

Génération automatique de dilemmes et de situations ambiguës en simulation

Azzeddine Benabbou

Sorbonne universités - Université de technologie de Compiègne

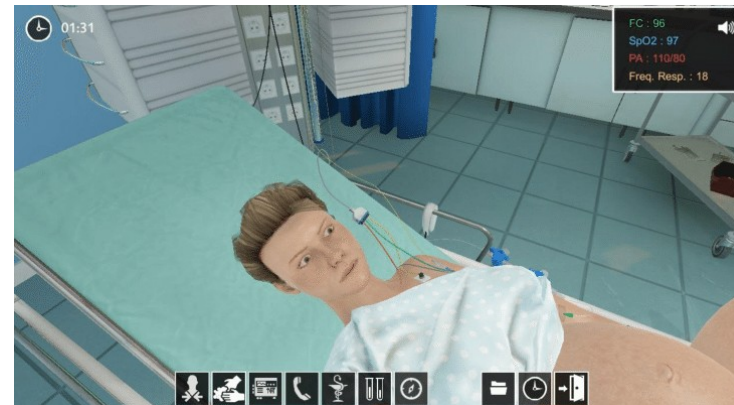


Contexte

- Projet ANR : Maccoy Critical
 - IFSTTAR (coordinateur), LIG (Université Joseph Fourier Grenoble), LATI (Université Paris Descartes), LIP6 (UMR 7606 UPMC), iLUMENS (Université Paris Descartes) et Médusims

Objectifs du projet

- Améliorer les dispositifs de formation utilisant la simulation et les environnements virtuels
- Entraînement aux **compétences non-techniques** pour la gestion des **situations critiques**



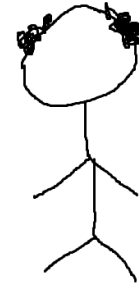
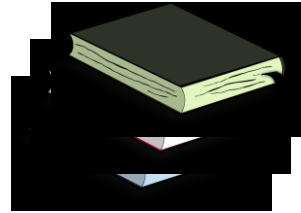
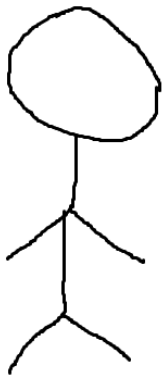
La criticité et les compétences non-techniques

Compétences non-techniques (Flin et al., 2008, 2009).

Une combinaison de savoirs cognitifs, sociaux, et de ressources personnelles complémentaires des savoir-faire procéduraux qui contribuent à une performance efficiente et sûre

Dimensions de criticité
Fréquence d'occurrence
Gravité
Ambiguïté
Dilemme
Charge sociocognitive
Nouveauté
Non-maitrise

Scénarisation



Scénarisation informatique (Barot, 2014)

La scénarisation est un processus comprenant à la fois la spécification du ou des déroulements possibles ou souhaitables de la simulation, et le contrôle (exécution et/ou suivi et correction) du déroulement des événements en temps-réel

Motivation et objectif

- Proposer un apprentissage par essai-erreur (**liberté d'action**)
- Proposer un large panel de situations (**variabilité**)
- Présenter des situations d'apprentissage critiques et pertinentes (**contrôle**)

Objectif

Proposer un moteur de scénarisation qui répond à ces trois objectifs majeurs

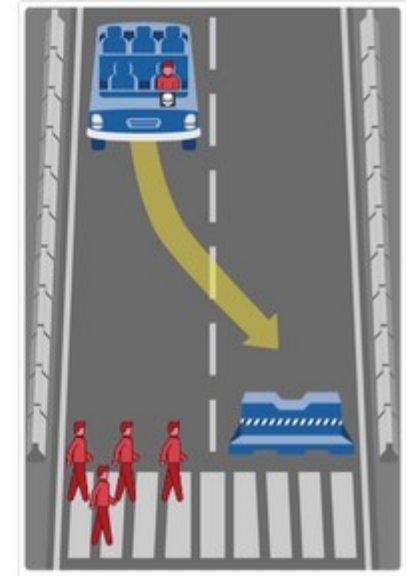
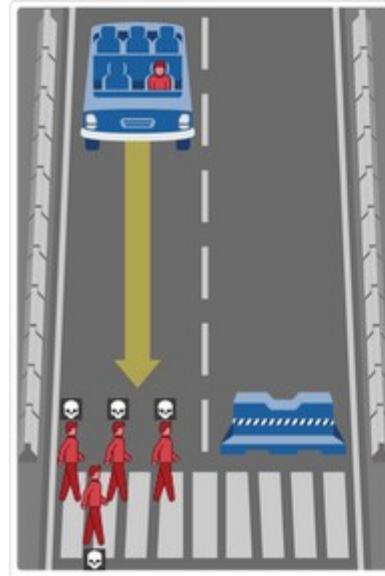
Question de recherche (1)

Comment générer une variété de scénarios pertinents sans produire une explosion combinatoire ?

Question de recherche (2)

Comment modéliser les dilemmes ? Comment les qualifier ? Et comment les générer sans avoir à les écrire en amont ?

Dilemme du tramway



Dilemmes (définition)

Larousse

L'obligation de choisir entre deux partis qui comportent l'un et l'autre des inconvénients

Caractéristiques des dilemmes

- Être **Intrapersonnels** ou **interpersonnels** (Marcus, 1980; McConnell, 1988)
- Provenir d'une origine **interne** ou **externe** (McConnell, 1978)
- Être **d'obligation** ou de **prohibition** (Vallentyne, 1989)
- Mettre en jeu des valeurs **morales** (Marcus, 1980; Williams and Atkinson, 1965)

Dilemme d'obligation

Définition

Situation où toutes les actions sont obligatoires. Toutefois, l'individu ne peut pas toutes les réaliser

Dilemme d'obligation (deux actions)

$S(A, CN)$ est une situation de dilemme d'obligation si $\exists a_1, a_2 \in A$ tel que :

$$\neg a_1 \longrightarrow CN_{\neg a_1}$$

$$\neg a_2 \longrightarrow CN_{\neg a_2}$$

$$((a_1 \vee a_2) \wedge \neg(a_1 \wedge a_2)) \vee (a_1 \wedge a_2 \longrightarrow CN_{a_1 \wedge a_2})$$

avec A , est l'ensemble des actions du monde.

Dilemme de prohibition

Définition

Situation où toutes les actions sont prohibées. Toutefois, l'individu doit absolument en réaliser au moins une

Dilemme de prohibition (deux actions)

$S(A, CN)$ est une situation de dilemme de prohibition si $\exists a_1, a_2 \in A$ tel que :

$$a_1 \longrightarrow CN_{a_1}$$

$$a_2 \longrightarrow CN_{a_2}$$

$$\neg a_1 \wedge \neg a_2 \longrightarrow CN_{\neg a_1 \wedge \neg a_2}$$

avec A , l'ensemble des actions du monde.

Conséquences négatives

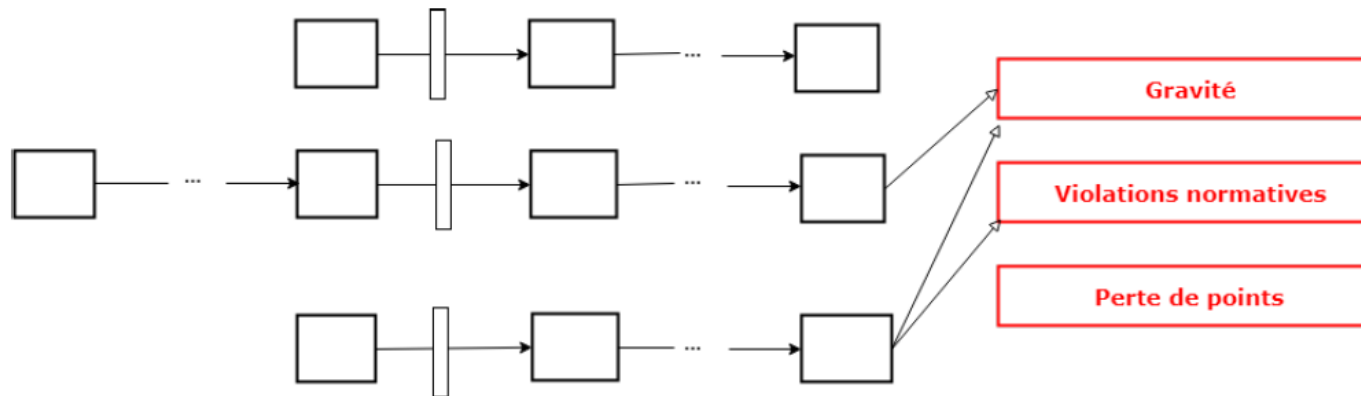
- Nous distinguons des conséquences négatives en termes de :
 - Gravité
 - Perte de points
 - Violation normative

Fonction d'évaluation de conséquences

$$f_{cn}: E \rightarrow \{0,1\}$$

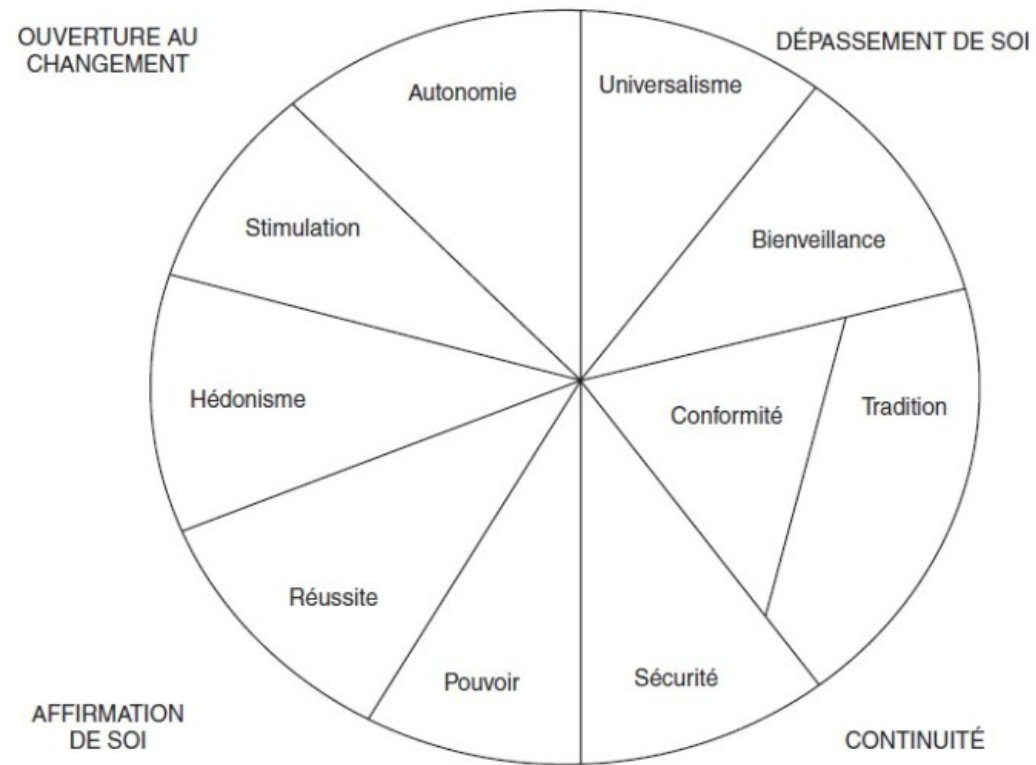
$$e \mapsto f_{cn}(e)$$

$$f_{cn}(e) = f_g(e) \vee f_p(e) \vee f_n(e)$$

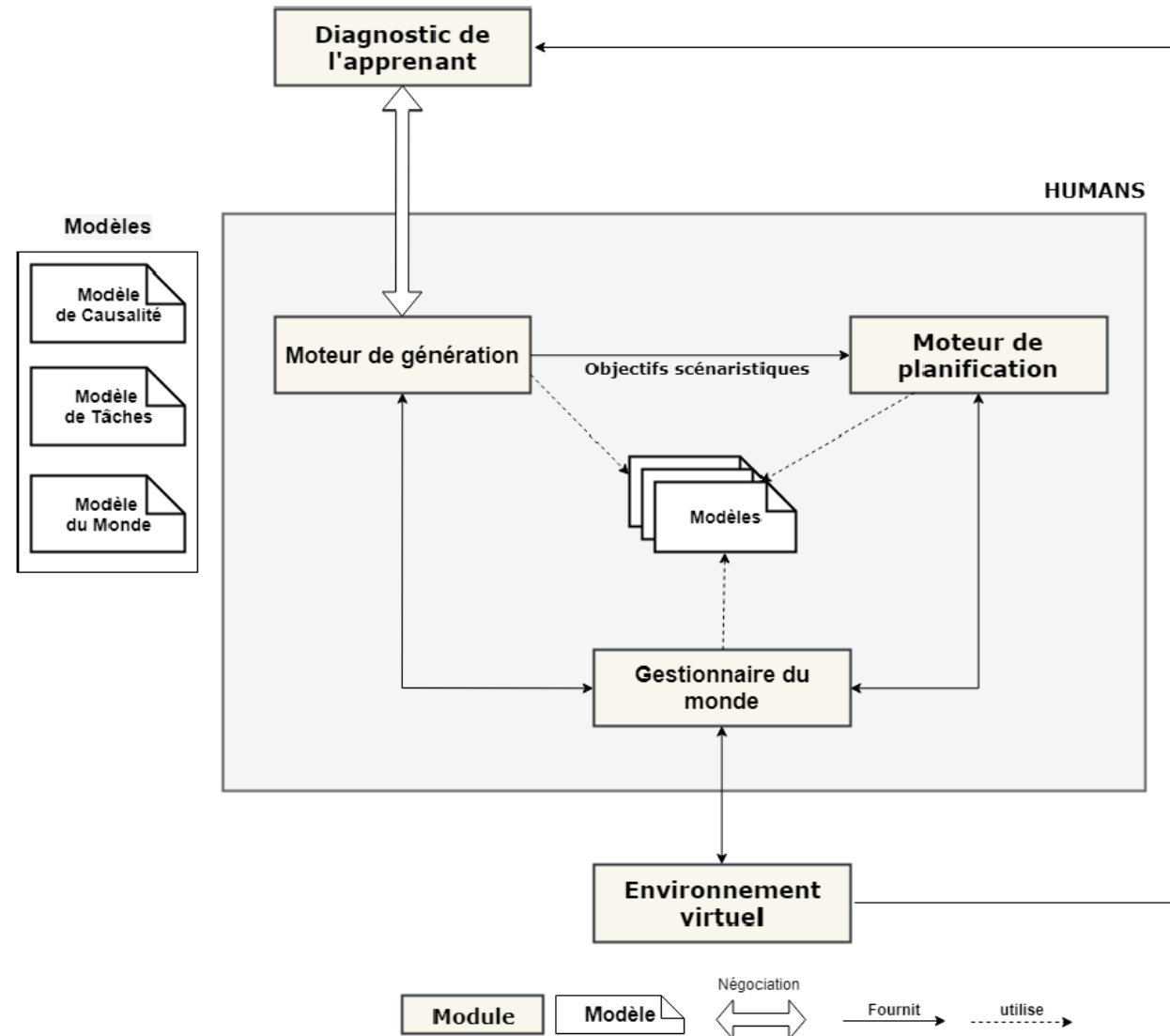


Les valeurs morales

- Théorie des valeurs universelles de (Schwartz, 1992, 2006)

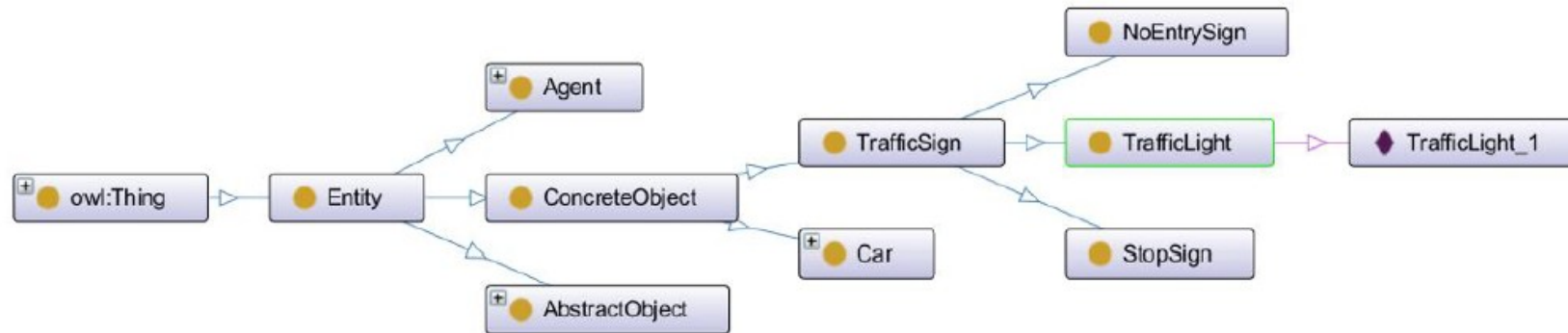


Architecture globale



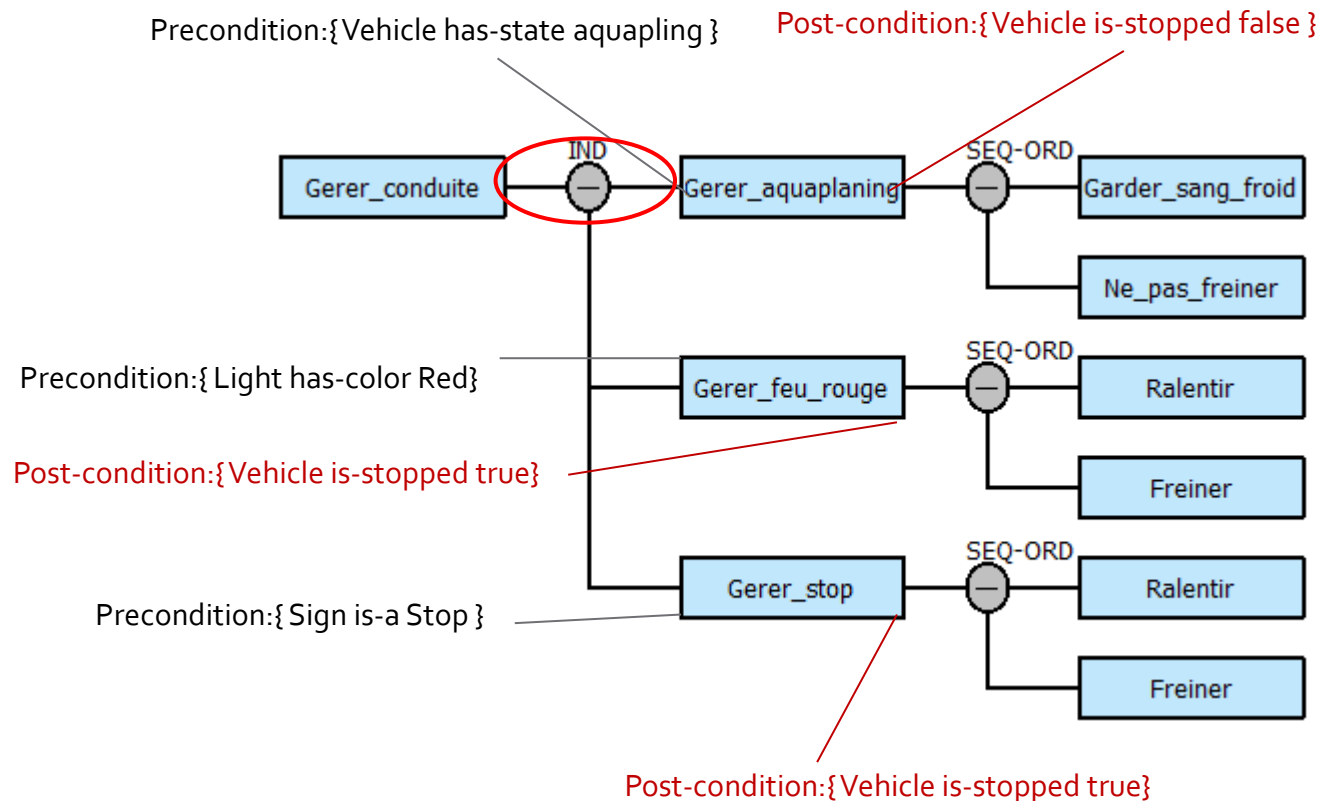
Modèle du monde

- Description des entités, leur propriétés ainsi que les relations qu'elles ont les unes avec les autres
- Représentation ontologique couplée avec des règles de fonctionnement



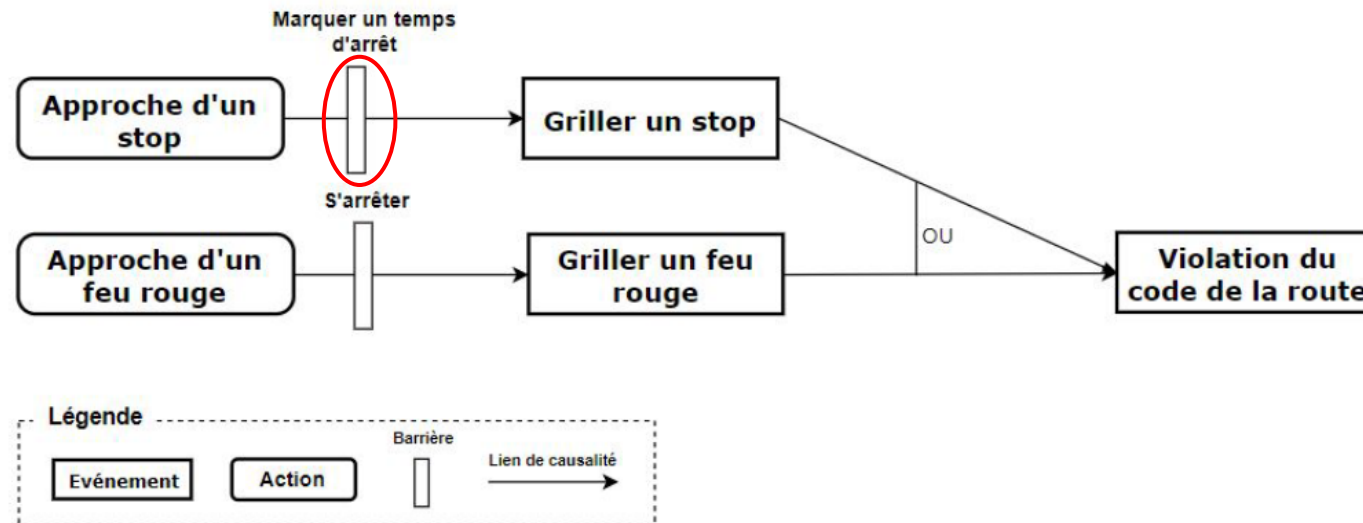
Modèle de tâches

- Représentation des séquences d'actions attendues de la part de l'apprenant
- Décrit l'activité prescrite, mais aussi celle observée sur le terrain
- Repose sur une représentation hiérarchique

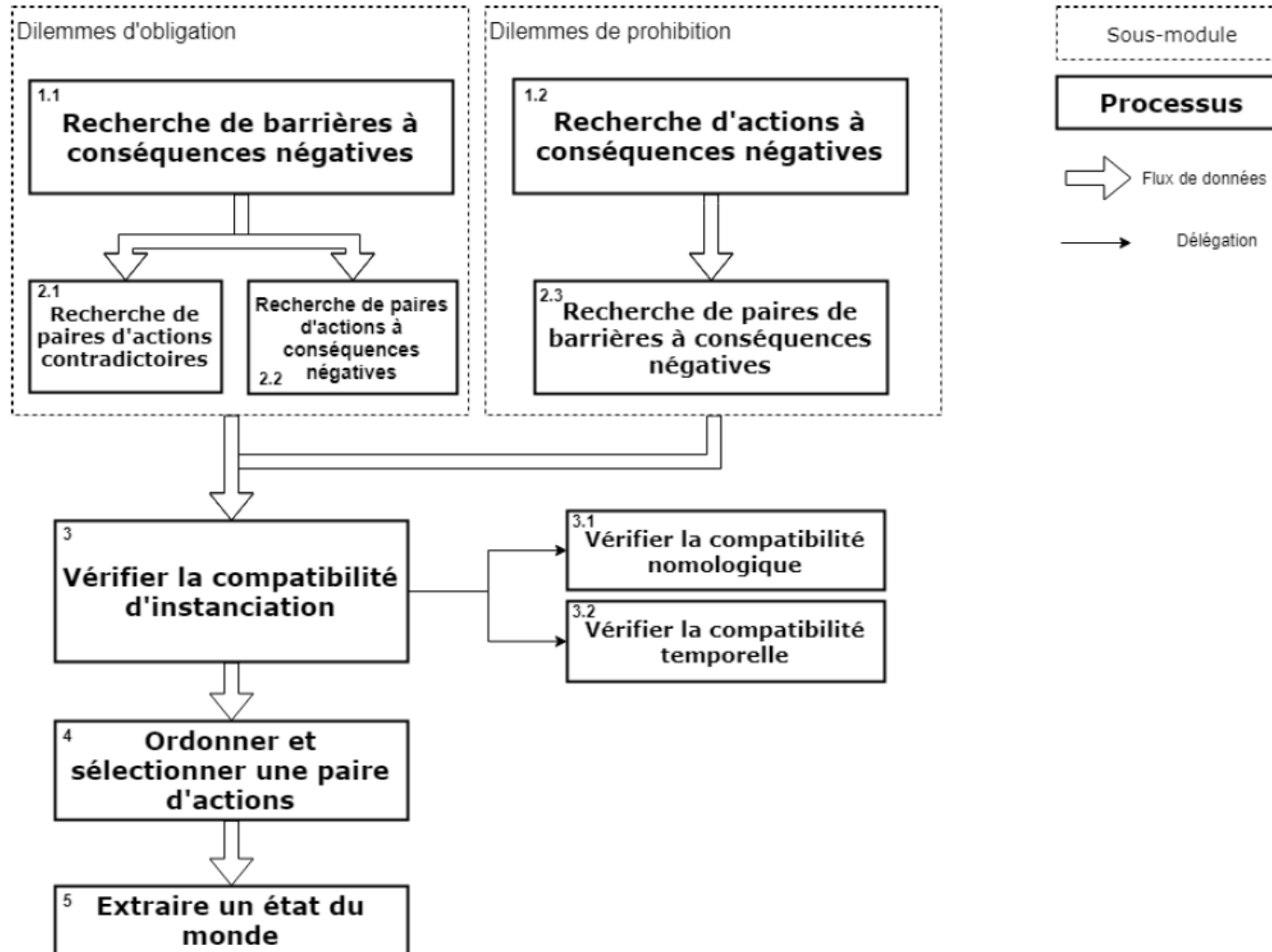


Modèle de causalité

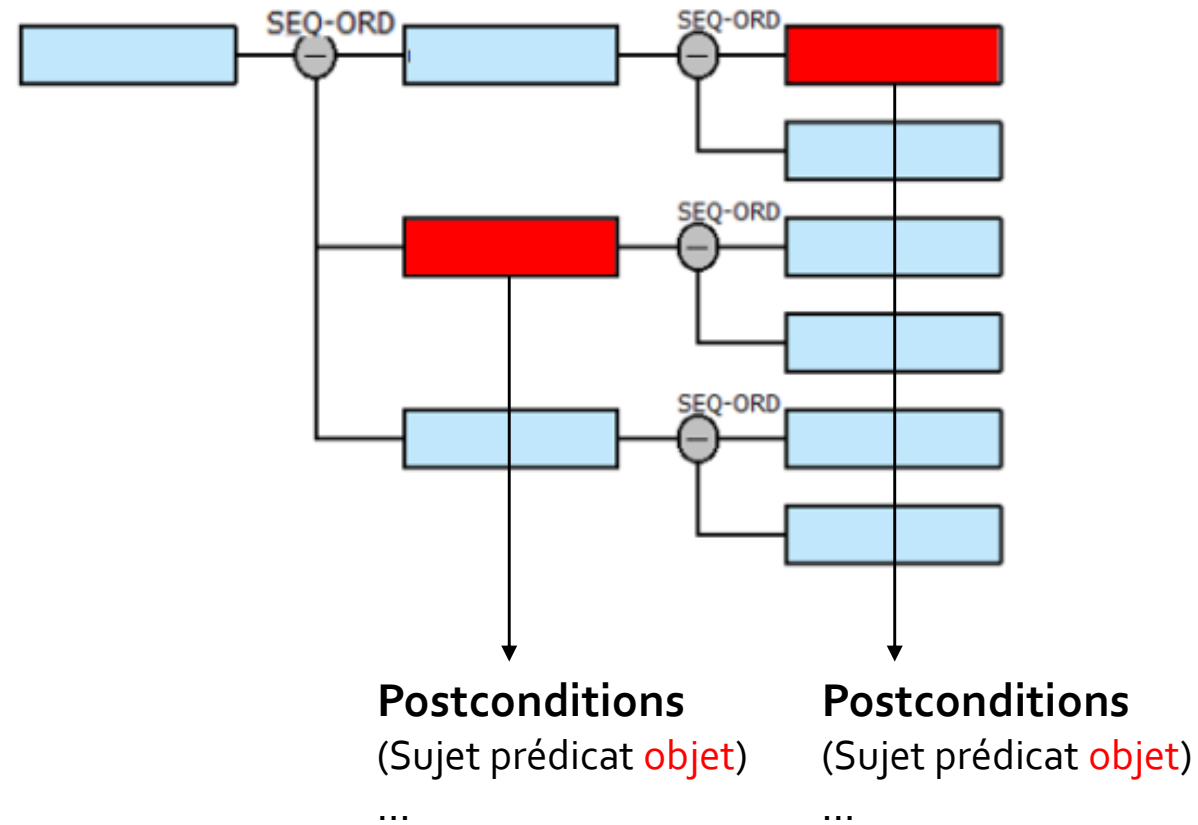
- Décrit les chaines de causalité pertinentes
- Décrit les liens logiques entre les actions/événements
- Graphe inspiré des nœuds papillons



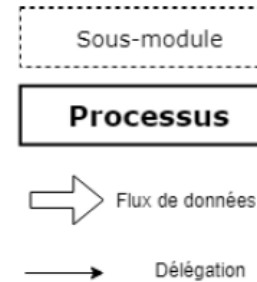
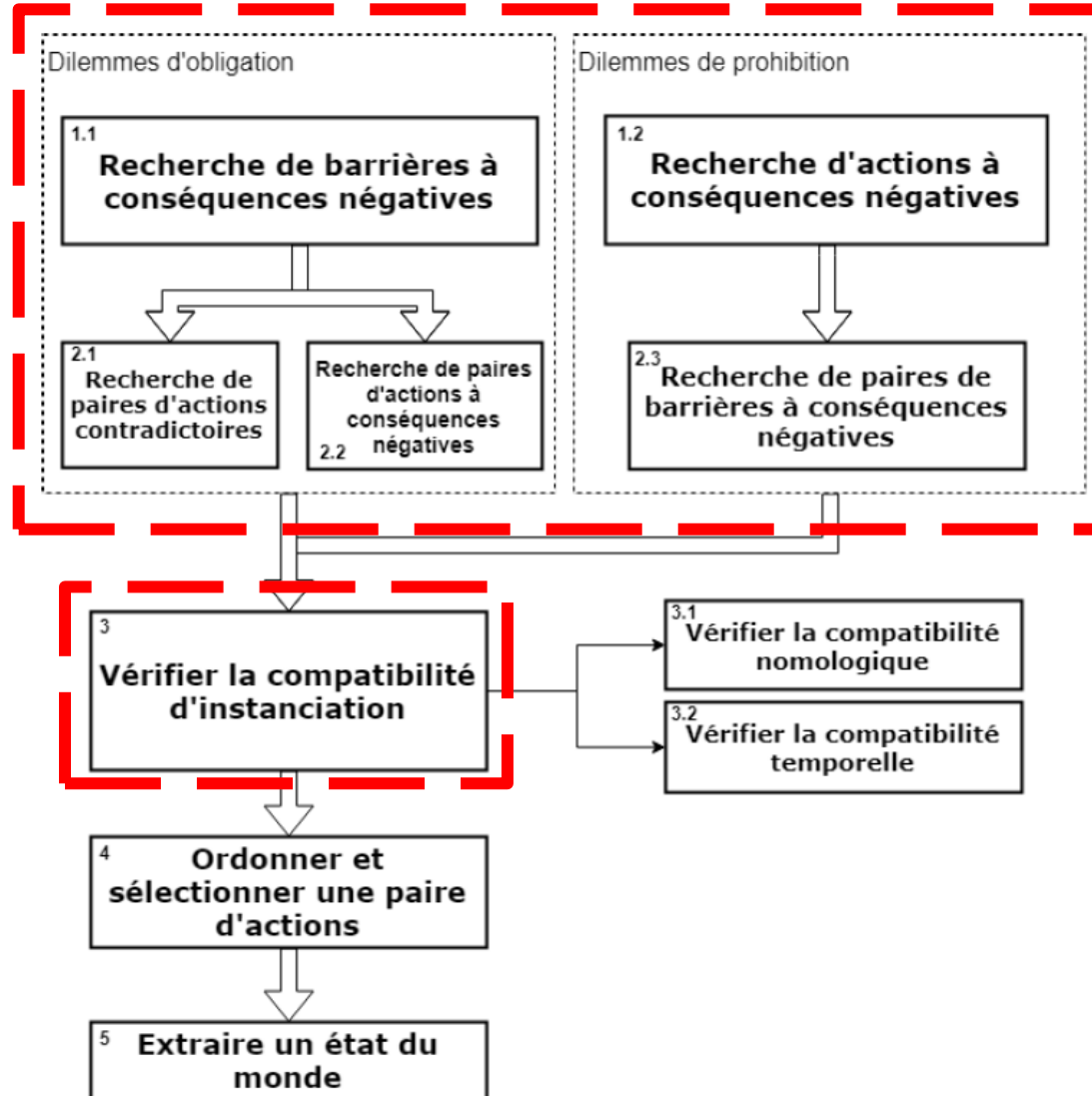
Etapes de génération



Actions contradictoires

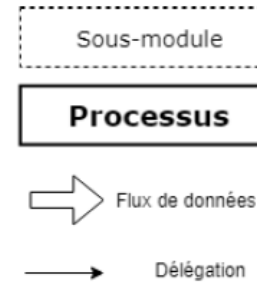
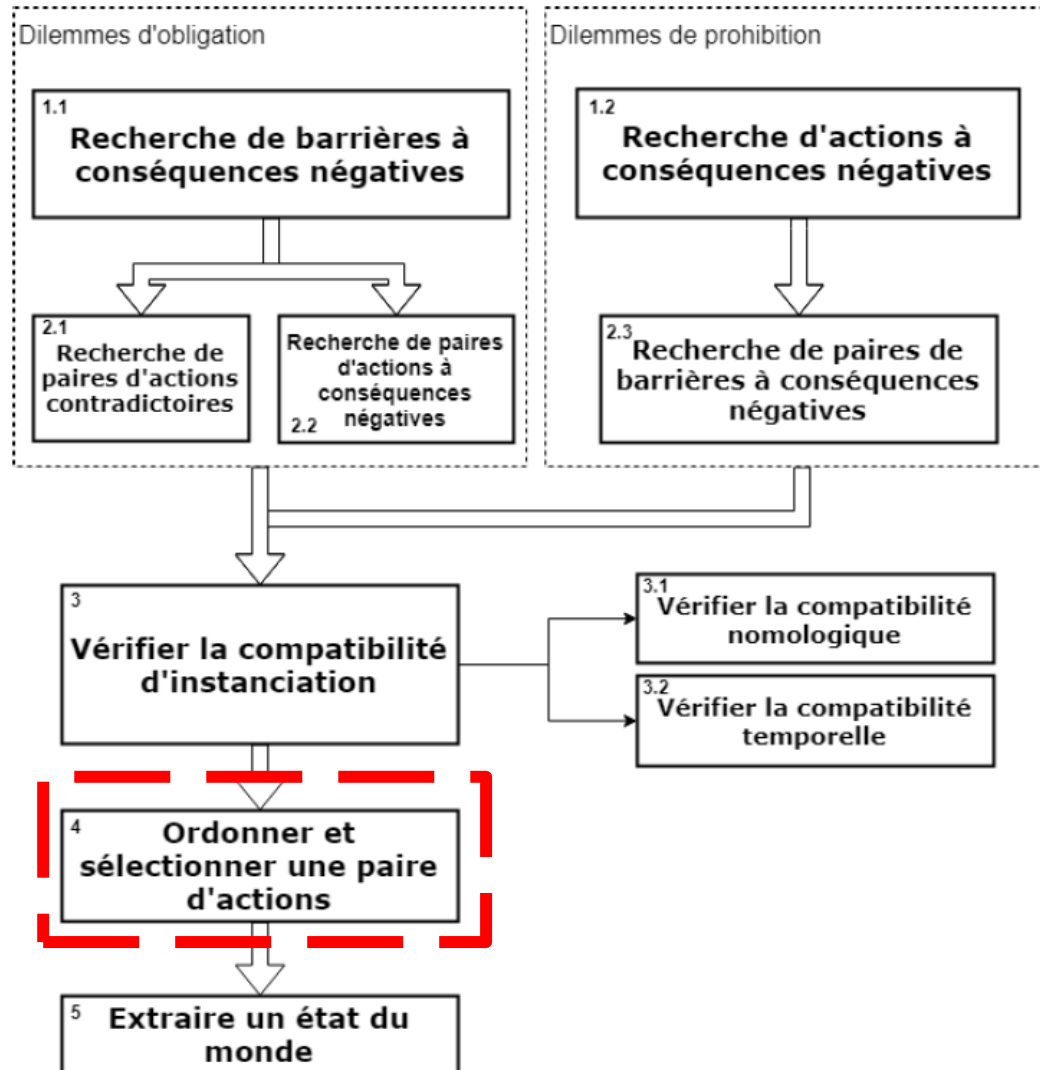


Actions simultanées à conséquences négatives



Obligation	Prohibition
<a,a>	<a,a>
<a,a>	<a,a>
<a,a>	...
...	

Actions simultanées à conséquences négatives

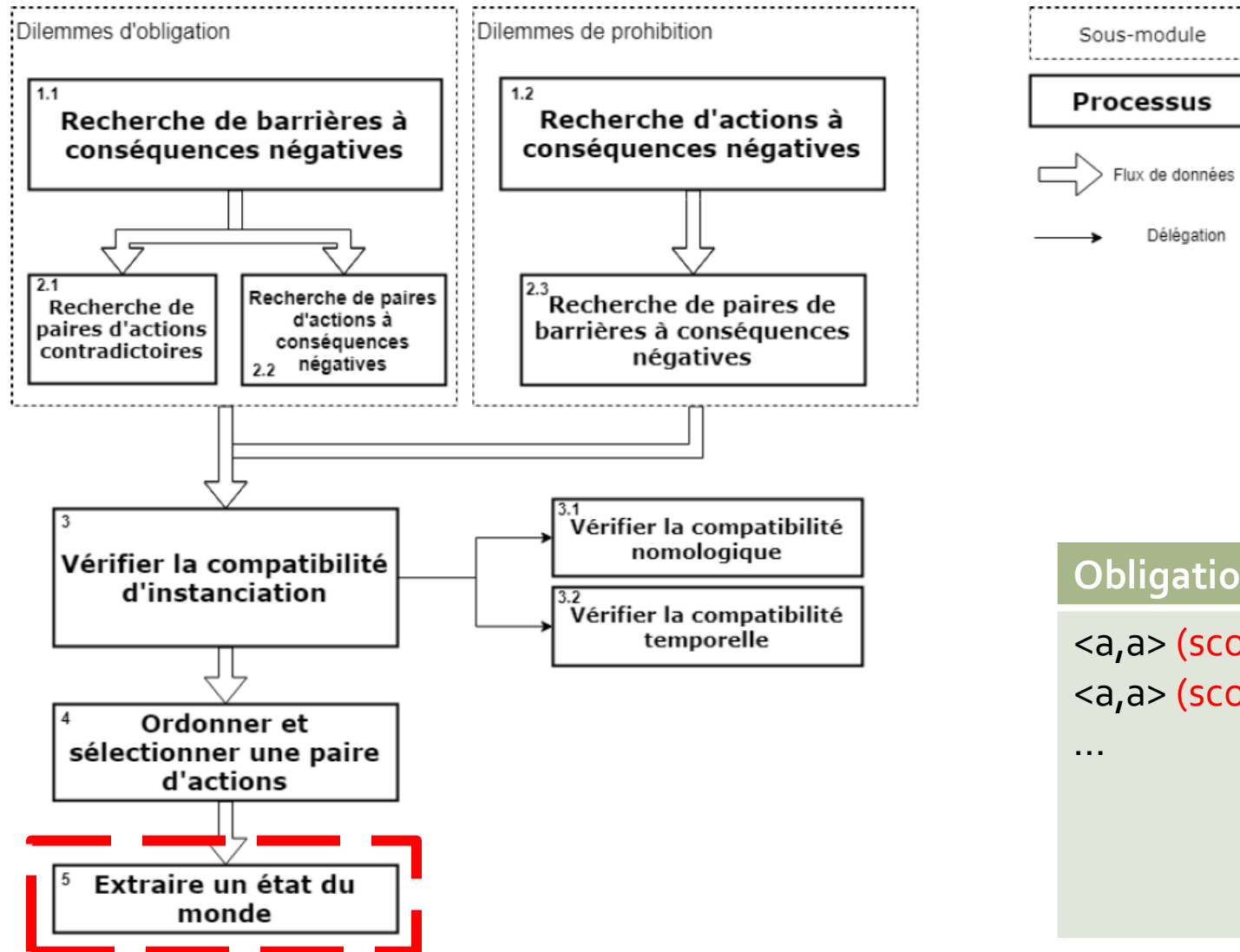


Obligation	Prohibition
<a,a>	<a,a>
<a,a>	<a,a>
a,a	...
...	

Ordonner et sélectionner

- **Contraintes pédagogiques :**
 - gravité maximale à ne pas dépasser (g_{ma})
 - gravité minimale à respecter (g_{mi})
 - différence de gravité entre les actions d'une paire (d_g)
 - un ou des types de conséquences négatives à cibler (t_c)
- **Contraintes scénaristiques :**
 - probabilité d'instanciation minimale (p_{om})
 - temps maximal nécessaire à l'instanciation (t_{mi})

Actions simultanées à conséquences négatives



Obligation	Prohibition
<a,a> (score)	<a,a> (score)
<a,a> (score)	<a,a> (score)
...	...

Extraction d'un état du monde

Action	Gérer aquaplaning	Action	Respecter le feu rouge
Préconditions	?vehicle :is-aquaplaning true	Préconditions	?trafficLight :is-active true ?trafficLight :has-color :red

Extraction d'un état du monde

Etat du monde	?vehicle :is-aquaplaning true ?trafficLight :is-active true ?trafficLight :has-color :red
----------------------	---

Evaluation en environnement virtuel

- Confronter les participants à quatre scénarios :
 - Scénario non-critique
 - Scénario critique
 - Scénario du dilemme généré
 - Scénario du dilemme scripté



Evaluation en environnement virtuel

- **H₀** : notre moteur de scénario génère bien des dilemmes
 - **H_{0.1}** : les individus perçoivent qu'ils ont le choix entre deux options dans les deux conditions (générée et scriptée)
 - **H_{0.2}** : les individus perçoivent qu'il n'y a pas d'option sans conséquences négatives dans les deux conditions (générée et scriptée)
 - **H_{0.3}** : les individus considèrent qu'ils ont été confrontés à un dilemme dans les deux conditions (générée et scriptée)
- Nous souhaitons déterminer s'il existe une différence significative entre les réponses du scénario scripté et celles du scénario généré
 - la différence moyenne entre deux mesures est non significatif (test de Wilcoxon)
- Hypothèse nulle : **la différence moyenne entre deux mesures est nulle**

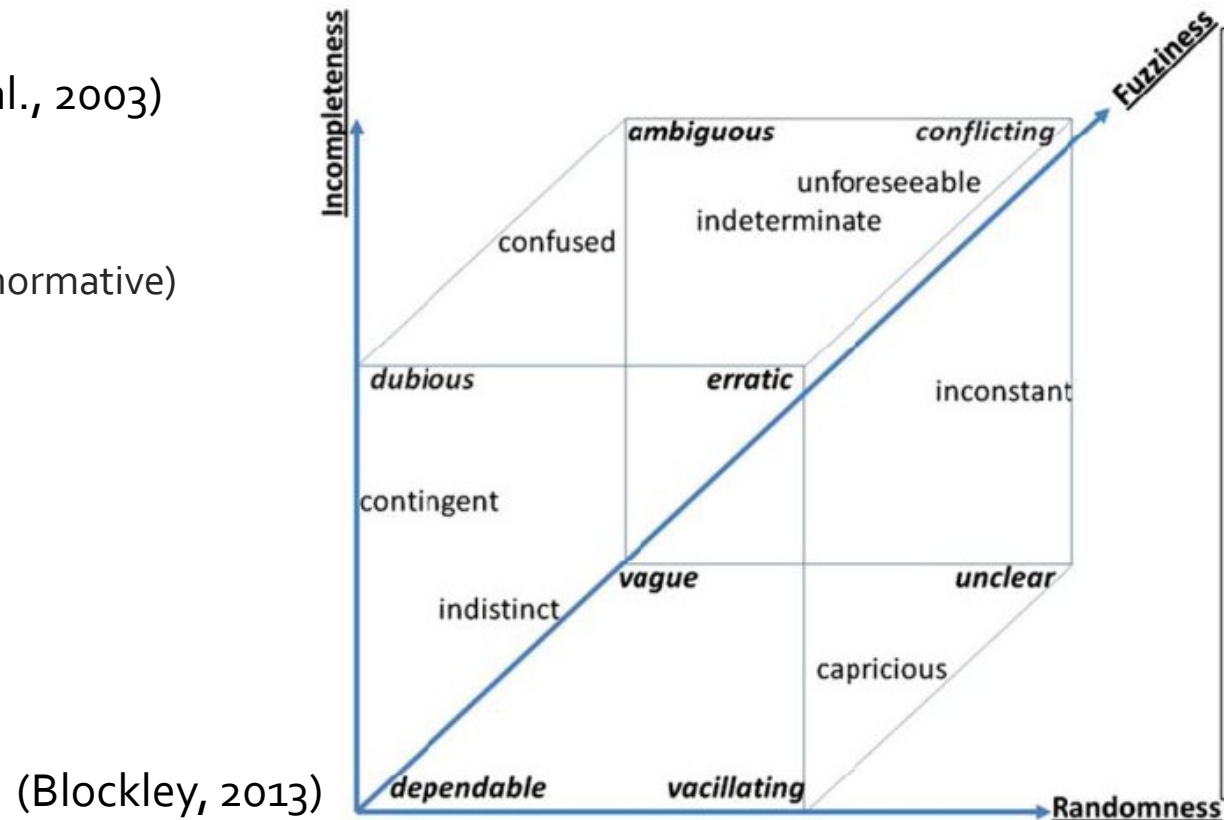
	H_{0.1}	H_{0.2}	H_{0.3}
p-value	0.41	0.13	0.68

Ambiguïté

Définition

Incertitude sur les probabilités créée par le manque d'informations pertinentes **qui peuvent être connues** (Fellner, 1961; Frisch and Baron, 1988)

- Type d'ambiguïté (Gaver et al., 2003)
 - Ambiguïté de l'information
 - Ambiguïté du contexte
 - Ambiguïté des relations (ou normative)



Représentation mentale de l'apprenant (formalisation)

Représentation mentale de l'apprenant

$$RM = \{A_1, A_2, \dots, A_n\} = \bigcup_{i=1}^n A_i$$

A_i : préconditions contextuelles de la tâche T_i sous forme d'assertions

n : le nombre de tâches du modèle de tâches

RM

(sujet prédicat objet)

(sujet prédicat objet)

...

(sujet prédicat objet)

Représentation mentale de l'apprenant (fonction de croyance)

$$\sum_{A \subseteq \Omega} m(A) = 1 \text{ et } m(\emptyset) = 0$$

- $m(A)$, correspond à la part de croyance alloué à A ,
- $m(\Omega)$, correspond au degré d'ignorance totale.

$$\Omega(A_i) = \{Vrai, Faux\}$$

$v(A_i) = m^{A_i}(Vrai)$ est la masse de croyance sur la véracité de l'assertion A_i ;

$f(A_i) = m^{A_i}(Faux)$ est la masse de croyance sur la fausseté de l'assertion A_i ;

$i(A_i) = m^{A_i}(Vrai, Faux)$ est la masse de croyance sur l'ignorance qu'a l'apprenant quant à la véracité ou la fausseté de l'assertion A_i ;

$c(A_i) = m^{A_i}(\emptyset)$ est le conflit suite aux contradictions entre les sources d'informations concernant l'assertion A_i .

RM
$m_1(\text{sujet prédicat objet})$
$m_2(\text{sujet prédicat objet})$
...
...
$m_n(\text{sujet prédicat objet})$

Etat d'incomplétude

Diagnostic 1 :

Patient has symptom_1

Patient has symptom_2

Patient has symptom_3

Diagnostic 2:

Patient has symptom_1

Patient has symptom_2

Patient has symptom_4

Etat d'incomplétude

Soit T_1 et T_2 deux tâches quelconques, et P_1 et P_2 leur préconditions respectives. Une situation S est considérée en état d'incomplétude si :

$$\begin{cases} v(p_i) \geq \varepsilon_v & \forall p_i \in (P_1 \cap P_2) \\ i(p_j) \geq \varepsilon_i & \forall p_j \in (P_1 \Delta P_2) \end{cases}$$

avec :

$(P_1 \cap P_2) \neq \emptyset$ et $(P_1 \Delta P_2) \neq \emptyset$,

$(P_1 \Delta P_2)$ la différence symétrique entre les deux ensembles de préconditions,

ε_v le seuil à partir duquel une assertion est considérée comme vraie,

ε_i le seuil à partir duquel une assertion est considérée comme ignorée.

Etat de flou

Diagnostic 1 :

Patient has symptom_1
Patient has symptom_2
Patient has symptom_3

Diagnostic 2:

Patient has symptom_1
Patient has symptom_2
Patient has symptom_4

Règle d'affaiblissement

$$m^{\alpha}(A) = (1 - \alpha) * m(A), \forall A \subset \Omega$$

$$m^{\alpha}(\Omega) = (1 - \alpha) * m(\Omega) + \alpha$$

α correspond au degré d'affaiblissement,
(1- α) correspond au degré de fiabilité.

$$f_f(\text{"Patient has symptom_3"}, 0,8) = \{\text{"Intern hasState tired"}\}$$

Etat d'incohérence

Conflit dans les croyances d'une même assertion

- Masse de croyance liée au conflit supérieure à un seuil ϵ

Exemple : $A = \text{« Patient is-allergic substanceX »}$

- Patient affirme qu'il n'est pas allergique à la substance X
 $\Rightarrow f(A)$ élevée
- Patient manifeste une réaction allergique après injection
 $\Rightarrow v(A)$ élevée
 $\Rightarrow c(A)$ élevée

Incohérence entre plusieurs assertions

- Assertions « vraies » nécessitant des actions contradictoires

Exemple : $A_1 = \text{« TrafficLight is Green »}$, $A_2 = \text{« TrafficLight is Red »}$

- Le feu vert s'allume ($\Rightarrow v(A_1) > \epsilon$)
- Le feu rouge s'allume ($\Rightarrow v(A_2) > \epsilon$)

$\rightarrow \text{Si } (T_1 \wedge T_2 \Rightarrow \perp) \Rightarrow \text{incohérence}$

Conclusion

- Contributions
 - Formalisation et modélisation informatique des dilemmes et des situations ambiguës
 - Génération automatique à partir de modèles de connaissances
- Perspectives
 - Les valeurs morales
 - Evaluation de l'apprentissage
 - Evaluation de l'ambiguïté

Merci de votre attention