

# Algèbres de processus (1) :

## Le CCS

Master GLSD 2015-2016

# Plan du cours

- Introduction: C'est quoi un AP?,
- Le CCS: caractéristiques, systèmes concernés, un processus CCS, types de CCS (pur, impur, ...)
- CCS pur: Syntaxe et Sémantique

# Introduction :

## Qu'est-ce qu'une algèbre de processus

En général un algèbre est un système constitué d'un ensemble :

- de termes
- d'opérateurs
- **d'axiomes**

Qui sera utilisé pour **écrire** et **manipuler** des expressions algébriques

# Introduction (algèbre de processus)

- Un langage de **spécification** qui comprend la possibilité d'exprimer des **interactions** puis **évolution**, et des opérateurs pour **assembler** des sous-systèmes en des systèmes
- Une **sémantique (opérationnelle)** formelle basée sur des interactions atomiques **sys./envt.**
- Une notion de **raffinement comportemental**

# CCS: Calculus of Communicating systems

- Représentants des AP  
(CCS,CSP,SCCS,TCSP,ACP,LOTOS,...)
- développé par Milner (Turing Award) fin 70, déb. 80
- Mécanisme d'interaction de base : **rdz-**  
**vs/synchronisation binaire  $a/\bar{a}$** , (mais nombreuses extensions existent ...)
- Spécification : **processus** construits à partir **d'actions atomiques** et à partir **d'opérateurs**

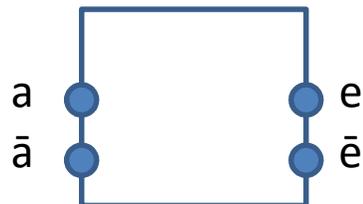
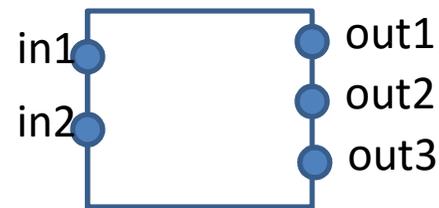
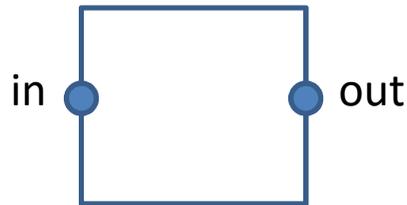
# Les systèmes les plus concernés

- Système **réactifs**: des systèmes où l'aspect le plus important est **la communication**, des **réactions aux stimulus** de leurs environnements.

Exemple : Système d'exploitation, système de contrôle, système de téléphones mobiles, ...

# Le CCS: le processus CCS

- Un processus CCS est vu abstraitement comme une **boite noire** avec une **interface** (des **ports** de communications) pour interagir avec son environnement



# CCS: pur ou impur

- CCS **pur**: pas de valeur échangés entre processus. La communication **est réduite à une synchronisation**
- CCS avec **passage de valeurs** dans les communication

# CCS **pur**: la communication

- Dans la version de base « **CCS pur** », la communication est réduite à une synchronisation sur des **ports (canaux)**.
- Les processus ne se communiquent pas de l'information via ces **ports**.
- Deux processus qui ont les mêmes ports se **synchronisent** (les communications sont **bloquantes**).

# CCS: les actions

- Actions atomiques d'un processus

On définit l'ensemble d'actions  $\text{Act} = A \cup \bar{A} \cup \{\tau\}$  tel que:

1)  $A = \{a, b, c, d, \dots\}$

ensemble de canaux d'entrée (aussi appelés: actions d'entrée ou de réception)

2)  $\bar{A} = \{\bar{a}, \dots\}$

ensemble de canaux de sortie (aussi appelés: actions de sortie (co-actions) ou d'émissions)

3)  $\tau$  : représente une action silencieuse (inobservable par les autres processus)

# CCS **pur**: la syntaxe

- Termes = processus, actions
- Opérateur= . (opérateur de **suffixe**)
  - + (opérateur de **choix**)
  - | (opérateur de **parallélisme**)
  - \ (opérateur de **restriction**)
  - [f] (opérateur de **renommage**,  
ou f est une fonction)

# CCS **pur**: Syntaxe

- Une expression **E** (un processus) dans **CCS** doit respecter la syntaxe suivante:

<b>E::=0</b>	(processus <u>inerte</u> , <u>inactif</u> , )
<b><math>\alpha.E</math></b>	( <b><math>\alpha</math></b> est une action, <b><math>\alpha.E</math></b> : exécute <b><math>\alpha</math></b> ensuite exécute le comportement <b>E</b> )
<b><math>E1 + E2</math></b>	( <u>choix exclusif indéterministe</u> entre <b>E1</b> ou <b>E2</b> )
<b><math>E1   E2</math></b>	(exécution <u>concurrent</u> de <b>E1</b> et de <b>E2</b> )
<b><math>E1[f]</math></b>	(se comporter selon <b>E1</b> avec un <u>renommage</u> selon <b>f</b> )
<b><math>E \setminus L</math></b>	( <b>L</b> : un ensemble de noms (de ports, d'action), les ports de <b>L</b> sont <u>restreints</u> dans E, et donc ne sont plus visibles aux autres processus, on note ça qq fois: <b><math>(\nu L)P</math></b> )
<b><math>P = E'</math></b>	( <u>déclaration</u> du processus <b>P</b> comme étant ayant l'expression <b>E</b> )
<b>P</b>	( <u>invocation</u> du processus <b>P</b> )

# CCS **pur**: exemples

- Le comportement d'une horloge : tik, tik, tik, tik, tik, tik, ...

Horloge=tik.tik.tik...

**Horlog=tik.Horloge**

- Un distributeur de café : il reçoit une pièce de monnaie, il sert du café, il reçoit une pièce de monnaie, il sert du café, ...

**DC=m.c.DC**

# CCS **pur**: exemples

- Un programmeur peut exécuter les actions suivantes:  
*produire un programme, mettre la monnaie, avoir du café, ...*
- Proposer une expression (processus) **CCS** pour ce comportement;
- Proposer une expression pour la communication entre le programmeur et le distributeur

# CCS **pur**: Sémantique

- une sémantique (**opérationnelle**) formelle basée sur des interactions atomiques système/environnement;
- Elle **définit les pas d'exécution** des systèmes CCS;
- Elle sera aussi à **la base de l'étude des équivalences comportementales** (**bisimulation**);

# CCS vs Automates

- Les systèmes ne doivent pas arrêter
- Chaque état du système peuvent être considéré comme initial

Donc automate sans états finaux, et où tout état peut être vu initial  LTS (**labelled transition system**)

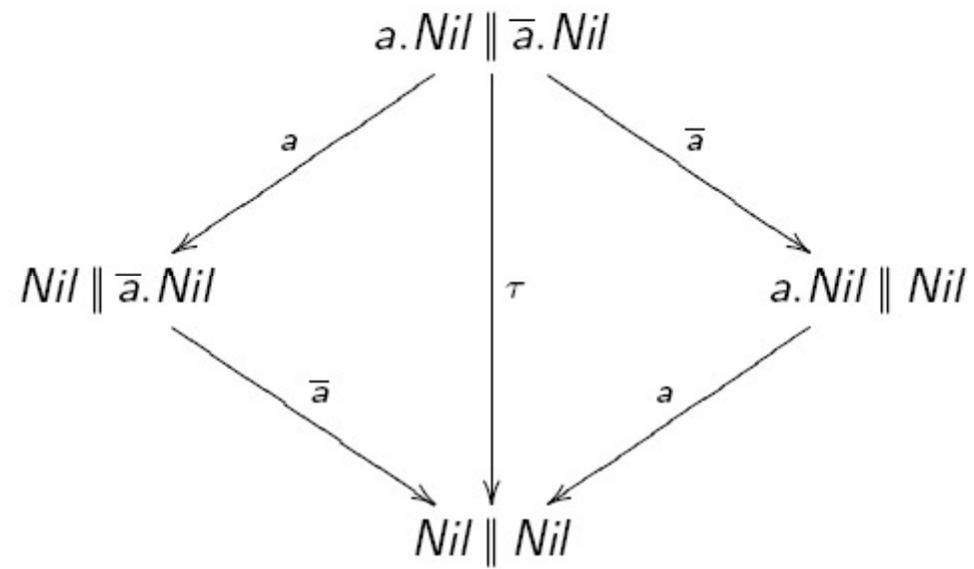
# Sémantique Opérationnelle du CCS

- Une sémantique qui montre l'exécution de processus CCS;
- Une sémantique Structurelle (SOS), les pas détaillés de l'exécution
- Cette sémantique est modélisé sous forme d'un LTS
- Cette sémantique est définie par un ensemble **de règles**

# LTS du CCS

- Un triplet **LTS=(Proc, Act, T)**, telque:
  - 1) **Proc**: les états (l'ensemble des expressions CCS)
  - 2) **Act**: les étiquètes, **Act=A $\cup$ A $\bar{}$  $\cup$ { $\tau$ }**
  - 3) **T**: la relation de transition, elle sera définit par des règles.

# Exemple de LTS



# Règles de la SOS du CCS

$$\begin{array}{c}
 \text{ACT} \quad \frac{}{\alpha.P \xrightarrow{\alpha} P} \qquad \text{SUM}_j \quad \frac{P_j \xrightarrow{\alpha} P'_j}{\sum_{i \in I} P_i \xrightarrow{\alpha} P'_j} \quad j \in I \\
 \\
 \text{COM1} \quad \frac{P \xrightarrow{\alpha} P'}{P \parallel Q \xrightarrow{\alpha} P' \parallel Q} \qquad \text{COM2} \quad \frac{Q \xrightarrow{\alpha} Q'}{P \parallel Q \xrightarrow{\alpha} P \parallel Q'} \\
 \\
 \text{COM3} \quad \frac{P \xrightarrow{a} P' \quad Q \xrightarrow{\bar{a}} Q'}{P \parallel Q \xrightarrow{\tau} P' \parallel Q'} \\
 \\
 \text{RES} \quad \frac{P \xrightarrow{\alpha} P'}{P \setminus L \xrightarrow{\alpha} P' \setminus L} \quad \alpha, \bar{\alpha} \notin L \qquad \text{REN} \quad \frac{P \xrightarrow{\alpha} P'}{P[f] \xrightarrow{f(\alpha)} P'[f]} \\
 \\
 \text{REC} \quad \frac{P \xrightarrow{\alpha} P'}{K \xrightarrow{\alpha} P'} \quad K \stackrel{\text{def}}{=} P
 \end{array}$$