

Panorama des modèles et outils de vérification pour les systèmes probabilistes.

Julie Parreaux

Université de Rennes 1, ENS Rennes

30 août 2017

Le « zoo quantitatif »

Modèles théoriques

Outils

Formats

Contribution 1 : Construction d'une collection de modèles

Contribution 2 : Classification automatisée des modèles

Contribution 3 : Analyse statistique

Conclusion

Les modèles théoriques

- ▶ Un ensemble d'états et de transitions
- ▶ Un choix probabiliste avec des probabilités et des taux
- ▶ Le temps représenté avec des horloges

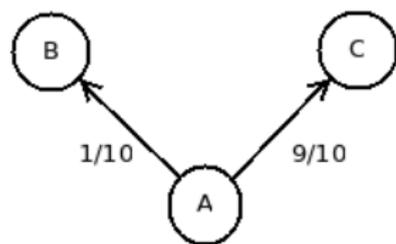


Figure – Transitions probabilistes.

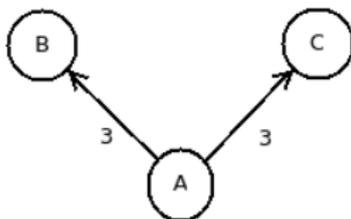


Figure – Transitions avec un taux.

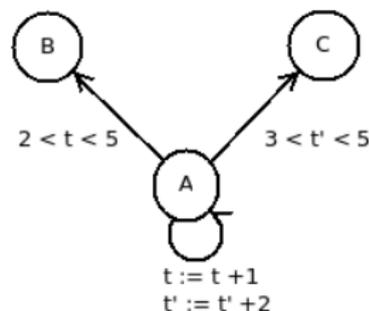


Figure – Transitions avec des horloges.

Hierarchie des modèles

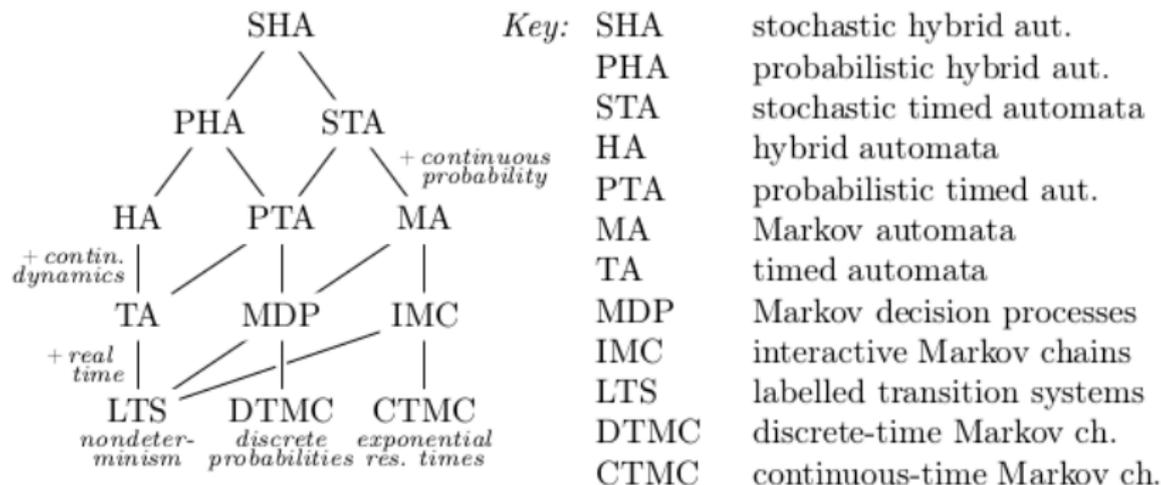


Figure – Une hiérarchie des modèles par Hartmanns et Hermanns [2].

Les outils

- ▶ 74 outils recensés
- ▶ La liste des outils est disponible sur le site cadp.inria.fr/resources/zoo
- ▶ Peu ou pas de comparaison de performance entre les outils

#	tool and university	version and status	supported models	supported logics
1	APAC - Rennes	2011 - not available - follow-up version implemented in the ECDAR tool	constraint MC , abstract PA	
2	APHzip - Saarbrücken	2008-2015	CTMC (acyclic phase-type distributions)	
3	APMC, APMC-CA - Paris	version 3.0 (APMC: 2006 APMC-CA: 2008) - not available		
4	APNN - Dortmund	2001 - not available	CTMC	CTL , LTL
5	Bluemoon - Cordoba (Argentina)	version 1.0 (2015) - module for the PRISM tool	CTMC , DTMC	CSL , PCTL
6	CADP - Grenoble	version 2017-f (2017)	CTMC , DTMC , deterministic IMC , PTS	modal mu-calculus, MCL
7	CASPA - Munich	2009		
8	COMICS - Aachen	version 1.0.0 (2010)	DTMC	PCTL
9	Cosmos - Cachan, Paris, Nancy	version 1.0 (2011)	HA	HASL
10	DDP - Austin (Texas)	2011 - based on Excel spreadsheets	CMRM , CTMC , DMRM , DTMC	CSL , CSRL , PCTL , PRCTL

Figure – Une capture d'écran du site cadp.inria.fr/resources/zoo

De très nombreux formats

Les variables d'état

- ▶ Vision basée sur les états et leurs caractéristiques
- ▶ Pas d'incidence sur l'expressivité du modèle

Le parallélisme

- ▶ Les modèles peuvent être fondamentalement concurrent
- ▶ Séquentialisé à la compilation

Les formats

```
module station1

s1 : [0..1]; // state of station

[loop1a] (s1=0) -> 1 : (s1'=0);
[] (s1=0) -> lambda : (s1'=1);
[loop1b] (s1=1) -> 1 : (s1'=1);
[serve1] (s1=1) -> 1 : (s1'=0);

endmodule
```

Format de haut niveau: PRISM

```
des (0, 62754, 35471)
(2, i, 19766)
(2, i, 19637)
(27659, "prob_0.9", 19638)
(27659, "prob_0.1", 18605)
...
(27656, i, 19726)
(6, "rate_3", 27656)
(6, "rate_5", 27657)
(6, "rate_2", 27658)
```

Format de bas niveau: CADP

Le « zoo quantitatif »

Modèles théoriques

Outils

Formats

Contribution 1 : Construction d'une collection de modèles

Contribution 2 : Classification automatisée des modèles

Contribution 3 : Analyse statistique

Conclusion

Construction d'une collection de modèles

Basée sur le travail de Jean-Philippe Gros [1]

- ▶ Vérification bibliographique
- ▶ Recherche de modèles dans le site de l'outils et les articles décrivant ces outils

Ordonnée par outils

Biblio Articles relatifs à l'outil et à ses modèles

Models Fichiers contenant les modèles

Tool L'outil que l'on a récupéré

info Fichier contenant les références sur les modèles

Le « zoo quantitatif »

Modèles théoriques

Outils

Formats

Contribution 1 : Construction d'une collection de modèles

Contribution 2 : Classification automatisée des modèles

Contribution 3 : Analyse statistique

Conclusion

Fonctionnalité de **guess**

- ▶ Basée sur l'esprit de la commande UNIX **file**
- ▶ Donne le type du fichier
- ▶ Précision pour les modèles

Models indique le modèle théorique utilisé

Var indique le nombre de variables d'état

Par indique le nombre de processus parallèles

Format indique le format

Tool indique le (ou les) outil(s) utilisant le fichier

Implémentation de **guess**

Règle 1 test la présence d'un mot clé dans le fichier

Règle 2 test le nombre de mots clés présents dans le document

Règle 3 découpe le fichier pour cibler la recherche

```
dtmc

module dice
s : [0..7] init 0; // local state
d : [0..6] init 0; // value of the die

[] s=0 -> 0.5 : (s'=1) + 0.5 : (s'=2);
...
[] s=7 -> (s'=7);
endmodule
```

Fichier PRISM

Implémentation de **guess**

Pour les fichiers CADP

- ▶ Utilisation de la commande **bcg_info -labels**
- ▶ Étude des étiquettes pour connaître le modèle théorique
- ▶ Convertir des fichiers aut en bcg avec **bcg_io**

Implémentation avec les outils UNIX : plus de 3 000 lignes de code

Limites de **guess**

- ▶ Analyser certains fichiers
- ▶ Analyser la conformité des modèles
- ▶ Traitement des fichiers multiples

Le « zoo quantitatif »

Modèles théoriques

Outils

Formats

Contribution 1 : Construction d'une collection de modèles

Contribution 2 : Classification automatisée des modèles

Contribution 3 : Analyse statistique

Conclusion

Compter le nombre de modèles

Difficulté : les fichiers multiples

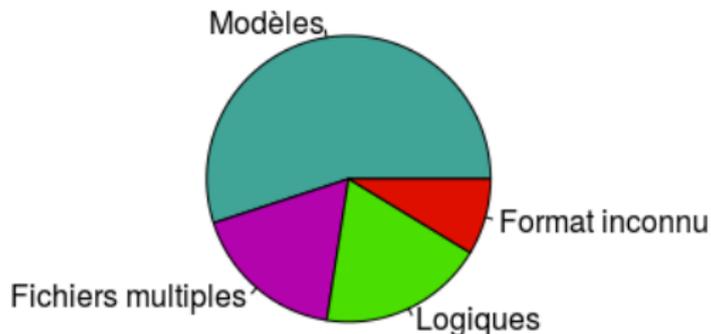


Figure – Répartition des fichiers en fonction de leur type.

- ▶ Nombre de modèles : 4 231 soit 55% des fichiers
- ▶ Format inconnu : 8.63% des fichiers

Répartition des modèles théoriques

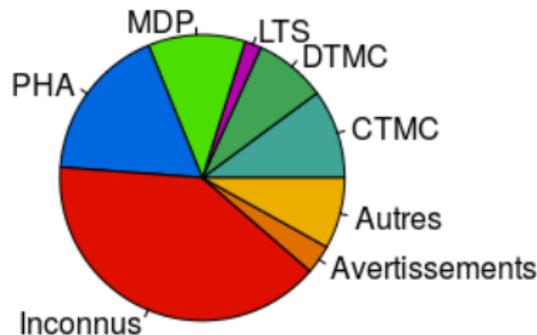


Figure – Répartition des différents modèle théorique.

- ▶ Les PHAs sont très représentés avec peu d'outils
- ▶ Les modèles inconnus sont très nombreux

Variables d'état

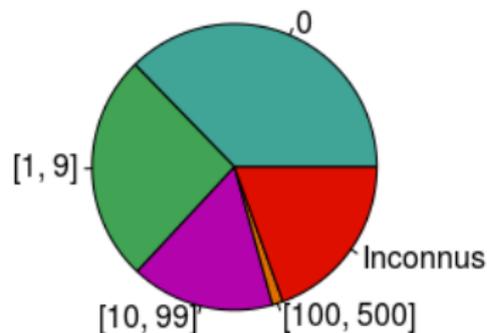


Figure – Répartition des fichiers en fonction de leur nombre de variables d'état.

- ▶ 32% des fichiers n'ont pas de variables d'état
- ▶ 35% des fichiers utilisent des variables d'état
- ▶ 33% des fichiers ont un nombre de variables d'état inconnu

Parallélisme

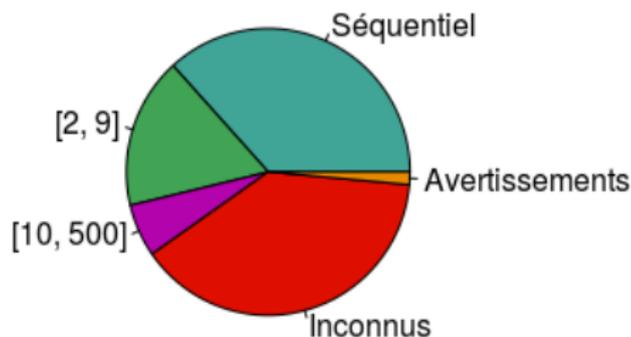


Figure – Répartition des fichiers en fonction de leur nombre de la parallélisation.

- ▶ 37% des fichiers sont séquentiels
- ▶ 24% des fichiers sont concurrents
- ▶ 39% des fichiers ont un nombre de processus parallèles inconnu

Répartition des outils

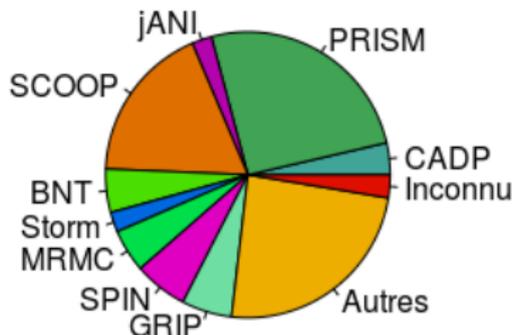


Figure – Répartition entre les différents outils.

- ▶ Au moins 18% sont des modèles de PRISM
- ▶ 3 autres outils supportent plus de 10% des fichiers : MRMC, SiSAT et SCOOOP
- ▶ Les autres outils ne supporte pas plus de 5% des modèles

Le « zoo quantitatif »

Modèles théoriques

Outils

Formats

Contribution 1 : Construction d'une collection de modèles

Contribution 2 : Classification automatisée des modèles

Contribution 3 : Analyse statistique

Conclusion

Bilan

- ▶ Appris beaucoup de chose sur le domaine
- ▶ Collection et ordonnancement des modèles
- ▶ Implémentation d'un prototype d'outil interrogateur **guess**
- ▶ Analyse statistique de la collection

Perspectives

- ▶ Utilisation de **guess** par des utilisateurs non-expert
- ▶ Unique format pour tous les modèles
- ▶ Amélioration de **guess** : ajout et renforcement des formats, traitement des probabilités, déterminer les familles des modèles



Jean-Philippe Gros.

A unifying framework for comparing and implementing probabilistic models, June 2017.



Arnd Hartmanns and Holger Hermanns.

In the quantitative automata zoo.

Sci. Comput. Program., 112:3–23, 2015.

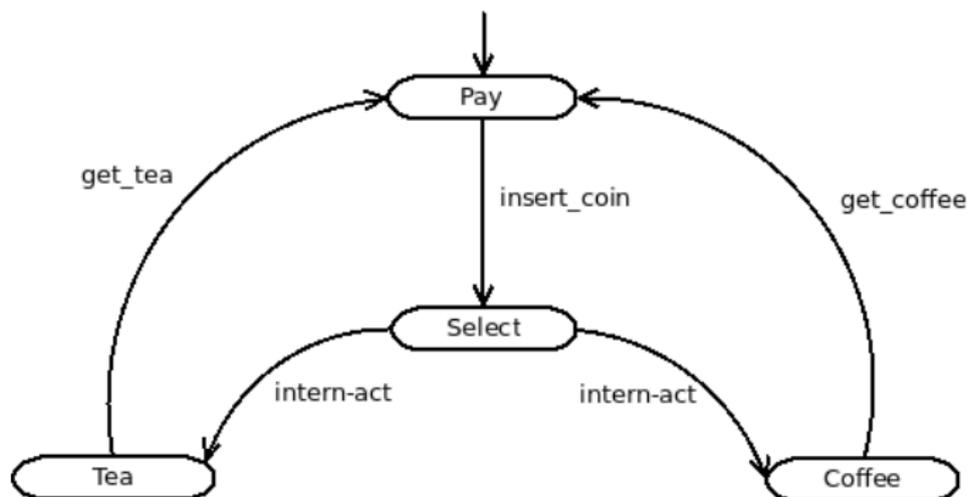


Figure – Un distributeur de boisson modélisé par un LTS.

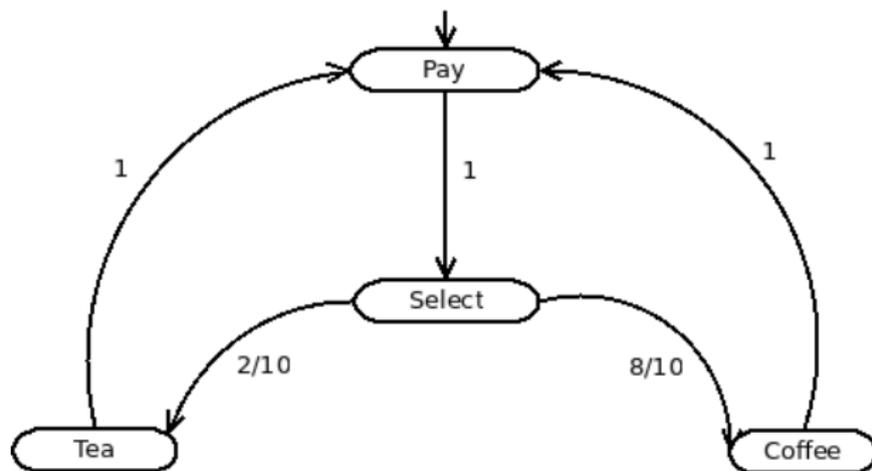


Figure – Un distributeur de boisson modélisé par une DTMC.

MDP

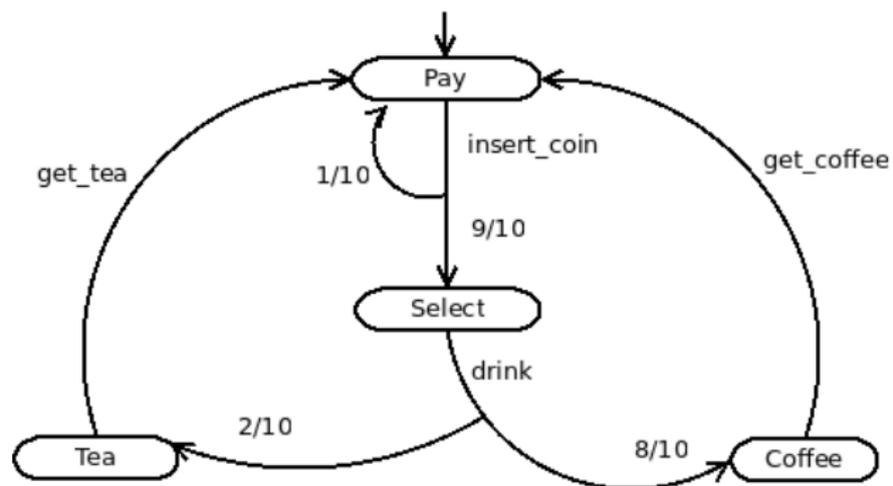


Figure – Un distributeur de boisson modélisé par un MDP.

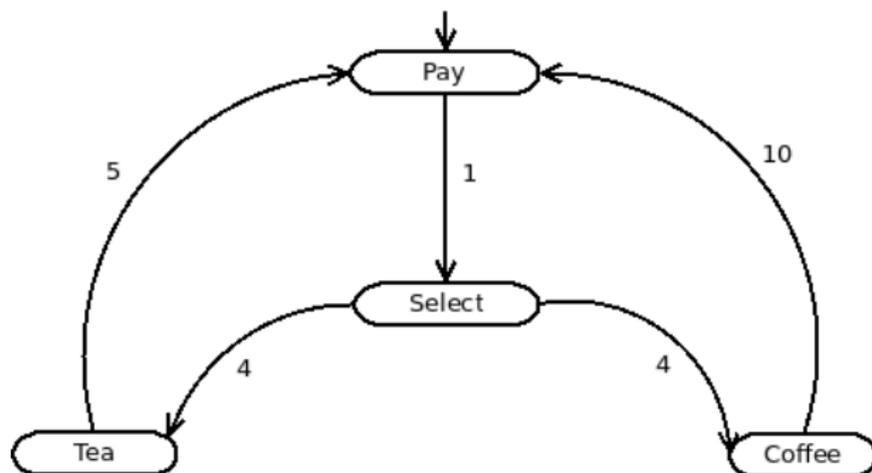


Figure – Un distributeur de boisson modélisé par une CTMC.

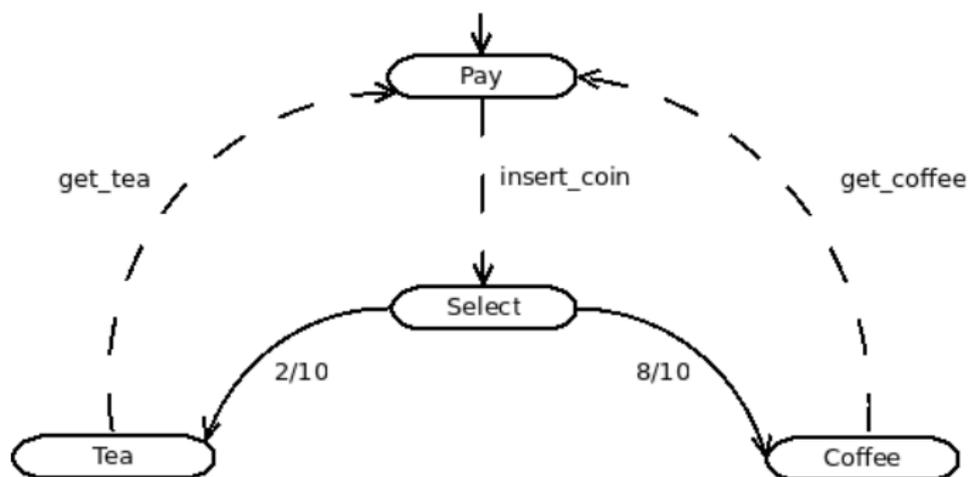


Figure – Un distributeur de boisson modélisé par une IMC.

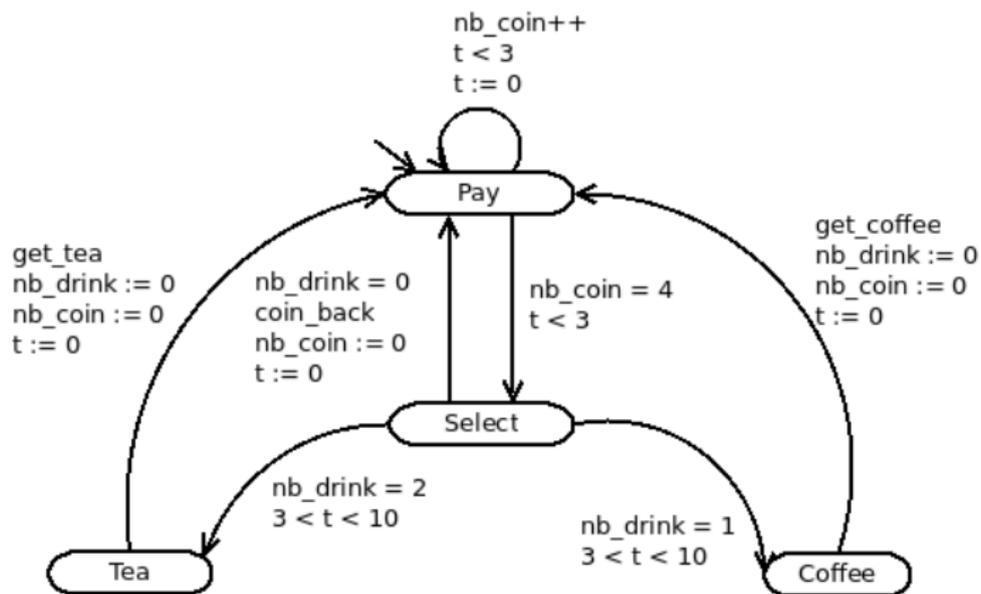


Figure – Un distributeur de boisson modélisé par un Ta étendu.

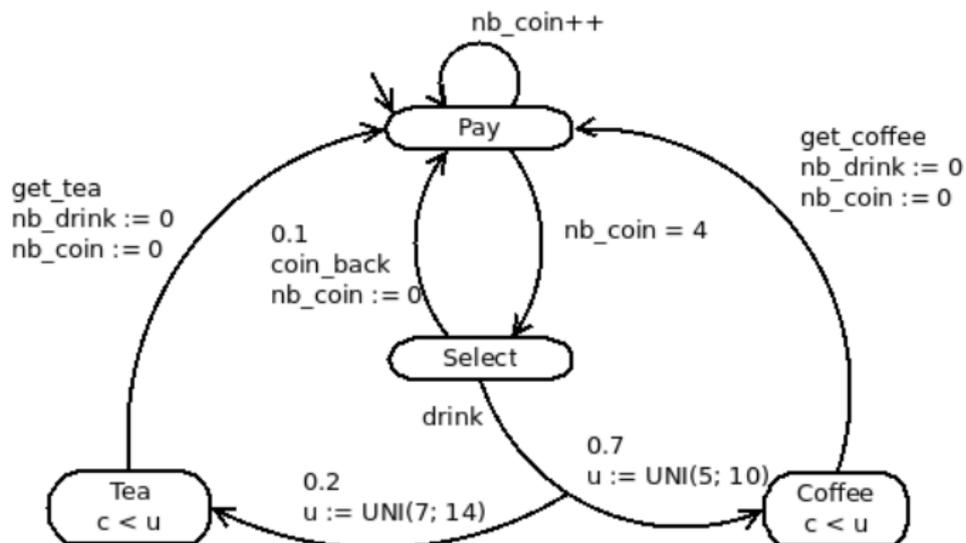


Figure – Un distributeur de boisson modélisé par un PTA.

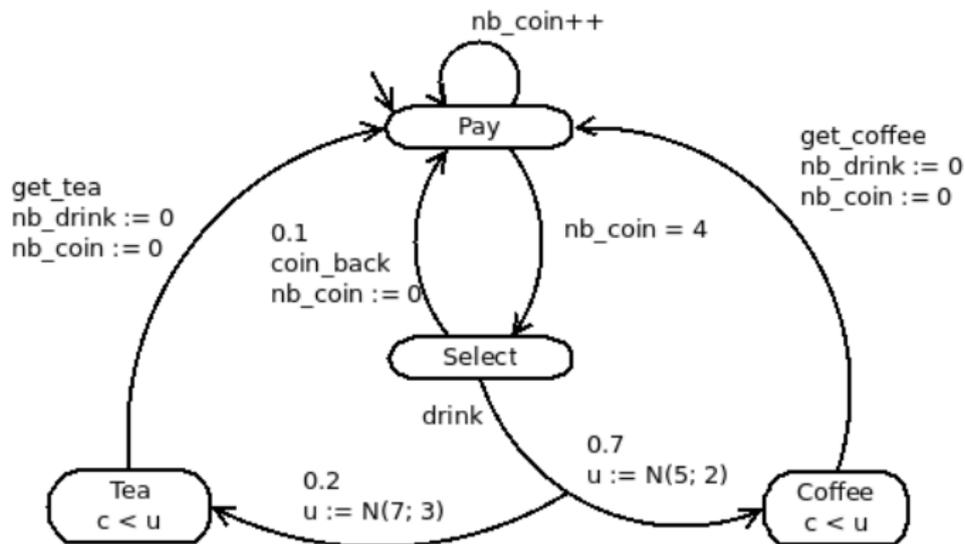


Figure – Un distributeur de boisson modélisé par un STA.