

Réseaux de Petri

Extensions et structures particulières

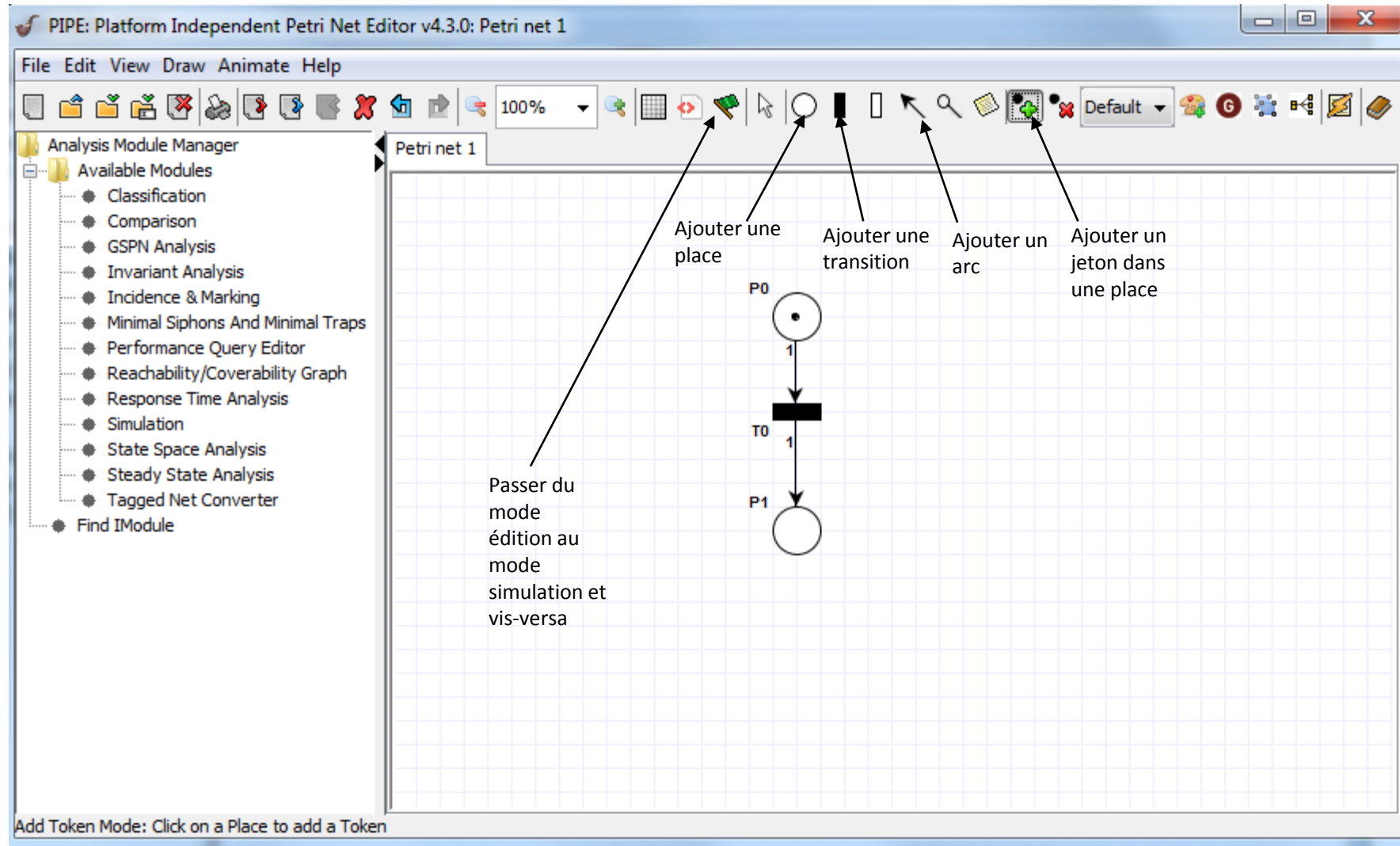
CHIRAZ TRABELSI

trabelsi@esiea.fr

Et

ALEXANDRE BRIERE

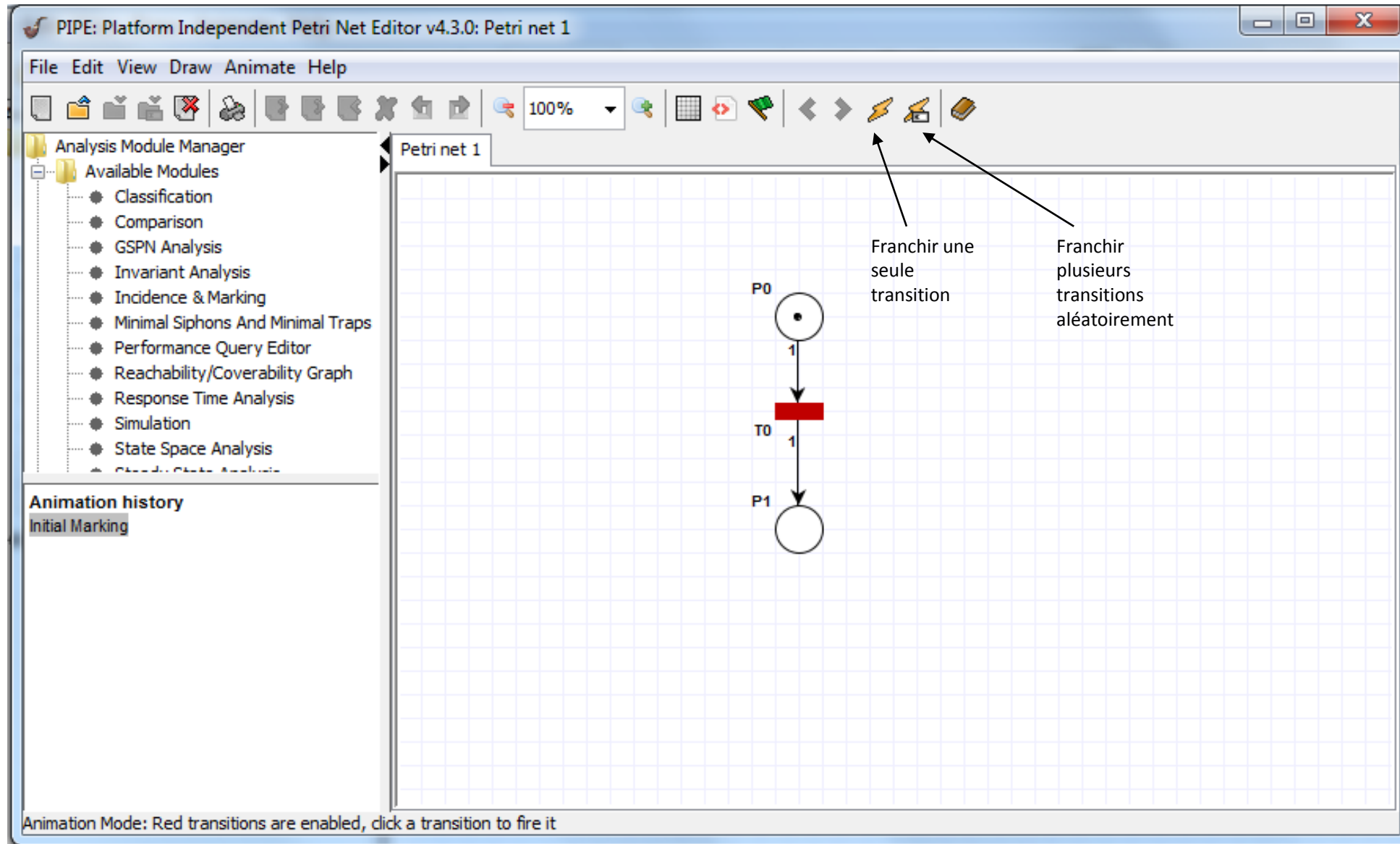
briere@esiea.fr



Sous forme de jars, exécutable sur MAC, Windows, Linux

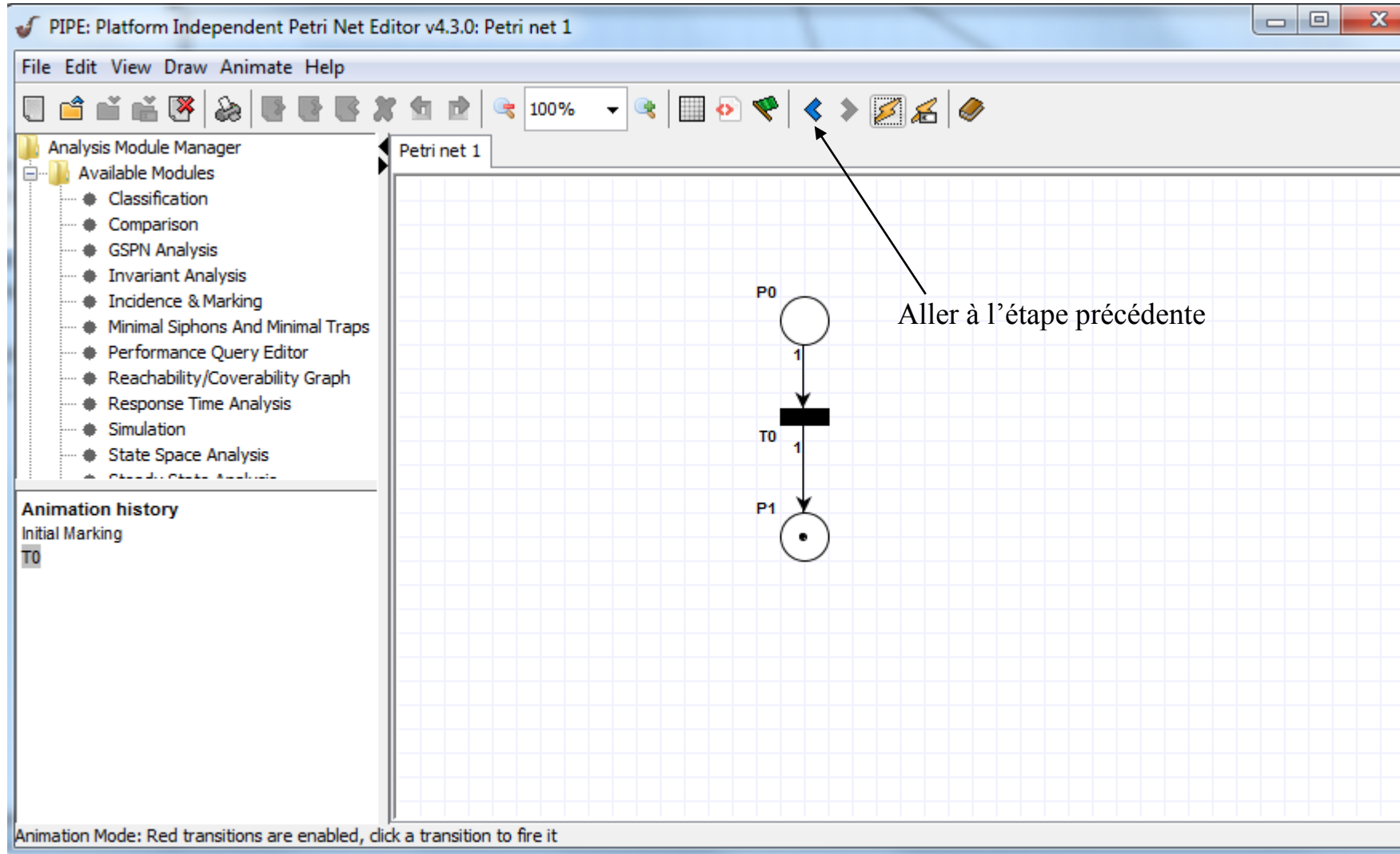
<https://sourceforge.net/projects/pipe2/files/PIPEv4/PIPEv4.3.0/>

- Mode simulation: Tester l'évolution du réseau



La couleur rouge indique que T0 est franchissable

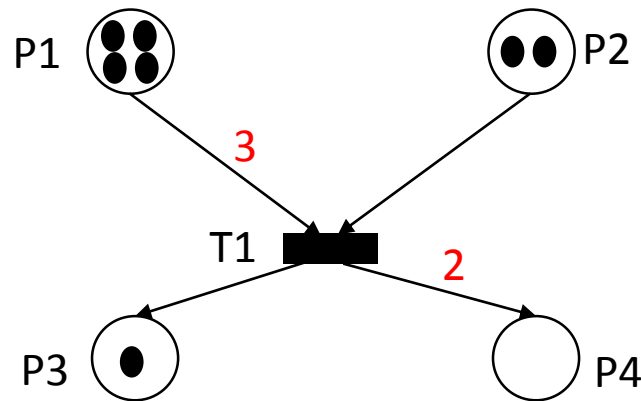
- Mode simulation: Tester l'évolution du réseau



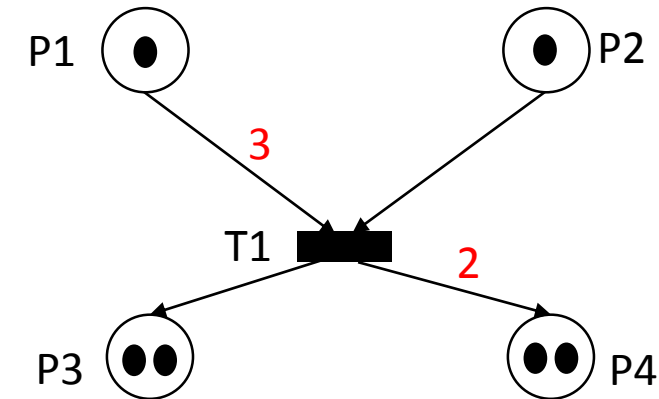
Après le
franchissement
de T0

- Test sur l'outil (Exemple1.xml)

- Un RdP généralisé est un RdP dans lequel les **poids des arcs** peuvent avoir une valeur supérieur à 1.
- Les poids des arcs
 - Si l'arc qui va de P_j à T_k a un poids p , on pourra franchir T_k que si P_j possède au moins p marques et on en enlève p .
 - Si l'arc qui va de T_j à P_k a un poids p , on ajoute p marques à P_k

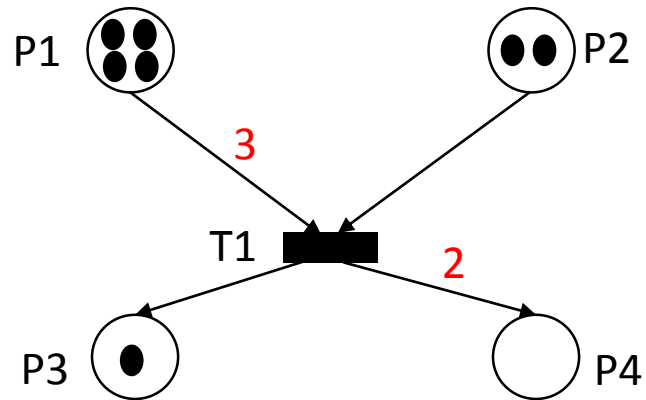


Après franchissement de T_1

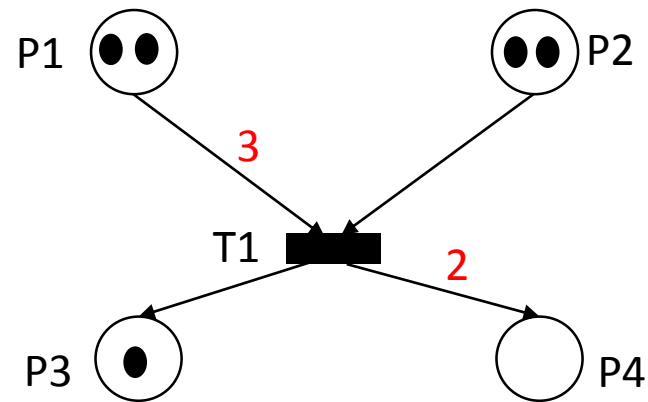


Si aucun poids ne figure sur l'arc, le poids par défaut est 1

- Test sur l'outil (Exemple2.xml)



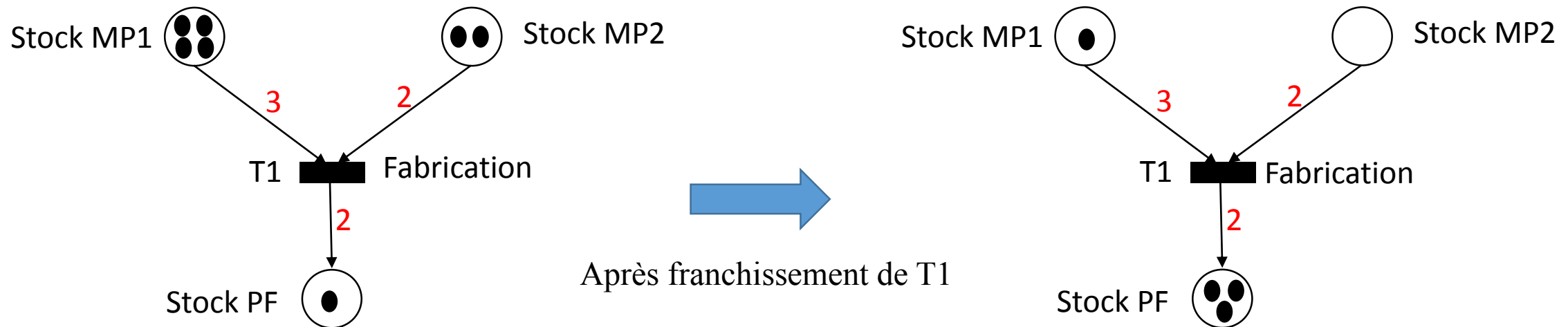
- Si l'une des places d'entrées d'une transition a un nombre de jetons inférieur au poids de l'arc, la transition n'est pas franchissable



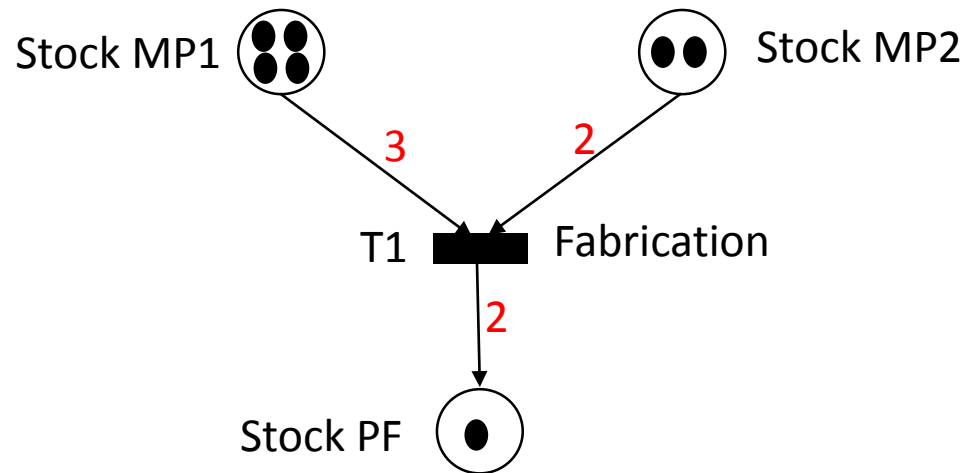
- T1 n'est pas franchissable

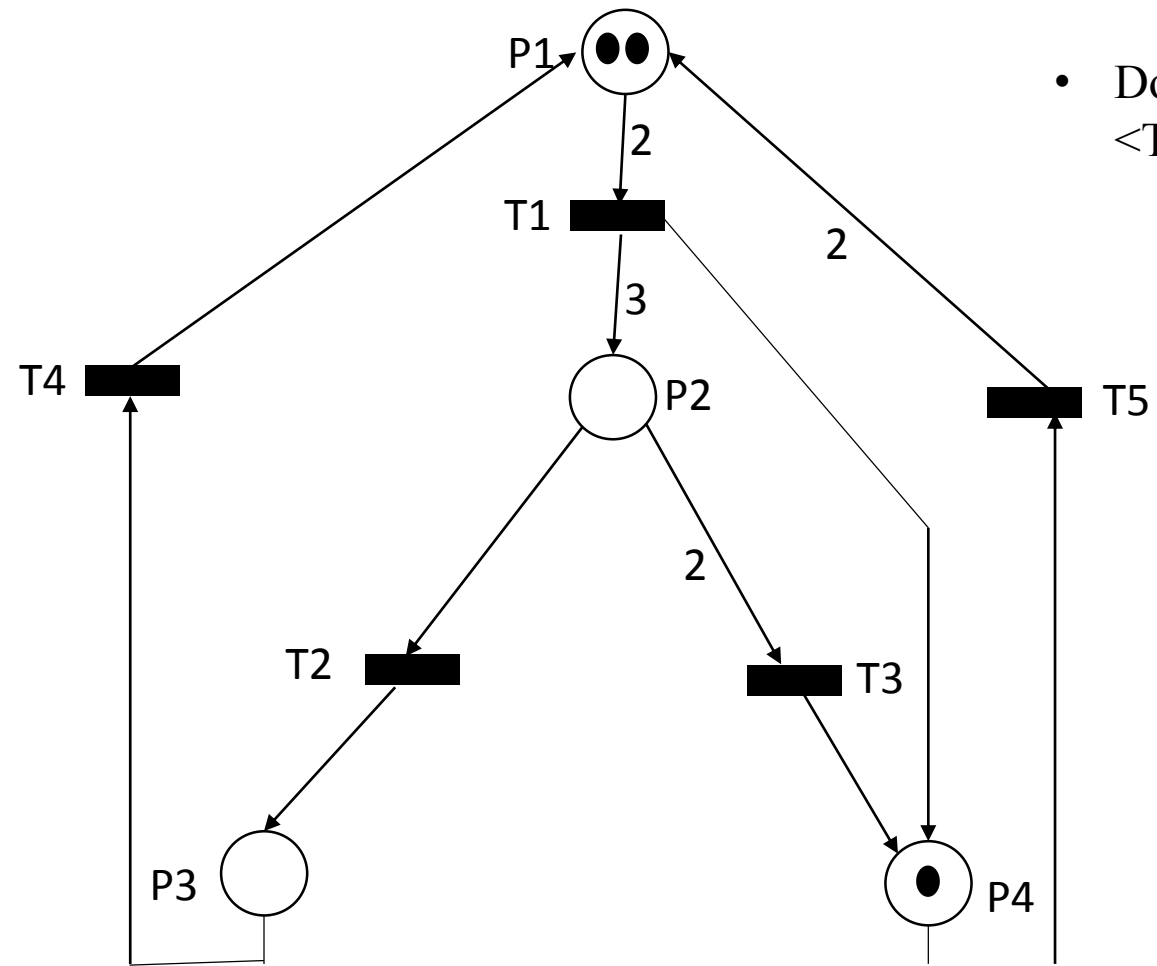
- Exemple d'utilisation

- Pour produire 2 pièces d'un produit fini PF, on a besoin de trois pièces de la matière première MP1 et deux pièces de la matière première MP2

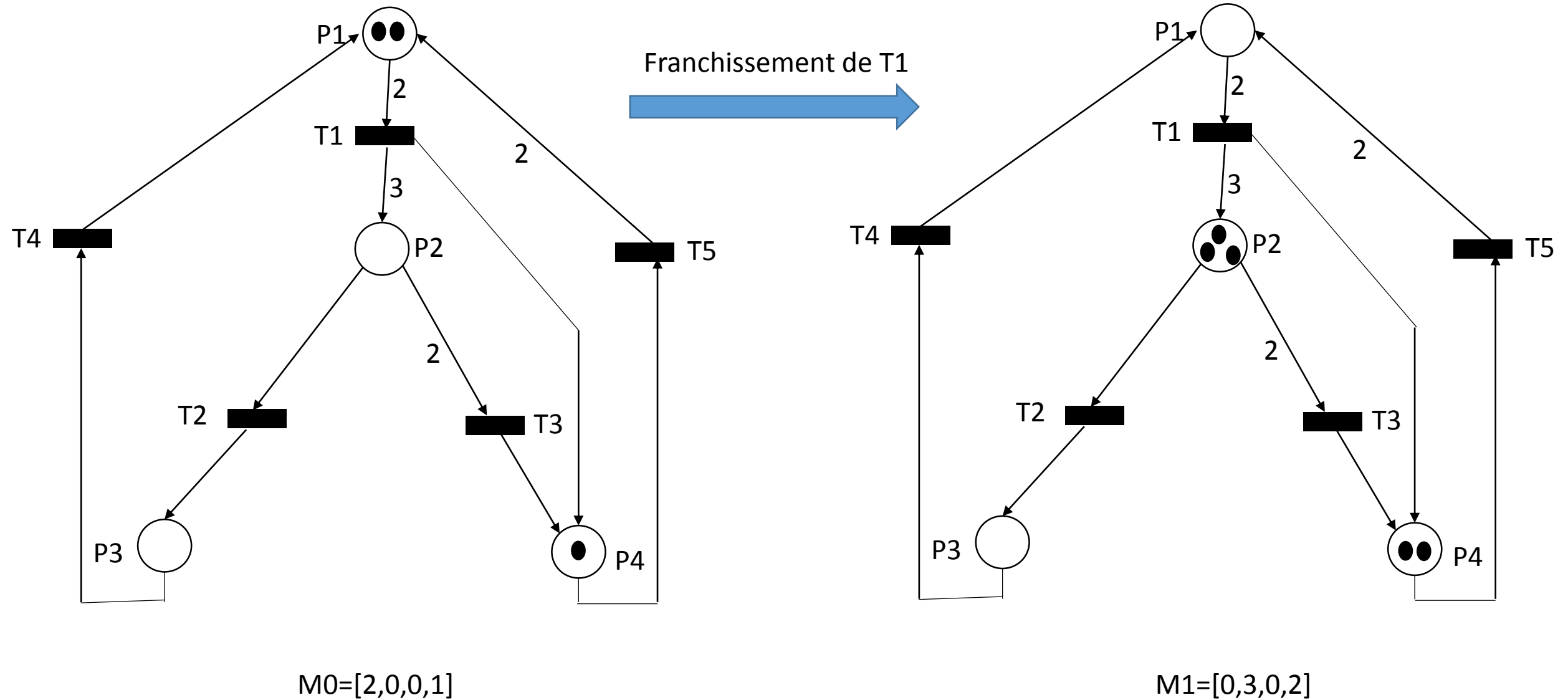


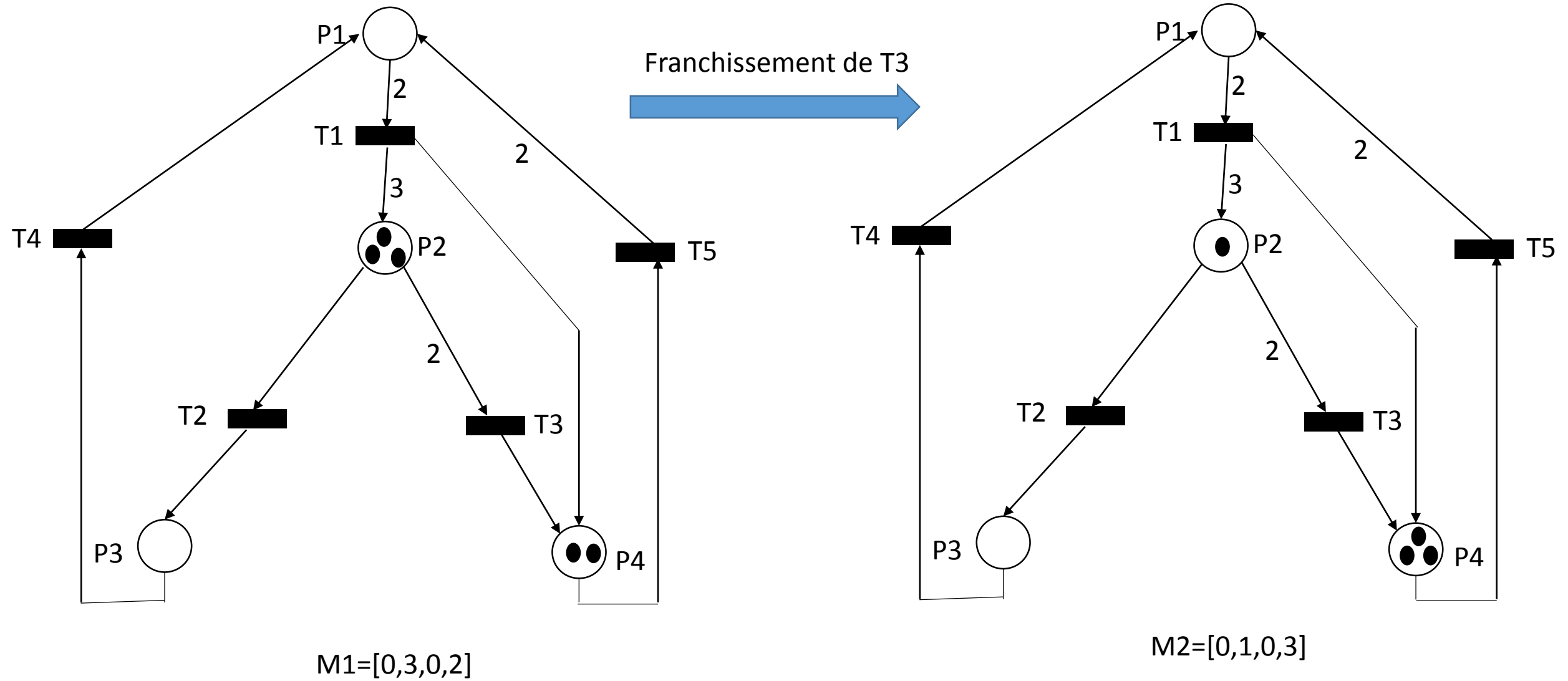
- Simulation sur l'outil (Exemple3.xml)

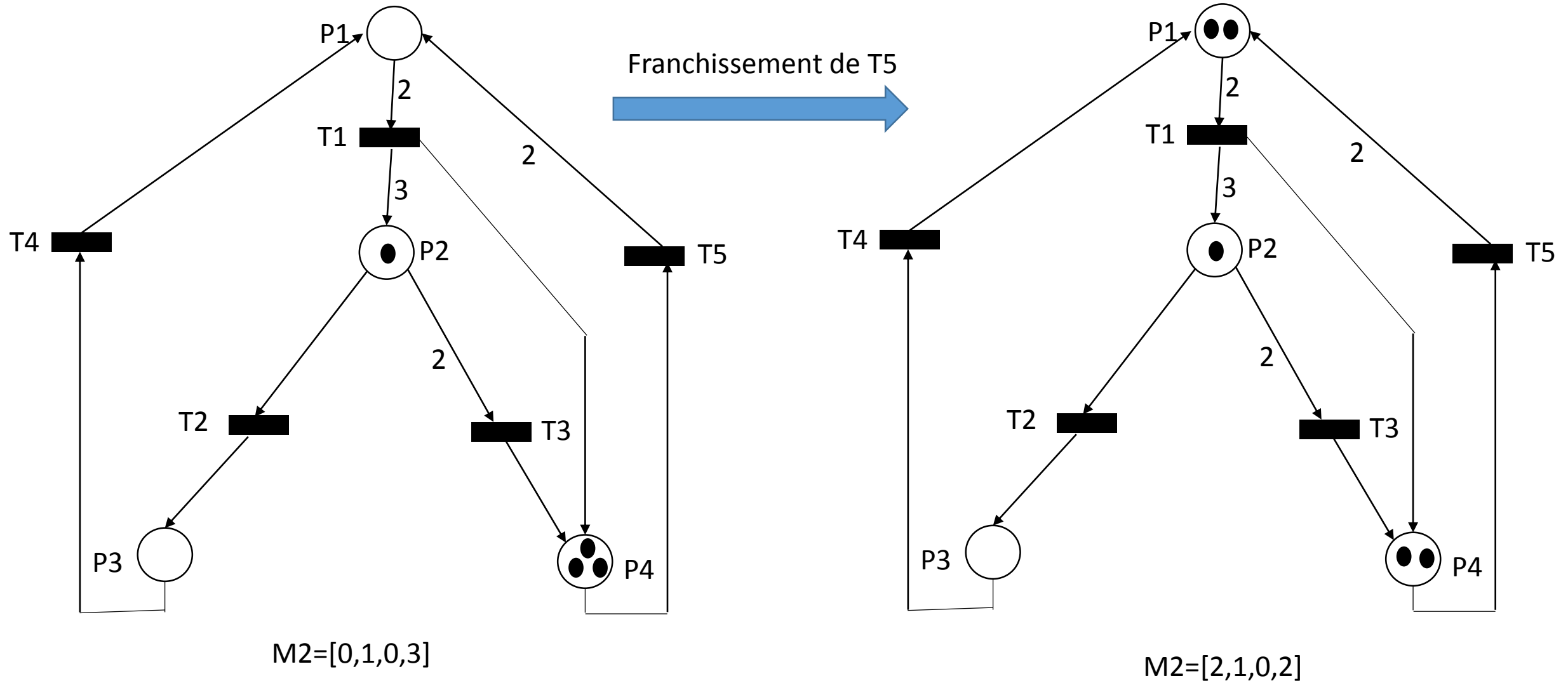




- Donner l'évolution du réseau après le franchissement de la séquence $\langle T1, T3, T5 \rangle$

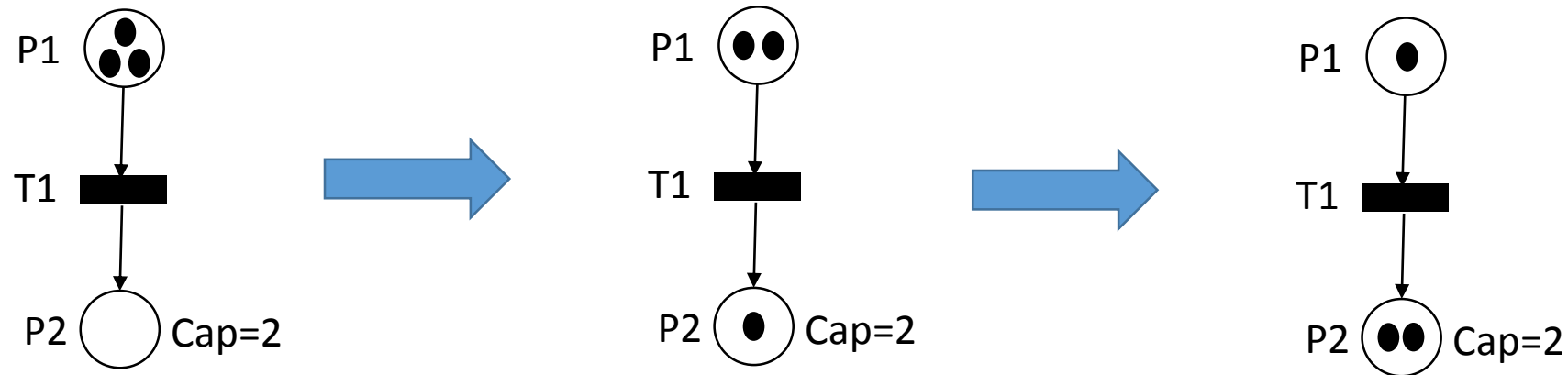






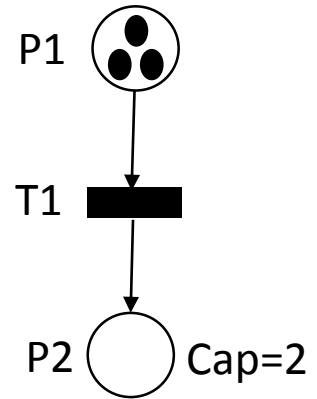
- **Capacité d'une place**

- On peut fixer à une place P un nombre maxi de marques.
- Lorsque le marquage a atteint la capacité, on ne peut plus franchir la T en amont.

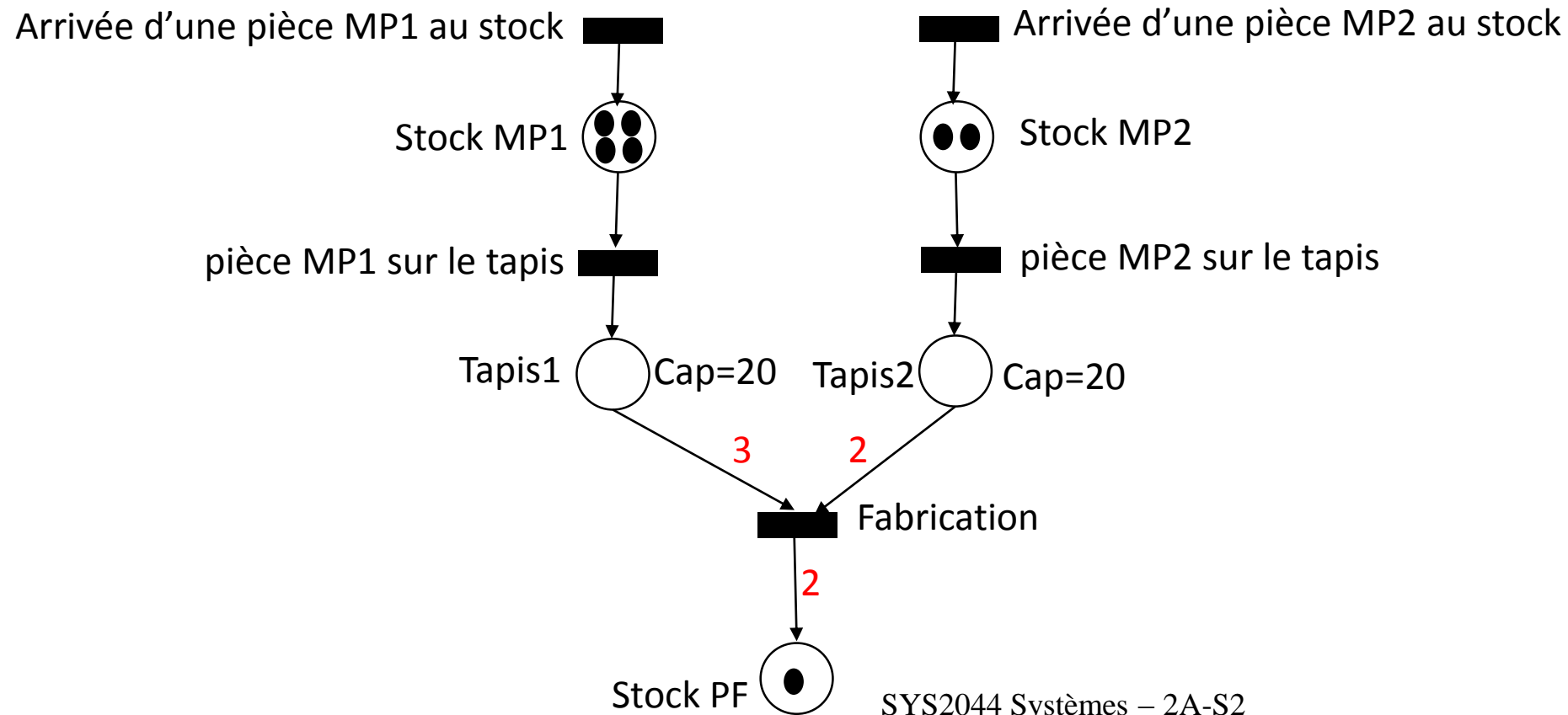


Blocage: T1 n'est plus franchissable

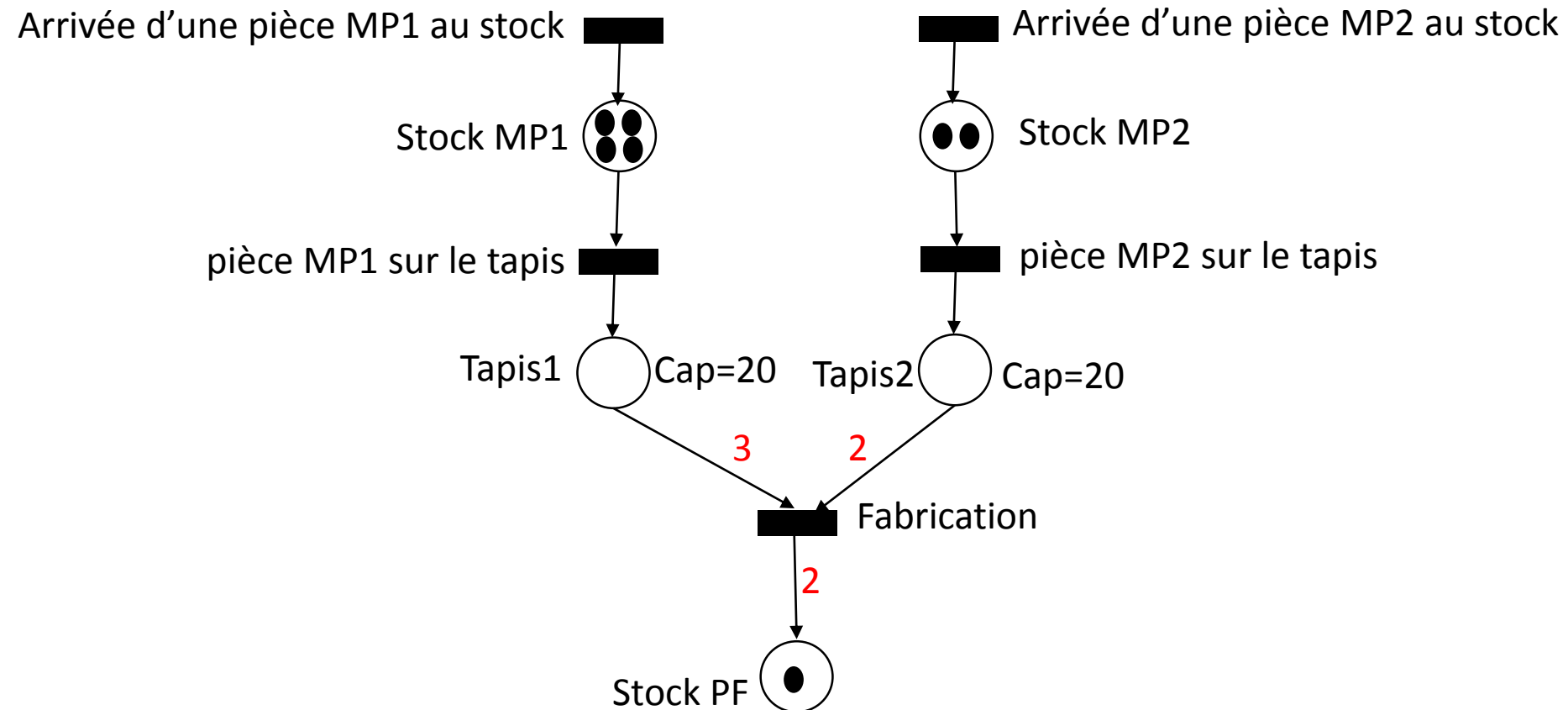
- Test sur l'outil (Exemple4.xml)



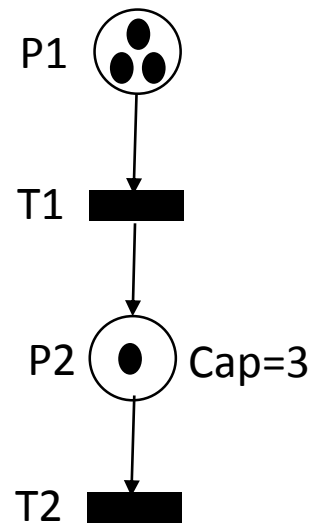
- Exemple d'utilisation
 - Pour produire 2 pièces d'un produit fini PF, on a besoin de trois pièces de la matière première MP1 et deux pièces de la matière première MP2
 - Les deux matières premières arrivent à la machine de fabrication du produit fini sur deux tapis.
 - Les deux tapis ne peuvent pas contenir plus de 20 pièces
 - Les stocks de MP1, MP2 et PF sont supposés de capacités illimitées



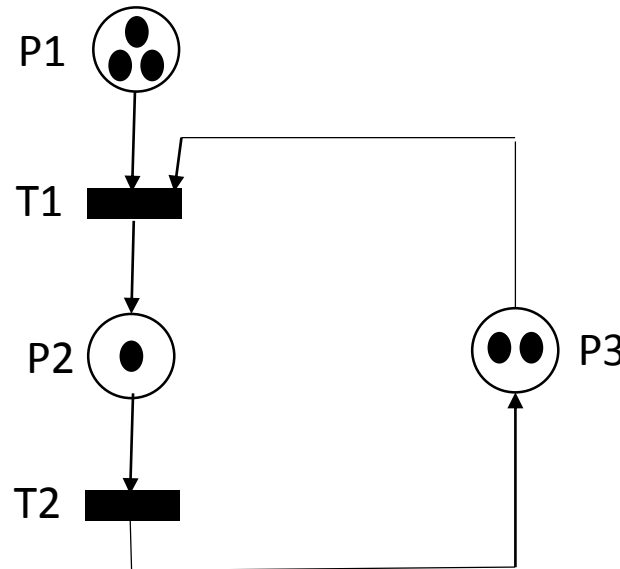
- Test sur l'outil (Exemple5.xml)



- On peut le transformer en RdP ordinaire
 - On ajoute 1 place complémentaire dont le marquage sera la capacité moins le nombre de marques dans la place à capacité limitée.
 - La place complémentaire a pour Transitions d'entrée les T de sortie de la place à capacité et pour T de sortie les T d'entrée de la place à capacité. Les poids des arcs doivent être respectés.



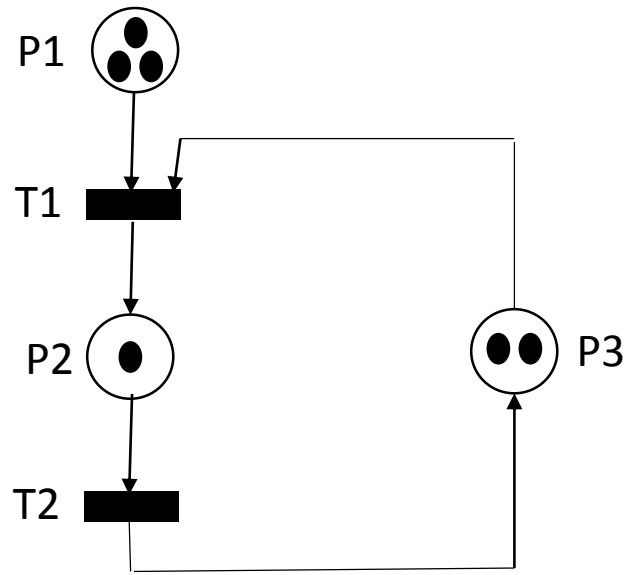
RdP à capacité



RdP ordinaire équivalent

Le deuxième RdP vérifie la propriété suivante:
Le nombre de marques de P2 est inférieur ou égal à 3 à tout instant
→ On peut limiter implicitement le nombre de jetons dans une place sans utiliser des capacités

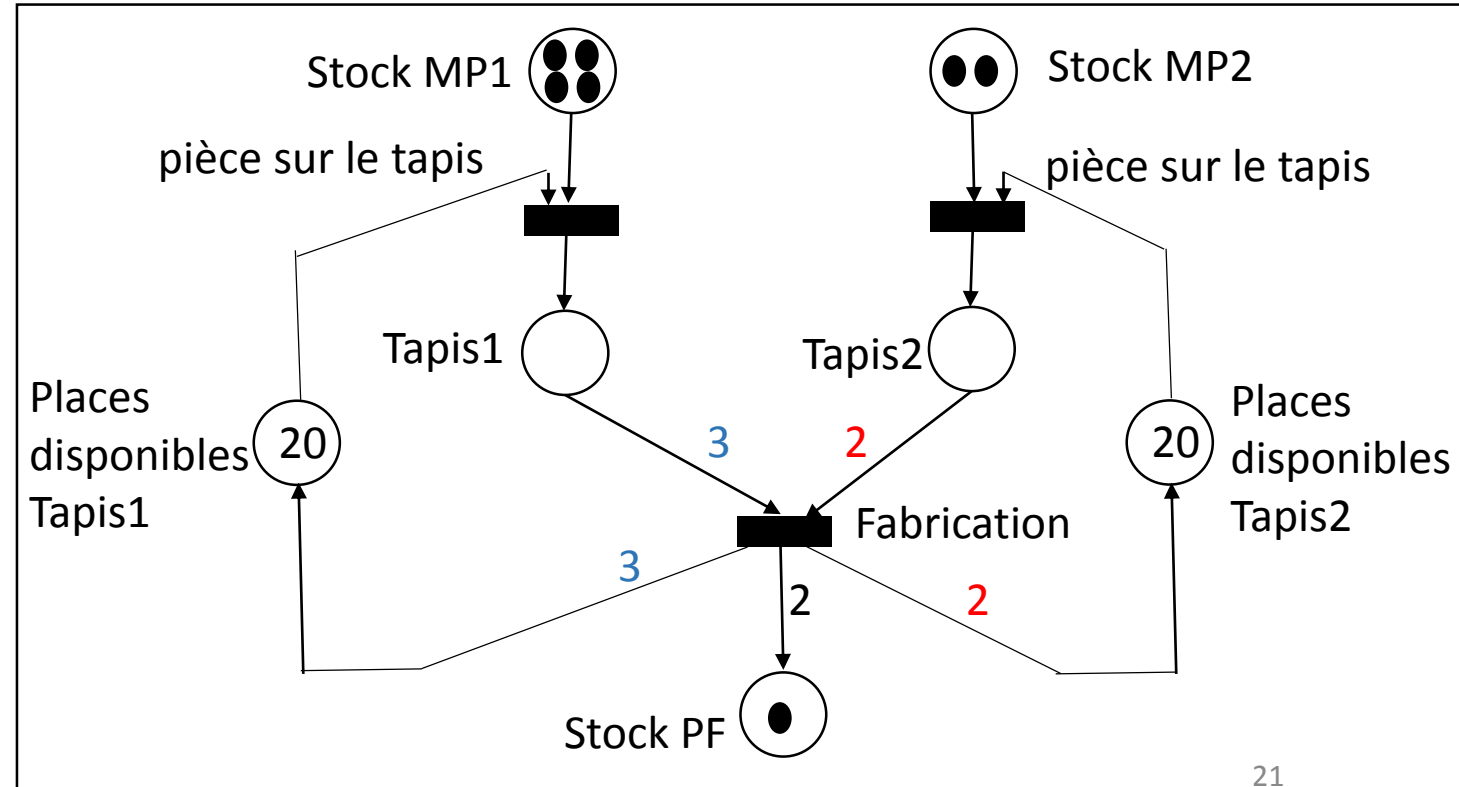
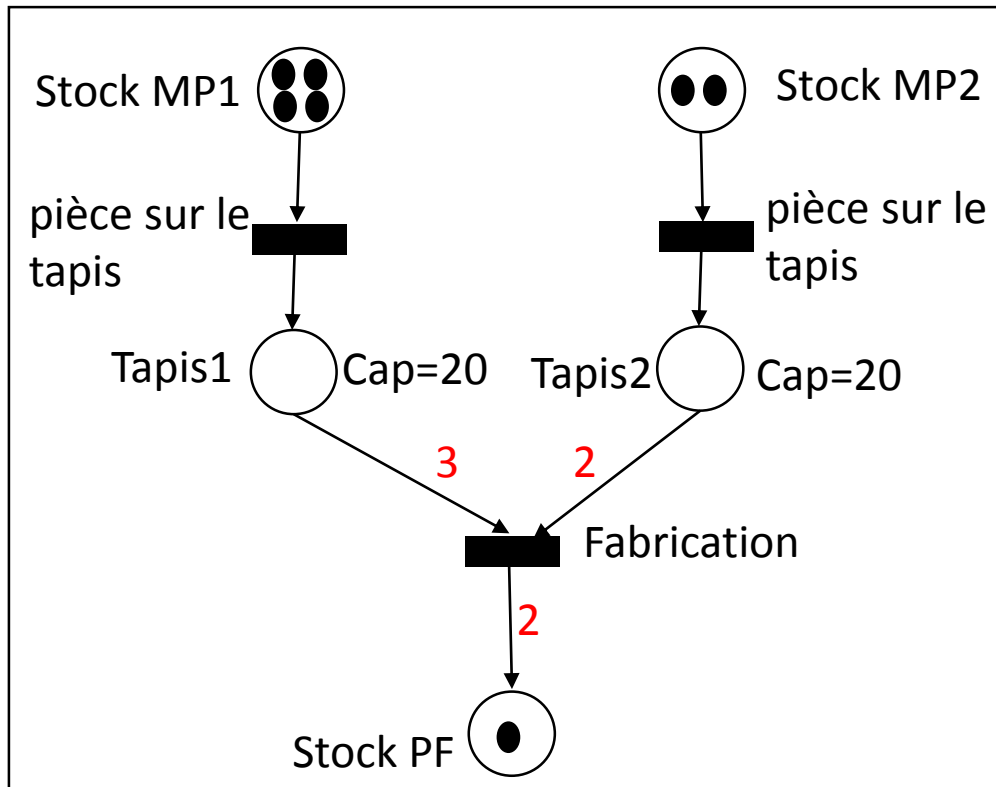
- Test sur l'outil (Exemple6.xml)



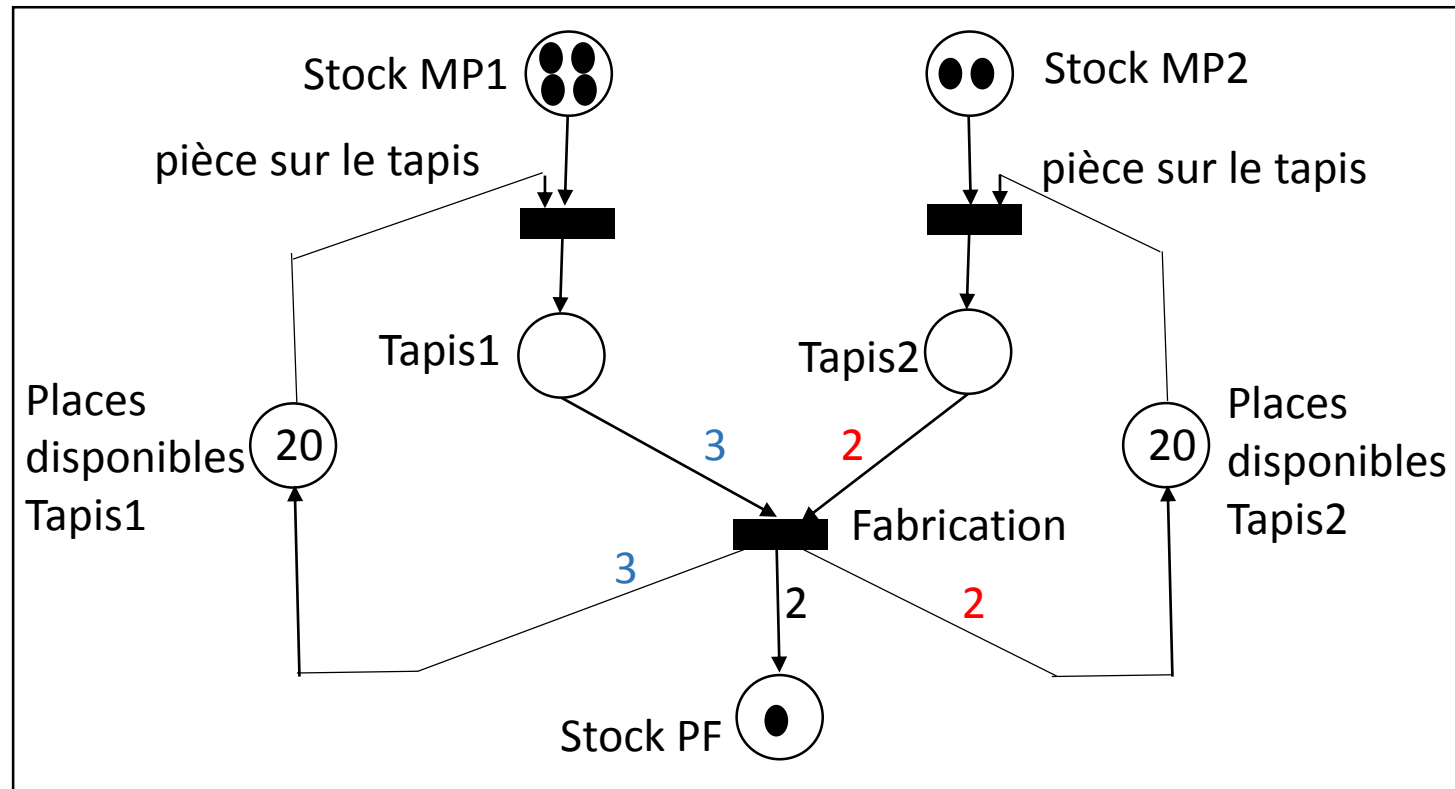
RdP ordinaire équivalent

Exemple 2: Transformation de RdP à capacité

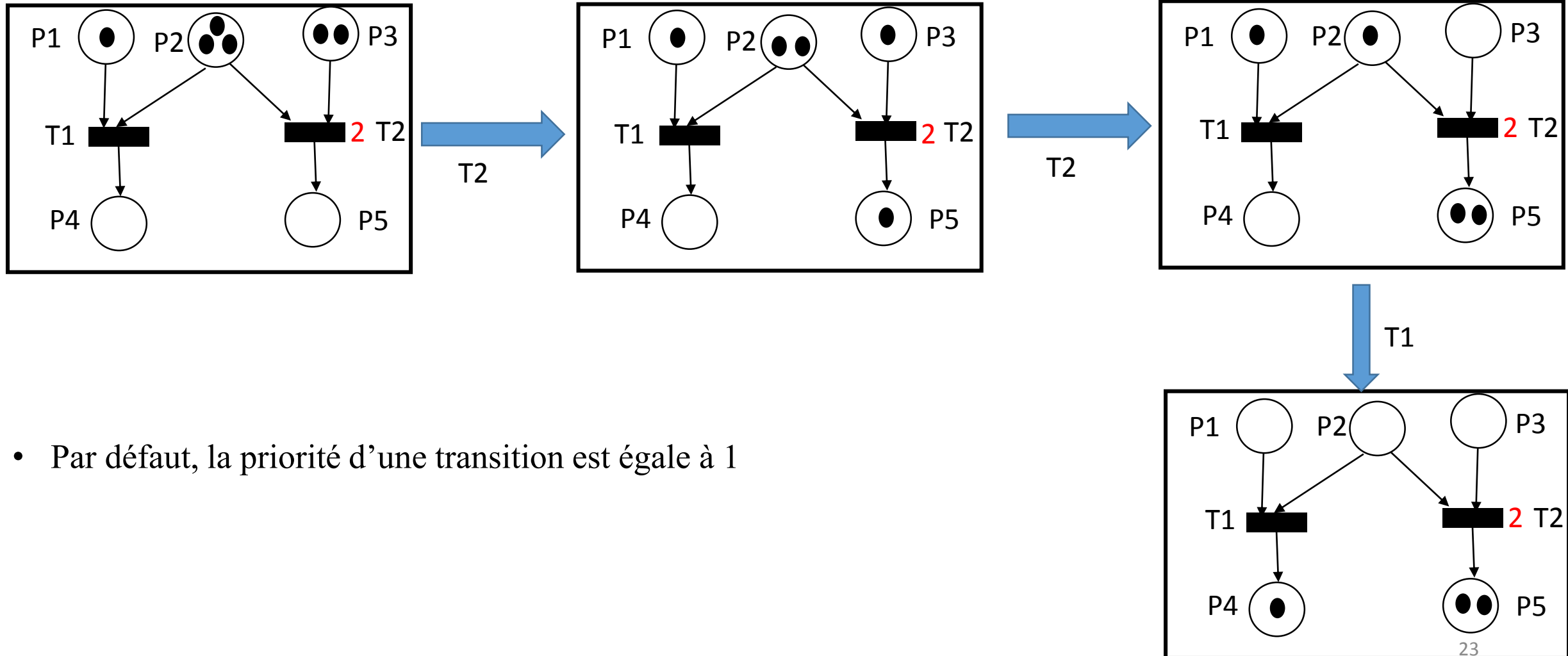
- Pour produire 2 pièces d'un produit fini PF, on a besoin de trois pièces de la matière première MP1 et deux pièces de la matière première MP2
- Les deux matières premières arrivent à la machine de fabrication du produit fini sur deux tapis.
- Les deux tapis ne peuvent pas contenir plus de 20 pièces
- Les stocks de MP1, MP2 et PF sont supposés de capacités illimitées



- Test sur l'outil (Exemple7.xml)

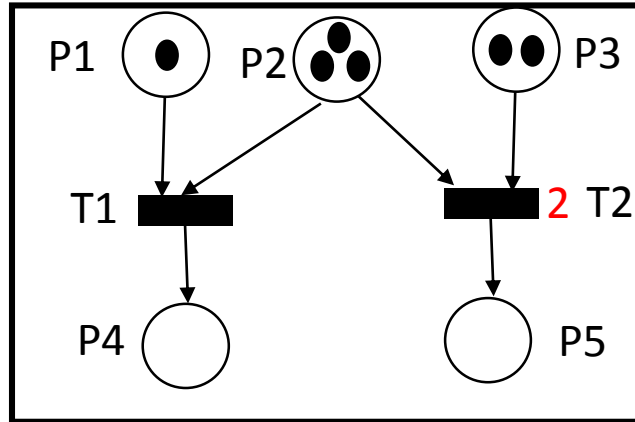


- Si à un moment donné, plusieurs transitions sont franchissables, on doit franchir la transition qui a la plus grande priorité.

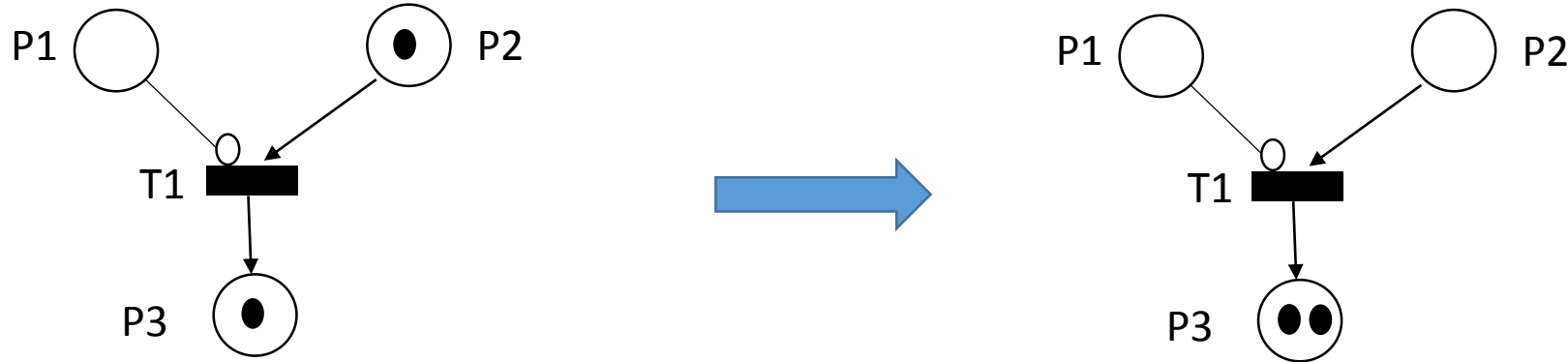


- Par défaut, la priorité d'une transition est égale à 1

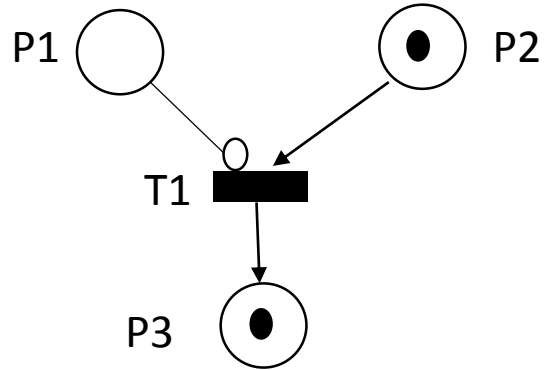
- Test sur l'outil (Exemple8.xml)



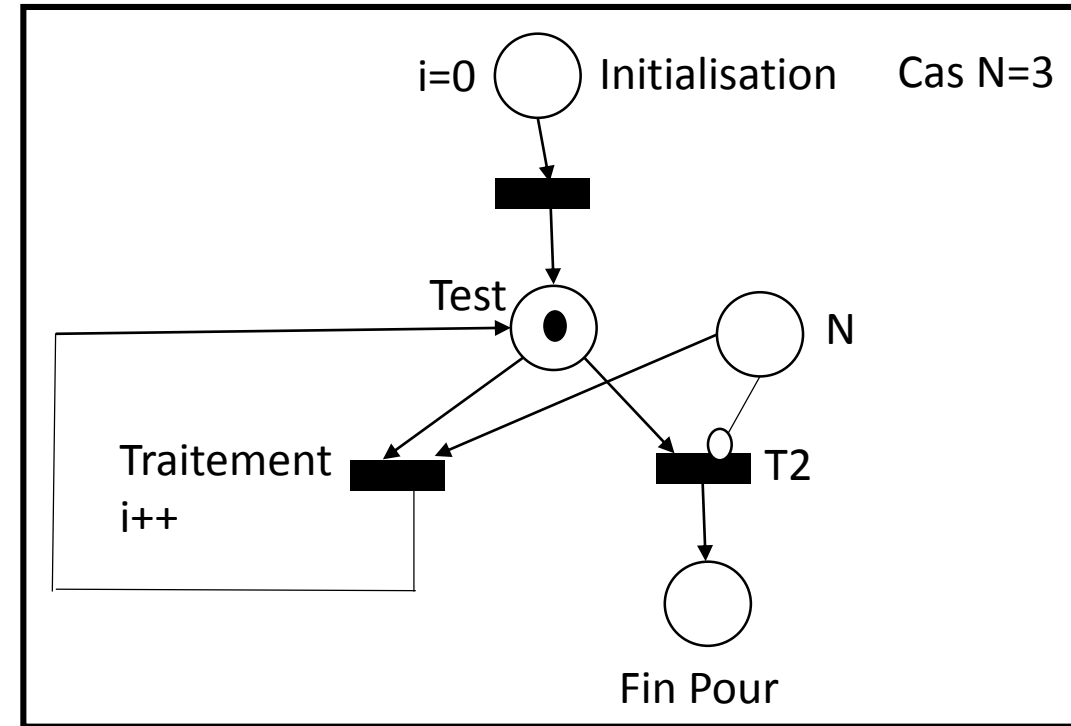
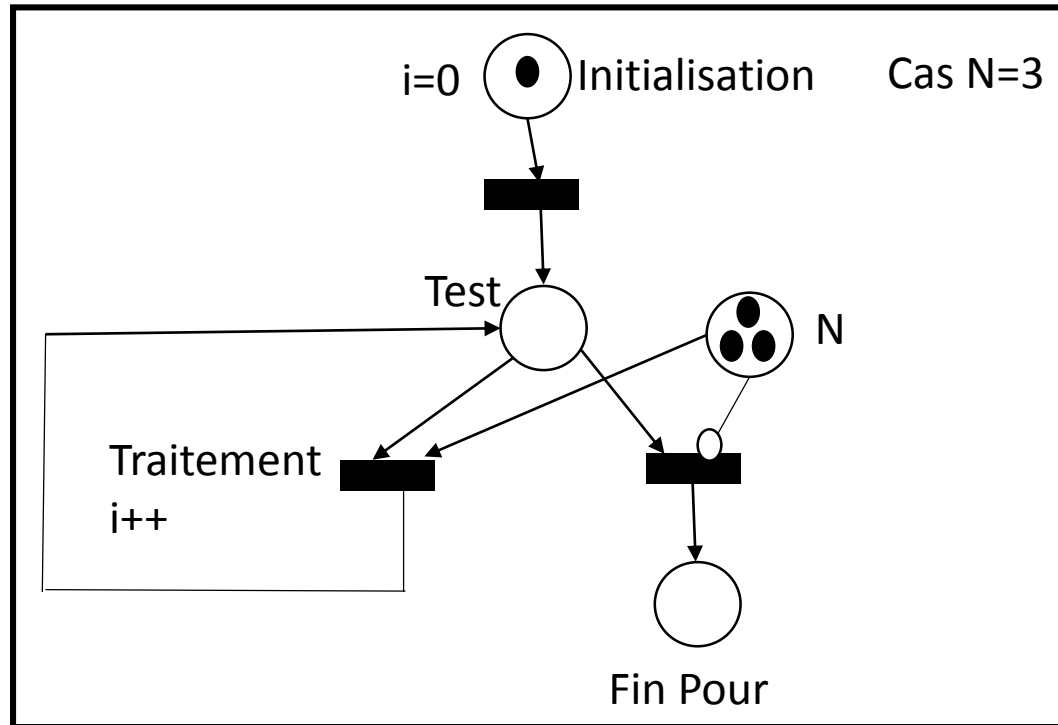
- T1 franchissable si P2 est marquée et P1 ne contient pas de marque
- Au franchissement on retire 1 marque à P2 et on ajoute 1 marque à P3.



- Test sur l'outil (Exemple9.xml)



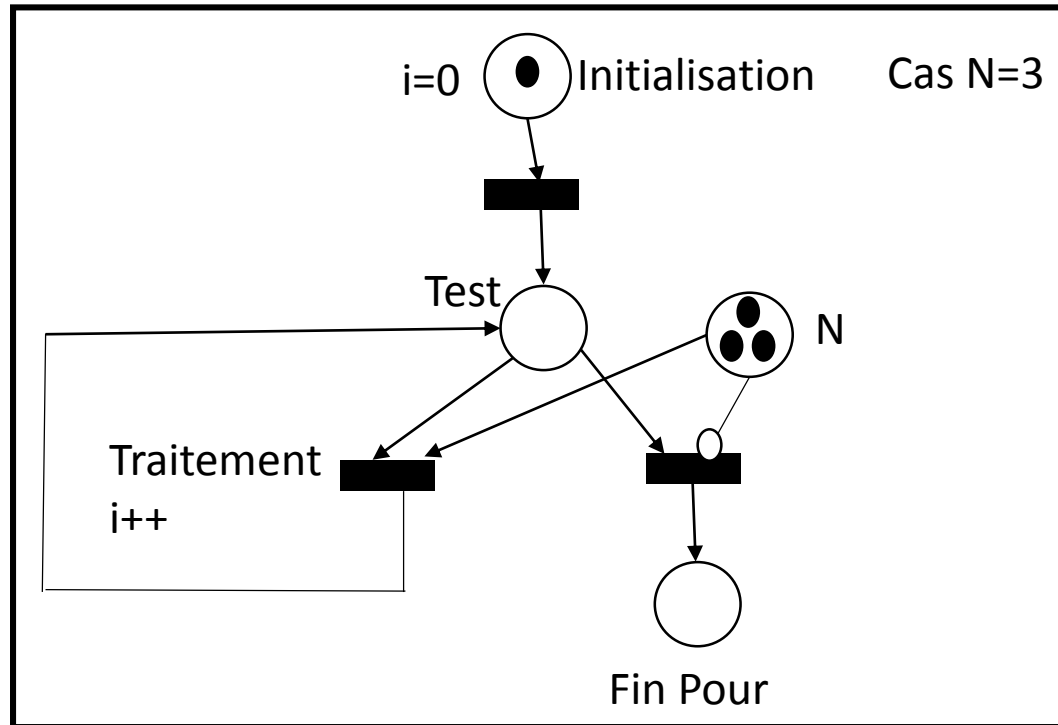
- Modéliser une boucle « for(i = 0; i<N; i++)[traitement] » par un RdP à arc inhibiteur



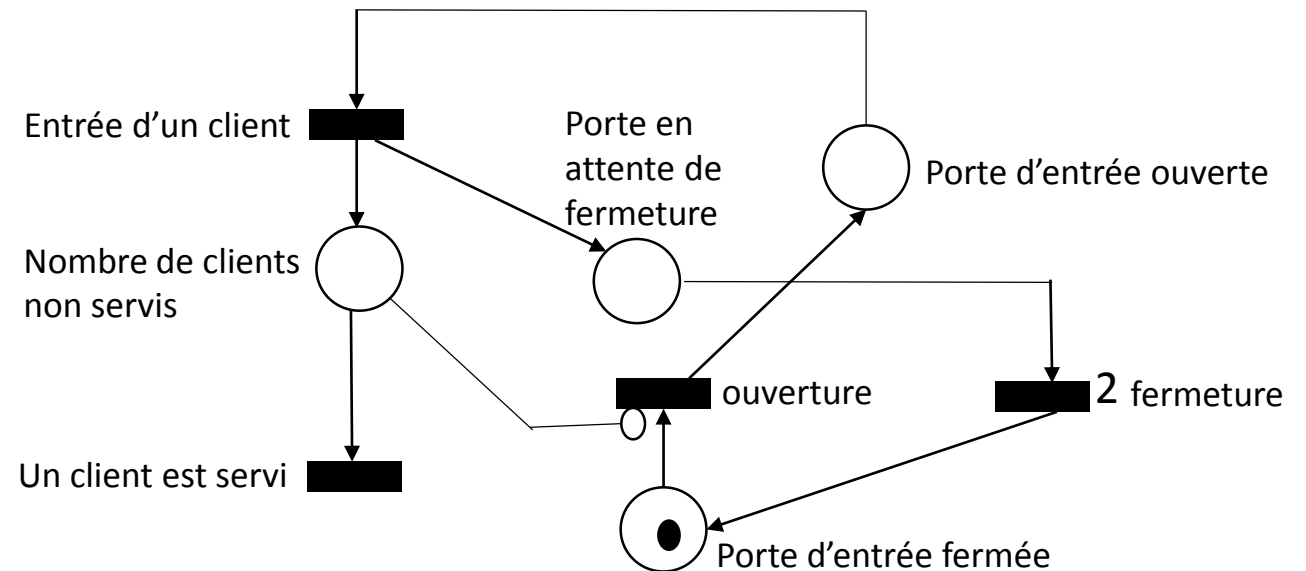
$N=0 \rightarrow T2$ sera franchie

Remarque: les actions peuvent être associées soit aux places soit aux transitions

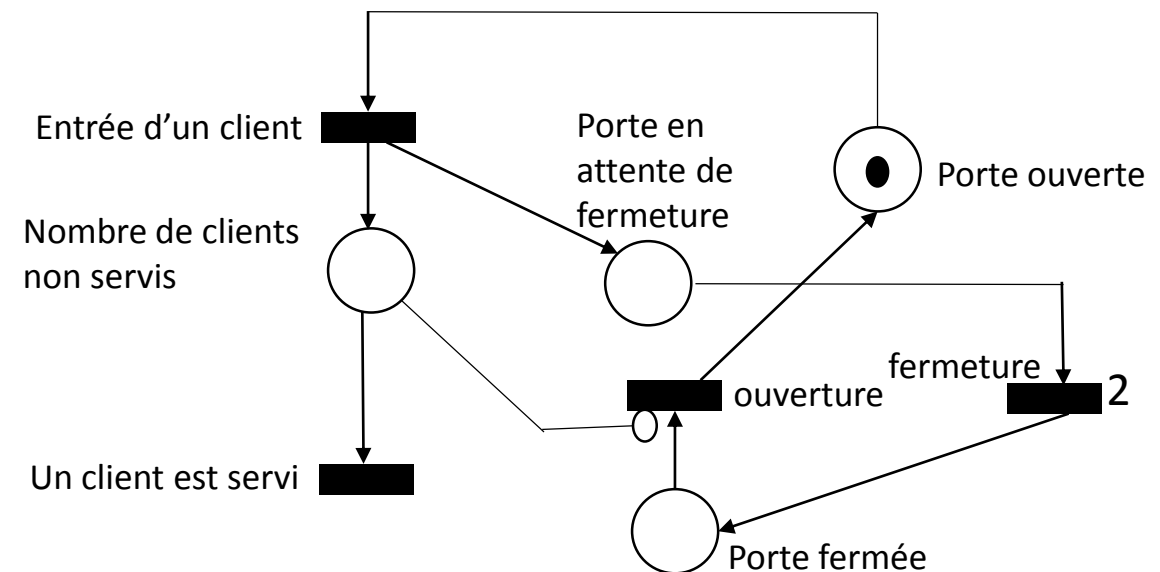
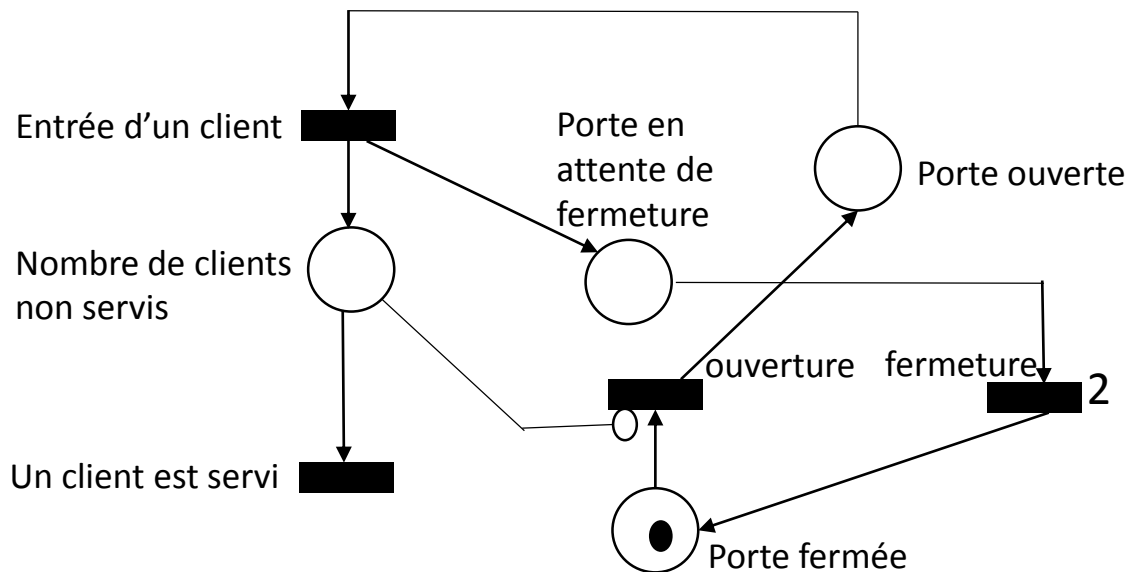
- Test sur l'outil (Exemple10.xml)



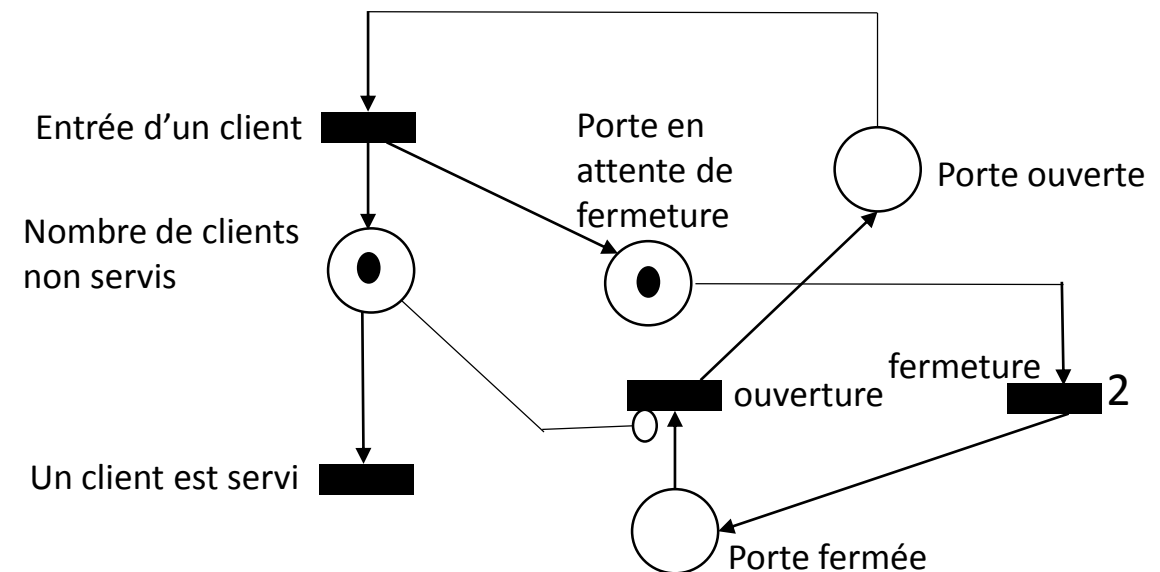
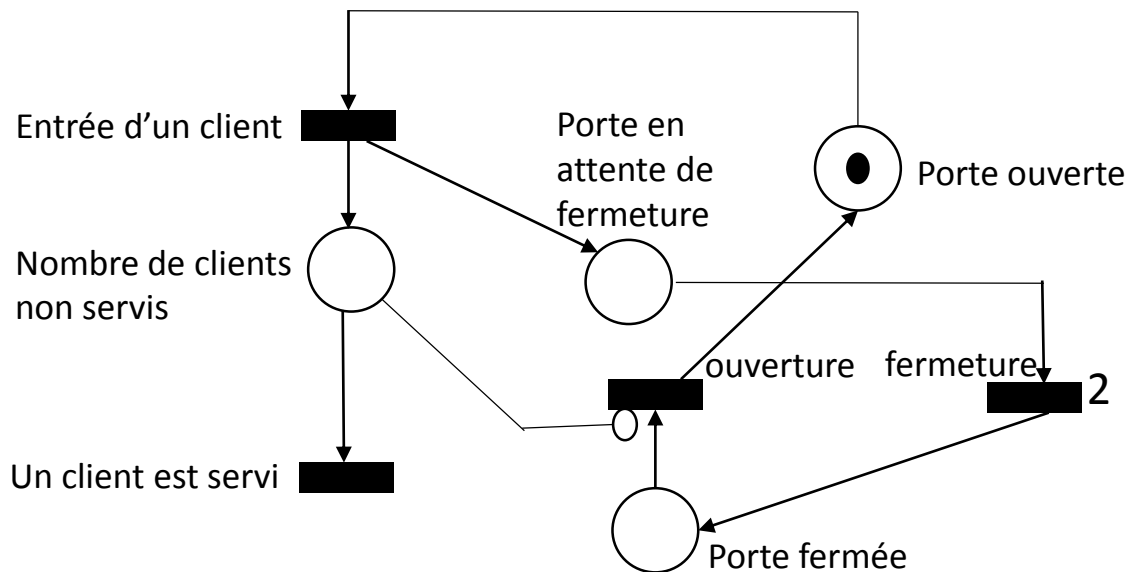
- Exemple: Gestion d'une agence
 1. S'il n'y a plus de clients non servis ouvrir la porte
 2. Si un client arrive, laisser entrer un client
 3. fermer la porte
 4. Servir le client
 5. Retourner à 1.



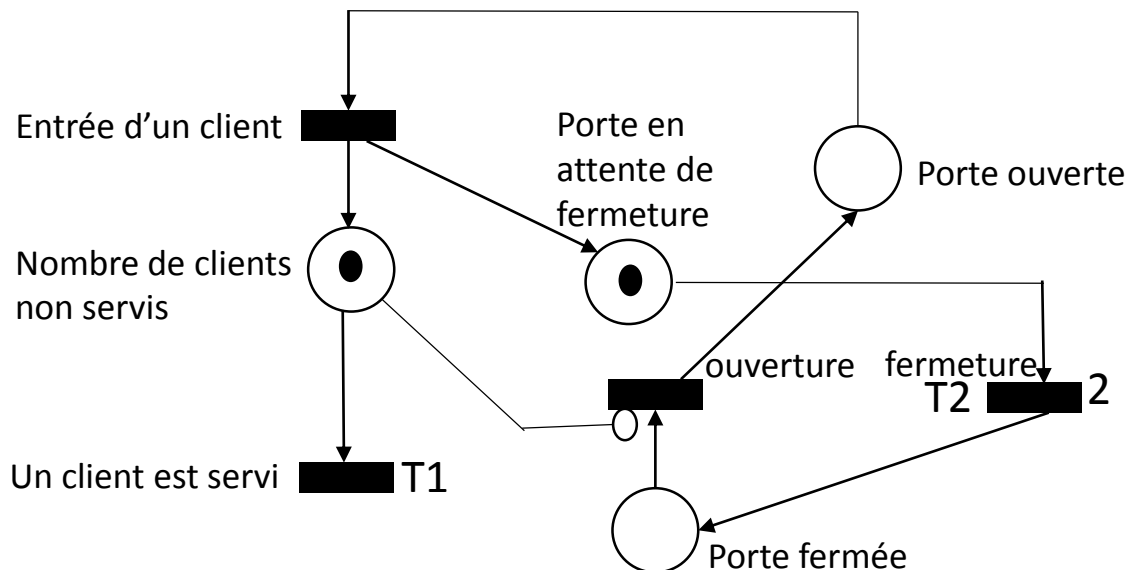
- Exemple: Gestion d'une agence
 - S'il n'y a plus de clients non servis ouvrir la porte
 - Si un client arrive, laisser entrer un client
 - fermer la porte
 - Servir le client
 - Retourner à 1.



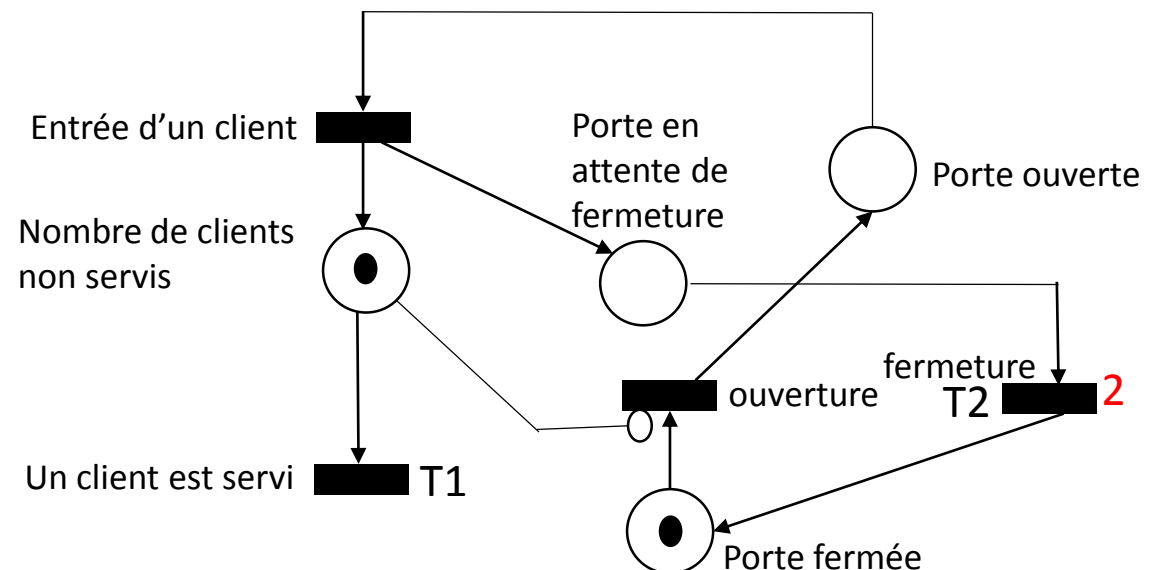
- Exemple: Gestion d'une agence
 1. S'il n'y a plus de clients non servis ouvrir la porte
 2. Si un client arrive, laisser entrer un client
 3. fermer la porte
 4. Servir le client
 5. Retourner à 1.



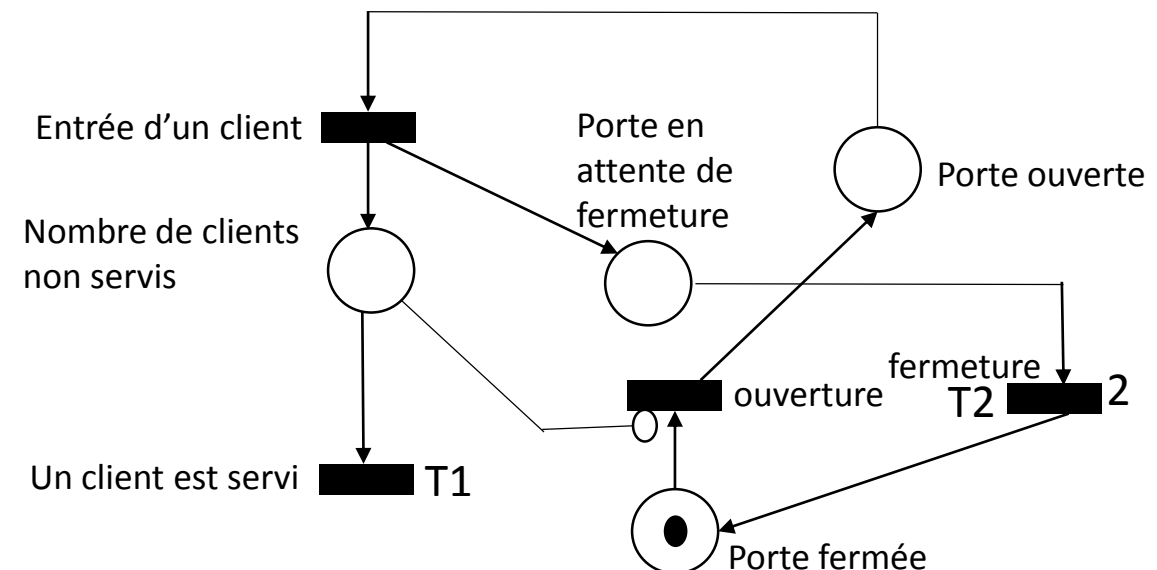
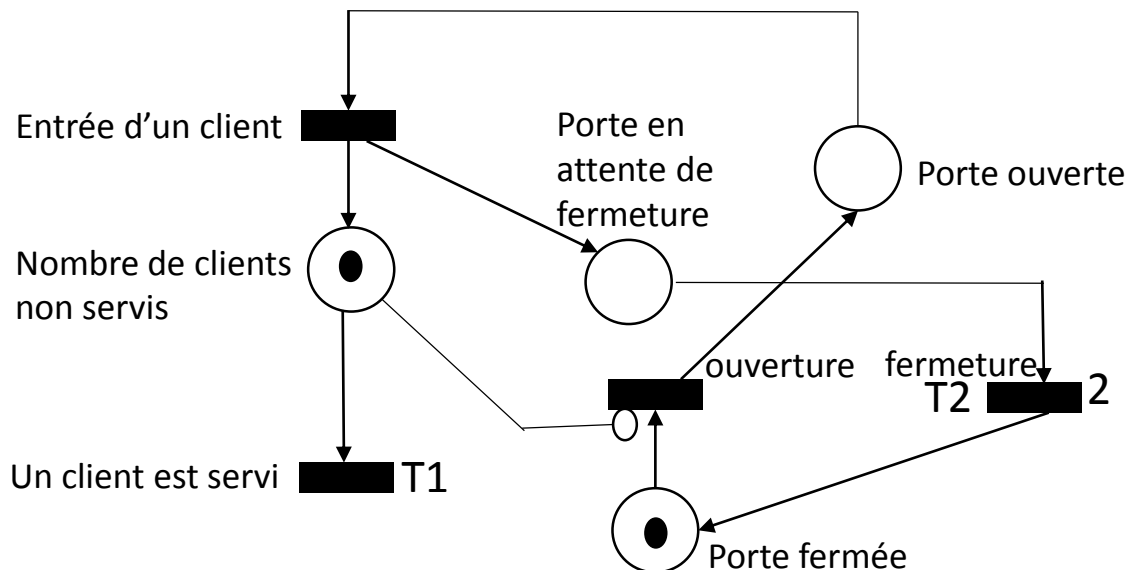
- Exemple: Gestion d'une agence
 1. S'il n'y a plus de clients non servis, ouvrir la porte
 2. Si un client arrive, laisser entrer un client
 3. fermer la porte
 4. Servir le client
 5. Retourner à 1.



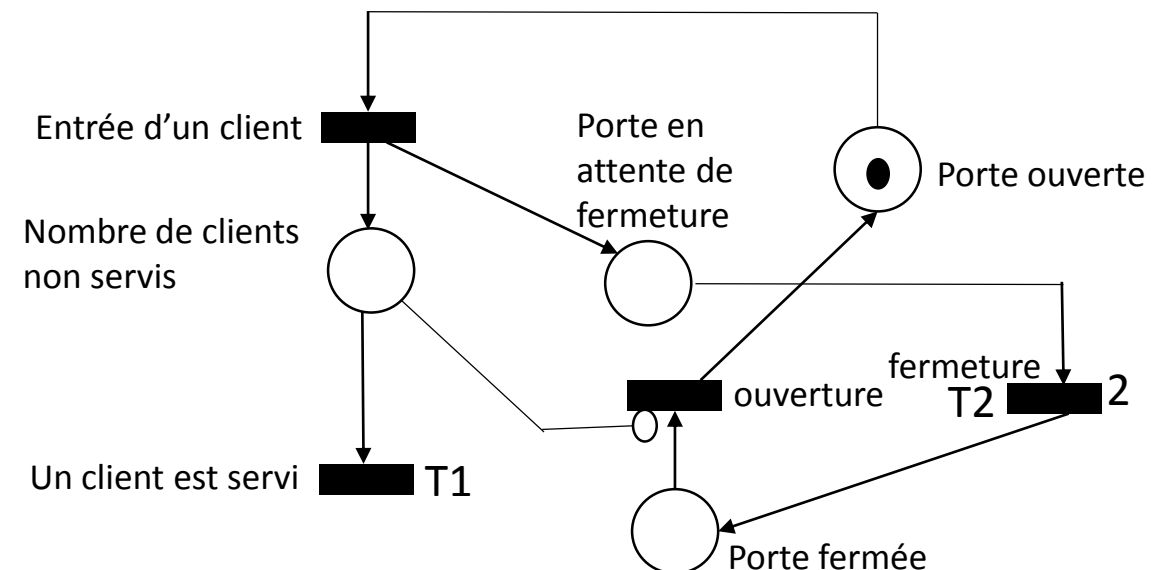
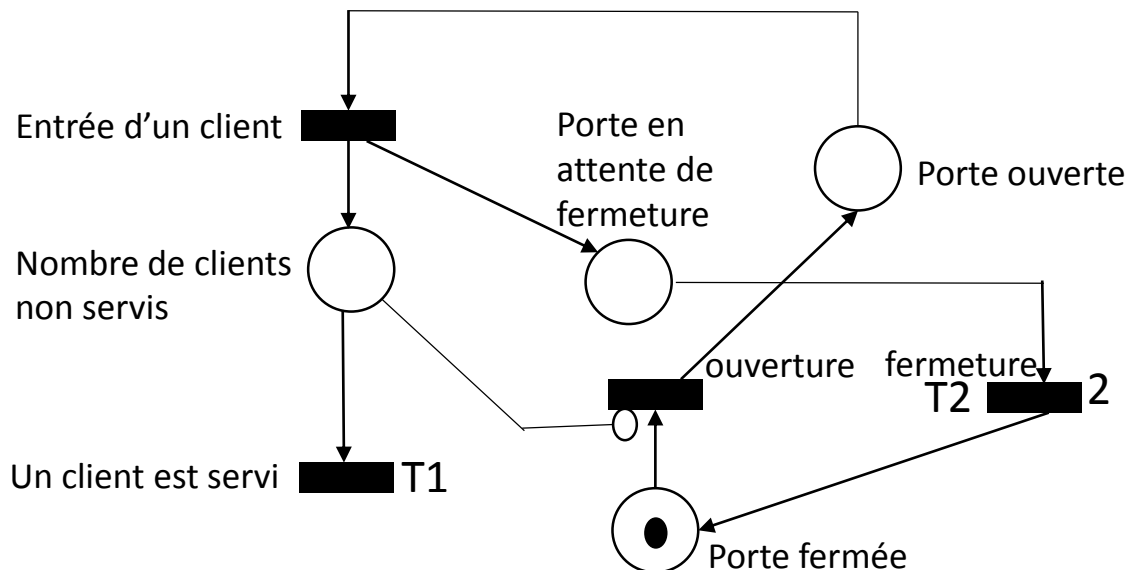
Puisque les transitions T1 et T2 sont franchissables, on a ajouté une priorité pour forcer la fermeture de la porte avant de servir un client



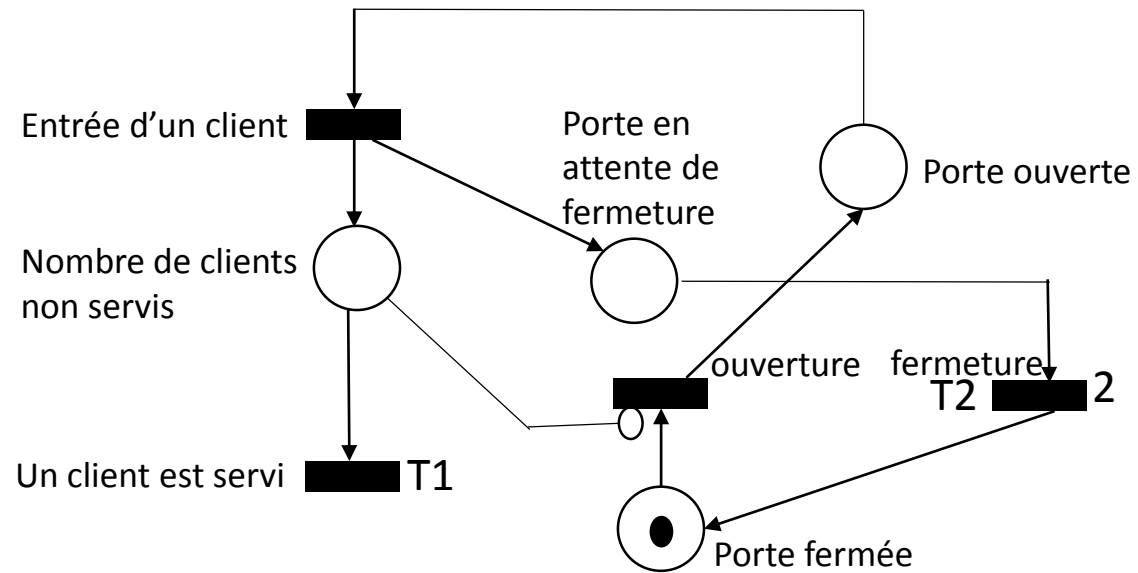
- Exemple: Gestion d'une agence
1. S'il n'y a plus de clients non servis ouvrir la porte
 2. Si un client arrive, laisser entrer un client
 3. fermer la porte
 4. **Servir le client**
 5. Retourner à 1.



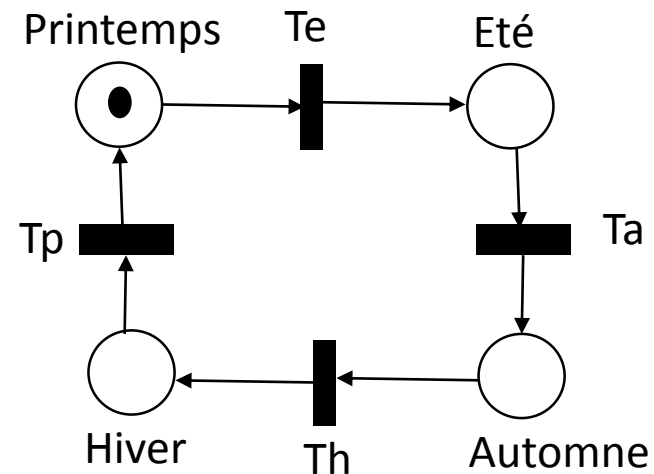
- Exemple: Gestion d'une agence
 1. S'il n'y a plus de clients non servis ouvrir la porte
 2. Si un client arrive, laisser entrer un client
 3. fermer la porte
 4. Servir le client
 5. **Retourner à 1.**



- Test sur l'outil (Exemple11.xml)

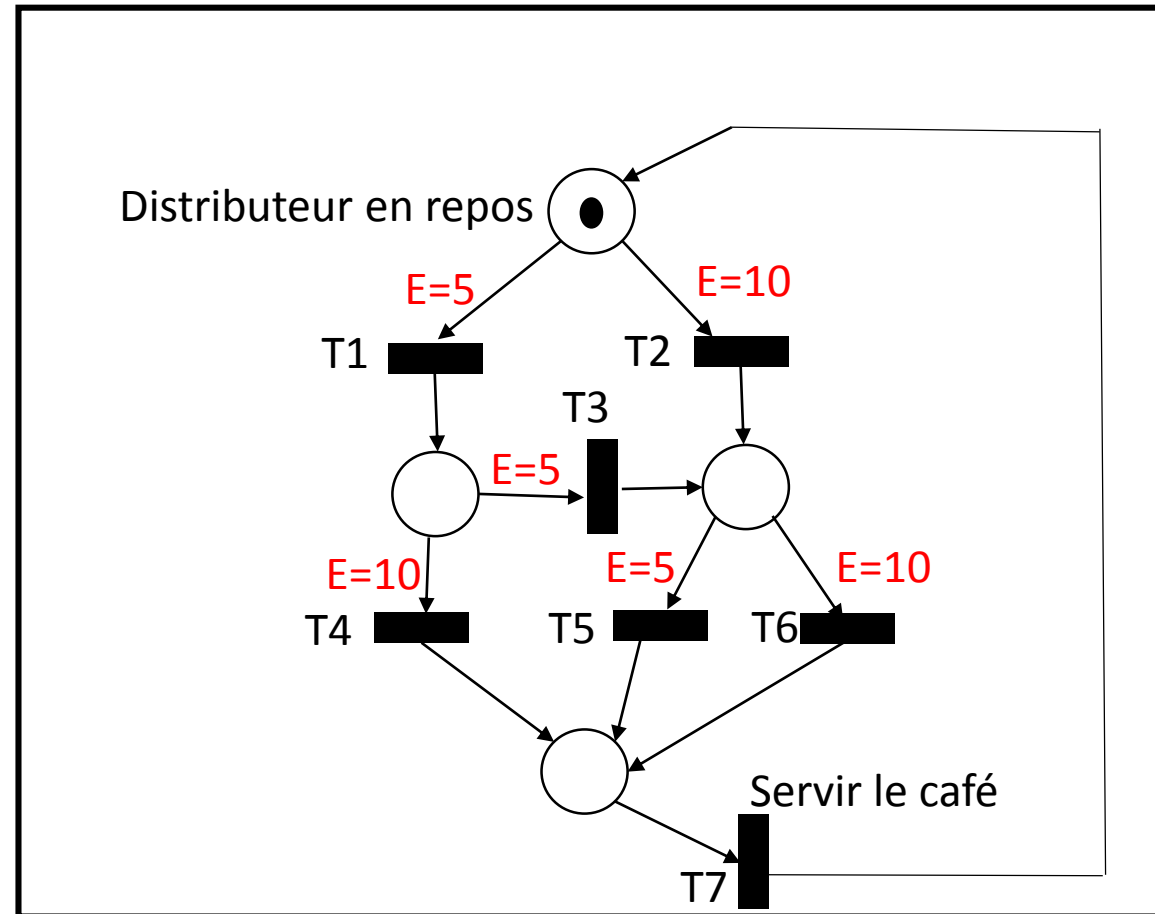


- Un RdP autonome décrit le fonctionnement d'un système dont les instants de franchissement ne sont pas connus ou indiqués.
- Les conditions de franchissement d'une transition ne dépendent que de la présence de jetons dans les places d'entrée
- Une fois cette condition est valide, le RdP décide d'une manière autonome l'instant où la transition est franchie



Exemple : RdP autonome Le moment de passage de l'été à l'automne est inconnu

- Dans un RdP non autonome, l'instant de franchissement des transitions dépend d'éléments externes
 - Des événements externes
 - Une horloge

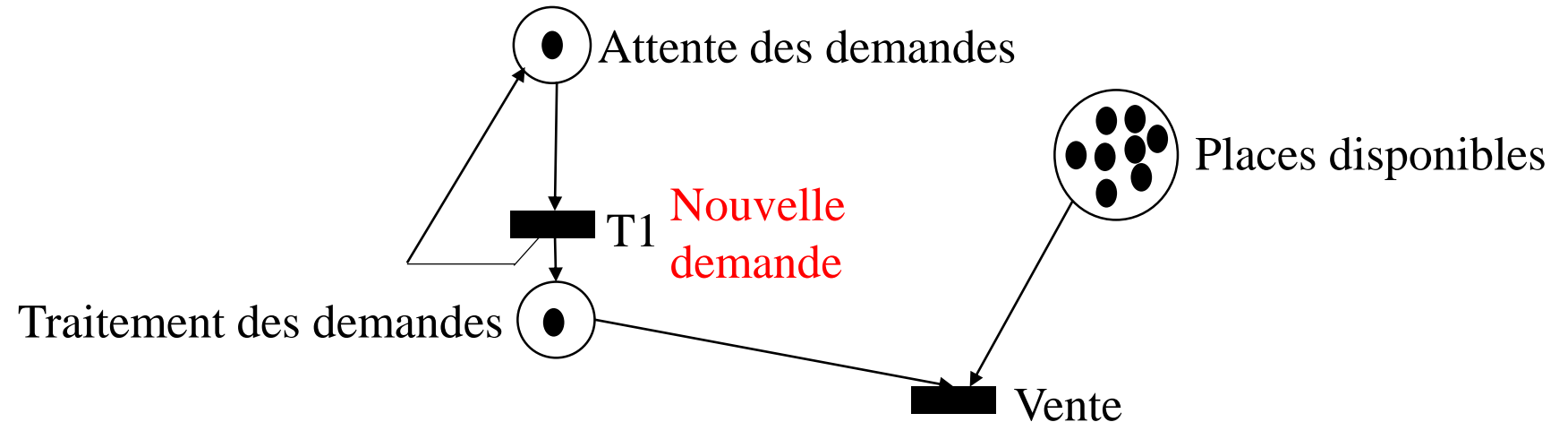


Exemple : RdP non autonome
Distributeur de boisson

- Un RdP autonome décrit le fonctionnement d'un système dont les instants de franchissement ne sont pas connus ou indiqués.
- ➔ Les RdPs non autonomes permettent d'indiquer quand les transitions sont franchies
- Deux types de réseaux non autonomes
 - Synchronisés (les transitions sont conditionnées par des événements externes)
 - Temporisés (les transitions sont conditionnées par des temporisateurs)

- RdPs synchronisés
 - Un évènement externe est associé à certaines transitions
 - Le franchissement se produit quand:
 - La transition est franchissable (les places d'entrées contiennent toutes des jetons)
 - Et
 - L'évènement associé se produit

Exemple: gestion de la vente de billets de cinéma



La transition T1 n'est franchie que lorsque:

Un jeton se trouve en P1

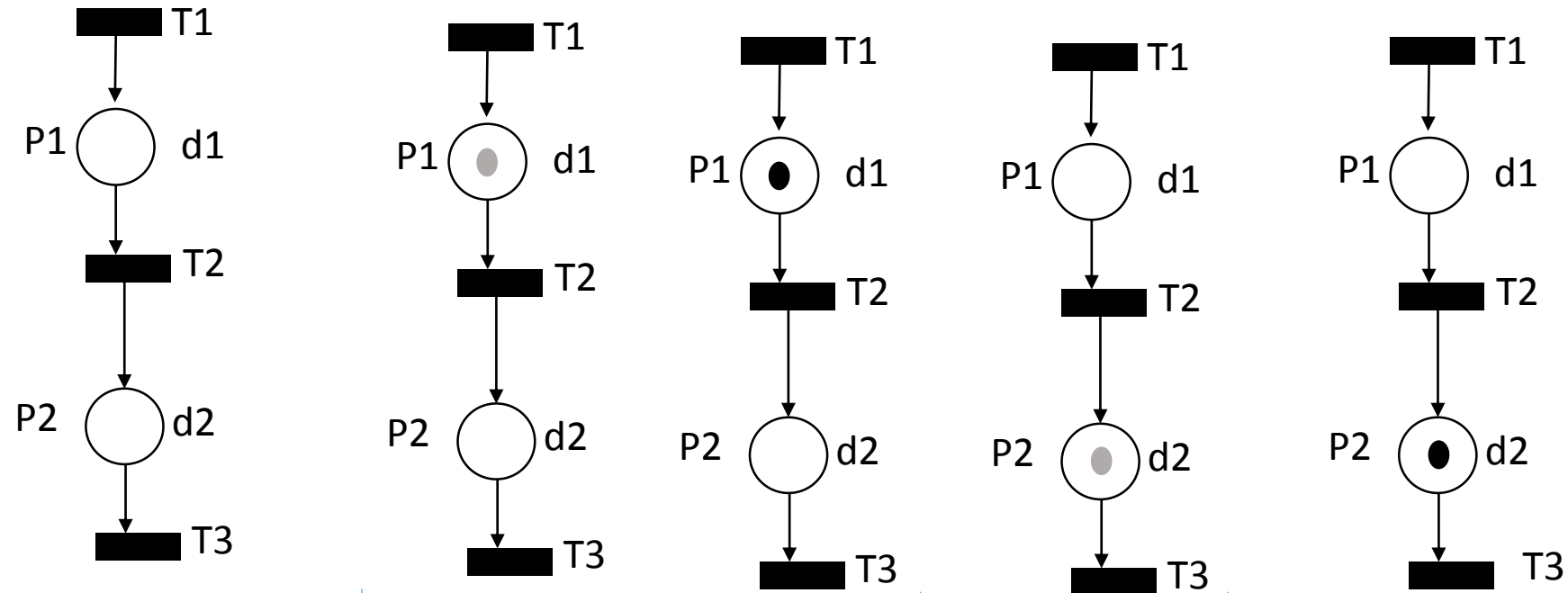
Et

Une nouvelle demande arrive

- RdPs temporisés
 - Décrire un système dont le fonctionnement dépend du temps
 - Ex: Une durée entre le début de l'opération et sa fin
- Deux types
 - P-temporisé: temporisation liée aux places
 - T-temporisé: temporisation liée aux transitions

- RdPs P-temporisés
 - Lorsqu'un jeton se trouve dans une place P_i , il y reste au moins pendant un temps **di**
 - Le jeton est donc indisponible pendant une période d_i après le franchissement d'une transition
 - Après l'écoulement de cette durée, il devient disponible pour les transitions suivantes

- RdPs P-temporisés

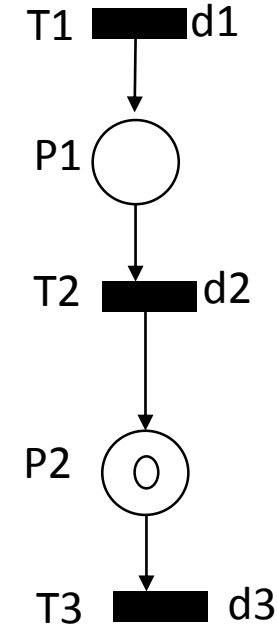
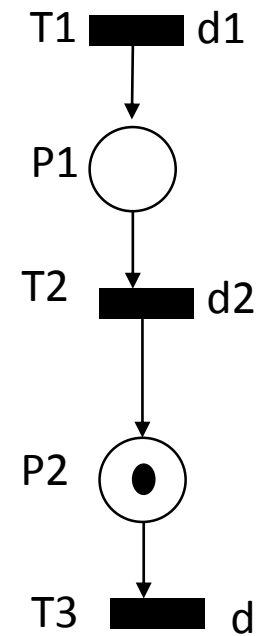
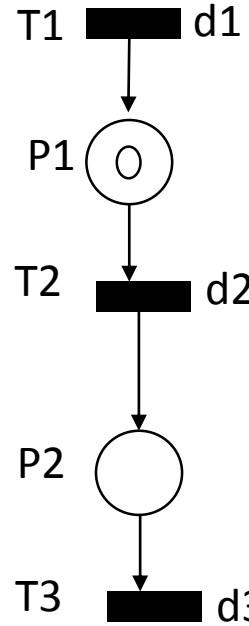
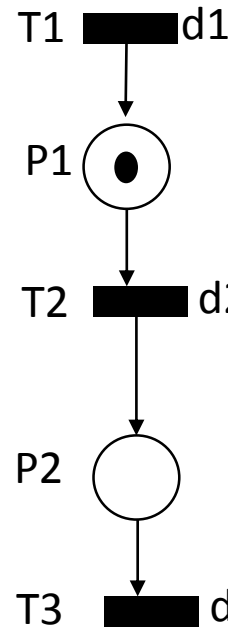
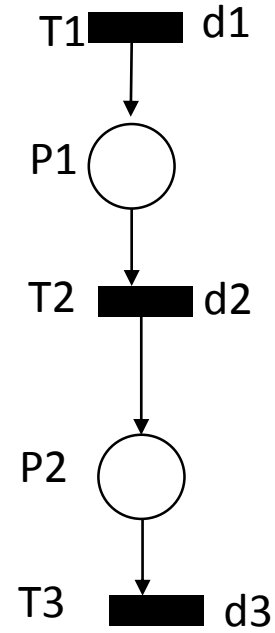


Lorsqu'un jeton se trouve dans une place P_i , il y reste **au moins** pendant un temps d_i

Il y a un temps d'attente arbitraire entre la disponibilité du jeton et le franchissement de la transition

- RdPs T-temporisés
 - Un jeton peut être soit:
 - Réservé pour le franchissement d'une transition T_i (pour une durée d_i)
 - Non réservé

- RdPs T-temporisés



○ Jeton réservé
● Jeton non réservé

Franchissement de T1

0

x1

Franchissement de T2

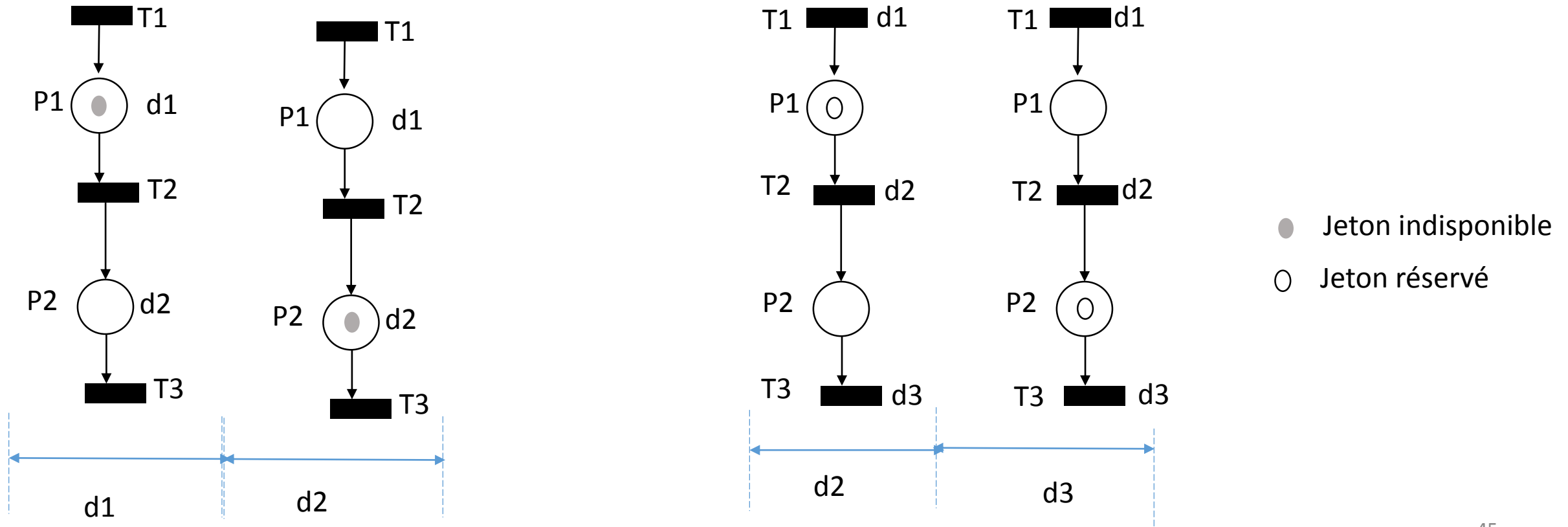
0

x2

Le jeton est réservé pour T2

Il y a un temps d'attente arbitraire avant de réserver un jeton pour une transition franchissable

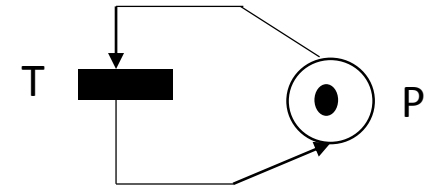
- RdPs temporisés à vitesse maximale
 - Dès qu'une transition est validée, elle est franchie (pas de temps d'attente)
 - Pour les réseaux P-temporisés, dès qu'un jeton est disponible, la transition de sortie est franchie
 - Pour les réseaux T-temporisés, dès qu'un jeton est placé dans une place, il est réservé par la transition de sortie



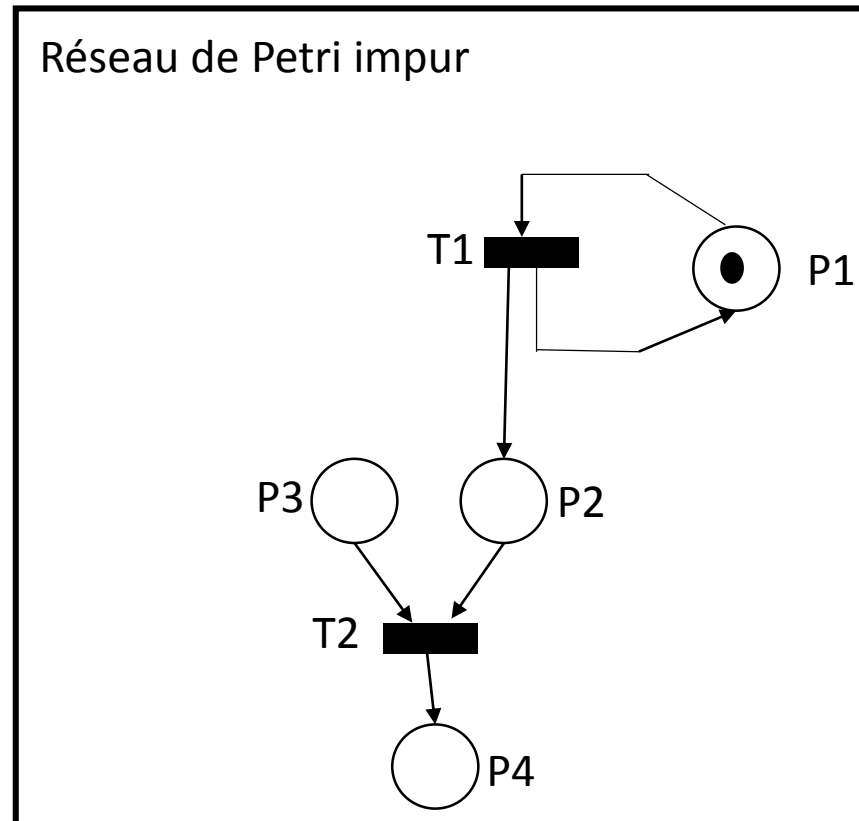
- RdP généralisé
- RdP à capacité
- RdP à priorités
- RdP à arcs inhibiteurs
- RdP non autonome

- RdP pur/impur
- Graphe d'évènements
- Graphe d'états
- RdP avec/sans conflit
- RdP à choix libre
- RdP simple

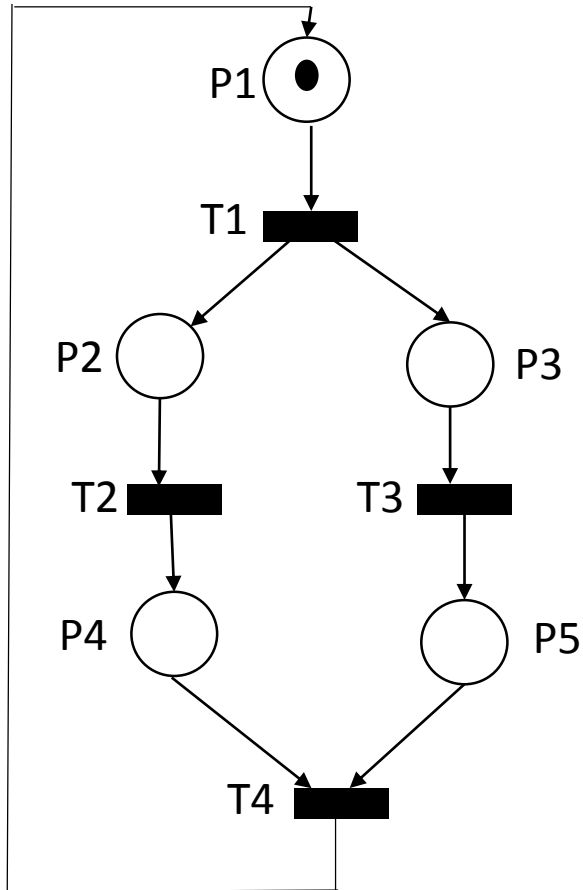
- RdP pur
 - Pas de boucle élémentaire (une place qui sert d'entrée et de sortie à une transition)
 - Sinon il est impur



Boucle élémentaire

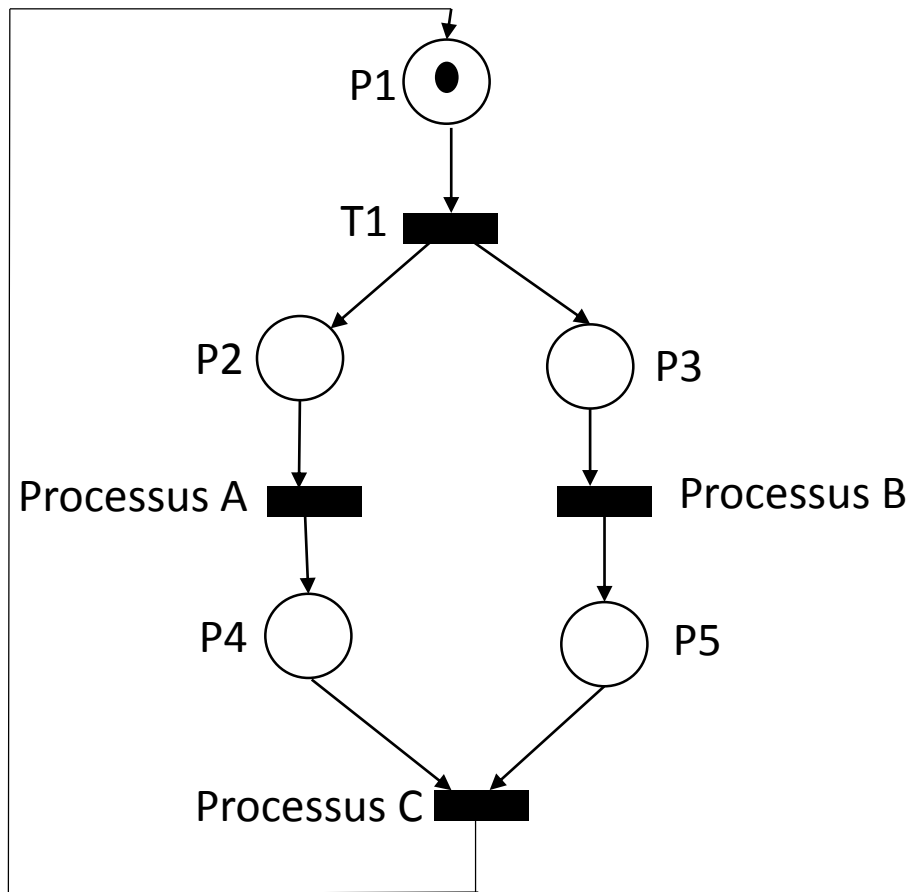


- C'est un RdP où:
 - Toute place a exactement 1 transition d'entrée et 1 transition de sortie.
- ➔ Donc pas de divergence ou convergence en OU.

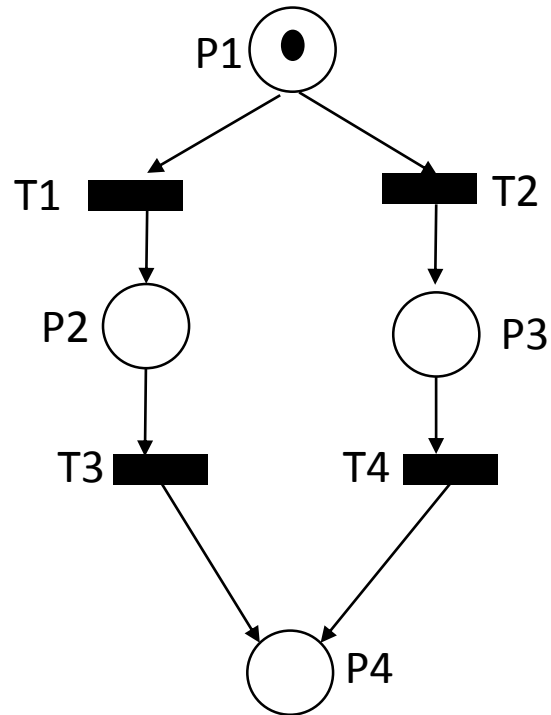


- Éléments structurels possibles:
 - Transferts,
 - Divergence en ET
 - Convergence en ET

- Exemple
 - Lancer deux processus A et B en parallèle. Lancer le processus C et boucler.

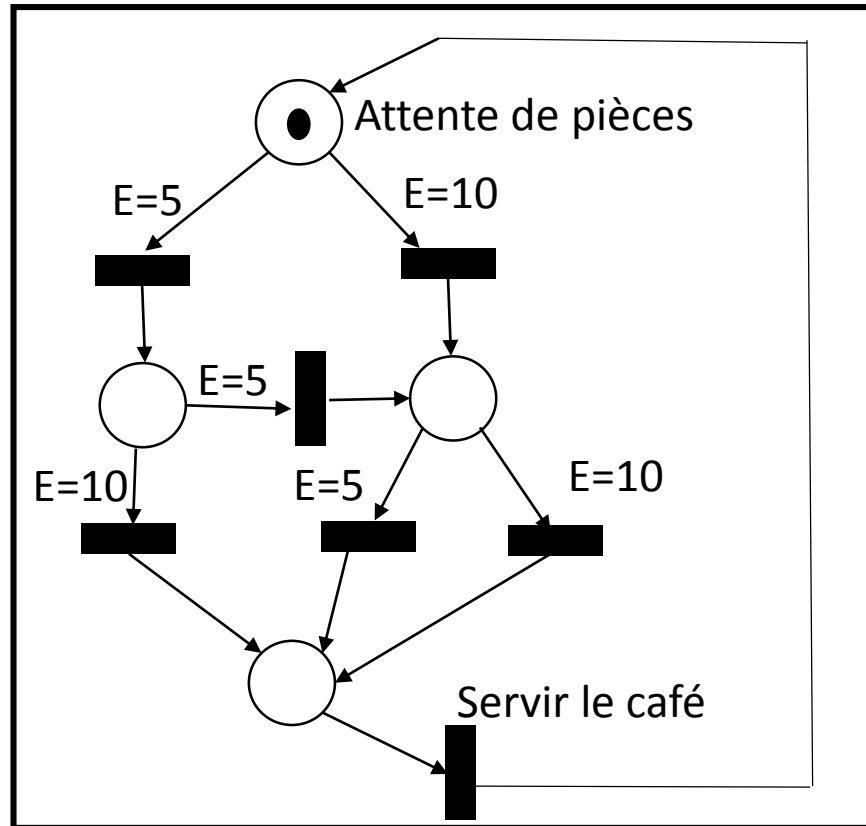


- C'est un RdP où:
 - Toutes les transitions ont 1 place d'entrée et une place de sortie.
- ➔ Donc pas de divergence ou convergence en ET.

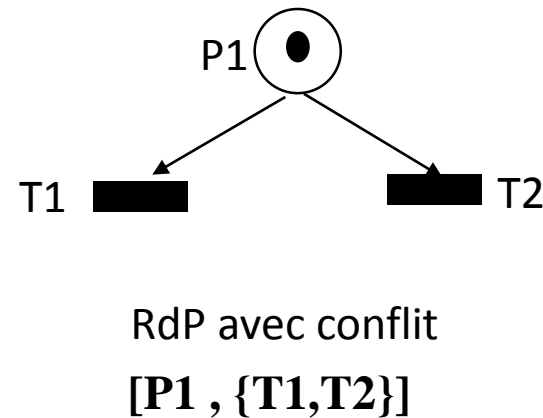
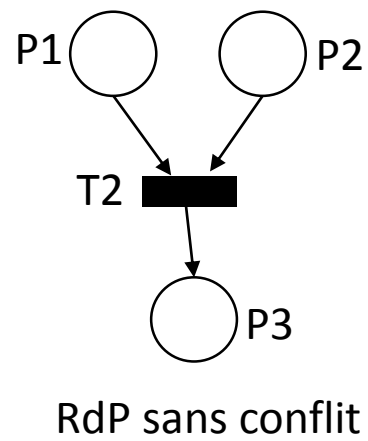


- Éléments structurels possibles:
 - Transferts,
 - Divergence en OU
 - Convergence en OU

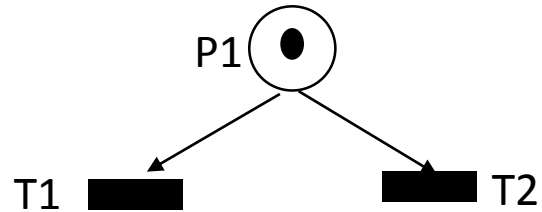
- Exemple: Distributeur de café



- Un RdP sans conflit est un RdP qui ne contient pas de divergence en OU
- Le conflit vient du fait qu'on doit **choisir une des transitions de sortie**
- Un conflit est noté: $[P_i, \{T_1, T_2, \dots, T_n\}]$; avec T_1, T_2, \dots, T_n étant les transitions de sorties de la place P_i .



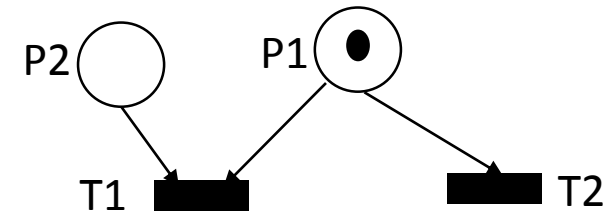
- Un RdP est à choix libre est un réseau dans lequel pour tout **conflit** $[P_i, \{T_1, T_2, \dots, T_n\}]$ aucune des transitions T_1, T_2, \dots, T_n ne possède aucune autre place d'entrée que P_i .



RdP avec conflit à choix libre

Le choix ne dépend que de la place d'entrée du conflit

→ choix libre



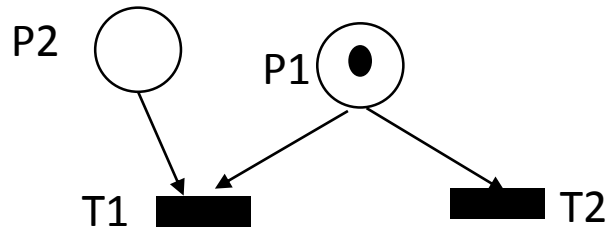
RdP avec conflit sans choix libre

Le choix dépend en plus d'une ou plusieurs autres places

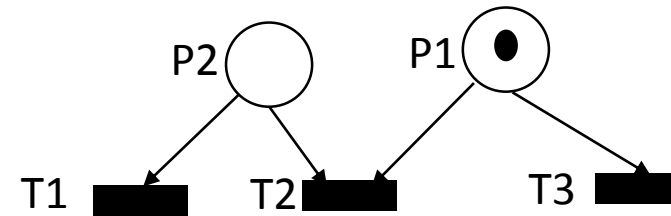
→ le choix n'est pas libre

- Attention: Si le RdP est sans conflit, il est à choix libre par défaut

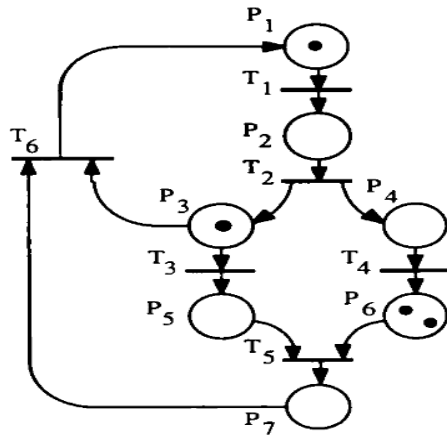
- Un RdP simple est un RdP dans lequel chaque transition ne peut être concernée que par un conflit au plus.



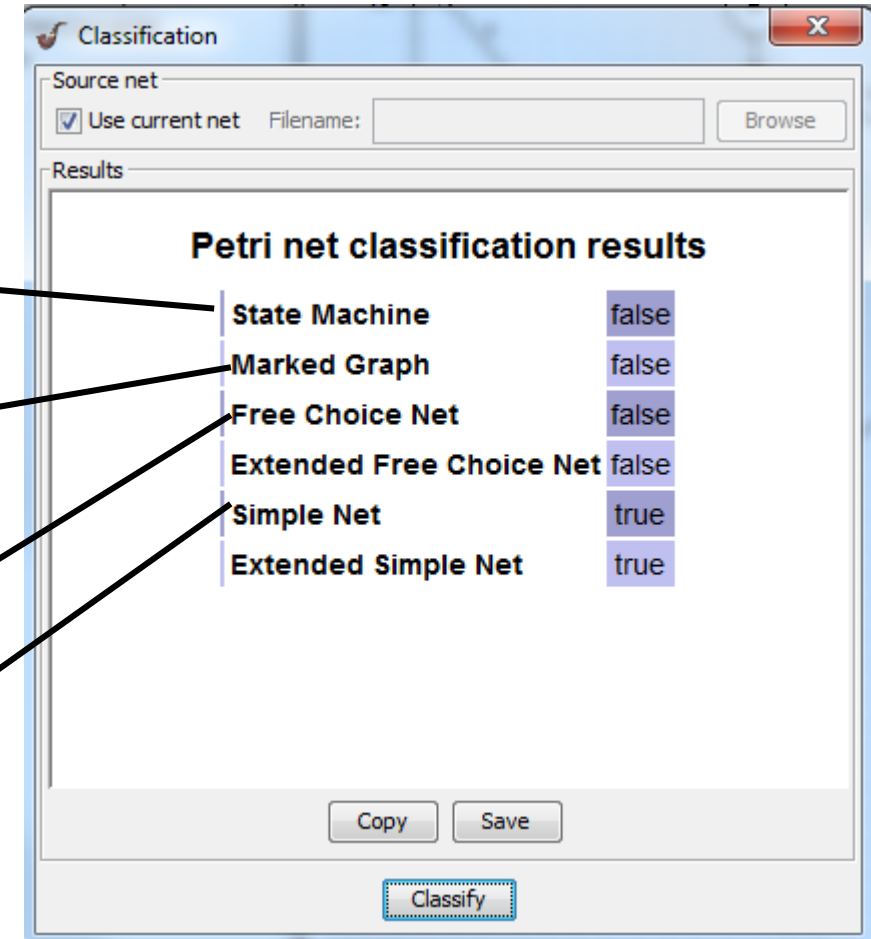
- avec conflit** ($[P1, \{T1, T2\}]$)
- sans choix libre** (T1 a deux places d'entrée)
- Simple** (T1 et T2 ne sont concernées que par un seul conflit)



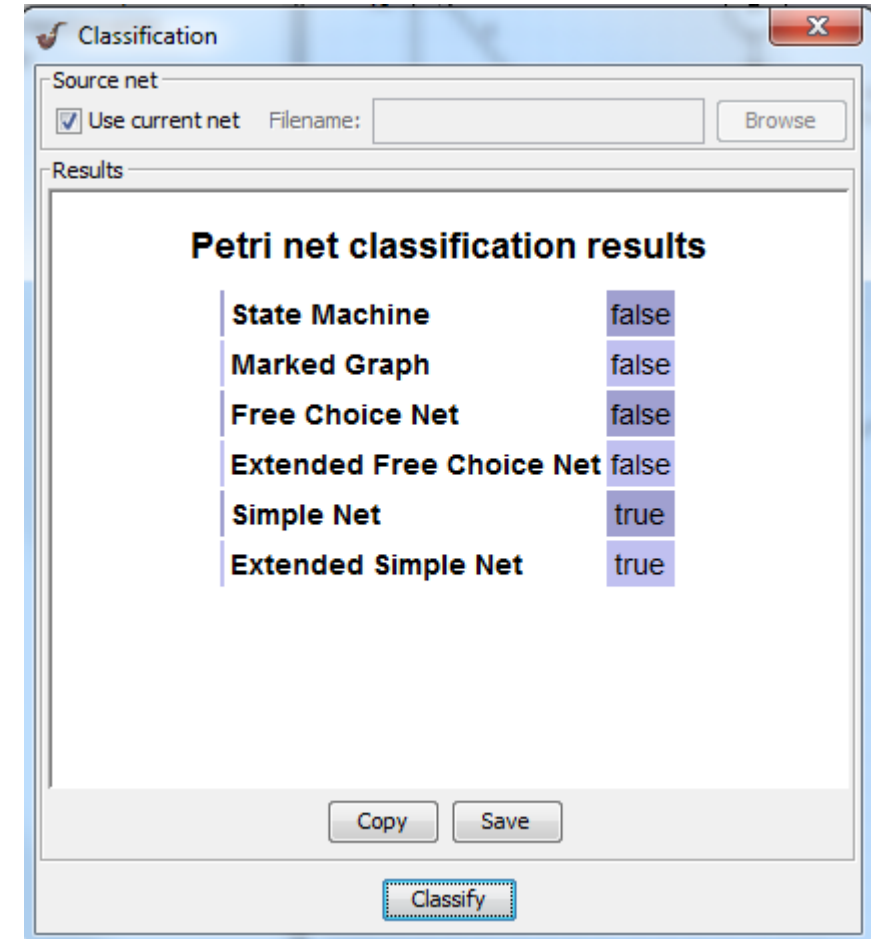
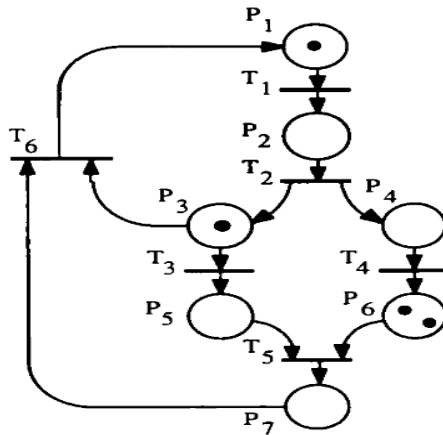
- avec conflit** ($[P1, \{T2, T3\}]$ et $[P2, \{T1, T2\}]$)
- sans choix libre** (T2 a deux places d'entrée)
- Non simple** (T2 est concernée par deux conflits)

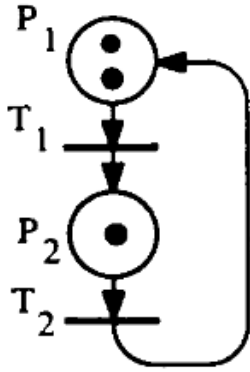


Graphe d'états	Non (Divergence/convergence en ET: T2, T5, T6)
Graphe d'évènements	Non (Divergence en OU: P3)
Sans conflit	Non (conflit: [P3,{T3,T6}])
A choix libre	Non (T6 du conflit [P3,{T3,T6}] a aussi P7 en entrée)
Simple	Oui (T3 et T6 participent à un seul conflit)
Pur	Oui (pas de boucles élémentaires)

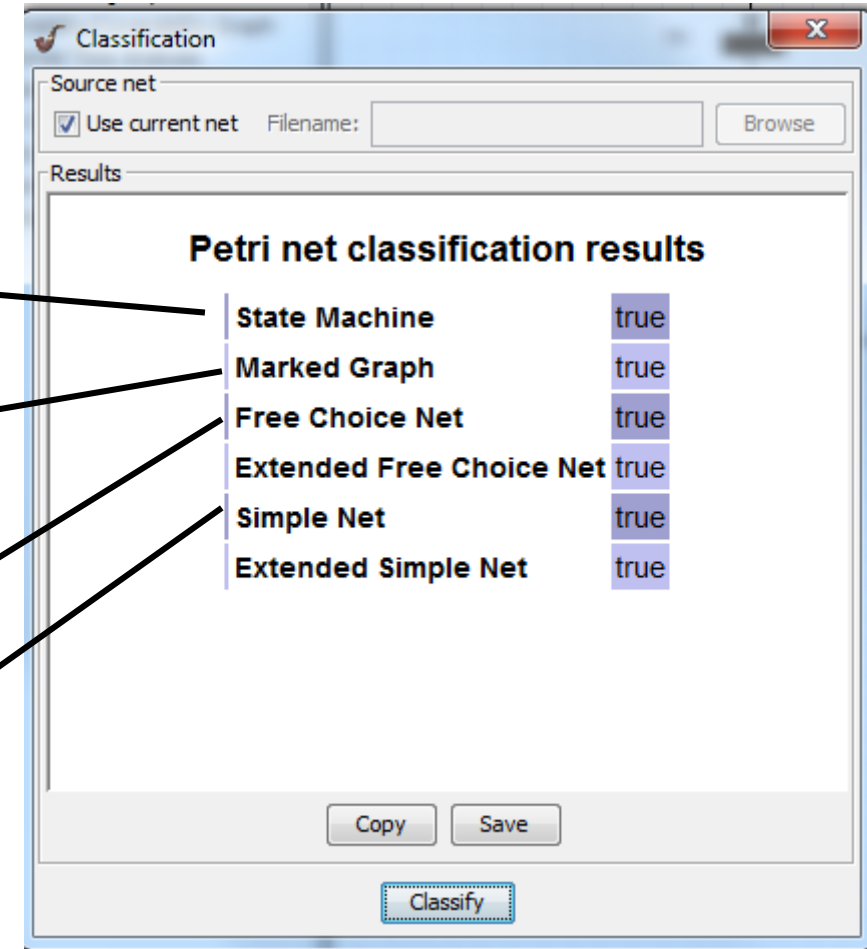


- Test sur l'outil (Exemple12.xml)

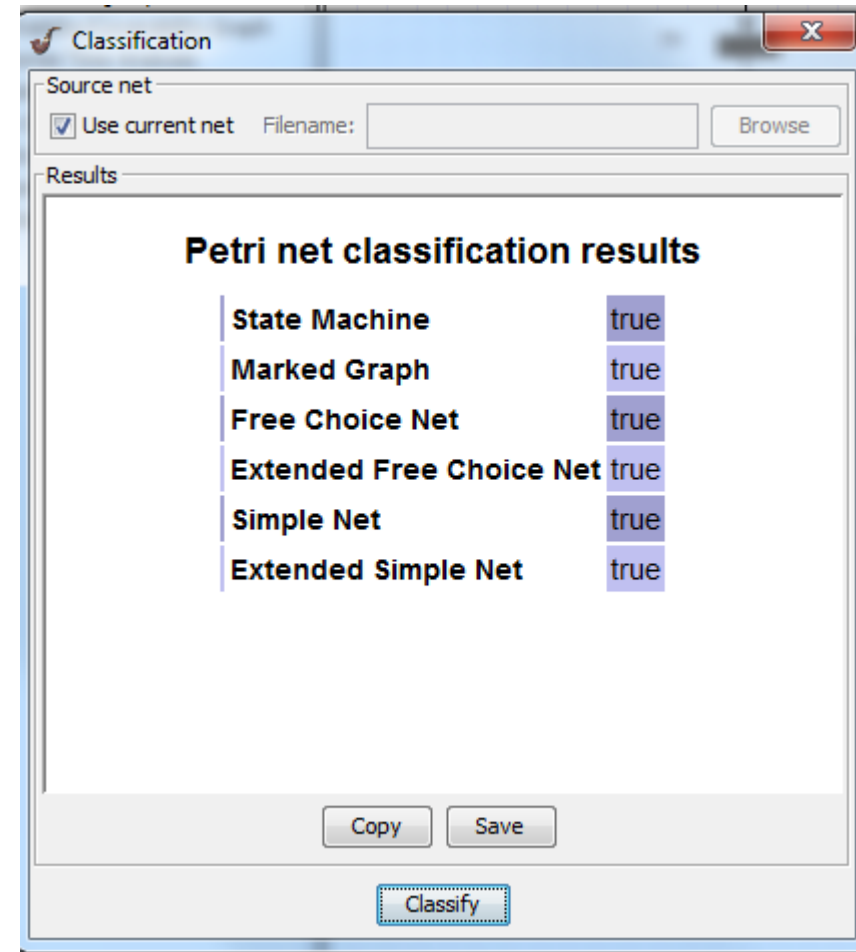
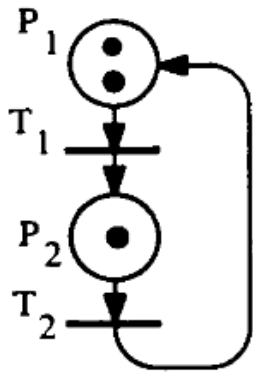


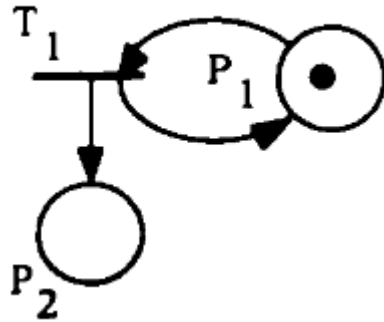


Graphe d'états	Oui (pas de Divergence/ convergence ET)
Graphe d'évènements	Oui (pas de Divergence/convergence en OU)
Sans conflit	Oui (pas de divergence en OU)
A choix libre	Oui (pas de conflit)
Simple	Oui (pas de conflit)
Pur	Oui (pas de boucles élémentaires)



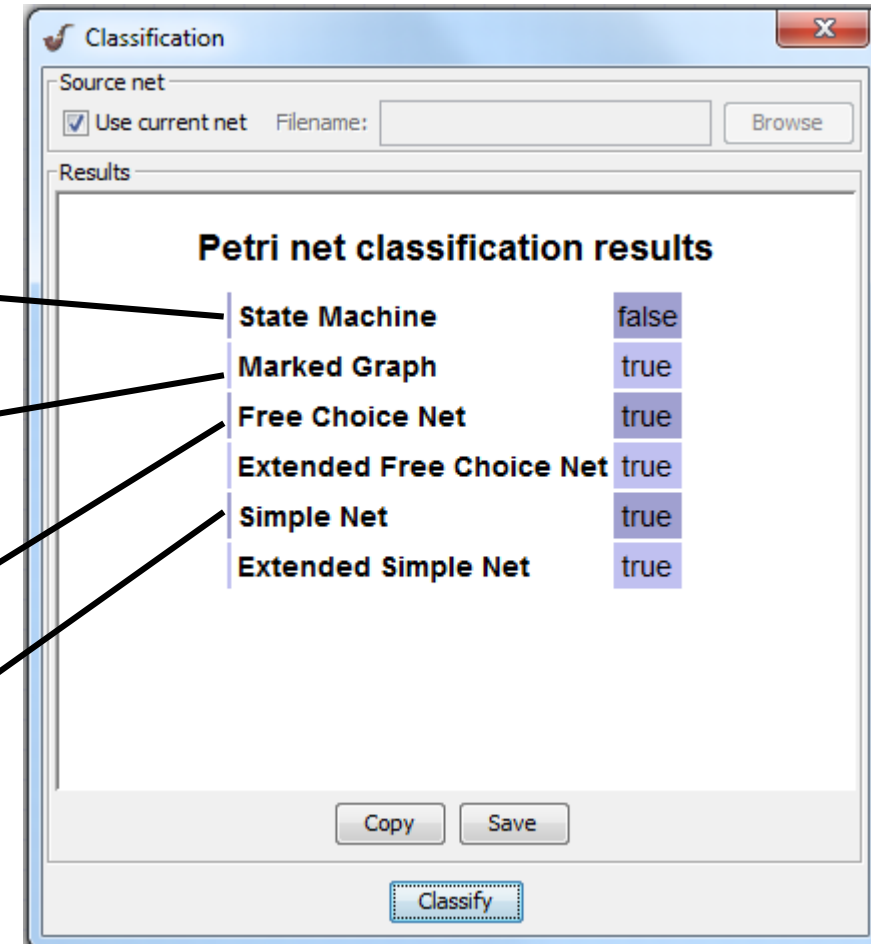
- Test sur l'outil (Exemple13.xml)





Dans l'outil, pour dire que c'est un graphe d'évènement, il suffit de ne pas avoir des divergences/convergences en OU

Graphe d'états	Non (Divergence en ET: T1)
Graphe d'évènements	Non (P2 n'a pas de transition de sortie)
Sans conflit	Oui (pas de divergence en OU)
A choix libre	Oui (pas de conflit)
Simple	Oui (pas de conflit)
Pur	Non (boucle élémentaire)



- Test sur l'outil (Exemple14.xml)

