

---

# Les EIAH et l'IA

Journées GdR STIC Santé

7 décembre 2007

# Didactique et EIAH

---

- Un EIAH est un environnement informatique dont la finalité est de susciter ou d'accompagner un apprentissage, **il embarque donc une intention didactique.**
- Le premier problème de la conception d'un EIAH est la définition et la modélisation de cette intention et son articulation avec les spécifications de l'artefact.

Pierre Tchounikine, I3 2001

# Les contraintes du point de vue du type d'EIAH

---

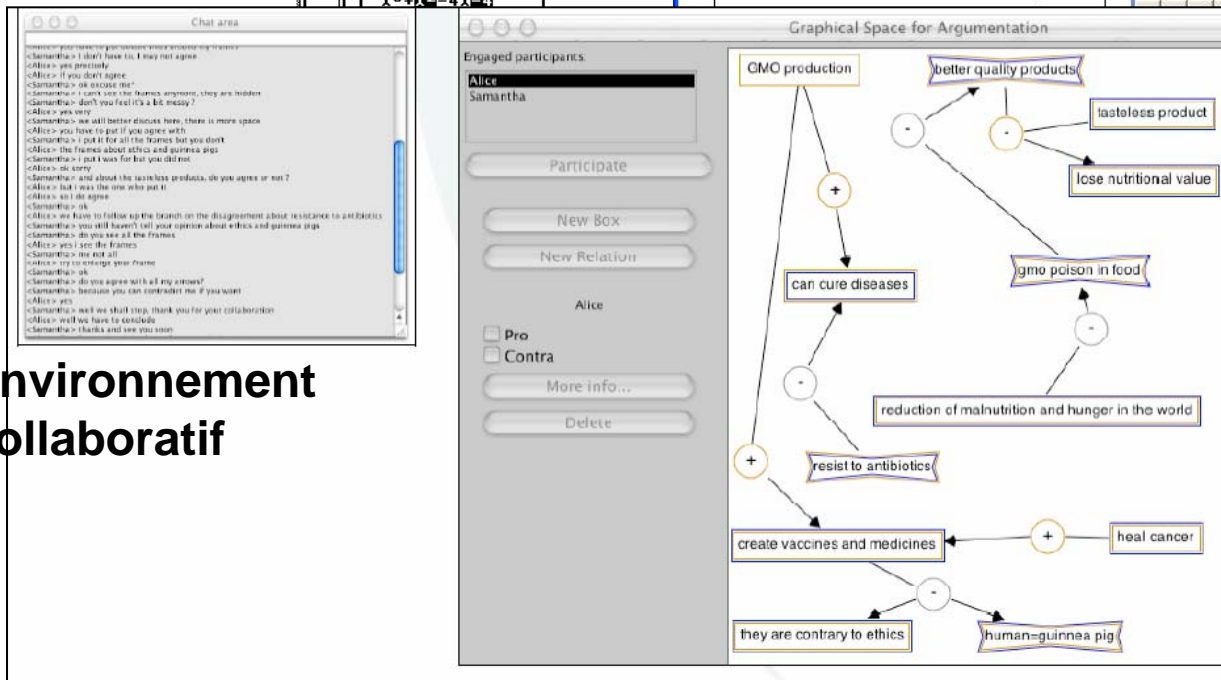
- Les contraintes ne sont pas les mêmes (du point de vue didactique) :
  - Micromonde
  - Simulateur
  - Outils d'interaction (modéliser l'interaction didactique) Tuteurs
  - Hypermedia
  - environnements d'apprentissage collaboratif (CSCL)
  - ...

# EIAH

Tuteur

The screenshot shows the Aplusix software interface. At the top, it says "Aplusix DEMONSTRATION exercice n° 2 (10)". Below this is a menu with options: ACTION, ETAPE, RESOLU, AIDE, CONTROLE. A central window displays a math exercise:  $(x-5)(6x+7) - 5(x-5)^2 = 0$  with a "Résoudre" button. To the left, there are several panels with the word "FACTORISER" and various algebraic expressions like  $x^3+x^2-4x-4$  and  $a^2-B^2$ . A "Clavier virtuel" (virtual keyboard) is visible on the right side of the interface.

Environnement  
collaboratif



Micromonde

# EIAH



The screenshot shows the "Manex" exercise configuration window. It contains several input fields and a graph. The "TORA" is set to 3000 m, "altitude" to 500 m, and "température" to 15 °C. The graph shows a profile with a horizontal segment followed by a climb. Below the graph, there are fields for "second segment en %" (4.80), "segment final en %" (5.80), "vx" (0 m/s), "Limt piste" (27000 kg), "Limt perte" (25000 kg), "Limt obstacle" (26000 kg), "masse maxi au décollage" (25000 kg), and "masse choisie" (29000 kg). A small "Exercice" dialog box is open in the foreground, displaying the text: "Il vous reste 1 essai", "Exercice", and "Déterminer l'ensemble des limitations, par la méthode simplifiée du Manex, en 14L à Toulouse qui comporte dans la trouée d'envol un obstacle de 45 m de hauteur à une distance de 4000 m du seuil 14L. Le départ s'effectue dans l'axe à une masse prévue de 21 800 kg."

## Des micromondes au tuteur

---

Un critère de classification EIAH :

le degré d'initiative laissé à l'élève

ou de façon duale

le degré de directivité du système.

absence d'initiative

"totale" liberté



tuteur

Geometry tutor

précepteur

ECAL

micromonde

Cabri-géomètre

# Un bilan

---

L'évaluation des micromondes et des tuteurs conduit à deux remarques :

- (i) un micromonde offre à l'élève un environnement riche, mais il ne peut garantir un apprentissage donné.
- (ii) le suivi serré du tuteur peut permettre un apprentissage attesté par des performances et des comportements, mais il ne garantit pas la signification des apprentissages.

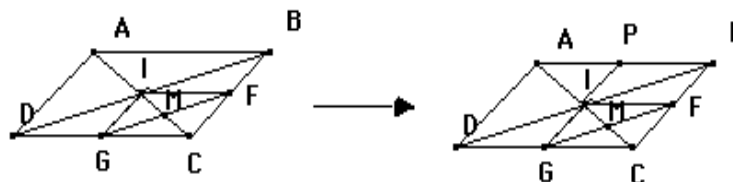
Les environnements de découverte guidée cherche un équilibre entre ces deux extrêmes mais...

ayant un objectif explicite d'enseignement, ils ne peuvent échapper à l'émergence d'un contrat didactique et donc des conséquences qui en découlent.

# Des choix d'interaction

---

- Limites des systèmes basés sur le principe que la machine détermine a priori les solutions satisfaisantes vis-à-vis du travail de l'utilisateur dans une situation de résolution de problèmes :
  - problèmes de compréhension de la tâche de l'apprenant
  - difficultés sur la communication entre l'apprenant et le système.



L'ajout d'un point qui n'était prévu ni dans l'énoncé ni dans la solution perturbe l'interaction entre l'élève et la machine



# Adaptatif et/ou intelligent

---

- **Systemes adaptatifs** : ils essaient **d'être différents pour différents apprenants** (en tenant compte, par exemple, de connaissances préalables, préférences de chaque apprenant individuel)
- **Systemes intelligents** : ils appliquent des techniques du domaine de l'intelligence artificielle pour **mieux aider l'apprenant** pendant le processus d'apprentissage (en tenant compte, par exemple, de solutions proposées par l'apprenant)

# Le modèle de l'apprenant

---

- deux problèmes :
  - Le choix des caractéristiques individuelles (cognitives, comportementales) et de leur mode de représentation informatique dans l'EIAH.
  - mise en place de mécanismes de mise à jour de ce modèle à partir des événements logiciels (ou « observables »).
- Diagnostic : processus d'inférence à partir des observables
  - Il va de la simple évaluation des réponses jusqu'à la reconstruction des connaissances implicitement mobilisées par l'élève.

# Modèle comportemental et modèle épistémique

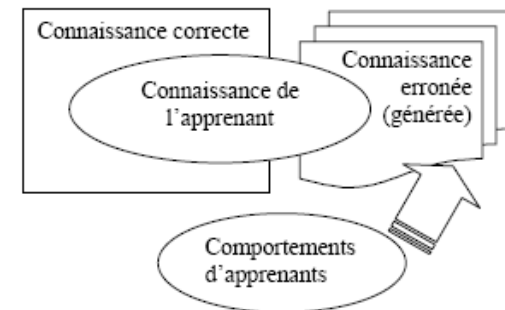
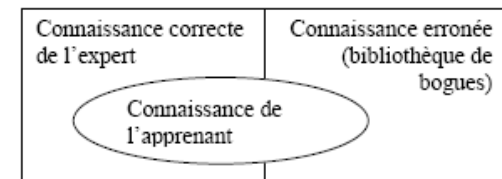
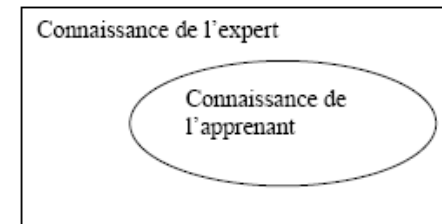
---

- Le *modèle comportemental* correspond au niveau des observables. Il doit permettre de reproduire le comportement de l'élève.
- Le *modèle épistémique* permet de donner une signification à ces observables.
- Deux types de modèles épistémiques :
  - Le *modèle épistémique procédural* est l'interprétation par le système des comportements de l'élève afin d'identifier ses buts ou ses stratégies.
  - Le *modèle épistémique conceptuel* rend compte des connaissances de l'élève et explique ainsi les choix des procédures utilisées.

# Différents approches de modélisation de l'apprenant

Contexte

- Recouvrement (ou overlay)
- Le modèle par perturbations (overlay étendu)
- ACT
- Mis conception
- Conceptions



# Techniques de représentation des connaissances et EIAH

---

- Modèles symboliques
- Modèles numériques
- le type de représentation de la connaissance qui est choisi par les auteurs du EIAH dépend généralement de la nature des informations considérées.
  - Par exemple, pour l'enseignement d'un domaine tel que la soustraction, qui est typiquement considéré comme de la connaissance procédurale, la technique employée est très souvent celle des règles de production.

# Choix du modèle de l'apprenant, quelques facteurs

---

- Cadre théorique.
  - Il peut être d'origine psychologique, didactique, mathématique, informatique, cognitive.
- Contenu du modèle de l'apprenant.
  - De son aptitude à utiliser l'environnement jusqu'aux concepts mis en jeu pour résoudre les exercices demandés.
- Observables, c'est-à-dire des éléments qui serviront à décrire le comportement d'apprenant pour le système.
  - Niveau de granularité, ou encore d'échelle d'observation.
- Evolution du modèle.
  - Comment mettre à jour le modèle ?

# Mais c'est nécessaire un modèle d'apprenant

---

- Pas vraiment...
  - Les rétroactions spécifiques à l'erreur diagnostiquée ne sont pas plus efficaces que des rétroactions génériques (Sleeman et al 1989) )
  - Les modèles d'apprenant proposés sont peut flexibles (Self 1990)
- Mais :
  - Des « nouvelles » recherches ont montré que ce type de modèle aident le suivi intelligent (e.g., Nicolson, 1992; Baffes & Mooney, 1996) si on n'est pas trop « dictatorial » (comme dans le cas du modèle tracing).
  - Contraindre les tâches pour lesquels le modèle est utilisé
    - ASSERT : propose un modèle de conceptions incorrectes de programmation qui ne examine pas les programmes produits, mais les vecteurs de représentations des classes de programmes.
  - Définir des classes d'apprenants (clustering) et non un modèle détaillé et complet d'apprenant
- **L'analyse et le modèle doivent être contextuels plutôt que la comparaison avec des solutions (fausses ou erronées) hors contexte.**

# Computational models and Uncertainty problem

---

- Trying to use first-order logic to cope with a domain such medical diagnosis fails for three main reasons :
  - Laziness : too much effort to list the complete set of antecedents or consequents needed to ensure an exception-less rule and too hard to use such rules.
  - Theoretical ignorance: Medical science does not have a complete theory for the domain.
  - Practical ignorance: Even if we know all rules, we might be uncertain about a particular patient because all necessary tests have not been or cannot be run.



# Une possible solution : symbolique et numérique

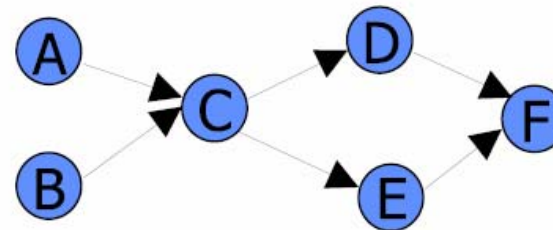
---

- Les formalismes purement symboliques ne semblent pas les plus appropriés,
  - Prise en compte l'incertain.
- Quelques cadres, tels la logique floue ou la théorie des croyances de Dempster-Shafer, ont été proposés pour assurer cette prise en compte.
  - Le principe général qui les sous-tend peut se résumer par l'introduction de pondérations modélisant l'incertitude.
- Les réseaux bayésiens (Pearl, 1988) constituent la réponse la plus appropriée de notre point de vue pour les raisons suivantes :
  - ils reposent sur des bases mathématiquement fondées ;
  - on peut donner une interprétation fréquentiste aux probabilités, ce qui permet de donner du sens aux pondérations modélisant l'incertain ;
  - il existe des techniques d'apprentissage machine permettant (en partie) leur construction ;
  - ces techniques peuvent être couplées avec du recueil d'expertise.



## Introduction

- Modèle graphique (MG) = mariage entre la théorie des graphes et la théorie des probabilités
  - graphe d'états
  - probabilités de transition



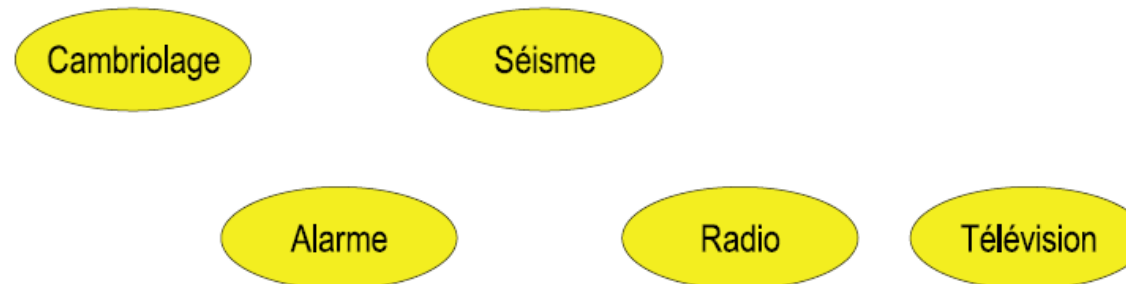
- De nombreux modèles utilisés en Machine Learning peuvent être vus comme des cas précis de MG
  - Modèles de Markov Cachés (HMM)
  - Réseaux Bayésiens (RB)
  - ...





## Réseau Bayésien

- Réseau bayésien =
  - description qualitative des dépendances entre des variables (graphe causal)
  - description quantitative de ces dépendances
- Exemple



$$p(A | B) = \frac{p(B | A)p(A)}{p(B)}$$



## Exemple

- Description quantitative des dépendances (probabilités conditionnelles)

$P(\text{Cambriolage}) = [0.001 \ 0.999]$



$P(\text{Séisme}) = [0.0001 \ 0.9999]$



Alarme



Radio



$P(\text{Radio} | \text{Séisme})$

	Séisme =	
	O	N
Radio=O	0.99	0.01
Radio=N	0.01	0.99

$P(\text{Télévision} | \text{Radio})$

	Radio =	
	O	N
Télé=O	0.99	0.50
Télé=N	0.01	0.50

$P(\text{Alarme} | \text{Cambriolage}, \text{Séisme})$

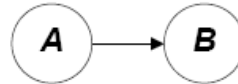
	Cambriolage, Séisme =			
	O,O	O,N	N,O	N,N
Alarme=O	0.75	0.10	0.99	0.10
Alarme=N	0.25	0.90	0.01	0.90

Télévision





$$(a) p(A,B) = p(A)p(B)$$



$$(b) p(A,B) = p(A)p(B|A)$$



$$(c) p(A,B) = p(A|B)p(B)$$

Philippe Leray



## Réseau Bayésien

- Réseau bayésien =
  - des variables
  - un graphe entre ces variables
  - des probabilités conditionnelles

$P(\text{Cambriolage}) = [0,001 \ 0,999]$

$P(\text{Séisme}) = [0,0001 \ 0,9999]$



$P(\text{Alarme} | \text{Cambriolage}, \text{Séisme})$

	Cambriolage, Séisme =			
	O,O	O,N	N,O	N,N
Alarme=O	0.75	0.10	0.99	0.10
Alarme=N	0.25	0.90	0.01	0.90

$P(\text{Radio} | \text{Séisme})$

	Séisme =	
	O	N
Radio=O	0.99	0.01
Radio=N	0.01	0.99

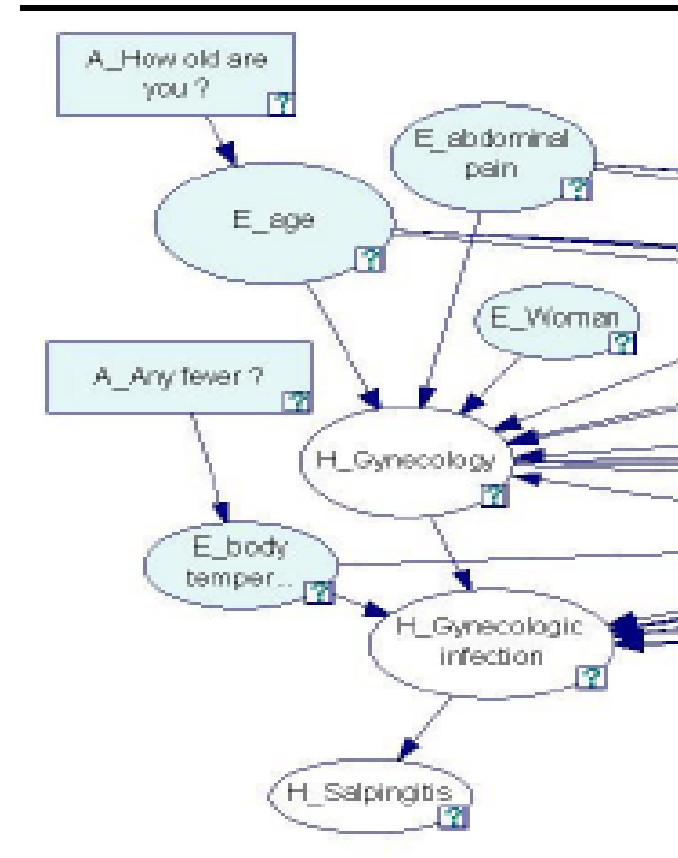
$P(\text{Télévision} | \text{Radio})$

	Radio =	
	O	N
Télé=O	0.99	0.50
Télé=N	0.01	0.50



# Construction des RB

- Trois étapes pour la construction d'un réseau bayésien :
- 1) identification des variables et de leur espace d'état
- 2) Définition de la structure de réseaux bayésiens
- 3) Définition de la loi de probabilité conjoint des variables



Exemple from Charneau et al, 2005

# En plus...

---

- Une propriété des RB est que la connaissance à priori ou experte et les données peuvent être « facilement » intégrés dans un seul réseau.
  - Un expert peut spécifier une partie du réseau (par exemple la structure) et les données peuvent être utilisées pour apprendre le reste (par exemple la probabilité conditionnelle entre les variables). Enfin, l'expert peut revenir pour affiner le réseau.

# ITS et Réseaux Bayésiens

- Classifications des réseaux bayésiens à partir de la façon dont ils sont construits.

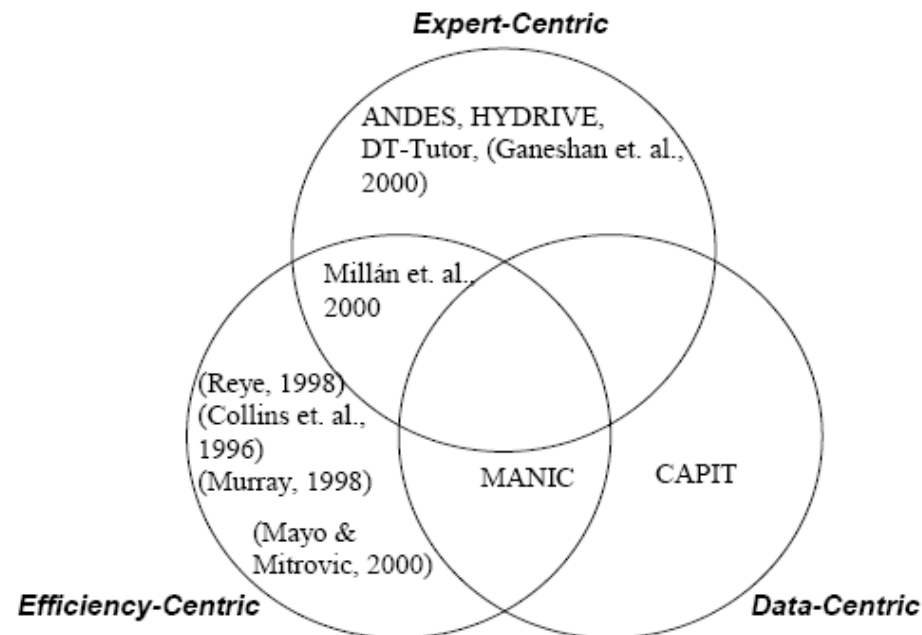


Figure 3. A classification of Bayesian network student models.



# ITS et Réseaux Bayésiens

---

- *Modèle centré expert :*
  - *UN expert spécifie de façon directe ou indirecte la structure et les probabilités conditionnels (comme dans les systèmes experts).*
  - ANDES (Gertner & VanLehn 2000; Gertner et. al., 1998; Gertner, 1998; Conati et. al., 1997), HYDRIVE (Miselvy & Gitomer, 1996), DT-Tutor (Murry & VanLehn, 2000), ADELE (Ganeshan et. al., 2000).
- Inconvénient
  - Le modèle résultant peut avoir des variables qui font que l'efficacité du réseau soit difficile à évaluer.
  - Par exemple le test de maniabilité a été un des problèmes clés dans l'évaluation initiale de **DT-Tutor (Murray et al. 2000)**

# ITS et Réseaux Bayésiens

---

- *Modèle centré efficacité :*
  - *Le modèle est partiellement spécifié ou réduit. et la connaissance de domaine "est adaptée" au modèle.*
  - *Les restrictions sont choisies pour améliorer certains aspect liées à l'efficacité (par exemple la spécification numérique qui est nécessaire à rentrer dans le réseaux initial, ou des contraintes de temps d'exécution)*
  - Reye (1998), Murray (1998), Collins et al (1996), Mayo & Mitrovic (2000), Millán et. al. (2000).
- Inconvénients
  - Les restrictions pour augmenter l'efficacité peuvent introduire des suppositions de simplification incorrectes du domaine.

# ITS et Réseaux Bayesiens

---

## *Modèle centré sur les données :*

- *La structure et les probabilités conditionnels sont appris à partir des données.*
  - Ce type de modèle est centré sur la les observables de façon à maximiser la performance prédictive du modèle d'apprenant.
  - MANIC (Stern et. al., 1999) pour apprendre les probabilités. Beck & Woolf (2000), font une proposition sans utiliser les réseaux bayesiens.
- Inconvénients
    - La définition des observables.
    - Pour que le modèle soit pertinent il faut un grand nombre et diversité d'observables.

# Mais après le diagnostic

---

- Peu de systèmes présentent le modèle qui permet de décrire la décision d'une rétroaction didactique ou pédagogique suite à un diagnostic
  - Soit c'est délégué à l'humain
  - Soit c'est intrinsèque au modèle du diagnostic
    - À chaque erreur un message...

# Décision suite à un diagnostic

---

- *Stratégies alternatives*
  - *Prends le résultat probabiliste du réseau et l'utilise en entrée pour des règles de décision heuristiques.*
  - *Exemple : Le logiciel ANDES fait la sélection des rétroactions à partir du chemin de solution qui a été diagnostiqué. On reconnaît le plan et on associé une rétroaction.*

# Décision suite à un diagnostic

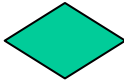

---

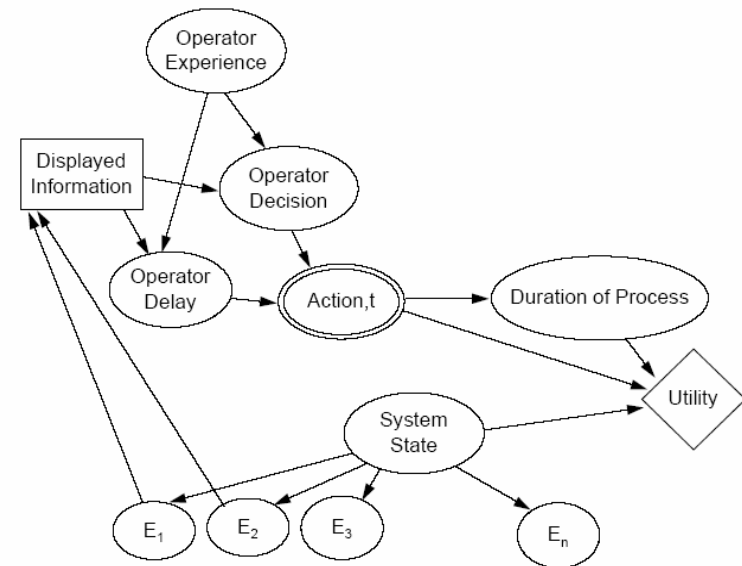
- *Stratégies basées sur le diagnostic*
  - Choisir des actions dont les résultats vont probablement maximiser la précision postérieure d'un certain noeud dans le réseau. *L'objectif est donc d'affiner le diagnostic.*
  - Exemple, Millán et. al. (2000), où le domaine est un questionnaire de sélection, les questions sont choisies pour maximiser la certitude que l'apprenant va maîtriser les concepts du domaine.

# Décision suite à un diagnostic

*Stratégies basées sur la théorie de la décision*

**Outil:** Diagramme d'influence

- Extension de réseaux bayésiens
  - utilisation pour la prise de décision,
- Deux nouveaux types de nœuds.
  - Utilité 
  - Décision 



# Décision suite à un diagnostic

---

- *Le choix de la rétroaction du système est modélisé de façon à maximiser l'utilité attendue. La considération primaire pour le calcul d'utilité est les résultats probables de l'action et leur utilité pédagogique.*
  - Dans *CAPIT (Mayo 2003)* la fonction d'utilité pour le choix de la prochaine action (ici problème) est définie en fonction du nombre d'erreurs diagnostiqués.
- L'impact de l'action peut être calculé sur beaucoup de facteurs différents liés à l'apprenant (par exemple leur morale, etc).
  - Dans *DT-Tutor*, le choix de la prochaine action du système est calculé en fonction des plusieurs facteurs (connaissance, morale, indépendance, et attention). Mais, la définition de la fonction de l'utilité n'est pas explicitée dans leurs travaux.



# Conclusion

---

## Ingénierie de Connaissances et EIAH

- Permettre la maîtrise des processus d'interprétation et de construction du sens, non de les anticiper ou de les préjuger
- Non pas d'imiter ou remplacer l'humain, assurant sa place dans la relation au monde, mais de construire les médiations lui permettant d'aborder le réel et d'en élaborer le sens

# Conclusion

---

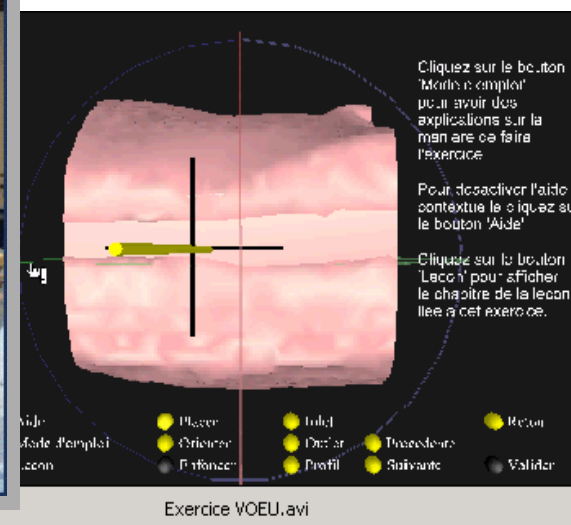
## L'enjeu de la représentation informatique

- Choisir la représentation adéquate, en fonction de la nature des apprentissages visés et des connaissances manipulées
  - Pouvoir traiter les connaissances qui vont évoluer

- 
- Si on a le temps...

# En exemple

- Chirurgiens – vissage percutané de la hanche



Laboratoire LIG (IMAG Grenoble)  
CHU Grenoble (Service orthopédie traumatologie)  
LPS (Grenoble Chambéry)  
TIMC (IMAG Grenoble)  
TECFA (Genève)

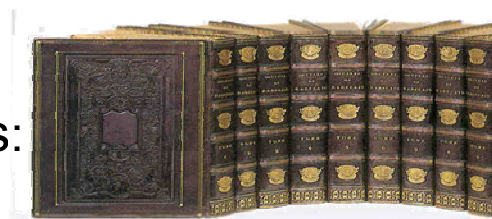
Vanda.luengo@imag.fr

# Le projet VOEU

## Une organisation en modules

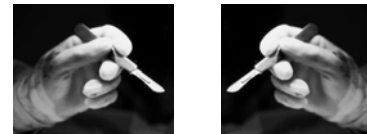
- Connaissances Déclaratives:

→ Cours en ligne



- Connaissances gestuelles :

→ Applications avec retours d'efforts



- Connaissances empirique:

→ Simulateurs

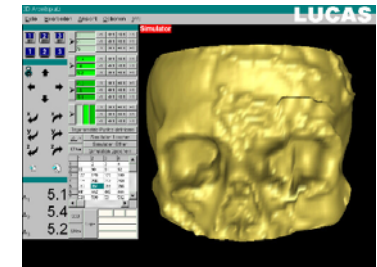


V

O

E

U



# Connaissances déclaratives

## Ontologies

---

Représentation

- **Formalisées et consensuelles**
- Pages HTML
  - meta-données
- Ontologie
  - Ensemble de classes
  - Propriétés
  - Restrictions
  - OWL

# Exemple, connaissance déclarative

Représentation

Réutilisation  
Ontologie Stanford

### SUBCLASS RELATIONSHIP

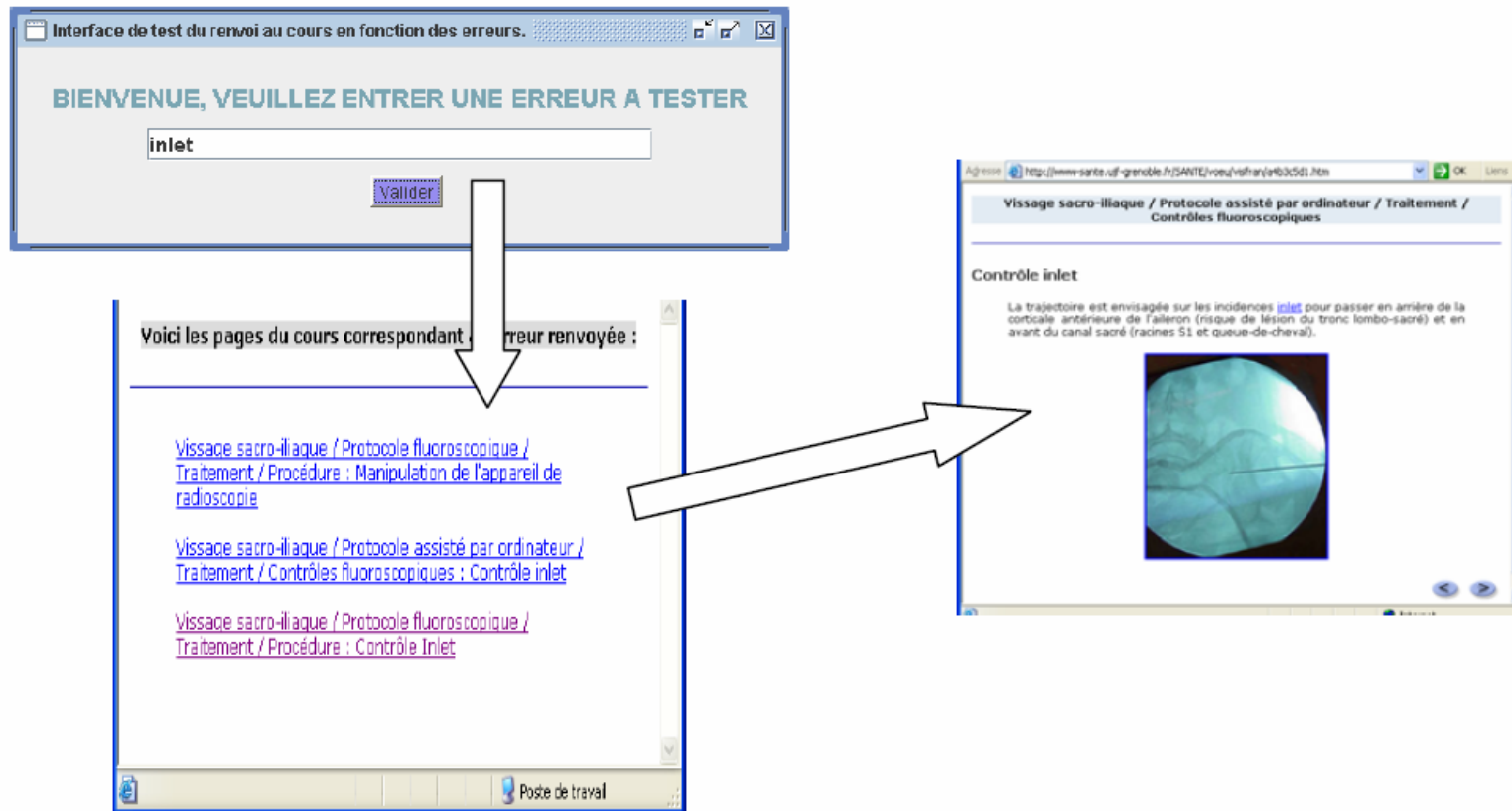
For Project: onto

#### Asserted Hierarchy

- owl:Thing
  - +
  - Anatomie
  - +
  - Equipement\_requis
  - +
  - Imagerie
  - +
  - Indication\_chirurgicale
  - +
  - Procédure\_chirurgicale
  - +
  - Traitement

The screenshot displays two windows from the Protege software. The top window is the 'CLASS EDITOR' for the class 'Introduction\_de\_la\_broche\_PF'. It shows the class hierarchy on the left, with 'Introduction\_de\_la\_broche\_PF' selected. The main area shows the 'Name' field with the class name, 'SameAs', 'DifferentFrom', and 'Annotations' tabs. The 'Annotations' tab is active, showing a table with columns for Property, Value, and Lang. Below this, there are 'Asserted' and 'Inferred' conditions, with 'Asserted Conditions' showing several logical expressions like 'V Est\_contrôlé\_par (Incidence\_inlet L Incidence\_outlet)'. The bottom window is the 'PROPERTY EDITOR' for the property 'Est\_contrôlé\_par'. It shows the 'Name' field with the property name, 'Equivalents', 'SameAs', and 'DifferentFrom' tabs. The 'Annotations' tab is active, showing a table with columns for Property and Value. Below this, there are 'Domain' and 'Range' fields, with 'Domain' set to 'Procédure\_chirurgicale' and 'Range' set to 'Imagerie'.

# Exemple, connaissance déclarative





# Connaissances empiriques

---

- **Connaissances en acte**, qui interviennent dans la résolution de problèmes, en partie explicites, mais restent validées par des moyens empiriques.
- Modèle  $ck\phi$

# La représentation informatique connaissance empirique

---

## Réseaux bayésiens

L'incertitude,

La définition de probabilités à partir d'un ensemble d'exemples,

L'apprentissage incrémental du réseau,

La lisibilité des réseaux facilite la communication et la validation par l'expert,

La flexibilité d'ajouter des nouveaux nœuds facilite l'évolution de la représentation en fonction des nouvelles informations.

Utiliser les réseaux bayésiens pour représenter la connaissance sous forme d'éléments autonomes et les lier par des relations de causalité et de dépendance.

### Exemple

Variable didactique VD

VD1: Type de fracture

Problème P

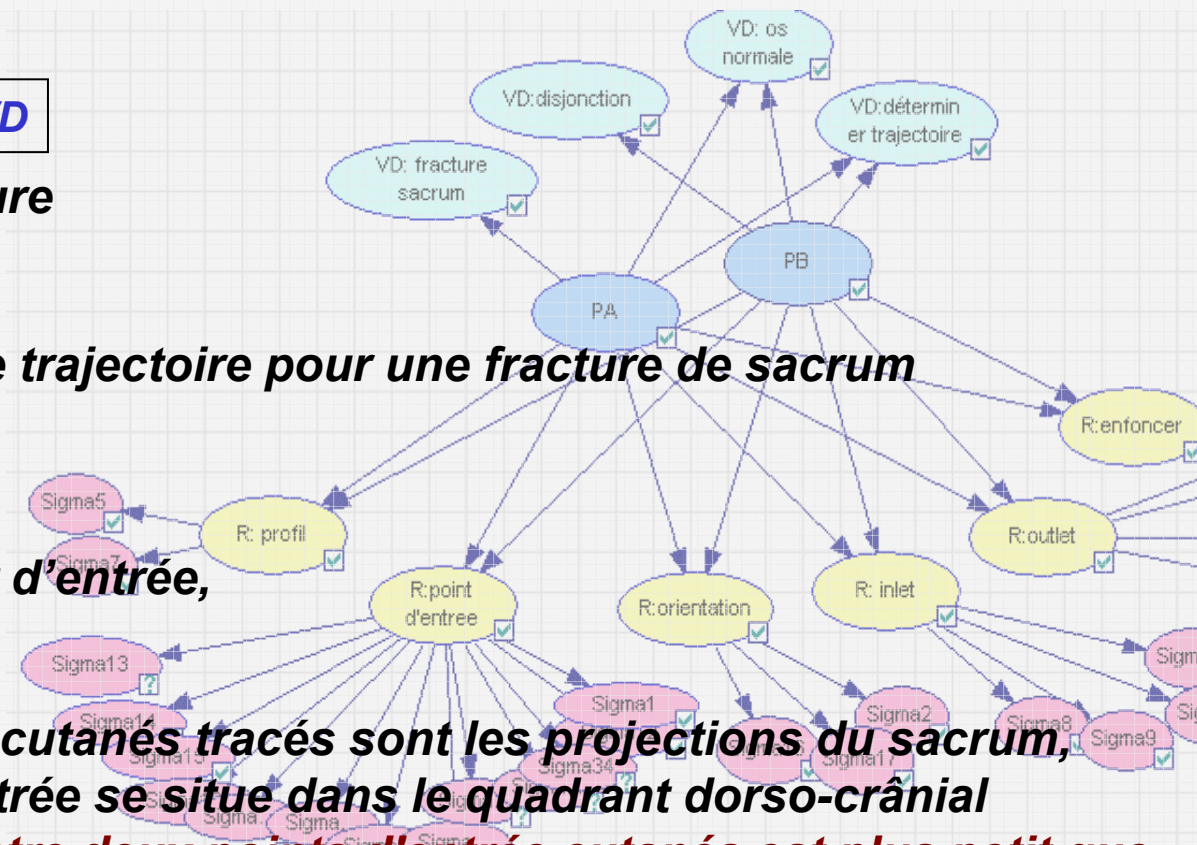
pa : déterminer une trajectoire pour une fracture de sacrum dans os normal

Opérateur R

r1 : Choisir le point d'entrée,

Contrôle  $\Sigma$

$\Sigma 1$  : si les repères cutanés tracés sont les projections du sacrum, alors le point d'entrée se situe dans le quadrant dorso-crânial  
 $\Sigma 13$  le décalage entre deux points d'entrée cutanés est plus petit que celui qu'il engendre au niveau des points de contact osseux



Représentation

# Diagnostic et décision didactique

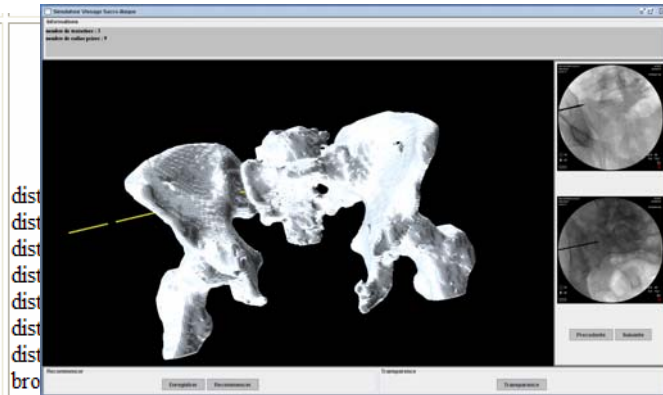
---

- Objectif:
  - Comprendre la solution proposée
  - Emettre quelques hypothèses sur l'état cognitif de l'apprenant
  - Produire la rétroaction la plus appropriée par rapport à l'état diagnostiqué et le processus d'apprentissage.

# Diagnosis

Result for the  $\sigma_{37}$ :

Si la broche est en dessus du corps de S1 sur le profil alors elle est trop crâniale sur le patient



dist  
dist  
dist  
dist  
dist  
dist  
bro  
distance\_broche\_et\_plateau\_sacre\_sur\_outlet=0  
distance\_broche\_et\_contour\_os\_sur\_outlet=14  
distance\_broche\_et\_ligne\_condensee\_os\_coxal\_sur\_profil=0  
distance\_broche\_et\_corps\_S1\_sur\_profil=8  
pointe\_dans\_corps\_S1\_sur\_profil=oui  
distance\_broche\_et\_ligne\_horizontale\_passant\_par\_plateau\_sacre\_sur\_face=0  
distance\_broche\_et\_ligne\_horizontale\_passant\_par\_trous\_sacres\_sur\_face=30  
pointe\_dans\_S1\_sur\_inlet=non  
distance\_pointe\_broche\_et\_ligne\_mediane\_sur\_inlet=13  
pointe\_broche\_dans\_quel\_quadrant=DORSO\_CRANIAL

Trails from simulator

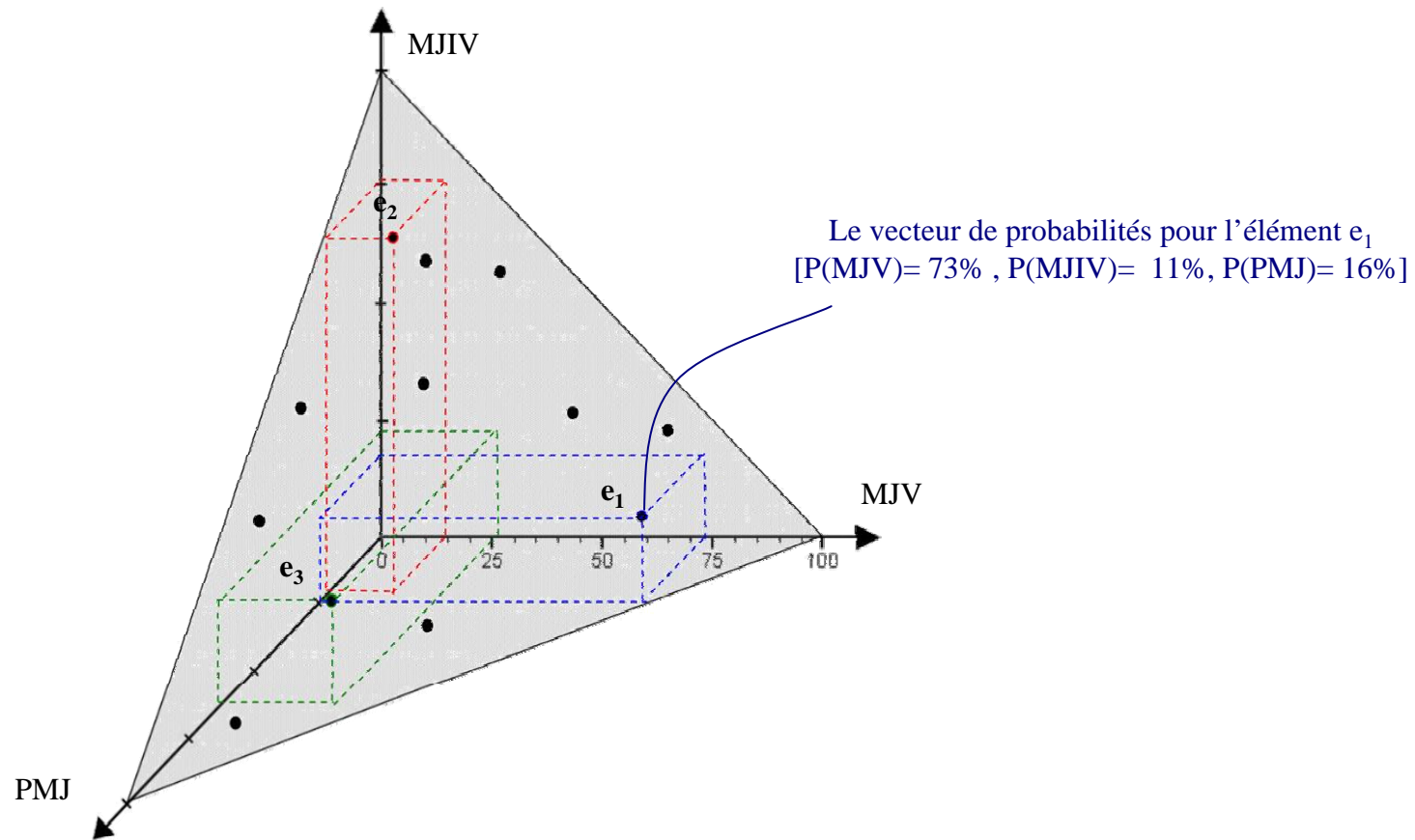
trajectoire\_broche : pas\_information  
distance\_broche\_et\_corticale\_anterieur\_aileron\_sur\_inlet : correct  
distance\_broche\_touche\_et\_lombo\_sacre\_sur\_inlet : correct  
distance\_broche\_et\_corticale\_posterieur\_aileron\_sur\_inlet : correct  
distance\_broche\_et\_canal\_sacre\_sur\_inlet : correct  
distance\_broche\_et\_racine\_S1\_sur\_inlet : incorrect\_mauvais\_sens  
broche\_et\_touche\_corticale\_anterieur\_aileron\_sur\_inlet : correct  
broche\_et\_touche\_canal\_sacre\_sur\_inlet : correct  
distance\_broche\_et\_trou\_sacre\_sur\_outlet : correct  
distance\_broche\_et\_plateau\_sacre\_sur\_outlet : incorrect\_mauvais\_sens  
broche\_avant\_ligne\_condensee\_os\_coxal\_sur\_profil : incorrect  
broche\_dessous\_corps\_S1\_sur\_profil : pas\_information  
broche\_dessus\_corps\_S1\_sur\_profil : incorrect  
distance\_pointe\_broche\_et\_ligne\_mediane\_sur\_inlet : incorrect\_mauvais\_sens  
pointe\_broche\_et\_ligne\_mediane\_sur\_inlet\_extra\_osseuse : incorrect  
pointe\_broche\_et\_ligne\_mediane\_sur\_inlet\_disjonction\_pure : incorrect  
type\_fracture : disjonction\_pure  
qualite\_os : normal  
enonce : determiner\_trajectoire

First symbolic diagnosis level

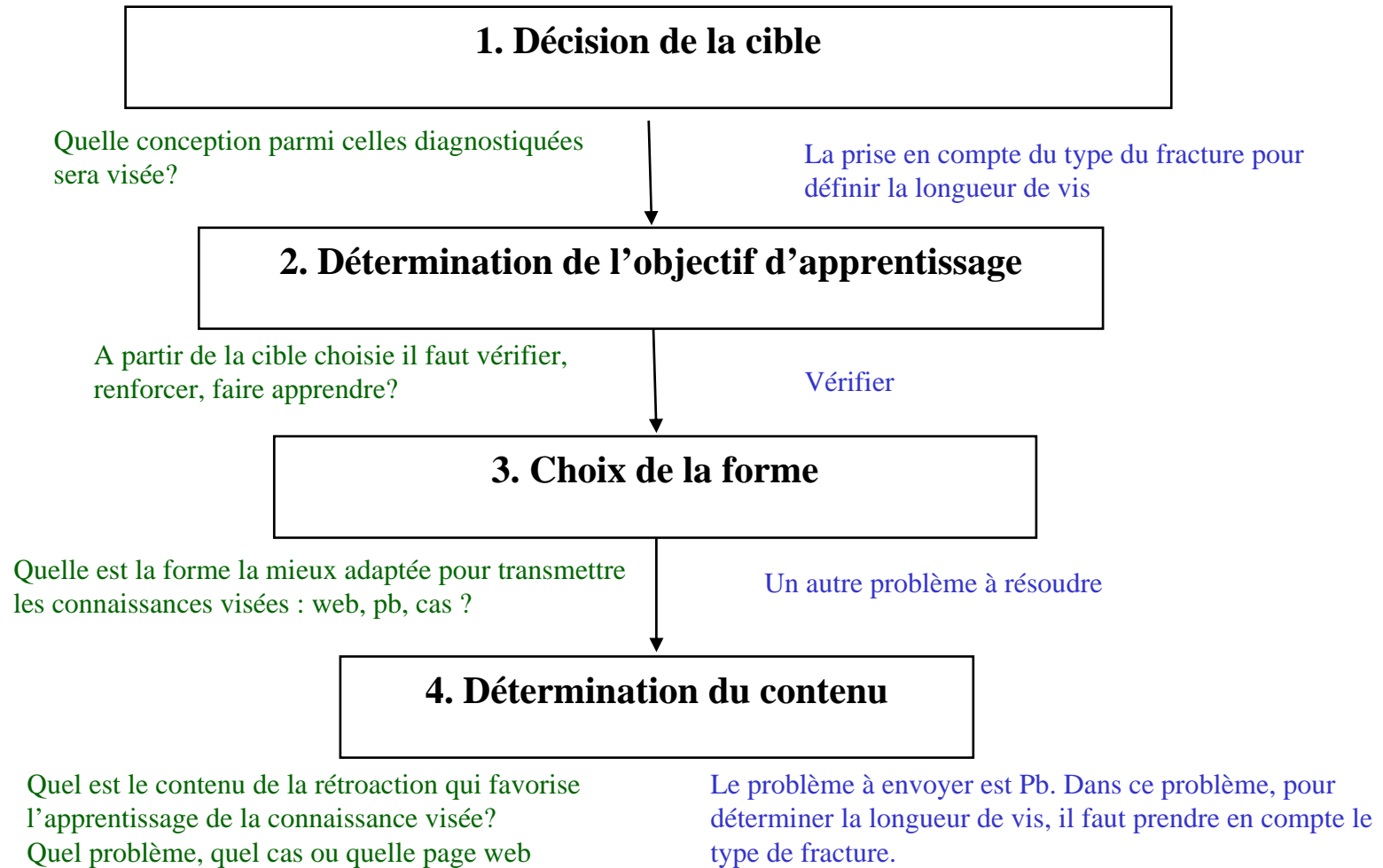
Contrôle	MJV	MJI	PMJ
<a href="#">sigma14</a>	0,5	0,25	0,25
<a href="#">sigma14bis</a>	0,5	0,25	0,25
<a href="#">sigma15</a>	0,5	0,25	0,25
<a href="#">sigma15bis</a>	0,5	0,25	0,25
<a href="#">sigma15ter</a>	0,25	0,58	0,18
<a href="#">sigma8bis</a>	0,5	0,25	0,25
<a href="#">sigma9bis</a>	0,5	0,25	0,25
<a href="#">sigma20</a>	0,5	0,25	0,25
<a href="#">sigma20bis</a>	0,25	0,58	0,17
<a href="#">sigma56</a>	0,2	0,6	0,2
<a href="#">sigma36</a>	0,3	0,33	0,34
<a href="#">sigma37</a>	0,2	0,6	0,2
<a href="#">sigma8</a>	0,5	0,25	0,25
<a href="#">sigma9</a>	0,5	0,25	0,25
<a href="#">sigma10</a>	0,5	0,25	0,25
<a href="#">sigma11</a>	0,25	0,58	0,17
<a href="#">sigma7</a>	0,2	0,6	0,2
<a href="#">sigma65</a>	0,15	0,67	0,18
<a href="#">sigma30</a>	0,15	0,67	0,18
<a href="#">sigma67</a>	0,15	0,67	0,18

Final numerical diagnosis result

# Diagnostic résultat



# La prise de décisions didactiques



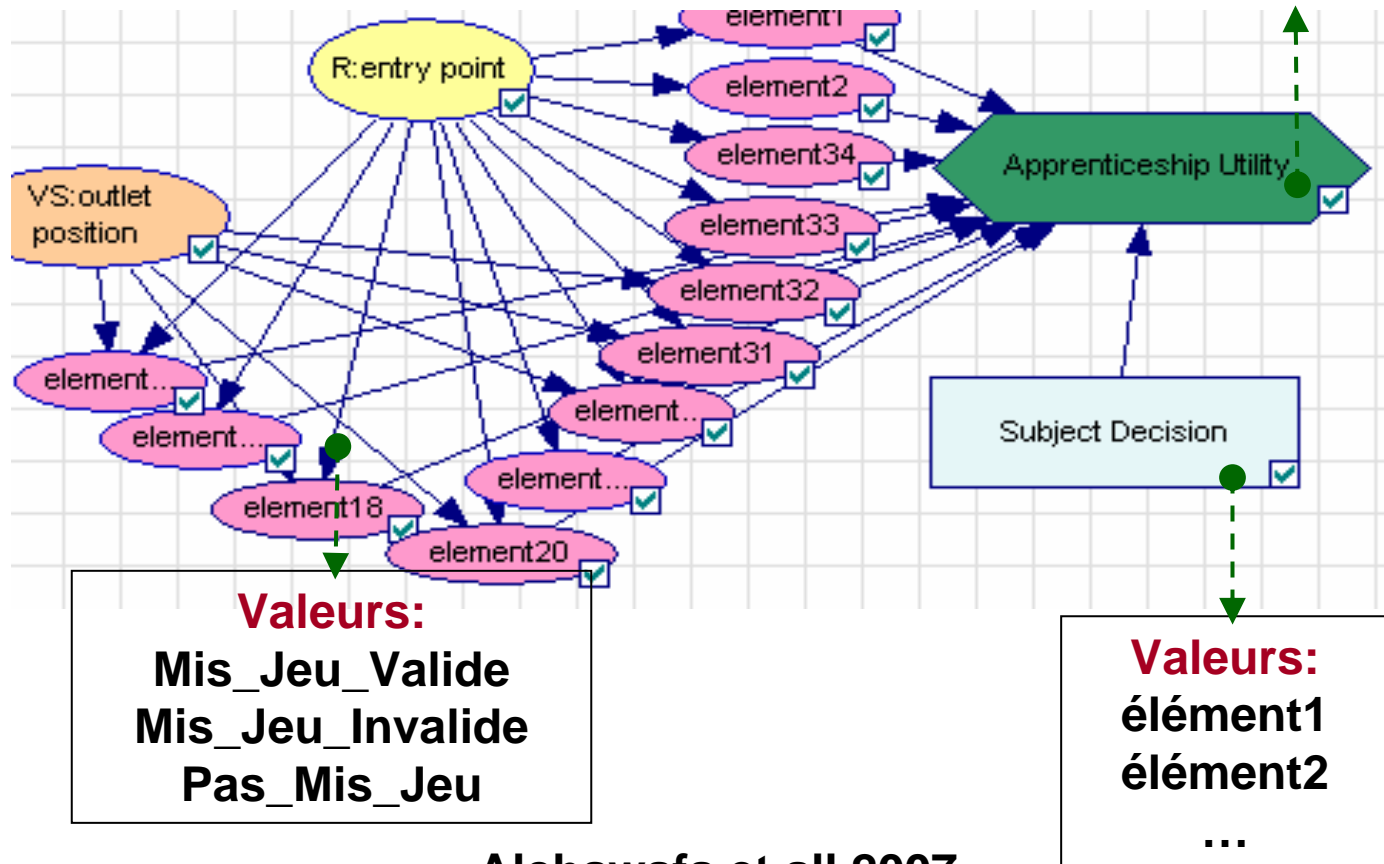
# La prise de décisions didactiques

## *Décision de la cible*

**Algorithme pour le calcul de l'utilité d'apprentissage**

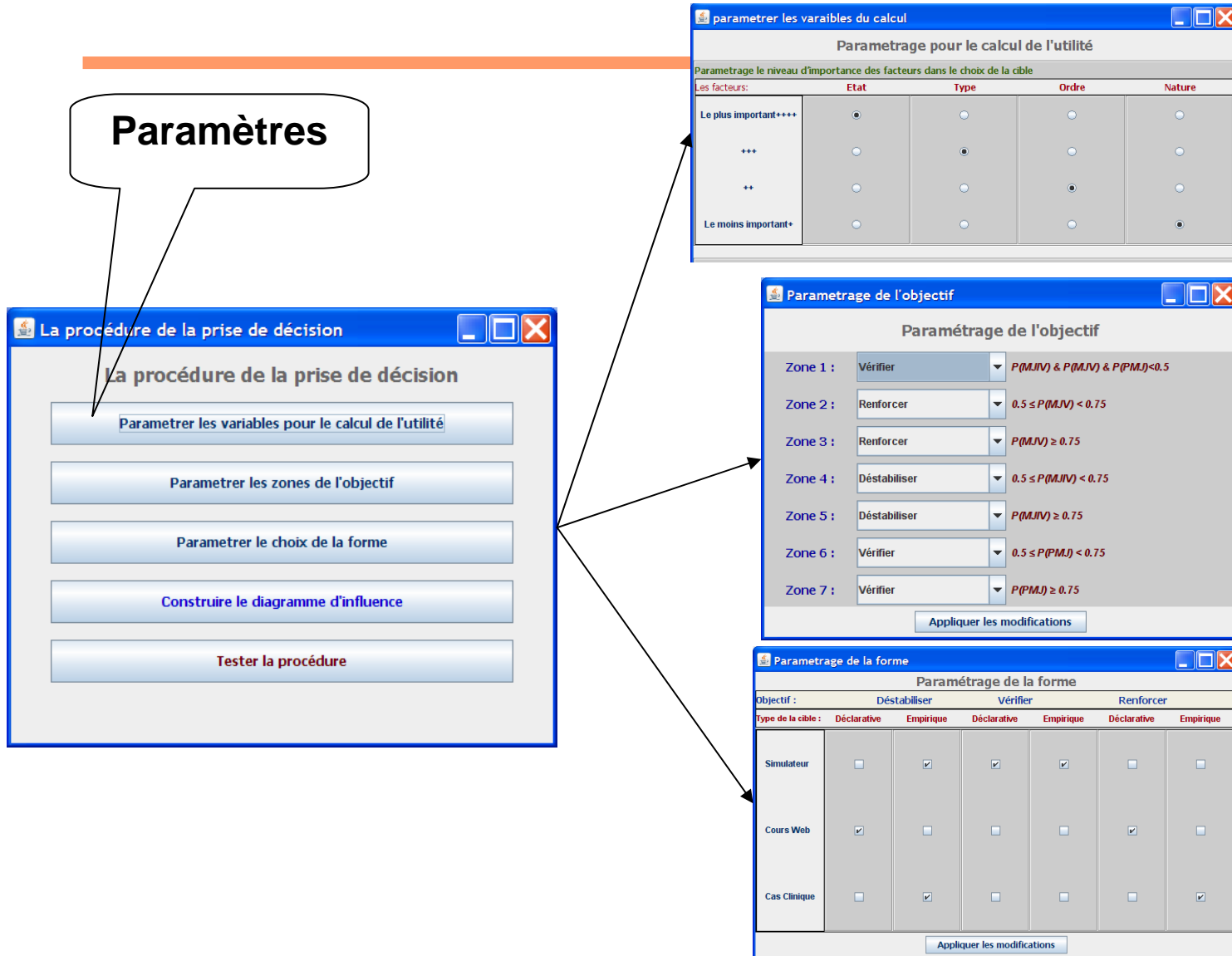
$$U_{app}(c_i, E) = \alpha \cdot U_{Etat}(c_i, E) + \beta \cdot U_{Type}(c_i) + \sigma \cdot U_{order}(c_i) + \delta \cdot U_{nature}(c_i)$$

Représentation





# Validation du modèle de décision



# Validation du modèle de décision

Contrôles

Diagnostic

Résultats

Tester le choix de la cible

Tester la procédure de décisions

Name : <input type="text" value="Sigma92"/> Type : <input type="text" value="Empirique"/> Order : <input type="text" value="4"/> Nature : <input type="text" value="Generale"/>	State : MJV <input type="text" value="1.0"/> MJIV <input type="text" value="0.0"/> PMJ <input type="text" value="0.0"/>	Expected Utilities : EU( Sigma92 )= -63.975 EU( Sigma14 )= 62.525 EU( Sigma34 )= 12.625 EU( Sigma8 )= 36.025 EU( Sigma9 )= 159.225 EU( Sigma93 )= 67.025 EU( Sigma7 )= 36.1  Le nombre de cibles = 1 <hr/> <b>&lt; Sigma9 &gt; :</b> L'objectif : ' Déstabiliser ' La forme : " Cours Web "
Content : <i>Si la broche est correctement positionnée sur l'inlet alors la trajectoire n'est pas forcément valide (inlet=projection de la position)</i>		
Name : <input type="text" value="Sigma14"/> Type : <input type="text" value="Empirique"/> Order : <input type="text" value="1 4"/> Nature : <input type="text" value="Generale"/>	State : MJV <input type="text" value="0"/> MJIV <input type="text" value="0.8"/> PMJ <input type="text" value="0.2"/>	
Content : <i>si la broche est trop basse sur l'inlet, alors elle est trop ventrale (antérieure) sur le patient</i>		
Name : <input type="text" value="Sigma34"/> Type : <input type="text" value="Empirique"/> Order : <input type="text" value="1 4"/> Nature : <input type="text" value="Generale"/>	State : MJV <input type="text" value="0.3"/> MJIV <input type="text" value="0.3"/> PMJ <input type="text" value="0.4"/>	
Content : <i>si la broche est trop basse sur l'inlet alors elle est trop basse sur le patient</i>		
Name : <input type="text" value="Sigma8"/> Type : <input type="text" value="Declaratif"/> Order : <input type="text" value="4"/> Nature : <input type="text" value="Generale"/>	State : MJV <input type="text" value="1.0"/> MJIV <input type="text" value="0.0"/> PMJ <input type="text" value="0.0"/>	
Content : <i>si la broche est bien positionnée, alors la broche doit passer au dessus de la corticale antérieure de l'aileron sur l'inlet</i>		
Name : <input type="text" value="Sigma9"/> Type : <input type="text" value="Declaratif"/> Order : <input type="text" value="4"/> Nature : <input type="text" value="Generale"/>	State : MJV <input type="text" value="0"/> MJIV <input type="text" value="0.7"/> PMJ <input type="text" value="0.3"/>	
Content : <i>si la broche est bien positionnée, alors la broche doit passer en dessous du canal sacré sur l'inlet</i>		
Name : <input type="text" value="Sigma93"/> Type : <input type="text" value="Empirique"/> Order : <input type="text" value="4"/> Nature : <input type="text" value="Generale"/>	State : MJV <input type="text" value="0.0"/> MJIV <input type="text" value="1.0"/> PMJ <input type="text" value="0.0"/>	
Content : <i>Si la broche est correctement positionnée sur l'outlet alors la trajectoire n'est pas forcément valide (outlet=projection de la</i>		
Name : <input type="text" value="Sigma7"/> Type : <input type="text" value="Declaratif"/> Order : <input type="text" value="1"/> Nature : <input type="text" value="Generale"/>	State : MJV <input type="text" value="1.0"/> MJIV <input type="text" value="0.0"/> PMJ <input type="text" value="0.0"/>	
Content : <i>si la broche est bien positionnée, alors la pointe doit être en arrière des lignes condensées sur le profil</i>		

Update Probabilities    APPLIQUER L'inférence

# Pb à résoudre, feedback

**Simulateur Vissage Sacro-iliaque**

Informations  
nombre de tentatives : 1  
nombre de radios prises : 2

**FEEDBACK**

La trajectoire est intra-osseuse.

Nous vous conseillons de :

- Résoudre cet exercice : PB
- Consulter le cours : broche
- Consulter le cas clinique : conséquences post-opératoires d'un vissage trop court dans le cas d'une fracture

Cas Clinique   Cours Web   Exercice   Fermer

Recommencer   Enregistrer   Recommencer   Transparence   Transparence

# Conclusion TELEOS

---

- ✓ Une méthodologie interdisciplinaire :
  - Opérateur pour la description d'une activité professionnelle impliquant différents types de connaissances et de représentations
  - Permettant une représentation informatique des connaissances en jeu
    - le calcul du diagnostic et de la prise de décision

# Conclusion

---

MAIS...

- Réseaux construits « sous forme de tableau » et traduits par les informaticiens
- Probabilités introduites « à la main »
- Nombre de cas étudiés

# Suite de TELEOS

---

- **Prise en compte du geste**
  - Modèle, diagnostic et prise de décision didactique.
  - la production d'un diagnostic de connaissances à partir d'un geste d'un sujet en situation d'apprentissage
  - le retour multimodal.
- **Génie Logiciel, IA et EIAH**
  - Editeur CKç (et production des réseaux)
  - Apprentissage automatique à partir d'exemples

# Demo

