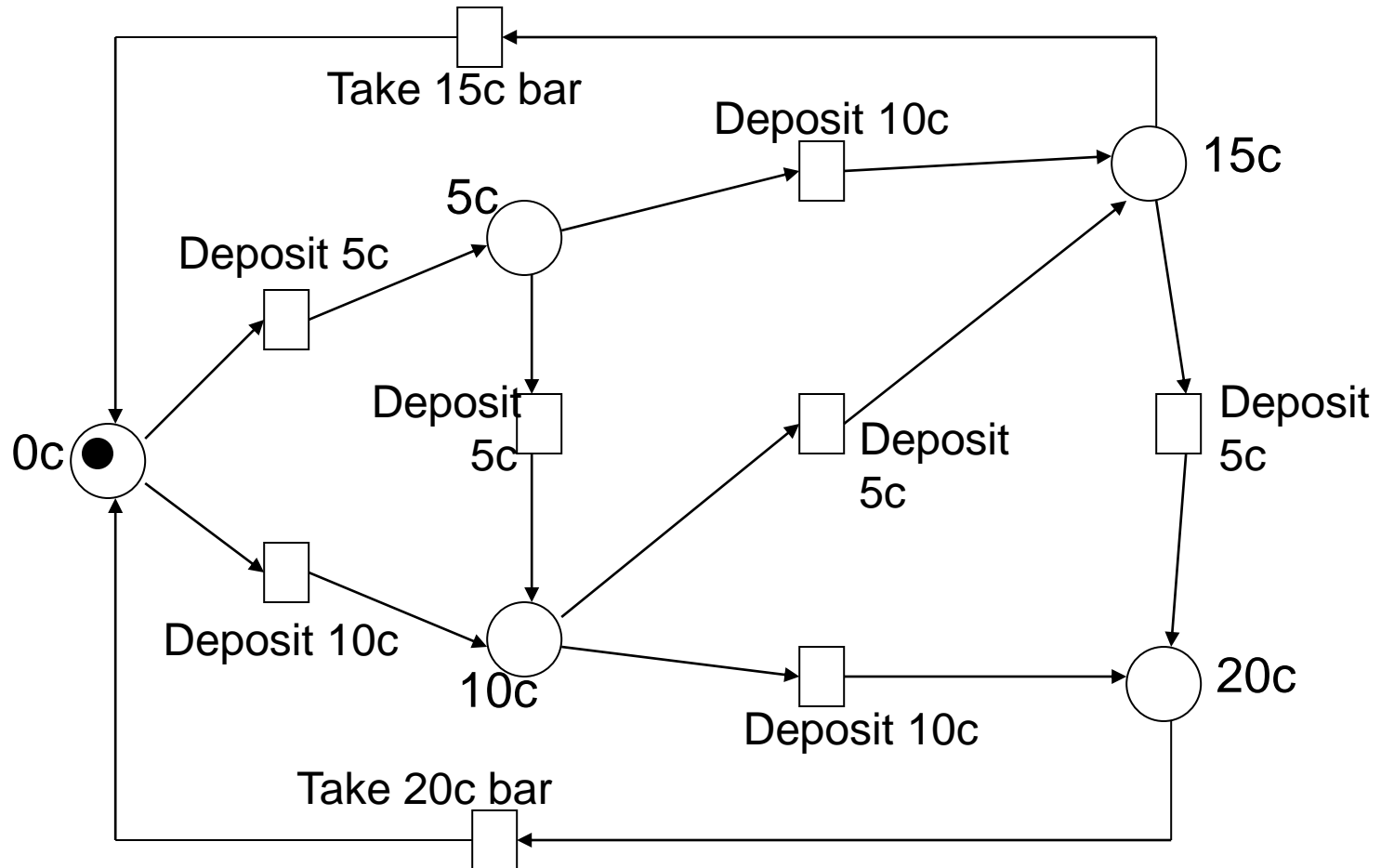
La machine ne retourne pas de monnaie



EXEMPLE: DISTRIBUTEUR AUTOMATIQUE (MACHINE D'ÉTAT UML)



EXEMPLE: DISTRIBUTEUR AUTOMATIQUE (UN RÉSEAU DE PETRI)



EXEMPLE: DISTRIBUTEUR AUTOMATIQUE (3 SCÉNARIOS)

Scénario 1:

- Déposer 5c, déposer 5c, déposer 5c, déposer 5c, prendre la collation de 20c.

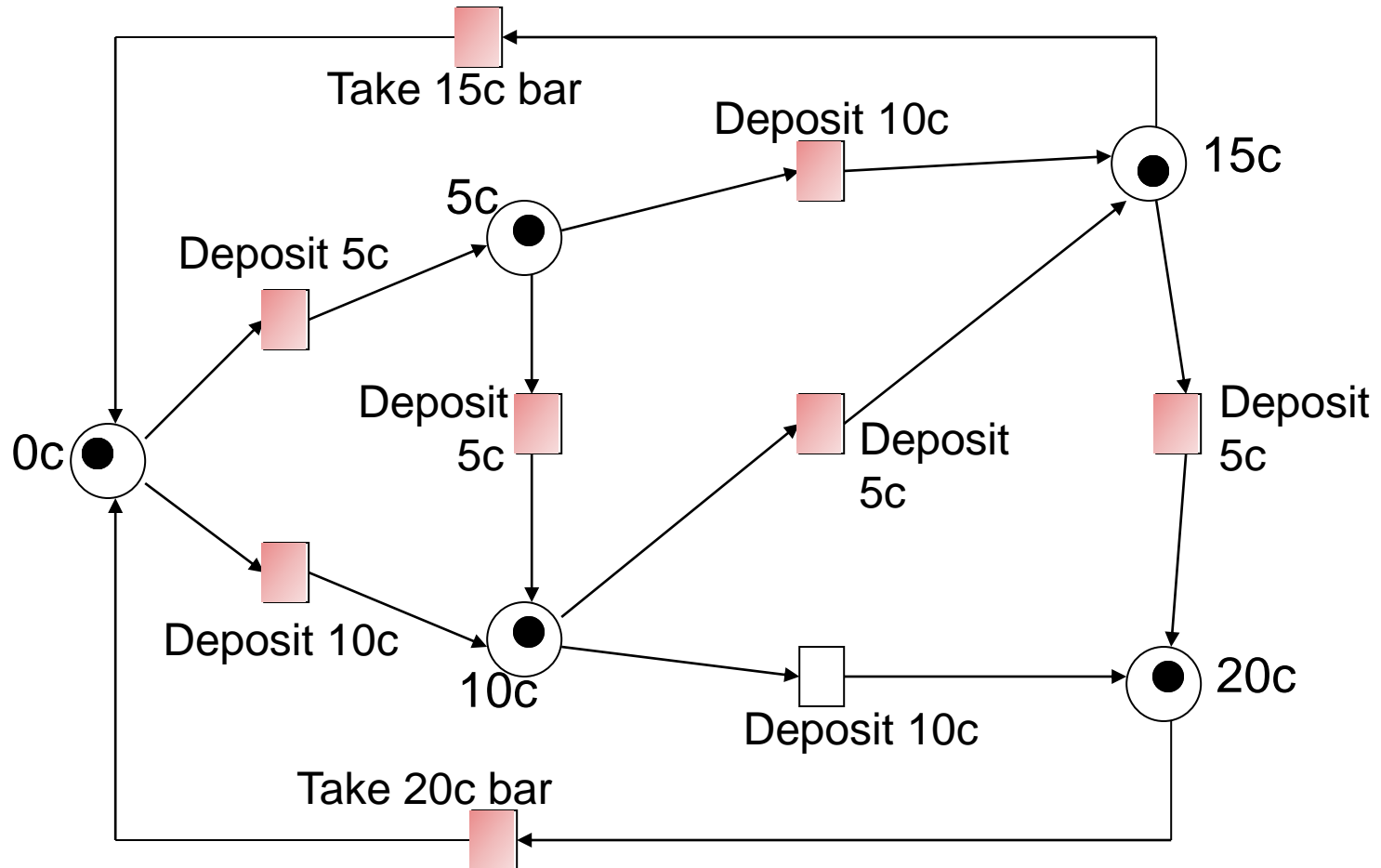
Scénario 2:

- Déposer 10c, déposer 5c, prendre la collation de 15c.

Scénario 3:

- Déposer 5c, déposer 10c, déposer 5c, prendre la collation de 20c.

EXEMPLE: DISTRIBUTEUR AUTOMATIQUE (JEUX DE JETONS)



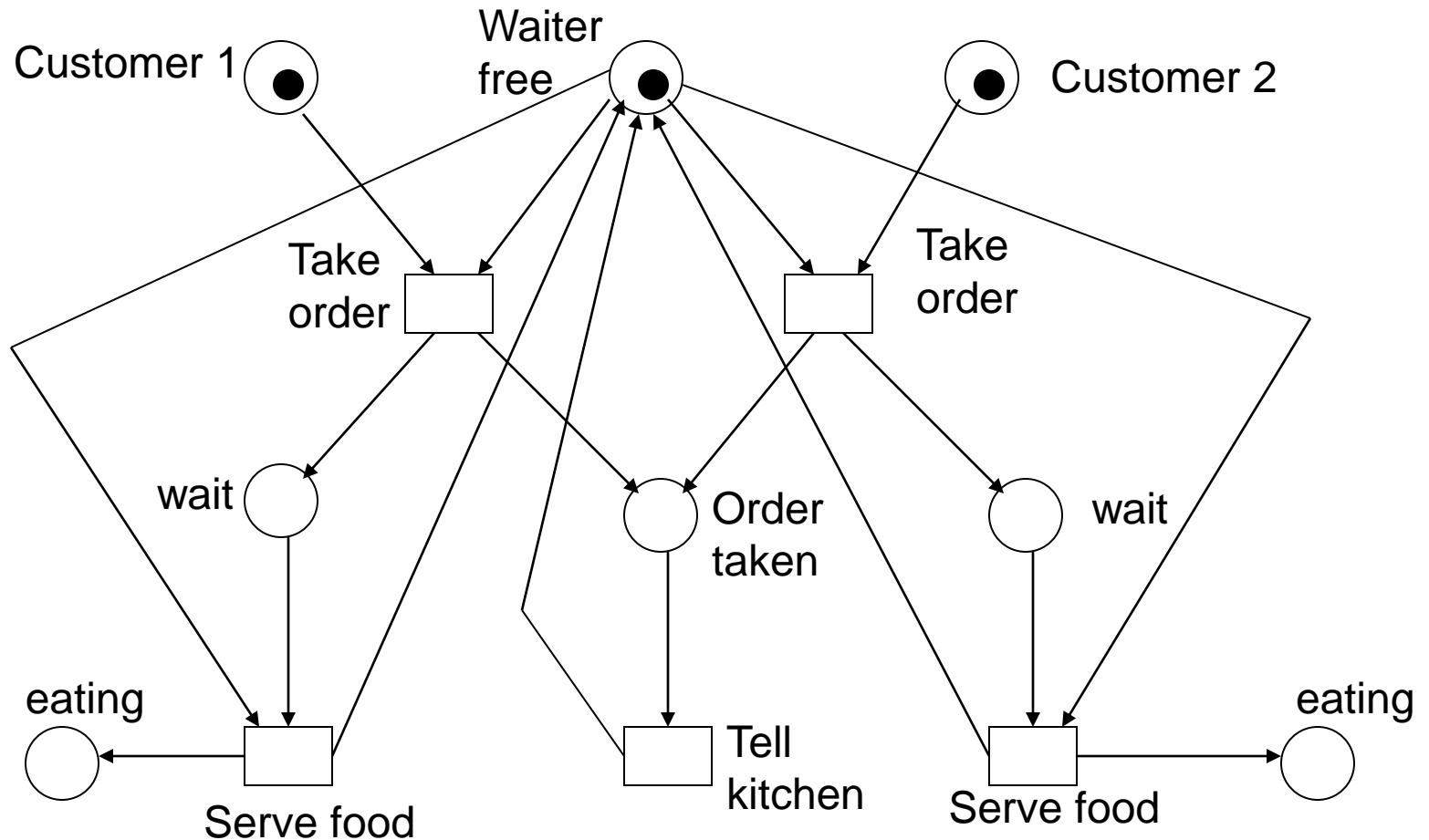
ÉTATS LOCAUX MULTIPLÉS

Dans le vrai monde, les événements se passent en même temps

Un système peut avoir plusieurs états locaux pour former un état global

Il est nécessaire de modéliser la concurrence et la synchronisation

EXEMPLE: DANS UN RESTAURANT (UN RÉSEAU DE PETRI)



EXEMPLE: DANS UN RESTAURANT (DEUX SCÉNARIOS)

Scénario 1:

Le serveur

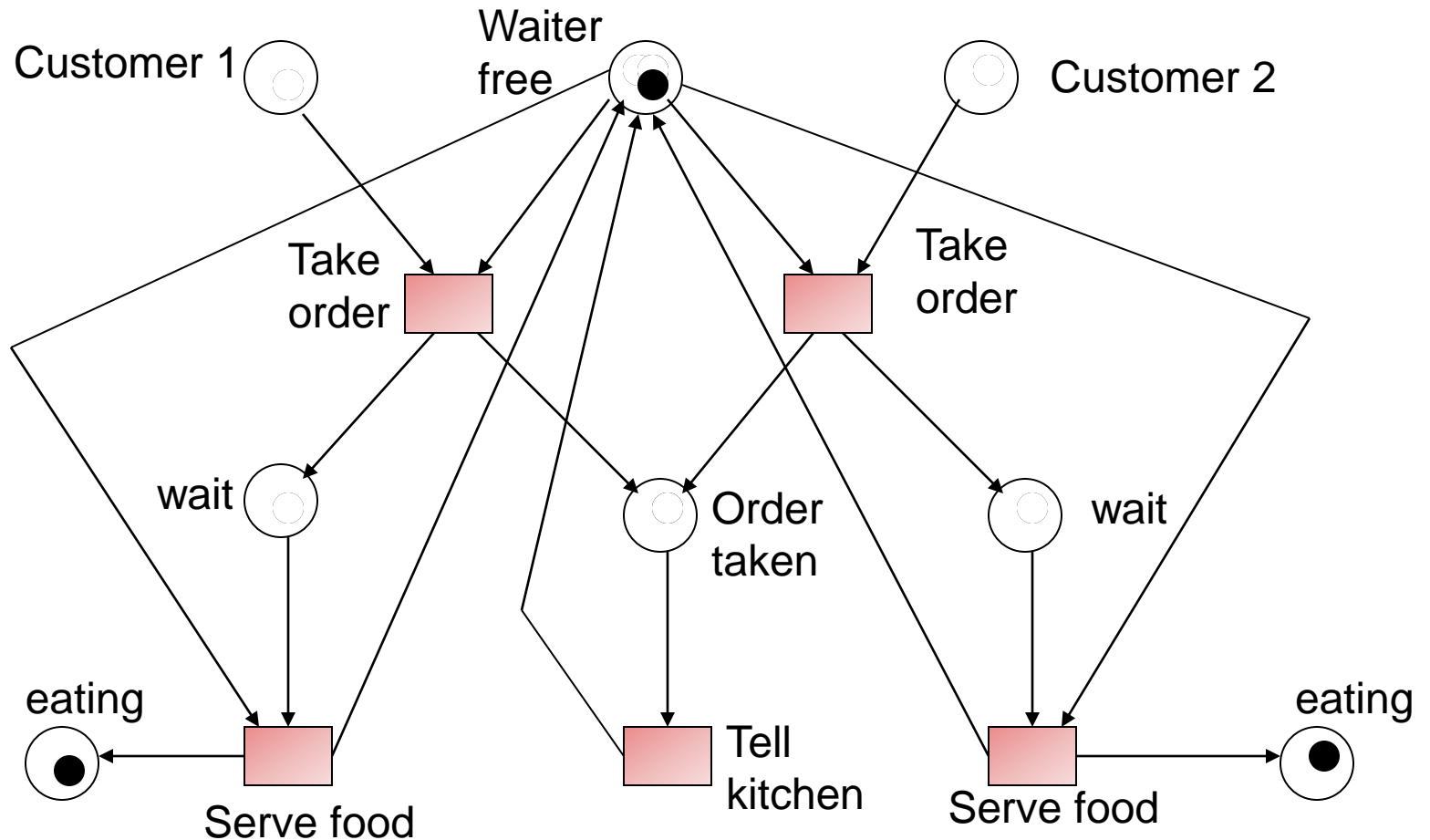
1. Prend la commande du client 1
2. Sert la table du client 1
3. Prend la commande du client 2
4. Sert la table du client 2

Scénario 2:

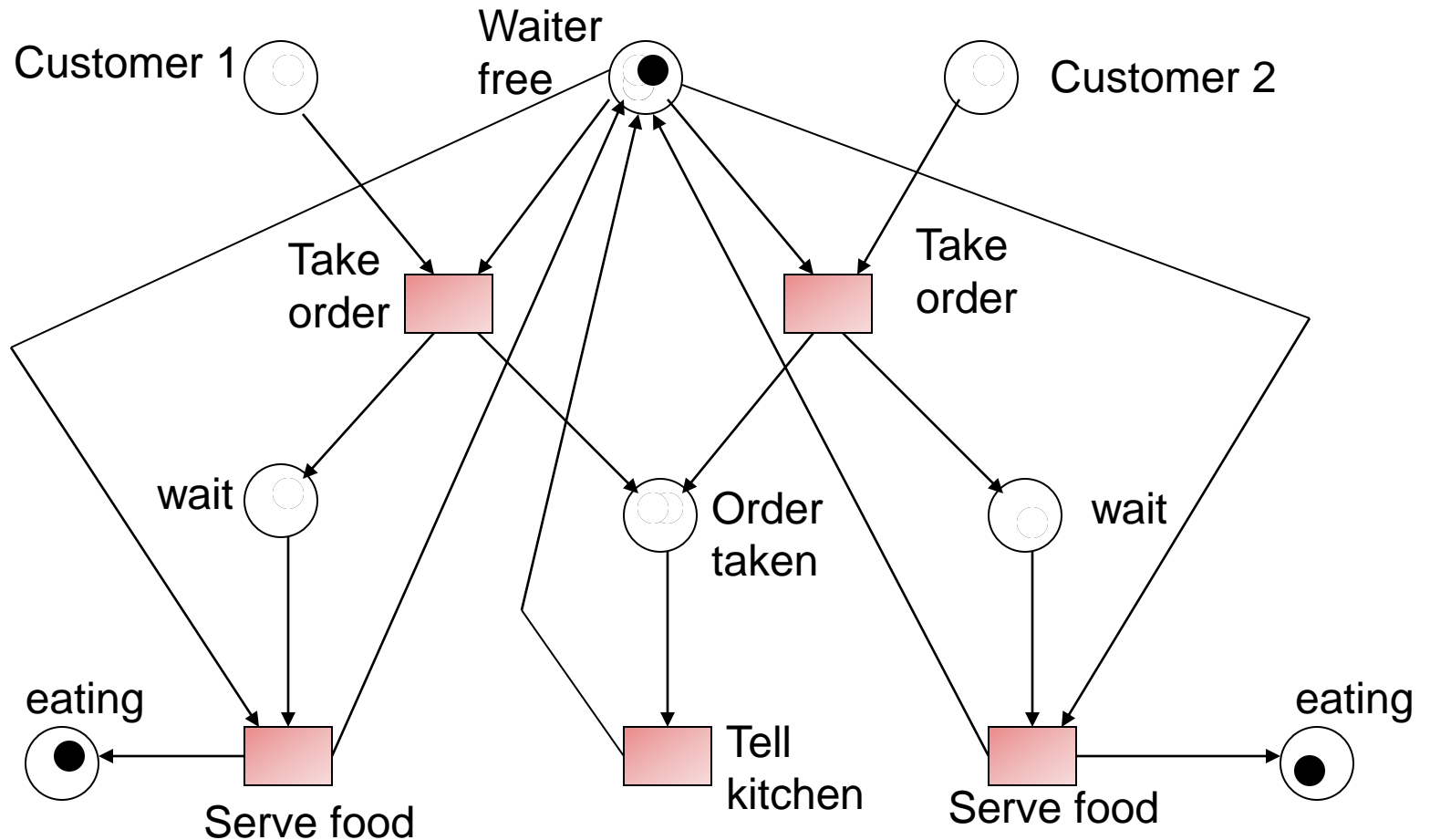
Le serveur

1. Prend la commande du client 1
2. Prend la commande du client 2
3. Sert la table du client 2
4. Sert la table du client 1

EXEMPLE: DANS UN RESTAURANT (SCÉNARIO 1)

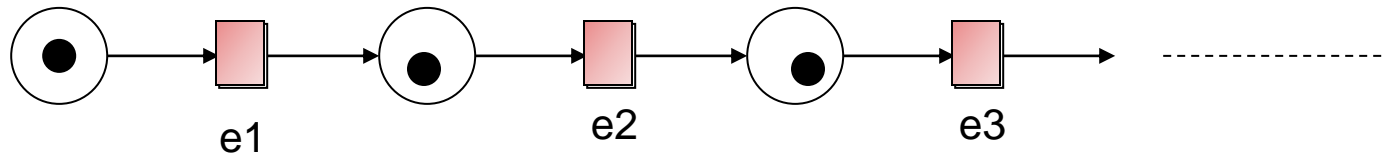


EXEMPLE: DANS UN RESTAURANT (SCÉNARIO 2)

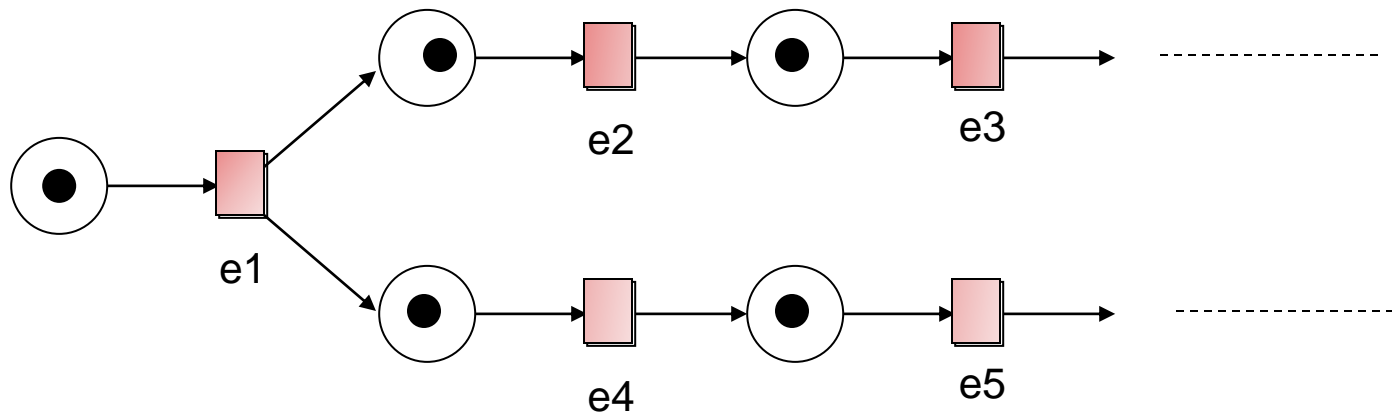


STRUCTURE DE RÉSEAU

Une séquence d'événements/actions:

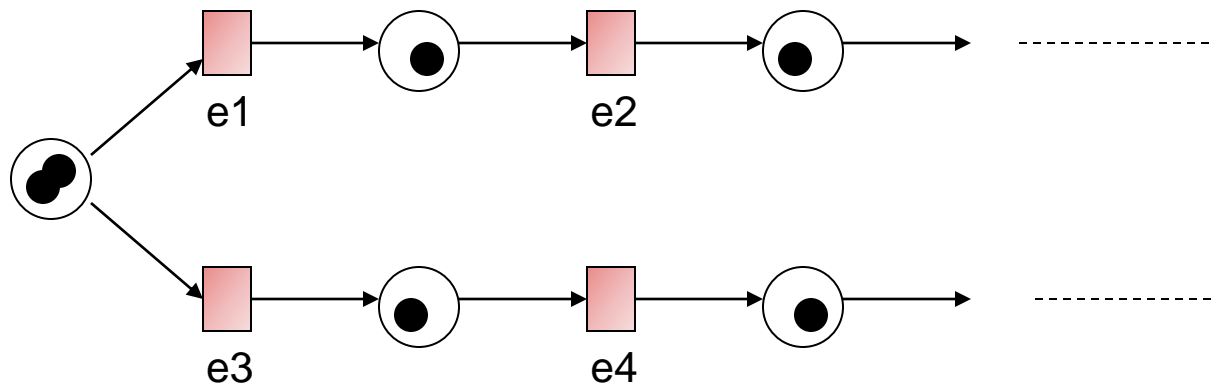


Exécutions concurrentielles:



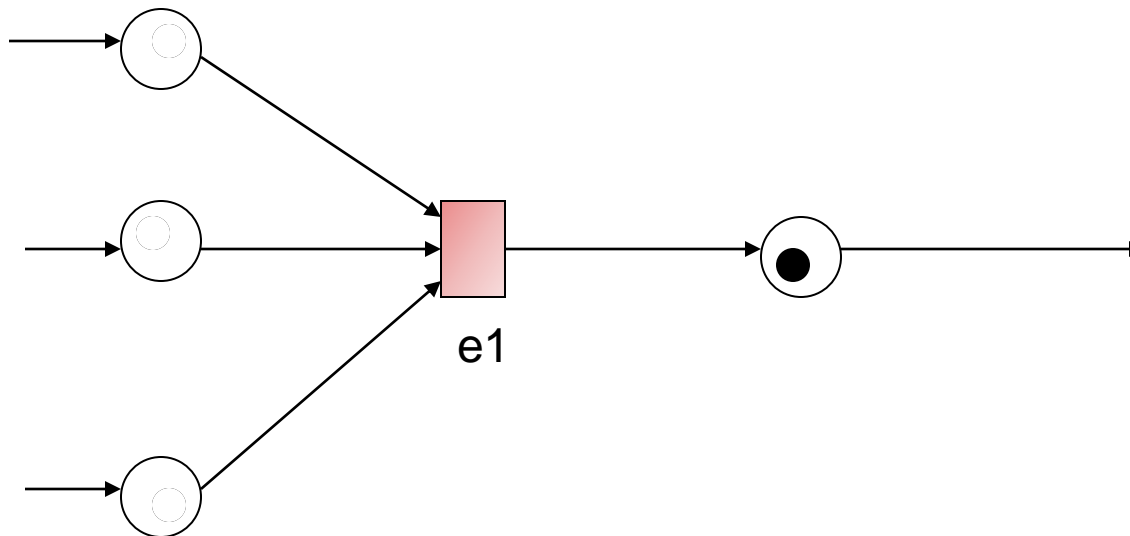
STRUCTURE DE RÉSEAU

Événements non-déterminants - conflit,
choix ou décision: un choix entre e1, e2 ...
ou e3, e4 ...



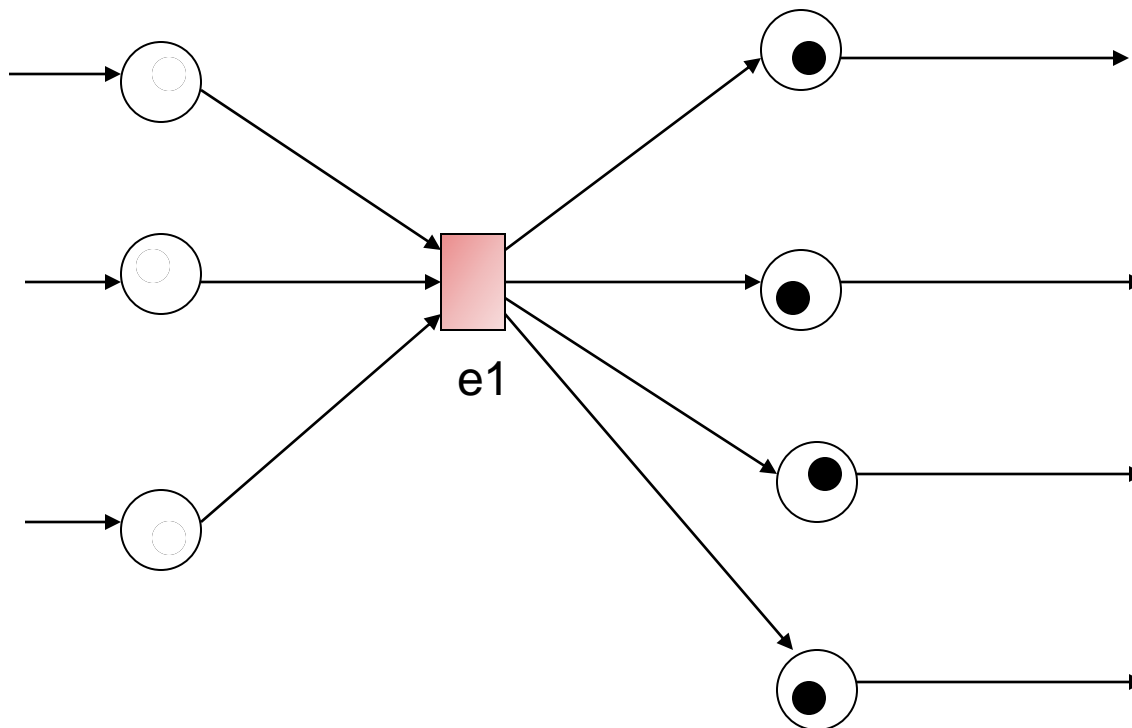
STRUCTURE DE RÉSEAU

Synchronisation



STRUCTURE DE RÉSEAU

Synchronisation et Concurrency



UN AUTRE EXEMPLE

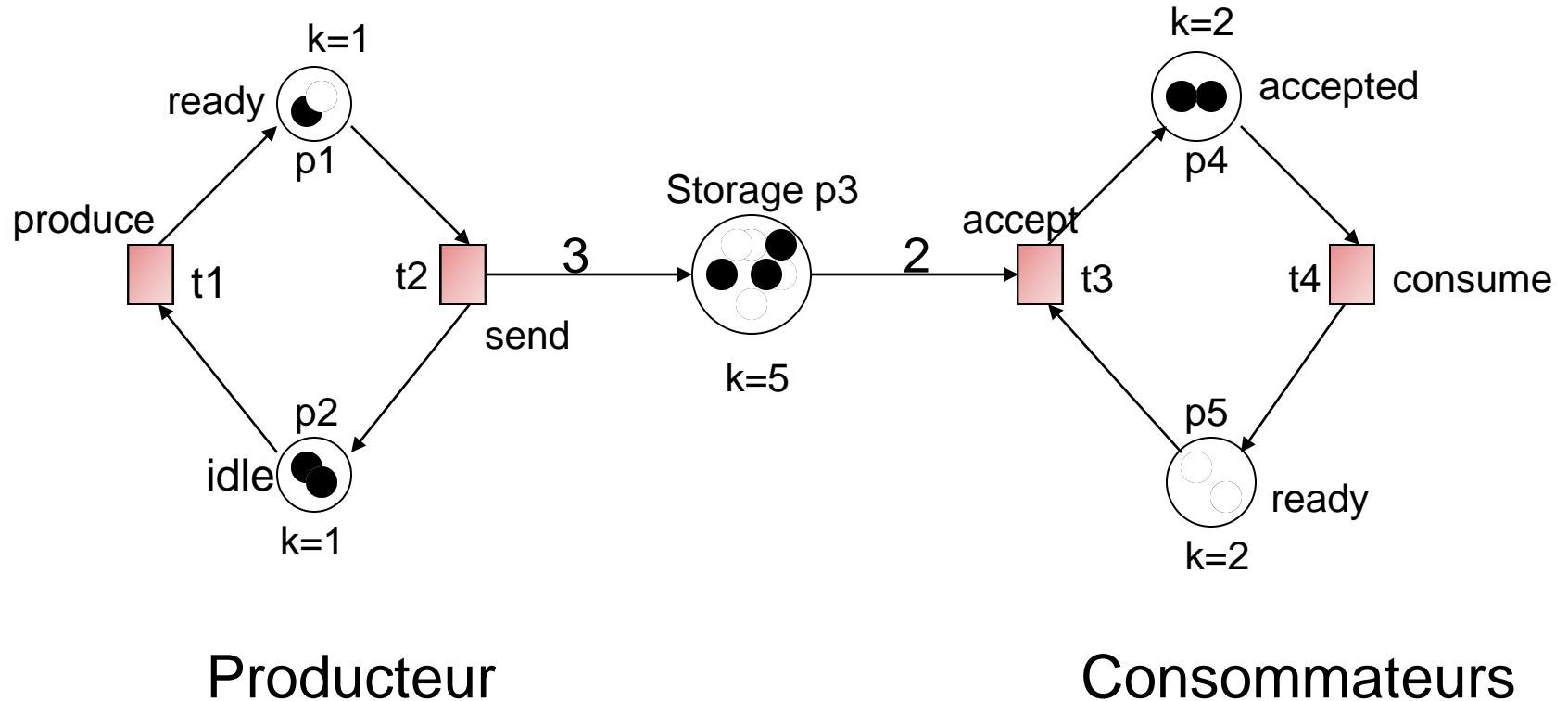
Un système producteur-consommateur est formé de:

- Un producteur
- Deux consommateurs
- Un tampon de stockage

Avec les conditions suivantes:

- Le tampon de stockage peut contenir 5 items au maximum;
- Le producteur envoie 3 items dans chaque production;
- Au maximum, un seul consommateur est capable d'accéder le tampon de stockage à la fois;
- Chaque consommateur enlève deux items lorsqu'il accède le tampon de stockage

UN SYSTÈME PRODUCTEUR- CONSOMMATEUR



UN EXEMPLE DE PRODUCTEUR- CONSOMMATEUR

Dans ce réseau de Petri, chaque place possède une capacité et chaque arc possède un poids

Ceci permet à plusieurs jetons de résider dans une place afin de modéliser un comportement plus complexe

PETITE PAUSE?

Lives and Times of Engineering Students



PROPRIÉTÉS COMPORTEMENTALES

Accessibilité

- “Peut-on atteindre un état particulier d'un autre?”

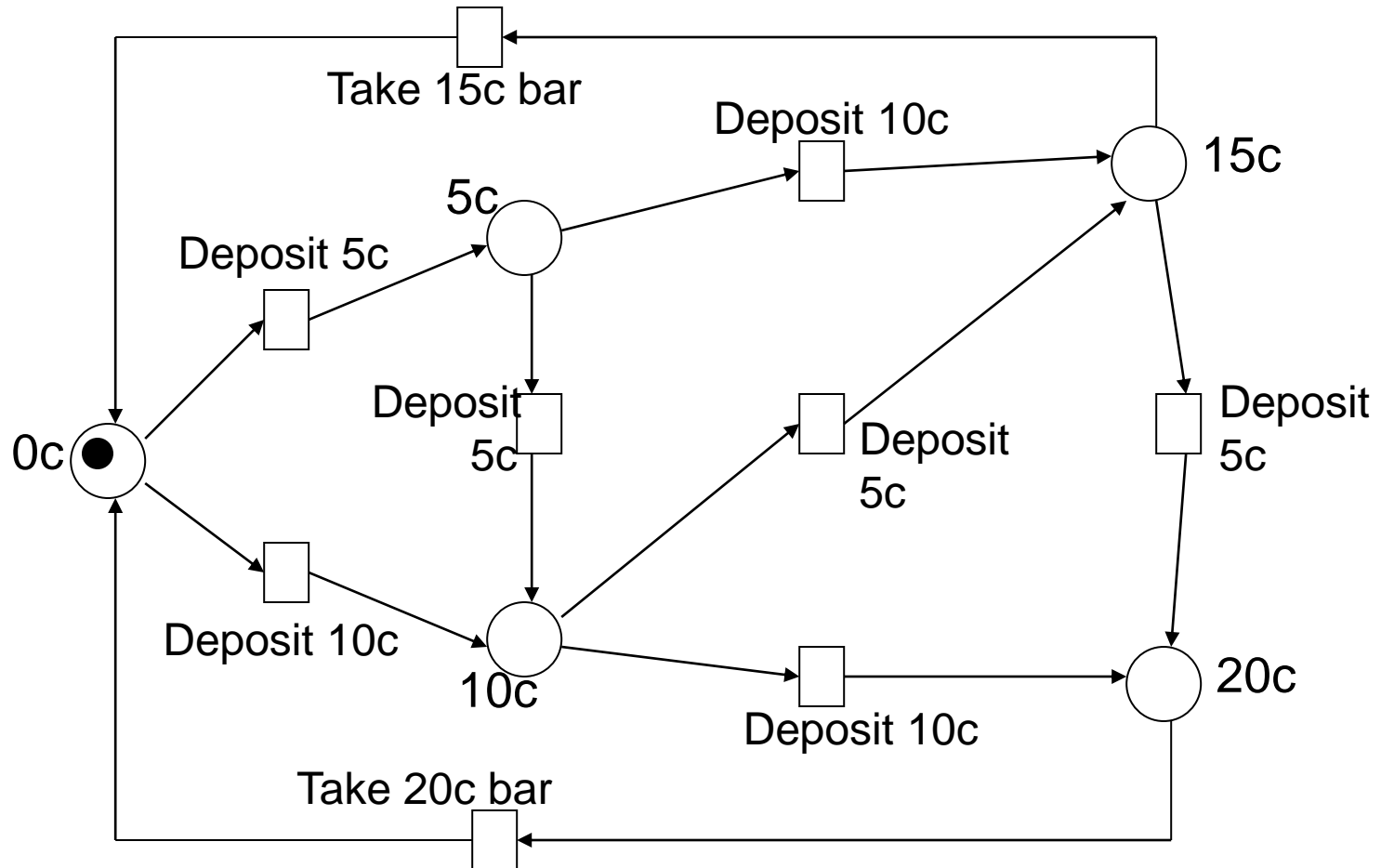
Délimitation

- “Est-ce qu'une place de stockage peut déborder?”

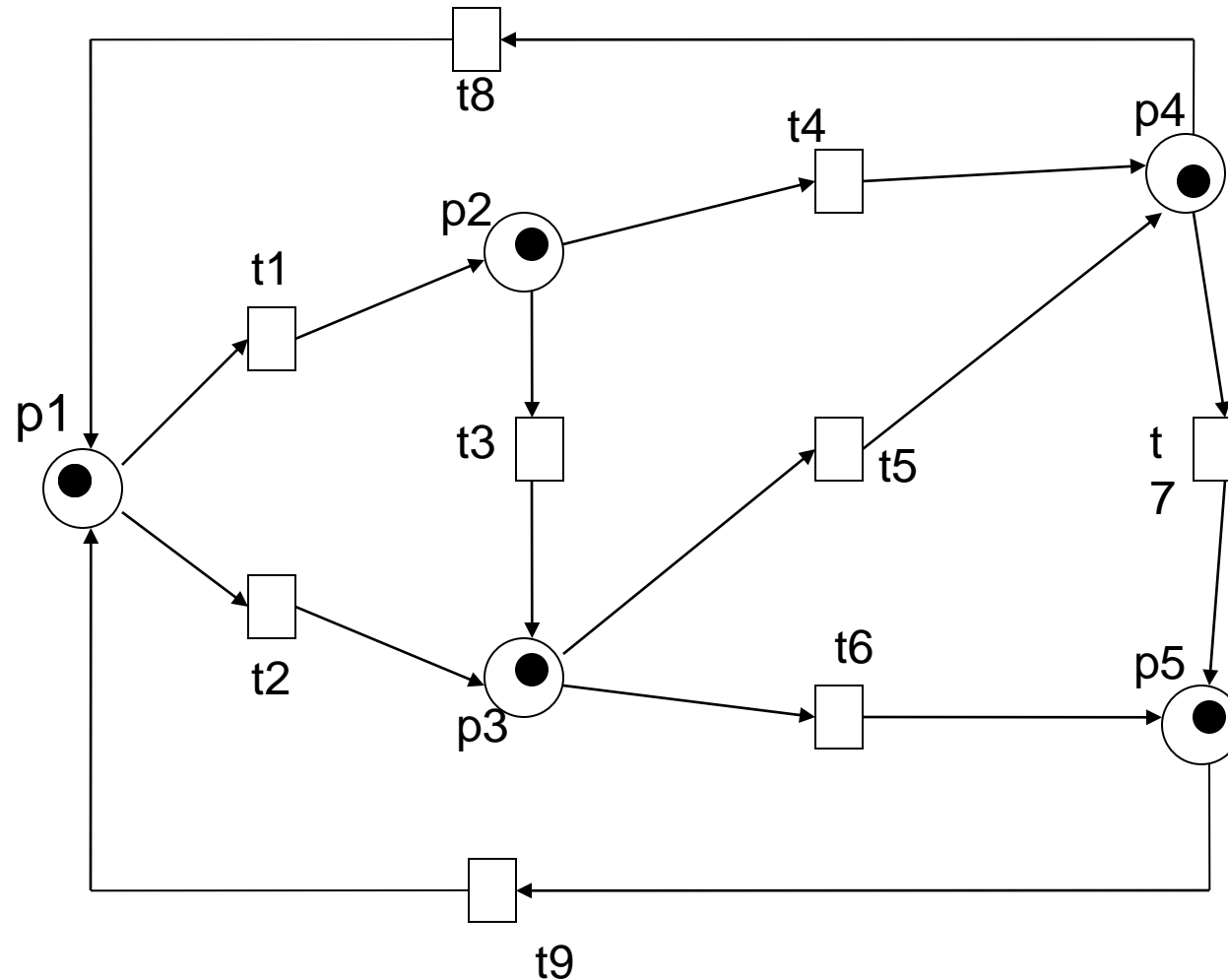
Vivacité

- “Est-ce que le système meurt dans un état particulier (interblocage)?”

SOUVENONS-NOUS DU DISTRIBUTEUR AUTOMATIQUE (JEU DE JETON)



LE MARQUAGE EST UN ÉTAT ...



$M0 = (1,0,0,0,0)$

$M1 = (0,1,0,0,0)$

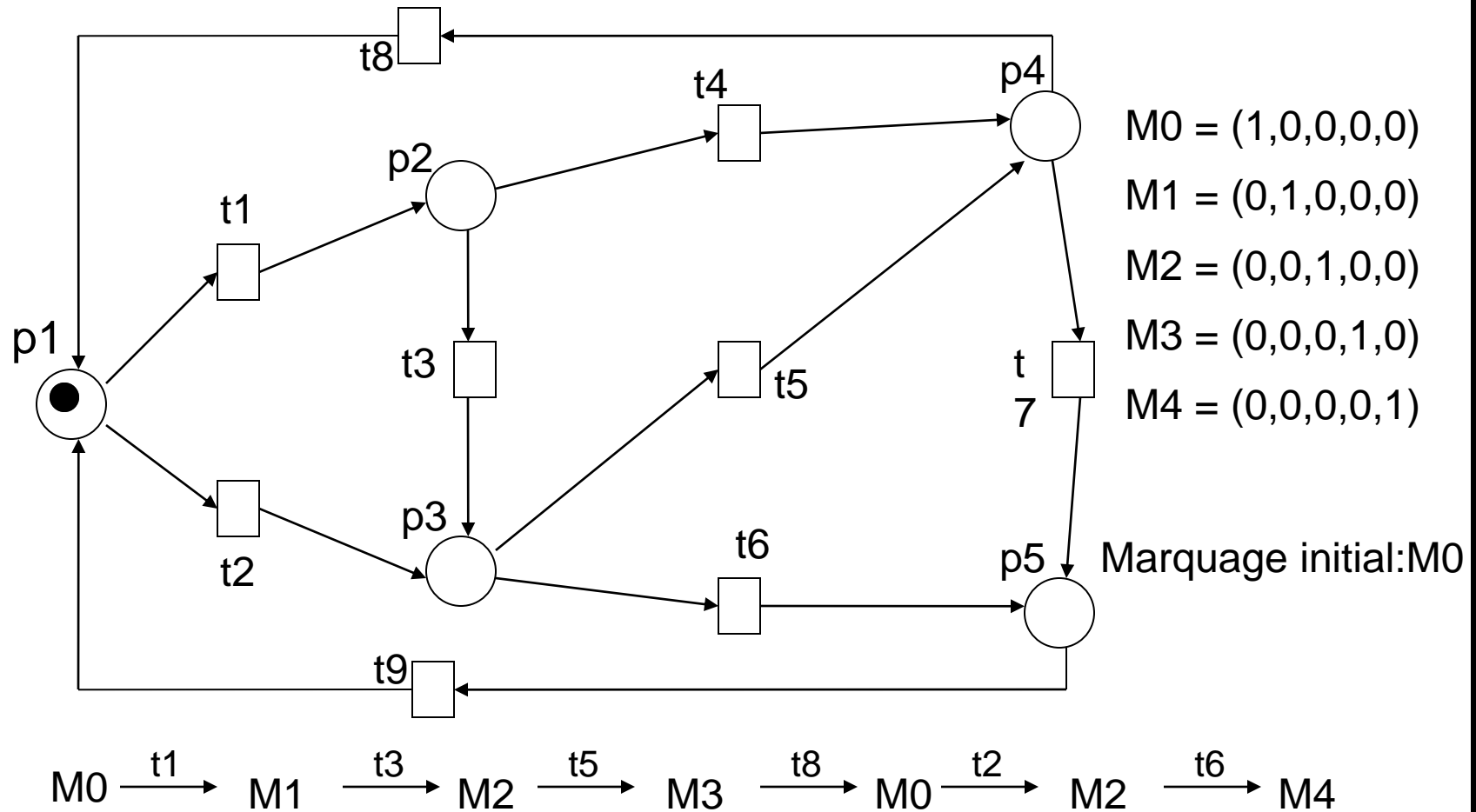
$M2 = (0,0,1,0,0)$

$M3 = (0,0,0,1,0)$

$M4 = (0,0,0,0,1)$

Marquage initial: M0

ACCESSIBILITÉ



ACCESSIBILITÉ

Une séquence d'excitation:



“M2 est atteignable de M1 et M4 est atteignable de M0.”

En fait, dans l'exemple du distributeur automatique, tous les marquages sont atteignables de chaque marquage.

DÉLIMITATION

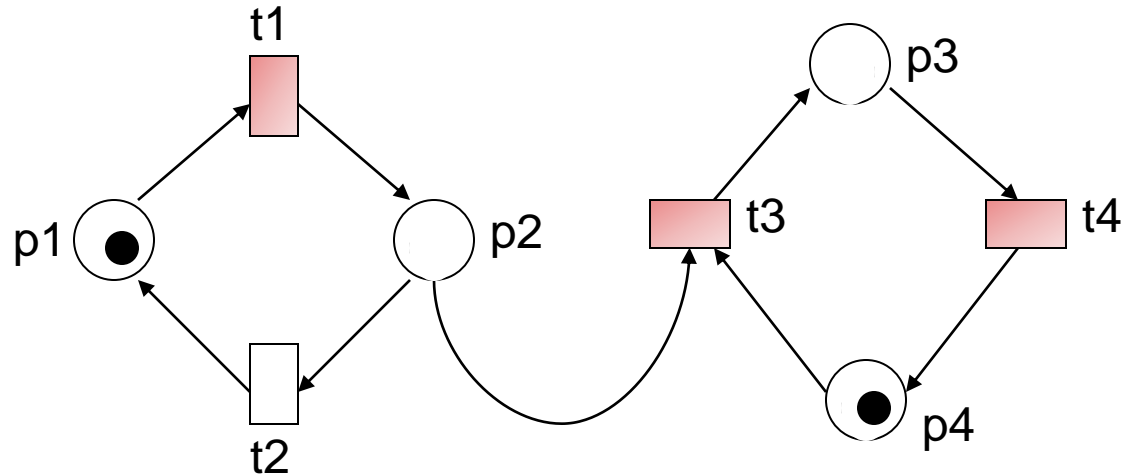
Un réseau de Petri est dit délimité par k (ou simplement délimité) si le nombre de jetons dans chaque place n'excède pas un nombre fini k pour n'importe quel marquage atteignable de M_0 (pas de débordement).

Le réseau de Petri pour le distributeur automatique est délimité par 1.

VIVACITÉ

Un réseau de Petri avec un marquage initial M_0 est vivant si, quelque soit le marquage atteint, il est possible de procéder sans interblocage

UN EXEMPLE



$M0 = (1,0,0,1)$

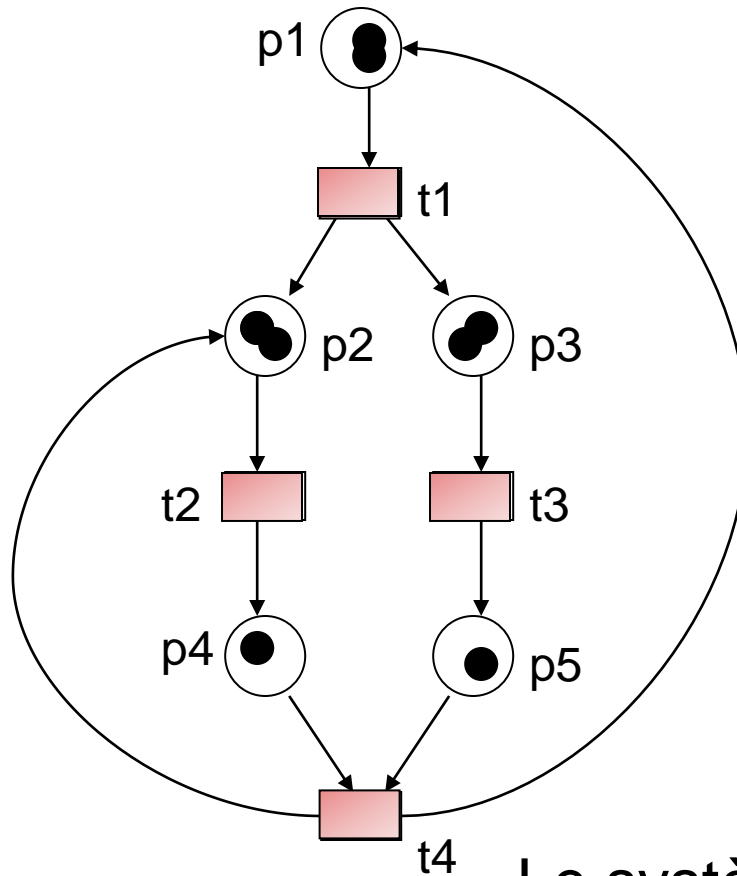
$M1 = (0,1,0,1)$

$M2 = (0,0,1,0)$

$M3 = (0,0,0,1)$

Pas de débordement, mais le système est bloqués

AUTRE EXEMPLE



$$M0 = (1, 0, 0, 0, 0)$$

$$M1 = (0, 1, 1, 0, 0)$$

$$M2 = (0, 0, 0, 1, 1)$$

$$M3 = (1, 1, 0, 0, 0)$$

$$M4 = (0, 2, 1, 0, 0)$$

⋮

Le système est vivant mais on a un débordement

MERCI!

QUESTIONS?