Outils de Modélisation 1
(Partie 3)

Cours de Master: M1 IA

Plan

- Partie 1: Introduction (Systèmes critique, bogues célèbres, Langages formels, Spécification, Vérification);
- Partie 2: Modélisation du système (Aspects à modéliser dans un système, modèles pour la dynamique, systèmes à événement discrets, formalismes des systèmes à événement discrets)
- **Partie 3: Systèmes états-transitions**
- Partie 4: Automates des systèmes infinis
- Partie 5: Logique Temporelle

Test 1 (sur la partie 1)

- C’est quoi la spécification?
- C’est quoi un langage formel?
- Quels sont les types de langages formel?
- C’est quoi la vérification?
- Quelles sont les techniques de vérification?
- Que peut on vérifier ?

Test 2 (sur la partie 2)

- Citer certains aspects qu'on s'intéresse à modéliser dans un système?
- C'est quoi la dynamique (le comportement) d'un système? Donner des exemples
- Citer les modélisations possibles d'une dynamique d'un système. Pourquoi cette variété de modélisations?
- Citer quelques outils formels pour la modélisation de la dynamique d'un système
- Sur quelle base on favorise un outil sur un autre?

Outils de Spécification 1:

Partie 3: Modèles état-transition

Cours de Master: M1 GLSD

2016-2017

Partie 3: Systèmes états-transitions
Plan

- Type de modèles états-transitions;

- Rappel sur les automates d'états finis: définitions, AFN, AFD, union, expression rationnelle, ...;

- Les AFs dans la spécification et la vérification

Type de modèles états-transitions

- Système de transitions;

- Système de transitions étiquetées;

- Automates d’états finis;

Type de modèles états-transitions (2):

Systèmes de transitions

Un système de transitions est un triplet (Σ, I, $\rightarrow$) composé de:

- Un ensemble **fini ou <u>infini</u> d'états** Σ
- Un ensemble **d'états initiaux** I $\in \Sigma$
- Une **relation de transition** sur Σ, notée $\rightarrow \in \Sigma * \Sigma$

Le triplet **(Σ, I, $\rightarrow$)** désignera un système de transitions

Type de modèles états-transitions (3): **Système de transitions étiquetées**

- Un **ensemble fini ou infini d'états** Σ
- Un **ensemble d'états initiaux** $I \subseteq \Sigma$
- Un **ensemble d'états finaux** $F \subseteq \Sigma$
- Un **alphabet** E
- Une **relation de transition** sur Σ, notée $\rightarrow \subseteq \Sigma * E * \Sigma$

Le quadruplet **(Σ, I, F, E, $\rightarrow$)** désignera un système de transitions étiquetées.

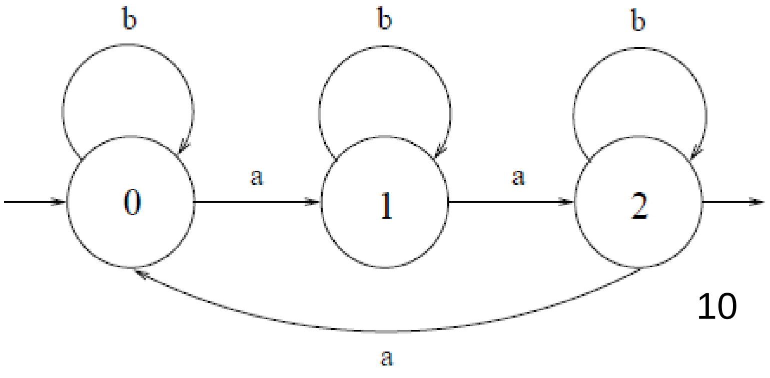
Automates finis (1): **Définition**

Un automate fini est un quadruplet **A=(S, E, T, S_0, F)** *avec :*

- ***S*** *est un ensemble* ***fini*** *d''etats, donc* ***S**** *est l'ensemble de toutes les séquences construites à base de ces états*
- ***E*** *est un alphabet fini, donc* ***E**** *est l'ensemble de* ***mots*** *construits à base de cet alphabet*
- ***T =S*E*S****, un ensemble de transitions, ou une relation* ***totale*** *de transitions définie par* ***T: S*E→E***
- ***S_0 ∈S*** *est un ensemble d'états initiaux*
- ***F*** *un ensemble d'état finaux*

S={0,1,2}
E={a,b}
s0=0
F={s2}

T	a	b
0	1	0
1	2	1
2	0	2



Automates finis (2): **Concepts liés**

- Un **calcul dans l'automate** ***A*** *est une suite d'états* $\boldsymbol{s_1 \ldots s_n}$ *tel que il existe une transition entre chaque deux états successifs:* $\boldsymbol{s_i}$ *et* $\boldsymbol{s_{i+1}}$

- le **mot reconnu par le calcul** $\boldsymbol{s_1 \ldots s_n}$ est la concaténation des étiquettes de chacune des transitions

- Un calcul $\boldsymbol{s_1 \ldots s_n}$ est **réussi** ssi $\mathbf{s_1 = s_0}$ et $\mathbf{s_n \in F}$

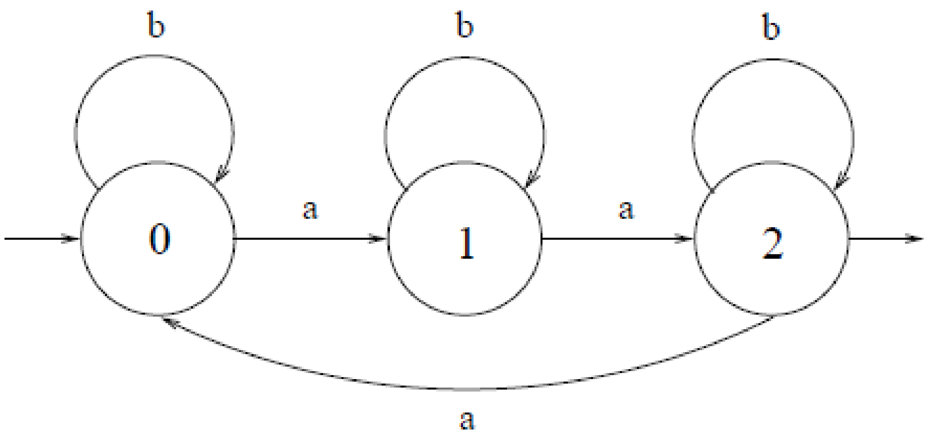
Automates finis (3): **Concepts liés**

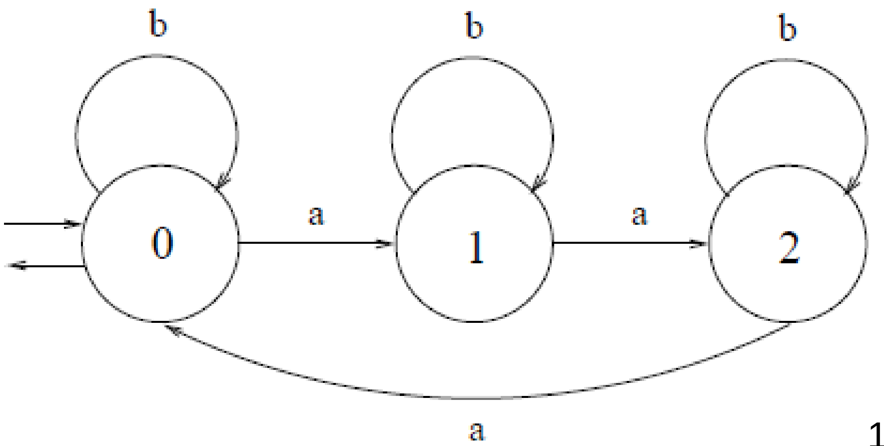
- Un mot est **reconnu par l'automate** **A** ssi son calcul est **réussi**;

- L'ensemble de tous les mots reconnus par **A** est dit le **langage** de **A** noté **L(A)**, ce langage peut se représenter sous forme **d'arbre de calculs (d'exécutions)**.

- Un langage est **reconnaissable** s'il y'a un automate qui le reconnait

Automates finis (4): Exemple



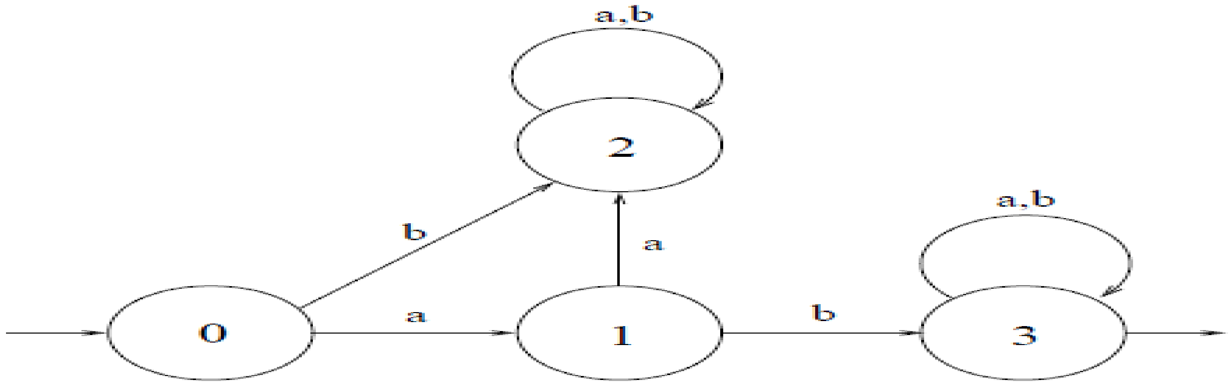


Automates finis (5): **Concepts liés**

- Un état ***s*** est dit **accessible** ssi il apparait dans un calcul d'un mot de **E***. **A** est accessible ssi tous ses états son accessibles

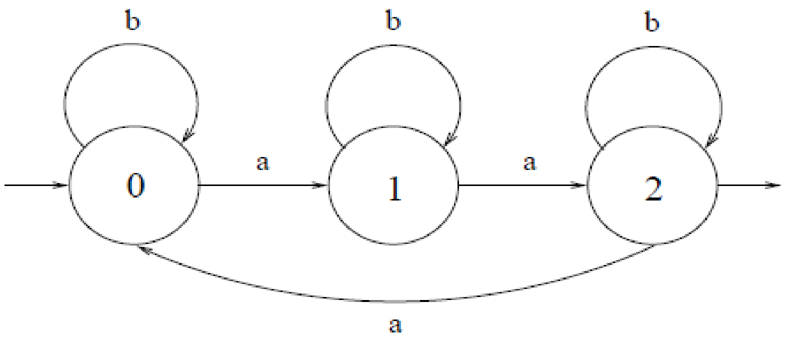
- Un état ***s*** est dit **co-accessible** ssi il commence un calcul qui atteint un état final. **A** est **co-accessible** ssi tous ses états sont **co-accessibles**

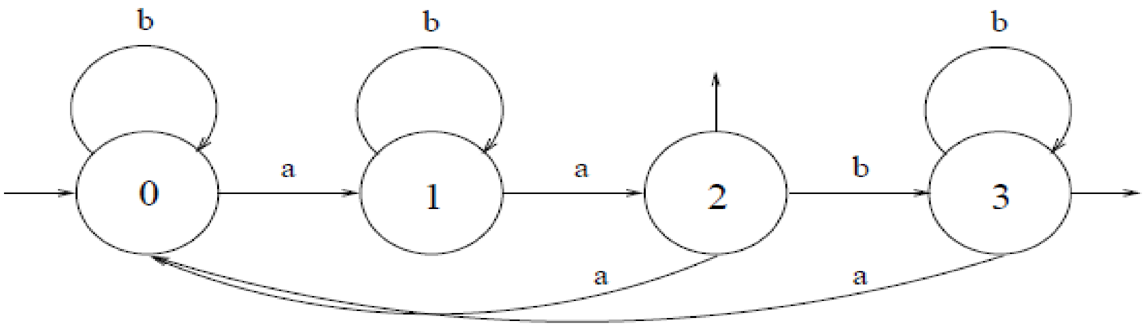
- Un état **s** est dit **utile** ssi, il est **accessible** et **co-accessible**. Il apparait dans un **calcul réussi**. Si tous les états d'un automate sont utiles, l'automate est dit **émondé**.



Automates finis (6): **Concepts liés**

- Deux automates sont **équivalents** ssi, ils reconnaissent le même langage.



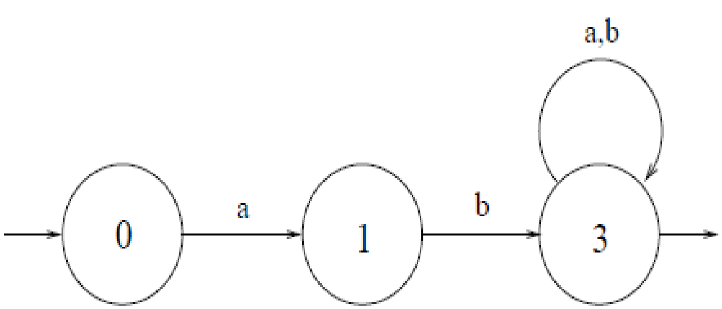


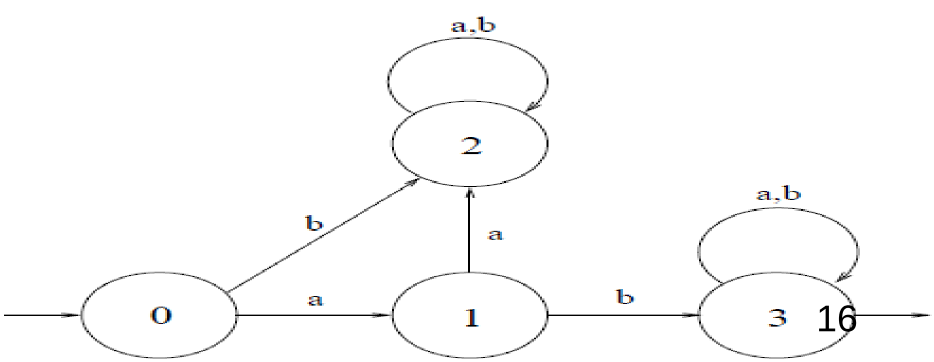
Automates à états-finis (7):
Automate partiel

- La relation de transition **n'est pas totale**: il y'a un état ***s*** et un élément ***e***, tel que **T(s, e)** n'est pas défini,

- L'algorithme de reconnaissance **s'arrête tôt** si le mot n'est pas reconnu

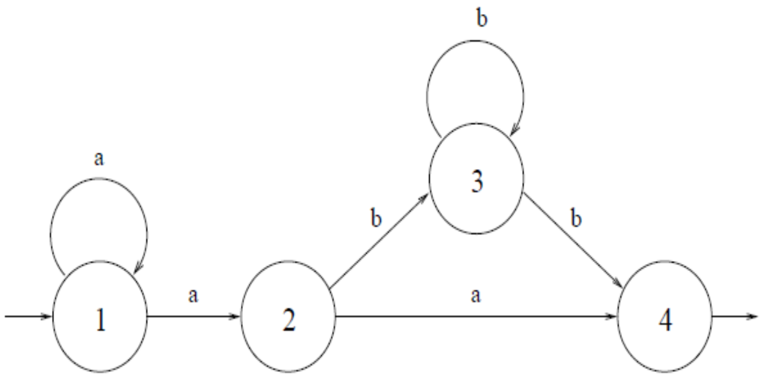
- Un automate partiel possède un **automate complet équivalent**.





Automates finis (8):
Indéterminisme

- Un automate est **indéterministe** ssi, il y'a un ***s*** dans ***S*** et un ***e*** dans ***E***, tel que ***T(s, e)*** n'est pas unique.



Le mot *aa* génère un calcul réussi 124
Et un calcul non réussi 11

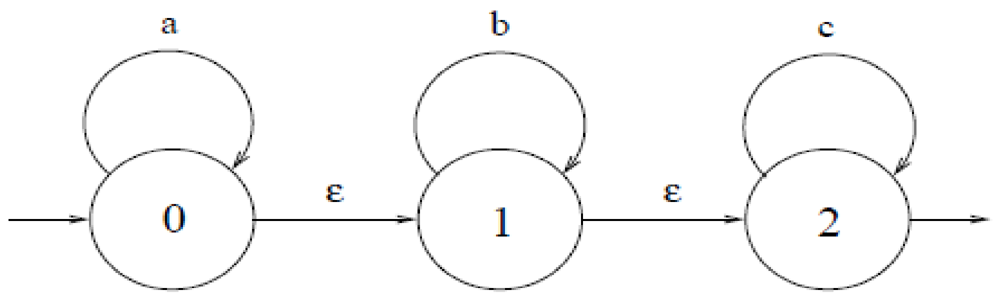
- **Inconvénients:**

1. **Le mot ne serait pas reconnu ssi tous les calcul échouent**
2. **trop de calcul pour voir si un mot est reconnu ou non!!!!!!!**
3. **pour tout AEFN il existe un AEF équivalent (algorithme)AEF**

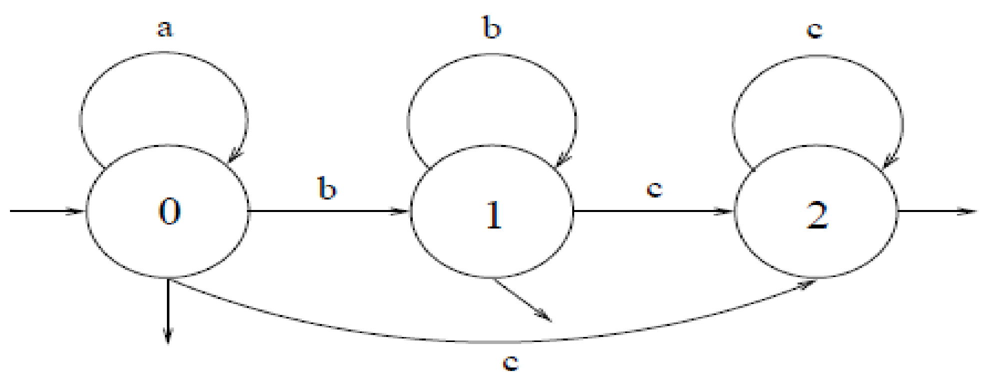
- **Pourquoi ces AEFN?????? Ils sont plus facile à construire**

Automates finis (9): **transition spontanée**

- Une transition étiquetée par le mot vide ε.



- Les transitions spontanées peuvent être éliminées pour avoir un AEFN, en utilisant la **ε-femeture**



- **Pourquoi???** Avoir des automates avec un seul état final

Automates finis (10)

Union de deux Automates

- Si **L** est reconnaissable par $\mathbf{A=(S,E,T,s_0,F)}$ et **L'** est reconnaissable par $\mathbf{A'=(S', E', T', s_0', F')}$

alors $\mathbf{L \cup L'}$ est reconnaissable par

$$\mathbf{A''=(S*S', E \cup E', T'', (s_0,s_0'), \underline{F*S' \cup S*F'})}$$

Où:

$$\mathbf{T''((s, s'),e)=(T(s, e),T'(s',e))}$$

Déduire l'automate de l'intersection?

Automates finis (11):

Union de deux Automates

Exemple: