

# Systeme de controle du trafic d'une ligne de metro

## Dossier de tests

Tests – NI557/STL/M2/INFO/UPMC

Action	Date	Auteur	Statut
Création	05/03/2012	P.Manoury	En cours

## 1 Description et exigences fonctionnelles

Des paragraphes **Description générale** et **Exigences fonctionnelles** du document de spécification, nous isolons et nommons les points suivants que nous présentons dans un tableau des descriptions et un tableau des exigences.

D1	Un capteur actif est interprété comme la demande de pénétrer sur le tronçon.
Ex1	Lorsqu'un tronçon est libéré, son signal peut être positionné à «ouvert».
Ex2	Lorsqu'un tronçon est occupé, son signal doit être positionné à «fermé».
Ex3	Lorsqu'un capteur actif signale l'approche d'un train vers un signal fermé, l'alerte doit être activée.
Ex4	Lorsqu'une alerte est active, toutes les alertes des tronçons connexes précédents dont le capteur est actif doivent être activées.

**Remarque 1** la spécification des exigences fonctionnelles n'évoque pas l'état des capteurs alors que l'algorithme proposé désactive effectivement un capteur (ligne 7). Il en va de même pour les alarmes (ligne 3).

De cette remarque, nous inférons les deux exigences de fonctionnement suivantes :

Ex1bis	Lorsqu'un tronçon est libéré, son capteur peut devenir passif.
Ex1ter	Lorsqu'un tronçon est libéré, son alarme peut être désactivée.

### 1.1 Sécurité

Il convient de nommer les attendus de sécurité :

<b>HS</b>	Hypothèse de sécurité	Aucun train ne peut pénétrer sur un tronçon dont l'alerte est active.
<b>PS</b>	Propriété de sécurité	Il y a au plus un train sur chaque tronçon.
<b>IS</b>	Invariant de sécurité	Lorsque le signal est ouvert, aucun train n'est présent sur le tronçon.

**Remarque 2** l'invariant de sécurité exige uniquement que «lorsque le signal est ouvert, aucun train n'est présent sur le tronçon». La réciproque est donnée par l'exigence Ex2.

**Remarque 3** rien n'indique que lorsque la capteur est actif, un train est présent sur le tronçon précédent.

## 2 Données

L'équipement d'un tronçon est codé par un triplet de booléens (0 ou 1). Le premier représente l'état du capteur, le second, l'état du signal, le dernier, l'état de l'alerte. La signification des valeurs booléenne est donnée dans le tableau suivant

capteur		signal		alerte	
actif	passif	ouvert	fermé	active	inactive
1	0	1	0	1	0

Un triplet est simplement noté comme un mot de 3 chiffres. Par exemple, l'état d'un tronçon libre est : 010. On fixe la taille de la ligne étudiée à 7 tronçons. La donnée d'entrée du système, est un vecteur de 7 mots binaires (de longueur 3). La sortie du système est également un vecteur de 7 mots binaires (de longueur 3).

**Combinatoire** il y a 8 combinaisons possibles des trois données d'un tronçon. Le tableau ci-dessous en donne les interprétations, compte tenu de la description générale du système, des exigences de fonctionnements et des attendus (HS, PS, IS) de sécurité (dernière colonne) :

csa	Interprétation	
000	le tronçon est occupé	Ex2
100	un train demande à pénétrer sur le tronçon et le tronçon est occupé	D1, Ex2
010	le tronçon est libre IS/Ex1	
001	le tronçon est occupé et l'alarme est active mais aucun train ne demande à y pénétrer	<b>HSL</b>
110	le tronçon est libre et un train demande à y pénétrer	IS/Ex1, D1
101	le tronçon est occupé, un train demande à pénétrer sur le tronçon et l'alarme est active	D1, Ex2, Ex3
011	le tronçon est libre, aucun train demande à pénétrer sur le tronçon mais l'alarme est active	<b>HLF</b>
111	le tronçon est libre, un train demande à pénétrer sur le tronçon mais l'alarme est active	<b>HLF</b>

Le sigle **HLF** en dernière colonne signale une situation *hors limite fonctionnelle*.

## 3 Couverture fonctionnelle

### 3.1 Scénarios

#### Aucun train n'est présent sur la ligne

Sc0 aucun train n'est présent sur la ligne : tous les capteurs sont inactifs, tous les signaux sont ouverts, toutes les alertes sont inactives.

### **Un seul train est présent sur la ligne**

Sc1.0 Un train qui occupe le tronçon 3 ne demande rien.

Sc1.1 Un train qui occupe le tronçon 3 demande le passage au tronçon 4 et le signal du tronçon 4 est ouvert (Ex1 et Ex2).

Sc1.2 Un train qui occupe le tronçon 3 demande le passage au tronçon 4 et le signal du tronçon 4 est fermé (Ex3 et Ex4).

Sc1.3 Un train arrive sur le premier tronçon.

Sc1.4 Un train quitte sur le dernier tronçon.

### **Deux trains sont présents sur la ligne**

Sc2.1 Un train qui occupe le tronçon 3 demande le passage au tronçon 4 et le signal du tronçon 4 est ouvert ; un train qui occupe le tronçon 5 demande le passage au tronçon 6 et le signal du tronçon 6 est ouvert.

Sc2.2 Un train qui occupe le tronçon 3 demande le passage au tronçon 4 ; un train qui occupe le tronçon 4 demande le passage au tronçon 5 et le signal du tronçon 5 est ouvert. Ici, le signal du tronçon 4 est fermé.

Sc2.3 Un train qui occupe le tronçon 3 demande le passage au tronçon 4 ; un train est immobilisé sur le tronçon 5.

Sc2.4 Un train qui occupe le tronçon 4 demande le passage au tronçon 5 ; un train est immobilisé sur le tronçon 5 (Ex3).

Sc2.5 Un train qui occupe le tronçon 4 demande le passage au tronçon 5 ; un train occupe le tronçon 5 et demande le passage au tronçon 6 dont le signal est ouvert ; l'alerte du tronçon 5 est active (déblocage de la situation Sc2.3).

### **Trois trains sur la ligne**

Sc3.1 Un train est présent sur le tronçon 2 et demande le passage au tronçon 3 ; un train est présent sur le tronçon 3 et demande le passage au le tronçon 4 ; un train est immobilisé sur le tronçon 4 (Ex3/Ex4).

Sc3.2 Un train est présent sur le tronçon 2 mais ne demande pas le passage au tronçon 3 ; un train est présent sur le tronçon 3 et demande le passage au le tronçon 4 ; un train est immobilisé sur le tronçon 4 (Ex3/Ex4).

Sc3.3 Un train est présent sur le tronçon 2 et demande le passage au tronçon 3 dont l'alarme est active ; un train est présent sur le tronçon 3 et demande le passage au le tronçon 4 dont l'alarme est active ; un train est présent sur le tronçon 4 et demande la passage au tronçon 5 (déblocage Sc3.1)

Sc3.4 Un train est présent sur le tronçon 2 mais ne demande pas le passage au tronçon 3 ; un train est présent sur le tronçon 3 et demande le passage au le tronçon 4 dont l'alarme est active ; un train présent sur le tronçon 4 demande le passage au tronçon 5 qui est libre (déblocage Sc3.2, Ex1ter).

Sc3.5 Un train présent sur le tronçon 2 demande le passage au tronçon 3 qui est libre ; un train présent sur la tronçon 4 demande la passage au tronçon 5 ; un train est immobilisé sur la tronçon 5 (Ex3/Ex4 : disponibilité pour le train du tronçon 2)

### **Quatre trains sur la ligne**

Sc4.1 Un train présent sur le tronçon 2 demande le passage au tronçon 3 où un train est immobilisé ; un train présent sur le tronçon 5 demande le passage au tronçon 6 où un train est immobilisé.

Sc4.2 Un train présent sur le tronçon 2 demande le passage au tronçon 3 ; un train est présent sur le tronçon 3 avec alarme active et demande le passage au tronçon 4 qui est libre ; un train présent sur le tronçon 5 demande le passage au tronçon 6 ; un train est présent sur le tronçon 6 avec alarme active et demande le passage au tronçon 7 qui est libre (déblocage de Sc4.1).

Sc4.3 Un train présent sur le tronçon 2 demande le passage au tronçon 3 ; un train est présent sur le tronçon 3 avec alarme active et demande le passage au tronçon 4 qui est libre ; un train présent sur le tronçon 5 demande le passage au tronçon 6 qui est occupé et dont le signal d'alarme est actif (déblocage de Sc4.1 pour les tronçons 2 et 3 uniquement).

Sc4.4 Un train présent sur le tronçon 2 demande le passage au tronçon 3 ; un train est présent sur le tronçon 3 avec alarme active ; un train présent sur le tronçon 5 demande le passage au tronçon 6 ; un train est

présent sur le tronçon 6 avec alarme active et demande le passage au tronçon 7 qui est libre (déblocage de Sc4.1 pour les tronçon 5 et 6 uniquement).

### 3.2 Jeux de tests

On présente les jeux de tests dans le tableau suivant. La première colonne fait référence au scénario testé. À chaque scénario correspondent trois vecteurs placés les uns au dessus des autres. Le premier est le vecteur d'entrées, le second est le vecteur des sorties attendues et le troisième, laissé vide est le vecteur des sorties observées. La dernière colonne est destinée à recevoir le statut (OK/KO) du test.

#### Scénario 0

	1 csa	2 csa	3 csa	4 csa	5 csa	6 csa	7 csa	Statut
Sc0	010	010	010	010	010	010	010	
	010	010	010	010	010	010	010	

#### Scénarii 1

	1 csa	2 csa	3 csa	4 csa	5 csa	6 csa	7 csa	Statut
Sc1.0	010	010	<b>000</b>	010	010	010	010	
	010	010	<b>000</b>	010	010	010	010	
Sc1.1	010	010	<b>000</b>	<b>110</b>	010	010	010	
	010	010	<b>010</b>	<b>000</b>	010	010	010	
Sc1.2	010	010	<b>000</b>	<b>100</b>	010	010	010	
	010	010	<b>000</b>	<b>101</b>	010	010	010	
Sc1.3	<b>010</b>	010	010	010	010	010	010	
	<b>000</b>	010	010	010	010	010	010	
Sc1.4	010	010	010	010	010	010	<b>000</b>	
	010	010	010	010	010	010	<b>010</b>	

#### Scénarii 2

	1 csa	2 csa	3 csa	4 csa	5 csa	6 csa	7 csa	Statut
Sc2.1	010	010	<b>000</b>	<b>110</b>	<b>000</b>	<b>110</b>	010	
	010	010	<b>010</b>	<b>000</b>	<b>010</b>	<b>000</b>	010	
Sc2.2	010	010	<b>000</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	010	010	
	010	010	<b>010</b>	<b>000</b>	<b>000</b>	010	010	
Sc2.3	010	010	<b>000</b>	<b>110</b>	<b>000</b>	010	010	
	010	010	<b>010</b>	<b>000</b>	<b>000</b>	010	010	
Sc2.4	010	010	010	<b>000</b>	<b>100</b>	010	010	
	010	010	010	<b>000</b>	<b>101</b>	010	010	
Sc2.5	010	010	010	<b>000</b>	<b>101</b>	<b>110</b>	010	
	010	010	010	<b>010</b>	<b>000</b>	<b>000</b>	010	

### Scénarii 3

	1 csa	2 csa	3 csa	4 csa	5 csa	6 csa	7 csa	Statut
Sc3.1	010	<b>000</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	010	010	010	
	010	<b>000</b>	<b>101</b>	<b>101</b>	010	010	010	
Sc3.2	010	<b>000</b>	<b>000</b>	<b>100</b>	010	010	010	
	010	<b>000</b>	<b>000</b>	<b>101</b>	010	010	010	
Sc3.3	010	<b>000</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>110</b>	010	010	
	010	<b>010</b>	<b>000</b>	<b>000</b>	<b>000</b>	010	010	
Sc3.4	010	<b>000</b>	<b>000</b>	<b>101</b>	<b>110</b>	010	010	
	010	<b>000</b>	<b>010</b>	<b>000</b>	<b>000</b>	010	010	
Sc3.5	010	<b>000</b>	<b>110</b>	<b>000</b>	<b>100</b>	010	010	
	010	<b>010</b>	<b>000</b>	<b>010</b>	<b>101</b>	010	010	

### Scénarii 4

	1 csa	2 csa	3 csa	4 csa	5 csa	6 csa	7 csa	Statut
Sc4.1	010	<b>000</b>	<b>100</b>	010	<b>000</b>	<b>100</b>	010	
	010	<b>000</b>	<b>101</b>	010	<b>000</b>	<b>101</b>	010	
Sc4.2	010	<b>000</b>	<b>101</b>	<b>110</b>	<b>000</b>	<b>101</b>	<b>110</b>	
	010	<b>010</b>	<b>000</b>	<b>000</b>	<b>010</b>	<b>000</b>	<b>000</b>	
Sc4.3	010	<b>000</b>	<b>101</b>	<b>110</b>	<b>000</b>	<b>101</b>	010	
	010	<b>010</b>	<b>000</b>	<b>000</b>	<b>000</b>	<b>101</b>	010	
Sc4.4	010	<b>000</b>	<b>101</b>	010	<b>000</b>	<b>101</b>	<b>110</b>	
	010	<b>000</b>	<b>101</b>	010	<b>010</b>	<b>000</b>	<b>000</b>	

## 4 Couverture structurelle

L'exigence de couverture est maximale : décisions et conditions. On cherche la couverture des chemins.

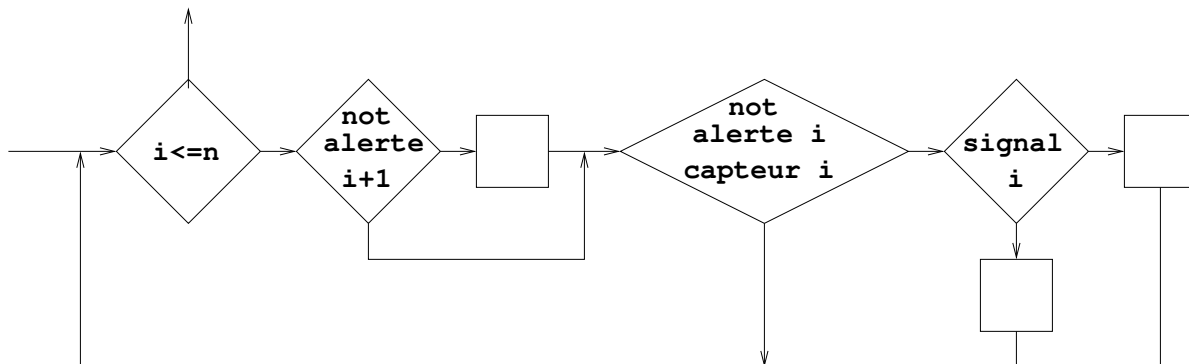


Schéma structurel du composant

### 4.1 Décisions et conditions

Les conditions et décisions sont données et nommées dans les deux tableaux suivants.

Conditions		Décisions	
C1	$i \leq n$	D1	C1
C2	l'alerte $i+1$ n'est pas active	D2	C2
C3	l'alerte $i$ n'est pas active	D3	C3 et C4
C4	le capteur $i$ est actif	D4	C5
C5	le signal $i$ est ouvert		

### 4.2 Jeu de tests

On considère une ligne à 3 tronçons qui permet d'observer les 2 cas extrêmes de la boucle ( $i=1$  et  $i=3$ ) et un cas nominal ( $i=2$ ). Pour chaque valeur de  $i$ , on cherche l'exhaustivité des distributions pour les décisions. Les jeux de tests sont présentés dans la tableau suivant. Les sorties des tests sont ici des vecteurs booléens. Pour chaque jeu d'entrées, une première ligne donne les sorties attendues ; la seconde recevra les sorties observées.

Pour désigner les conditions et décisions, on utilise les abréviations suivantes

- $A_i$  : pour l'alerte  $i$ ;
- $C_i$  : pour le capteur  $i$ ;
- $S_i$  : pour le signal  $i$ .

Les opérateurs booléens sont  $\neg$  pour la négation et  $\wedge$  pour le conjonction. La valeur vraie est notée T, la valeur faux est notée F et la valeur indéterminée est notée  $\perp$ .

i	Entrées			Conditions					Décisions				Statut
	csa1	csa2	csa3	C1 $i \leq 3$	C2 $\neg A_{i+1}$	C3 $\neg A_i$	C4 $C_i$	C5 $S_i$	D1 C1	D2 C2	D3 $C3 \wedge C4$	D4 C5	
1	110	010	010	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
1	110	001	010	T	F	T	T	T	T	F	T	T	
1	111	000	010	T	T	F	T	T	T	T	F	T	
1	010	000	010	T	T	T	F	T	T	T	F	T	
1	100	010	010	T	T	T	T	F	T	T	T	F	
2	110	110	010	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
2	110	110	011	T	F	T	T	T	T	F	T	T	
2	111	111	010	T	T	F	T	T	T	T	F	T	
2	010	010	010	T	T	T	F	T	T	T	F	T	
2	100	100	010	T	T	T	T	F	T	T	T	F	
3	110	110	110	T	$\perp$	T	T	T	T	T	T	T	
3	010	010	111	T	$\perp$	F	T	T	T	T	F	T	
3	010	010	010	T	$\perp$	T	F	T	T	T	F	T	
3	100	100	100	T	$\perp$	T	T	F	T	T	T	F	
4	$\perp$	$\perp$	$\perp$	F	$\perp$	$\perp$	$\perp$	$\perp$	F	$\perp$	$\perp$	$\perp$	