

- $\lambda: E \rightarrow \Sigma = \{ p!q(m), q?p(m') : (p,q) \in Ch, m, m' \in Msg \}$   
 "type de message"

$$\lambda(e_1) = p!q, \lambda(e_2) = p?r, \text{ etc}$$

- ordre sur chaque processus  $(\leq_p)_{p \in P}$

$$e_1 \leq_p e_2, e_3 \leq_q e_4 \text{ etc}$$

$\leq_p$  est ordre total ( temps )

- ordre des messages  $\leq_{msg}$

$$e_1 \leq_{msg} e_3 \quad \dots \quad e_8 \leq_{msg} e_5$$

$$e_7 \leq_{msg} e_2$$

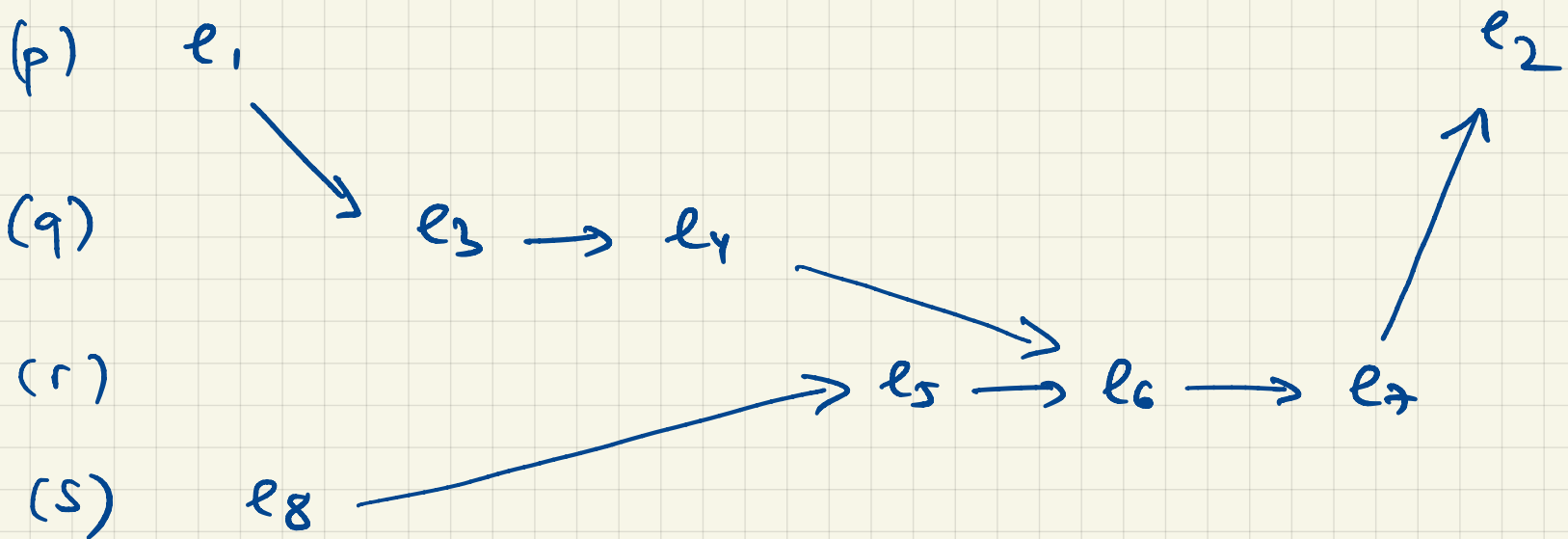
$$\left[ (\leq_p)_{p \in P} \cup \leq_{msg} \right]^*$$

= ordre partiel  $\leq \subseteq E \times E$

ex .  $e_1 \leq e_7$  car

$$e_1 \leq_{msg} e_3 \leq_q e_4 \leq_{msg} e_6 \leq_r e_7$$

Ordre partiel du MSC de l'exemple :



( pas tous les arcs de  $\preceq$  dessinés ,  
par exemple  $e_1 \preceq e_6$  )

Plusieurs "extensions" (linearisations)

de cet ordre partiel :

$e_1 e_3 e_4 e_8 e_5 e_6 e_7 e_2$  ,

$e_8 e_1 e_3 e_4 e_5 \dots$

$e_1 e_3 e_8 e_5 e_4 \dots$  etc

Exécution de CFM  $A$  :

mot sur alphabet  $\Sigma = \{p!q, q?p : (p,q) \in Ch\}$

$L(A) \subseteq \Sigma^*$  mots "valides"

Mot valide :

- chaque émission a une réception qui la suit (canaux vides)
- chaque réception a une émission qui la précède
- FIFO

$L(A) \rightarrow MSC(A)$

ensemble des MSC  
associés aux exéc. de  $A$

←  
linéarisation

ex 2 processes : P, C

P:  $\rightarrow \text{O} \begin{array}{l} \curvearrowright \\ \downarrow \end{array} P!c(m) \quad m \in \{a, b\}$

A:

C:  $\rightarrow \text{O} \begin{array}{l} \curvearrowright \\ \downarrow \end{array} c?p(m)$

$P!c(a) \quad P!c(b) \quad c?p(a) \quad P!c(b)$

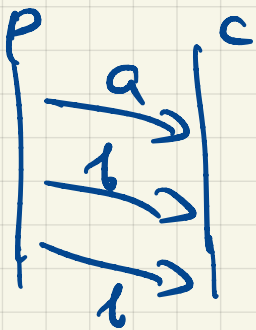
$c?p(b) \quad c?p(b),$

$P!c(a) \quad P!c(b) \quad P!c(b) \quad c?p(a) \quad c?p(b)$

$c?p(b),$

...

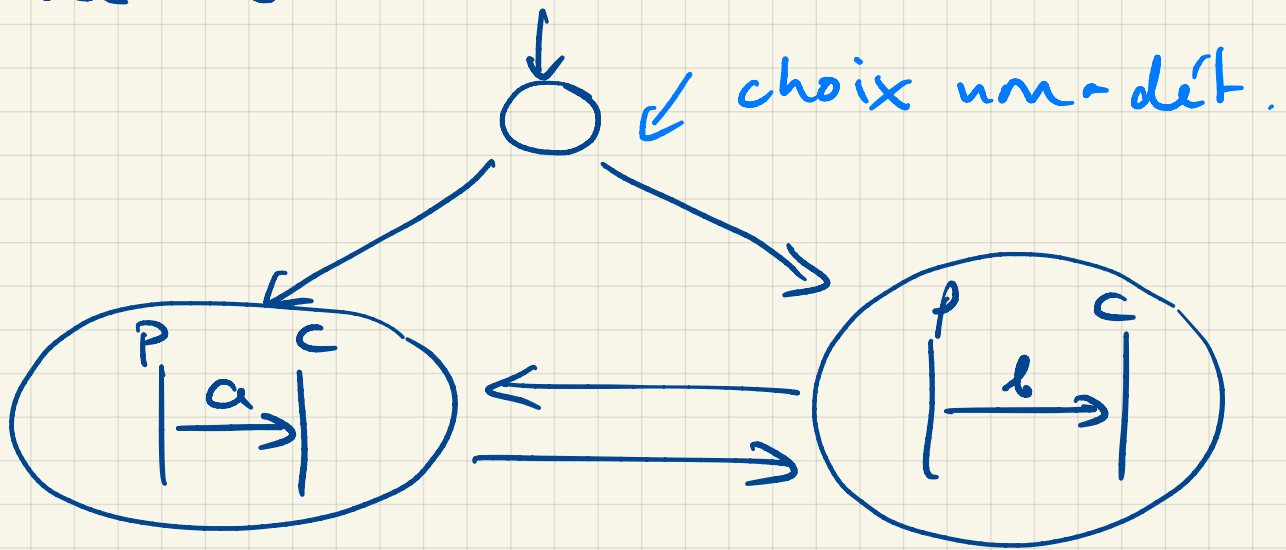
$\Rightarrow$



MSC

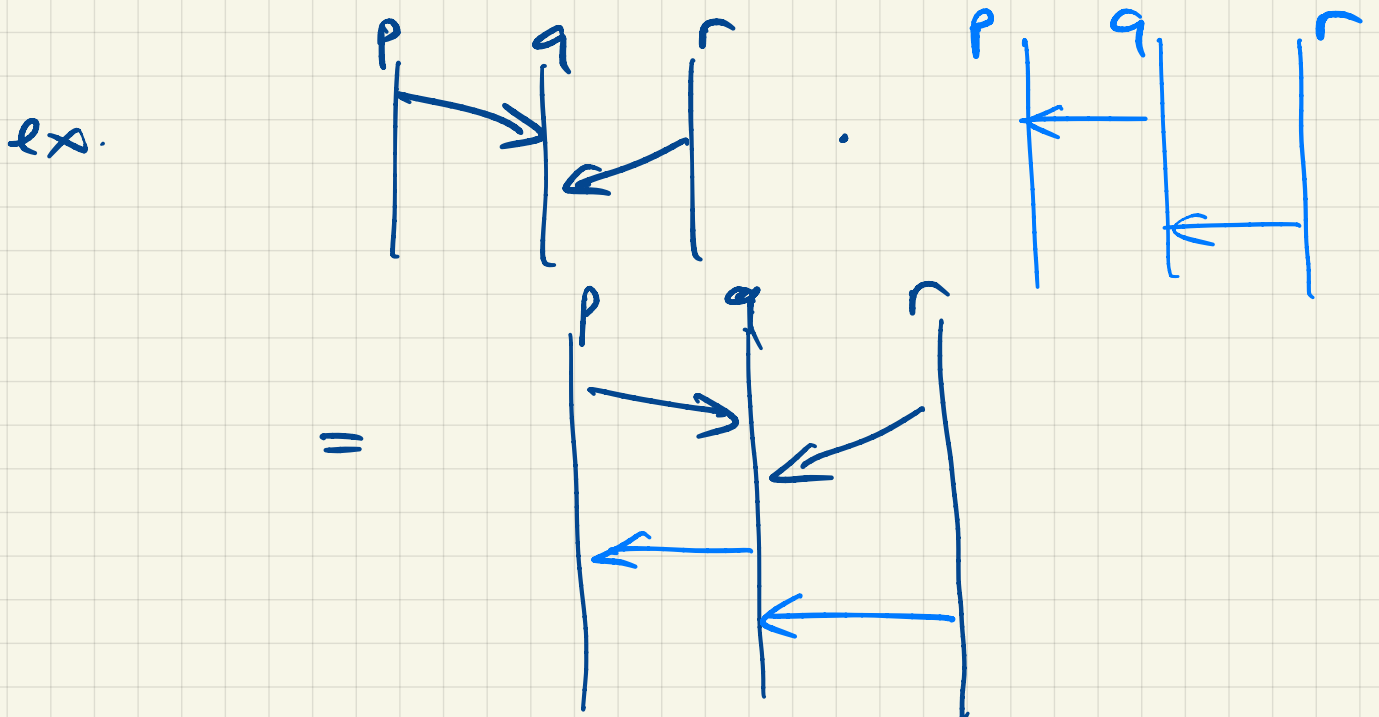
$$MSC(A) \rightarrow \left( \begin{array}{c} P \\ | \\ \rightarrow a \\ | \\ C \end{array} + \begin{array}{c} P \\ | \\ \leftarrow b \\ | \\ C \end{array} \right)^*$$

MSC-graphes : décrit un ensemble de MSC



MSC graphe : noeuds étiquetés par des MSC

chemin  $\rightarrow$  concaténation de MSC

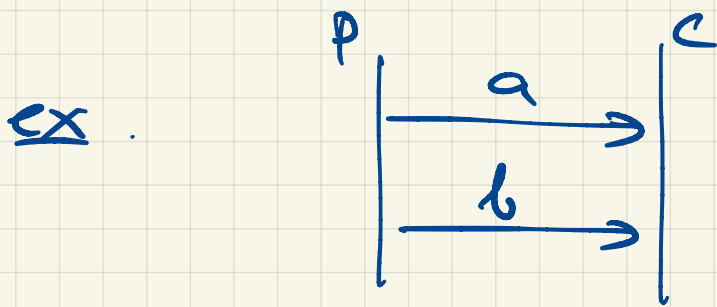


# Model-checking de CFM vs. MSC:

1) Cas simple :  $M$  MSC,  $A$  CFM

Q :  $M \in \text{MSC}(A)$  ?

Il suffit de choisir une linéarisation de  $M$  et de vérifier si elle est exécutable dans  $A$ .



on vérifie par exemple si

$p \neq c(a) \quad c \neq p(a) \quad p \neq c(b) \quad c \neq p(b)$

est exécutable dans  $A$

2) Cas général :  $G$  graphe-MSC  
 $A$  : CFM

Q :  $MSC(A) \cap G \neq \emptyset$  ?

ici, on travaille avec des bornes  
existentielles sur les canaux.

Si  $B > 0$  entier :

Exécution  $B$ -bornée de  $A$  :

dans chaque préfixe, le nb. de  
émissions sans réception associée,  
est  $\leq B$  pour chaque canal.

ex.  $B = 2$

pas  
2-borné

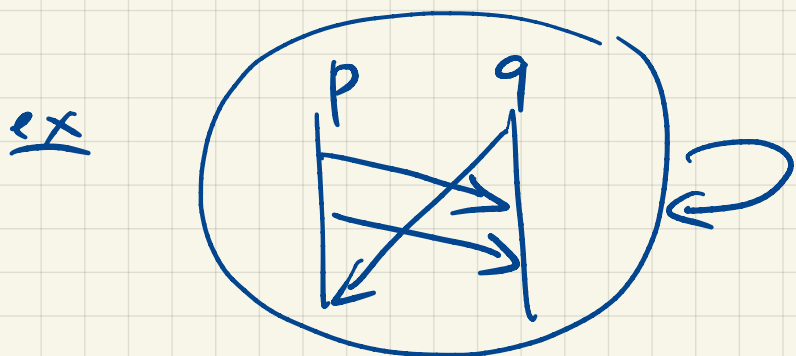
$p!c \ p!c \ p!c \ e? \ p \ c? \ p \ c? \ p$

2-borné

$p!c \ p!c \ c? \ p \ p!c \ c? \ p \ c? \ p$

$G$  MJC - graphe  $\rightarrow$  il ex.  $B > 0$   
 et un langage régulier  $R(G)$  de mots  
 valides,  $B$ -bornés, tq.

$$MJC(G) = MJC(R(G))$$



$$B = 2 : p!q \ p!q \ q!p \ p?q \ q?p \ q?p$$

Pour vérifier si  $A \cap G \neq \emptyset$

on calcule

-  $R(G)$  (régulier)

-  $L_B(A)$  = sous-ensemble  
 d'exéc. de  $A$  où chaque canal  
 est limité à  $B$

et on vérifie  $R(G) \cap L_B(A) \neq \emptyset$ .