



### Examen en Outils Formels

Date: 11/01/2026

#### **Exercice 01: 3 pts**

##### **Gestion d'un guichet de banque**

On souhaite modéliser le fonctionnement d'un guichet bancaire qui traite des clients arrivant dans une file d'attente. Le guichet ne peut servir qu'un client à la fois.

##### **Description du système**

Les clients arrivent aléatoirement et se placent dans la file d'attente.

Le guichet fonctionne selon les règles suivantes :

##### **1. File d'attente**

Chaque client qui arrive se place dans la file.

Tant qu'un client n'est pas en cours de service, il reste en attente.

##### **2. Guichet / Service**

Le guichet ne peut servir qu'un seul client à la fois.

Lorsqu'il est libre, il prend le premier client de la file.

Une fois le service terminé, le guichet redevient libre.

**Question : spécifiez le système en termes de réseaux de Petri.**

#### **Exercice 02: 6 pts**

On souhaite spécifier en Z un système de gestion d'un parking permettant de contrôler les entrées et sorties de voitures. Le parking possède une **capacité maximale** et ne peut jamais contenir plus de voitures que cette capacité. Chaque voiture est identifiée par une **immatriculation** (un élément d'un ensemble donné VOITURE). Le système doit gérer et contrôler les opérations suivantes :

##### **1. État du système**

Le système doit mémoriser :

- L'ensemble des voitures actuellement dans le parking,
- La capacité maximale du parking (un entier naturel strictement positif).

##### **2. Opérations du système**

Vous devez spécifier les opérations suivantes en Z :

##### **✓ENTREE(parking) :**

Permet l'entrée d'une voiture dans le parking. Conditions :

- La voiture ne doit pas déjà être présente,
- Le parking ne doit pas être plein (nombre de voitures < capacité).

Effets :

La voiture est ajoutée à l'ensemble des voitures présentes.

##### **✓SORTIE(parking) :**

Permet la sortie de la voiture du parking. Conditions :

- La voiture doit être présente dans le parking.

Effets :

La voiture est retirée de l'ensemble.

✓***EST\_PRESENTE*** :

*Opération de consultation indiquant si la voiture voit se trouve dans le parking ou non.*

✓***NB\_PLACES\_LIBRES***

*Renvoie le nombre de places encore disponibles (capacité – cardinal du parking).*

**3. Propriétés attendues**

*Votre spécification doit garantir :*

*Invariant :*

$\#voitures \leq capacite$

*Sécurité :*

*Aucune voiture ne peut entrer si le parking est plein ou si elle y est déjà.*

**Question : Donnez la spécification Z de ce système.**

**Exercice 03: 6 pts**

**Feux tricolores à un carrefour**

*Contexte : Deux routes croisées, une seule peut avoir le feu vert à la fois.*

*Objectif :*

*Modéliser deux feux (FeuRouteA, FeuRouteB) en alternance.*

*Ajouter des voitures qui respectent les feux.*

**Question 01 : Donnez la spécification Promela de ce système.**

**Question 02 : À vérifier :**

*Sûreté : Pas deux feux verts en même temps.*

**Exercice 04: 5 pts**

*Soit le théorème suivant :  $\forall n, m \in \mathbb{N} : n + m = m + n$ .*

**Question : Ecrire une preuve Coq de ce théorème (en d'autre terme montrer que l'opération + est commutative).**

*Bon courage*