

TECHNIQUES DE MODÉLISATION

Machines à états finies

TM022
v110b

2016-02-11

Luc LAVOIE
Département d'informatique
Faculté des sciences



Luc.Lavoie@USherbrooke.ca
<http://info.usherbrooke.ca/lavoie>

TABLE DES MATIÈRES

- Présentation
- Objectifs
- Machine de Mealy
- Machine de Moore
- Notation SDL
- Notation UML
- Références



PRÉSENTATION

- MEF (machine à états finie)
FSM (finite state machine)
- Proposé par Mealy et Moore (indépendamment)
 - Mealy : sortie associée à une transition
 - Moore : sortie associée à un état

OBJECTIFS

- Associer une sortie à toute entrée
 - sur réception d'une entrée, une sortie est produite
- Identifier de la nature d'un évènement (entrée ou sortie)
- Distinguer l'ensemble des symboles d'entrée de celui des symboles de sortie

MACHINE DE MEALY

- Définition
- Convention
- Exemples
- Caractéristiques
- Sémantique des traces

MACHINE DE MEALY

DÉFINITION

- Automate de Mealy $M = (\mathbf{E}, \mathbf{A}, \mathbf{B}, \mathbf{T}, \mathbf{S}, \mathbf{e}_0)$ où
 - \mathbf{E} : ensemble fini des états
 - \mathbf{A} : alphabet d'entrée, ensemble fini de symboles
 - \mathbf{B} : alphabet de sortie, ensemble fini de symboles
 - \mathbf{T} : fonction de transition, $\mathbf{E} \times \mathbf{A} \rightarrow \mathbf{E}$
 - \mathbf{S} : fonction de sortie, $\mathbf{E} \times \mathbf{A} \rightarrow \mathbf{B}$
 - \mathbf{e}_0 : état initial, élément de \mathbf{E}
- \mathbf{T} et \mathbf{S} sont des fonctions

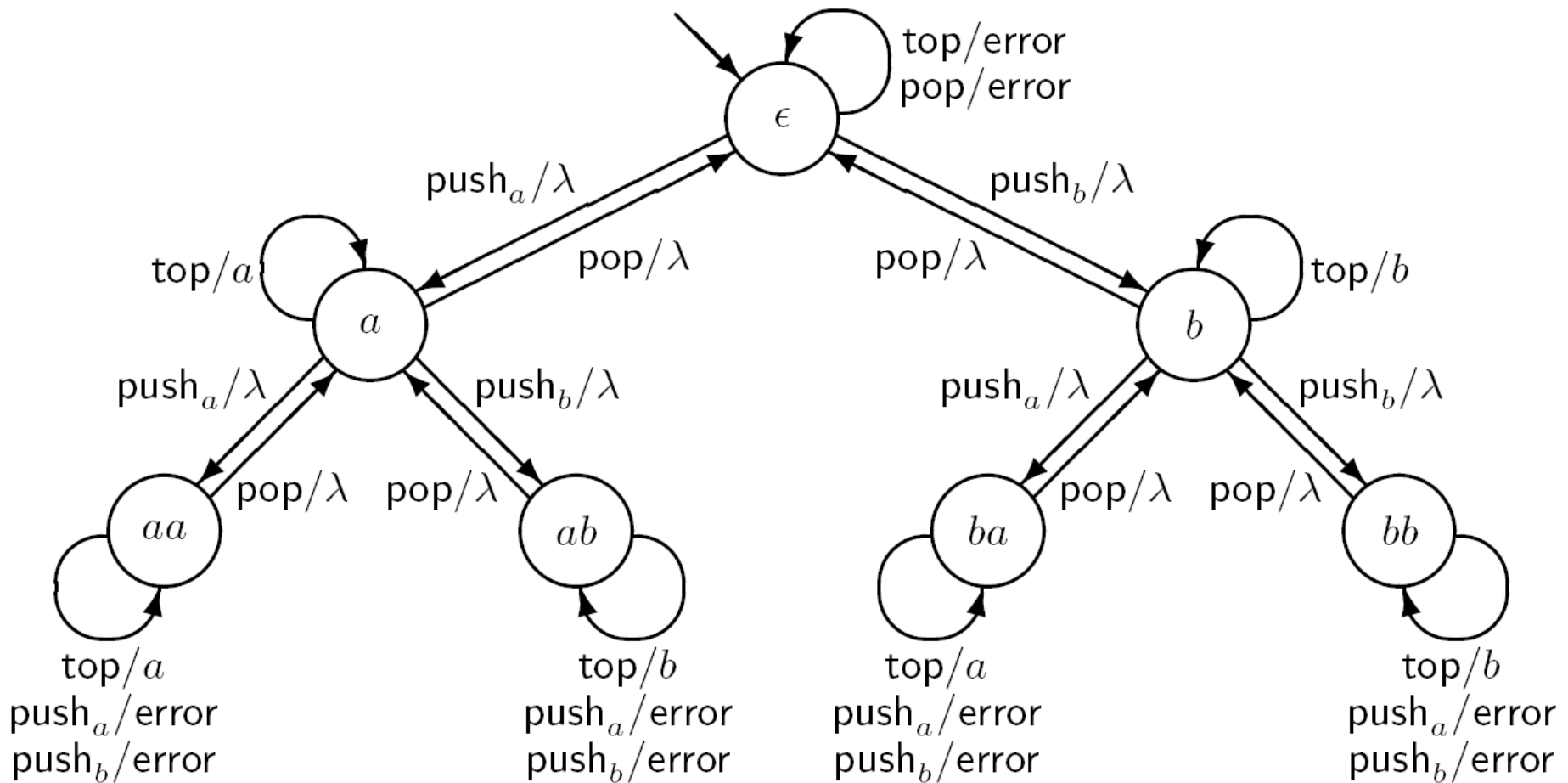
MACHINE DE MEALY

CONVENTION

- Transition $e_1 \xrightarrow{a/b} e_2$:
 - si l'entrée « a » est reçue alors que le système est dans l'état e_1 , la sortie « b » est produite et le nouvel état du système est e_2
 - « a » est aussi appelé le déclencheur (*trigger*)
- $\lambda \in B$: sortie inintéressante, ou absente
- Si une entrée est reçue et qu'aucune transition n'est définie pour cette entrée, il ne se passe rien (l'entrée est ignorée)

MACHINE DE MEALY

EXEMPLE – PILE BORNÉE



MACHINE DE MEALY

CARACTÉRISTIQUES

- Non hiérarchique
- Un état dénote l'état complet du système
- Le système est dans un seul état à la fois
- Une transition est atomique; elle ne peut être décomposée

MACHINE DE MEALY

SÉMANTIQUE DES TRACES

Definition 2.2. *The behavioral abstraction (semantics) of a Mealy machine*

$$\Sigma = (S, I, O, \delta, \gamma, s_0)$$

is the function $g_\Sigma : I^+ \rightarrow O$ defined by the following recursive equations, where $d_\Sigma : I^ \rightarrow S$ is an auxiliary function, $x \in I$ and $t \in I^*$.*

$$d_\Sigma(\tau) = s_0, \quad d_\Sigma(tx) = \delta(d_\Sigma(t), x), \quad g_\Sigma(tx) = \gamma(d_\Sigma(t), x).$$

Two Mealy machines

$$\Sigma = (S, I, O, \delta, \gamma, s_0) \text{ and } \Sigma' = (S', I, O, \delta', \gamma', s_0')$$

are equivalent if and only if $g_\Sigma(t) = g_{\Sigma'}(t)$ for all $t \in I^+$.

MACHINE DE MOORE

- Définition
- Convention
- Exemples
- Caractéristiques

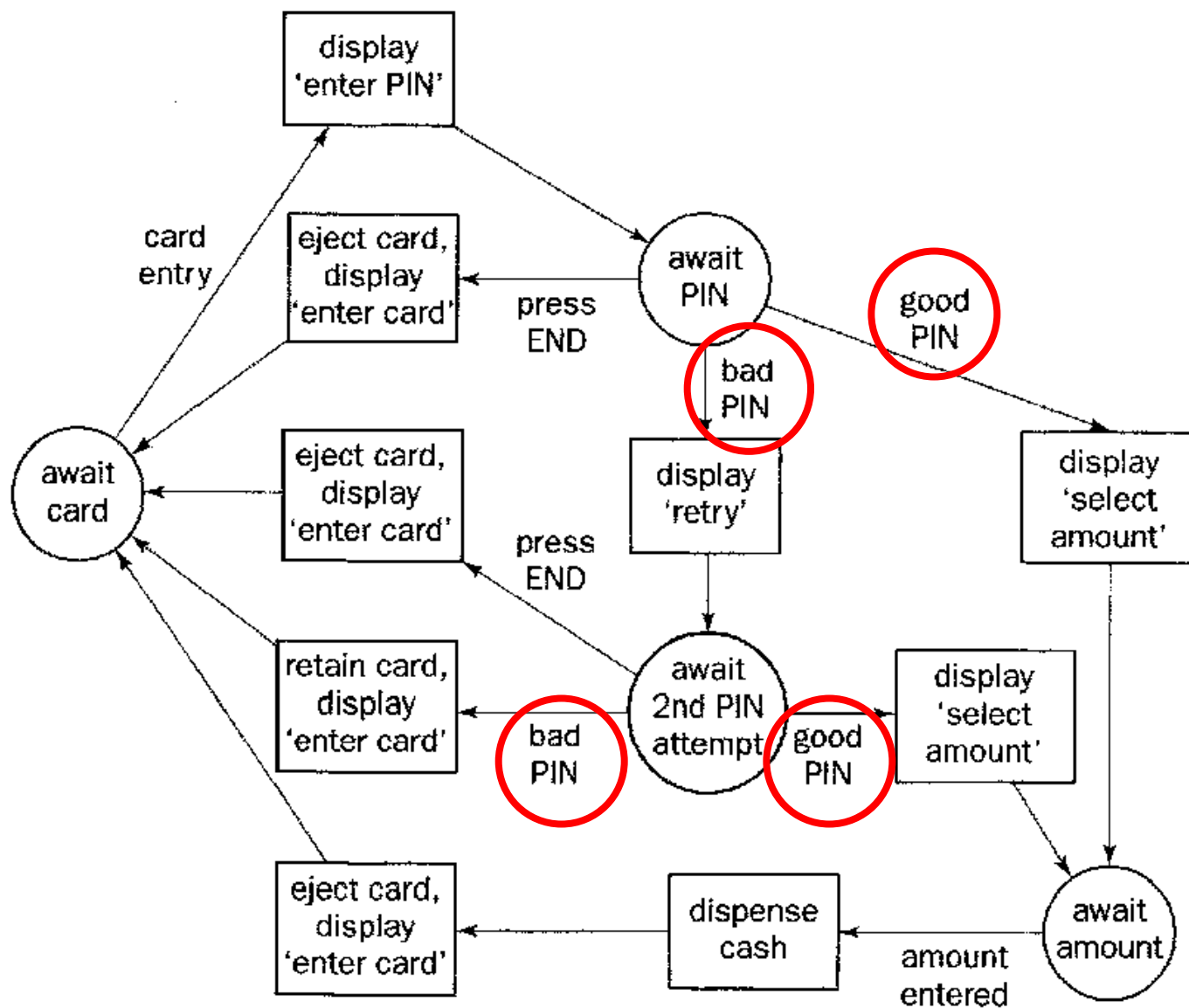
MACHINE DE MOORE

DÉFINITION

- Automate de Moore $M = (\mathbf{E}, \mathbf{A}, \mathbf{B}, \mathbf{T}, \mathbf{S}, \mathbf{e}_0)$ où
 - \mathbf{E} : ensemble fini des états
 - \mathbf{A} : alphabet d'entrée, ensemble fini de symboles
 - \mathbf{B} : alphabet de sortie, ensemble fini de symboles
 - \mathbf{T} : fonction de transition, $\mathbf{E} \times \mathbf{A} \rightarrow \mathbf{E}$
 - \mathbf{S} : fonction de sortie, $\mathbf{E} \rightarrow \mathbf{B}$
 - \mathbf{e}_0 : état initial, élément de \mathbf{E}
- \mathbf{T} et \mathbf{S} sont des fonctions

MACHINE DE MOORE

EXEMPLE – GUICHET BANCAIRE (VARIANTE STD)



DIAGRAMMES SDL

- Origines
- Notation
 - base
 - concurrence
 - temporisation
 - autres
- Exemples
- Exercices

DIAGRAMMES SDL

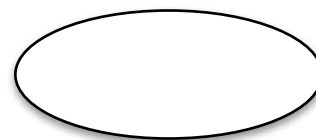
ORIGINES

- SDL - Specification and Description Language.
- Norme CCITT, puis ITU-T.
- Évolution soutenue de 1972 à 2007.
- Concepts fondamentaux
 - Agent, signal, processus, procédure, type abstrait
- Modèle
 - Agents concurrents communiquant par queues de signaux priorités

DIAGRAMMES SDL

NOTATION

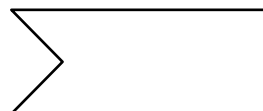
État



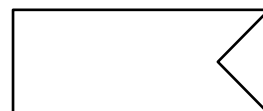
Action
(sans sortie)



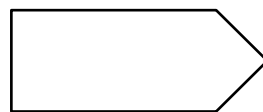
Récepteur
(action avec entrée)



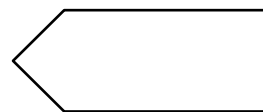
ou



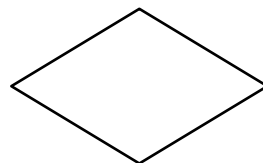
Émetteur
(action avec sortie)



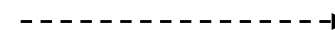
ou



Décision



Message
(signal interne)

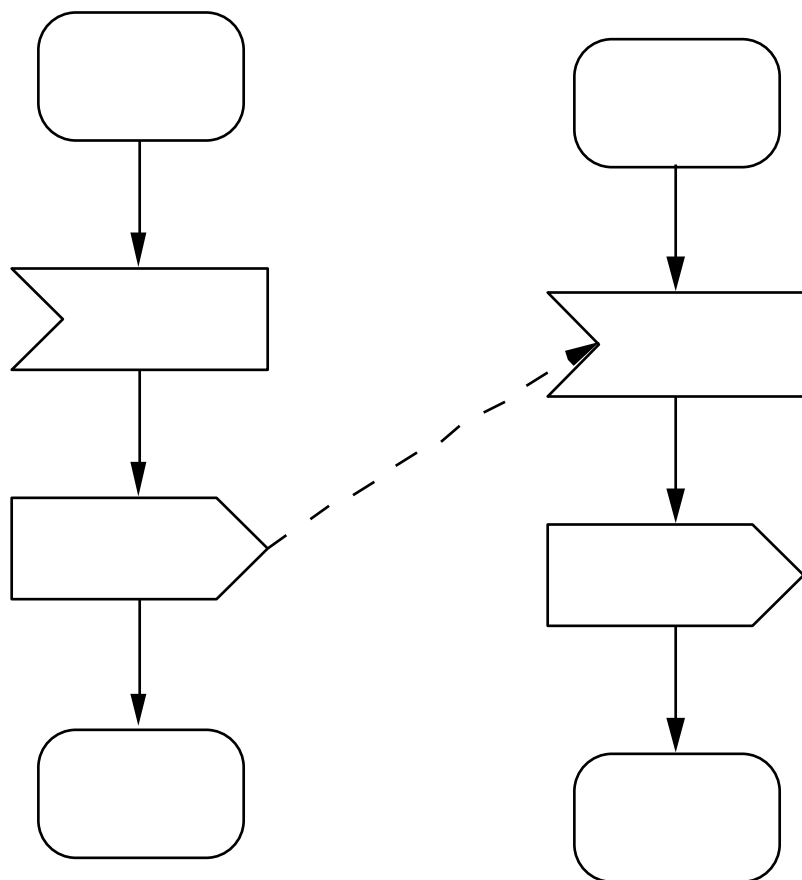


Transition



DIAGRAMMES SDL CONCURRENCE

un trait
pointillé
dénote un
envoi de
message



DIAGRAMMES SDL

TEMPORISATION

- Une temporisation vise à définir un comportement lorsqu'aucun des signaux attendus dans un état Y n'est reçu dans un délai prescrit t .
- Soit $S\text{-in}\langle 1 \rangle, \dots, S\text{-in}\langle n \rangle$, les signaux attendus par l'état Y
- Soit X l'état antérieur unique de Y (au besoin, introduit à cet effet)
- Soit $X\text{-in}$, $X\text{-act}$ et $X\text{-out}$ les éventuelles actions de la transaction de X vers Y
- La temporisation est composée de deux actions : une action simple (A) et un émetteur (D).
- L'action A entre $X\text{-act}$ et $X\text{-out}$ amorce le temporisation.
- L'émetteur D est placé sur sa propre transition sortante de Y .
- À l'expiration du délai t , A envoie un signal à D qui déclenche les actions à la suite de D .
- Si l'un des $S\text{-in}$ est reçu avant l'expiration du délai t , A est suspendue de telle sorte que D ne sera pas franchi.

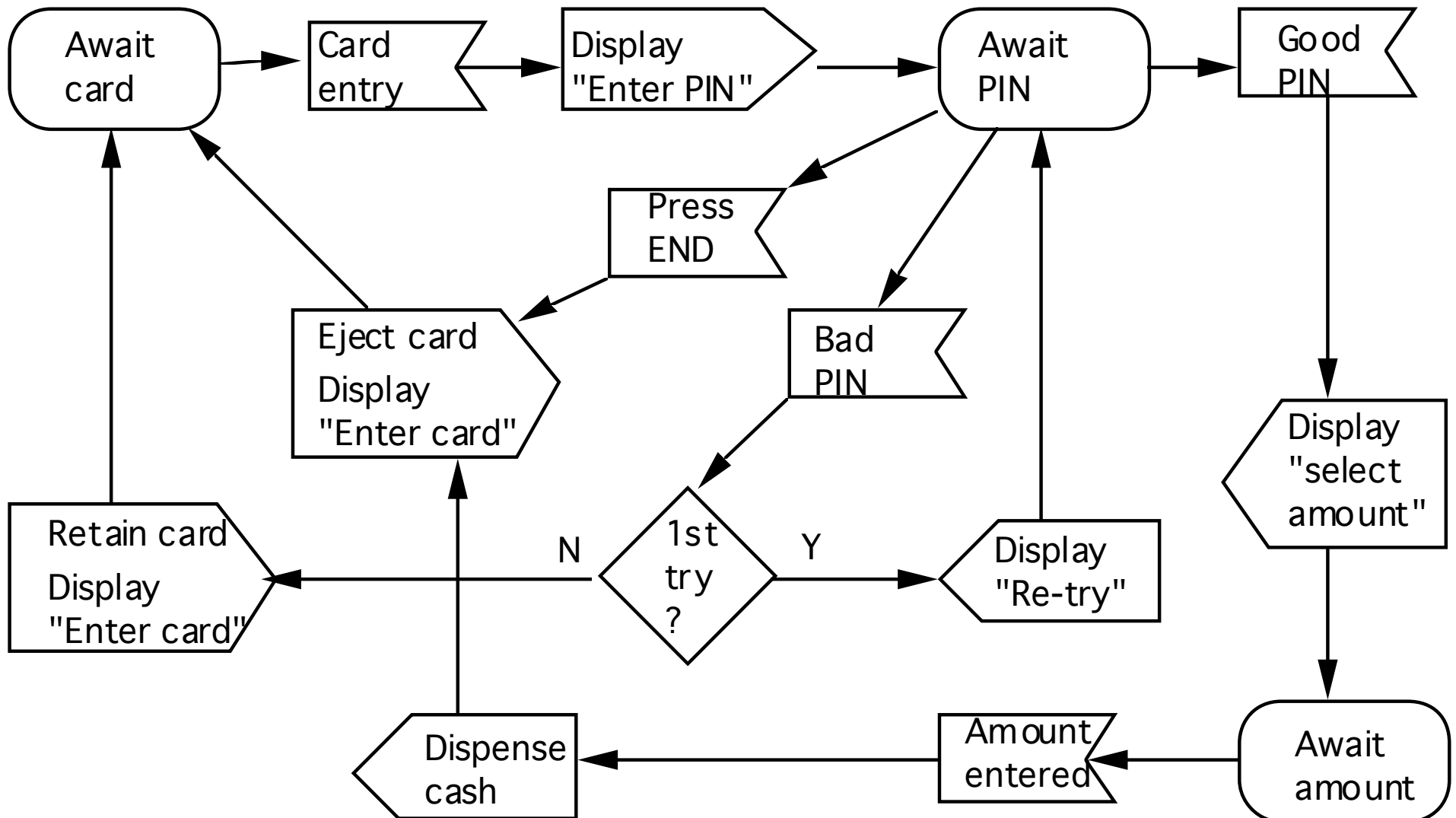
DIAGRAMMES SDL

PLUSIEURS AUTRES POSSIBILITÉS

- Définir des agents échangeant des signaux
- Définir, créer et supprimer des processus
- Définir et appeler des procédures
- Définir des types abstraits
- ...
- voir norme ITU-T Z.100 (11/2007)

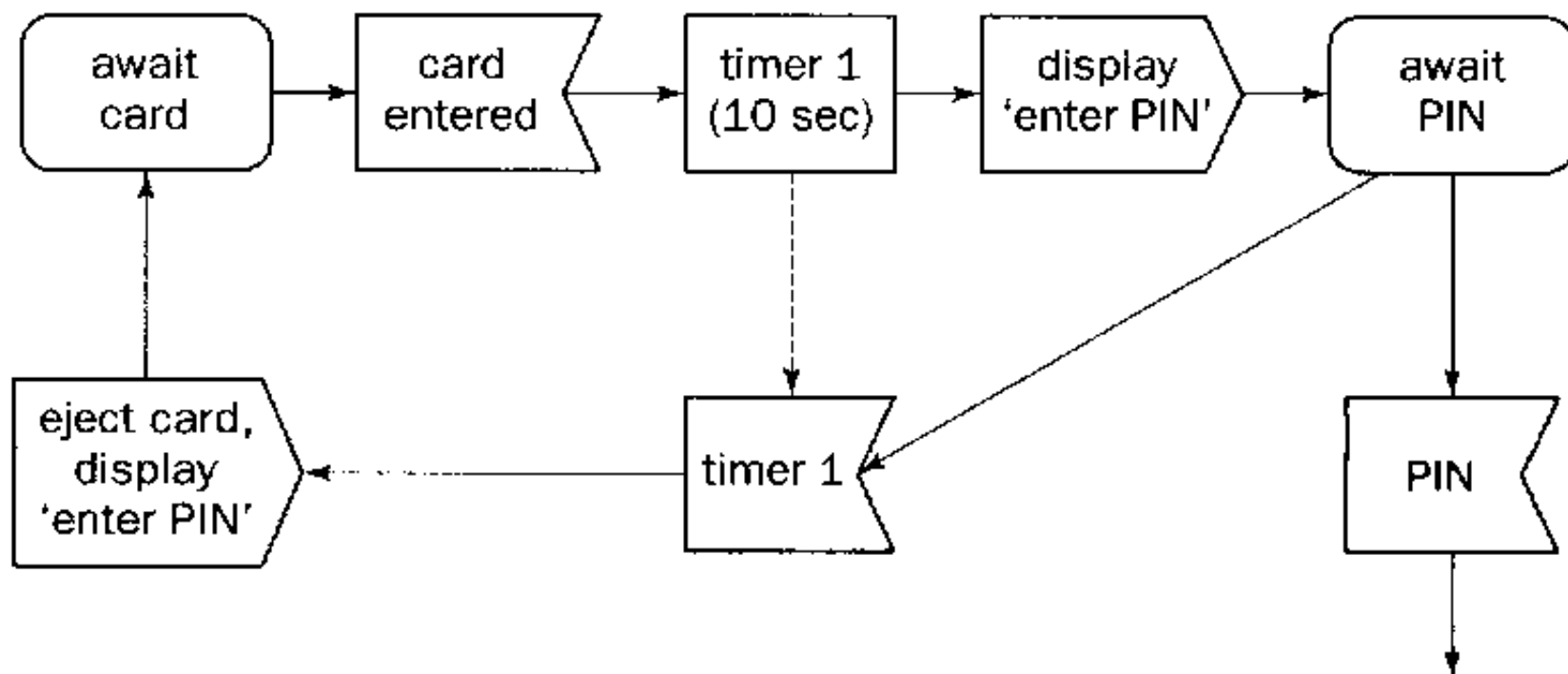
DIAGRAMMES SDL

EXEMPLE - GUICHET BANCAIRE



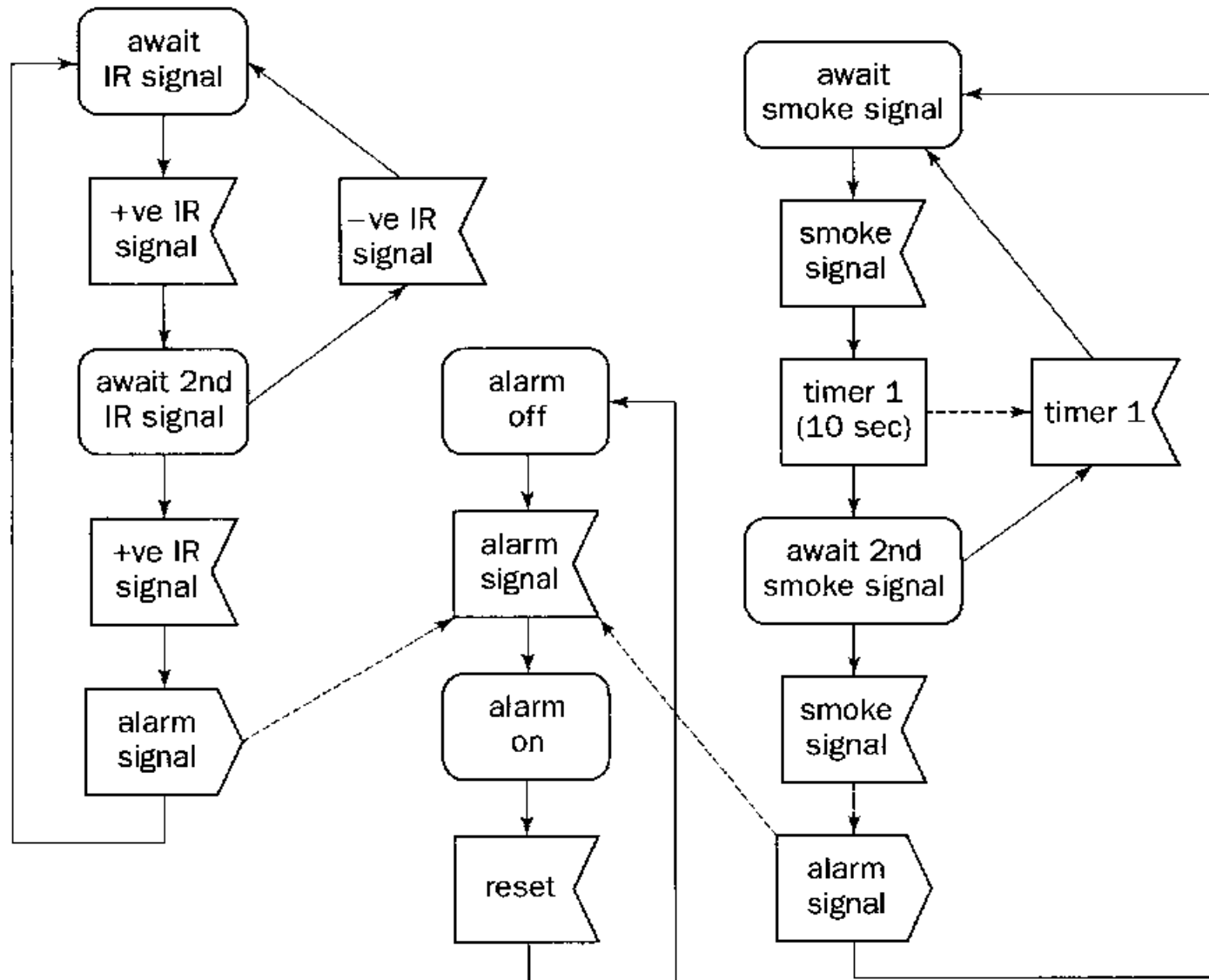
DIAGRAMMES SDL

EXEMPLE - TEMPORISATION



DIAGRAMMES SDL

EXEMPLE - ALARME VOL-INCENDIE



DIAGRAMMES SDL

EXERCICES

- Bibliothèque
- POTS
- Four micro-ondes

DIAGRAMMES D'ÉTATS UML

- Origines
- Notation
- Exemples
- Exercices

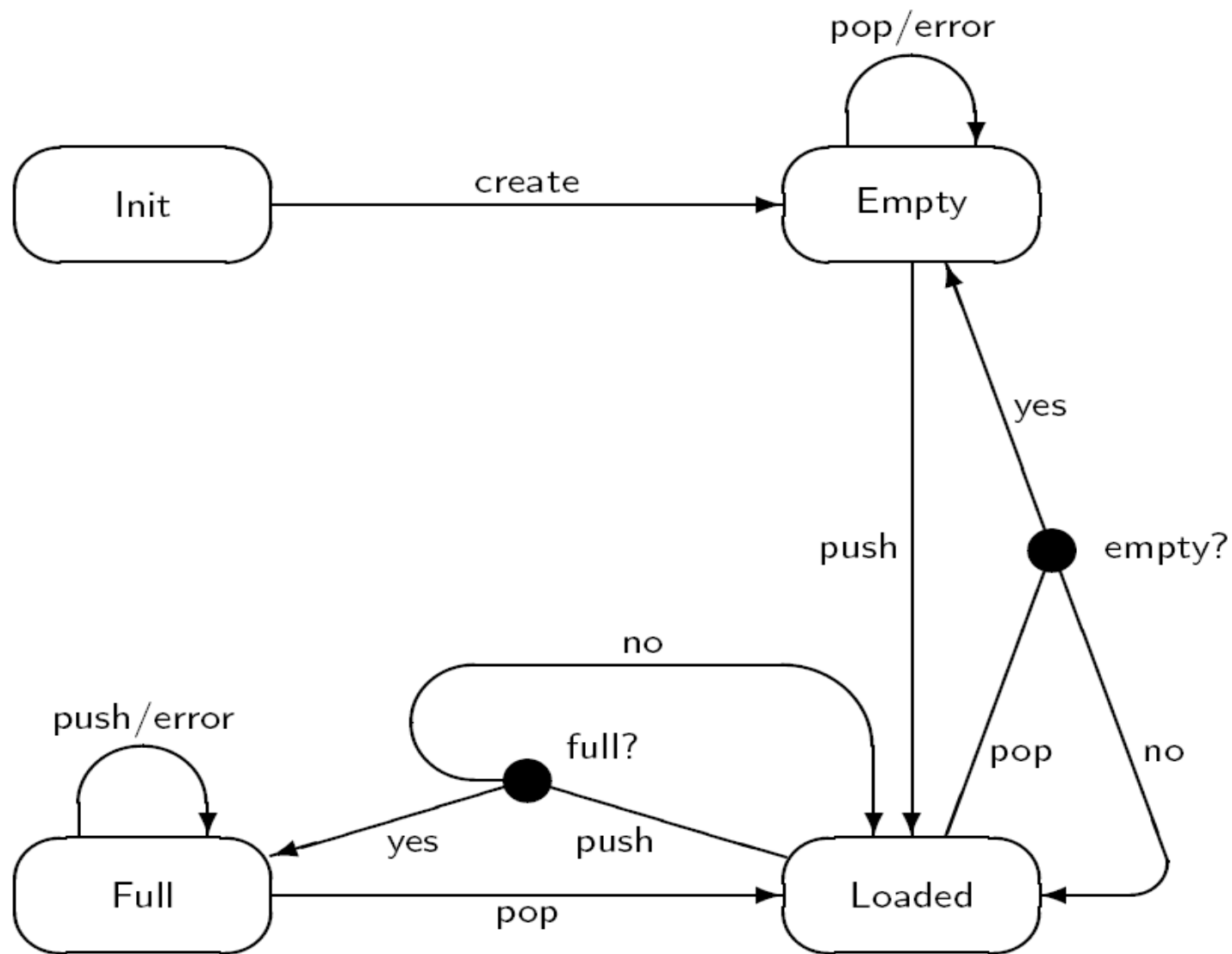
DIAGRAMMES D'ÉTATS UML

NOTATION

- Voir cours de Laurent Audibert

DIAGRAMMES UML (ÉTATS)

EXEMPLE – PILE



DIAGRAMMES D'ÉTATS UML

EXERCICES

- Bibliothèque
- POTS
- Four micro-ondes

RÉFÉRENCES

- Bray
- Braude & Bernstein, 16.6 et 16.7

