

Habilitation à Diriger des Recherches

# Contribution au pilotage de systèmes : des systèmes de production hybrides aux applications interactives scénarisées

*Ronan CHAMPAGNAT*  
*Maître de Conférences*

Laboratoire L3i  
Université de La Rochelle

Lundi 18 juillet 2011

# Contexte : pilotage de systèmes

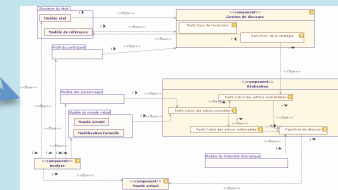
Expert



Technologue



Pilote



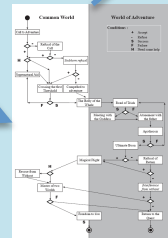
Application



Participant



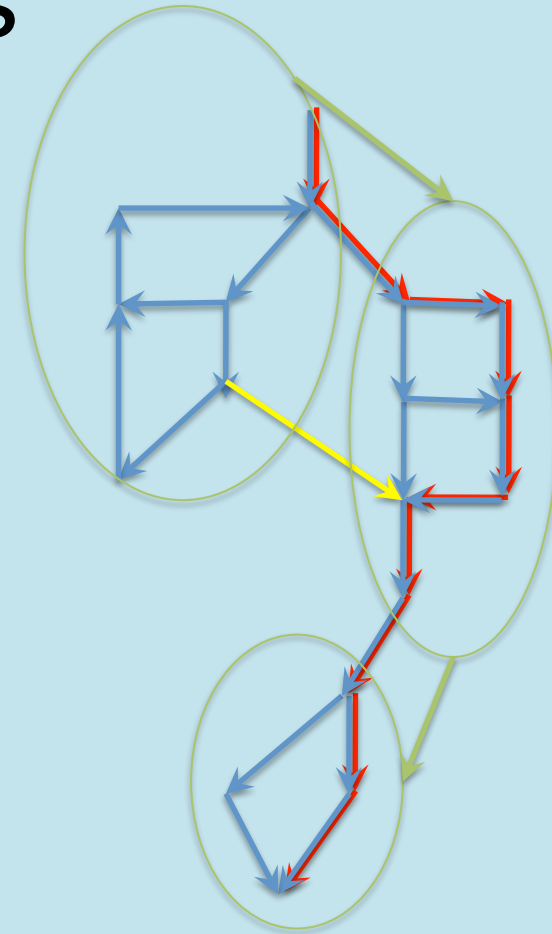
Systeme  
auteur



# Applications interactives scénarisées

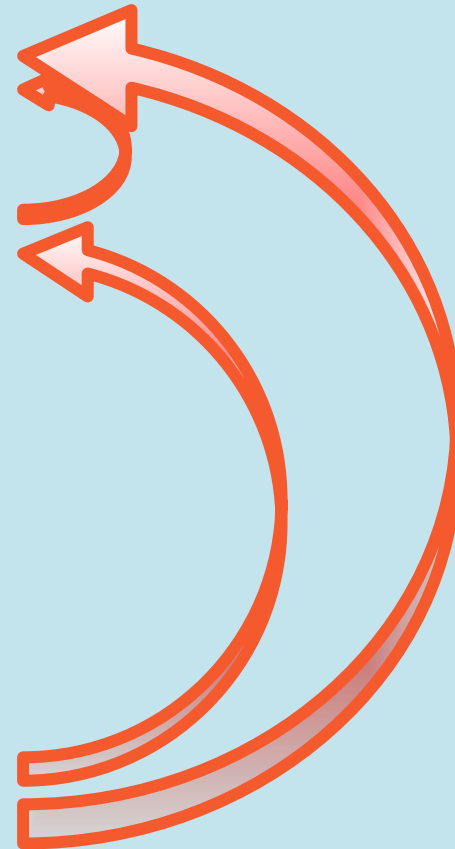
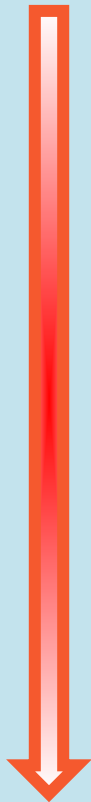
Récit Scénario Adaptation Structure de récit

- Objectif : choisir les actions à réaliser en fonction
  - de l'état du système
  - d'un planning prévisionnel
  - des actions du participant
- Fonctions clefs
  - Planification
  - Ordonnancement
  - Supervision
  - Analyse

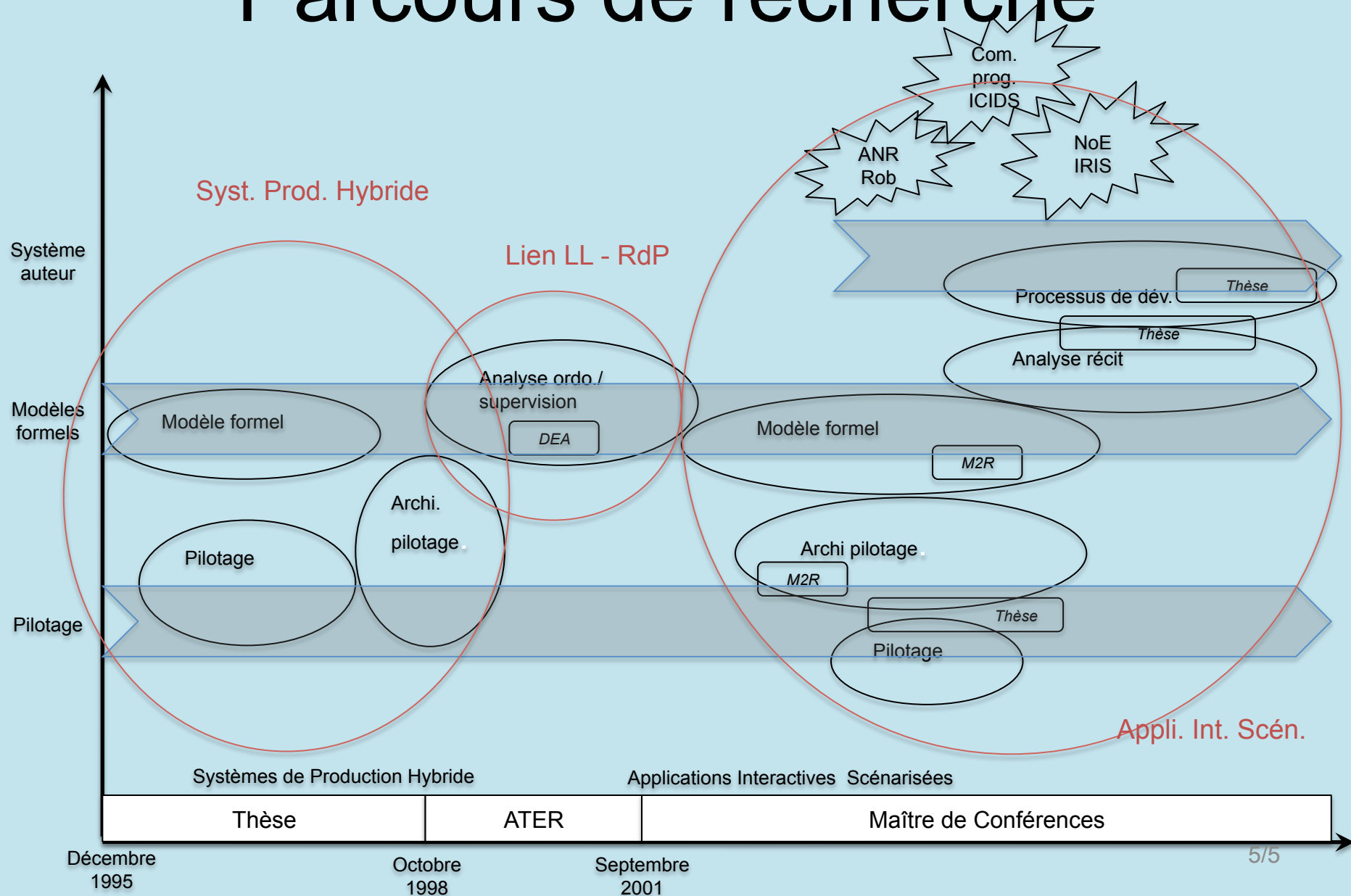


# Cycle de vie

- Conception de l'activité par un expert
- Concevoir le système par le technologue
- Exécution dans un contexte de prise de décisions en temps-réel
- Analyse (reporting)



# Parcours de recherche



# Systemes de Production Hybrides

- **Caractéristiques**
  - Matière continue
  - Appareils de type continu et discontinu
- **Passage d'une production unitaire à discontinue**
- **Objectifs**
  - Obtenir un modèle formel simulable
  - Définir une architecture de pilotage

# Modélisation des Systèmes de Production Hybrides

- Contraintes à modéliser :
  - relations d'ordre
  - partage de ressources
  - évolution des variables continues
- Étude de plusieurs solutions :
  - prendre en compte l'aspect continu dans les modèles discrets
  - prendre en compte l'aspect discret dans les modèles continus
  - couplage réseaux de Petri et équations algébro-différentielles

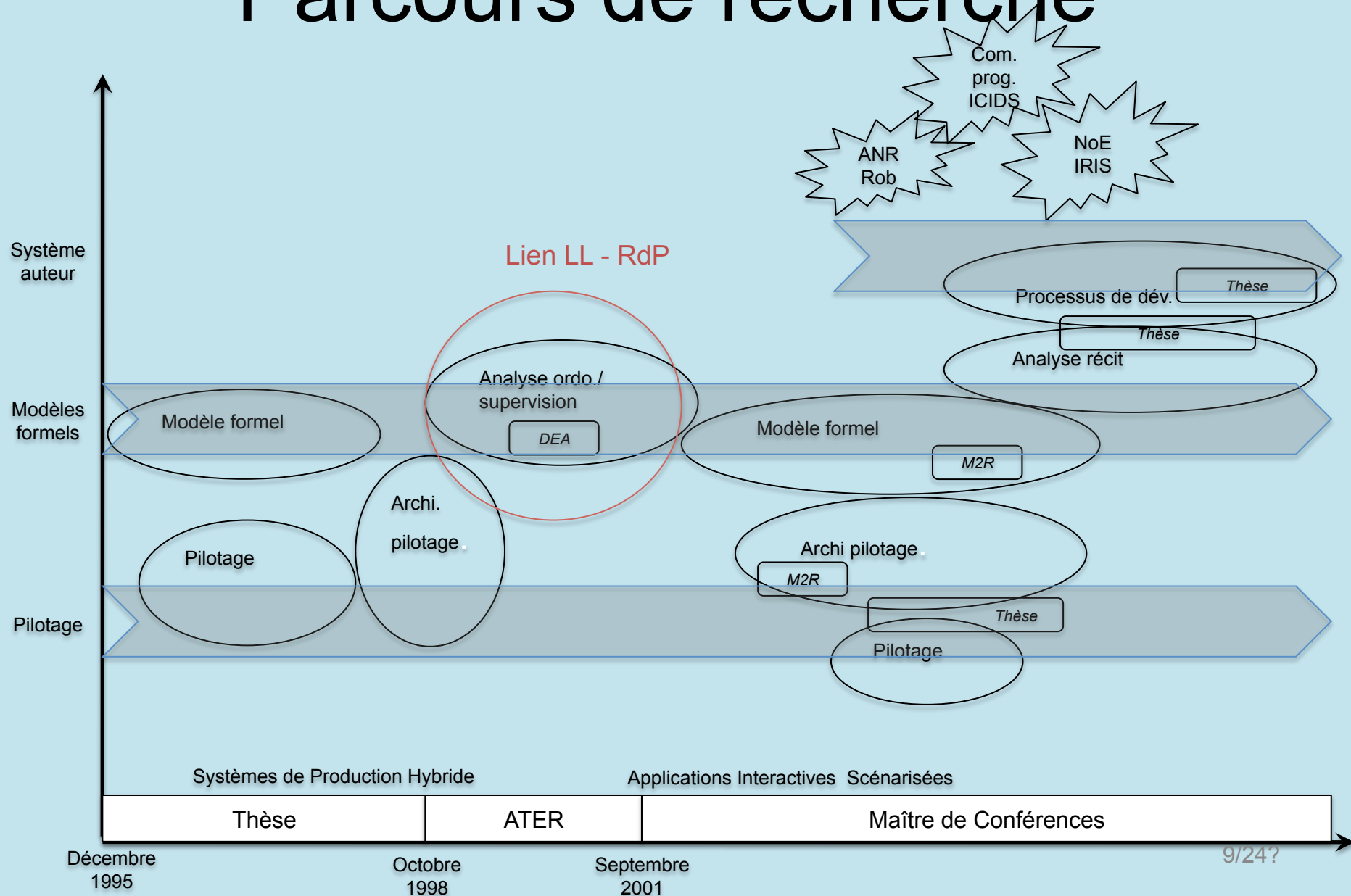
# Systemes de Production Hybrides : bilan

| Fonctions clefs | Systemes de production hybrides  |
|-----------------|--|
| Planification   | Dimensionnement du systeme, determiner les quantites à fabriquer   |
| Ordonnancement  | Définition du planning prévisionnel en fonction des objectifs, <b>modèles pour déterminer un plan sans blocage</b> |
| Supervision     | <b>Modèle du système pour la prise de décisions</b> , diagnostic, reprise, sécurité opérationnelle                 |
| Analyse         | <b>Analyse des mécanismes d'allocation de ressources, trie des contraintes</b>                                     |

Prise de décisions en temps-réel en fonction de l'état réel du système et du plan prévisionnel (satisfaisant un objectif)



# Parcours de recherche

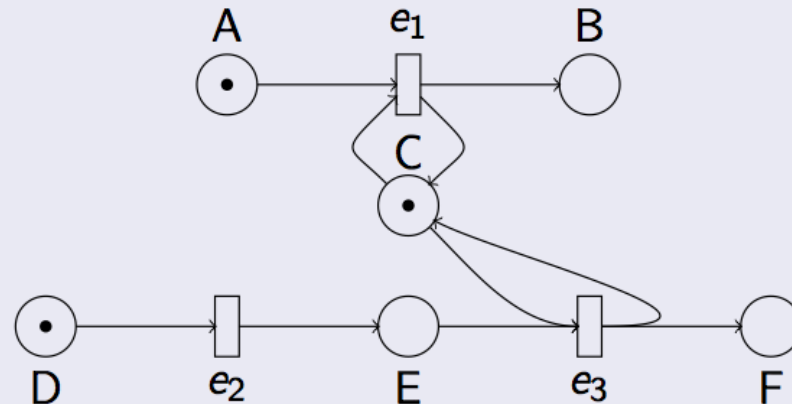


# Traduction Logique Linéaire – Réseaux de Petri

## Logique Linéaire

$$A, C, D, A \otimes C \multimap B \otimes C, D \multimap E, E \otimes C \multimap F \otimes C \vdash B \otimes C \otimes F$$

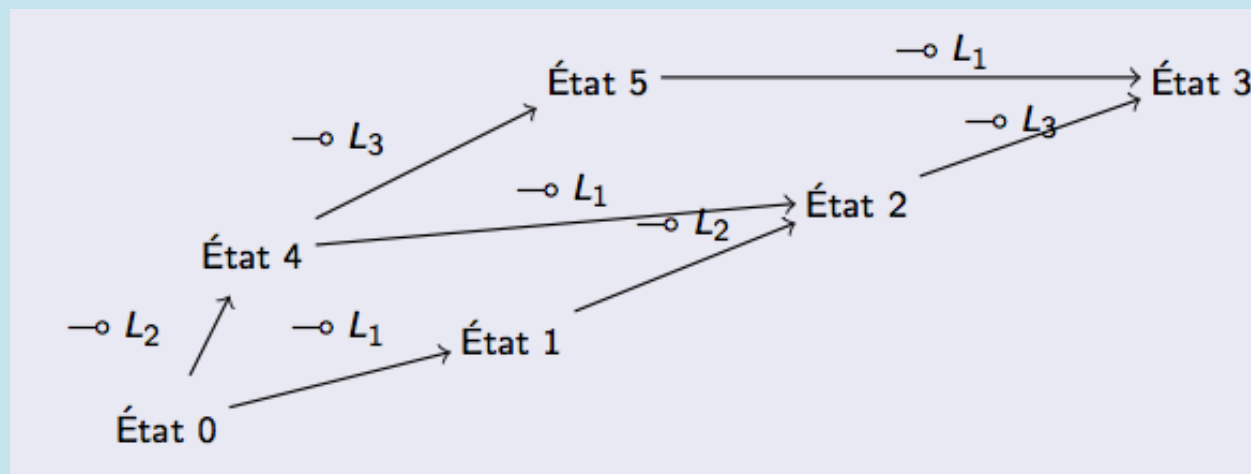
## Réseau de Petri



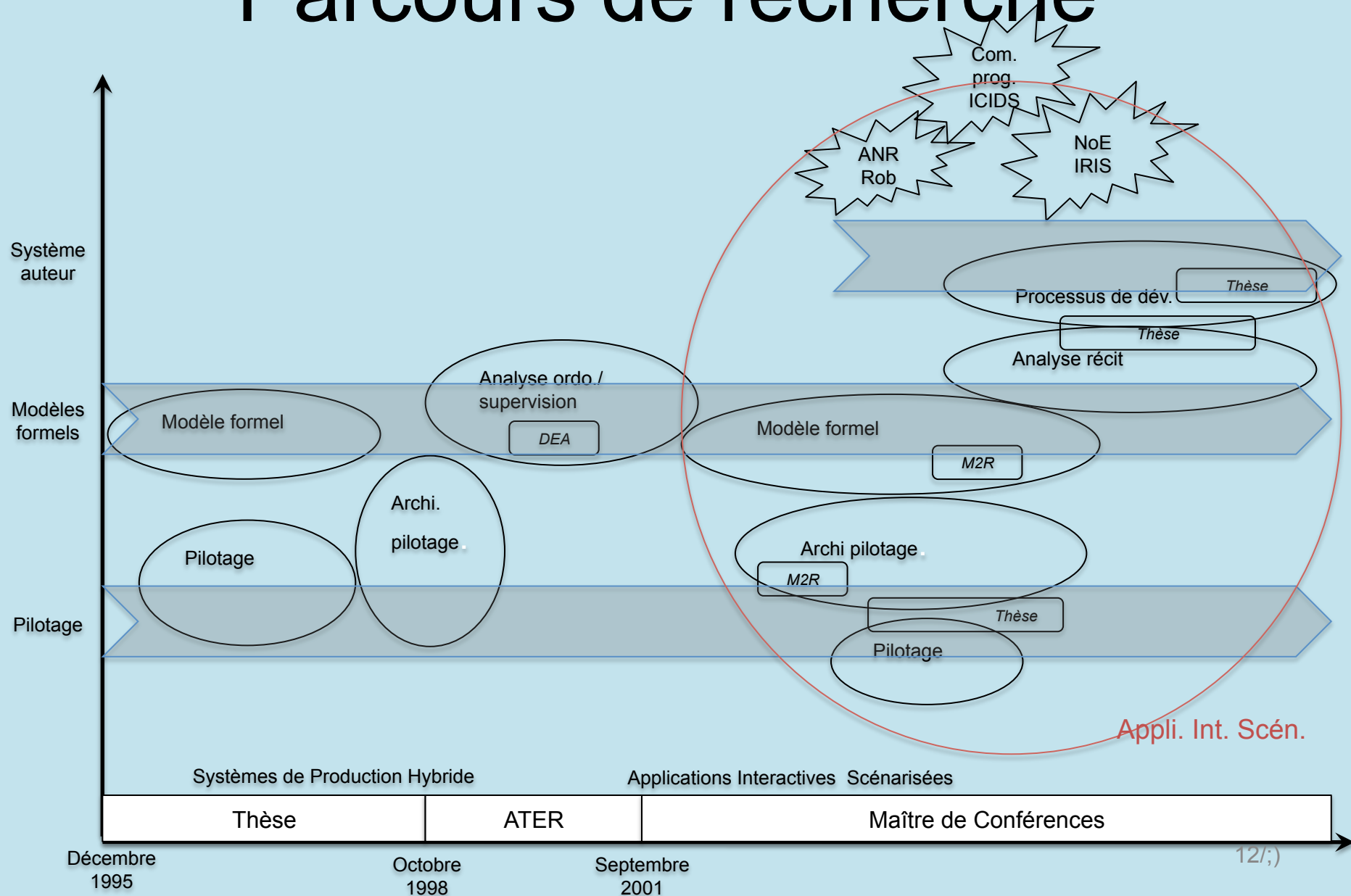
# Preuve et graphe de marquage

Preuve

$$\frac{\frac{\frac{A \vdash A \quad id \quad C \vdash C \quad id}{A, C \vdash A \otimes C} \otimes R \quad \frac{D \vdash D \quad id}{B, C, D, D \multimap E, E \otimes C \multimap F \otimes C \vdash B \otimes C \otimes F} \multimap L_2}{A, C, D, A \otimes C \multimap B \otimes C, D \multimap E, E \otimes C \multimap F \otimes C \vdash B \otimes C \otimes F} \multimap L_1 \quad \frac{\frac{\frac{E \vdash E \quad id \quad C \vdash C \quad id}{E, C \vdash E \otimes C} \otimes R \quad \frac{B \vdash B \quad id \quad \frac{F \vdash F \quad id \quad C \vdash C \quad id}{C, F \vdash C \otimes F} \otimes R}{B, C, F \vdash B \otimes C \otimes F} \otimes R}{B, C, E, E \otimes C \multimap F \otimes C \vdash B \otimes C \otimes F} \multimap L_3}{B, C, D, D \multimap E, E \otimes C \multimap F \otimes C \vdash B \otimes C \otimes F} \multimap L_2}{A, C, D, A \otimes C \multimap B \otimes C, D \multimap E, E \otimes C \multimap F \otimes C \vdash B \otimes C \otimes F} \multimap L_1$$



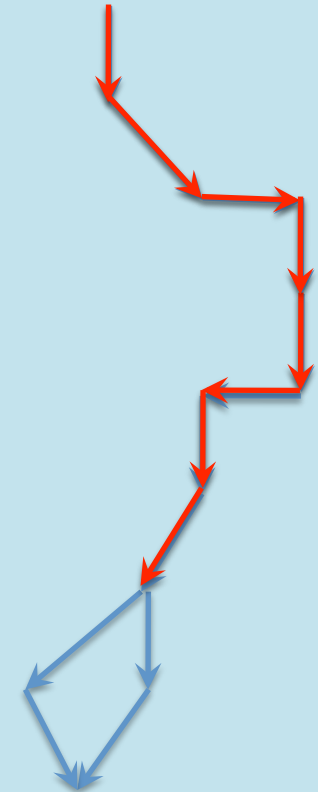
# Parcours de recherche



# Applications interactives scénarisées



- Objectifs : choisir les actions à réaliser
  - fonction du comportement du **participant**
  - respectant un scénario défini par un **expert**
  - tenant compte de l'état des ressources

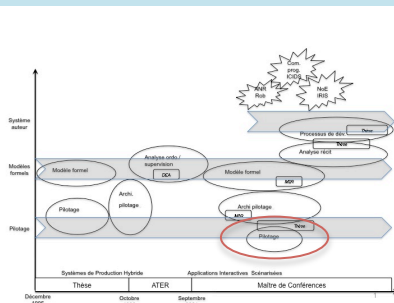


# Verrous

- Dualité personnage – discours
- Politique de prise de décisions en temps-réel
- Prise en compte des actions du participant
- Garantir la qualité du discours
- Définir une structure de récit

# Inspiration des jeux de rôle

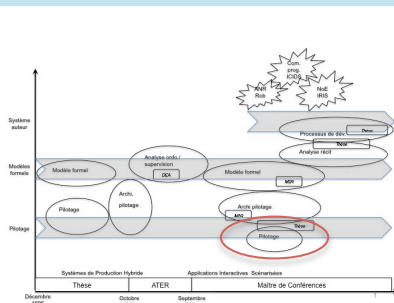
- Construction dynamique d'un discours, centré autour des actions des joueurs, et satisfaisant pour ceux-ci
- Meneur de jeu : assure l'arbitrage des actions des personnages des joueurs, responsable de la gestion du discours et de la mise en scène



# Inspiration des jeux de rôle

- Bilan

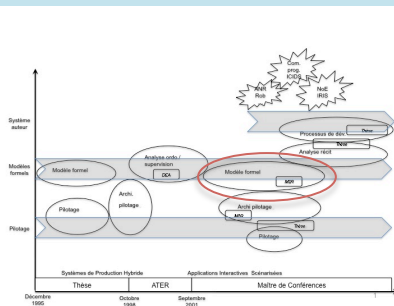
- le participant ne doit pas se sentir contraint par le jeu
- le monde virtuel doit proposer un environnement cohérent
- le déroulement de l'exécution doit suivre une structure de récit





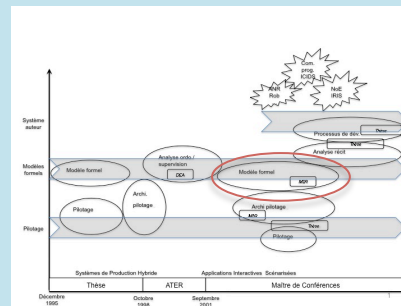
# Modèle pour le discours interactif

- Objectif : détecter les discours incohérents
- Solution : modèle qui
  - prend en compte l'état du personnage
  - prend en compte l'état du discours
  - représente le processus de contrôle



# Modèle pour le récit interactif

- Greimas :
  - Programme narratif
- Récit interactif
  - Personnage
  - Compétences
  - Situation
  - Terminaison de discours
  - Actions
  - Récit
  - Scénario

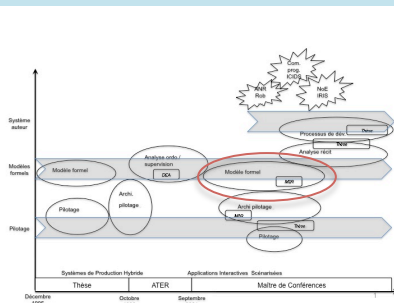


# Modélisation avec la Logique Linéaire

- Personnage, compétence, situation et terminaison de discours : un atome
- Action : une formule d'implication linéaire
- Récit : une preuve
- Scénario : un séquent

$$S_1 \otimes C_k \multimap S_2 \otimes C_e$$

$$C_c \otimes S_0 \otimes A_{S_1} \otimes A_{S_2} \otimes A_{C_1} \otimes A_{C_2} \multimap S_2 \otimes C_e$$



# M<sup>me</sup> Bovary

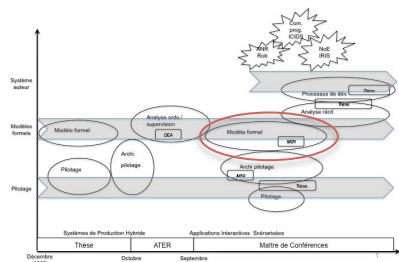
$$\frac{\frac{P \vdash P \quad \text{id}}{P, E_d, E_{rR}, R_a \vdash \otimes E_d \otimes E_{rR} \otimes R_a} \otimes R \quad \frac{\frac{\frac{D_r \vdash D_r \quad \text{id}}{D_r, E_a, E_{aR}, R_a \vdash D_r \otimes E_a \otimes E_{aR} \otimes R_a} \otimes R \quad \frac{\frac{\frac{R_w \vdash R_w \quad \text{id}}{R_w, E_a, E_{aR} \vdash R_w \otimes E_{aR} \otimes E_a} \otimes L \quad \frac{E_a \vdash E_a \quad \text{id}}{R_w \otimes E_a \otimes E_{aR} \vdash R_w \otimes E_{aR} \otimes E_a} \otimes R \quad \text{id}}{R_w \otimes E_a \otimes E_{aR} \vdash E_{aR} \vdash E_{aR}} \otimes R}}{E_a, E_{aR}, R_a, D_r, A_6 \vdash R_w \otimes E_{aR} \otimes E_a} \otimes L \quad \frac{E_a \otimes E_{aR} \otimes R_a, D_r, A_6 \vdash R_w \otimes E_{aR} \otimes E_a}{} \otimes L}{R_a, E_d, E_{rR}, P, D_r, A_5, A_6 \vdash R_w \otimes E_{aR} \otimes E_a} \text{-}\circ L$$
  

$$\frac{\frac{D_b \vdash D_b \quad \text{id}}{D_b, R_a, E_d, E_{rR} \vdash D_b \otimes R_a \otimes E_d \otimes E_{rR}} \otimes R \quad \frac{\frac{R_a \vdash R_a \quad \text{id}}{R_a, E_d, E_{rR}, P, D_r, A_5, A_6 \vdash R_w \otimes E_{aR} \otimes E_a} \otimes L \quad \frac{E_d \vdash E_d \quad \text{id}}{R_a \otimes E_d \otimes E_{rR}, P, D_r, A_5, A_6 \vdash R_w \otimes E_{aR} \otimes E_a} \otimes L \quad \frac{E_{rR} \vdash E_{rR} \quad \text{id}}{E_{rR}, E_d, R_a, D_b, P, D_r, A_4, A_5, A_6 \vdash R_w \otimes E_{aR} \otimes E_a} \otimes L}}{E_{rR}, E_d, R_a, D_b, P, D_r, A_4, A_5, A_6 \vdash R_w \otimes E_{aR} \otimes E_a} \text{-}\circ L$$
  

$$\frac{\frac{T \vdash T \quad \text{id}}{T, E_h, E_{sR}, R_a \vdash T \otimes E_h \otimes E_{sR} \otimes R_a} \otimes R \quad \frac{\frac{E_h \vdash E_h \quad \text{id}}{E_{rR}, E_d, R_a, D_b, P, D_r, A_4, A_5, A_6 \vdash R_w \otimes E_{aR} \otimes E_a} \otimes L \quad \frac{E_{sR} \vdash E_{sR} \quad \text{id}}{E_{rR} \otimes E_d \otimes R_a, D_b, P, D_r, A_4, A_5, A_6 \vdash R_w \otimes E_{aR} \otimes E_a} \otimes L \quad \frac{R_a \vdash R_a \quad \text{id}}{R_a, E_h, E_{sR}, T, D_b, P, D_r, A_3, A_4, A_5, A_6 \vdash R_w \otimes E_{aR} \otimes E_a} \otimes L}}{R_a, E_h, E_{sR}, T, D_b, P, D_r, A_3, A_4, A_5, A_6 \vdash R_w \otimes E_{aR} \otimes E_a} \text{-}\circ L$$
  

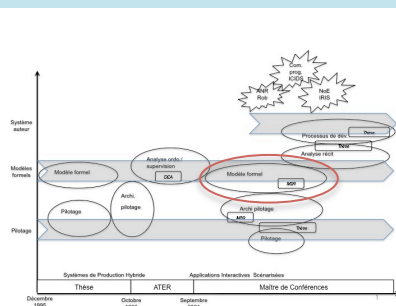
$$\frac{\frac{D_s \vdash D_s \quad \text{id}}{D_s, R_v, E_h, E_{sR} \vdash D_s \otimes R_v \otimes E_h \otimes E_{sR}} \otimes R \quad \frac{\frac{R_v \vdash R_v \quad \text{id}}{R_a, E_h, E_{sR}, T, D_b, P, D_r, A_3, A_4, A_5, A_6 \vdash R_w \otimes E_{aR} \otimes E_a} \otimes L \quad \frac{E_h \vdash E_h \quad \text{id}}{R_a \otimes E_h \otimes E_{sR}, T, D_b, P, D_r, A_3, A_4, A_5, A_6 \vdash R_w \otimes E_{aR} \otimes E_a} \otimes L \quad \frac{E_{sR} \vdash E_{sR} \quad \text{id}}{R_v, E_h, E_{sR}, D_s, T, D_b, P, D_r, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6 \vdash R_w \otimes E_{aR} \otimes E_a} \otimes L}}{R_v, E_h, E_{sR}, D_s, T, D_b, P, D_r, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6 \vdash R_w \otimes E_{aR} \otimes E_a} \text{-}\circ L$$
  

$$\frac{\frac{D_c \vdash D_c \quad \text{id}}{D_c, R_v, E_h, E_{sR} \vdash D_c \otimes R_v \otimes E_h \otimes E_{sR}} \otimes R \quad \frac{\frac{R_v \vdash R_v \quad \text{id}}{R_v, E_h, E_{sR}, D_s, T, D_b, P, D_r, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6 \vdash R_w \otimes E_{aR} \otimes E_a} \otimes L \quad \frac{E_h \vdash E_h \quad \text{id}}{R_v \otimes E_h \otimes E_{sR}, D_s, T, D_b, P, D_r, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6 \vdash R_w \otimes E_{aR} \otimes E_a} \otimes L \quad \frac{E_{sR} \vdash E_{sR} \quad \text{id}}{D_c, D_s, T, D_b, P, D_r, R_v, E_h, E_{sR}, A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6 \vdash R_w \otimes E_{aR} \otimes E_a} \otimes L}}{D_c, D_s, T, D_b, P, D_r, R_v, E_h, E_{sR}, A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6 \vdash R_w \otimes E_{aR} \otimes E_a} \otimes L \quad \frac{D_c \otimes D_s \otimes T \otimes D_b \otimes P \otimes D_r \otimes R_v \otimes E_h \otimes E_{sR} \otimes A_1 \otimes A_2 \otimes A_3 \otimes A_4 \otimes A_5 \otimes A_6 \vdash R_w \otimes E_{aR} \otimes E_a}{} \otimes L$$

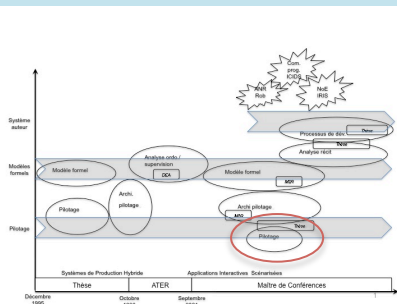
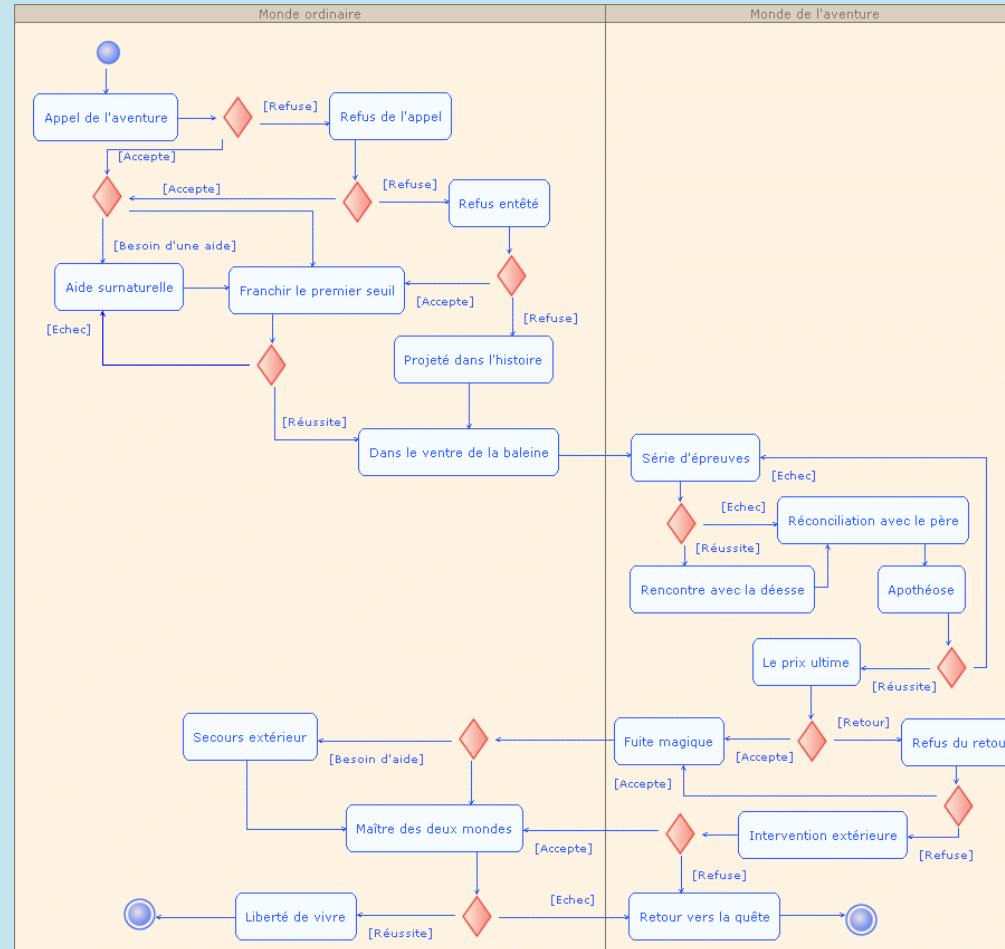


# Modélisation avec les réseaux de Petri

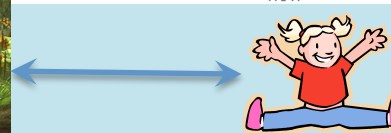
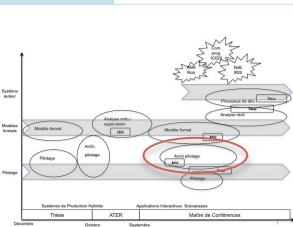
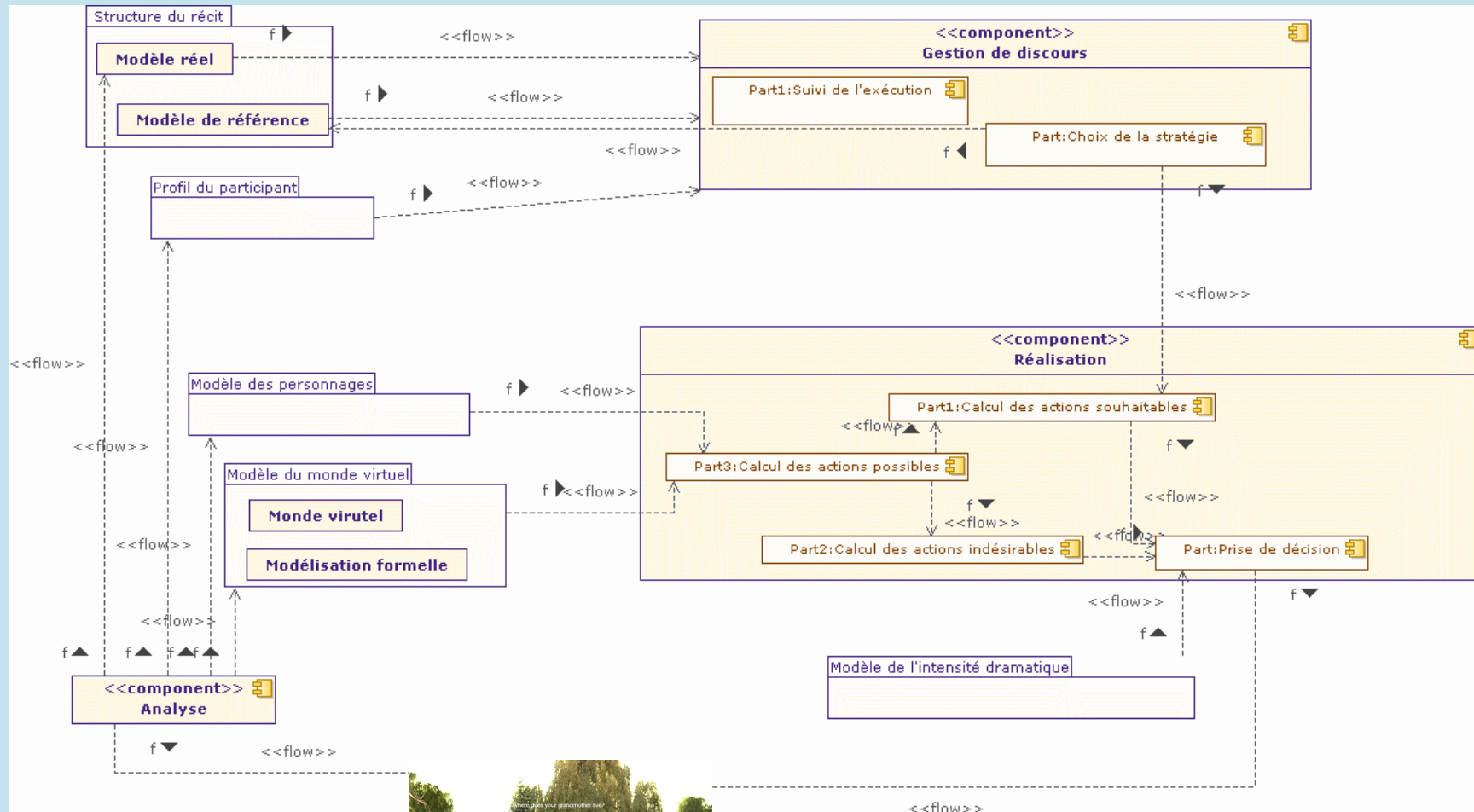
- Personnage, compétence : un sous-réseau marqué
- Situation, terminaison du discours : un marquage
- Action : le franchissement d'une transition
- Récit: une séquence de franchissement de transitions
- Scénario : en intention par le réseaux de Petri marqué et en extension par le graphe des marquages accessibles



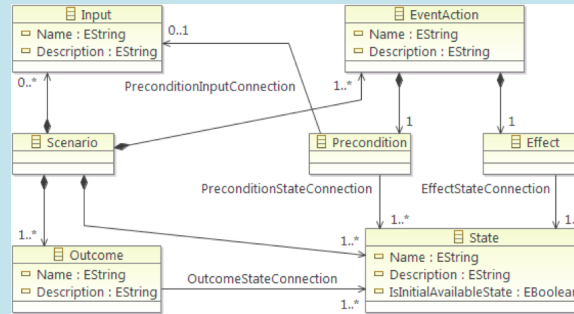
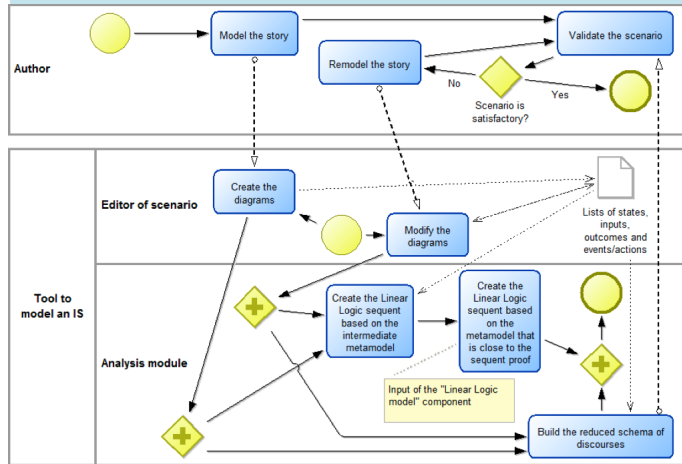
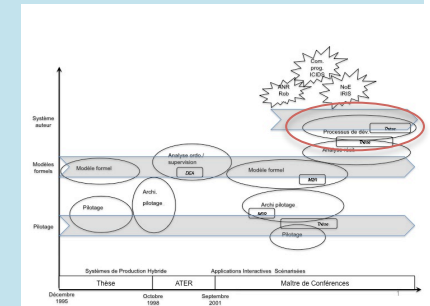
# Structure de récit



# Architecture logicielle

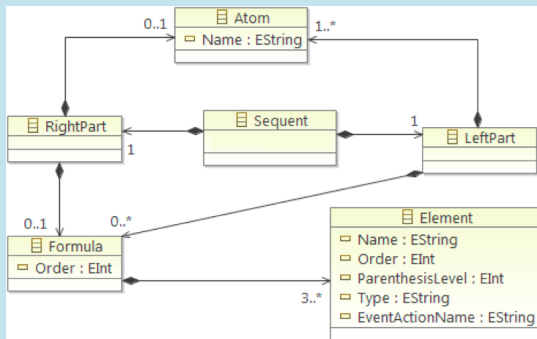


# Systeme auteur



```

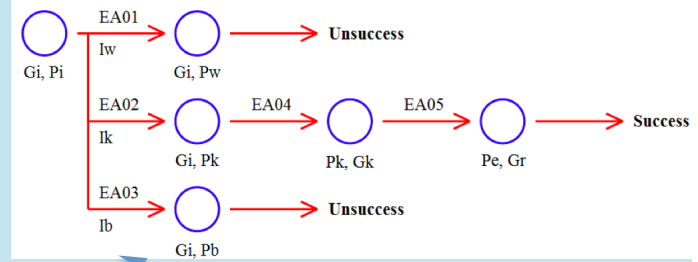
<Scenario>
<State Name="Gi" IsInitialAvailableState="True" Description="Game's state: The game is at the initial state (this is an initial available state)"/>
<State Name="Gk" IsInitialAvailableState="False" Description="Game's state: The IS controller starts the strategy of causing the electric shock for the player in the kitchen"/>
<State Name="Gr" IsInitialAvailableState="False" Description="Game's state: The game reaches the goal (the player has got the electric shock)"/>
<State Name="Pi" IsInitialAvailableState="True" Description="Player's state: The player is at the initial state (this is an initial available state)"/>
<State Name="Pw" IsInitialAvailableState="False" Description="Player's state: The player works at the initial position"/>
<State Name="Pk" IsInitialAvailableState="False" Description="Player's state: The player is in the kitchen"/>
<State Name="Pb" IsInitialAvailableState="False" Description="Player's state: The player is in the bathroom"/>
<State Name="Pe" IsInitialAvailableState="False" Description="Player's state: The player has got the electric shock"/>
</Scenario>
  
```



```

<Sequent>
<LeftPart>
<Atom Name="Gi"/>
<Atom Name="Pi"/>
<Formula Order="1">
<Element Name="Iw" Order="1" ParenthesisLevel="0" Type="Atom" EventActionName="">
<Element Name="Ic" Order="3" ParenthesisLevel="1" Type="Open Parenthesis" EventActionName="">
<Element Name="Pi" Order="4" ParenthesisLevel="0" Type="Atom" EventActionName="">
<Element Name="imes" Order="5" ParenthesisLevel="0" Type="Multiplicative Conjunction" EventActionName="">
<Element Name="Iw" Order="6" ParenthesisLevel="0" Type="Atom" EventActionName="">
<Element Name="imply" Order="7" ParenthesisLevel="0" Type="Linear Implication" EventActionName="EA01"/>
<Element Name="Pw" Order="8" ParenthesisLevel="0" Type="Atom" EventActionName="">
<Element Name="Ic" Order="9" ParenthesisLevel="1" Type="Close Parenthesis" EventActionName="">
<Element Name="imes" Order="10" ParenthesisLevel="0" Type="Multiplicative Conjunction" EventActionName="">
...
<Element Name="with" Order="50" ParenthesisLevel="0" Type="Additive Conjunction" EventActionName="">
<Element Name="Ik" Order="51" ParenthesisLevel="0" Type="Atom" EventActionName="">
<Element Name="imes" Order="52" ParenthesisLevel="0" Type="Multiplicative Conjunction" EventActionName="">
...
</Formula>
</LeftPart>
<RightPart>
<Formula Order="1">
<Element Name="Pe" Order="1" ParenthesisLevel="0" Type="Atom" EventActionName="">
<Element Name="imes" Order="2" ParenthesisLevel="0" Type="Multiplicative Conjunction" EventActionName="">
<Element Name="Gr" Order="3" ParenthesisLevel="0" Type="Atom" EventActionName="">
</Formula>
</RightPart>
</Sequent>
  
```

The scenario is not valid. There are 3 paths, 2 unsuccessful paths.

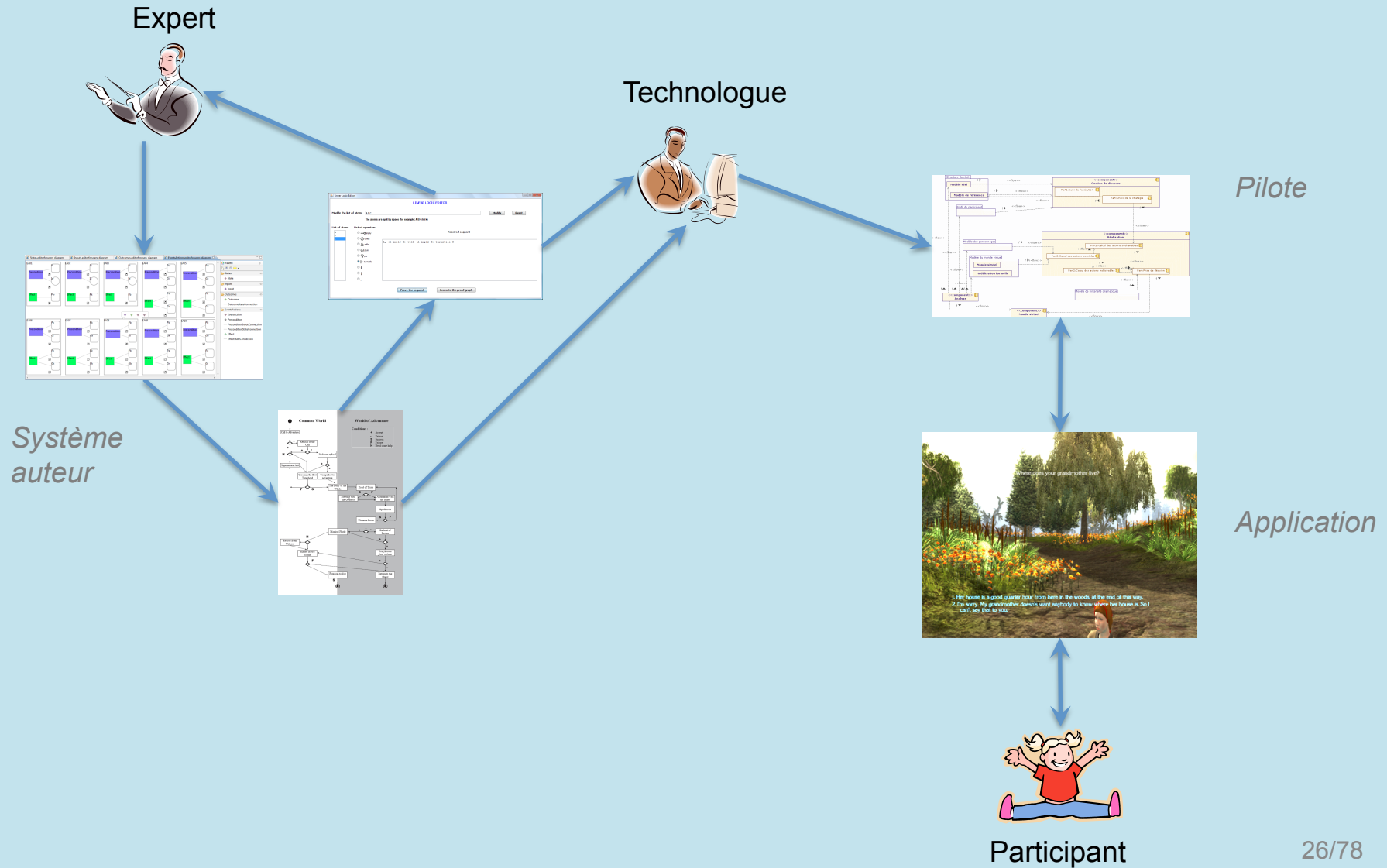




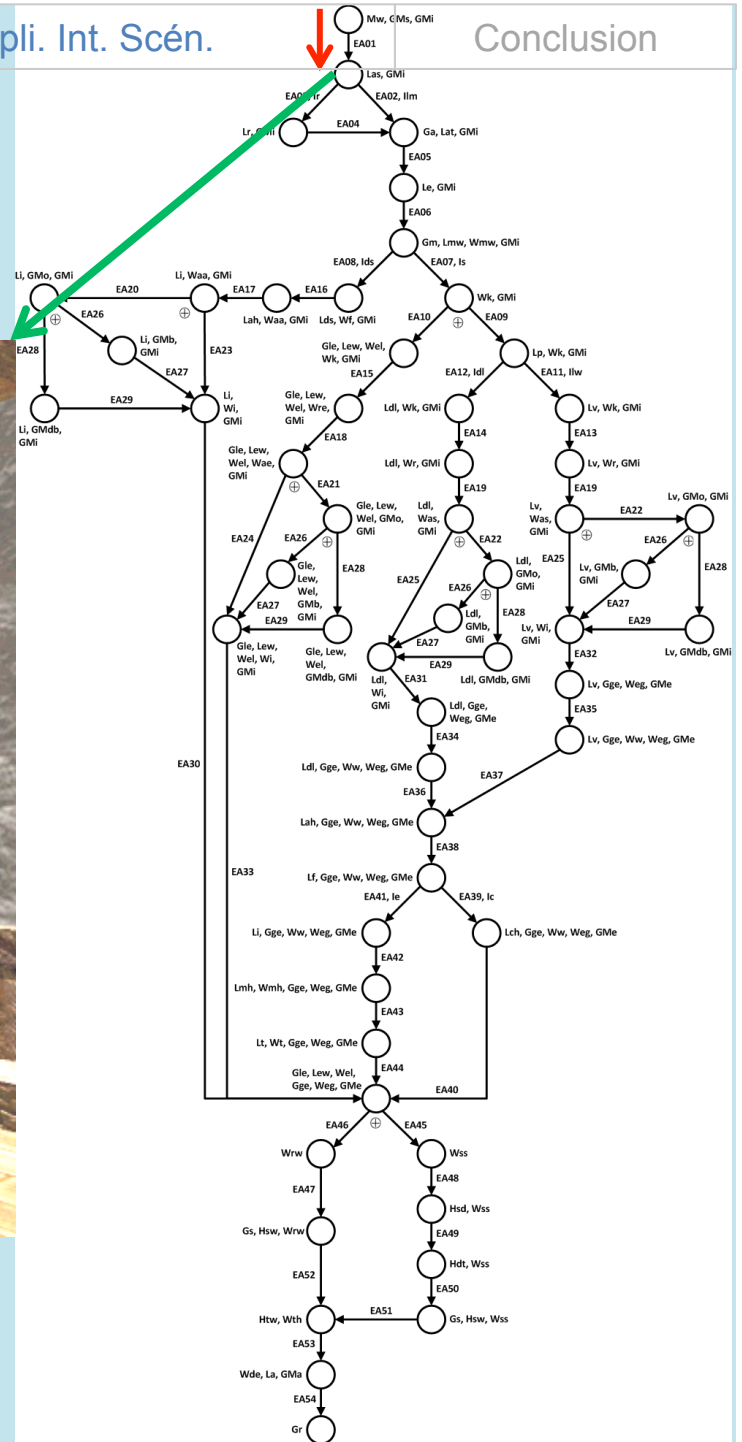
# Applications Interactives Scénarisées : bilan

| <b>Fonctions clefs</b> | <b>Applications Interactives Scénarisées</b>   |
|------------------------|--|
| Planification          | <b>Définition de structures de récit</b>   |
| Ordonnancement         | Calcul du discours, <b>déterminer la logique du récit</b>  |
| Supervision            | <b>Modèle du système pour la prise de décisions en fonction de ce qu'il est possible de faire et des objectifs</b> |
| Analyse                | <b>Analyse des mécanismes d'allocation de ressources, évaluation des performances</b>                              |

# Exemple : le petit chaperon rouge

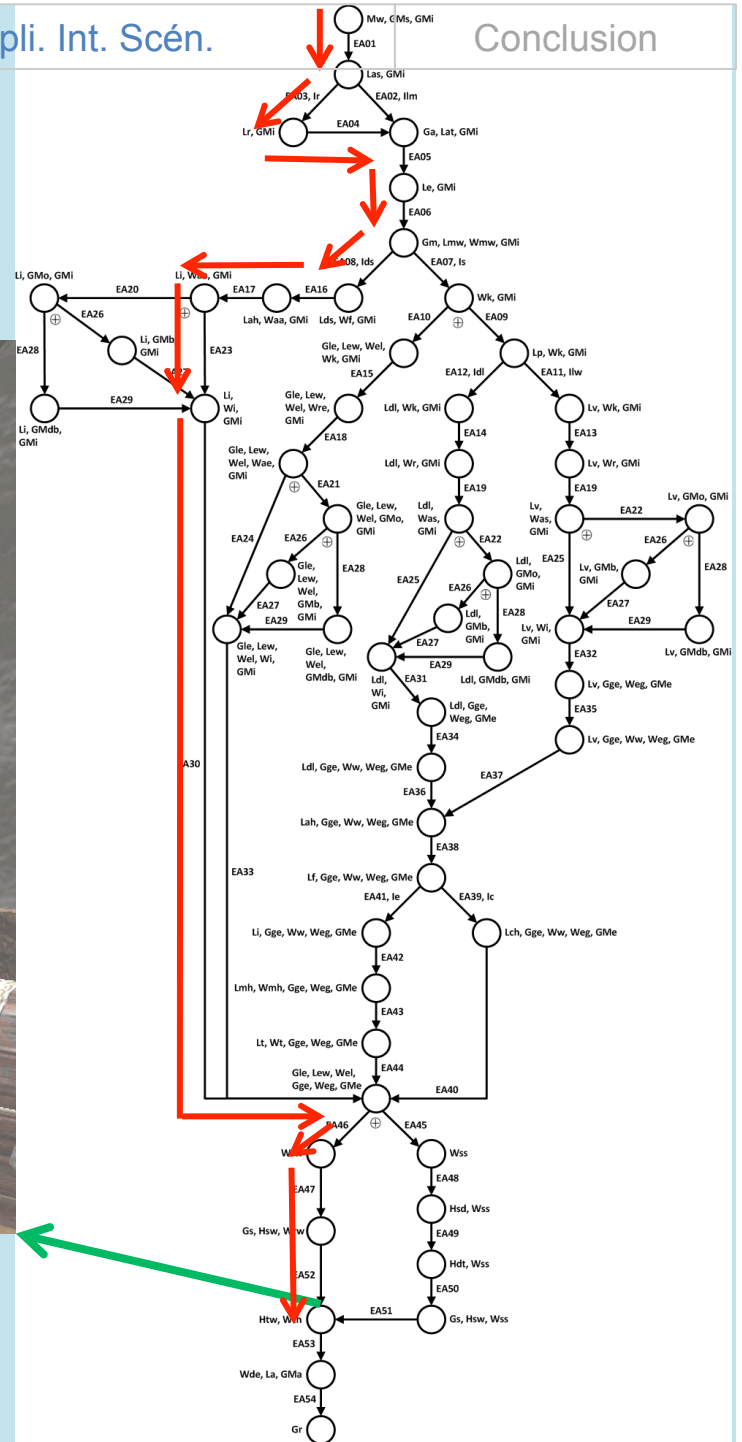


# Exemple : le petit chaperon rouge

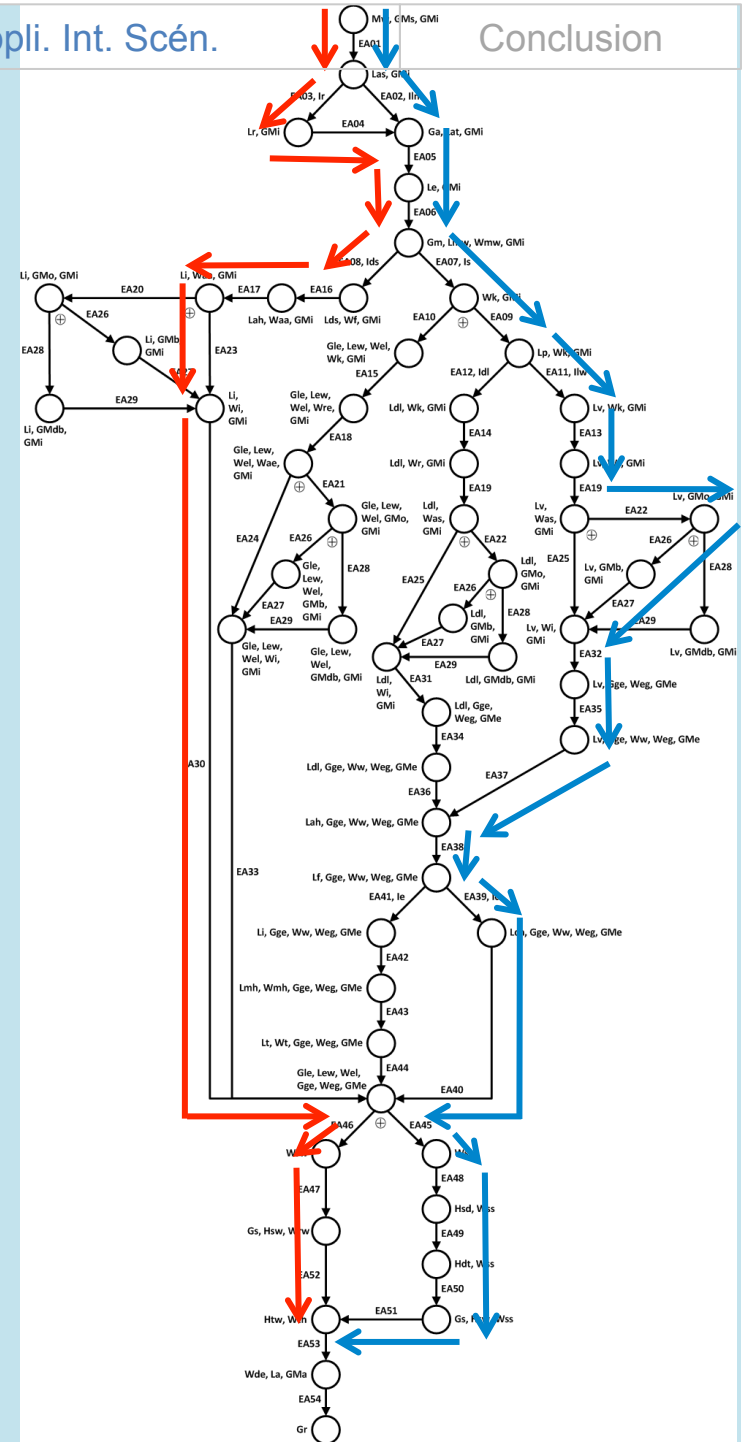




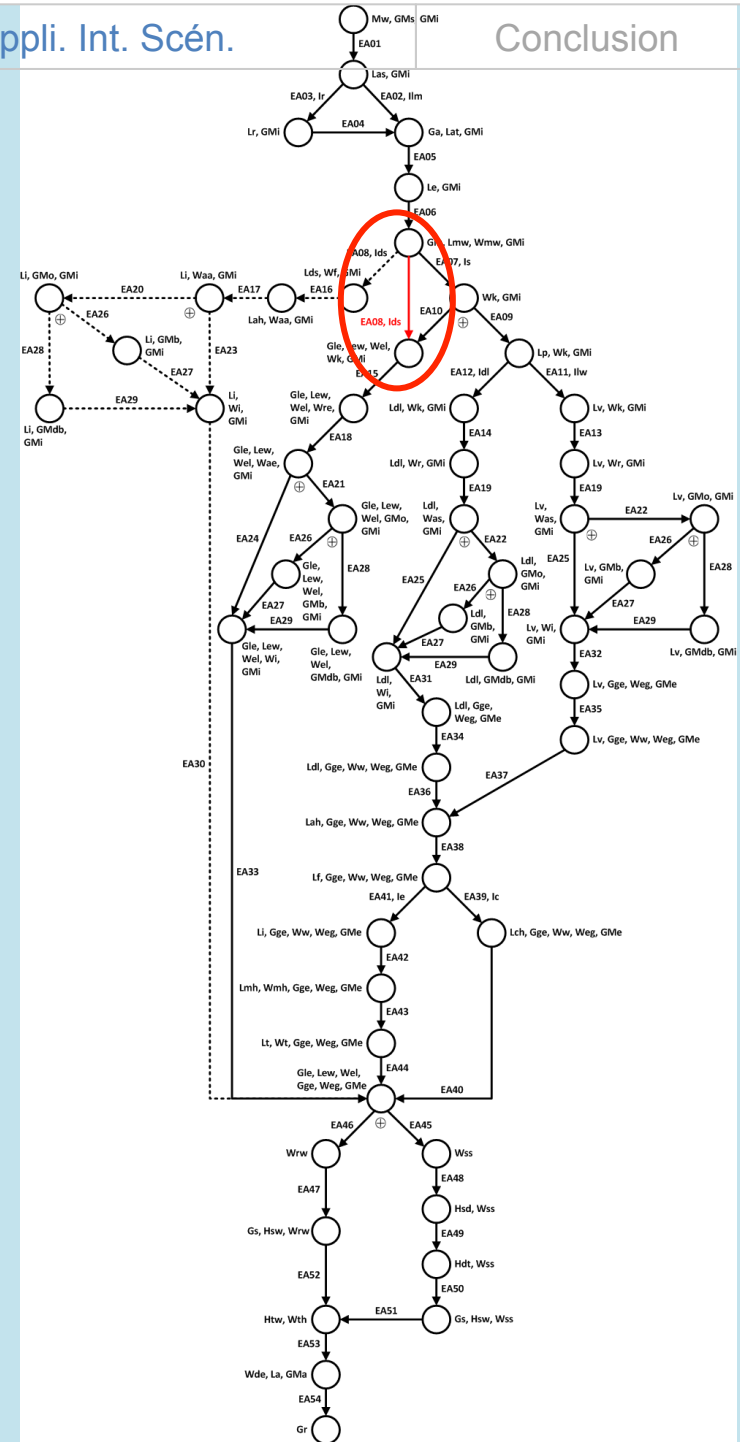
# Exemple : le petit chaperon rouge



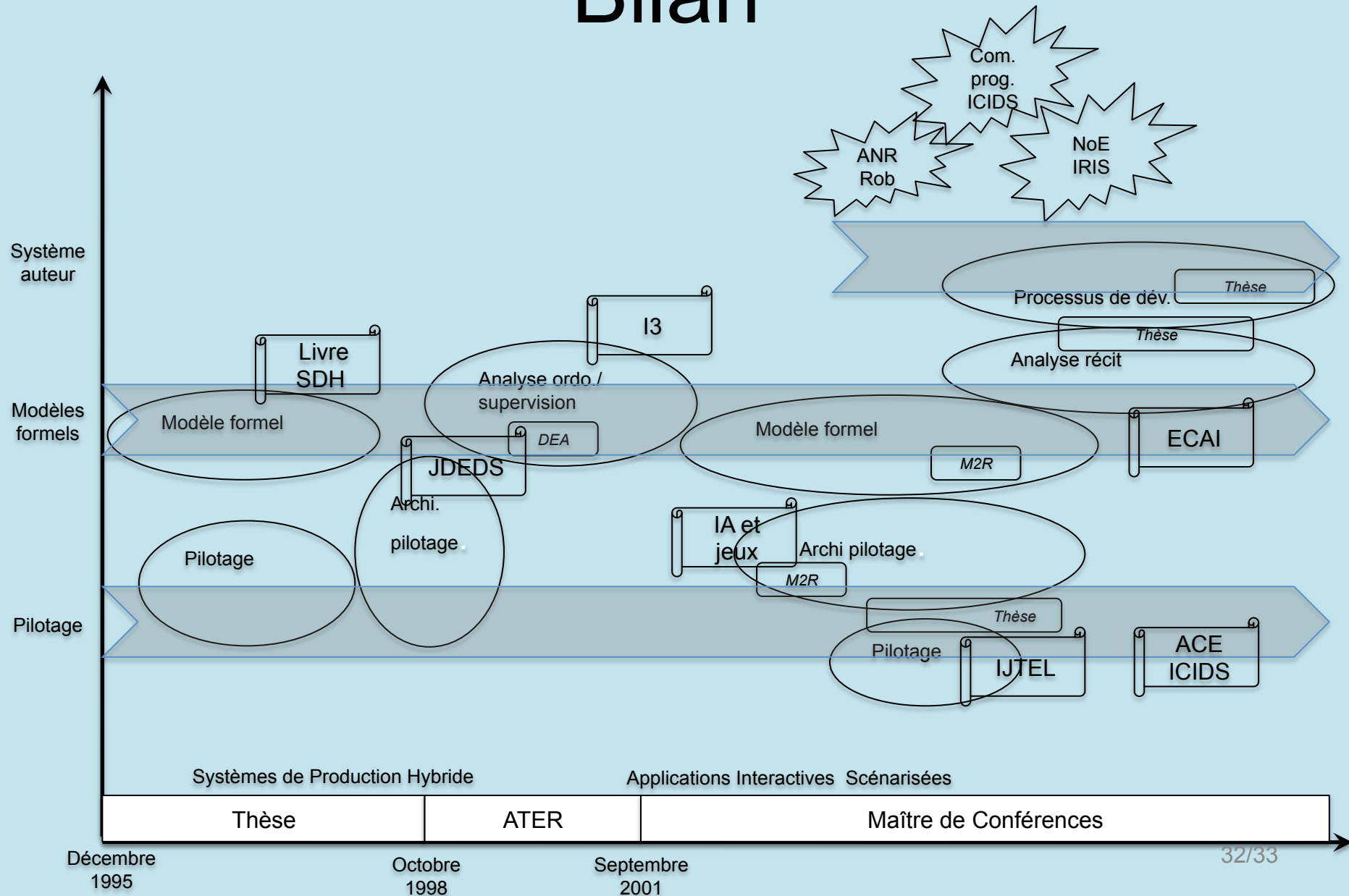
# Exemple : le petit chaperon rouge



# Exemple : le petit chaperon rouge



# Bilan





# Perspectives

