

Modélisation et analyse des SED modélisés par des réseaux de Petri colorés (RdPC)

Nous nous sommes proposés de présenter deux réalisations de ce projet.

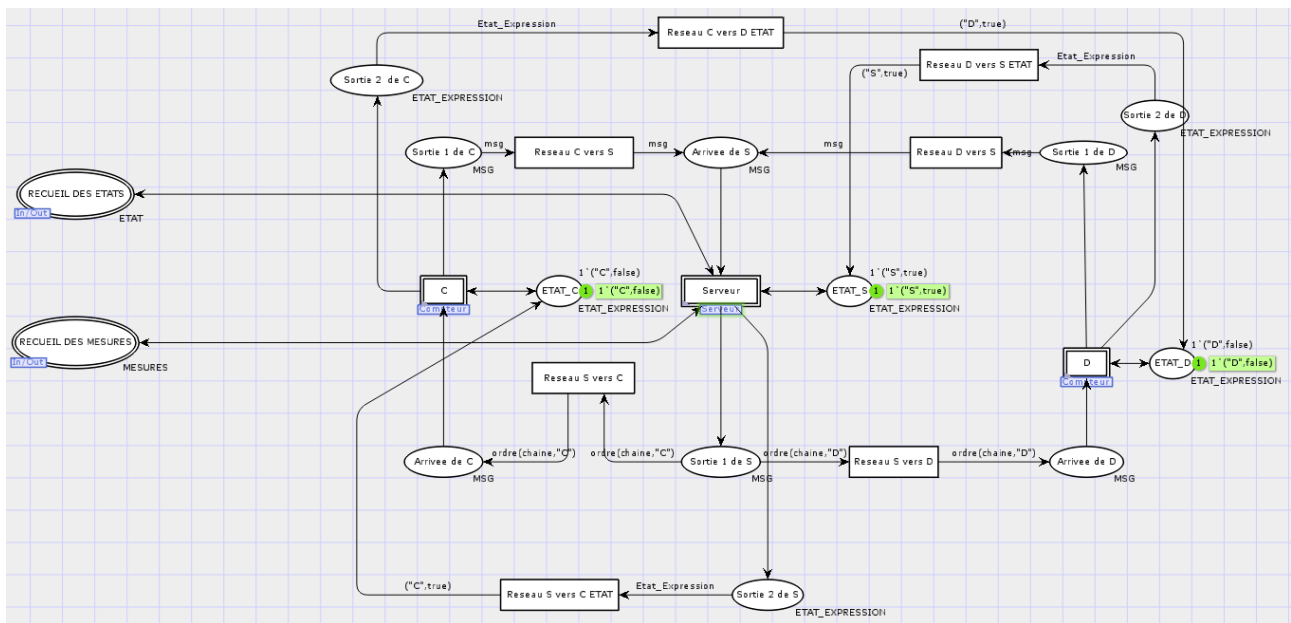
La première reprend en partie les mécanismes étudiés dans la première partie du Travail Pratique ("Ouvrons une connexion"), la deuxième est plus originale.

Nous aurions pu faire le choix de créer un protocole qui s'arrête quand il n'y a pas ou plus de mesures à relever, et de considérer cet état de blocage comme un état final de notre protocole, mais avons préféré faire entrer le modèle en régime "permanent" où, si le serveur ne trouve pas de mesures ni d'états du compteur à relever, il bouclerait sans bloquer.

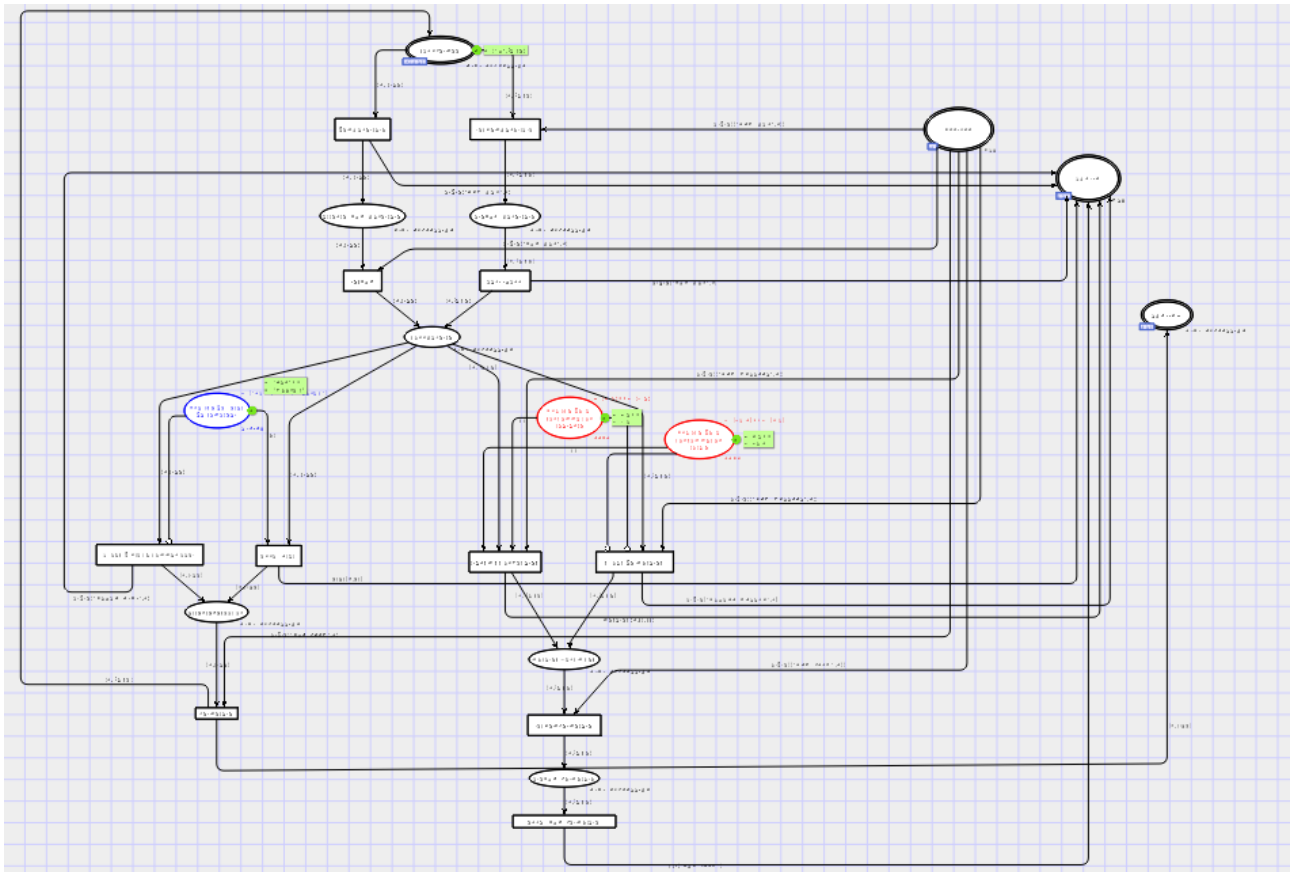
Dans la première réalisation, nous avons choisi de représenter ce système d'un serveur et de deux compteurs par deux instances de compteurs (éléments "C" et "D") liées à un serveur (élément "S"), qui contiendra en un bloc le déroulement séquentiel des transitions qu'il gère.

ETAT_EXPRESSION sera True si l'élément en question dirige les opérations (s'il est à son tour de s'exprimer), False sinon : S sera portera ainsi un True lors de la phase où il relève les mesures des compteurs, tandis que chacun des compteurs sera en True quand il sera en train d'exprimer son état.

Reseau_Global :



Compteur (1) et (2) :

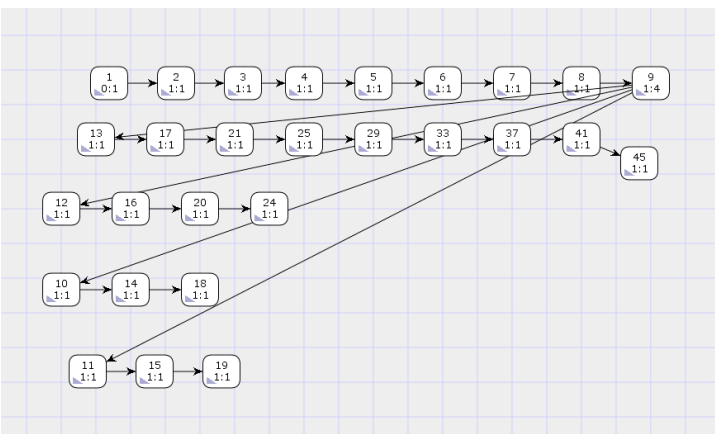
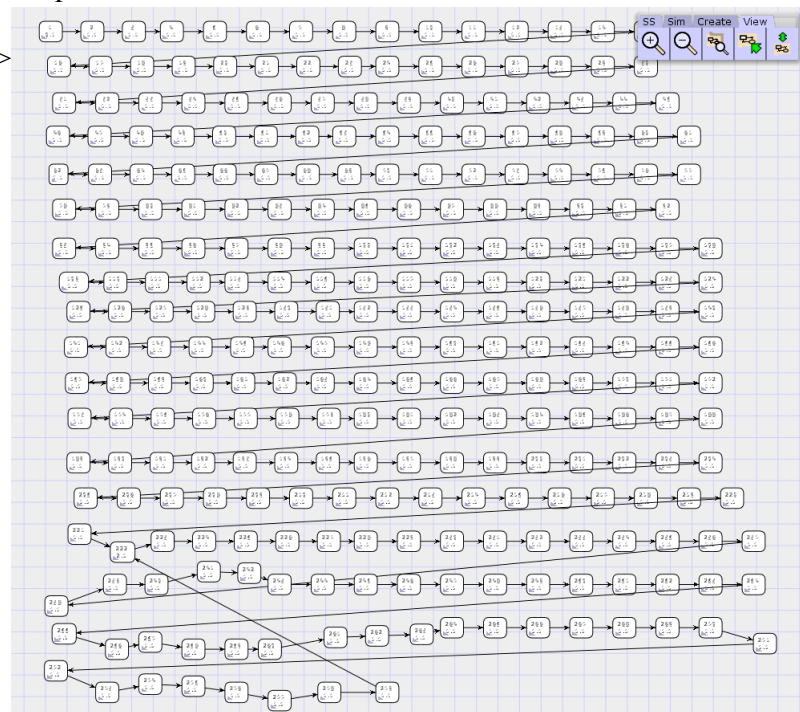


L'étude du rapport d'états nous permet de valider le fonctionnement de notre modèle et d'en étudier les propriétés.

Il est à noter que la représentation graphique en graphe de marquage diffère selon les données à relever. En simulant à partir d'un état initial avec quatre jetons "consommation courante" de **même** valeur, le graphe est linéaire jusqu'à atteindre le cycle. En y mettant deux jetons d'une valeur, deux d'une autre (idem pour "consommation totale" et "états"), le graphe se disperse rapidement en plusieurs ramifications, afin de recouvrir toutes les combinaisons de valeurs possibles. En effet, la place donnera aléatoirement un jeton de chaque valeur. Cette rapport a été généré en mettant plusieurs jetons relevant des mesures de valeurs différentes, et nous noterons les différences d'avec la simulation pour valeurs identiques.

Jetons de valeurs identiques =>

Jetons de deux valeurs différentes pour la consommation courante et la totale (donc quatre combinaisons) :



Statistics

En mettant quatre pièces de valeurs différentes, nous obtenons ici :

```
State Space
Nodes: 67491
Arcs: 71166
Secs: 221
Status: Full
```

```
Scc Graph
Nodes: 66978
Arcs: 70644
Secs: 6
```

La génération de l'espace d'états a été entière : pas de blocage là-dedans.

En mettant quatre pièces de valeurs identiques, nous obtenons ici :

```
State Space
Nodes: 279
Arcs: 279
Secs: 0
Status: Full
```

```
Scc Graph
Nodes: 222
Arcs: 221
Secs: 0
```

soit beaucoup moins de nœuds et d'arcs dans l'espace d'états. La taille de la composante fortement connexe ici (SCC Graph) permet de déterminer la « taille du cycle ».

Boundedness Properties

Best Integer Bounds

	Upper	Lower
Compteur'Analyse_de_l'etat_du_compteur 1	4	0
Compteur'Analyse_de_l'etat_du_compteur 2	4	0
Compteur'Analyse_de_la_consommation_courante 1	4	0
Compteur'Analyse_de_la_consommation_courante 2	4	0
Compteur'Analyse_de_la_consommation_totale 1	4	0
Compteur'Analyse_de_la_consommation_totale 2	4	0
Compteur'attenteReception 1	1	0
Compteur'attenteReception 2	1	0
Compteur'attente_ACK_Ouverture 1	1	0
Compteur'attente_ACK_Ouverture 2	1	0

Compteur'connOuverte	1	1	0
Compteur'connOuverte	2	1	0
Compteur'mesuresTransmises	1	1	0
Compteur'mesuresTransmises	2	1	0
Compteur'preACK_Fermeture	1	1	0
Compteur'preACK_Fermeture	2	1	0
Compteur'preACK_Ouverture	1	1	0
Compteur'preACK_Ouverture	2	1	0
Serveur'Attente_ACK_Fermeture	1	1	0
Serveur'Attente_ACK_Fermeture_D	1	1	0
Serveur'Attente_ACK_Ouverture_C	1	1	0
Serveur'ConnOuverte_C	1	1	0
Serveur'ConnOuverte_D	1	1	0
Serveur'Fermer_C	1	1	0
Serveur'Fermer_D	1	1	0
Serveur'attente_ACK_Ouverture_D	1	1	0
Serveur'attente_Mesures_C	1	1	0
Serveur'attente_Mesures_D	1	1	0
Serveur'preACK_Ouverture_C	1	1	0
Serveur'preACK_Ouverture_D	1	1	0
reseauGlobal'Arrivee_de_C	1	1	0
reseauGlobal'Arrivee_de_D	1	1	0
reseauGlobal'Arrivee_de_S	1	1	0
reseauGlobal'ETAT_C	1	1	0
reseauGlobal'ETAT_D	1	1	0
reseauGlobal'ETAT_S	1	1	0
reseauGlobal'RECUEIL_DES_ETATS	1	8	0
reseauGlobal'RECUEIL_DES_MESURES	1	8	0
reseauGlobal'Sortie_1_de_C	1	1	0
reseauGlobal'Sortie_1_de_D	1	1	0
reseauGlobal'Sortie_1_de_S	1	1	0
reseauGlobal'Sortie_2_de_C	1	1	0
reseauGlobal'Sortie_2_de_D	1	1	0
reseauGlobal'Sortie_2_de_S	1	1	0

Il n'y a pas de places bornées à zéro. Cette propriété nous rassure sur l'efficacité de notre modèle : des places bornées à zéro ne seraient jamais utilisées et nous aurions donc modélisé des cas impossibles. Nous partons dans notre simulation avec quatre valeurs pour les mesures et quatre pour les états. Il est à noter qu'il convient de remettre la simulation dans l'état initial avant de générer le rapport d'états, au risque de voir CPN Tools déterminer des propriétés de bornitude faussées : en effet, les marquages correspondant à la position initiale (avec tous les jetons de mesures dans leur position initiale, dans les compteurs) sont des marquages inatteignables par la suite et en générant le rapport après avoir simulé le vidage de ces places on les verrait bornées à 0 dans le rapport.

```
Best Upper Multi-set Bounds
Compteur'Analyse_de_1'etat_du_compteur 1
2`"Bon"++
2`"Mauvais"
Compteur'Analyse_de_1'etat_du_compteur 2
2`"Bon"++
2`"Mauvais"
Compteur'Analyse_de_la_consommation_courante 1
2`2.5++
2`7.0
Compteur'Analyse_de_la_consommation_courante 2
2`2.5++
2`7.0
Compteur'Analyse_de_la_consommation_totale 1
2`4.3++
2`20.4
Compteur'Analyse_de_la_consommation_totale 2
2`4.3++
2`20.4
Compteur'attenteReception 1
1`("C",true)
Compteur'attenteReception 2
1`("D",true)
Compteur'attente_ACK_Ouverture 1
1`("C",true)
Compteur'attente_ACK_Ouverture 2
1`("D",true)
Compteur'connOuverte 1
1`("C",false)++
1`("C",true)
Compteur'connOuverte 2
1`("D",false)++
1`("D",true)
Compteur'mesuresTransmises 1
1`("C",false)
Compteur'mesuresTransmises 2
1`("D",false)
Compteur'preACK_Fermeture 1
1`("C",false)
Compteur'preACK_Fermeture 2
1`("D",false)
Compteur'preACK_Ouverture 1
1`("C",false)
Compteur'preACK_Ouverture 2
1`("D",false)
Serveur'Attente_ACK_Fermeture 1
1`("S",true)
```

```

    Serveur'Attente_ACK_Fermeture_D 1
        1`("S",true)
    Serveur'Attente_ACK_Ouverture_C 1
        1`("S",true)
    Serveur'ConnOuverte_C 1
        1`("S",false)++
1`("S",true)
    Serveur'ConnOuverte_D 1
        1`("D",false)++
1`("S",true)
    Serveur'Fermer_C 1 1`("S",true)
    Serveur'Fermer_D 1 1`("S",true)
    Serveur'attente_ACK_Ouverture_D 1
        1`("S",true)
    Serveur'attente_Mesures_C 1
        1`("S",true)
    Serveur'attente_Mesures_D 1
        1`("S",true)
    Serveur'preACK_Ouverture_C 1
        1`("S",false)
    Serveur'preACK_Ouverture_D 1
        1`("D",false)
    reseauGlobal'Arrivee_de_C 1
        1`ordre(("ACK_FERM","C"))++
1`ordre(("ACK_OUV","C"))++
1`ordre(("DEM_FERM","C"))++
1`ordre(("DEM_MESURES","C"))++
1`ordre(("DEM_OUV","C"))
    reseauGlobal'Arrivee_de_D 1
        1`ordre(("ACK_FERM","D"))++
1`ordre(("ACK_OUV","D"))++
1`ordre(("DEM_FERM","D"))++
1`ordre(("DEM_MESURES","D"))++
1`ordre(("DEM_OUV","D"))
    reseauGlobal'Arrivee_de_S 1
        1`str("ACK_FERM")++
1`ordre(("ACK_OUV","C"))++
1`ordre(("ACK_OUV","D"))++
1`ordre(("AUCUNE_MESURE","C"))++
1`ordre(("AUCUNE_MESURE","D"))++
1`ordre(("AUCUN_ETAT","C"))++
1`ordre(("AUCUN_ETAT","D"))++
1`ordre(("DEM_OUV","C"))++
1`ordre(("DEM_OUV","D"))++
1`mesures(("C",4.3,2.5))++
1`mesures(("C",4.3,7.0))++
1`mesures(("C",20.4,2.5))++
1`mesures(("C",20.4,7.0))++
1`mesures(("D",4.3,2.5))++
1`mesures(("D",4.3,7.0))++
1`mesures(("D",20.4,2.5))++
1`mesures(("D",20.4,7.0))++
1`etat(("C","Bon"))++
1`etat(("C","Mauvais"))++
1`etat(("D","Bon"))++
1`etat(("D","Mauvais"))
    reseauGlobal'ETAT_C 1
        1`("C",false)++

```

```

1`("C",true)
    reseauGlobal'ETAT_D 1
    1`("D",false)++
1`("D",true)
    reseauGlobal'ETAT_S 1
    1`("S",false)++
1`("S",true)
    reseauGlobal'RECUEIL_DES_ETATS 1
    2`("C","Bon")++
2`("C","Mauvais")++
2`("D","Bon")++
2`("D","Mauvais")
    reseauGlobal'RECUEIL_DES_MESURES 1
    2`("C",4.3,2.5)++
2`("C",4.3,7.0)++
2`("C",20.4,2.5)++
2`("C",20.4,7.0)++
2`("D",4.3,2.5)++
2`("D",4.3,7.0)++
2`("D",20.4,2.5)++
2`("D",20.4,7.0)
    reseauGlobal'Sortie_1_de_C 1
    1`str("ACK_FERM")++
1`ordre(("ACK_OUV","C"))++
1`ordre(("AUCUNE_MESURE","C"))++
1`ordre(("AUCUN_ETAT","C"))++
1`ordre(("DEM_OUV","C"))++
1`mesures(("C",4.3,2.5))++
1`mesures(("C",4.3,7.0))++
1`mesures(("C",20.4,2.5))++
1`mesures(("C",20.4,7.0))++
1`etat(("C","Bon"))++
1`etat(("C","Mauvais"))
    reseauGlobal'Sortie_1_de_D 1
    1`str("ACK_FERM")++
1`ordre(("ACK_OUV","D"))++
1`ordre(("AUCUNE_MESURE","D"))++
1`ordre(("AUCUN_ETAT","D"))++
1`ordre(("DEM_OUV","D"))++
1`mesures(("D",4.3,2.5))++
1`mesures(("D",4.3,7.0))++
1`mesures(("D",20.4,2.5))++
1`mesures(("D",20.4,7.0))++
1`etat(("D","Bon"))++
1`etat(("D","Mauvais"))
    reseauGlobal'Sortie_1_de_S 1
    1`ordre(("ACK_FERM","C"))++
1`ordre(("ACK_FERM","D"))++
1`ordre(("ACK_OUV","C"))++
1`ordre(("ACK_OUV","D"))++
1`ordre(("DEM_FERM","C"))++
1`ordre(("DEM_FERM","D"))++
1`ordre(("DEM_MESURES","C"))++
1`ordre(("DEM_MESURES","D"))++
1`ordre(("DEM_OUV","C"))++
1`ordre(("DEM_OUV","D"))
    reseauGlobal'Sortie_2_de_C 1
    1`("C",true)

```

```
reseauGlobal'Sortie_2_de_D 1
                             1`("D",true)
reseauGlobal'Sortie_2_de_S 1
                             1`("S",true)
```

Best Lower Multi-set Bounds

```
Compteur'Analyse_de_1'etat_du_compteur 1
                                         empty
Compteur'Analyse_de_1'etat_du_compteur 2
                                         empty
Compteur'Analyse_de_la_consommation_courante 1
                                         empty
Compteur'Analyse_de_la_consommation_courante 2
                                         empty
Compteur'Analyse_de_la_consommation_totale 1
                                         empty
Compteur'Analyse_de_la_consommation_totale 2
                                         empty
Compteur'attenteReception 1
                                         empty
Compteur'attenteReception 2
                                         empty
Compteur'attente_ACK_Ouverture 1
                                         empty
Compteur'attente_ACK_Ouverture 2
                                         empty
Compteur'connOuverte 1
                                         empty
Compteur'connOuverte 2
                                         empty
Compteur'mesuresTransmises 1
                                         empty
Compteur'mesuresTransmises 2
                                         empty
Compteur'preACK_Fermeture 1
                                         empty
Compteur'preACK_Fermeture 2
                                         empty
Compteur'preACK_Ouverture 1
                                         empty
Compteur'preACK_Ouverture 2
                                         empty
Serveur'Attente_ACK_Fermeture 1
                                         empty
Serveur'Attente_ACK_Fermeture_D 1
                                         empty
Serveur'Attente_ACK_Ouverture_C 1
                                         empty
Serveur'ConnOuverte_C 1
                                         empty
Serveur'ConnOuverte_D 1
                                         empty
Serveur'Fermer_C 1 empty
Serveur'Fermer_D 1 empty
Serveur'attente_ACK_Ouverture_D 1
                                         empty
Serveur'attente_Mesures_C 1
                                         empty
```



```

Serveur'attente_Mesures_D 1
                        empty
Serveur'preACK_Ouverture_C 1
                        empty
Serveur'preACK_Ouverture_D 1
                        empty
reseauGlobal'Arrivee_de_C 1
                        empty
reseauGlobal'Arrivee_de_D 1
                        empty
reseauGlobal'Arrivee_de_S 1
                        empty
reseauGlobal'ETAT_C 1
                        empty
reseauGlobal'ETAT_D 1
                        empty
reseauGlobal'ETAT_S 1
                        empty
reseauGlobal'RECUEIL_DES_ETATS 1
                        empty
reseauGlobal'RECUEIL_DES_MESURES 1
                        empty
reseauGlobal'Sortie_1_de_C 1
                        empty
reseauGlobal'Sortie_1_de_D 1
                        empty
reseauGlobal'Sortie_1_de_S 1
                        empty
reseauGlobal'Sortie_2_de_C 1
                        empty
reseauGlobal'Sortie_2_de_D 1
                        empty
reseauGlobal'Sortie_2_de_S 1
                        empty

```

Les marquages maximaux des états représentant les « points de départ » des mesures et des états ainsi que leurs points d'arrivée sont identique : tout passe donc bien d'un bout à l'autre du cheminement.

Home Properties

Home Markings
None

Avec quatre valeurs différentes.

Selon l'embranchement pris, on ne pourra pas atteindre tous les marquages. Il n'y a pas de marquage qui peut être atteint à partir de n'importe quelle configuration.

Home Markings

58 [222,223,224,225,226,...]

Avec les valeurs identiques : on retrouve le cycle dans tous les cas.

Liveness Properties

Dead Markings

None

Pas de marquages morts : pas de blocages, car nous avons réalisé un cycle qui ne s'arrête pas à l'absence de mesures.

Dead Transition Instances

None

Aucune transition morte : tous les événements prévus se produisent, notre modèle ne possède donc pas de représentations inutiles.

Live Transition Instances

Compteur'Fermeture 1
Compteur'Fermeture 2
Compteur'Si_pas_d'Etat_a_communiquer 1
Compteur'Si_pas_d'Etat_a_communiquer 2
Compteur'demOuverture 1
Compteur'demOuverture 2
Compteur'envoi_ACK_Fermeture 1
Compteur'envoi_ACK_Fermeture 2
Compteur'ouvrirConn 1
Compteur'ouvrirConn 2
Compteur'recACK 1
Compteur'recACK 2
Compteur'recDemFermeture 1
Compteur'recDemFermeture 2
Compteur'recDemOuverture 1
Compteur'recDemOuverture 2
Compteur'si_pas_de_mesures 1
Compteur'si_pas_de_mesures 2
Serveur'Aucun_Etat_D 1
Serveur'Aucune_Etat_C 1
Serveur'Aucune_Mesure_C 1
Serveur'Aucune_Mesure_D 1
Serveur'DemFermeture_C 1
Serveur'DemFermeture_D 1
Serveur'Fermeture_C_et_DemOuverture_D 1
Serveur'Fermeture_D 1
Serveur'demMesures 1
Serveur'demMesures_C 1
Serveur'demOuverture_C 1
Serveur'ouvrirConn_C 1
Serveur'ouvrirConn_D 1
Serveur'recACK_C 1
Serveur'recACK_D 1
Serveur'recDemOuverture_C 1
Serveur'recDemOuverture_D 1
reseauGlobal'Reseau_C_vers_D_ETAT 1
reseauGlobal'Reseau_C_vers_S 1
reseauGlobal'Reseau_D_vers_S 1
reseauGlobal'Reseau_D_vers_S_ETAT 1
reseauGlobal'Reseau_S_vers_C 1
reseauGlobal'Reseau_S_vers_C_ETAT 1
reseauGlobal'Reseau_S_vers_D 1

Quand les mesures et états sont vides (en fin de phase transitoire), nous entrons dans un cycle et toutes les transitions qui le représentent sont vivantes.

Fairness Properties

Impartial Transition Instances

Compteur'Fermeture 1
Compteur'Fermeture 2
Compteur'Si_pas_d'Etat_a_communiquer 1
Compteur'Si_pas_d'Etat_a_communiquer 2
Compteur'demOuverture 1
Compteur'demOuverture 2
Compteur'envoi_ACK_Fermeture 1
Compteur'envoi_ACK_Fermeture 2
Compteur'ouvrirConn 1
Compteur'ouvrirConn 2
Compteur'recACK 1
Compteur'recACK 2
Compteur'recDemFermeture 1
Compteur'recDemFermeture 2
Compteur'recDemOuverture 1
Compteur'recDemOuverture 2
Compteur'si_pas_de_mesures 1
Compteur'si_pas_de_mesures 2
Serveur'Aucun_Etat_D 1
Serveur'Aucune_Etat_C 1
Serveur'Aucune_Mesure_C 1
Serveur'Aucune_Mesure_D 1
Serveur'DemFermeture_C 1
Serveur'DemFermeture_D 1
Serveur'Fermeture_C_et_DemOuverture_D 1
Serveur'Fermeture_D 1
Serveur'demMesures 1
Serveur'demMesures_C 1
Serveur'demOuverture_C 1
Serveur'ouvrirConn_C 1
Serveur'ouvrirConn_D 1
Serveur'recACK_C 1
Serveur'recACK_D 1
Serveur'recDemOuverture_C 1
Serveur'recDemOuverture_D 1
reseauGlobal'Reseau_C_vers_D_ETAT 1
reseauGlobal'Reseau_C_vers_S 1
reseauGlobal'Reseau_D_vers_S 1
reseauGlobal'Reseau_D_vers_S_ETAT 1
reseauGlobal'Reseau_S_vers_C 1
reseauGlobal'Reseau_S_vers_C_ETAT 1
reseauGlobal'Reseau_S_vers_D 1

Les transitions impartiales correspondent aux transitions vivantes : elles se produisent autant de fois que l'on recommence la boucle.

Fair Transition Instances

Compteur'envoi_Etat 1
Compteur'envoi_Etat 2
Compteur'transmissionMesures 1
Compteur'transmissionMesures 2
Serveur'recEtat_C_et_DemFermeture_C 1
Serveur'recEtat_D_et_DemFermeture_D 1

```

Serveur'recMesures_C_et_DemFermeture_C 1
Serveur'recMesures_D_et_DemFermeture_D 1

```

Les transitions équitables sont les transitions qui ne se produisent que dans la phase transitoire et qui ne sont pas dans le régime permanent, c'est à dire celles qui sont conditionnées par l'existence de mesures à relever.

Just Transition Instances

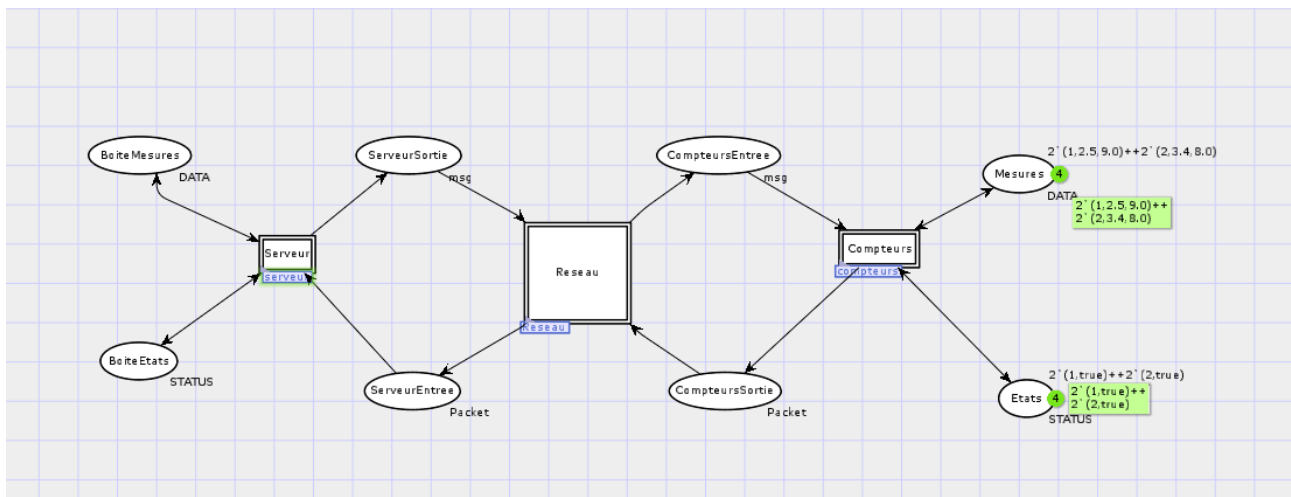
None

Transition Instances with No Fairness

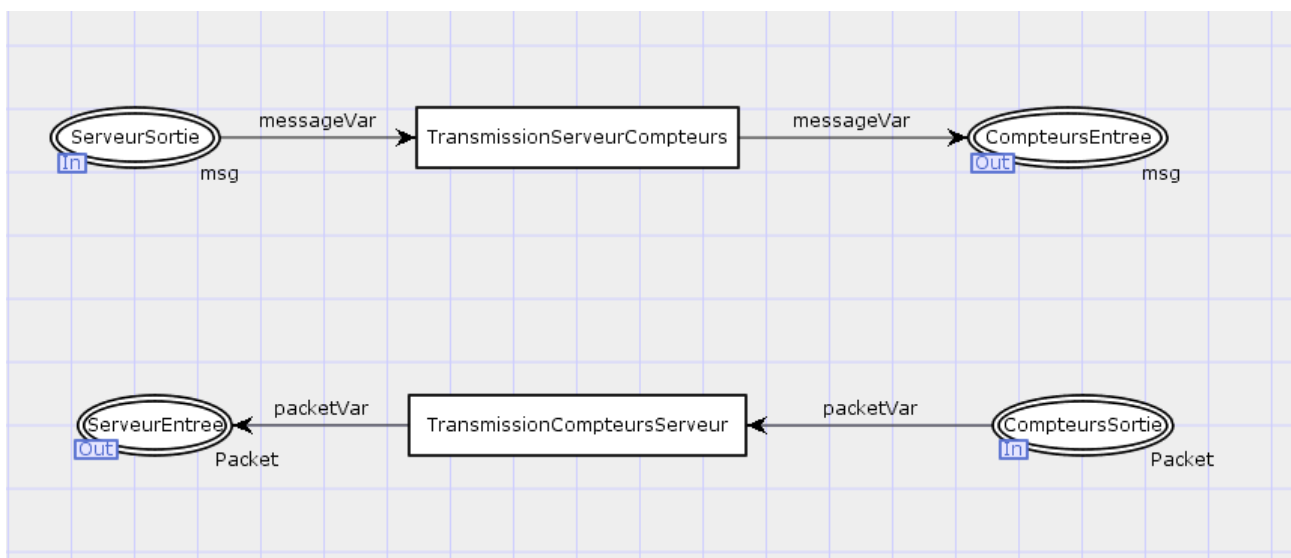
None

Le deuxième modèle a un fonctionnement différent. Il est plus modulable en ce qu'il nécessite moins de changements dans le cas où l'on lui rajouterait un compteur supplémentaire. Il repose sur l'utilisation d'une centrale "Compteur" qui rassemblerait les données venant de chacun des compteurs en un même lieu.

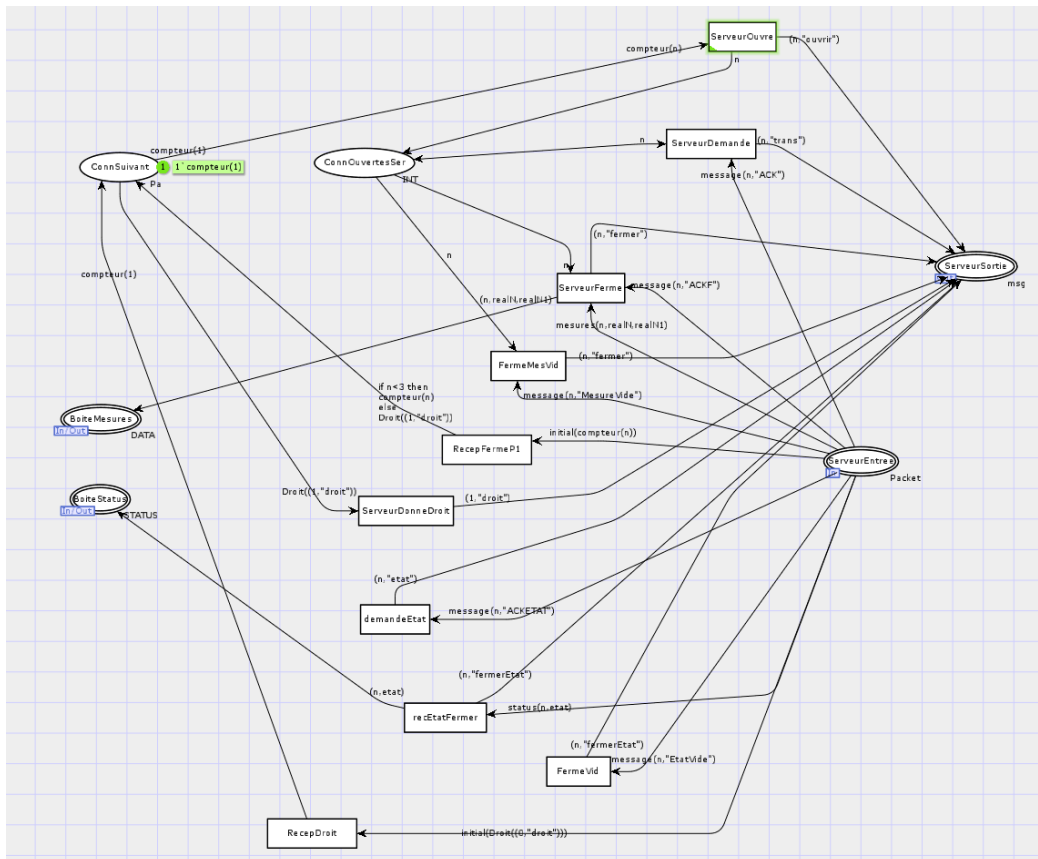
Global :



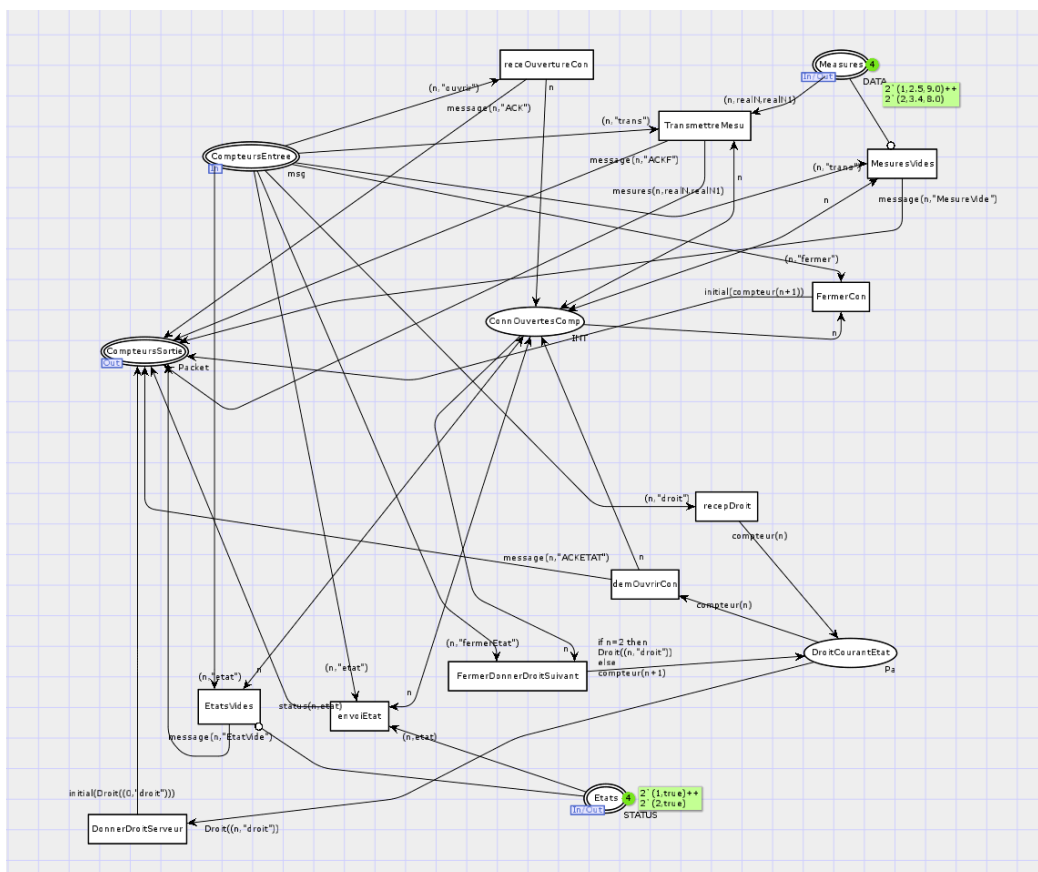
Reseau :



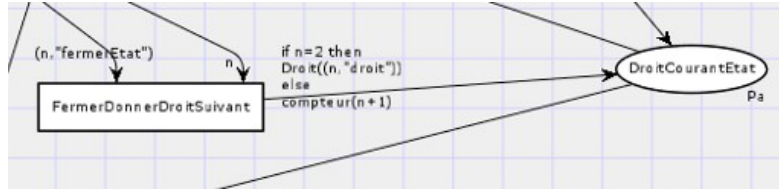
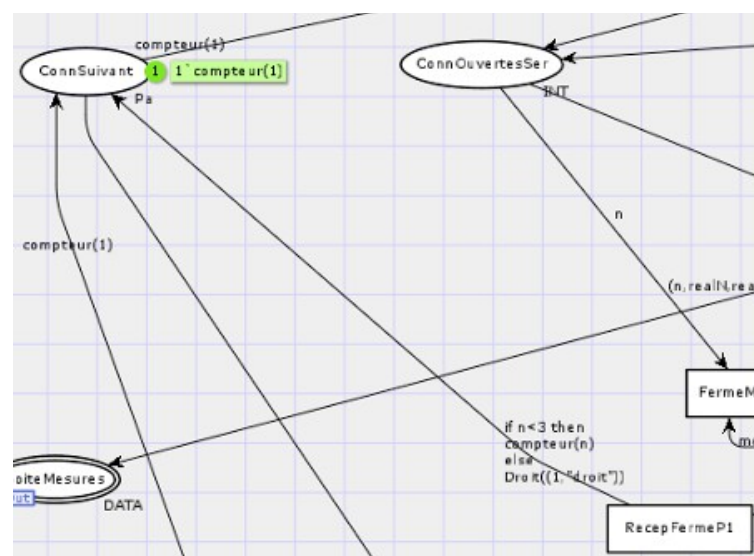
Serveur :



Compteur :



Il suffit alors, pour passer à trois compteurs, de modifier la condition du if à $n < 4$ dans le modèle du serveur et de modifier la condition du if à $n = 3$ dans le modèle du compteur.



L'analyse du modèle nous permet là encore d'en valider le fonctionnement.

Statistics

State Space

Nodes: 153
 Arcs: 157
 Secs: 0
 Status: Full

Scc Graph

Nodes: 104
 Arcs: 107
 Secs: 0

La génération de l'espace d'états a été entière : pas de blocage là-dedans.

Boundedness Properties

Best Integer Bounds

	Upper	Lower
Global'BoiteEtats 1	4	0
Global'BoiteMesures 1	4	0
Global'CompteursEntree 1	1	0
Global'CompteursSortie 1	2	0
Global'Etats 1	4	0
Global'Mesures 1	4	0
Global'ServeurEntree 1	2	0
Global'ServeurSortie 1	1	0

```

compteurs'ConnOuvertesComp 1
                                1          0
compteurs'DroitCourantEtat 1
                                1          0
serveur'ConnOuvertesSer 1
                                1          0
serveur'ConnSuivant 1 1
                                1          0

```

Il n'y a pas de places bornées à zéro, et qui seraient donc inutiles. Nous partons dans notre simulation avec quatre valeurs pour les mesures et quatre pour les états.

```

Best Upper Multi-set Bounds
  Global'BoiteEtats 1 2`(1,true)++
2`(2,true)
  Global'BoiteMesures 1
                      2`(1,2.5,9.0)++
2`(2,3.4,8.0)
  Global'CompteursEntree 1
                        1`(1,"droit")++
1`(1,"etat")++
1`(1,"fermer")++
1`(1,"fermerEtat")++
1`(1,"ouvrir")++
1`(1,"trans")++
1`(2,"etat")++
1`(2,"fermer")++
1`(2,"fermerEtat")++
1`(2,"ouvrir")++
1`(2,"trans")
  Global'CompteursSortie 1
                        1`mesures((1,2.5,9.0))++
1`mesures((2,3.4,8.0))++
1`status((1,true))++
1`status((2,true))++
1`message((1,"ACK"))++
1`message((1,"ACKETAT"))++
1`message((1,"ACKF"))++
1`message((1,"EtatVide"))++
1`message((1,"MesureVide"))++
1`message((2,"ACK"))++
1`message((2,"ACKETAT"))++
1`message((2,"ACKF"))++
1`message((2,"EtatVide"))++
1`message((2,"MesureVide"))++
1`initial(compteur(2))++
1`initial(compteur(3))++
1`initial(Droit((0,"droit")))
  Global'Etats 1 2`(1,true)++
2`(2,true)
  Global'Mesures 1 2`(1,2.5,9.0)++
2`(2,3.4,8.0)
  Global'ServeurEntree 1
                      1`mesures((1,2.5,9.0))++
1`mesures((2,3.4,8.0))++
1`status((1,true))++
1`status((2,true))++
1`message((1,"ACK"))++

```

```

1`message((1,"ACKETAT"))++
1`message((1,"ACKF"))++
1`message((1,"EtatVide"))++
1`message((1,"MesureVide"))++
1`message((2,"ACK"))++
1`message((2,"ACKETAT"))++
1`message((2,"ACKF"))++
1`message((2,"EtatVide"))++
1`message((2,"MesureVide"))++
1`initial(compteur(2))++
1`initial(compteur(3))++
1`initial(Droit((0,"droit")))
    Global'ServeurSortie 1
                                1`(1,"droit")++

1`(1,"etat")++
1`(1,"fermer")++
1`(1,"fermerEtat")++
1`(1,"ouvrir")++
1`(1,"trans")++
1`(2,"etat")++
1`(2,"fermer")++
1`(2,"fermerEtat")++
1`(2,"ouvrir")++
1`(2,"trans")
    compteurs'ConnOuvertesComp 1
                                1`1++

1`2
    compteurs'DroitCourantEtat 1
                                1`compteur(1)++

1`compteur(2)++
1`Droit((2,"droit"))
    serveur'ConnOuvertesSer 1
                                1`1++

1`2
    serveur'ConnSuivant 1
                                1`compteur(1)++

1`compteur(2)++
1`Droit((1,"droit"))

Best Lower Multi-set Bounds
Global'BoiteEtats 1 empty
Global'BoiteMesures 1
                    empty
Global'CompteursEntree 1
                    empty
Global'CompteursSortie 1
                    empty
Global'Etats 1      empty
Global'Mesures 1    empty
Global'ServeurEntree 1
                    empty
Global'ServeurSortie 1
                    empty
compteurs'ConnOuvertesComp 1
                    empty
compteurs'DroitCourantEtat 1
                    empty
serveur'ConnOuvertesSer 1

```



```

empty
serveur'ConnSuivant 1
empty

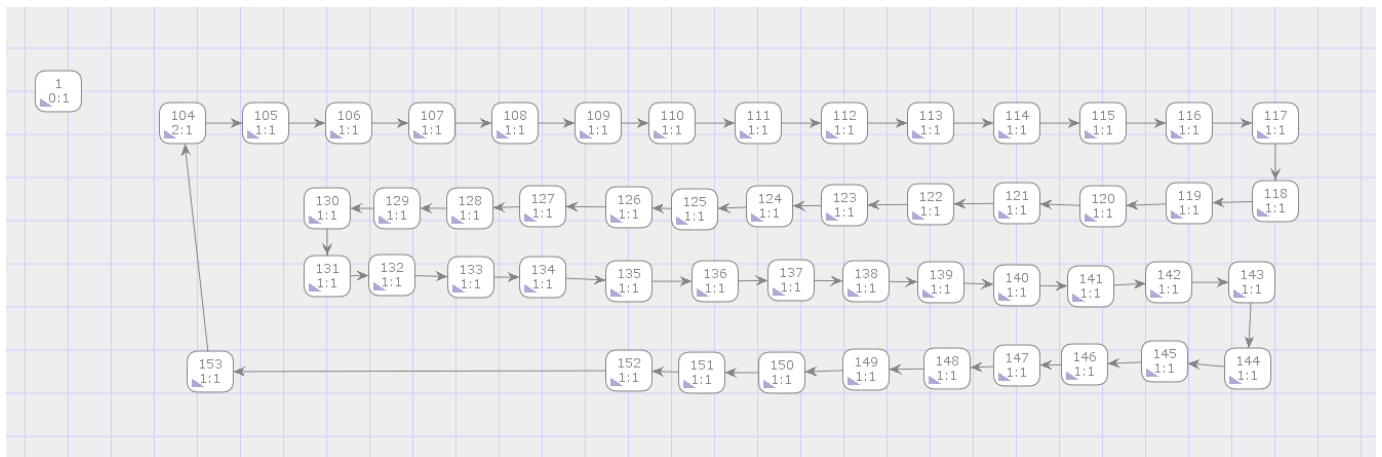
```

Nous observons dans le Global'BoiteEtats qu'il est égal à Global'Etats et que Global'BoiteMesures est égal à Global'Mesures : toutes les données parcourent donc l'entièreté du chemin.
Global'ServeurSortie est aussi égal à Global'CompteursEntree : tout ce qui sort de l'un rentre dans l'autre, et inversement.

Home Properties

Home Markings
 50 [104,105,106,107,108,...]

50 marquages toujours atteignables car représentent le cycle permanent (quand il n'y a plus de mesures à relever).



Liveness Properties

Dead Markings
 None

Dead Transition Instances
 None

Live Transition Instances
 Reseau'TransmissionCompteursServeur 1
 Reseau'TransmissionServeurCompteurs 1
 compteurs'DonnerDroitServeur 1
 compteurs'EtatsVides 1
 compteurs'FermerCon 1
 compteurs'FermerDonnerDroitSuivant 1
 compteurs'MesuresVides 1
 compteurs'demOuvrirCon 1
 compteurs'receOuvertureCon 1
 compteurs'recepDroit 1
 serveur'FermeMesVid 1
 serveur'FermeVid 1
 serveur'RecepDroit 1
 serveur'RecepFermeP1 1

```
serveur'ServeurDemande 1
serveur'ServeurDonneDroit 1
serveur'ServeurOuvre 1
serveur'demandeEtat 1
```

Pas de marquages morts : pas de blocages, car nous avons réalisé un cycle qui ne s'arrête pas à l'absence de mesures.

Aucune transition morte : tous les événements prévus se produisent, notre modèle ne possède donc pas de représentations inutiles.

Quand les mesures et états sont vides (en fin de phase transitoire), nous entrons dans un cycle et tous les transitions qui le représentent sont vivantes.

Fairness Properties

Impartial Transition Instances

```
Reseau'TransmissionCompteursServeur 1
Reseau'TransmissionServeurCompteurs 1
compteurs'DonnerDroitServeur 1
compteurs'EtatsVides 1
compteurs'FermerCon 1
compteurs'FermerDonnerDroitSuivant 1
compteurs'MesuresVides 1
compteurs'demOuvrirCon 1
compteurs'receOuvertureCon 1
compteurs'recepDroit 1
serveur'FermeMesVid 1
serveur'FermeVid 1
serveur'RecepDroit 1
serveur'RecepFermePl 1
serveur'ServeurDemande 1
serveur'ServeurDonneDroit 1
serveur'ServeurOuvre 1
serveur'demandeEtat 1
```

Fair Transition Instances

```
compteurs'TransmettreMesu 1
compteurs'envoiEtat 1
serveur'ServeurFerme 1
serveur'recEtatFermer 1
```

Just Transition Instances

None

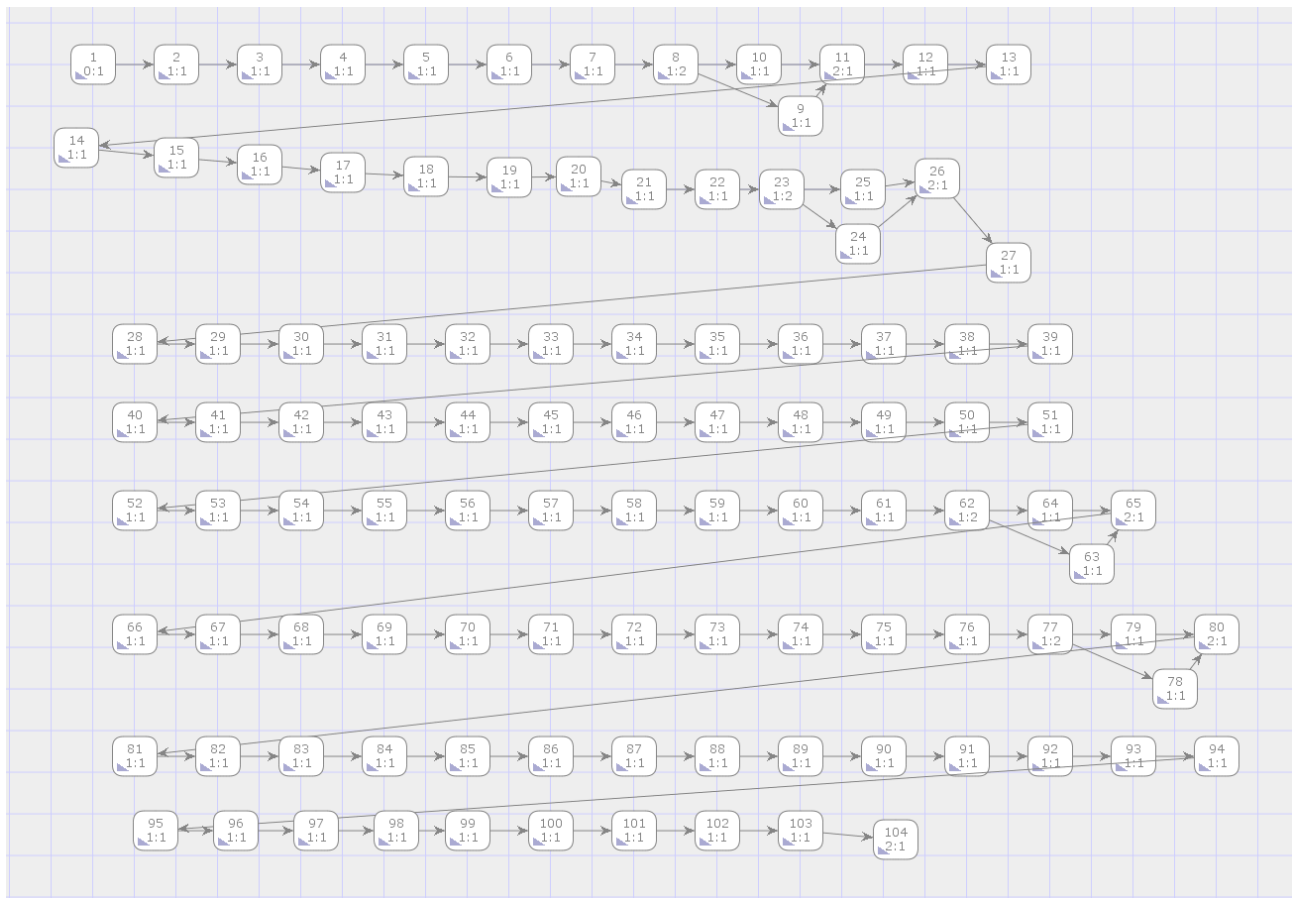
Transition Instances with No Fairness

None

Les transitions impartiales correspondent aux transitions vivantes : elles se produisent autant de fois que l'on recommence la boucle.

Les transitions équitables sont les transitions qui ne se produisent que dans la phase transitoire et qui ne sont pas dans le cycle permanent, c'est à dire celles qui sont conditionnées par l'existence de mesures à relever.

En partant avec le même nombre de relevés à faire, nous obtenons un modèle qui atteint le régime transitoire en moins de pas (104 contre 221) par rapport au premier modèle.



Notre premier modèle nous paraît ainsi plus simple à comprendre et à suivre, mais nécessite plus de transitions que le second, qui permet par ailleurs de rajouter plus simplement des capteurs supplémentaires.