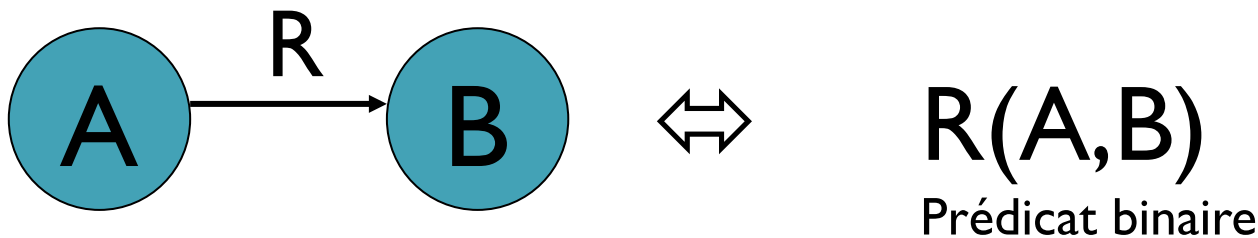


Les réseaux sémantiques (Argumentation Intelligence Artificielle)

- Difficultés de la représentation à base de modèle logique
 - Système décidable $\Leftrightarrow$ logique des propositions, mais ... temps de décision exponentiels !
 - Autres logiques $\Leftrightarrow$ plus expressives, mais semi-décidables, voire indécidables !
- Comment rendre les inférences efficaces ?
 - Restreindre la logique
 - Abandonner l'exigence de complétude !
- Rendre + facile la « lecture » de la représentation ?

Définition 1A

- Un réseau sémantique est un graphe orienté et étiqueté (un multi-graphe en fait car rien n'empêche deux nœuds d'être reliés par plusieurs arcs).
- Une « sémantique » (au sens de la logique) est associée par le biais des relations.
- Réseau = conjonction de formules logiques associées à chacun des arcs



Sémantique de quelques relations

« privilégiées »

- Appartenance d'individus à une classe d'individus AKO (A kind of) $\Leftrightarrow$ appartenance
 - $B(A)$ /* A appartient à la classe B */
- Relation de spécialisation (IsA). $\Leftrightarrow$ sorte_de
 - $B(A)$ /* A est une classe sorte_de classe B */

Nécessité de différencier les concepts individus (appartenance) des concepts classe (sorte_de) !



Réseau sémantique (Argumentation Sciences Cognitives)

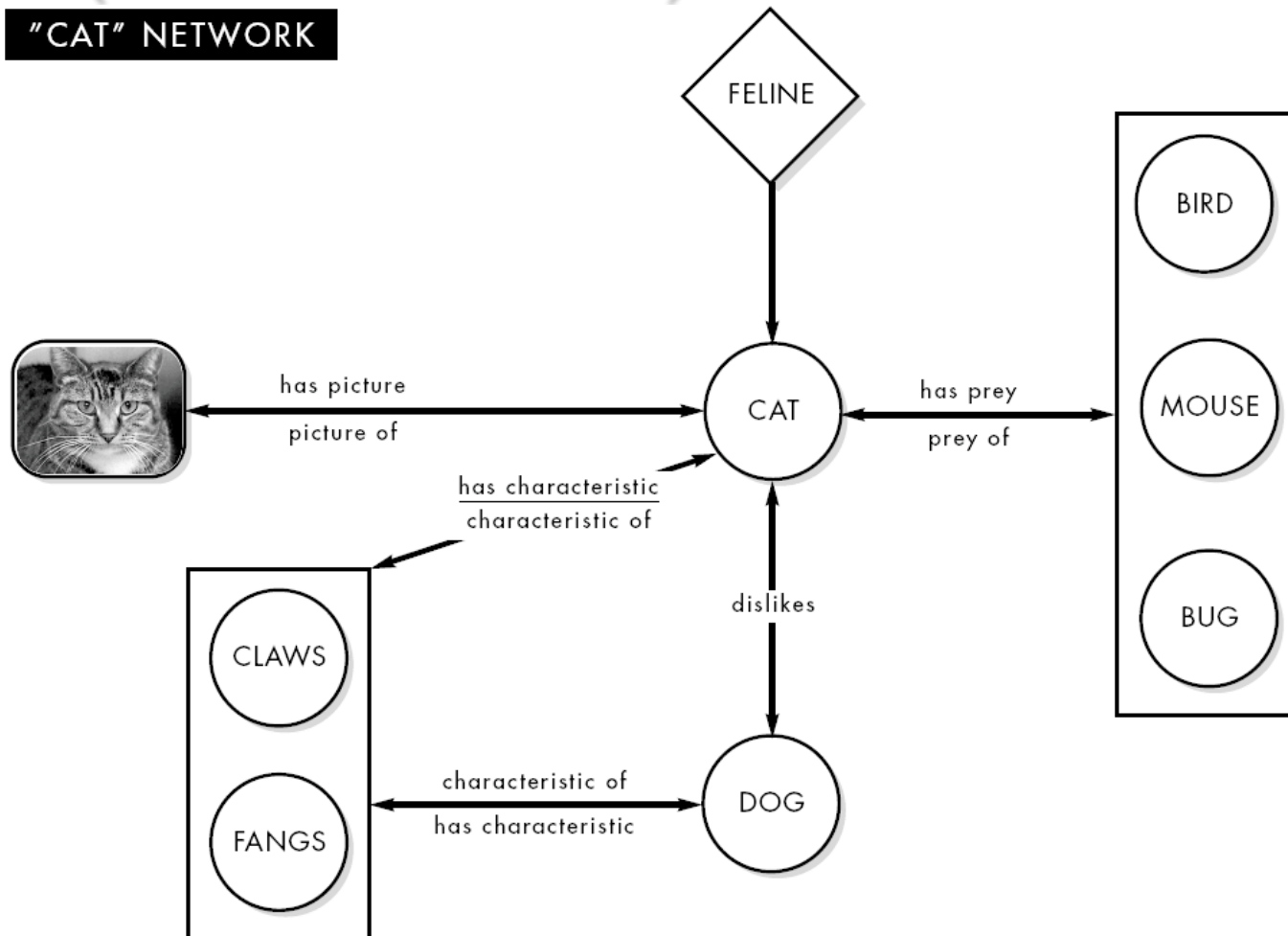
- Les représentations (humaines) de la connaissance formelle sur des informations factuelles, « dénotées » peuvent se modéliser avec 4 types d'entités
 - Des **concepts** (noms ou propositions nominales)
 - Des **relations** étiquetées entre concepts (verbes ou propositions verbales)
 - Des « modificateurs » (ou marqueurs) qui sont attachés aux concepts ou aux relations (pour restreindre ou clarifier leur portée)
 - Des combinaisons de Concept -> Relation -> Concept avec des modificateurs optionnels sont des **instances** de mise en relation
- L'ensemble forme de « larges réseaux d'idées » appelés « réseaux sémantiques »

Réseau sémantique / phrases ?

- Le chat est un félin
- Le chat a pour proies la souris, l'oiseau, l'insecte
- Le chat n'aime pas le chien
- Le chat est représenté par son image par « id_photo »
- Le chat a des griffes

Exemple de réseau sémantique (dénotationnel)

"CAT" NETWORK





Exercice

- Décrivez un réseau sémantique représentant un étudiant/enseignant du master recherche
 1. Pour une tâche d'évaluation au sein du Master (évaluation de l'étudiant)
 2. Pour une tâche d'évaluation au sein du Master (évaluation de l'enseignant)
- Tentez de donner une sémantique aux relations proposées



Réseau sémantique - exploitation

- Si on considère un réseau sémantique comme une conjonction de formules logiques, alors mêmes méthodes que pour un modèle logique
- Si on considère un réseau sémantique comme un graphe, alors on peut utiliser les techniques de propagation de marqueurs

Réseau Sémantique

Propagation de marqueurs

- L'idée est que toutes les unités d'un réseau (arcs et nœuds) possèdent un processeur et une mémoire locales.
- Pour répondre à une question du genre « A est-elle nécessairement une instance de B? »
 - On place un marqueur MI sur A
 - Tant que (le réseau continue à évoluer)
 - Tout lien AKO ayant un marqueur MI à son origine propage ce marqueur à son extrémité
 - Si le nœud B est marqué par MI, répondre « toute instance de A est nécessairement une instance de B »
 - Très bonne adéquation au parallélisme ; bonne expressivité en ajoutant des liens « rôles » ; ajout de liens « de négation » ; ajout de liens « exception »
 - Si on propage des valeurs à la place des marqueurs, on se rapproche sensiblement des réseaux connexionnistes !
Mécanismes d'inhibition ; activation sélective de nœuds...



Graphes conceptuels : notions fondamentales

- Sowa-84 : « Conceptual graphs form a knowledge representation language based on linguistics, psychology, and philosophy ».
 - Au niveau conceptuel, c'est donc un langage de communication pour différents spécialistes impliqués dans une tâche cognitive commune.
 - Au niveau de son implantation informatique, ce peut être un outil de représentation commun pour les différentes parties d'un système complexe.

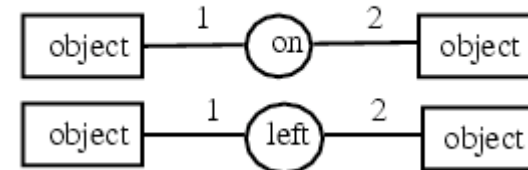
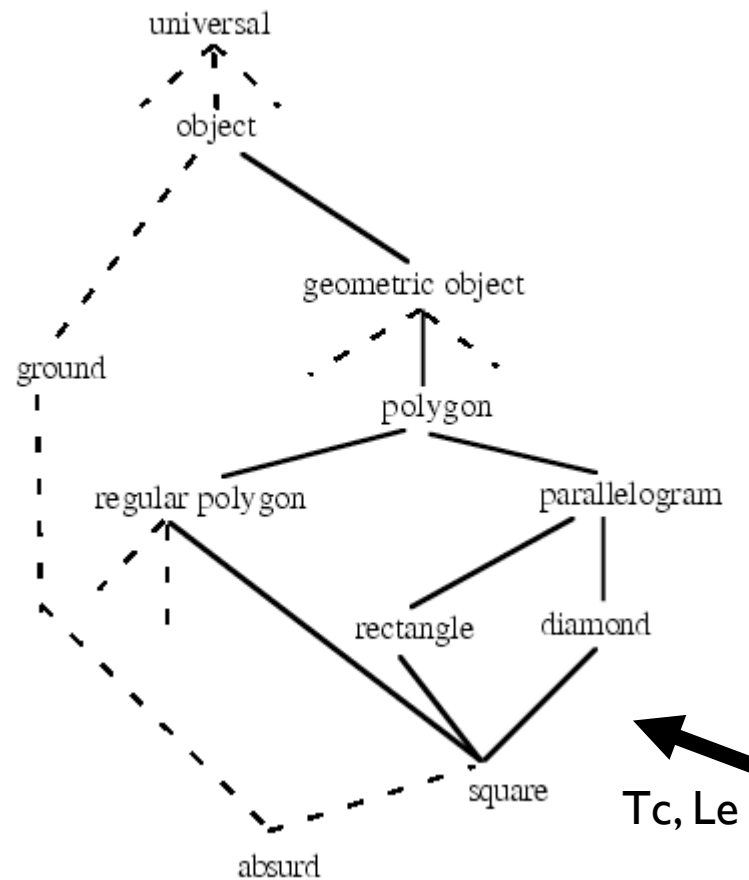
S-graph / Support

- Un graphe conceptuel est constitué de deux types de nœuds : les nœuds relations et les nœuds concepts.
- Les concepts représentent des entités, des attributs, des états et des événements, et
- Les relations montrent comment les concepts sont interconnectés.
- Certains concepts sommets sont dits « individuels » $\Leftrightarrow$ ont trait à des entités particulières
- Certains concepts sommets sont dits « génériques » et représentent des concepts non spécifiés d'un type donné.

S-Graph / Le graphe conforme à un support.

- Un graphe conceptuel est relatif à un « support », qui définit des contraintes syntaxiques permettant décrire un domaine d'application.
 - Cette notion de support regroupe:
 - Un ensemble de « types de concepts », structurés en treillis, représentant une hiérarchie « sorte-de » acceptant l'héritage multiple.
 - Un ensemble de « types de relations »
 - Un ensemble de « graphes étoiles », appelés « bases », montrant pour chaque relation quels types de concepts elle peut connecter (signature de relation).
 - Un ensemble de « marqueurs » pour les « sommets concepts »: un marqueur « générique » et un marqueur « individuel »
 - Une relation de conformité, qui définit les contraintes d'association entre un type de concept et un marqueur (si le type « t » est associé au marqueur « m » $\Leftrightarrow$ Il existe un individu m qui « est_un » t.

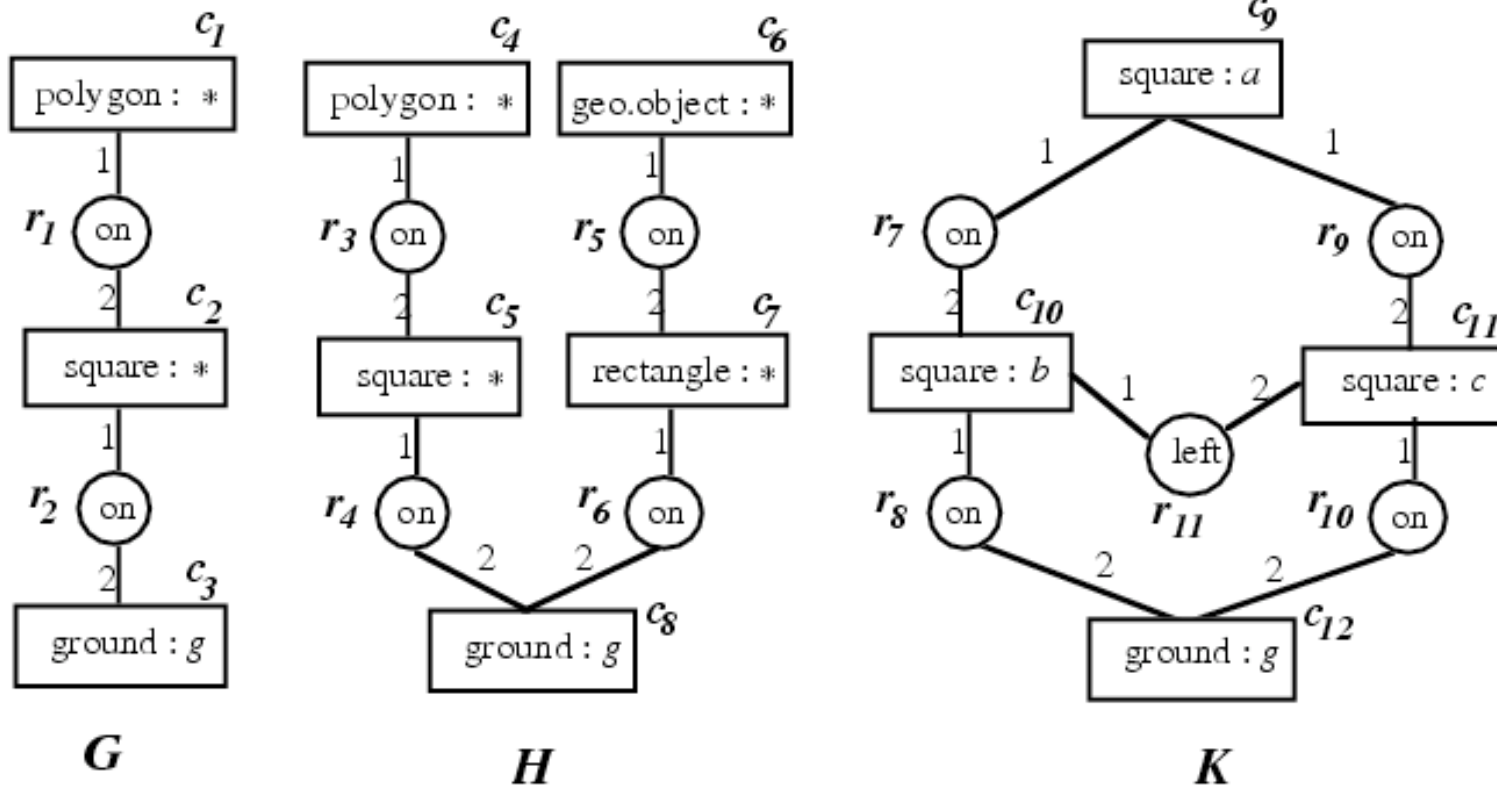
Support : exemple.



B, Base des relations (graphes étoile)

Tc, Le treillis des concepts

Les S-graphes conformes au support S



Projection et morphisme de S-Graphes

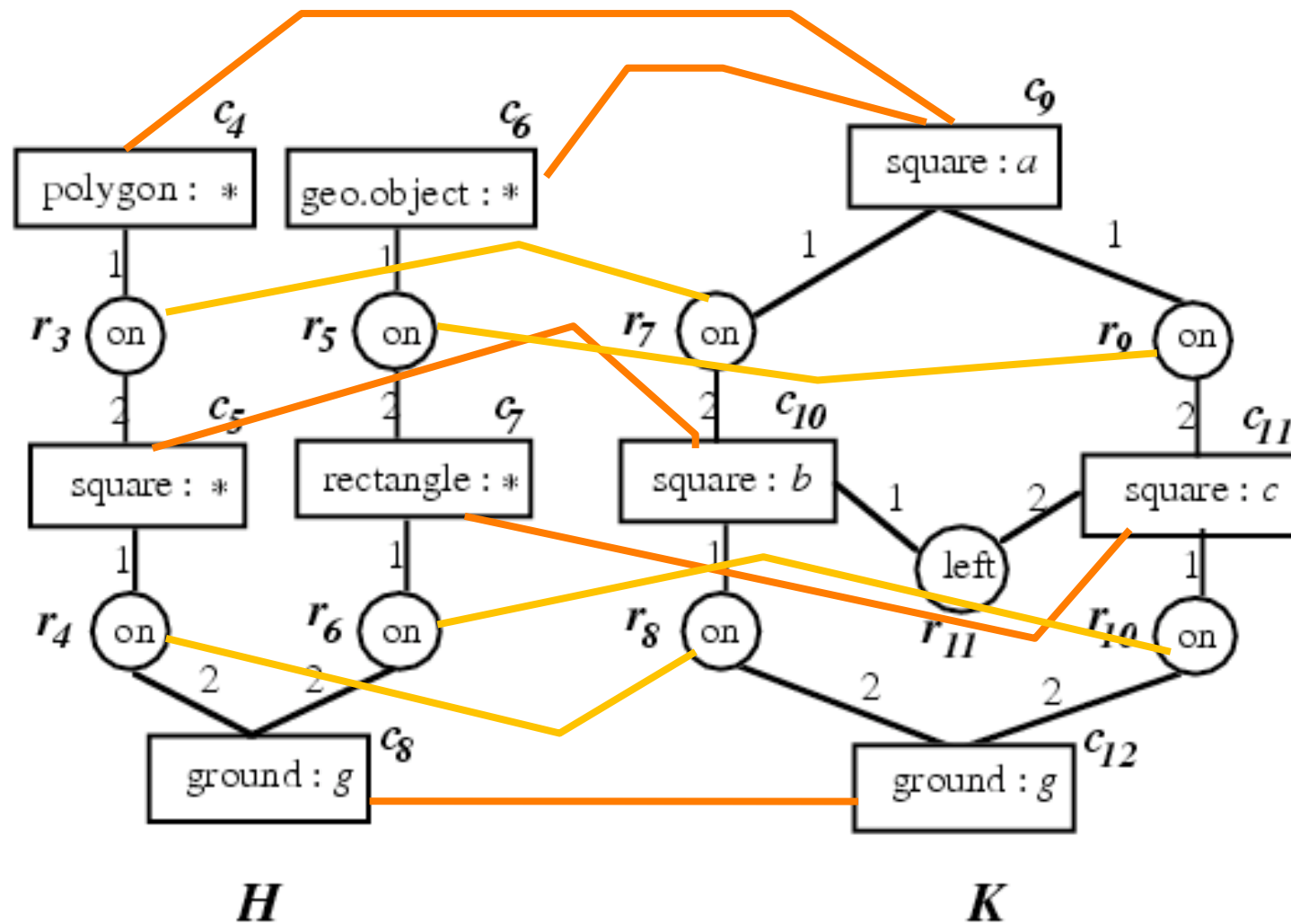
- La projection d'un S-Graphe G sur un S-Graphe G' est une liste ordonnée de « mise-en-correspondance » g de C sur C' (concepts) et f de R sur R' (relations) qui préserve les étiquettes des sommets « r » et peut restreindre les étiquettes des sommets « c ». Restreindre une étiquette d'un sommet « c » revient à restreindre le type de « c » et/ou (si « c » est générique), positionner un marqueur individuel à la place d'un marqueur générique (satisfaisant la conformité de type). Autrement « dit » :

A **projection** from an S-graph $G = (R, C, U, lab)$ to an S-graph $G' = (R', C', U', lab')$ is an ordered pair (f, g) of mappings, f from R to R' , and g from C to C' , such that:

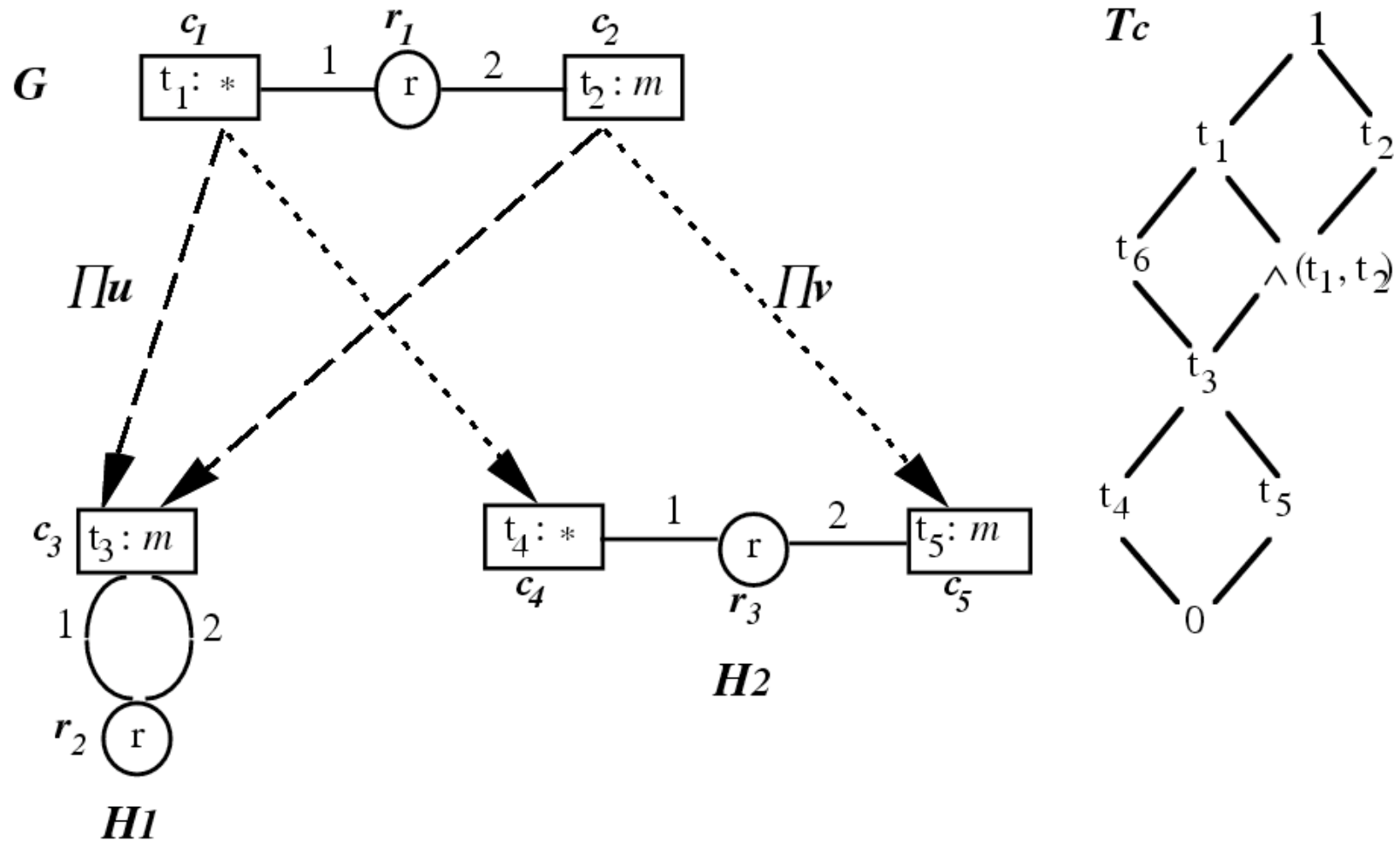
- (i) $\forall r \in R$ and $\forall i \in \{1, \dots, degree(r)\}$, $G_i(r) = c$ implies $g(c) = G'_i(f(r))$,¹
- (ii) $\forall r \in R$ $lab'(f(r)) = lab(r)$,
- (iii) $\forall c \in C$ $lab'(g(c)) \leq lab(c)$.

$R = \{\text{sommets relations } r\}$, $C = \{\text{sommets concepts } c\}$, $U = \{\text{arcs}\}$, $lab = \{\text{étiquettes}\}$.

Projection : exemple



Isomorphisme de S-graphe (iso-projection)



Opérations de spécialisation

- Règles de spécialisation
 - Suppression des sommets-r « jumeaux » (simplification). // 2 relations de même type et ayant les mêmes voisins.
 - Restriction élémentaire (restriction) : il s'agit de remplacer une étiquette « e » d'un sommet-c par une autre étiquette « e' » telle que $e' \leq e$ et e' conforme au type.
 - Fusion élémentaire : deux sommets-c « c » et « c' » de même étiquette et appartenant à 2 s-graphes sont fusionnés pour donner un nouveau s-graphe.
- G est une spécialisation de H si H appartient à une séquence de spécialisation arrivant à G.
 - La relation de spécialisation s'écrit : $\leq$

Opérations de généralisation = inverses de la spécialisation

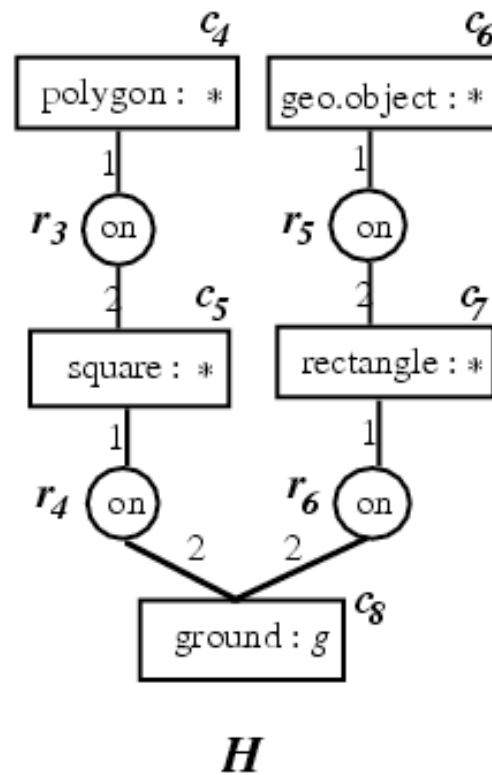
- Règles de généralisation
 - Addition de sommets-r « jumeaux »
 - Extension élémentaire (restriction) : il s'agit de remplacer une étiquette « e » d'un sommet-c par une autre étiquette « e' » de plus haut niveau (pour tout arc r-c avec le label i, $\text{type}(c) \leq \text{type}$ du ième voisin du sommet-r du graphe étoile $B_{\text{type}(r)}$)
 - Eclatement élémentaire : duplication d'un sommet-c, en deux sommets c1 et c2, avec des étiquettes identiques, et l'ensemble des arcs adjacents à ces nouveaux sommets est une bi-partition de l'ensemble des arcs adjacents à c.
- G est une spécialisation de H si H appartient à une séquence de généralisation arrivant à G.
 - La relation de généralisation s'écrit : >

Quelques propriétés

- S'il existe une projection de H sur G , alors $G \leq H$
- Si $G \leq H$ alors, à toute séquence de spécialisation de H en G , on peut associer une projection de G sur G .
- $G \leq H$ si et seulement si il existe une projection de H sur G .
- La relation de spécialisation $\leq$ est un préordre (la propriété d'antisymétrie n'est pas satisfaite).
- Si $G \leq H$ et $H \leq G$ alors H et G sont équivalents : $H \equiv G$.

Interprétation logique

$\exists x \exists y \exists z \exists t \text{ polygon}(x) \wedge \text{square}(y) \wedge \text{geo.object}(z) \wedge \text{rectangle}(t) \wedge \text{on}(x, y) \wedge \text{on}(y, g) \wedge \text{on}(z, t) \wedge \text{on}(t, g)$



Complexité de la projection

- Le problème de la projection est NP-Complet
 - Le problème de la recherche de sous-graphe (projection injective) est NP-Complet
 - Le problème de l'isoprojection est NP-Complet (même si on a un ordre total sur les étiquettes des sommets-c!).
 - Le problème de l'équivalence est NP-Complet.
 - => on peut facilement vérifier qu'un graphe est une projection d'un autre graphe (par exemple), mais le temps pour établir les projections possibles d'un graphe est exponentiel à sa dimension...
- (NP = Non-déterministe Polynomial)