



# 6<sup>èmes</sup> Journées Francophones sur les Ontologies

5, Bordeaux, France

ontologies qui  
sont basées sur  
la logique

## Ingénierie des **Ontologies Formelles** Les Vices et les Vertus

Stefan Schulz

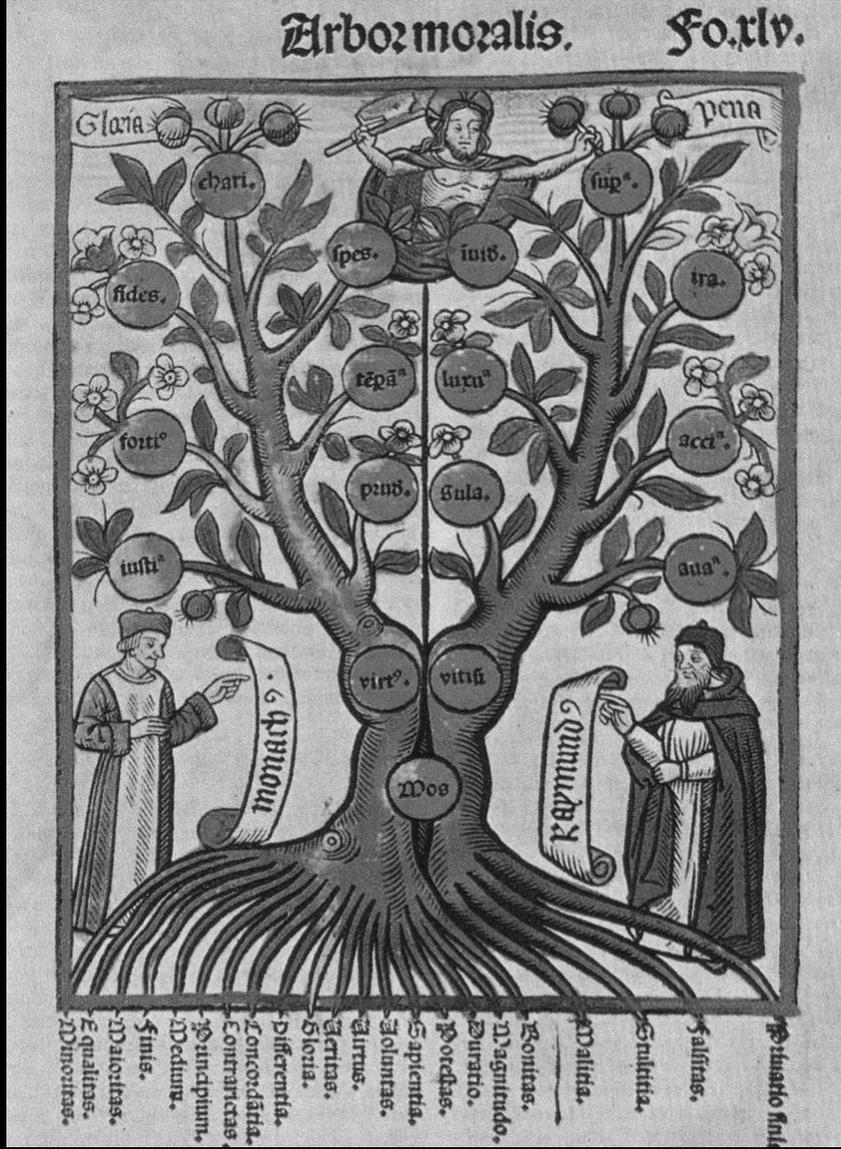


Institut de l'Informatique Médicale, Statistique et Documentation,  
Université Médicale de Graz, Autriche

# Ramon Llull : L'Arbre de la science, 1295 - 1296



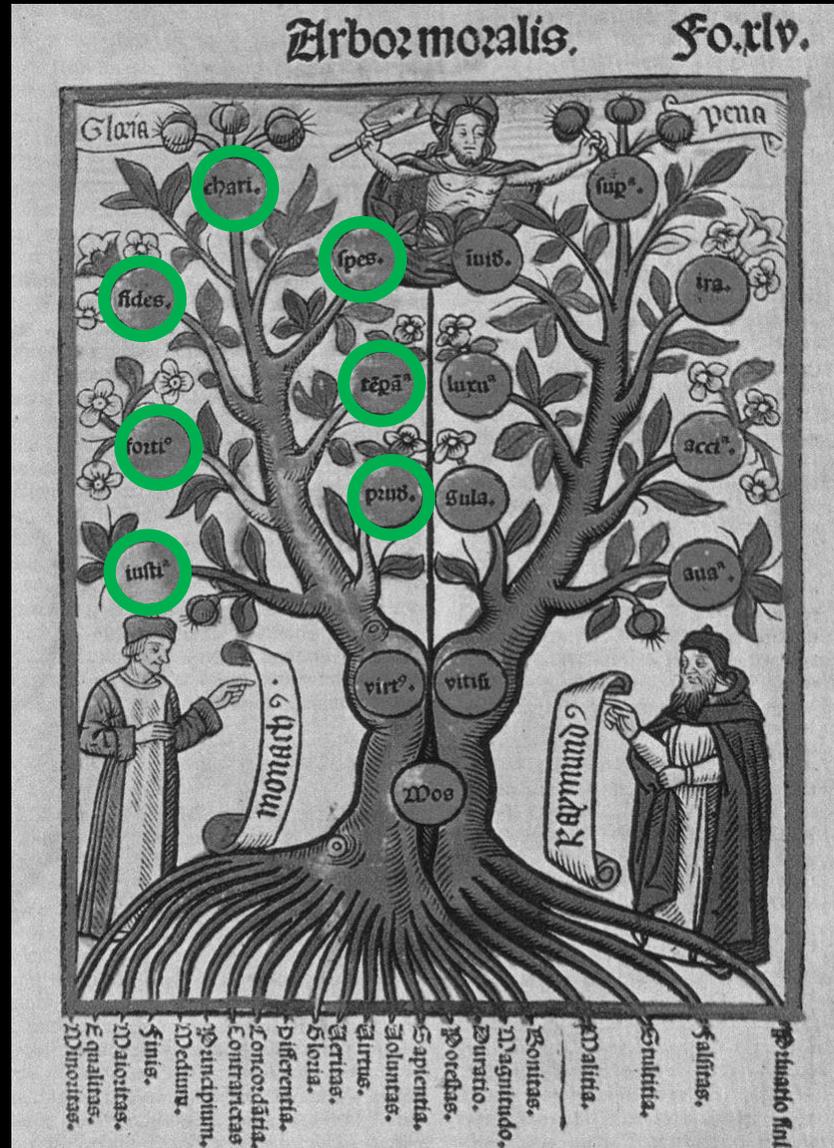
# Ramon Llull : Arbre de la Morale



# Ramon Llull : Arbre de la Morale

## Les sept vertus

- la tempérance
- la chasteté
- la charité
- l'humilité
- la patience
- la diligence
- la bienveillance





# Les vices



l'envie

la luxure

l'avarice

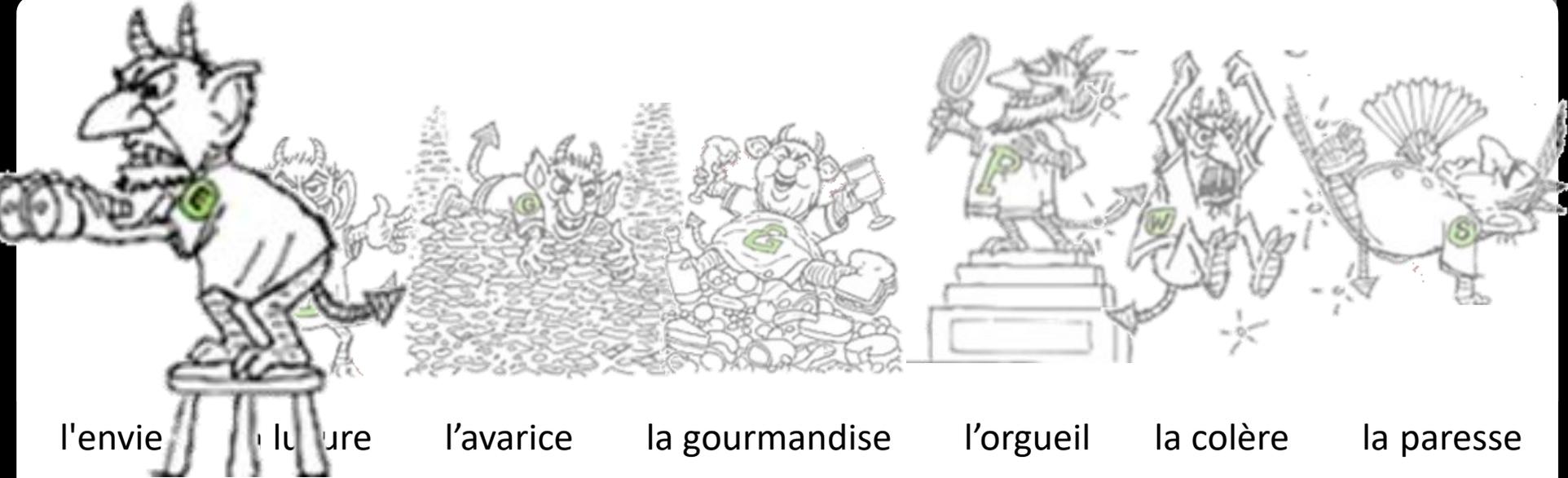
la gourmandise

l'orgueil

la colère

la paresse

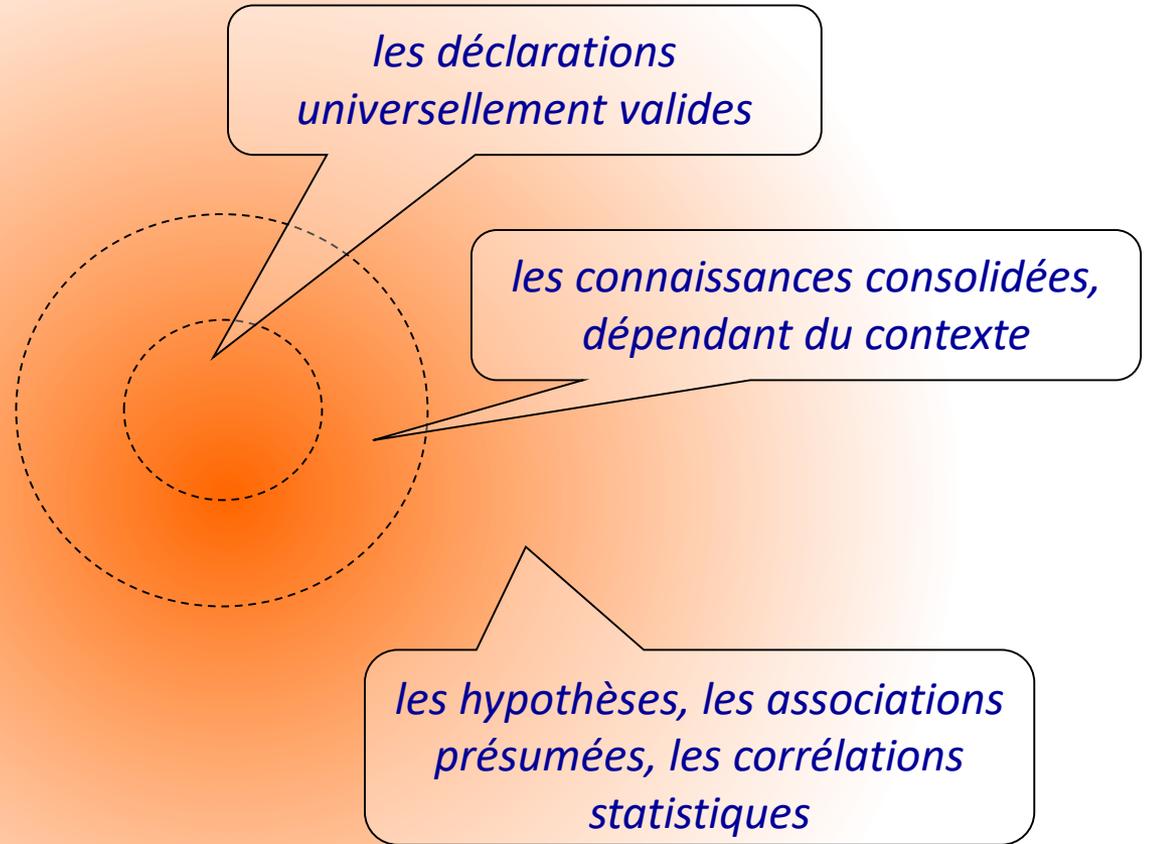
# L'envie



# L'envie

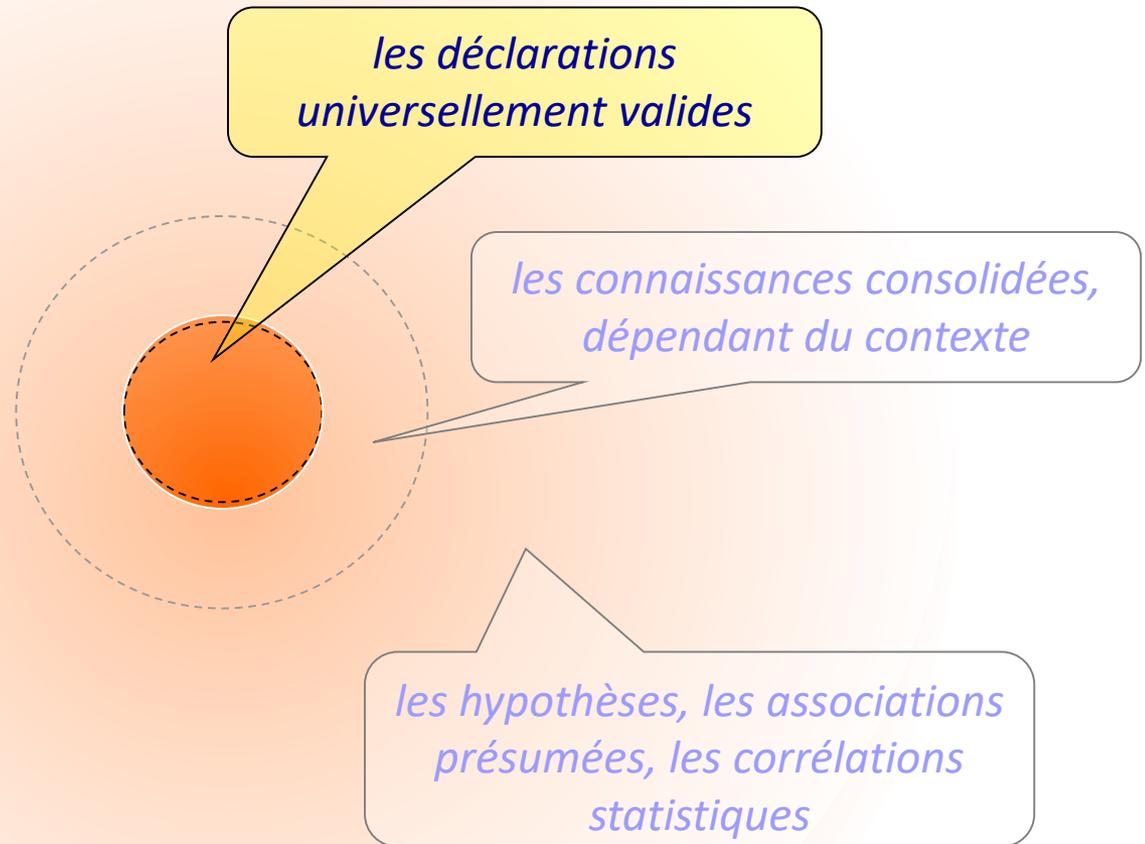
- La représentation des connaissances est assimilée par les ontologies
- Langages d'ontologies sont considérés comme des outils universels pour tous les aspects de la représentation des connaissances
- Elles prétendent organiser une domaine complete par des ontologies formelles





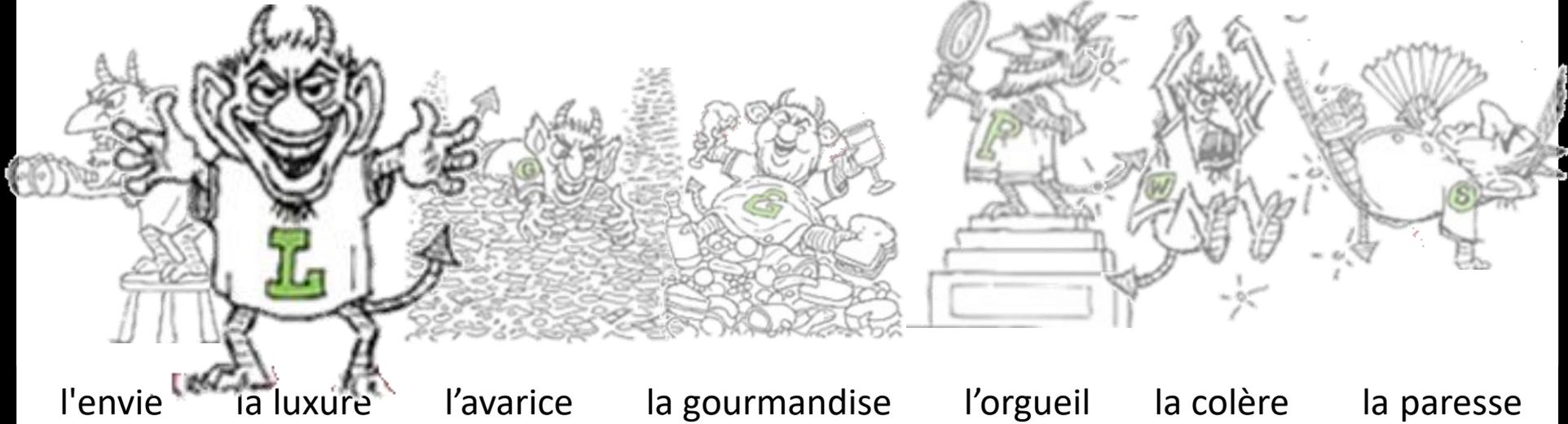
Connaissances d'un domaine

# Connaissances vraiment ontologiques



Connaissances d'un domaine

# La luxure



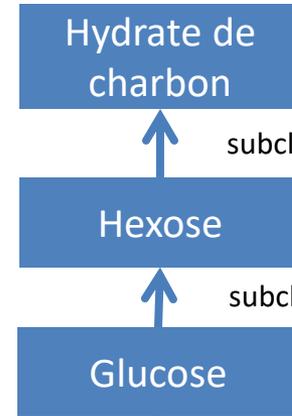
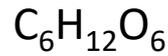
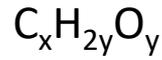
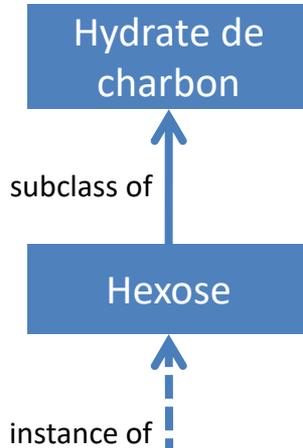
# La luxure

- Style de modélisation
  - Subjectivité
  - Irrationalité
- Rejet des standards et directives
- Centrée sur l'application favori
- «tout est bon»  
(*anything goes*)

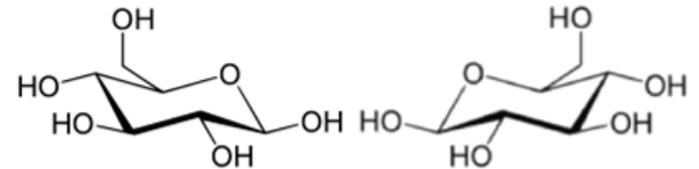
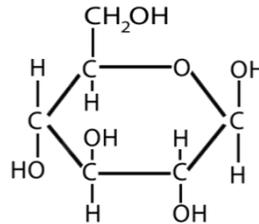


# Classes ou individus?

Classes

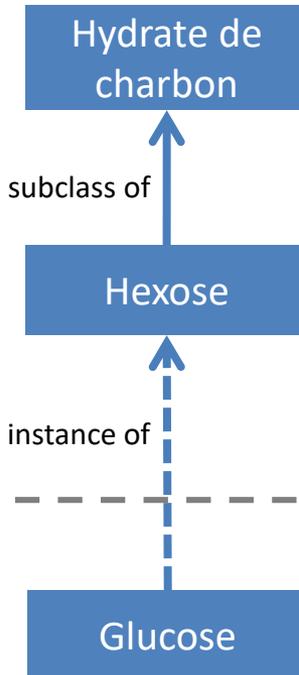


Individus



# Classes ou individus?

Classes



Individus

**2001 - dépassé**

*«Décider si un concept particulier est une classe dans une ontologie ou une instance individuelle dépend des applications potentielles de l'ontologie »*

Natalya F. Noy and Deborah L. McGuinness  
Ontology Development 101 : A Guide to Creating Your First Ontology

**2016**

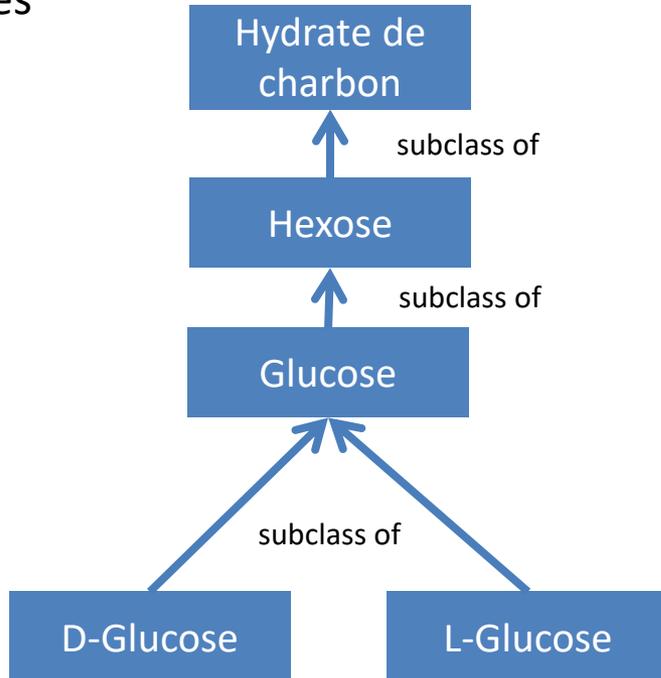
*Comment pouvez-vous dire si c'est une instance ou une classe?*

- *Est-ce qu'il n'y a qu'un seul objet ou est-ce qu'il y en a plus d'un?*
- *Est-ce que l'entité référence un groupe de choses avec des propriétés communes*

Melissa Haendel, Chris Mungall, David Osumi-Sutherland : An introduction to Ontologies.  
<http://slideplayer.com/slide/6399996/>

# Classes ou individus?

Classes

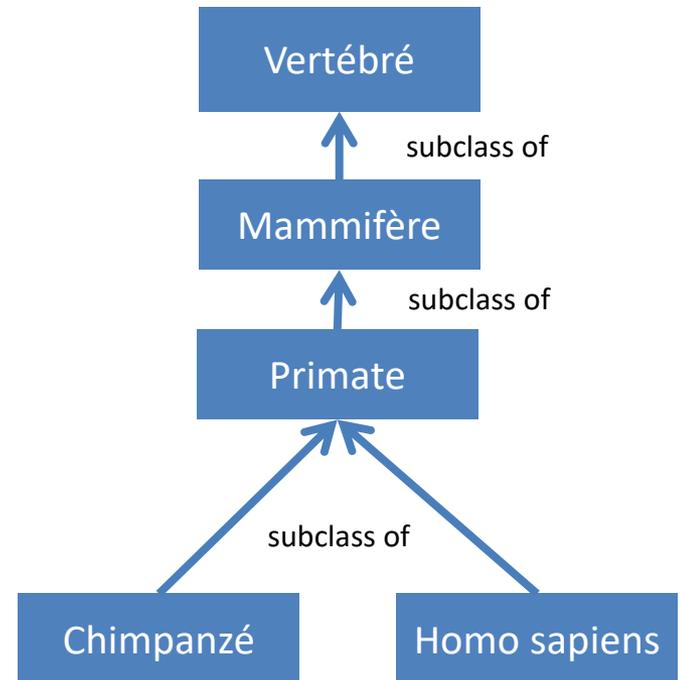
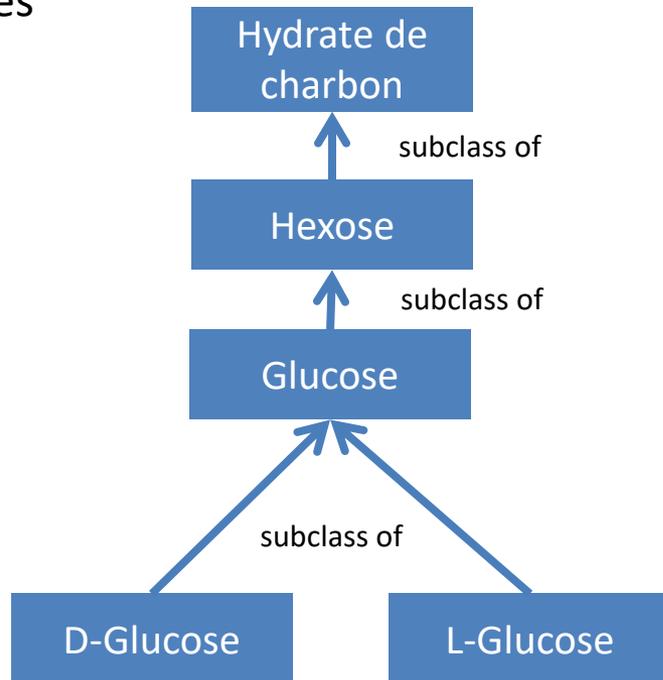


---

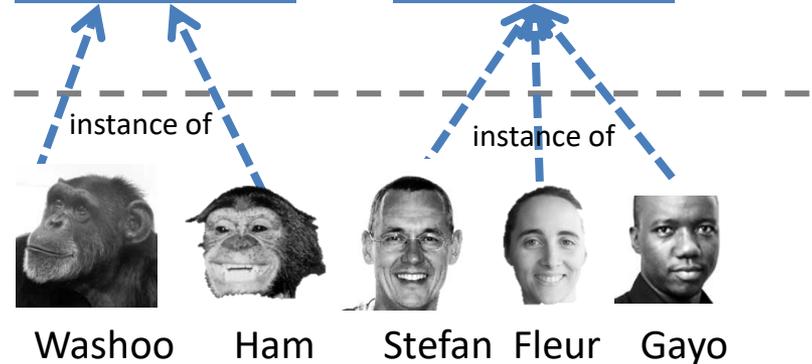
Individus

# Classes ou individus?

Classes



Individus



# L'avarice



l'envie

la luxure

l'avarice

la gourmandise

l'orgueil

la colère

la paresse

# L'avarice

- Information nécessaire pour pas partagée avec le utilisateur
- Parcimonie excessive
  - absence de définitions textuelles
  - absence de définitions formelles
  - les étiquettes peu clairs, pas auto-expliquant



# Manque de définitions

## SNOMED CT

Parents

▶ ● Age AND/OR growth finding (finding)

● Adolescence (finding) ☆ 📄

SCTID: 22396007

22396007 | Adolescence (finding) |

Adolescence

Youth

Teen-age

Adolescence period

Adolescence (finding)

No attributes

## Sources externes de définitions



Tout individu âgé de 10 à 19 ans



La période de la vie de la puberté à la maturité se terminant légalement à l'âge de la majorité



Période de la vie entre l'enfance et l'âge adulte, pendant laquelle se produit la puberté et se forme la pensée abstraite.

# La gourmandise



l'envie

la luxure

l'avarice

la gourmandise

l'orgueil

la colère

la paresse

# La gourmandise

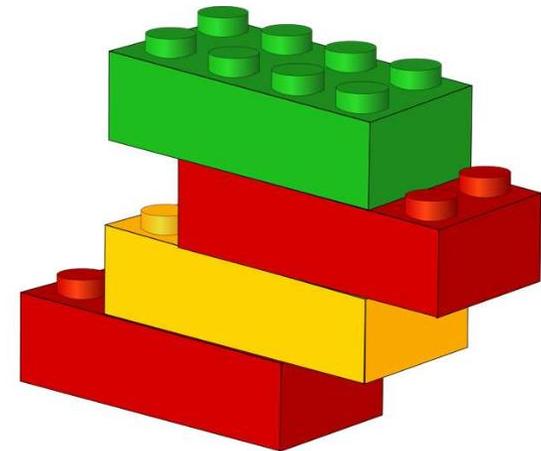
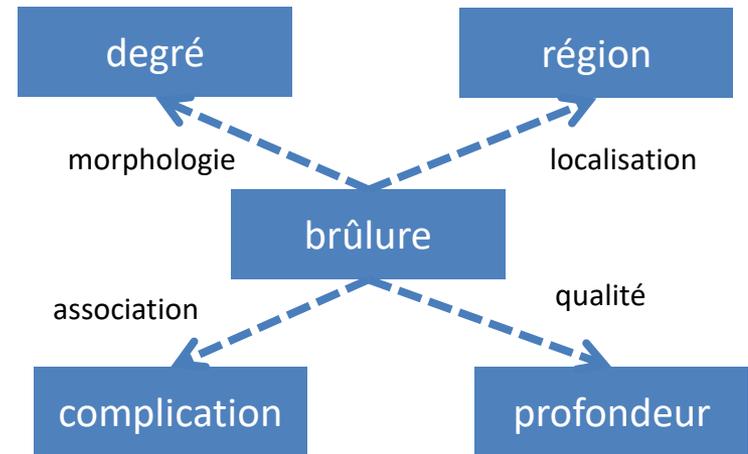
- Exagération / surabondance de contenu:
  - Ontologies gonflées par pré-coordination excessive
  - Difficile à maintenir
  - jamais complète
- Le syntaxe formelle des ontologies offre des construits que apprivoisent l'explosion combinatoire



# Pré-coordination excessive

## > 300 brûlures dans SNOMED CT

- brûlure de la région des yeux avec brûlure au premier degré du visage
- brûlure du troisième degré profond de la paroi abdominale avec la perte d'une partie du corps
- brûlure du troisième degré profond de la main, sans perte d'une partie du corps
- brûlure du troisième degré profond de plusieurs sites de coffre avec la perte d'une partie du corps
- brûlure du troisième degré profond du membre supérieur
- brûlure du troisième degré profond du poignet ET / OU la main avec la perte d'une partie du corps
- Première brûlure de degré de plusieurs sites du membre supérieur sans la participation du poignet et sans la participation de la main
- Deuxième brûlure de degré de visage
- Deuxième brûlure de degré de plusieurs sites de visage sans implication de bon œil
- Troisième brûlure de degré de genou
- Troisième brûlure de degré de région périorbitaire
- Troisième brûlure de degré de la région de l'omoplate
- ...



# L'orgueil



l'envie

la luxure

l'avarice

la gourmandise

l'orgueil

la colère

la paresse

# L'orgueil

- Attitude autiste ou défensive caractérisée par
  - Manque d'intérêt à des évaluations faites par les pairs ou utilisateurs
  - Rétroaction (feedback) critique est ignorée
  - Dialogue avec les utilisateurs est évité
  - Souvent résultat d'un coûteux processus de développement à huis clos



# NCIt: ontologie ou thésaurus?

NCIt *thesaurus*

... distribué comme une ontologie OWL

*Ureter\_Small\_Cell\_Carcinoma* subclassOf  
**Disease\_May\_Have\_Finding** some *Flank\_Pain*

*Ureter\_Small\_Cell\_Carcinoma* subclassOf  
**relatedTo** some *Flank\_Pain*

*Ureter\_Small\_Cell\_Carcinoma* and  
not (**relatedTo** some *Flank\_Pain*)

**UNSATISFIABLE**



généralisation



# NCIt: ontologie ou thésaurus?

- 2005 : NCIt distribué comme ontologie OWL
- De nombreux problèmes de modélisation inappropriées repérés par Ceusters, Schulz, Jansen
  - Ceusters W, Smith B, Goldberg L. A terminological and ontological analysis of the NCI Thesaurus. *Meth Inf Med*, 44 (4) (2005), pp. 498–507
  - Jansen L. Classifications. In Munn C, Smith B (eds.) : *Applied Ontology : An Introduction*. Ontos Verlag 2008
  - Schulz S, Schober D, Tudose I, Stenzhorn H. The Pitfalls of Thesaurus Ontologization - the Case of the NCI Thesaurus. *AMIA Annu Symp Proc*. 2010 Nov 13;2010:727-31.
- « ***NCIt a des caractéristiques d'une ontologie, mais NCIt n'est pas une ontologie et n'a pas été conçu ou destiné à une*** »
  - NCI Thesaurus Semantics :  
<ftp://ftp1.nci.nih.gov/pub/cacore/EVS/ThesaurusSemantics/NCI%20Thesaurus%20Semantics.pdf>
- 2016 : NCIt toujours distribué en OWL

Utilisez la syntaxe, mais ignorez la sémantique



Ceci n'est pas une ontologie

# La colère



l'envie

la luxure

l'avarice

la gourmandise

l'orgueil

la colère

la paresse

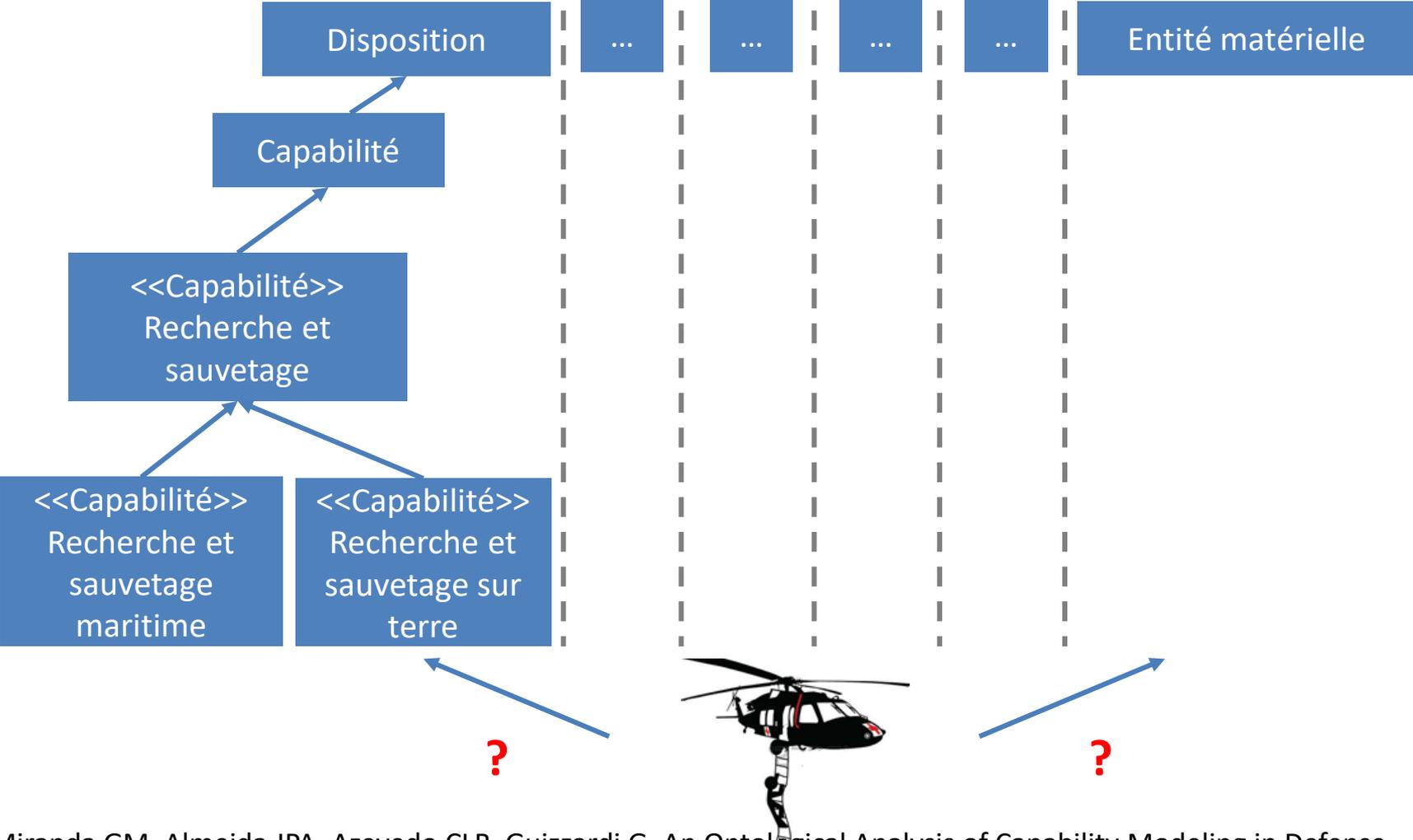
# La colère

- Recommandation : utiliser ontologies fondamentales («*upper level ontologies*»)
- Mécontentement / colère:
  - effort pour les comprendre
  - leurs contraintes limitent la liberté du modelleur
  - Débogage prend de temps et entraîne de nombreuses itérations
- Conséquence :
  - Rejet des ontologies fondamentales
  - Résultats non-interopérables



# Capabilités vs. porteurs de capabilités

partitions disjointes comme ex. en BFO, BioTopLite



# D'autres pièges linguistiques

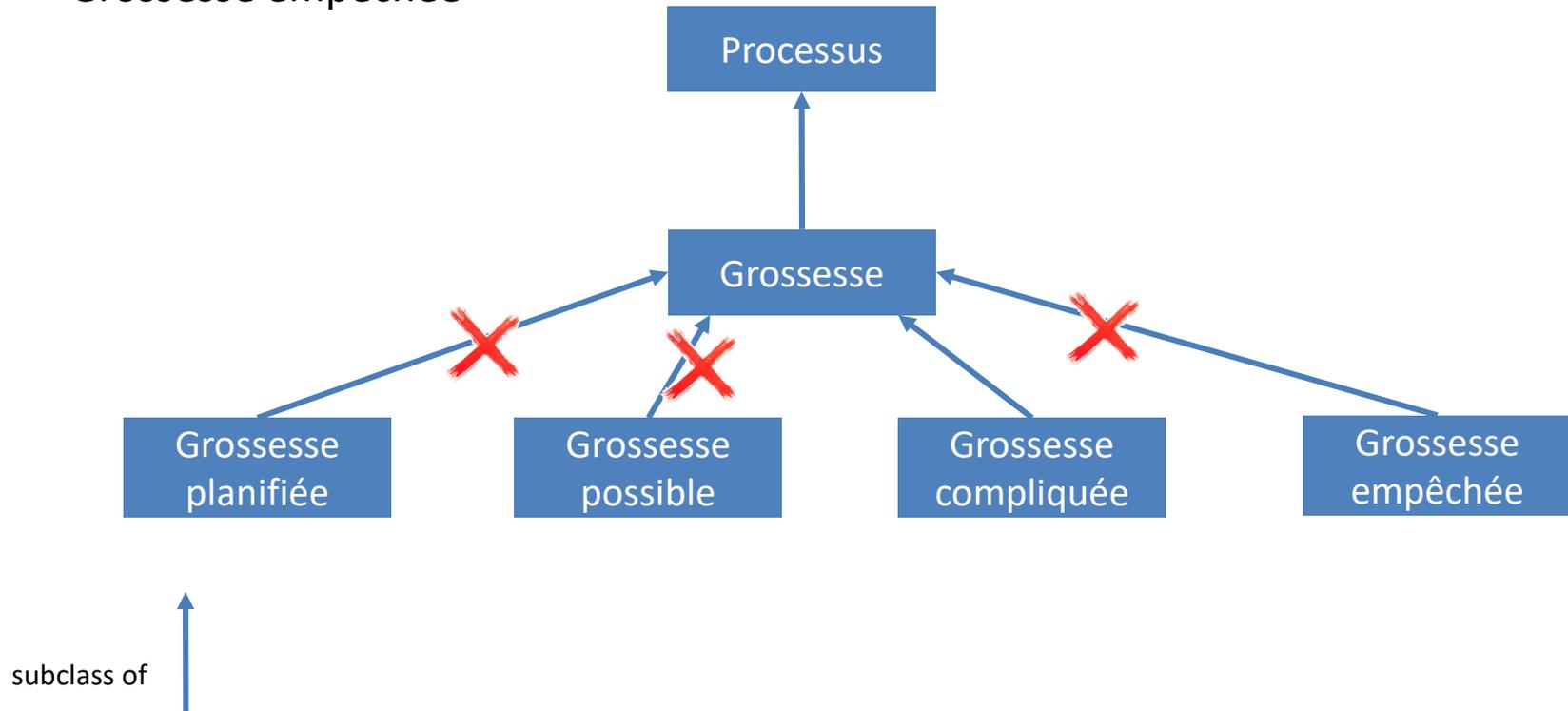
Au plan du langage: Substantif modifié par un adjectif:

- Grossesse planifiée
- Grossesse possible
- Grossesse compliquée
- Grossesse empêché

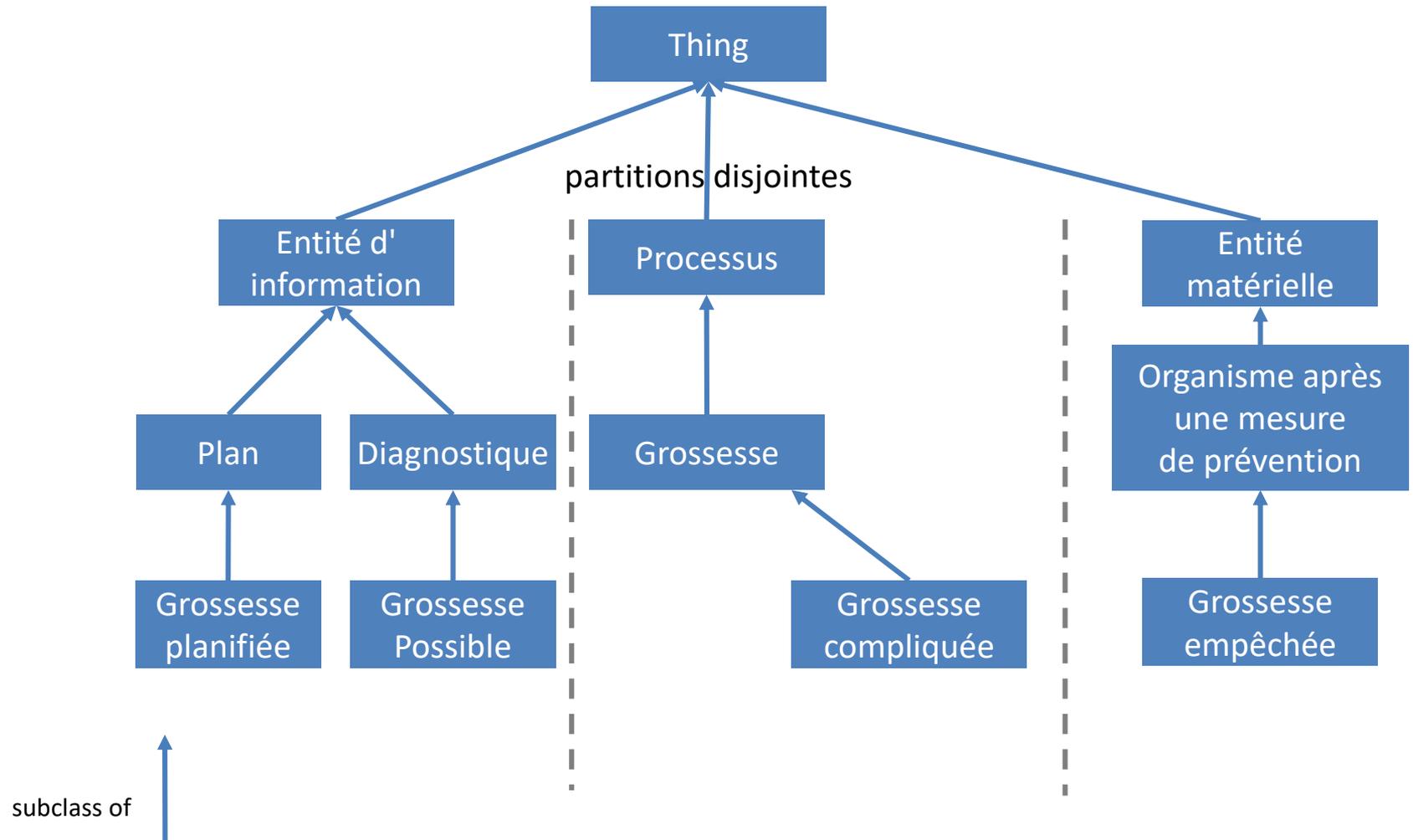
# D'autres pièges linguistiques

Au plan du langage: Substantif modifié par un adjectif:

- Grossesse planifiée
- Grossesse possible
- Grossesse compliquée
- Grossesse empêchée



# D'autres pièges linguistiques



# La paresse



l'envie

la luxure

l'avarice

la gourmandise

l'orgueil

la colère

la paresse

# La paresse

- La tentation du superficiel, incomplet, "quick-and-dirty", faute de
  - ressources suffisantes
  - rétroaction
  - utilisateurs critiques
  - cas d'utilisation qui demandent interopérabilité
  - cas d'utilisation qui demandent raisonnement automatique

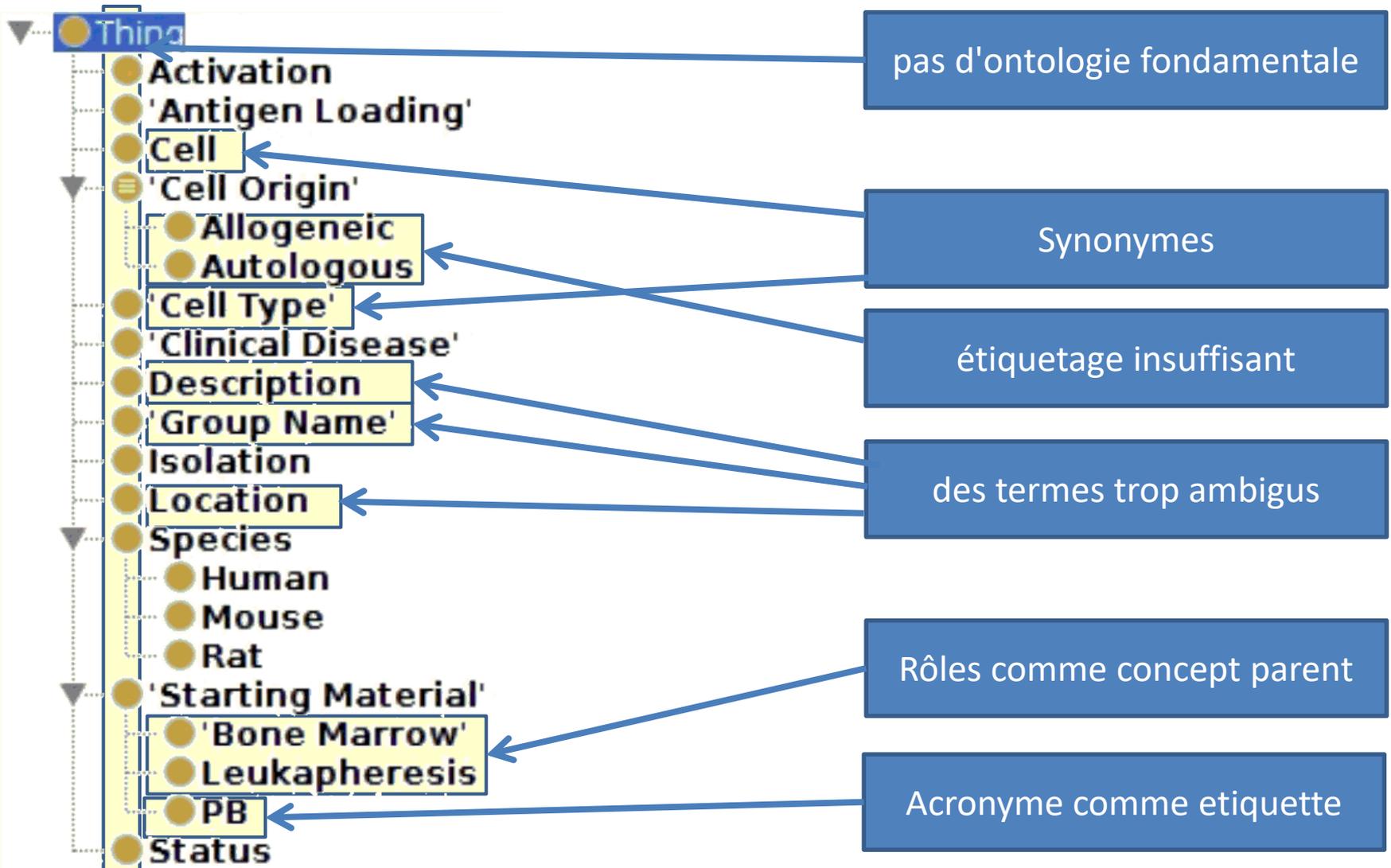


# La classification chinoise des animaux de Borges

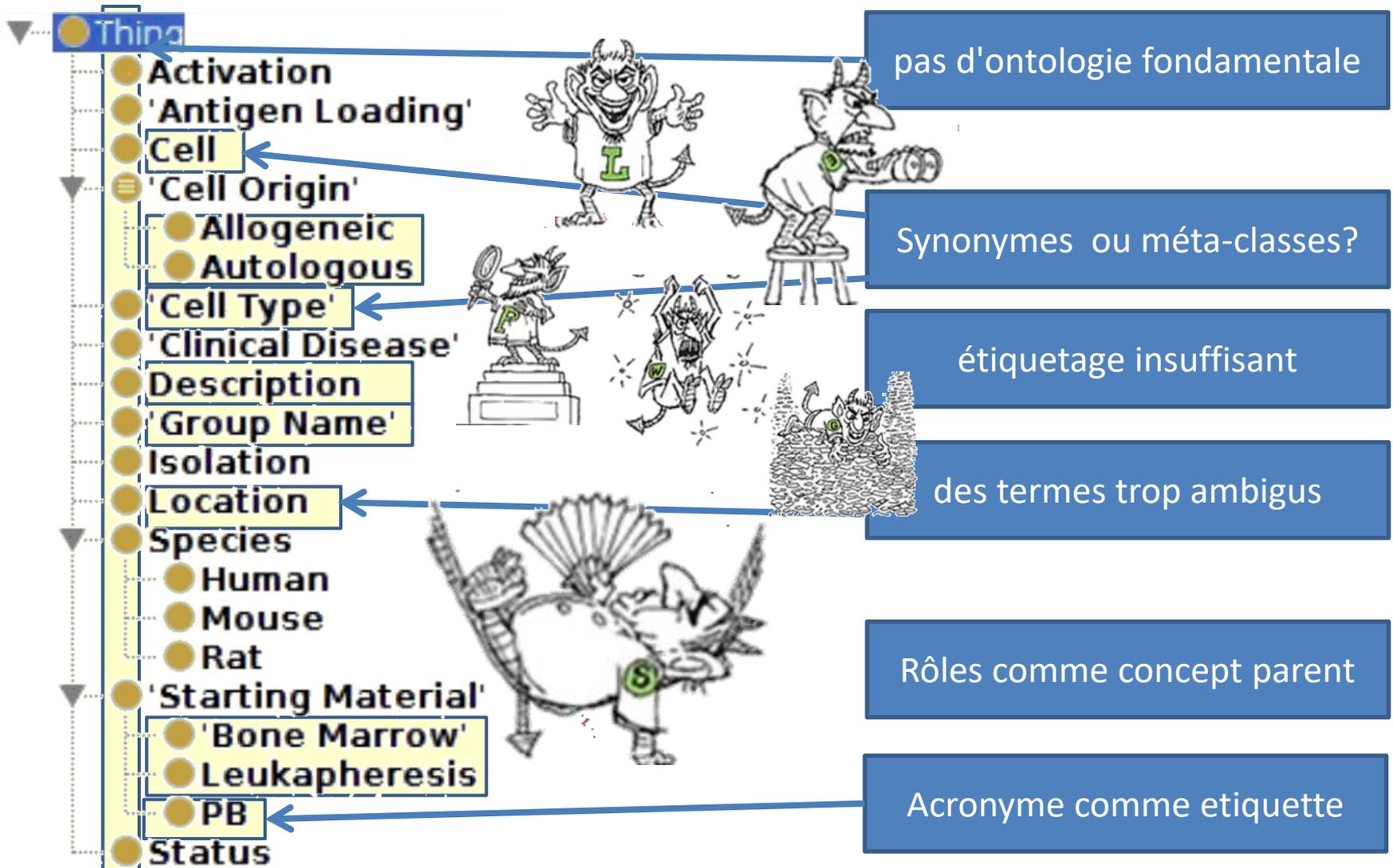
*"Les animaux se décomposent en :*

- *appartenant à l'Empereur*
- *embaumés*
- *apprivoisés*
- *cochons de lait*
- *sirènes*
- *fabuleux*
- *chinchards*
- *chiens en liberté*
- *inclus dans la présente classification*
- *qui s'agitent comme des fous*
- *innombrables*
- *dessinés avec un pinceau très fin en poils de chameau*
- *qui viennent de casser la cruche*
- *qui de loin semblent des mouches*
- *autres..."*

# Exemple: modelage quick-and-dirty



# Exemple: modelage quick-and-dirty





# Les vertus

La  
Tempérance



La  
Chasteté



La  
Charité



L'  
Humilité



La  
Patience



La  
Diligence

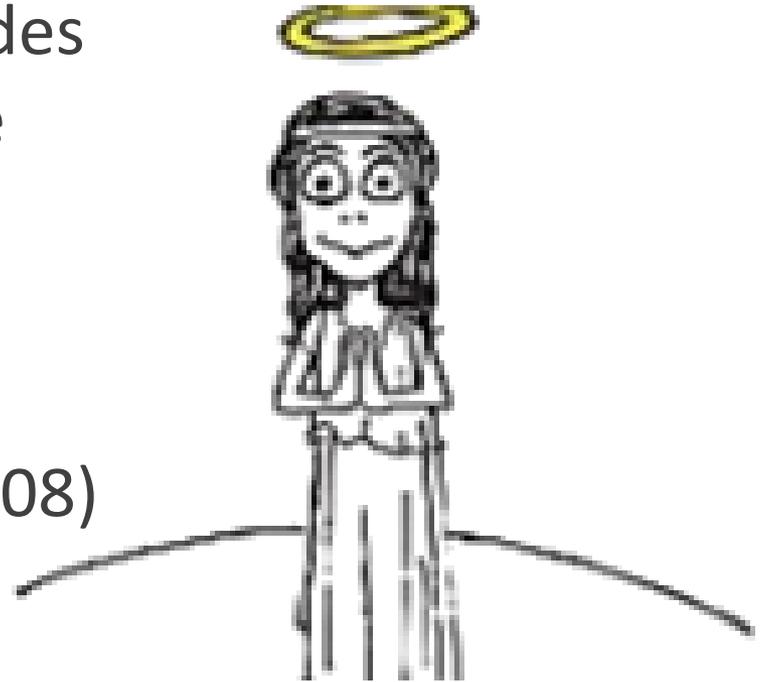


La  
Bienveillance



# L'humilité

- Ce qui peut être exprimé par des ontologies formelles est limité
- "Il y a peu de pièces de la connaissance qui soient intéressantes et vraiment ontologiques" (Alan Rector 2008)
- Ontologies comme "portemanteaux" conceptuels (Bill Woods 1983)



Rector A. (2008) Barriers, approaches and research priorities for integrating biomedical ontologies. Semantic Health Deliverable 6.1 [http://www.semantichealth.org/DELIVERABLES/SemanticHEALTH\\_D6\\_1.pdf](http://www.semantichealth.org/DELIVERABLES/SemanticHEALTH_D6_1.pdf)  
Woods, William A. What's Important about Knowledge Representation. No. BBN-5374. BOLT BERANEK AND NEWMAN INC CAMBRIDGE MA, 1983.

# Les limites des ontologies formelles

**Signification des termes de domaine**

«Méthanal» est synonyme de «formaldéhyde»

«Aéronef» est un terme plus étendu que «hélicoptère»

«Water» est anglais pour «eau»

**TERMINOLOGIE**

**Propriétés universelles des entités de domaine**

**Toutes les membranes cellulaires contiennent des lipides**

**Tous les fœtus étaient des embryons**

**Tous les cerveaux se développent à l'intérieur des animaux**

**ONTOLOGIE FORMELLE**

**Caractéristiques contingentes des entités de domaine**

Les infections Ebola sont rares

l'Homo sapiens a généralement 32 dents

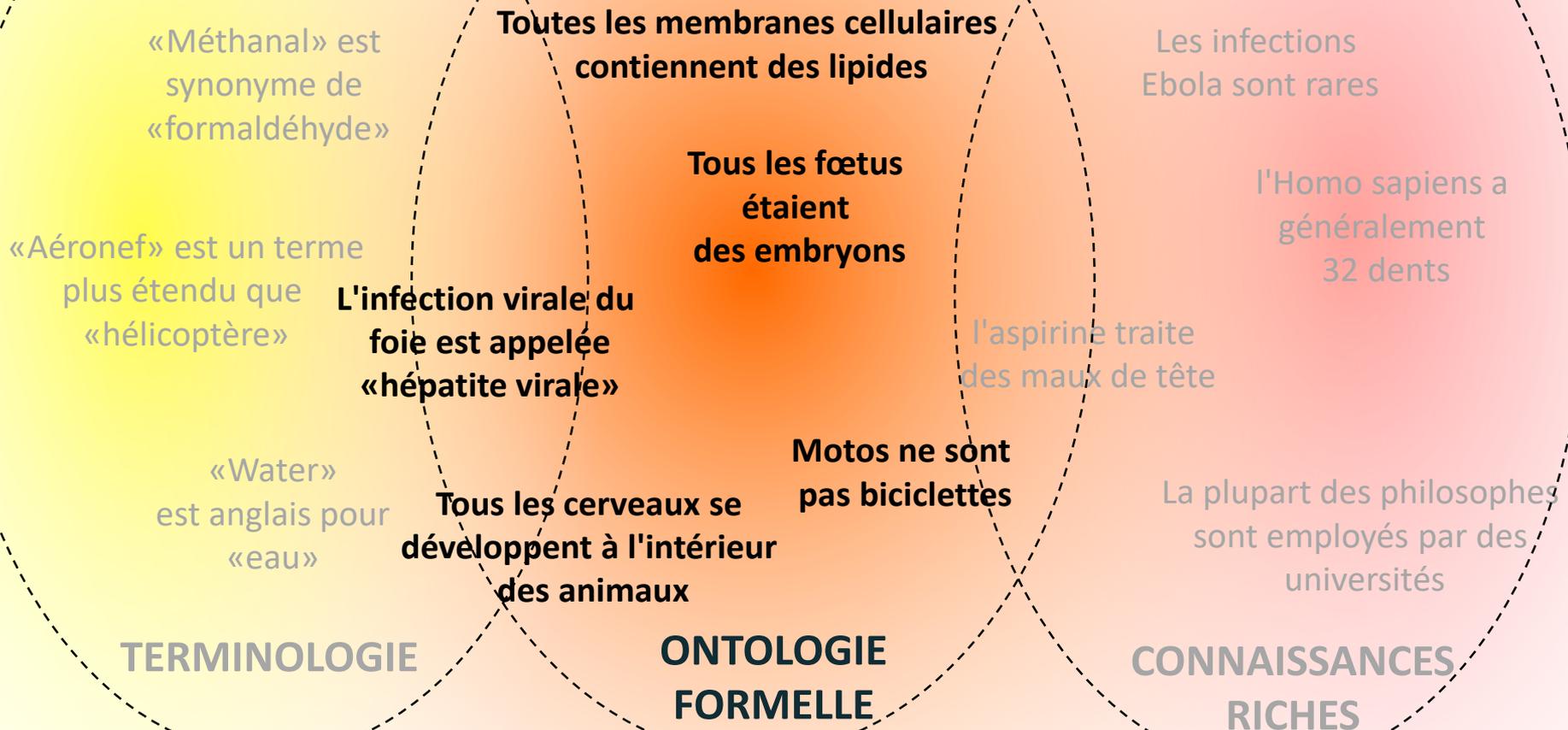
**l'aspirine traite des maux de tête**

**Motos ne sont pas bicyclettes**

La plupart des philosophes sont employés par des universités

**CONNAISSANCES RICHES**

# Les ontologies formelles sont limitées à décrire ce qui est universellement vrai pour tous les membres d'une classe

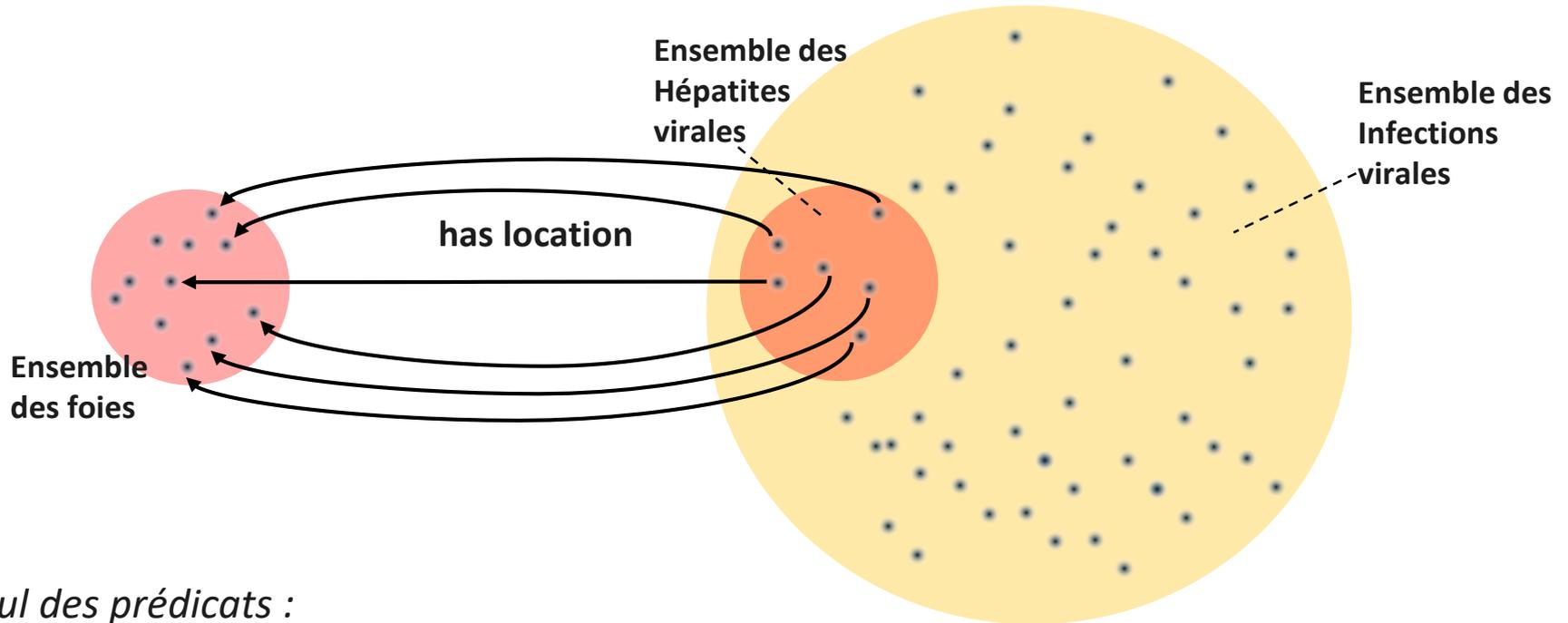


# La chasteté et la tempérance

- Exactitude, hygiène et discipline en modélisation
- Respecter la pureté de la logique, mais aussi ses limitations
  - La logique ne permet pas de compromis
  - La logique a l'expressivité limitée
  - Formalismes expressifs sont intractables



# Théorie des ensembles et calcul des prédicats



Calcul des prédicats :

$$\forall x, t : \text{'instance of' ('Hépatite virale', x, t)} \leftrightarrow \text{'instance of' ('Infection virale', x, t)} \\ \wedge \exists z : \text{'instance of' (Liver, z, t)} \wedge \text{'has location' (x, z, t)}$$

OWL-DL (Logique de description, Manchester Syntax) :

*'Hépatite virale' equivalentTo 'Infection virale' and 'has location' some Foie*

Inférences :

- *Il n'y a pas d'hépatite virale qui ne se trouve pas dans le foie*
- *Il n'y a pas d'hépatite virale qui ne soit pas une infection virale*

# La charité et la bienveillance

- D'autres devraient bénéficier à l'avenir de ce que vous construisez maintenant :
  - Les ontologies doivent être extensibles et faciles à entretenir
  - Les ontologies doivent être réutilisables
  - Les ontologies doivent être mappables
- Respectez l'utilisateur
  - facilité d'utilisation
  - compréhensibilité
- Suivez guides de bonnes pratiques



# Guideline on Developing Good Ontologies in the Biomedical Domain with Description Logics

URL: <http://www.purl.org/goodod/guideline>

Version 1.0  
December 2012

Send feedback to:  
[martin.boeker@uniklinik-freiburg.de](mailto:martin.boeker@uniklinik-freiburg.de)  
[ludger.jansen@uni-rostock.de](mailto:ludger.jansen@uni-rostock.de)

Schulz S<sup>1,3</sup>, Seddig-Raufie D<sup>1</sup>, Grewe N<sup>2</sup>, Röhl J<sup>2</sup>,  
Schober D<sup>1</sup>, Boeker M<sup>1</sup>, Jansen L<sup>2</sup>

<sup>1</sup>: Institute of Medical Biometry and Medical Informatics,  
University Medical Center Freiburg

<sup>2</sup>: Institute of Philosophy, University of Rostock

<sup>3</sup>: Department of Medical Informatics, University of Graz

11th December 2012

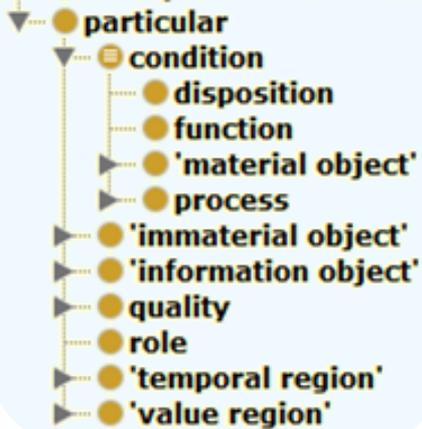
# La patience et la diligence

- Ontologies réutilisables doivent être
  - philosophiquement fondée
  - exprimable dans une langue calculable
- Étiquetage
  - univoque
  - auto-explicant
- Définitions logiques et / ou textuelles
- Ingénierie des ontologies formelles:
  - enracinée dans une ontologies fondamentale
  - assistée par des outils d'édition, visualisation et validation



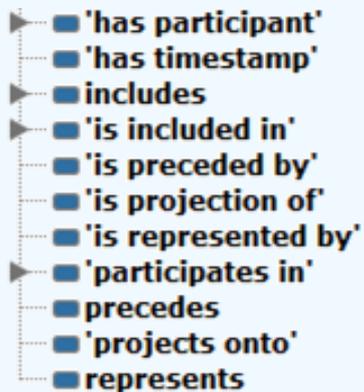
# BioTopLite2 : ensemble de classes et relation relations fondamentales avec des axiomes

## Classes fondamentales



- Formulations précises sur les propriétés génériques que définissent les catégories de base d'un domaine
- Cadre logique : OWL - DL (logique de descriptions) Langue complète et décidable - compromis entre expressivité et performance

## Rérelations fondamentales



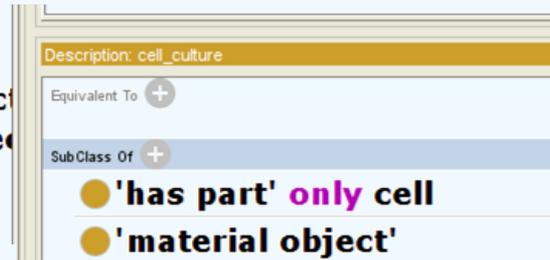
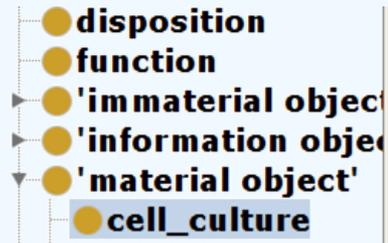
## Contraintes (ex.: process )

- 'has part' **only** process
- 'has participant' **some** Thing
- 'is bearer of' **only** 'process quality'
- 'is part of' **only** process
- 'projects onto' **only** 'temporal region'
- 'projects onto' **some** 'temporal region'
- 'realization of' **only** disposition
- includes **only** (process or 'process quality')

- raisonnement automatisé permet de vérifier la cohérence, l'équivalence et la subsomption
- Disponible: <http://purl.org/biotop/btl2.owl>

# Cycle de modélisation

## 1. Modélisation



Ontologie  
fondamentale  
BioTopLite2

## 2. Validation



Raisonneur DL  
ex.  
Hermit  
Fact++

## 3. Explication

Explanation for: cell\_culture EquivalentTo Nothing

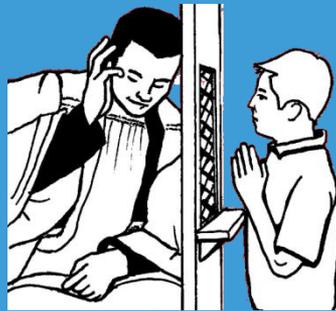
- 1) cell\_culture **SubClassOf** 'material object'
- 2) 'material object' **SubClassOf** 'has part' **some** 'subatomic particle'
- 3) cell\_culture **SubClassOf** 'has part' **only** cell
- 4) cell **SubClassOf** 'structured biological entity'
- 5) 'structured biological entity' **SubClassOf** 'poly molecular composite entity'
- 6) 'poly molecular composite entity' **SubClassOf** compound
- 7) compound **DisjointWith** 'subatomic particle'

# Les vertus et les vices

La  
Tempérance



La  
Chasteté



La  
Sagesse

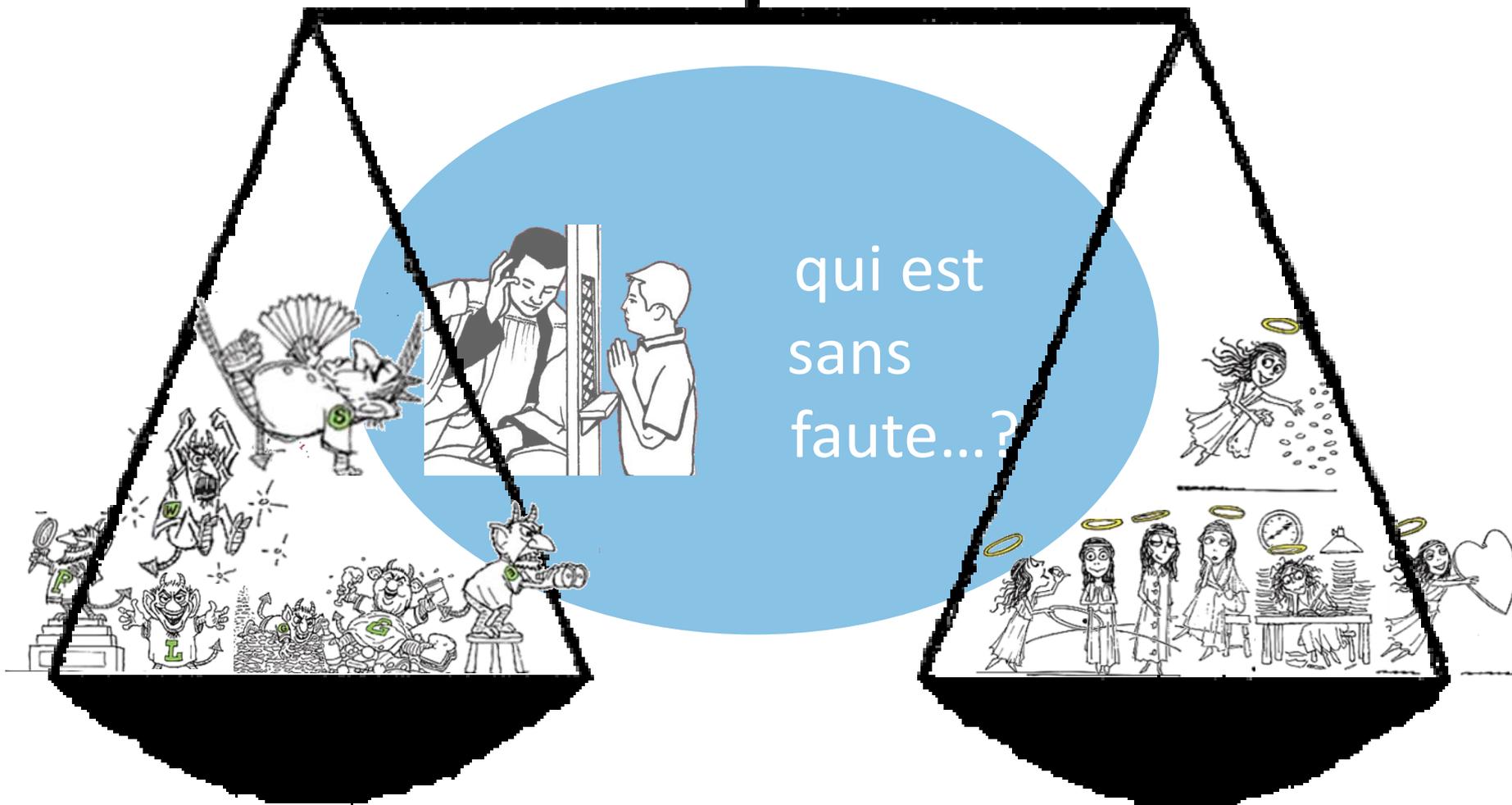
La  
Bienveillance



qui est  
sans  
faute...?



# Compromis entre les vices et les vertus?



# Compromis entre les vices



## ■ Justificatifs

- Ressources limitées
- Interopérabilité
- Pas de raisonnement

## ■ Condition

- Soyez conscients
- Soyez conscients
- Organisez votre travail par un niveau supérieur préliminaire
- Toujours documentez et communiquez les limites de votre travail

Le pardon...



...un primaire

ances

is par un niveau

# Messages finales

- **L'ingénierie des bonnes ontologies est difficile**
  - Les Formalismes logiques et les principes de l'ontologie appliquée
  - Familiarité avec une ontologie fondamentale
  - Limitations de l'expressivité des langages d'ontologies
  - Compromis expressivité - traitabilité
- **Il est trop facile de commettre des erreurs**
  - Démonstré par des multiples exemples
  - En pratique: souvent tolérées parce que la plupart des ontologies sont utilisées seulement comme des vocabulaires contrôlés
  - Si le raisonnement automatisé est activé, les conséquences de modèles involontaires sont imprévisibles
- **Des normes et mécanismes de qualité sont indispensables**
  - Si ces normes ne sont pas satisfaites: d'autres approches moins rigides, par exemple des thesaurus, utilisant un langage informelle comme SKOS



# 6<sup>èmes</sup> Journées Francophones sur les Ontologies

13– 14 Octobre 2016, Bordeaux, France



## Merci!

Présentation téléchargeable

<http://user.medunigraz.at/stefan.schulz/presentations.htm>

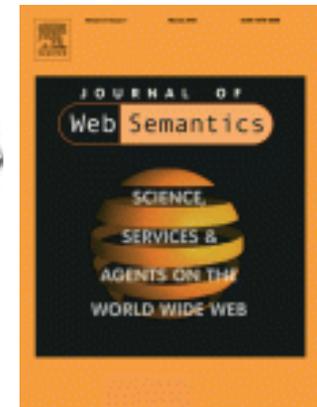
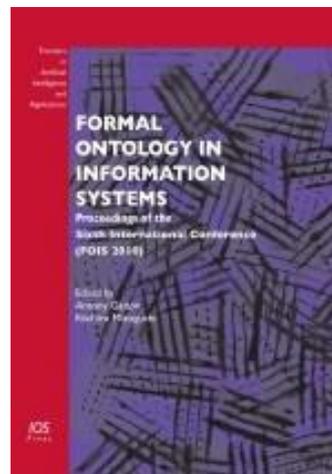
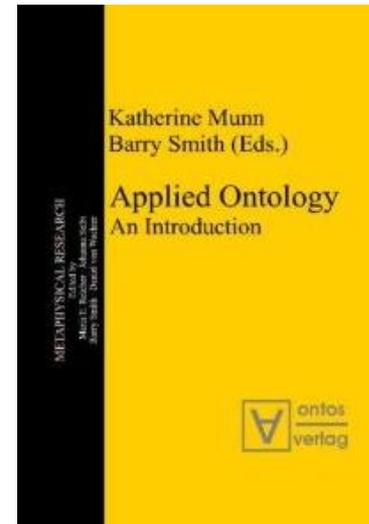
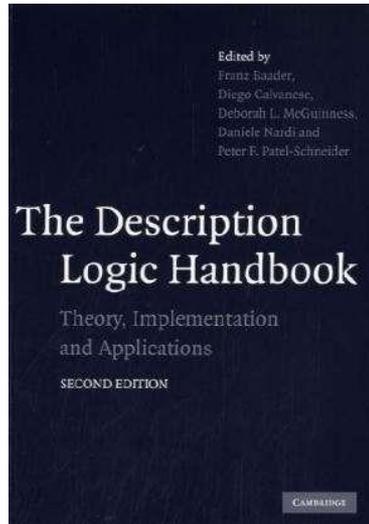
Stefan Schulz

[stefan.schulz@medunigraz.at](mailto:stefan.schulz@medunigraz.at)



Institut de l'Informatique Médicale, Statistique et Documentation,  
Université Médicale de Graz, Autriche

# Lectures



# Ontology on the Web

- Description Logics: <http://dl.kr.org/>
- Protégé: <http://protege.stanford.edu/>
- Bioontology: <http://www.bioontology.ch/>
- Buffalo Ontology Site: <http://ontology.buffalo.edu/smith/>
- OBO Foundry: <http://obofoundry.org/>
- Bioportal: <http://bioportal.bioontology.org/>
- SNOMED CT: <http://www.ihtsdo.org/snomed-ct/>  
<http://terminology.vetmed.vt.edu/sct/menu.cfm>
- CO-ODE (Pizza ontology): <http://www.co-ode.org/>
- GoodOD Guideline: <http://www.iph.uni-rostock.de/GoodOD-Guideline.1299.0.html>
- BioTop: <http://purl.org/biotop>

La  
Gourmandise



La  
Luxure



L'  
Avarice



L'  
Orgueil



La  
Colère



La  
Paresse



L'  
Envie



La  
Tempérance



La  
Chasteté



La  
Charité



L'  
Humilité



La  
Patience



La  
Diligence

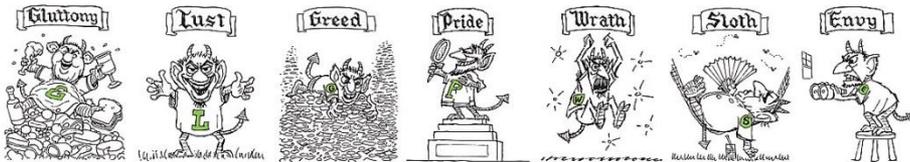


La  
Bienveillance



# Les sept vices et les sept vertus

Side A  
Vices



Side B  
Virtues



- la paresse, l'orgueil, la gourmandise, la luxure, l'avarice, la colère et l'envie.
- la tempérance, La chasteté, la charité, l'humilité, la patience, la diligence, la bienveillance



La  
Gourmandise



La  
Luxure



L'  
Avarice



L'  
Orgueil



La  
Colère



La  
Paresse



L'  
Envie



La  
Tempérance



La  
Chasteté



La  
Charité



L'  
Humilité



La  
Patience



La  
Diligence



La  
Bienveillance



La  
Gourmandise



La  
Luxure



L'  
Avarice



L'  
Orgueil



La  
Colère



La  
Paresse



L'  
Envie



La  
Tempérance



La  
Chasteté



La  
Charité



L'  
Humilité



La  
Patience



La  
Diligence



La  
Bienveillance





Personne n'est parfait

