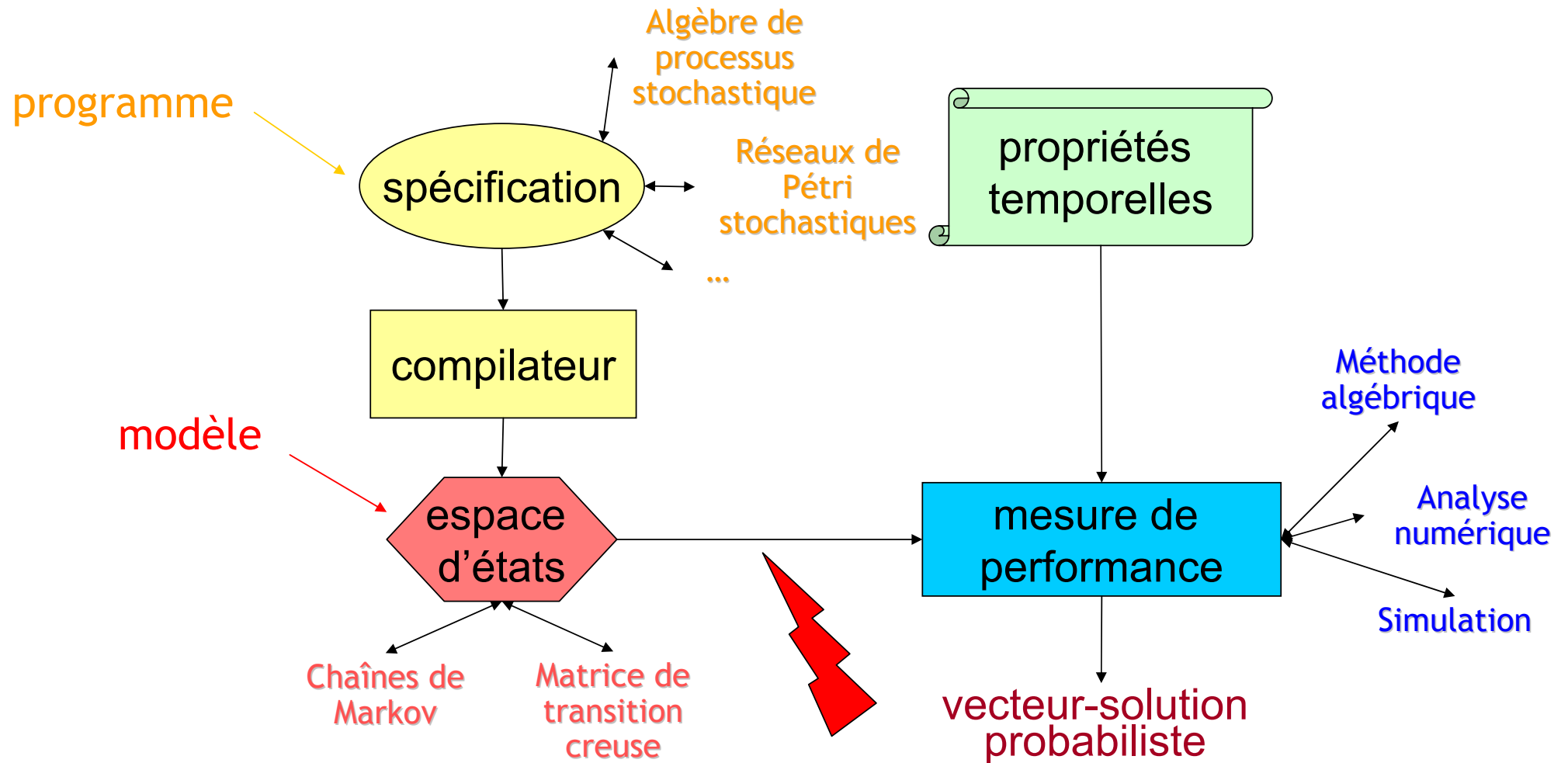

Outils logiciels pour la combinaison de vérification fonctionnelle et d'évaluation de performances au sein de CADP

Christophe Joubert
Séminaire VASY 2002
30 Octobre 2002
Aix les Bains

Contexte du projet

- **Groupe FMT (Formal Methods and Tools)**
 - ✦ Spécification, conception et analyse formelle de systèmes distribués complexes
 - ✦ Collaborations avec le projet INRIA/VASY
 - ✦ Expertise dans le domaine des modèles stochastiques (chaînes de Markov)
- **Motivations**
 - ✦ Union des travaux pour confectionner une plateforme d'outils efficace en vérification fonctionnelle et en évaluation de performances

Évaluation de performance



Objectifs et plan

1. Modèles stochastiques
2. Réducteur de modèles mixtes
3. Expérimentations et résultats
4. Bilan et perspectives

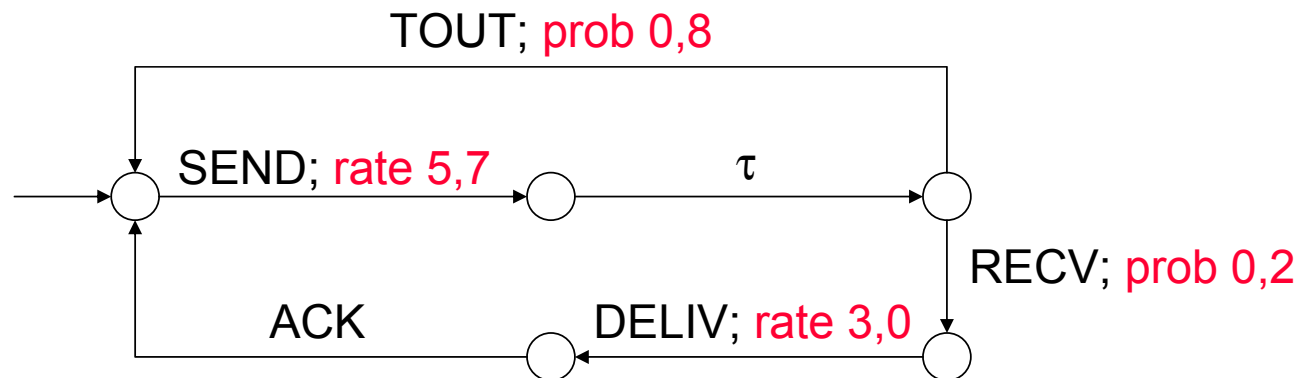
Modèles stochastiques

- Processus stochastique
 - ✦ Famille de variables aléatoires $\{X_t, t \in T\}$
 - X_t est caractérisée par une fonction de distribution
- Processus Markovien
 - ✦ Processus stochastique + propriété Markovienne
 - (comportement futur entièrement défini par l'instant présent, donc totalement indépendant de son histoire)
- Chaîne de Markov
 - ✦ Processus Markovien + homogénéité + espace d'états discret
- CTMC (Continuous Time Markov Chain)
 - ✦ Chaîne de Markov + temps continu

STE stochastiques

• Modèles

- ★ Généralisation des STE d'algèbre de processus: $M = (S, A, T, R, s_0)$
- ★ \Leftrightarrow Chaînes de Markov Interactives (IMC) [Hermanns98]:



- **STE probabilistes** : transitions "**prob p** " et "**label ; prob p** "
- **STE stochastiques** : transitions "**rate λ** " et "**label ; rate λ** "
- **STE mixtes** : (**STE probabiliste** \cup **STE stochastique**) + transitions étiquetées par des actions "**label**"

Réducteur de modèles mixtes

- Motivations

- ✦ Générer un CTMC à partir d'un STE mixte sous forme d'IMC
- ✦ Réduire par factorisation le non-déterminisme présent dans les modèles mixtes
- ✦ Simplifier à la volée selon la condition de « bonne spécification »

Définitions

- *Bien spécifié* :
 - ✦ se dit d'une IMC dont la CTMC résultante est unique, quelque soit les décisions non-déterministes choisies.
- Types d'états dans modèles mixtes
 - ✦ *Stable* : que des transitions **stochastiques** sortantes
 - ✦ *Case* : au moins une transition **probabiliste** sortante, et de possibles transitions stochastiques sortantes ignorées
 - ✦ *Décision* : au moins une transition **d'action** sortante, et de possibles transitions stochastiques sortantes ignorées

Algorithme Principal

- $\forall s, \text{stable}(s) :$
 - $\forall s' \in \text{succ}(s) :$
 - $E = \text{WSC}(s')$
 - $\forall (n,v) \in E$
 - $P(s,n) = P(s,s') \cdot v$

Algorithme WSC récursif

- $WSC(s)$:

- ✦ $Stable(s)$:

- $\rightarrow \{(s,1)\}$

- ✦ $Case(s)$:

- $E' = \emptyset$

- $\forall s' \in succ(s)$:

- $\Delta E = WSC(s')$

- $\Delta \forall (n,v) \in E$

- ★ if $\exists (n,v') \in E'$

- $E' = E' \setminus (n,v')$

- $E' = E' \cup (n, v' + P(s,s').v)$

- ★ else $E' = E' \cup (n, P(s,s').v)$

- $\rightarrow E'$

- ✦ $Décision(s)$:

- $E_1 = E_2 = \emptyset$

- $\forall s' \in succ(s)$:

- Δ if $E_1 = \emptyset$

- ★ $E_1 = WSC(s')$

- Δ else

- ★ $E_2 = WSC(s')$

- ★ if $E_1 \neq E_2$

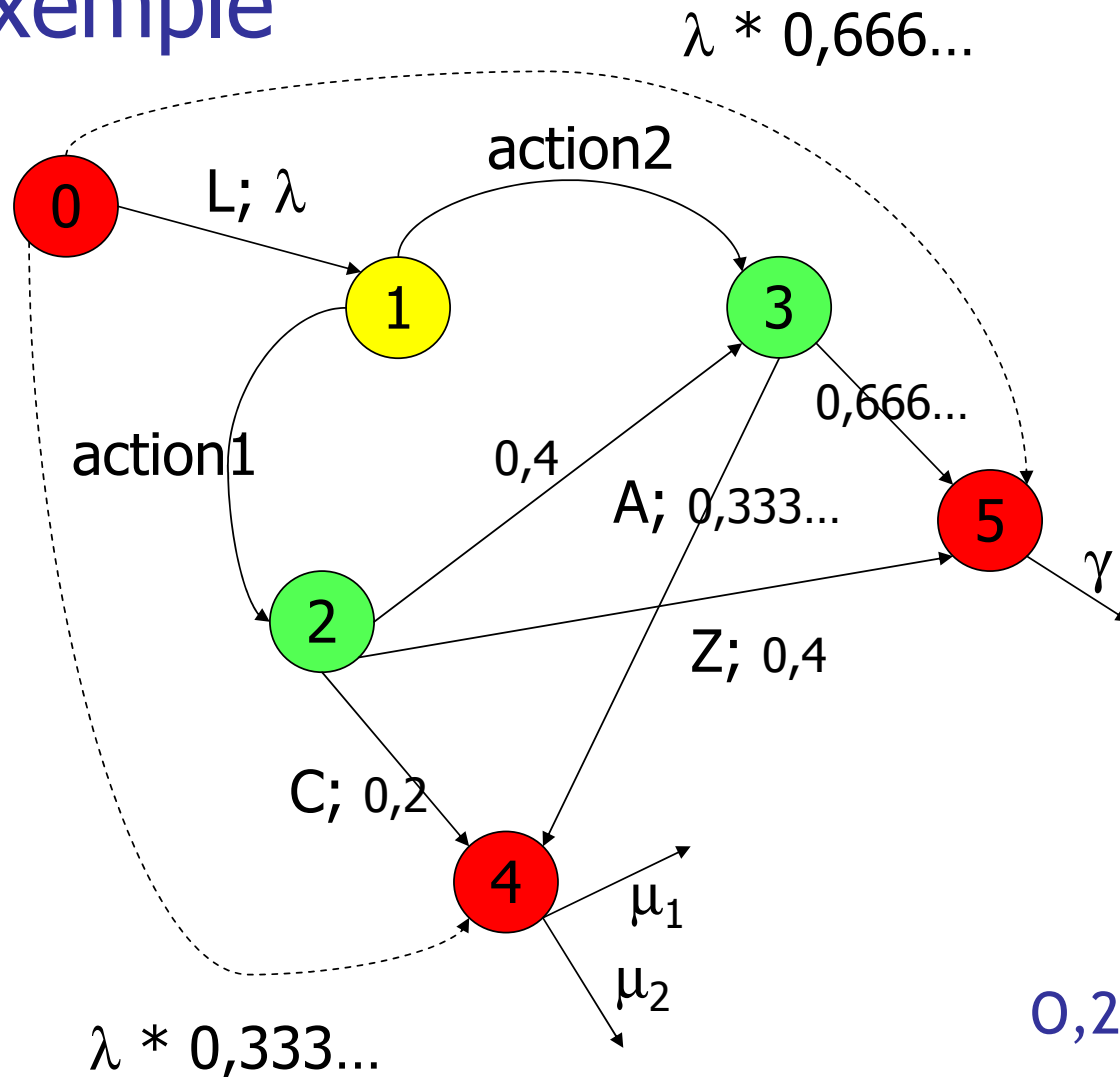
- \rightarrow ERREUR

- pas « bien spécifié »

- $\rightarrow E_1$

Modèle *bien spécifié*

- Exemple



- État *stable*
- État *décision*
- État *case*

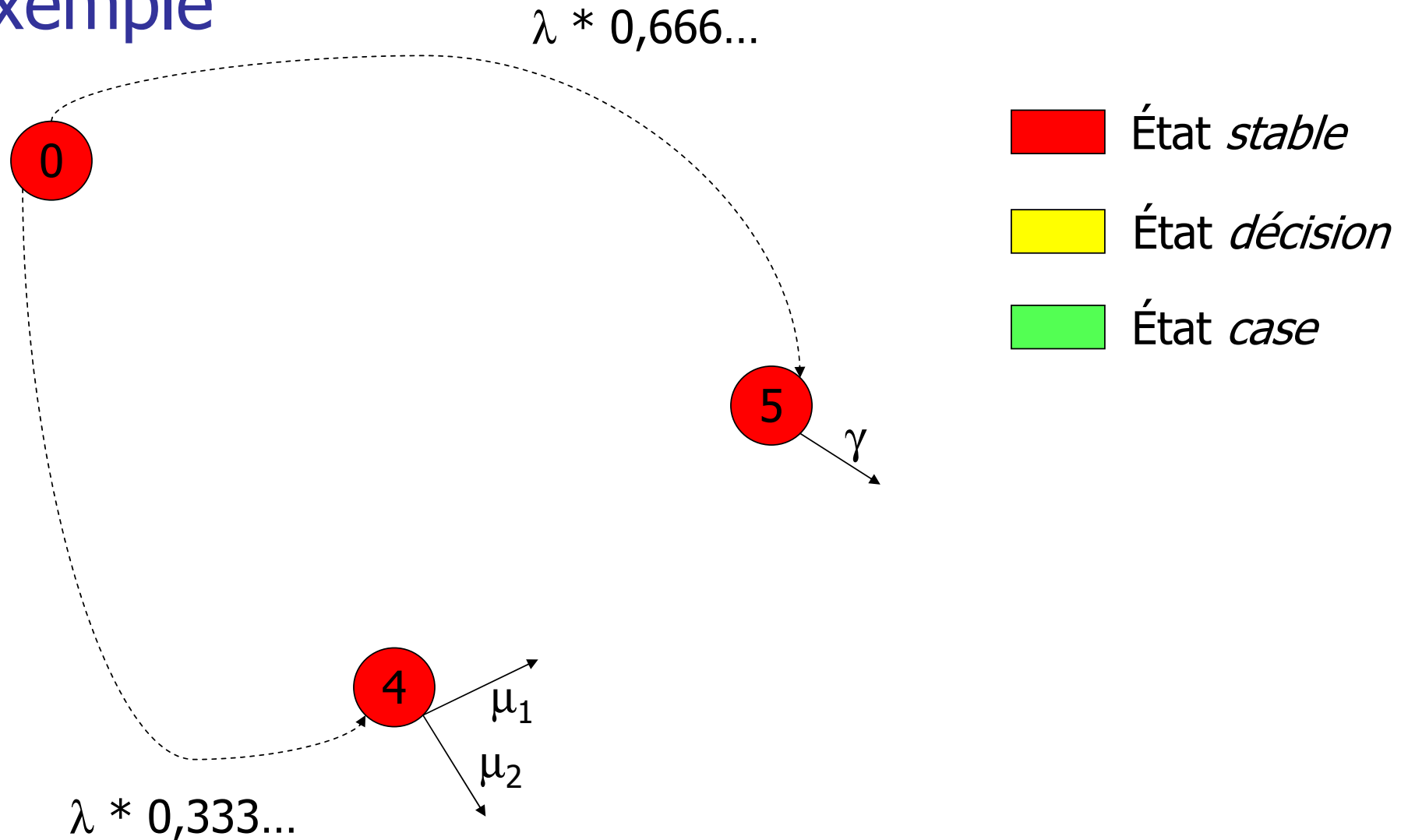
0,333...

et **bien spécifié !**

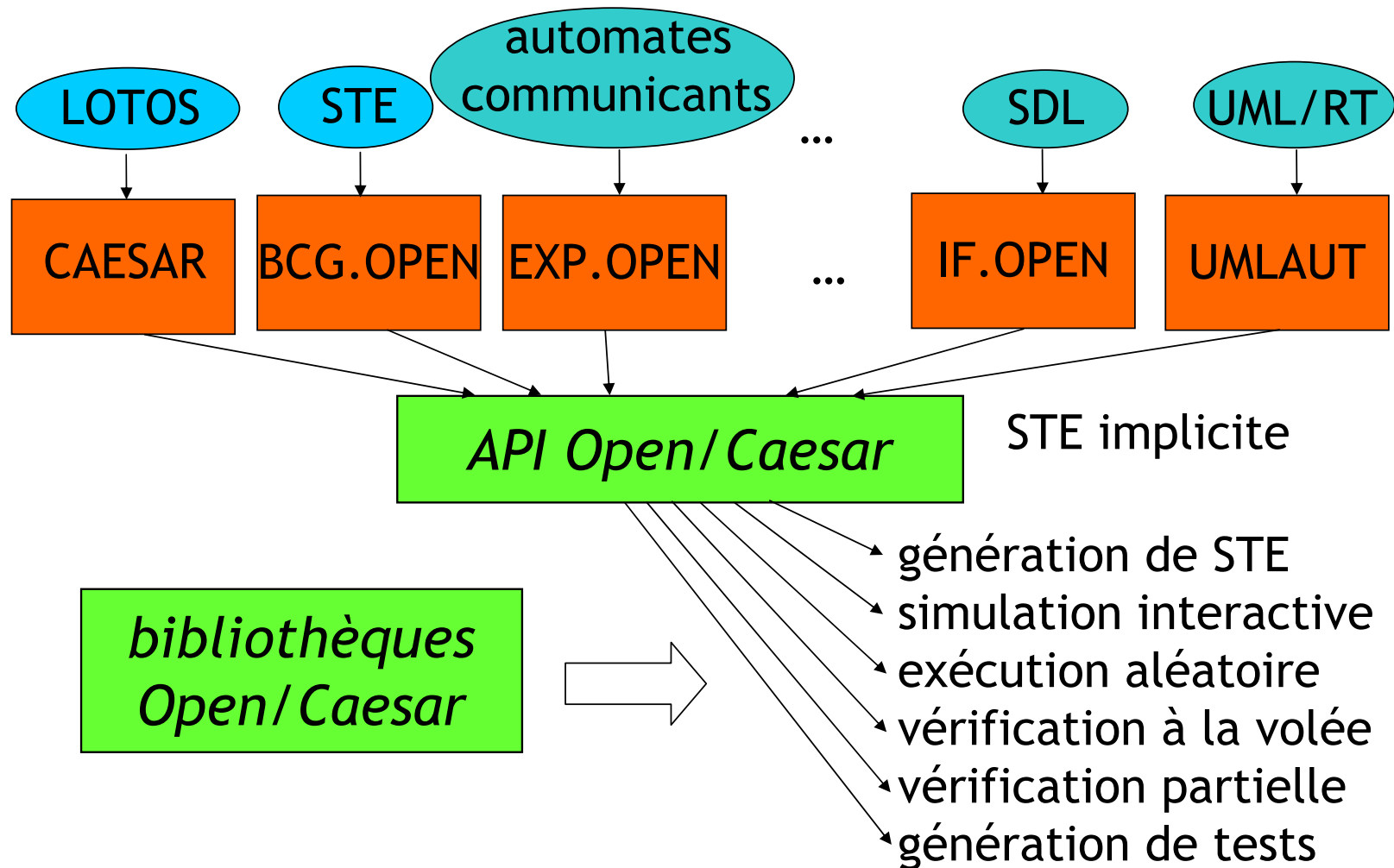
$$0,2 + 0,4 * 0,333... = 6/30 + 4/30 = 0,333...$$

Modèle *bien spécifié*

- Exemple

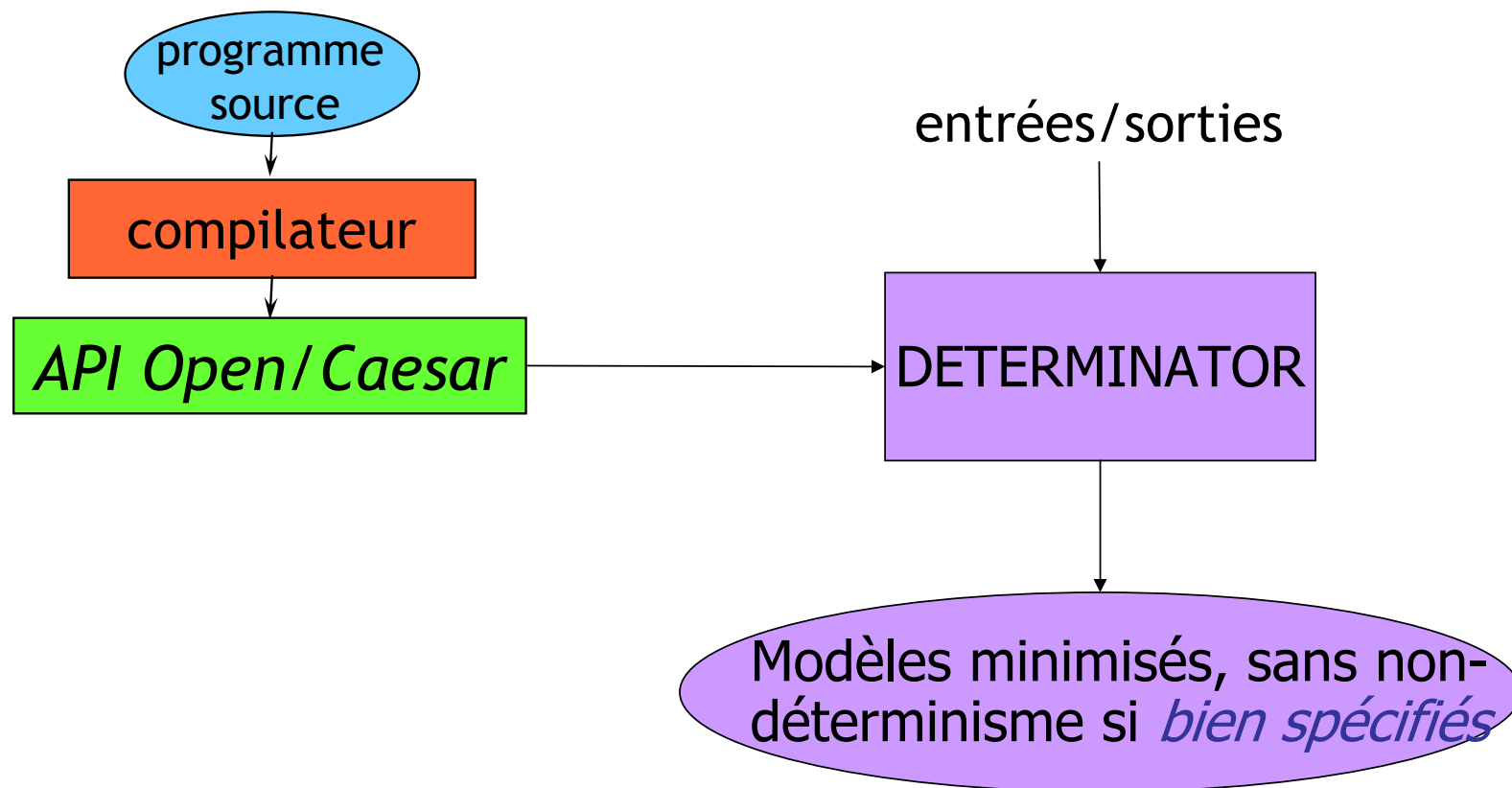


OPEN/CAESAR

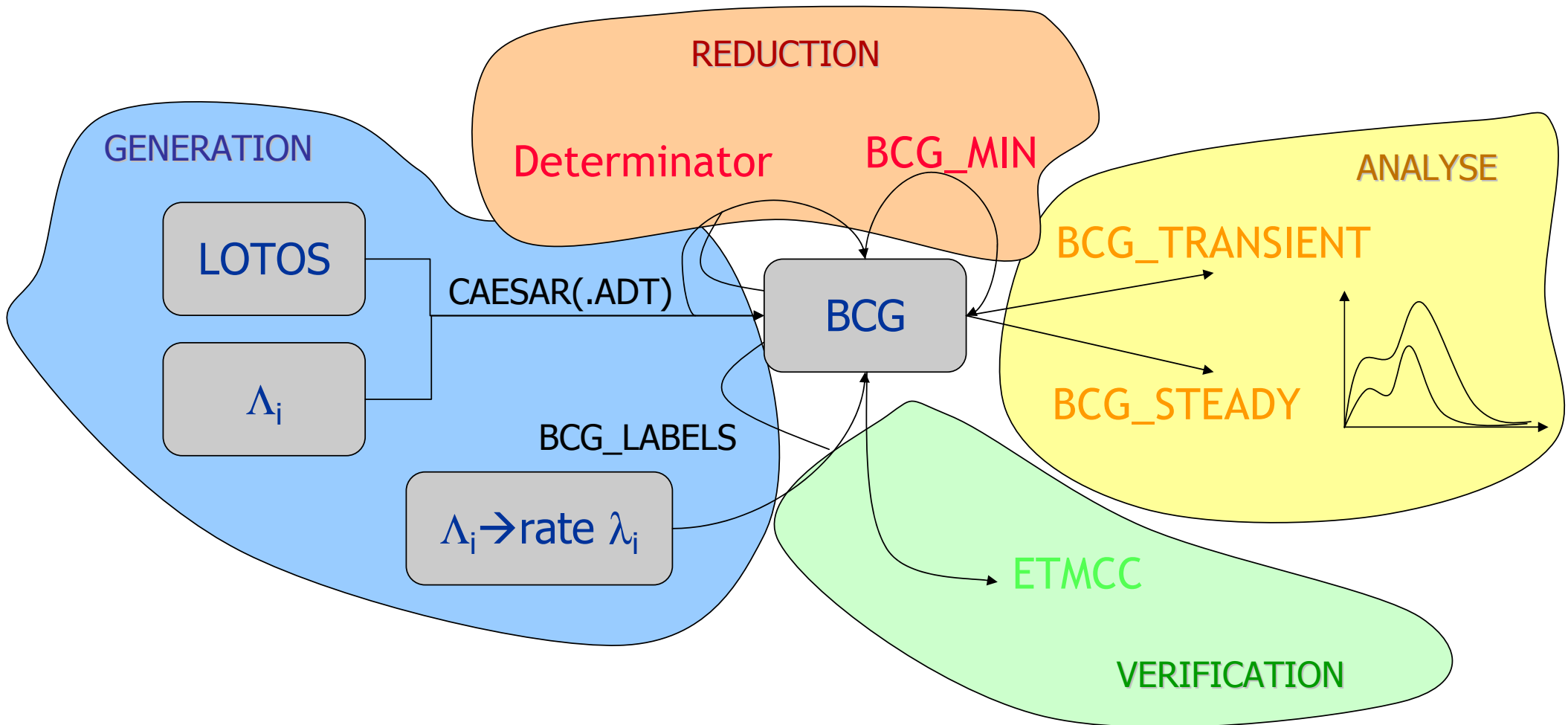


Intégration du **nouveau** composant

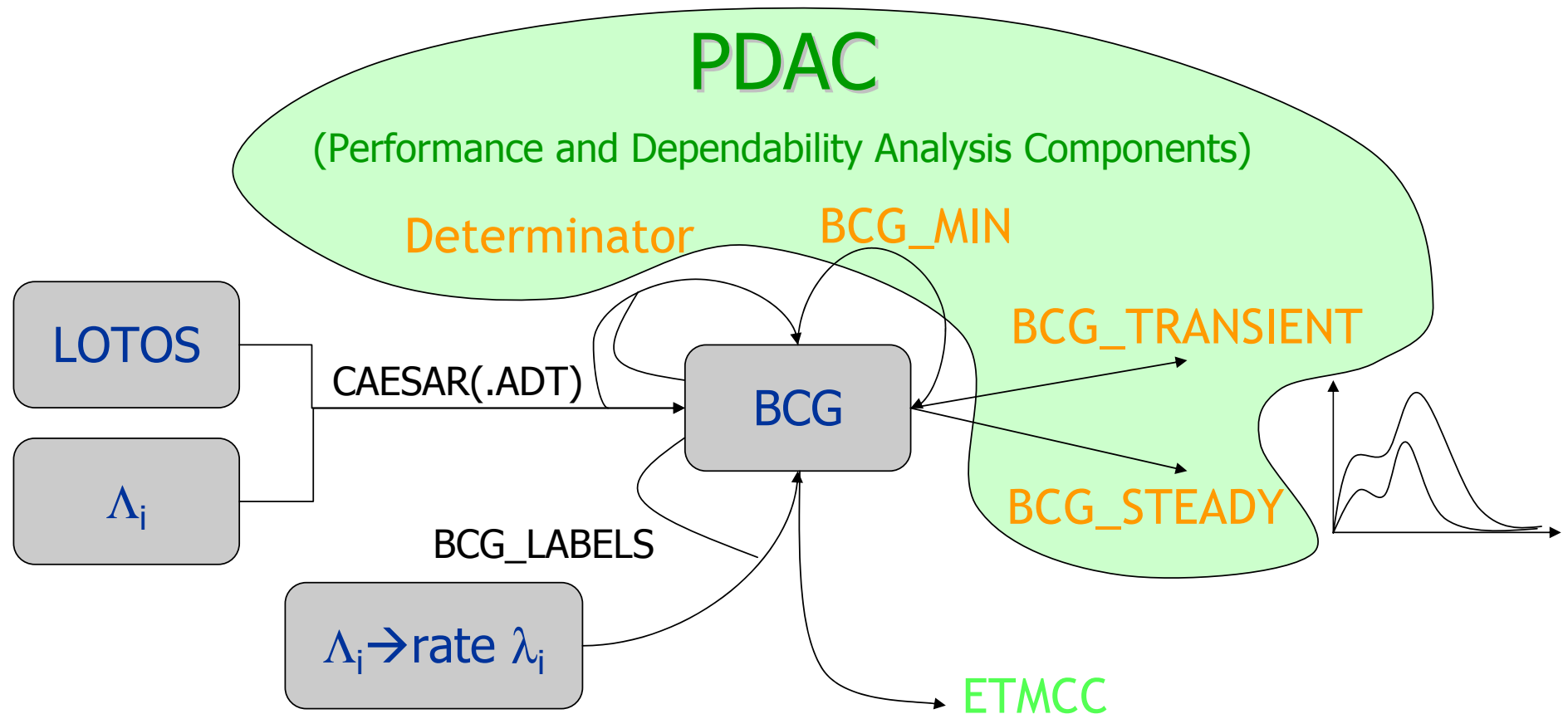
Minimisation à la volée de modèles stochastiques bien spécifiés, contenant du non-déterminisme.



Évaluation de performance



Évaluation de performance



Bilan

- **Un** outil complètement implémenté, utilisant la technologie de CADP :
 - ✦ Determinator : **réducteur** de modèles mixtes
- **PDAC** : une extension de CADP aux aspects temporels des systèmes
 - ✦ Bcg_Transient
 - ✦ Bcg_Steady
 - ✦ Bcg_Min
 - ✦ Determinator
- **Bibliothèque** de fonctions d'analyse de STE mixtes

Perspectives

- **Intégration** de PDAC dans la prochaine version de CADP (2003)
- Bibliothèque **générique** utilisée par les composants de PDAC
- **Travaux futurs**
 - ✦ Au niveau de la spécification
 - Génération automatique de contraintes stochastiques dans un STE classique
 - ✦ Au niveau de la vérification
 - Connexions à des simulateurs existants
 - Conception de simulateurs Markoviens parallèles