

Ontologie

Représentation des connaissances du temps et de l'espace

Application à l'architecture

Plan

1. Ontologie

1.1 En Philosophie

1.2 En Intelligence Artificielle

2. Représentation des Connaissances

2.1 Logique

2.2 Objet

3. L'Espace et le Temps

4. L'Architecture

1.1 Ontologie en Philosophie

La science de l'être en tant qu'être

Ce concept général se trouve chez ARISTOTE (385 - 322 av. J.-C.): "Il y a une science qui étudie l'être en tant qu'être". Pour ce philosophe, ce concept s'oppose aux sciences particulières : "qui découpe quelque partie de l'être et en étudient les propriétés" (Métaphysique, Livre Gamma, 1).

Voici la traduction d' Annick STEVENS du début du livre Gamma de la métaphysique d'ARISTOTE dans l'édition de la Pléiade, Gallimard, 2014, page 970:

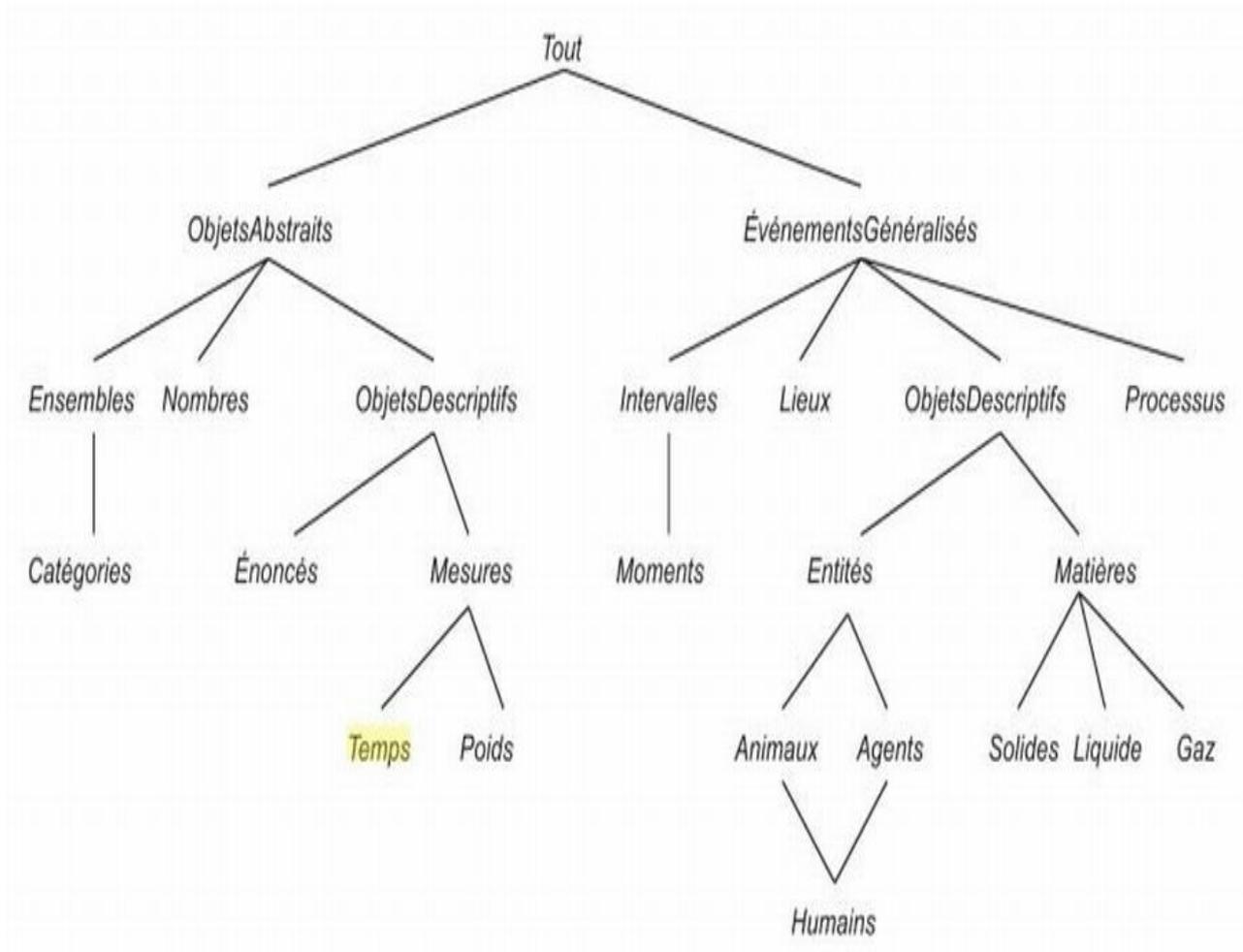
"Il y a une science qui étudie l'étant en tant qu'étant (1) et ses propriétés par soi. Elle n'est pas identique à aucune de ces autres sciences qu'on appelle partielles, car aucune de ces autres sciences n'examine l'étant en général, mais, après en avoir découpé une partie, elles étudient à propos de celle-ci ses propriétés, comme par exemple les sciences mathématiques. [...] c'est pourquoi nous aussi devons saisir les premières causes de l'étant en tant qu'étant."

(1) Note d' Annick STEVENS sur le mot étant : "On pourrait également traduire l'expression par "ce qui est en tant qu'il est", au sens collectif de tout ce qui est (comme le montre le fait que l'expression se trouve aussi au pluriel). Aristote annonce donc une science de toutes les choses qui sont étudiées uniquement sous l'aspect du fait d'être, quelle que soit la modalité d'être de chacune."

1.1 Ontologie en Intelligence Artificielle

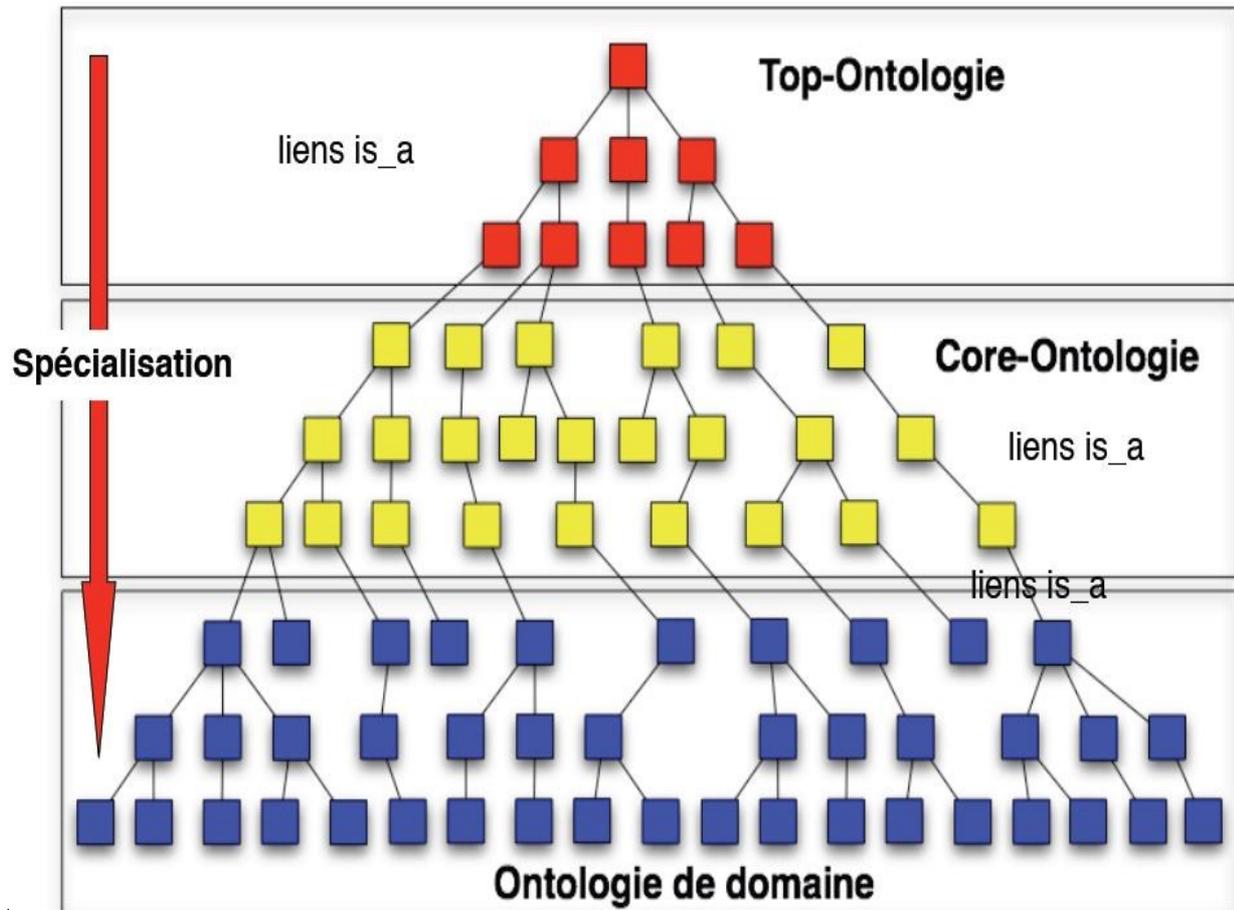
En Intelligence Artificielle, l'ontologie fait partie de la représentation des connaissances. Elle consiste à décrire notre monde pour l'implémenter dans des programmes informatiques

Voici l'ontologie générale en IA de RUSSEL Stuart (Université de Berkeley) et NORVIG Peter (Google Inc.) dans le livre "Intelligence Artificielle", 3^{ème} édition, PEARSON Education France, 2010, p.468. :



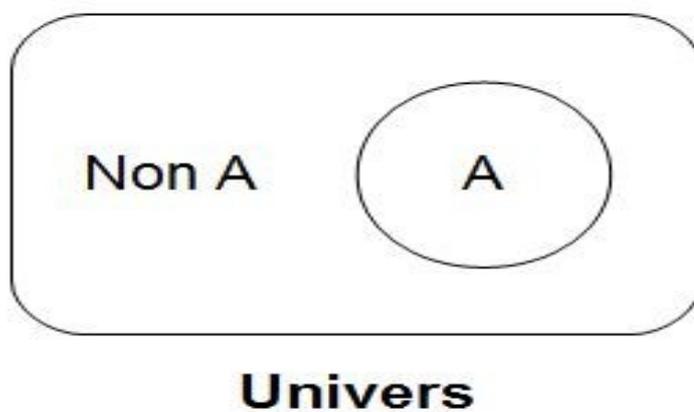
Pour chaque application informatique, il y a une ontologie particulière.

Exemple : L'Architecture et en particulier la maison individuelle standard



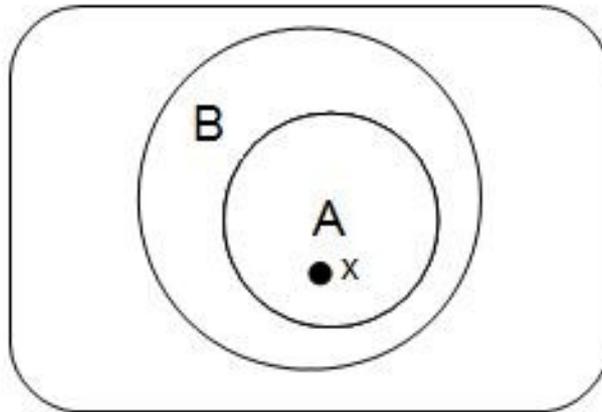
PARMENIDE: « L'Être est mais le Non-Être n'est pas »

Principe du tiers exclu. Loi de la non-contradiction



2.1.2 Logique des Prédicats du premier ordre

$(\forall x) (\text{Homme}(x) \Rightarrow \text{Mortel}(x))$



→ Systèmes Experts

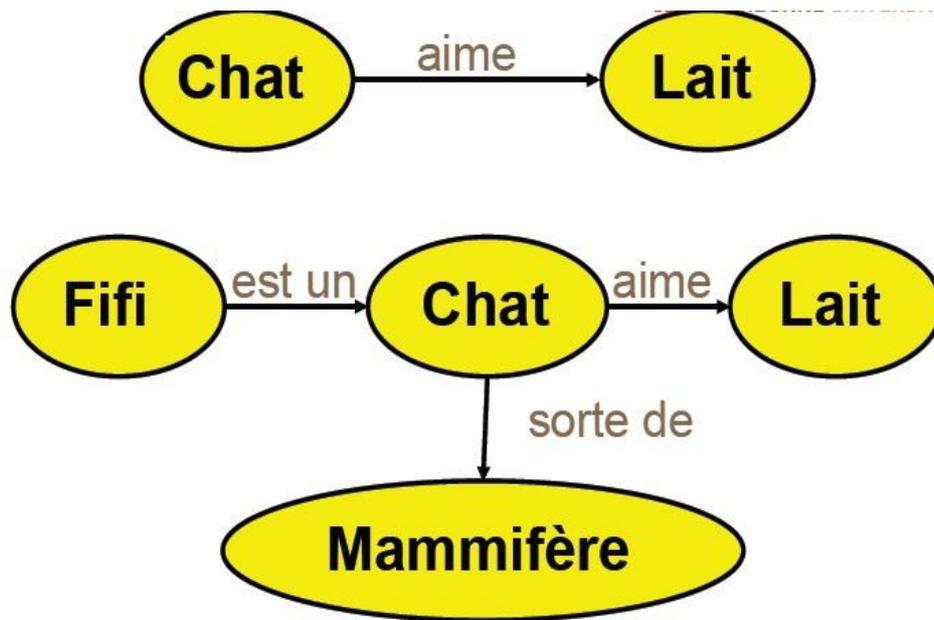
→ Langage PROLOG

2.2 Représentation des Connaissances par Objet

→ Programmation Objet (ex: Langage JAVA)

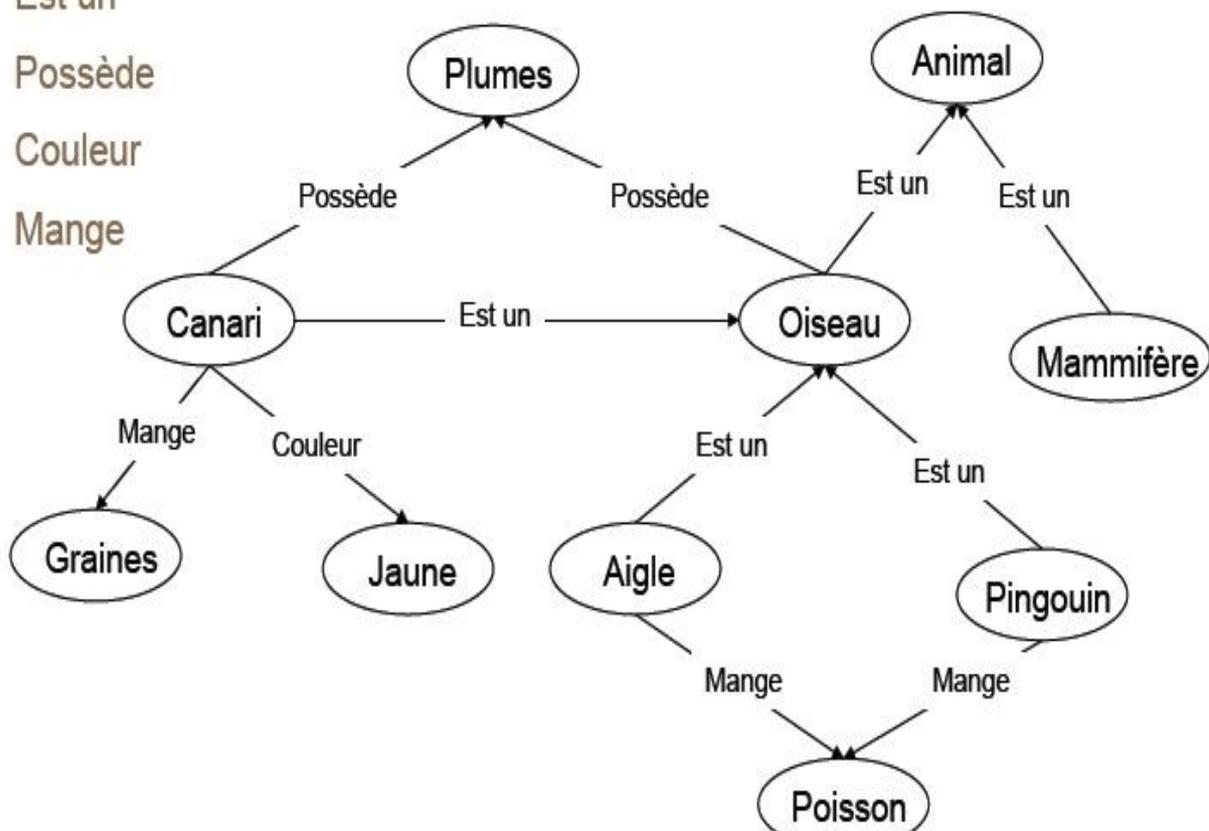
Réseaux sémantiques





Relations :

- Est un
- Possède
- Couleur
- Mange



3. L'Espace et le Temps

RUSSELL (1872-1970)
Mathématicien et Philosophe



« La méthode scientifique en Philosophie » [1914]

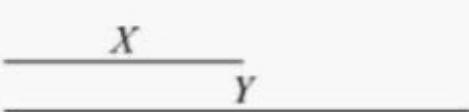
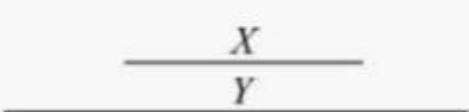
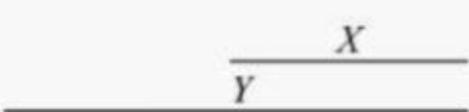
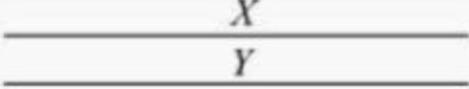
« Le problème central au moyen duquel je cherche à illustrer la méthode est celui de la relation des données sensibles brutes avec l'espace, le temps et la matière de la physique mathématique. »

MERLEAU-PONTY : « Le visible et l'invisible » Ontologie. Octobre 1959

Prendre pour modèle de l'être l'espace topologique. L'espace euclidien est le modèle de l'être perspectif [...]. L'espace topologique, au contraire, milieu où se circonscrivent des rapports de voisinage, d'enveloppement etc. [...] se rencontre non seulement au niveau du monde physique, mais de nouveau il est constitutif de la vie, et il fonde le principe *sauvage* du logos

3.1 Le Temps

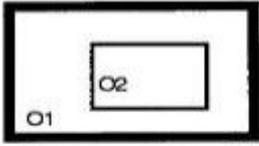
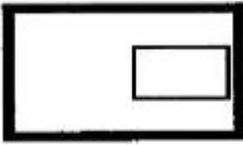
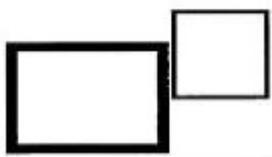
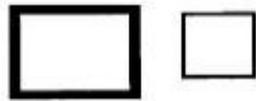
Les 13 relations temporelles topologiques : James Frédéric ALLEN (1981)

Relation	Illustration	Interpretation
$X < Y$ $Y > X$		X takes place before Y
$X m Y$ $Y mi X$		X meets Y (<i>i</i> stands for <i>inverse</i>)
$X o Y$ $Y oi X$		X overlaps with Y
$X s Y$ $Y si X$		X starts Y
$X d Y$ $Y di X$		X during Y
$X f Y$ $Y fi X$		X finishes Y
$X = Y$		X is equal to Y

ALLEN J.F., «An Interval Based Representation of Temporal Knowledge», IJCAI'81, pp.221-226.

3.2 L'Espace

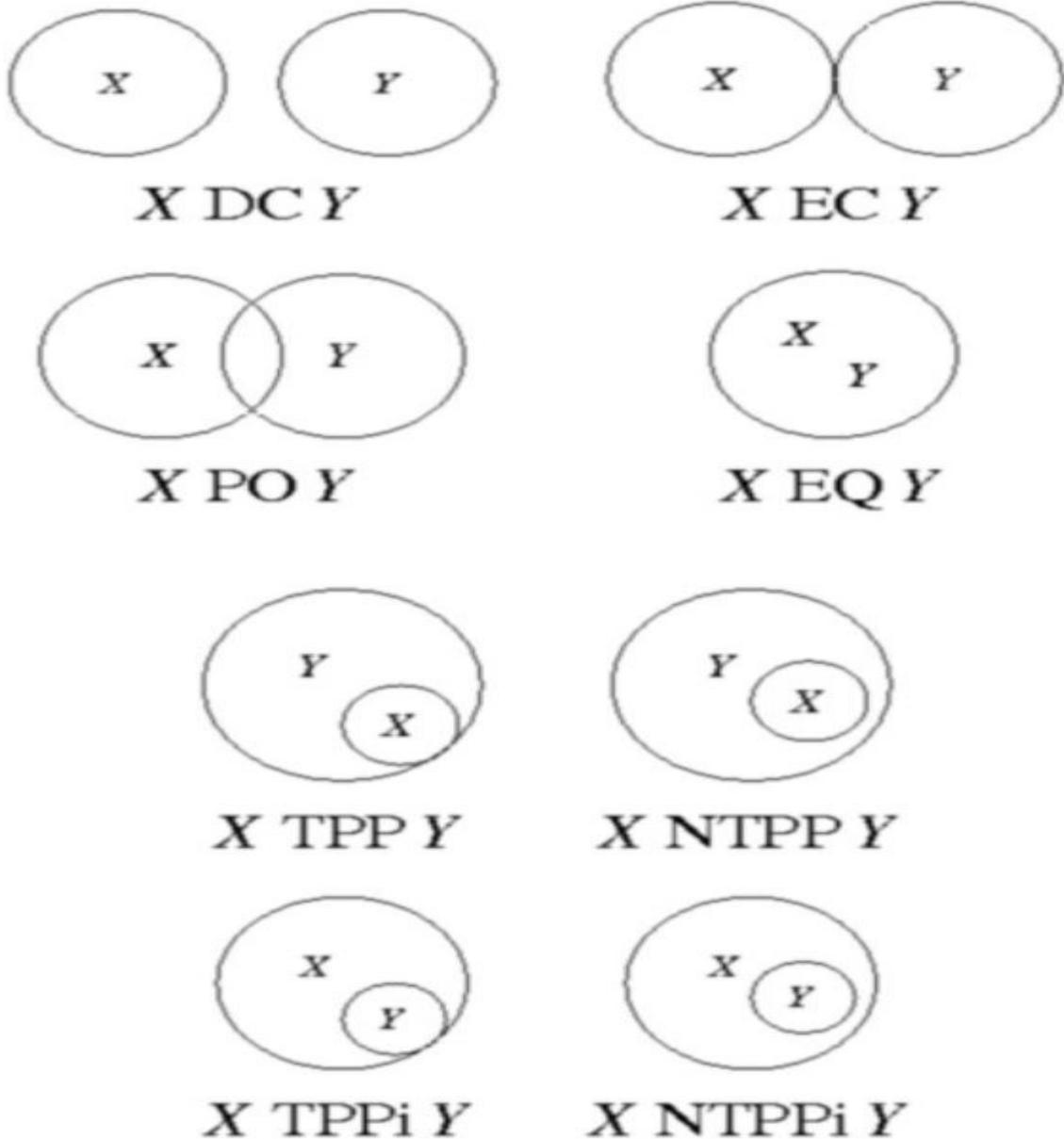
Les 8 relations spatiales topologiques : Robert MACULET (1991)

CONTRAINTES SYMBOLIQUES		REPRESENTATION GRAPHIQUE
Relation	Relation Inverse	
O1 D O2 DANS	O2 D' O1 CONTIENT	
O1 I O2 DANS ADJ ACENT	O2 I' O1 CONTIENT ADJACENT	
O1 E O2 EGAL	O2 F O1	
O1 I O2 INTERSECTE = Chevauche ou Dans ou Contient	O2 I O1	
O1 A O2 ADJACENT	O2 A O1	
O1 D O2 NON-INTERSECTE	O2 D O1	

MACULET R., «IA et CAO en architecture : représentation des connaissances spatiales et raisonnement spatial avec contraintes», Thèse de Doctorat, Université Paris 6, 1991.

Region connection calculus (RCC8)

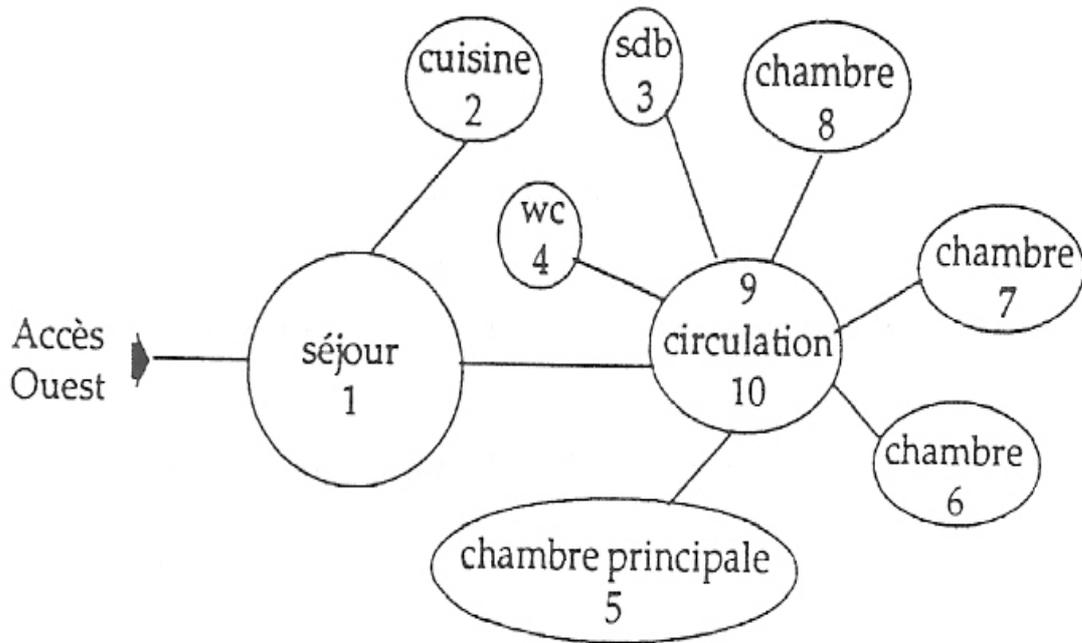
Ces 8 relations spatiales ont été aussi identifiées en 1992 par RANDELL, CUI et COHN avec comme nom «Relations RCC» pour Region Connected Calculus: RANDELL D.A., CUI Z., COHN A.G., «A Spatial Logic Based on Regions and Connection», Proceedings 3rd International Conference on Knowledge Representation and Reasoning, Morgan Kaufmann, San Mateo, pp.165-176, 1992



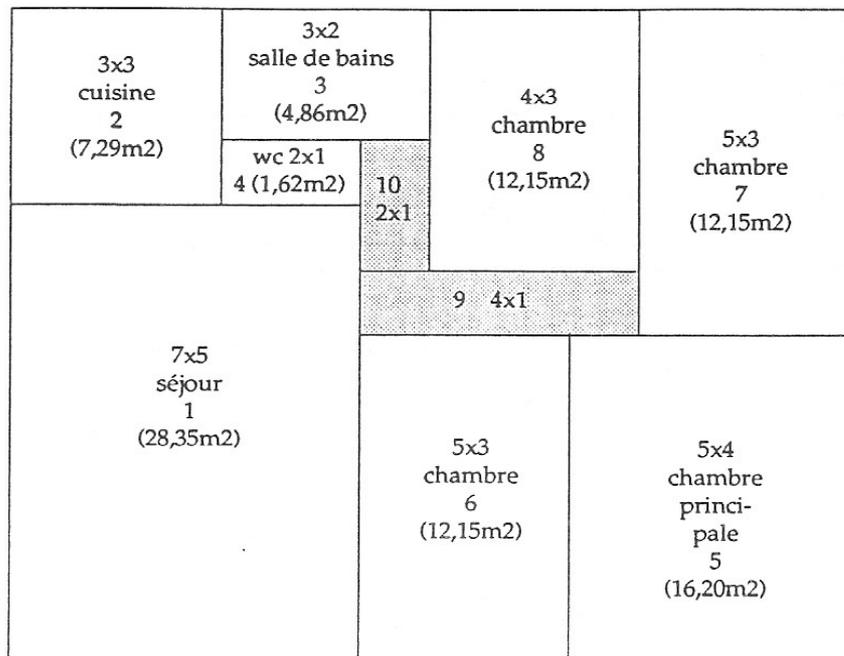
- disconnected (DC)
- externally connected (EC)
- equal (EQ)
- partially overlapping (PO)
- tangential proper part (TPP)
- tangential proper part inverse (TPPi)
- non-tangential proper part (NTPP)
- non-tangential proper part inverse (NTPPi)

4. L'Architecture

De la Conception Topologique à la Conception Géométrique



90 cm
 ┌───┐
 │ │
 └───┘
 module



Programmation par objets et par contraintes

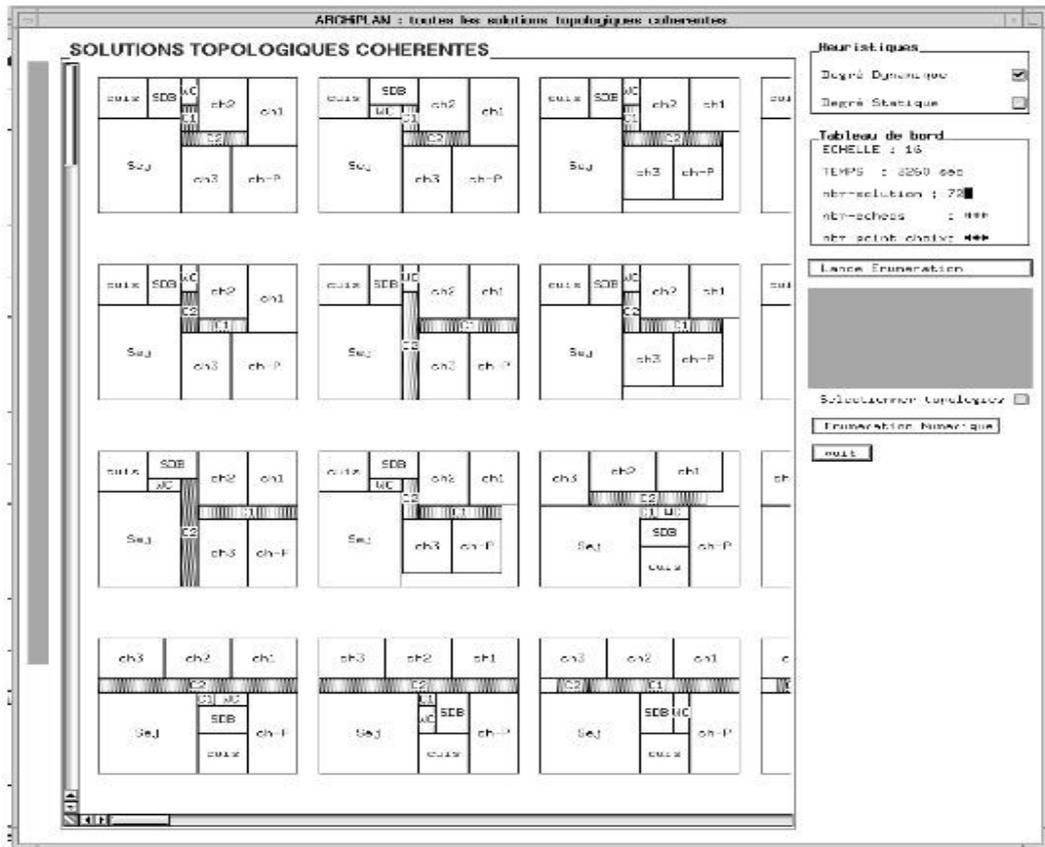


Figure 13 Some topological solutions among the 72 possible solutions for the Maculet problem.

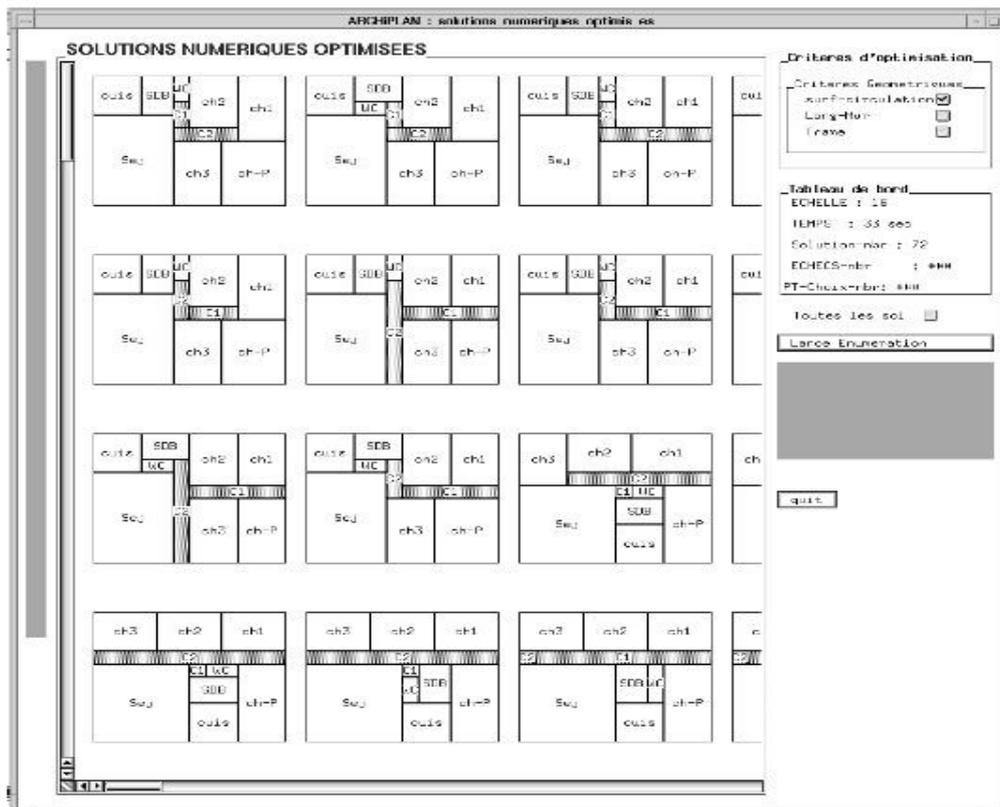


Figure 14 Some geometrical solutions among the 72 possible solutions for the corridor surface area minimisation criterion.

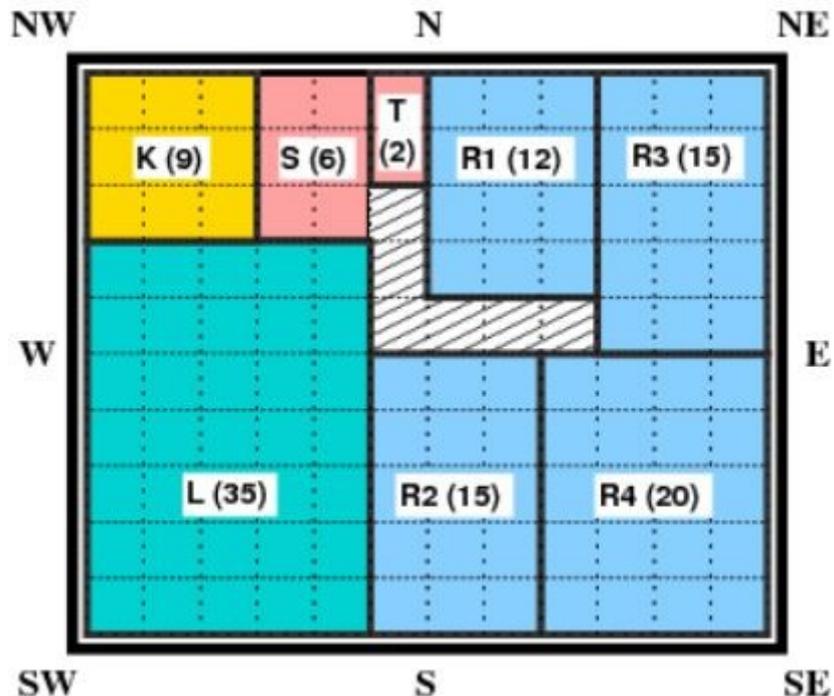
N. Beldiceanu, M. Carlsson, J.-X. Rampon « Global Constraint Catalog »

Technical report T2005-08 Swedish Institute of Computer Science 2005

Floor planning problem

in order to allocate as much surface as possible to the rooms, one wants sometimes to minimise the total circulation area between the different rooms.

Figure A solution to Maculett floor planning problem which minimises the total area of the corridors



In order to illustrate these constraints we now consider an example of floor planning problem taken from R. Maculec PhD thesis [Maculec91] involving 11 spaces.

Constraints on the dimensions of these space are:

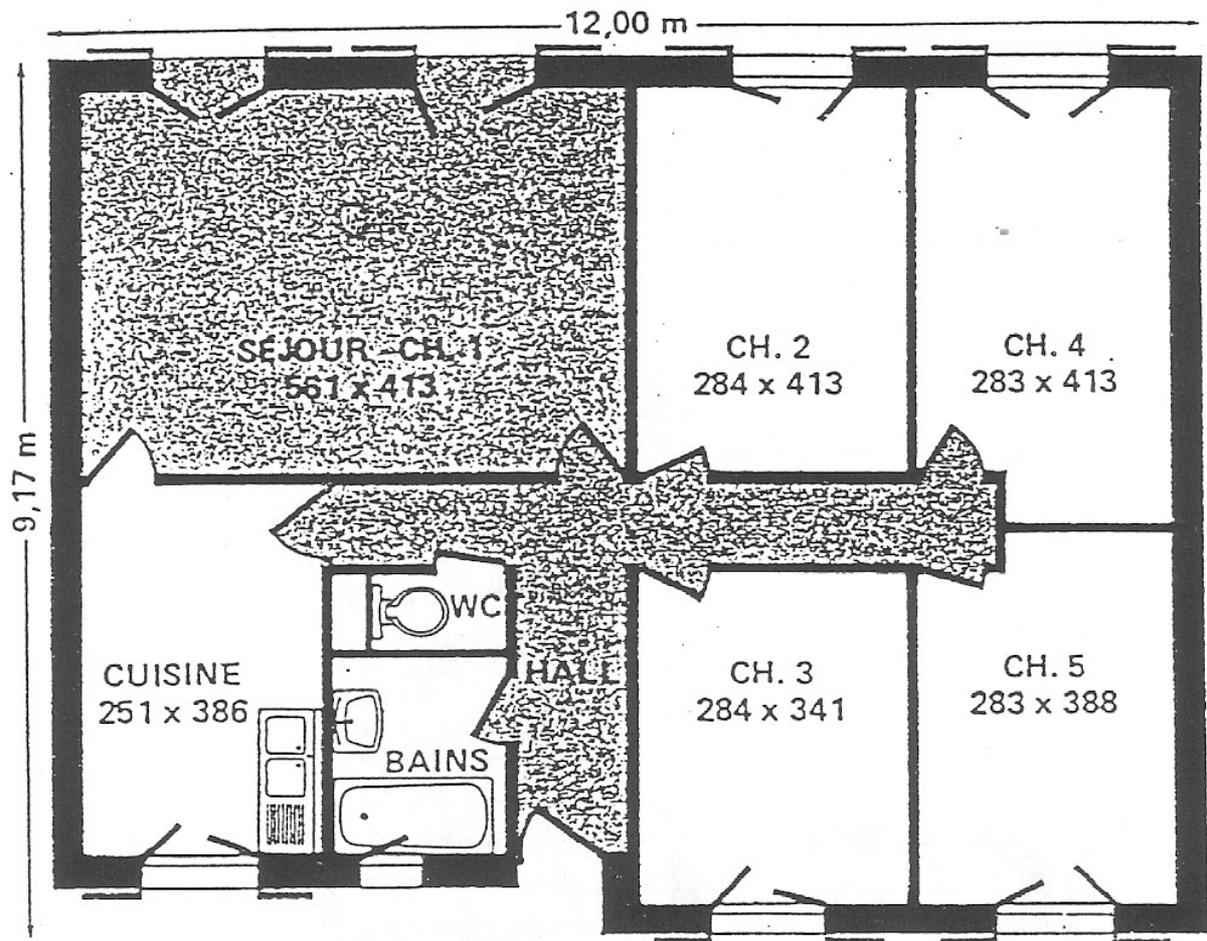
- The *floor* where to place everything has a size of 12 by 10 meters.
- The *living* has a surface between 33 and 42 square meters and a minimum size of 4 by 4.
- The *kitchen* has a surface between 9 and 15 square meters and a minimum size of 3 by 3.
- The *shower* has a surface between 6 and 9 square meters and a minimum size of 2 by 2.
- The *toilet* has a surface between 1 and 2 square meters and a minimum size of 1 by 1.
- The *first and second parts of the corridor* have both a surface between 1 and 12 square meters and a minimum size of 1 by 1.
- The *first, second and third rooms* have all a surface between 11 and 15 square meters and a minimum size of 3 by 3.
- The *fourth room* has a surface between 15 and 20 square meters and a minimum size of 3 by 3.

Topological constraints between spaces are:

- The *living* is located on the south -west contour. The *kitchen*, the *first, second and third rooms* are either located on the south or on the north contour. The *fourth room* is on the south contour.
- All spaces, except the *kitchen*, are adjacent to one of the *corridors* with at least 1 meter of full contact.
- The *kitchen* is adjacent to the *living* and to the *shower*.
- The *toilet* is adjacent to the *kitchen* or to the *shower*.
- The *first and the second parts of the corridor* are adjacent and fully in contact.

Finally no wasted space is permitted. Figure [3.7.21](#) presents a solution to the corresponding floor planning problem that minimises the area of the two corridors.

Exemple d'un projet d'une maison individuelle standard.



BIBLIOGRAPHIE

MACULET Robert, DANIEL Marc "Conception, modélisation géométrique et contraintes en CAO : Une synthèse", in: Revue d'Intelligence Artificielle, vol. 18, n° 5-6, pp. 619-645, 2004 (article sur maculet.org)

MACULET Robert, « De la conception topologique à la conception géométrique », dans les Actes de 01 Design'92, 25-27 janvier 1992.(article sur maculet.org)

MACULET Robert, « Intelligence Artificielle et Conception Assistée par Ordinateur en Architecture. Représentation des connaissances spatiales et raisonnement spatial avec contraintes », Thèse, Université de Paris 6, 9 décembre 1991

CHARMAN P. « Gestion des contraintes géométriques pour l'aide à l'aménagement spatial », Thèse de doctorat, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, 1995.

MEDJDOUB B. « Methode de conception fonctionnelle en architecture: une approche CAO basee sur les contraintes: ARCHiPLAN, PhD »
Thèse de doctorat, Ecole Centrale Paris, Mai 1996.