



TP-ONTOLOGIE ET PROCESSUS ASSOCIÉS

Encadré par : Mr. KABBAJ Adil

Introduction

L'ontologie est une représentation explicite et formelle de la connaissance d'un domaine, permettant à un système intelligent de structurer, manipuler et inférer des faits à partir de concepts. Dans ce travail pratique, nous avons choisi de modéliser une ontologie dans le domaine de la **santé**, en particulier le fonctionnement d'un environnement hospitalier. Nous utilisons la plateforme **Amine Platform** pour construire cette ontologie, y intégrer des règles logiques, manipuler des graphes conceptuels, et démontrer son usage à travers des processus d'inférence automatique.

Choix du domaine et justification

le domaine de la **santé et de l'hôpital** a été retenu pour ce TP en raison de sa richesse conceptuelle, de sa structure hiérarchique naturelle, et de la complexité logique des relations médicales.

En effet, ce domaine comprend :

- Des entités bien définies : patients, médecins, maladies, symptômes, traitements, services hospitaliers, etc.
- Des processus logiques : diagnostic, prescription, consultation, hospitalisation.
- Des règles naturelles : si un patient présente certains symptômes, on peut inférer une maladie ; un médecin peut prescrire un traitement, etc.

Ces caractéristiques en font un terrain idéal pour construire une ontologie permettant de simuler un raisonnement médical simple et structuré.

1 Construction de l'ontologie

1.1 Définition des concepts (hiérarchie / taxonomie)

La première étape de la modélisation consiste à identifier et organiser les concepts fondamentaux du domaine médical. Nous avons structuré ces concepts sous forme d'une taxonomie hiérarchique, facilitant la spécialisation et la réutilisation des relations.

1.1.1 Hiérarchie des entités :

- **Personne**
 - Patient
 - Médecin
- **Problème de santé**
 - Symptôme
 - Maladie
- **Action médicale**
 - Consultation
 - Diagnostic
 - Traitement
- **Structure hospitalière**
 - Service
 - RendezVous

Cette taxonomie permet de modéliser les principales entités manipulées dans un système hospitalier et d'organiser leur interaction logique via des relations conceptuelles et des règles d'inférence.

1.2 Définition des relations conceptuelles (canons)

Les relations décrivent les liens sémantiques entre les concepts définis précédemment. Elles permettent d'exprimer les interactions typiques dans un environnement hospitalier.

Relation	Description
souffreDe(Patient, Maladie)	Le patient est atteint d'une maladie.
aSymptôme(Patient, Symptôme)	Le patient présente un symptôme donné.
soigne(Médecin, Patient)	Le médecin soigne un patient.
prescrit(Médecin, Traitement)	Le médecin prescrit un traitement.
traite(Maladie, Traitement)	Une maladie est traitée par un traitement spécifique.
appartientA(Médecin, Service)	Le médecin appartient à un service hospitalier.
aRendezVous(Patient, Médecin)	Le patient a un rendez-vous avec un médecin.
apourTraitement(Patient, Traitement)	Le patient a un traitement t.

TABLE 1.1 – Relations définies dans l'ontologie médicale

Voici le schéma final :

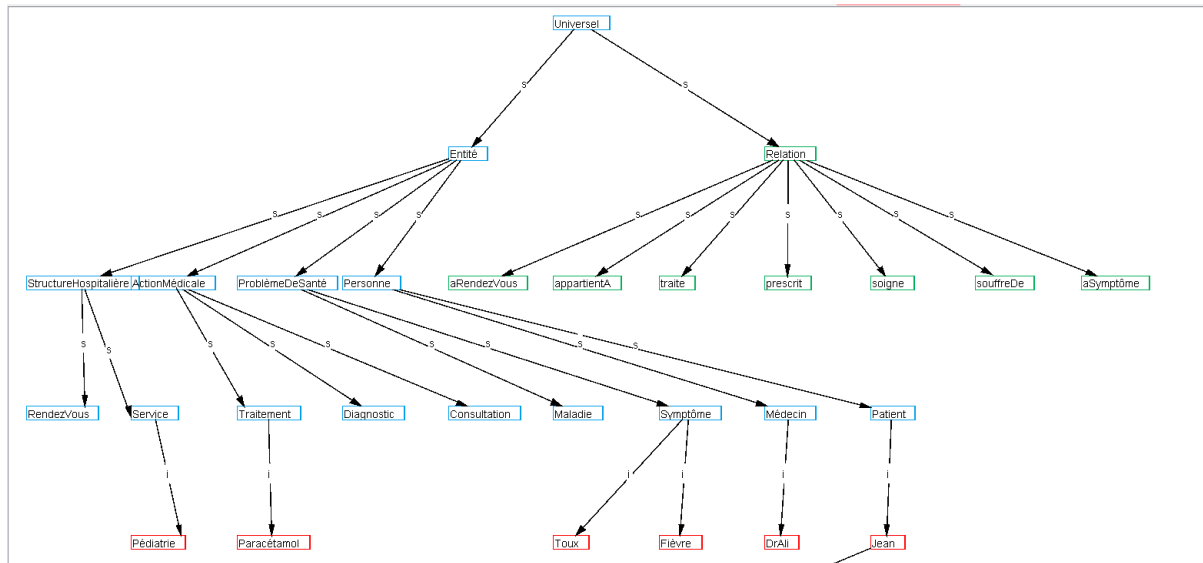


FIGURE 1.1 – Zoom sur Draw View

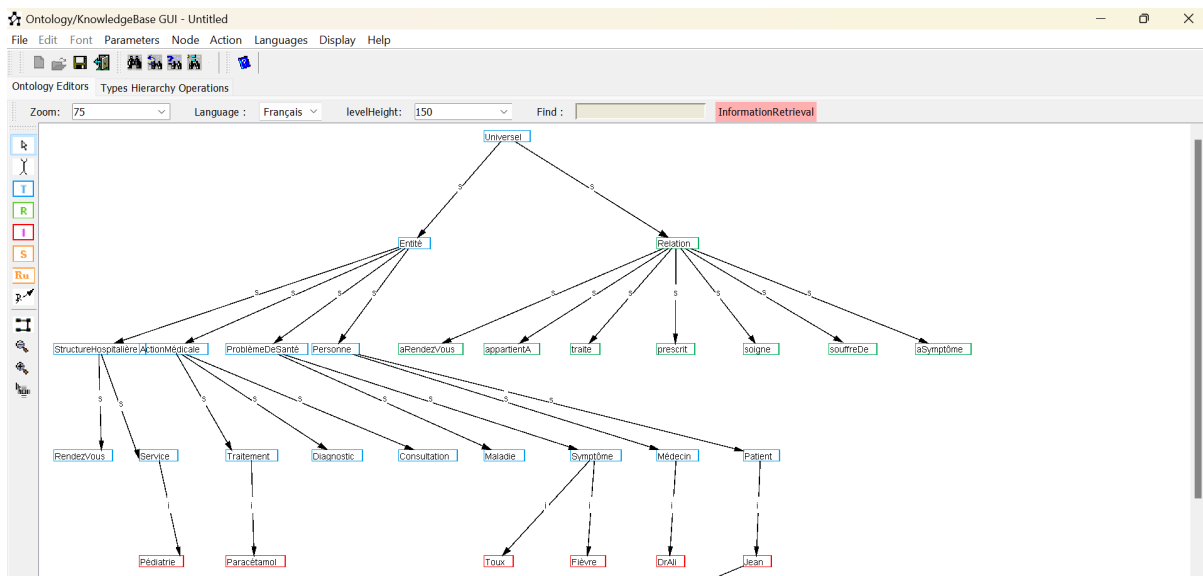


FIGURE 1.2 – Draw View

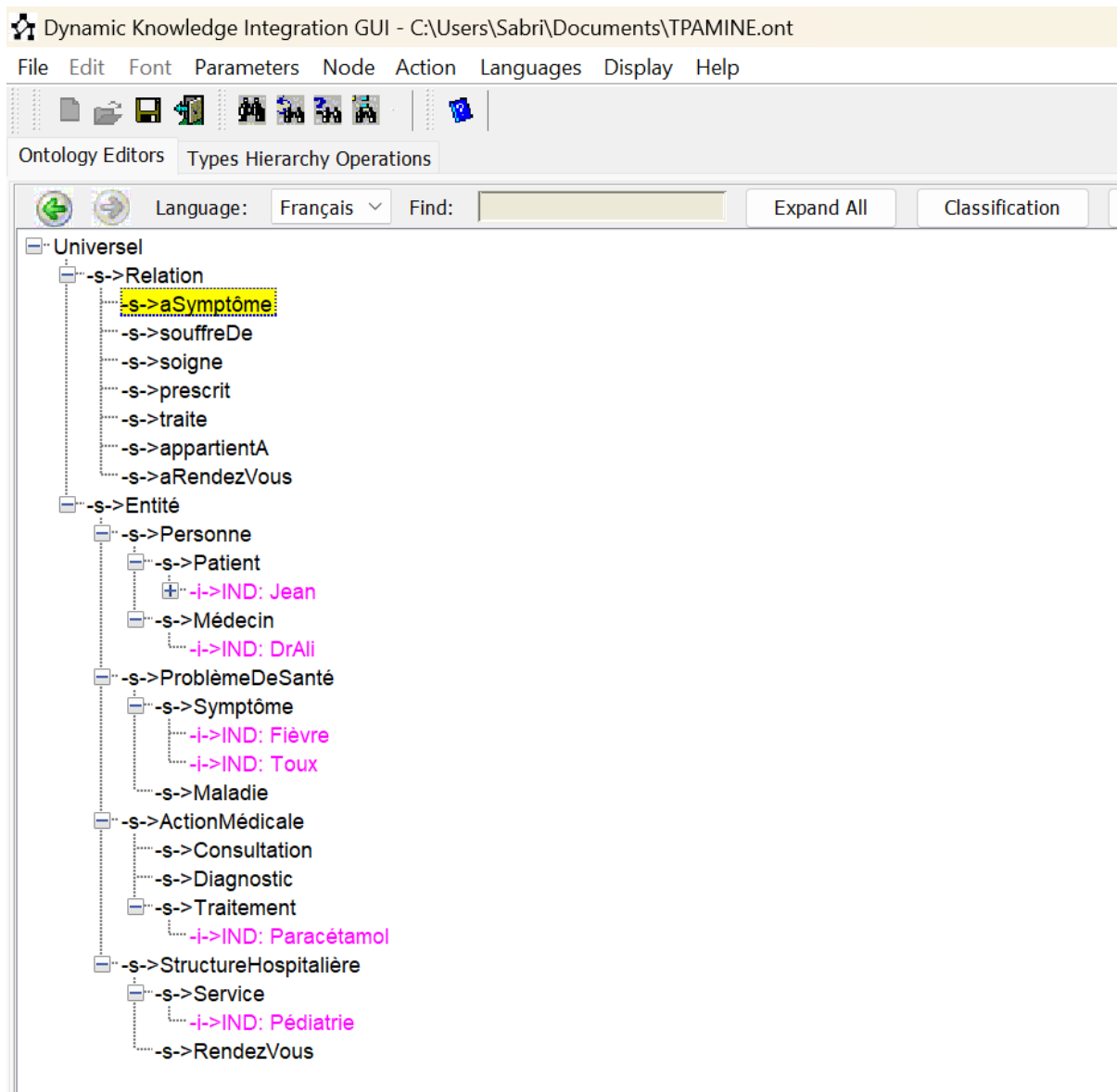


FIGURE 1.3 – Tree view

1.3 Définitions formelles, et règles générales

Afin de renforcer la cohérence et la précision sémantique de l'ontologie médicale, nous avons intégré des règles générales exprimant des raisonnements réutilisables.

Règles d'inférence

L'ontologie intègre des règles logiques permettant d'automatiser le raisonnement médical. Ces règles sont définies à partir des relations précédentes et s'expriment sous forme conditionnelle. Chaque règle suit une structure logique de la forme :

IF (Antécédent)

THEN (Conséquence)

3.1 Règle : Orientation vers un service

Si un médecin appartient à un service donné, **Alors** tout patient qu'il soigne est orienté vers ce service.

Forme conceptuelle :

soigne(M, P)

appartientA(M, S)

\Rightarrow orientéVers(P, S)

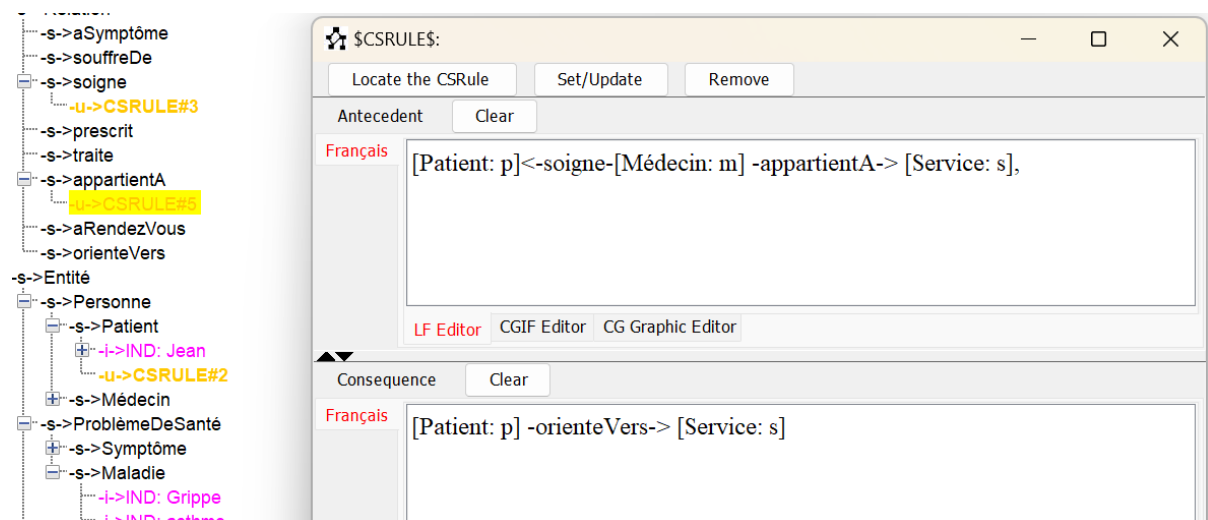


FIGURE 1.4 – Orientation vers un service

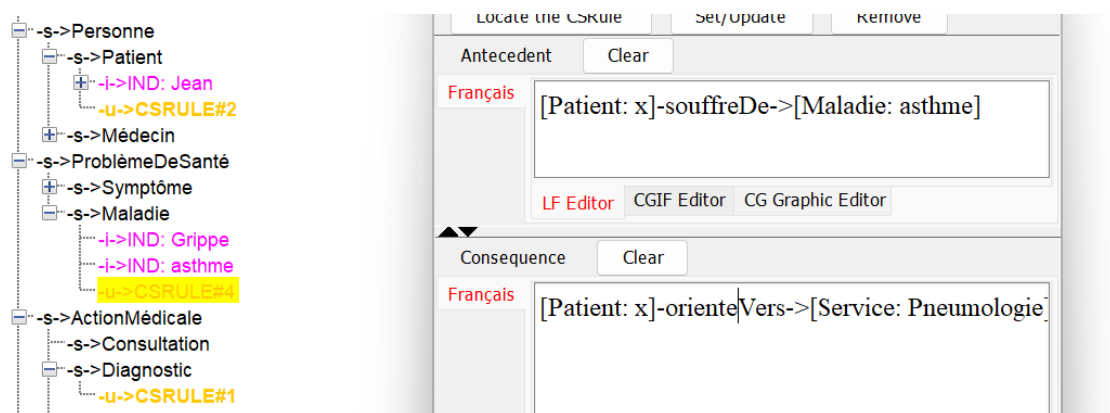


FIGURE 1.5 – Orientation

Par exemple, une règle de diagnostic fondée sur l'observation de symptômes :

3..2 Règle : Diagnostic automatique

[Patient:X] - aSymptôme -> [Symptôme:Fièvre]

[Patient:X] - aSymptôme -> [Symptôme:Toux]

[Patient:X] - souffreDe -> [Maladie:Grippe]

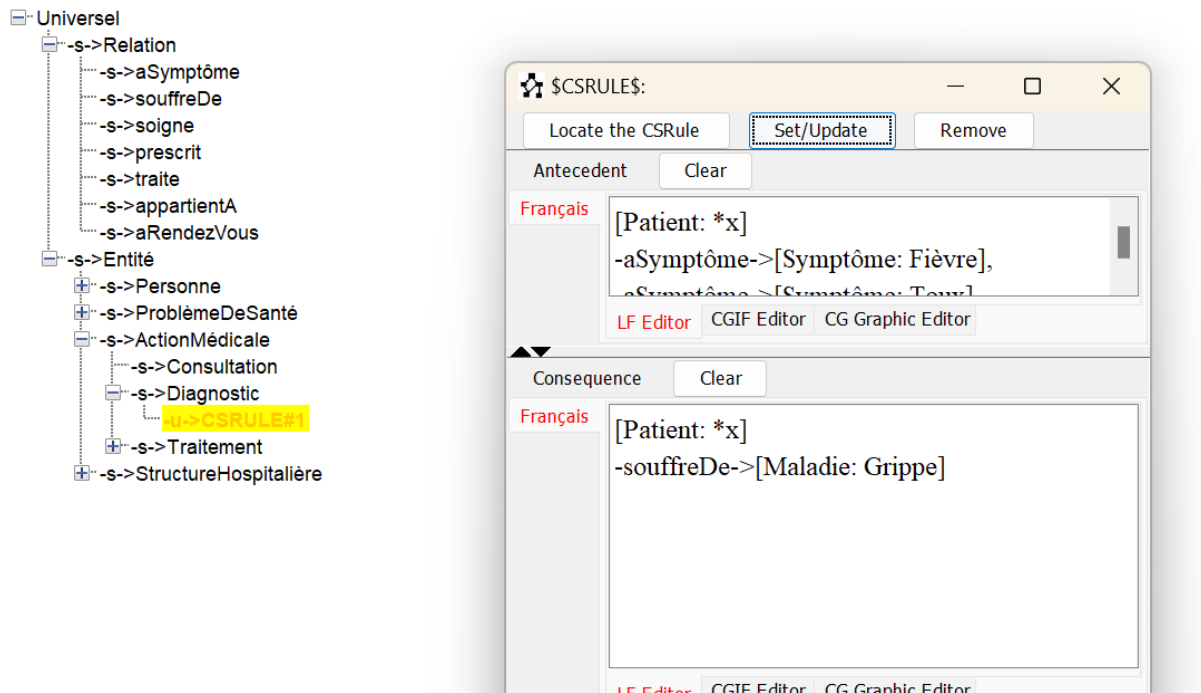


FIGURE 1.6 – diagnostic automatique

3..3 Règle : prescription automatique

Ou encore une règle de prescription automatique :

Si un patient souffre d'une maladie M et que cette maladie est traitée par un traitement T, **Alors** le médecin peut prescrire le traitement T au patient.

Forme conceptuelle :

souffreDe(X, M)

traite(M, T)

\Rightarrow prescrit(Médecin, T)

[Patient:X] - souffreDe -> [Maladie:Y]

[Traitement:T] - traite -> [Maladie :Y]

[Médecin:M] - prescrit -> [Traitement:T]



FIGURE 1.7 – prescription automatique

Après généralisation de cette règle , nous avons implémenté la règle suivante qui s'applique sur toutes les maladies d auxquelles correspond un traitement donné t ;

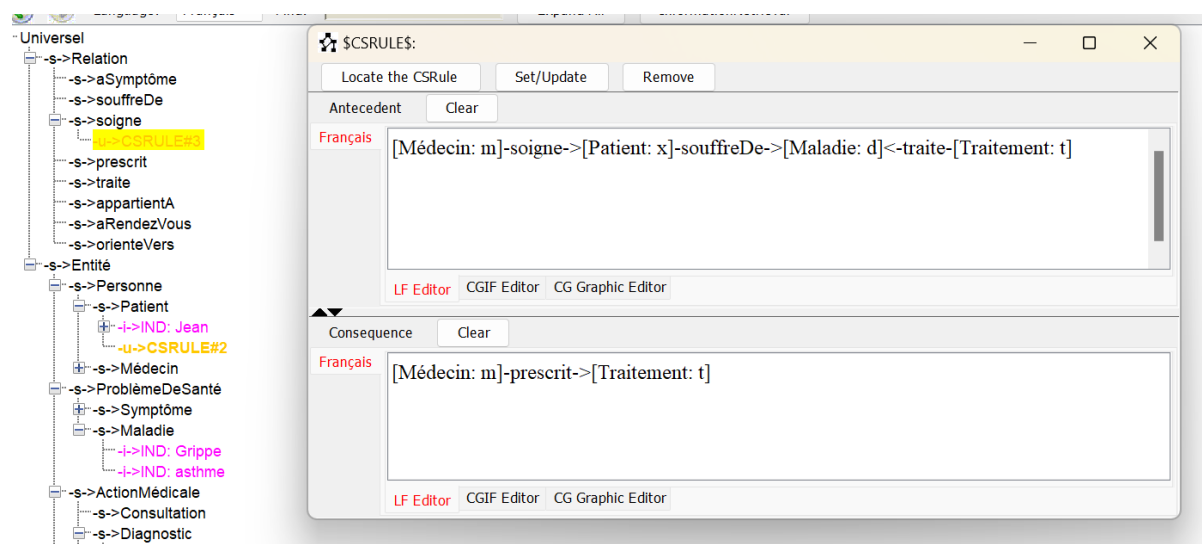


FIGURE 1.8 – règle plus générale de prescription automatique

3.4 Règle : Prescription de Ventoline

La règle suivante permet de modéliser qu'un patient souffrant d'asthme se voit prescrire un traitement spécifique, en l'occurrence la Ventoline.

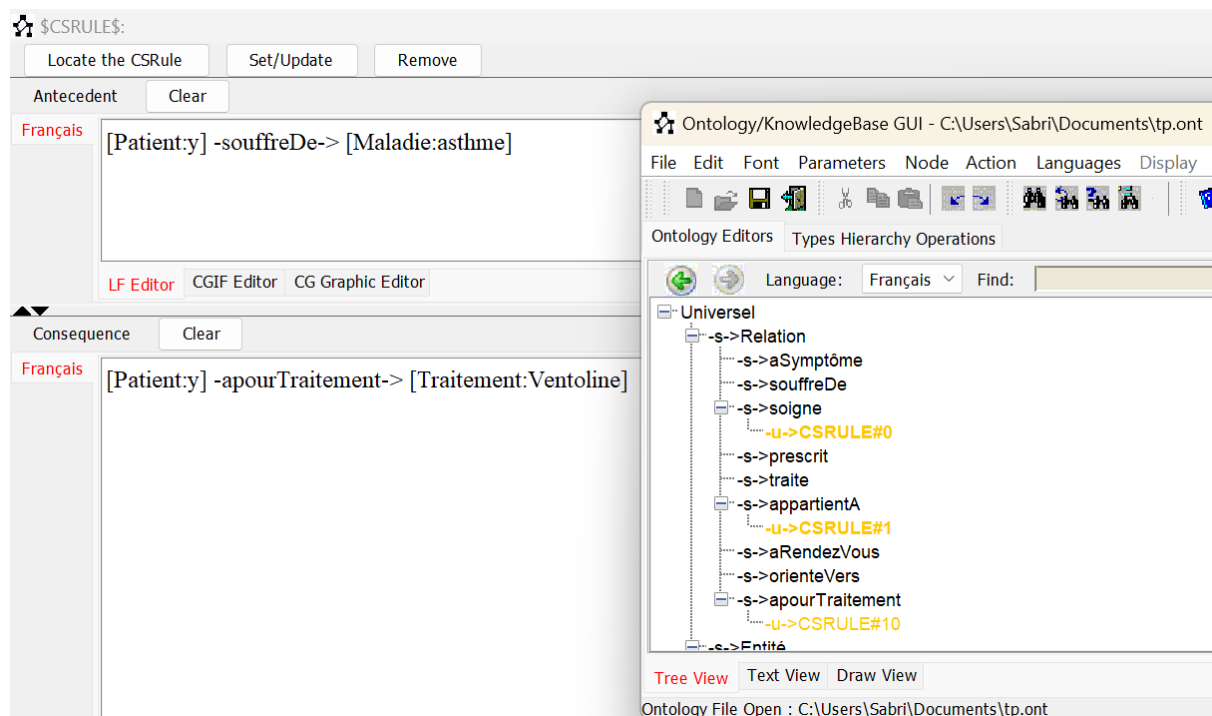


FIGURE 1.9 – Règle de prescription de Ventoline

Règle en Linear Form (LF) :

IF

[Patient:y] -souffreDe-> [Maladie:asthme]

THEN

[Patient:y] -aPourTraitement-> [Traitement:Ventoline]

Ces règles sont implémentées dans Amine Platform pour générer automatiquement de nouveaux faits à partir de situations médicales concrètes. Ces éléments formalisent les contraintes implicites du domaine médical et améliorent la capacité de l'ontologie à simuler un raisonnement logique automatisé.

1.4 Individus (instances)

Afin d'illustrer le fonctionnement de l'ontologie, nous avons défini des *individus* représentant des entités concrètes qui sont des concepts hiérarchiques dans une situation médicale simulée.

- Jean : un patient
- Marie : une patiente
- DrAli : un médecin

- Grippe : une maladie
- asthme : une maladie
- Fièvre, Toux : des symptômes
- Paracétamol : un traitement
- Ventoline : un traitement
- Antibiotique : un traitement
- SiropAntitussif : un traitement
- Pédiatrie : un service hospitalier
- pneumologie : un service hospitalier

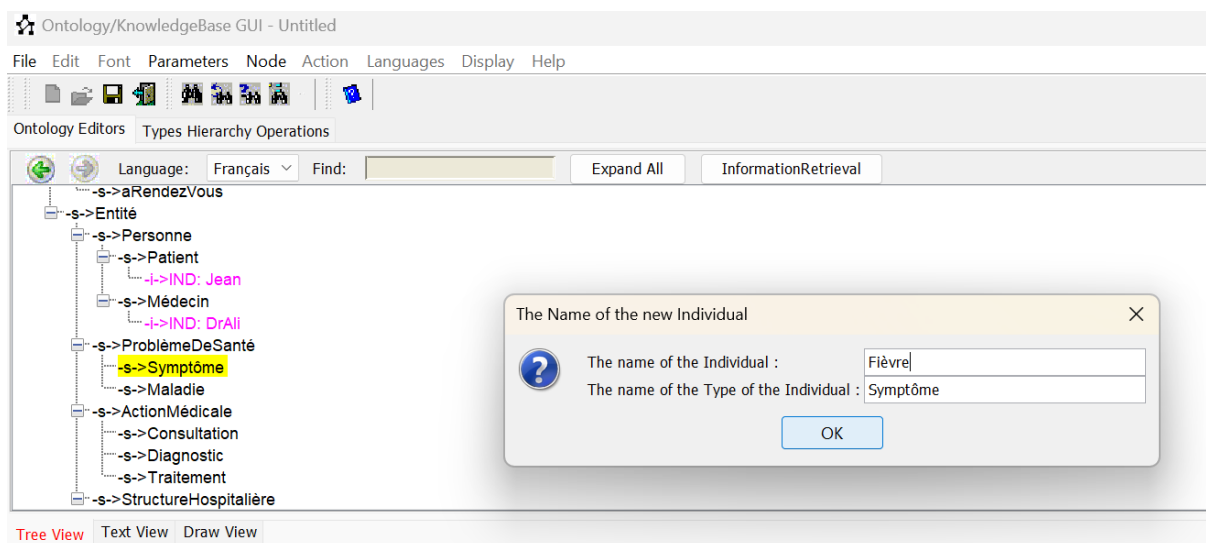


FIGURE 1.10 – Instanciation de Symptôme

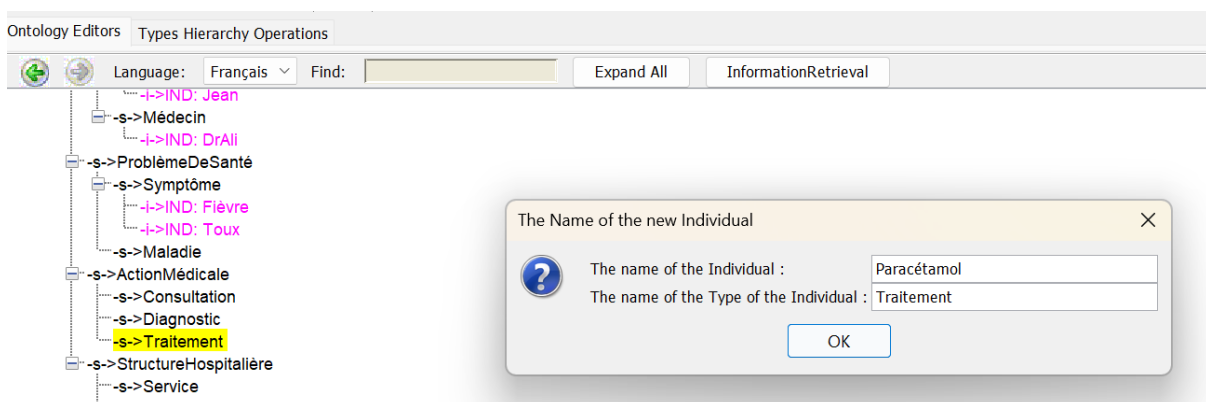


FIGURE 1.11 – Instanciation de Traitement

Ces individus permettent de générer des faits, comme par exemple :

- aSymptôme(Jean, Fièvre)

- aSymptôme(Jean, Toux)
- traite(Grippe, Paracétamol)
- prescrit(DrAli, Paracétamol)
- appartientA(DrAli, Pédiatrie)

Ils sont utilisés dans la partie suivante pour effectuer des inférences logiques à l'aide de règles.

1.5 Situations

Les **situations** représentent des ensembles cohérents de faits concrets décrivant un contexte médical spécifique à un instant donné. Elles sont essentielles pour simuler des cas cliniques, raisonner à partir d'un état initial, et appliquer des règles d'inférence. Chaque situation a été modélisée dans le module CGEditor de la plateforme Amine, permettant de visualiser les faits sous forme de graphes conceptuels et de tester les inférences déclenchées par les règles.

- **Situation : Orientation vers un service hospitalier**
- [Médecin:DrAli] - appartientA -> [Service:Pneumologie]
- [Médecin:DrAli] - soigne -> [Patient:Jean]

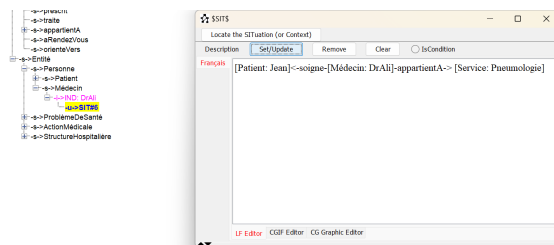


FIGURE 1.12 – situation

- **Situation : DrAli appartient au service Pneumologie**

[Médecin : DrAli] -appartientA-> [Service : Pneumologie]

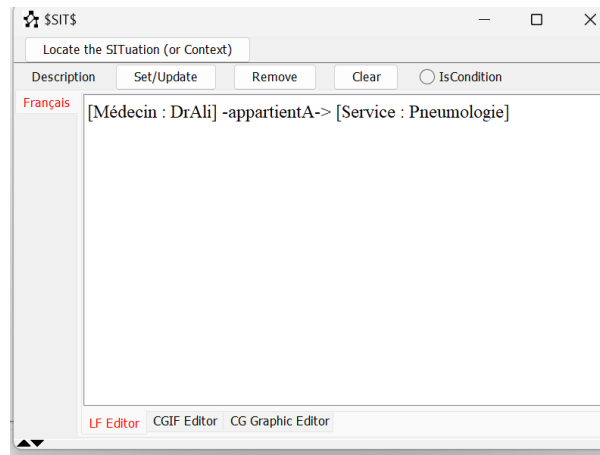


FIGURE 1.13 – situation

— Situation : DrAli prescrit un traitement à Marie

```
[Médecin : DrAli] -prescrit-> [Traitement :  
Antibiotiques]-traite-> [Patient : Marie]
```

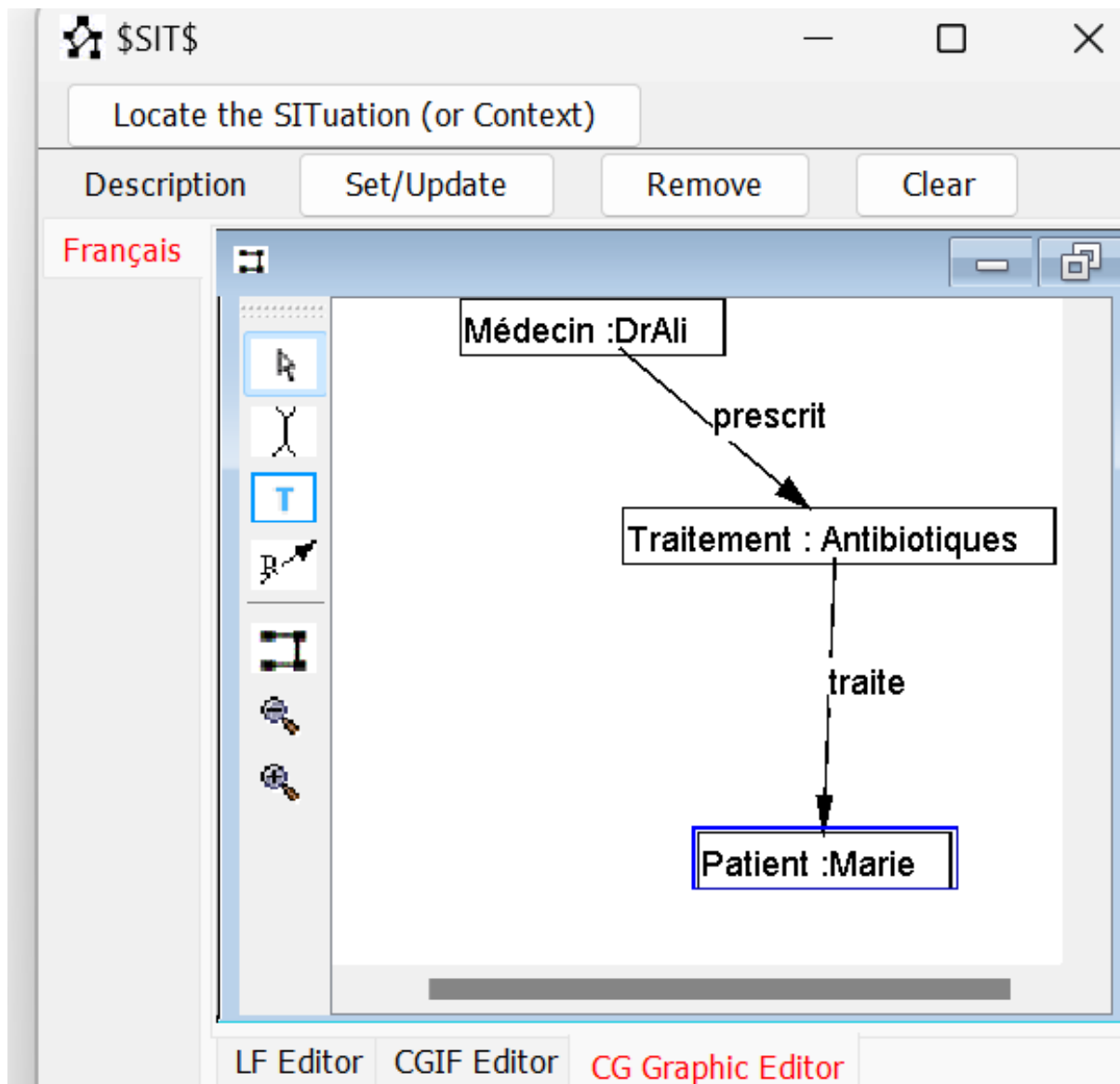


FIGURE 1.14 – situation

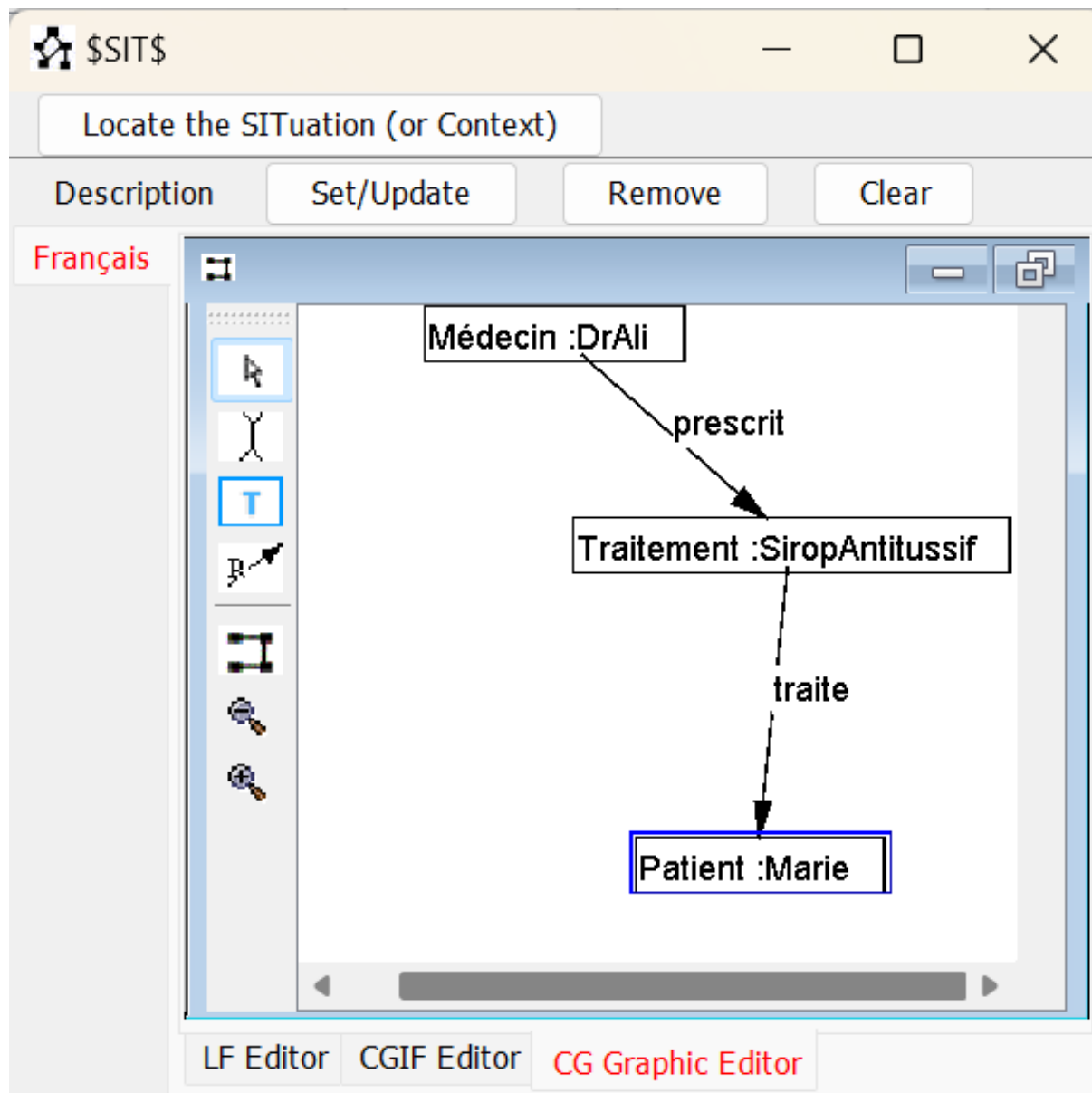


FIGURE 1.15 – Situation

1.6 Simulation d'une situation clinique dans Amine Platform

La situation a été encodée sous forme de graphe conceptuel. Pour cela, nous avons inséré les concepts et les relations suivants dans l'éditeur :

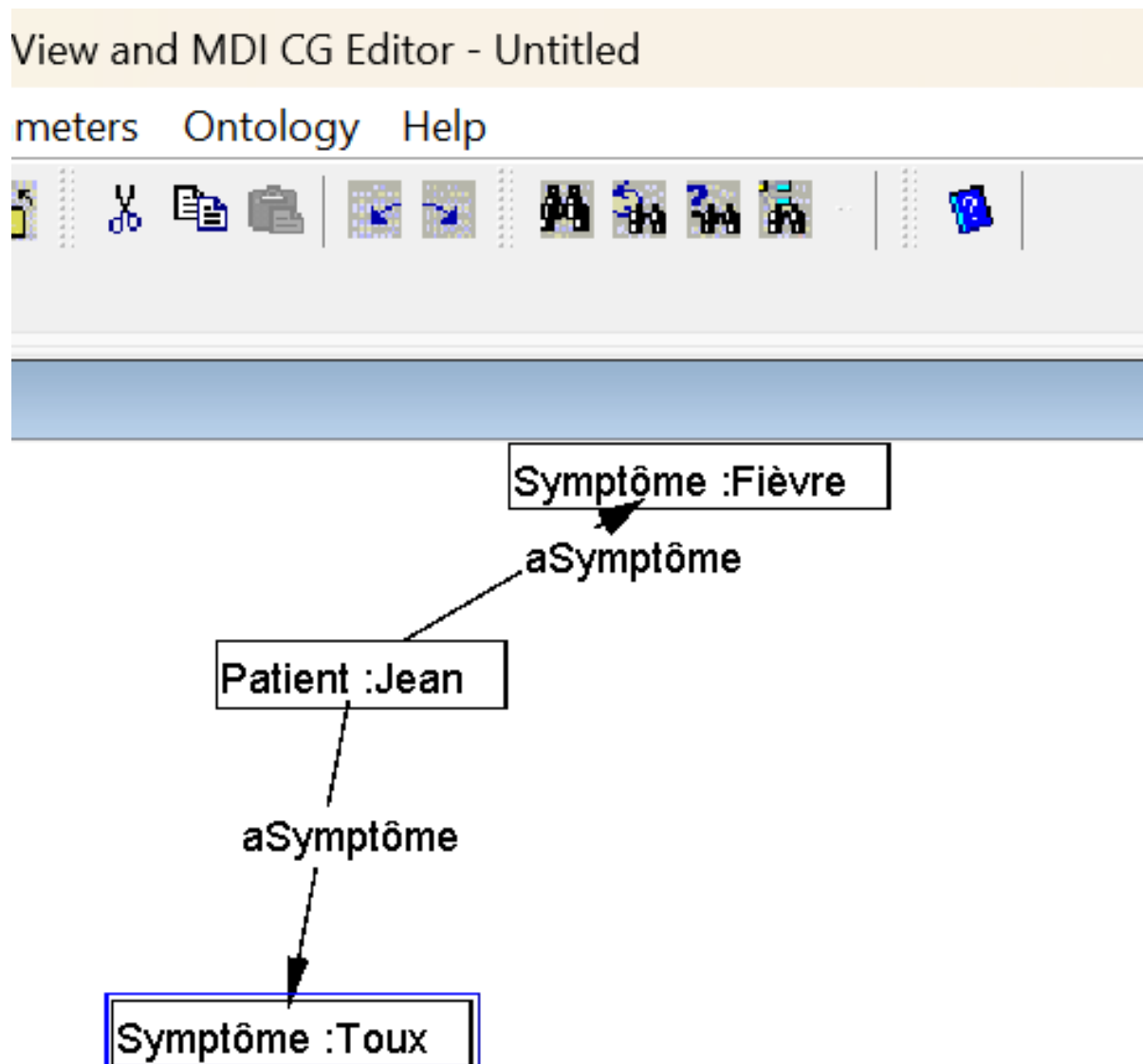


FIGURE 1.16 – Situation

1.7 Forme logique de la situation (LF Notation)

```

[Patient : Jean] -
  -aSymptôme -> [Symptôme : Fièvre],
  -aSymptôme -> [Symptôme : Toux]
  
```


1.8 Notation CGIF standard (sans position graphique)

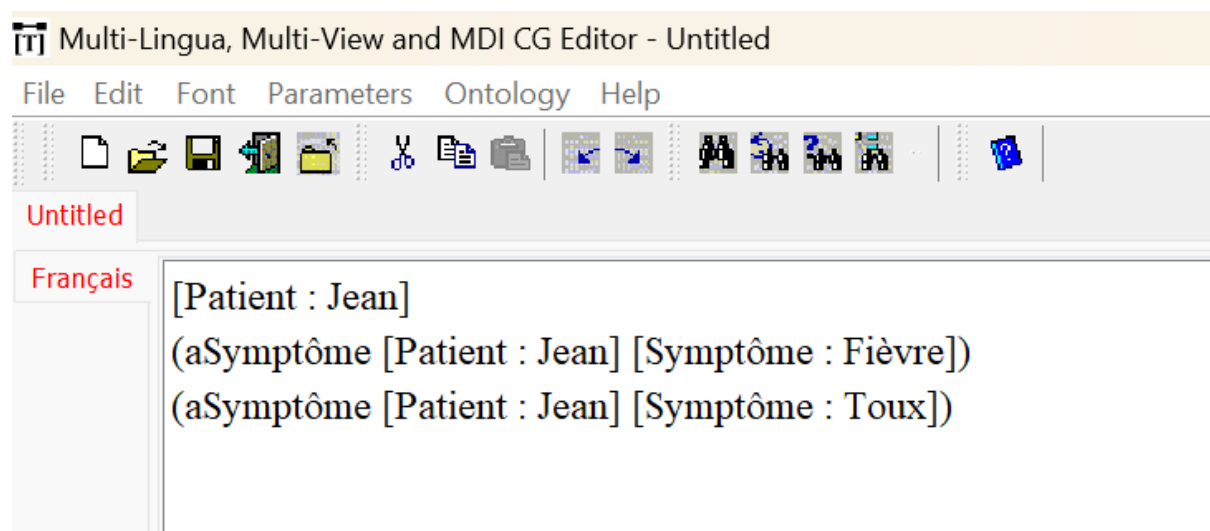


FIGURE 1.17 – Notation CGIF standard

```
[Patient : Jean]
(aSymptôme [Patient : Jean] [Symptôme : Fièvre])
(aSymptôme [Patient : Jean] [Symptôme : Toux])
```

Au final ,après implémentation des autres situations on a obtenu ces résultats .

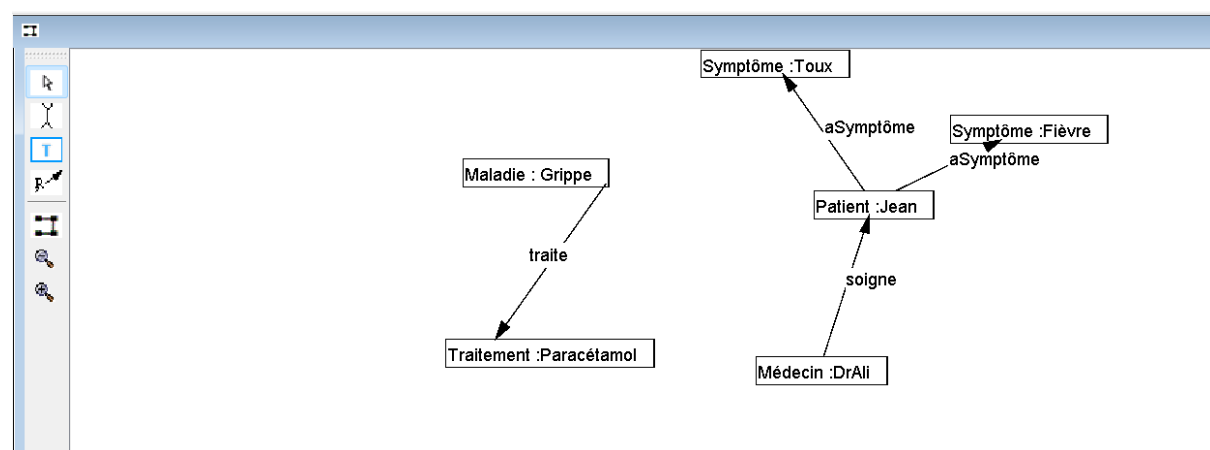


FIGURE 1.18 – Graphe conceptuel final

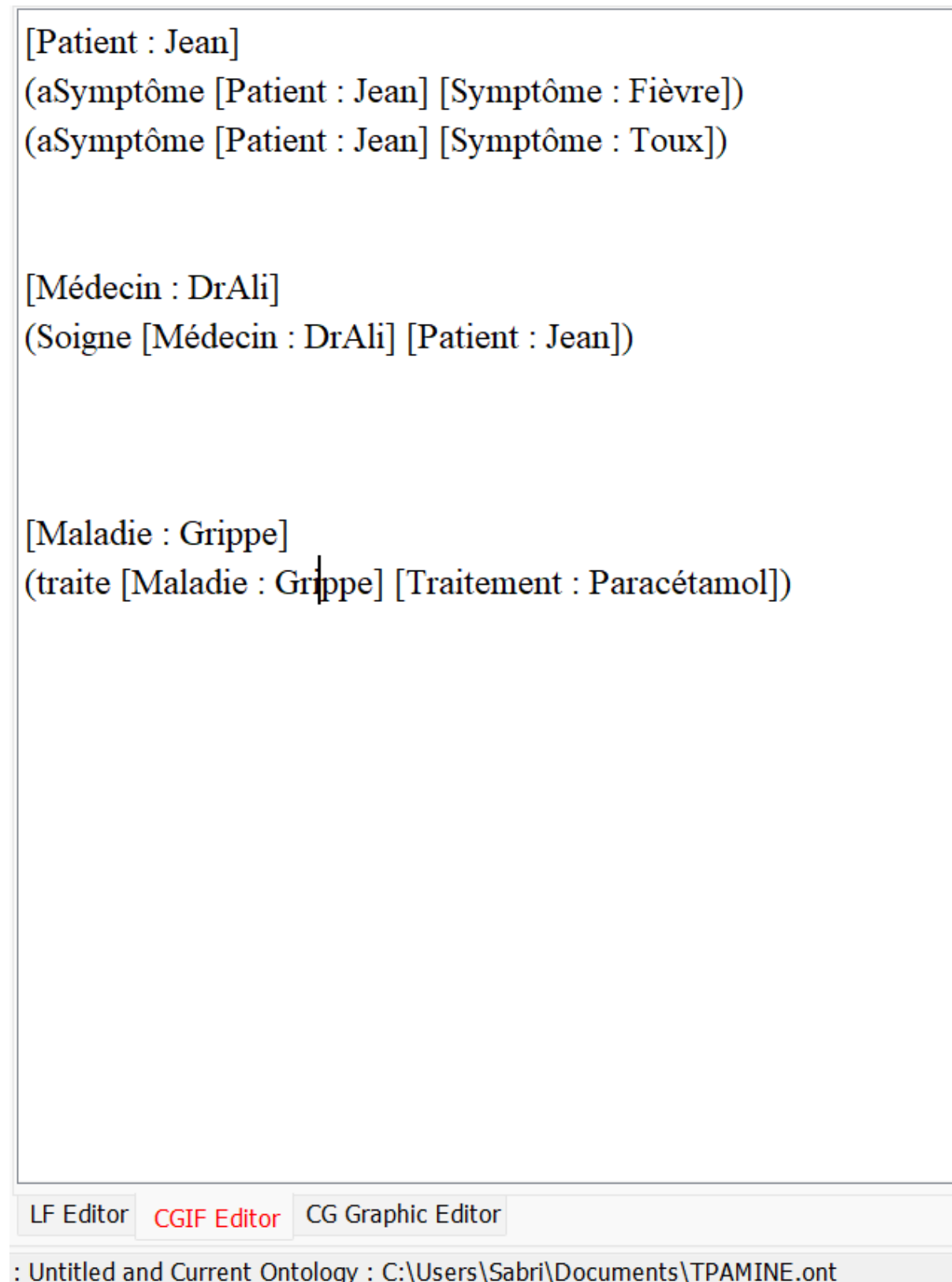


FIGURE 1.19 – Notation CGIF des différentes situations

Cette situation a été sauvegardée au format `.cg` sous le nom `situation.cg`.

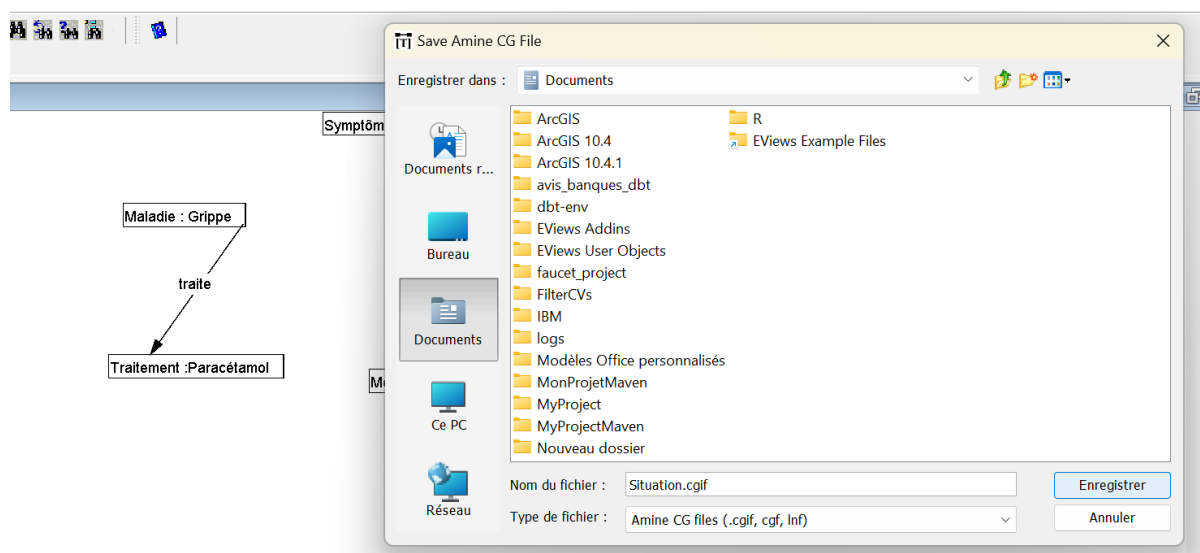


FIGURE 1.20 – Sauvegarde du fichier

Après la création de notre ontologie médicale (concepts, relations et individus), nous avons procédé à sa simulation à l'aide de la plateforme **Amine Platform**, en utilisant principalement les modules **DynamicOntology** et **CGEditors**. Cette étape a permis de mettre en œuvre les structures conceptuelles au sein de situations concrètes, en vue d'un raisonnement automatisé.

2 Illustration de l'utilisation de l'ontologie : processus cognitifs

Dans cette section, nous illustrons les différents processus cognitifs que permet l'utilisation de notre ontologie dans la plateforme Amine, à savoir : la recherche d'information, l'intégration dynamique de la connaissance, l'élaboration, l'explicitation et l'inférence. Ces processus sont illustrés à partir des situations et règles définies précédemment.

2.1 Inférence

En utilisant le module "Memory-Based Inference" d'Amine Platform et tester certaines situation ,l'inférence permet de déduire de nouveaux faits à partir des règles définies.

Fait connu :

[Patient:Jean] -souffreDe-> [Maladie:Asthme]

Règle :

IF [Patient:x] -souffreDe-> [Maladie:Asthme] THEN [Patient:x]
-orientéVers-> [Service:Pneumologie]

Déduction :

[Patient:Jean] -orientéVers-> [Service:Pneumologie]

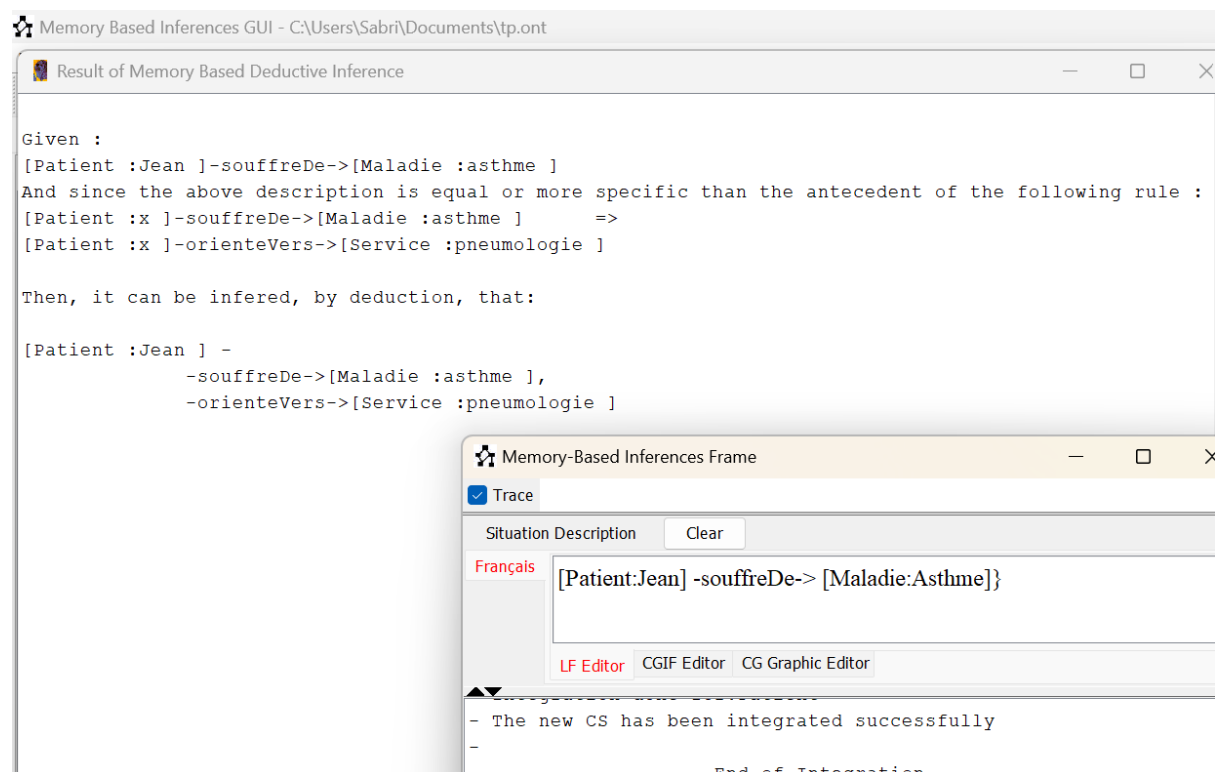


FIGURE 2.1 – Inférence

Inférence par analogie

Le système Amine est capable de raisonner par analogie en identifiant des situations similaires dans la base de cas. Nous avons testé le cas suivant :

[Patient:?p] -souffreDe-> [Maladie:grippe]

Grâce à une correspondance analogique avec la situation connue :

[Patient:x] -souffreDe-> [Maladie:asthme] [Patient:x]
-orientéVers-> [Service:pneumologie]

Le système a inféré, par analogie, la conclusion suivante :

[Patient:x] -orienteVers-> [Service:pneumologie]

Cette inférence illustre la capacité du système à exploiter des cas similaires pour étendre les connaissances, même en l'absence de règles explicites.

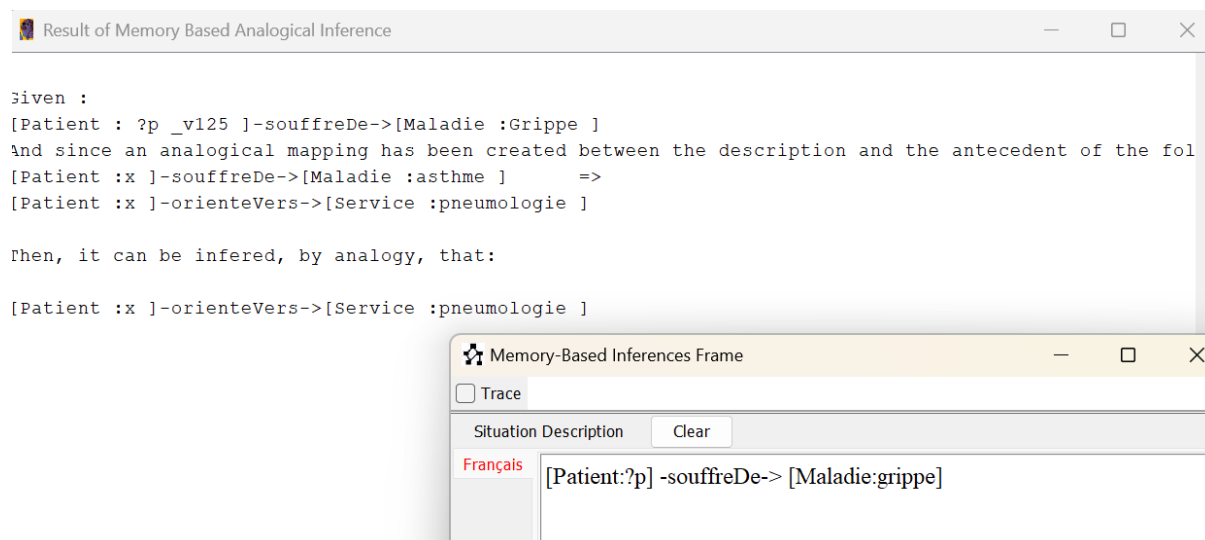


FIGURE 2.2 – Analogie

2.2 Recherche d'information

Le processus de recherche d'information permet d'interroger l'ontologie afin d'extraire des connaissances déjà présentes.

Le but de cette recherche est de vérifier à quel service hospitalier appartient le médecin DrAli. Pour cela, nous interrogeons la base de connaissances à l'aide de la requête suivante : Lors de l'exécution, le système propose une sélection du type pertinent. Ici, le type *Médecin* a été choisi comme point d'ancrage pour localiser la connaissance.

[Médecin:DrAli] -appartientA-> [Service:?s]

Exemple : rechercher toutes les maladies dont souffre un patient.

[Patient:Jean] -souffreDe-> [Maladie:?m]

Cette requête permet de récupérer toutes les maladies associées au patient Jean.

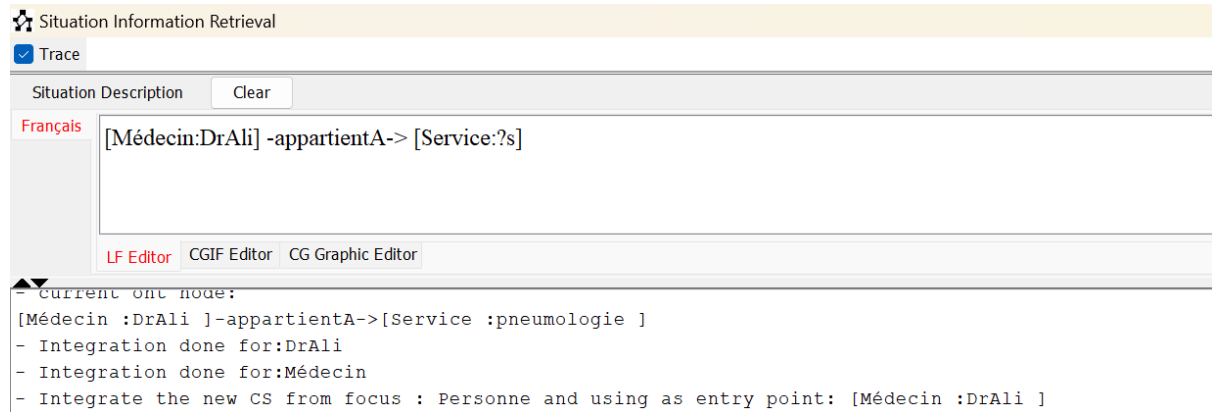


FIGURE 2.3 – Recherche de service auquel appartient DRAli

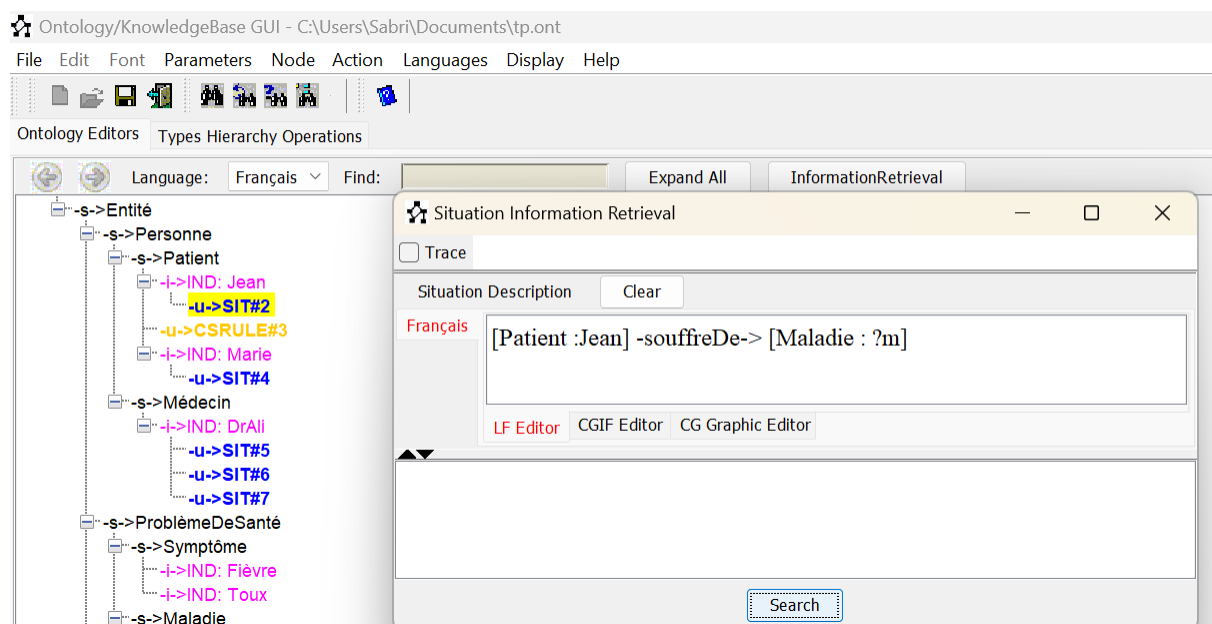


FIGURE 2.4 – Recherche d'information

2.3 Intégration dynamique de la connaissance

3.i Classification dans une ontologie dynamique

Dans le cadre de notre ontologie médicale, nous avons mis en œuvre le processus de **classification** proposé par la plateforme Amine, ici on a choisi classification par définition. Ce processus permet d'intégrer dynamiquement de nouveaux concepts dans l'ontologie en les comparant aux concepts existants pour en déterminer la position hiérarchique appropriée .

Nous avons défini le concept **Médecin** comme un type général. À partir de

ce concept, nous avons introduit deux sous-types spécifiques : **MédecinPédiatre** et **MédecinPneumologue**. Ces derniers ont été automatiquement classés comme des concepts **MORE_SPECIFIC** que le concept **Médecin**, conformément à la hiérarchie naturelle du domaine médical.

L'intégration s'est appuyée sur les situations suivantes :

- [Médecin:DrAli] -appartientA-> [Service:Pédiatrie]
- [Médecin:DrAli] -appartientA-> [Service:Pneumologie]

Lors de la classification, Amine a détecté que ces situations précisait le type de médecin via l'appartenance à un service particulier. En conséquence, **DrAli** a été automatiquement positionné comme instance du concept **MédecinPédiatre** ou **MédecinPneumologue**, selon le service mentionné. Cette classification a permis de structurer l'ontologie en affinant les rôles des acteurs médicaux dans notre base de connaissances.

Ainsi, le processus de classification a renforcé la cohérence sémantique de notre ontologie et a facilité l'inférence automatique à partir des règles définies.

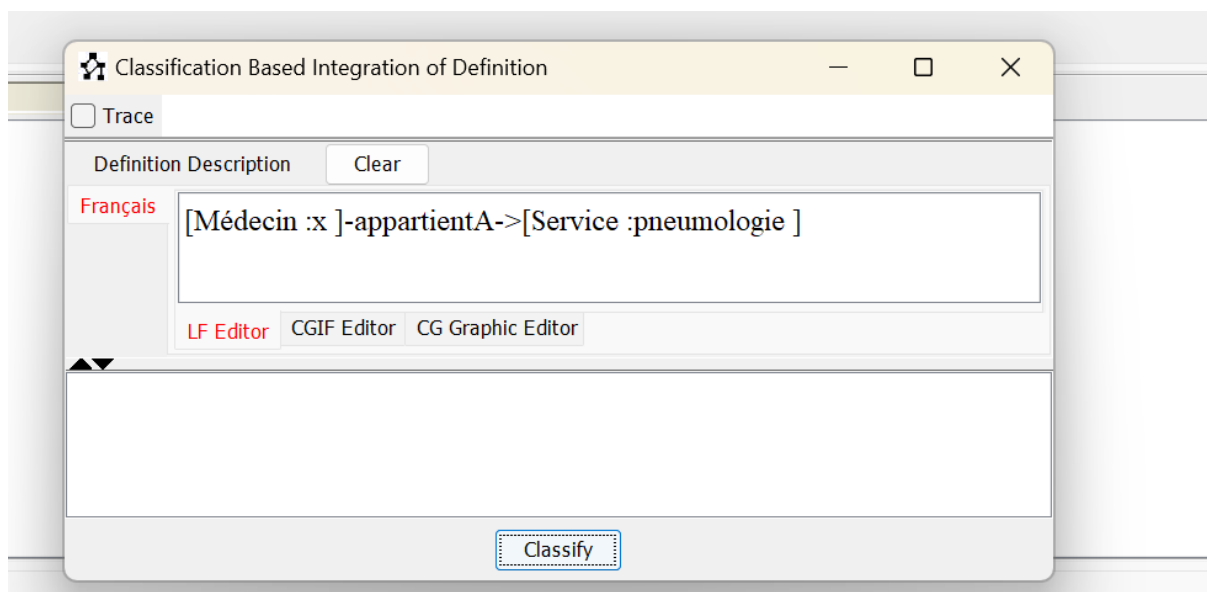


FIGURE 2.5 – creation de pneumologue

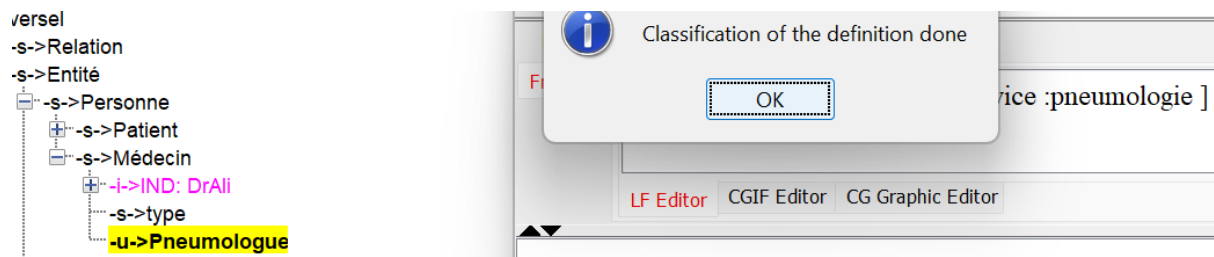


FIGURE 2.6 – creation de pneumologue

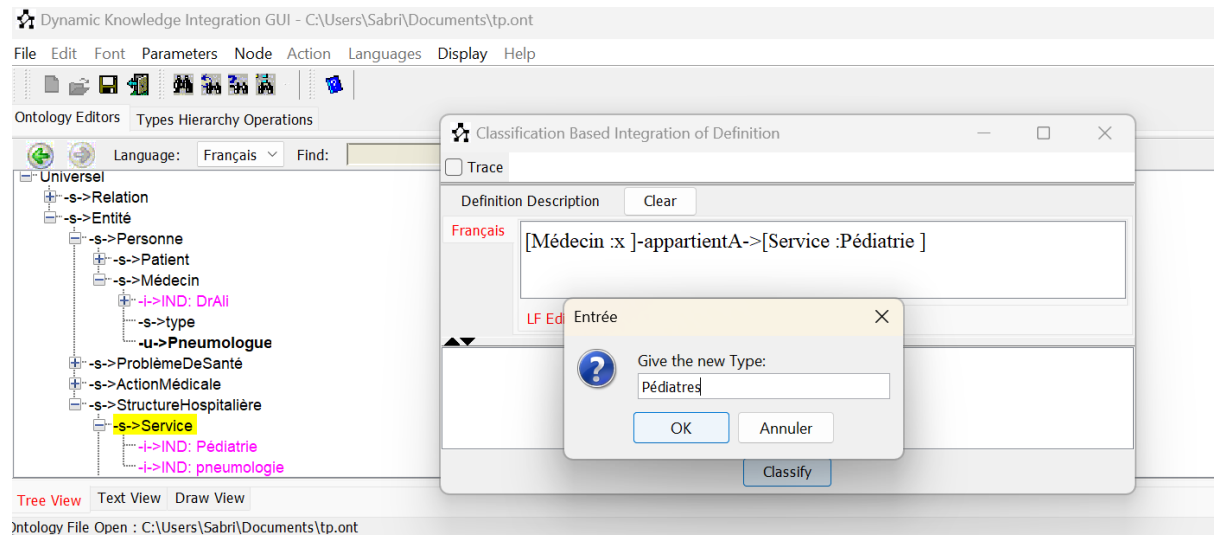


FIGURE 2.7 – creation de pediatrie

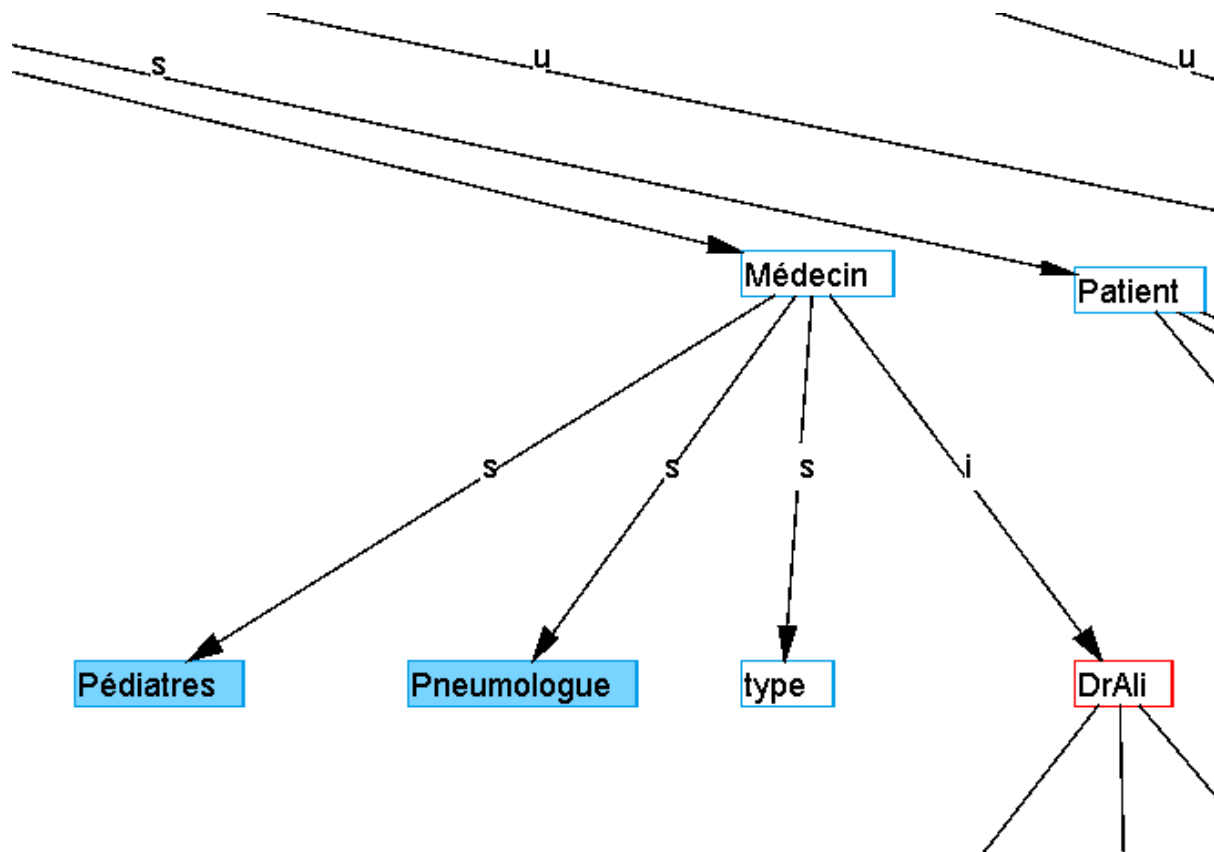


FIGURE 2.8 – Resultat de la classification sur l'arbre

3.ii Généralisation par définition

Elle consiste à identifier un motif commun dans plusieurs descriptions et à définir un nouveau concept englobant ces cas.

Dans notre cas, nous avons généralisé le concept de *MédecinSpécialiste* à partir de la relation entre un médecin et un service hospitalier. Autrement dit, tout médecin qui appartient à un service est considéré comme un médecin spécialiste. Cette règle permet par exemple de déduire que :

[Médecin:DrAli] -appartientA-> [Service:Pédiatrie]

Implique que :

[MédecinSpécialiste:DrAli]

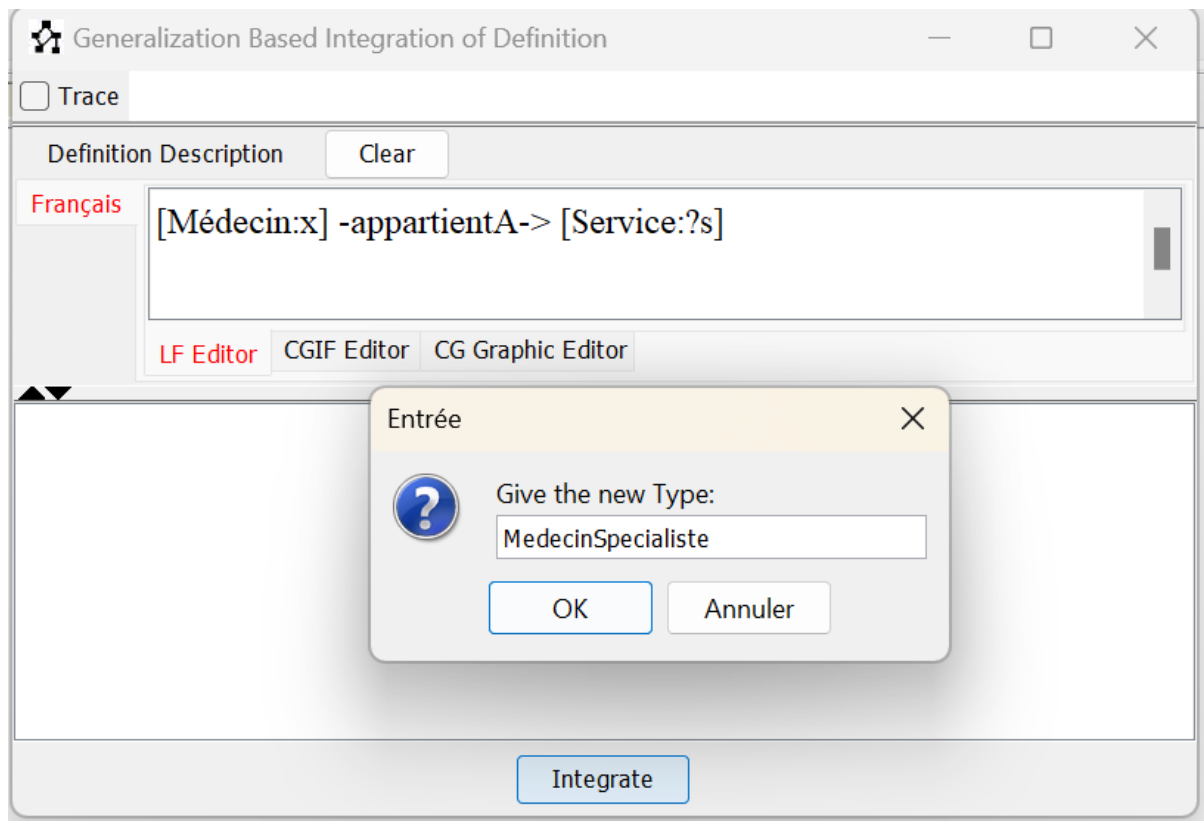


FIGURE 2.9 – generalisation

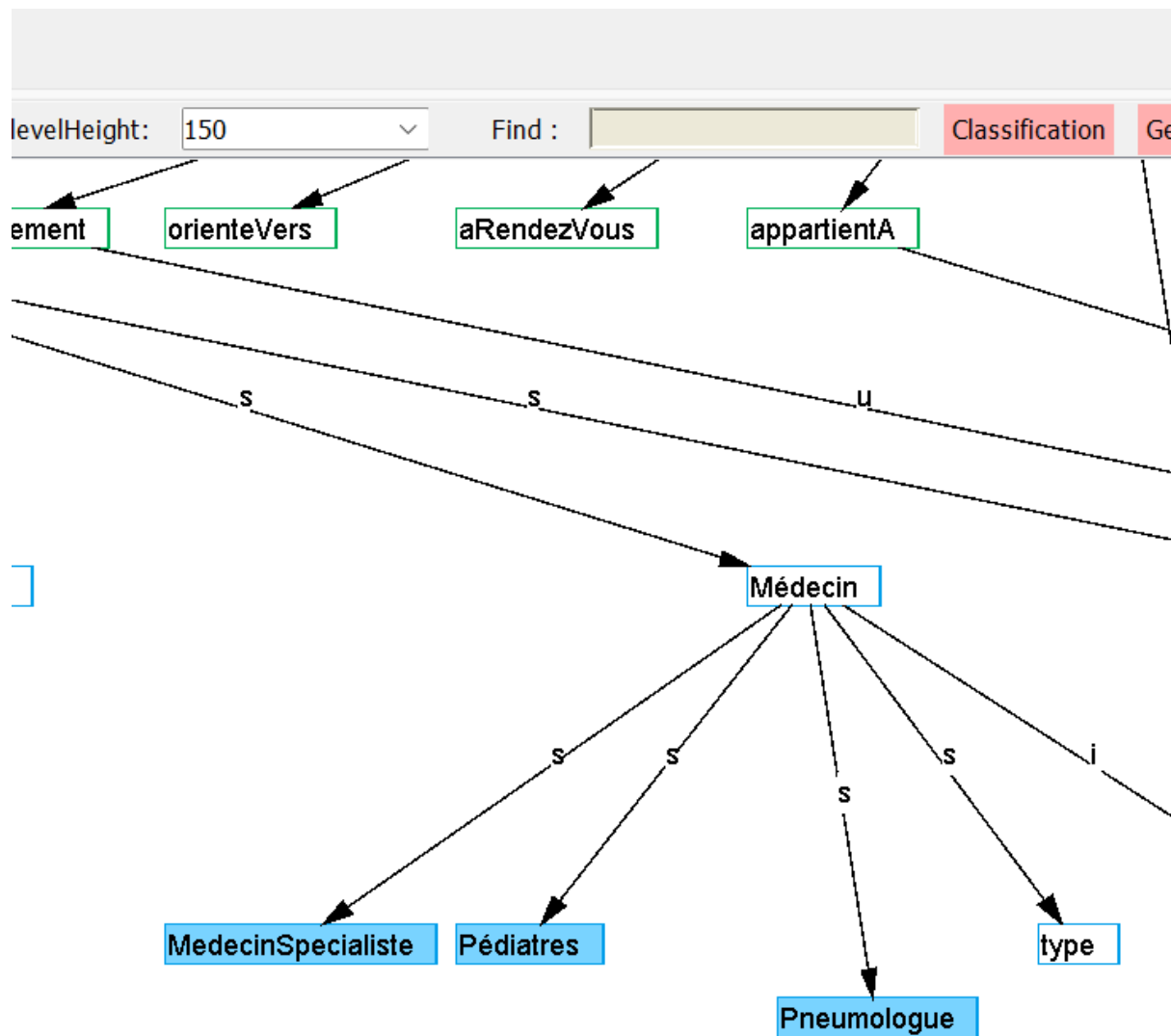


FIGURE 2.10 – resultat de generalisation

2.4 Élaboration

L'élaboration permet au système de construire de nouvelles situations à partir de connaissances existantes.

4..1 1. Élaboration déductive (à partir des définitions)

On va introduire une description partielle, par exemple :

[Patient:Jean] -souffreDe-> [Maladie:asthme]

Or, dans l'ontologie, la définition du concept `asthme` est la suivante :

[Maladie:asthme] -aSymptôme-> [Symptôme:toux]

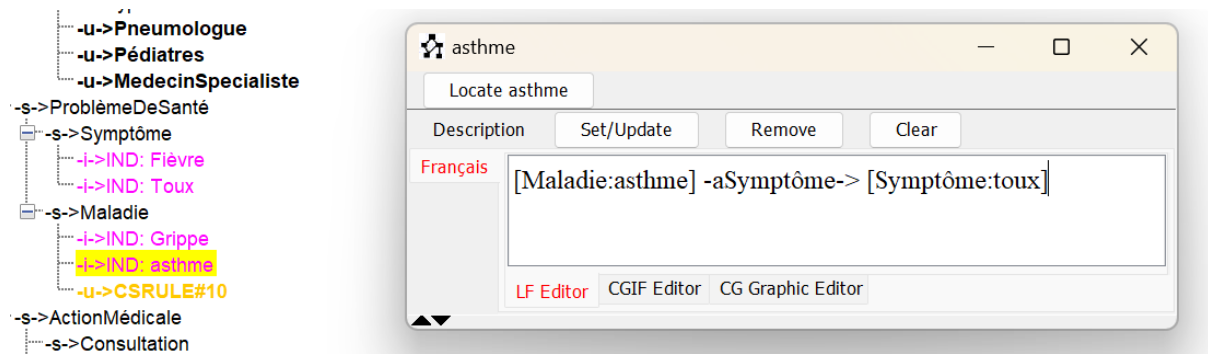


FIGURE 2.11 – description de asthme

Grâce au processus d'élaboration déductive, la description initiale est enrichie automatiquement :

```
[Patient:Jean] -souffreDe-> [Maladie:asthme] -aSymptôme->
[Symptôme:toux]
```

Ainsi, la base de connaissances gagne en complétude sans intervention manuelle supplémentaire.

2.5 Explicitation

Ce processus vise à rendre explicite une connaissance implicite à l'aide des règles de l'ontologie. L'objectif est d'identifier les situations plus spécifiques déjà présentes dans l'ontologie et de permettre à l'utilisateur de sélectionner celle qui correspond à son intention.

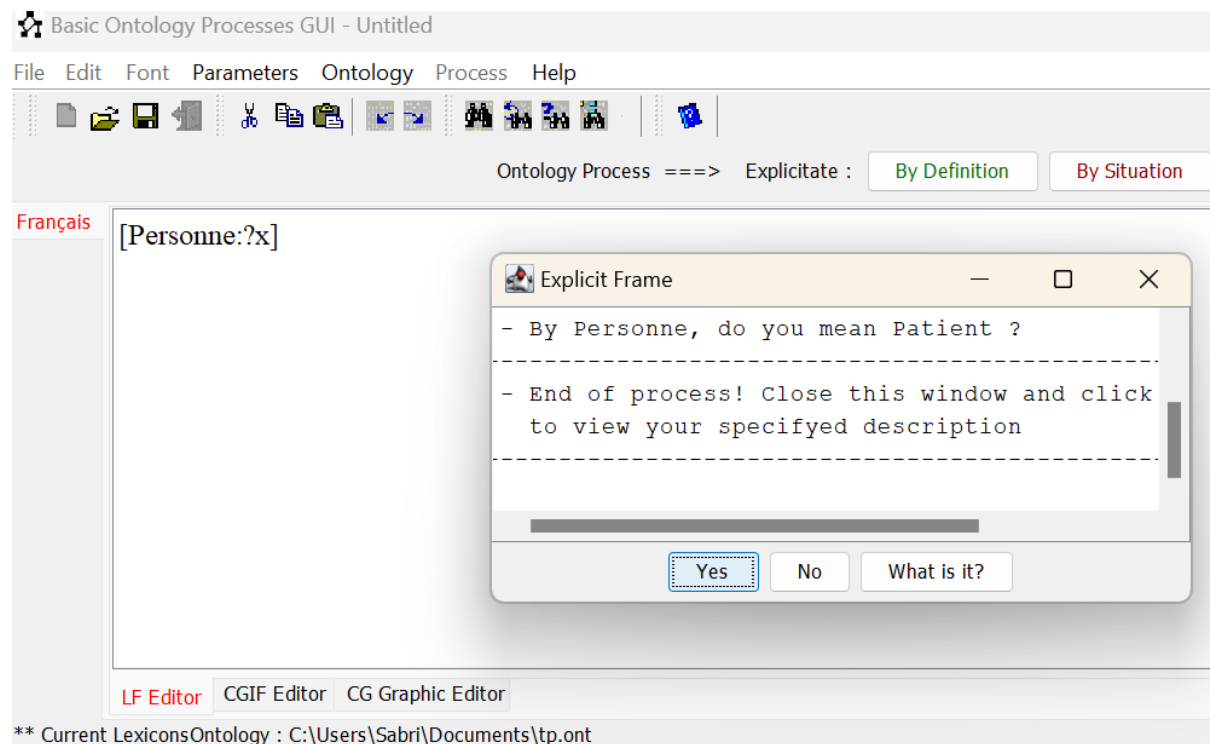


FIGURE 2.12 – Explicitation par definition

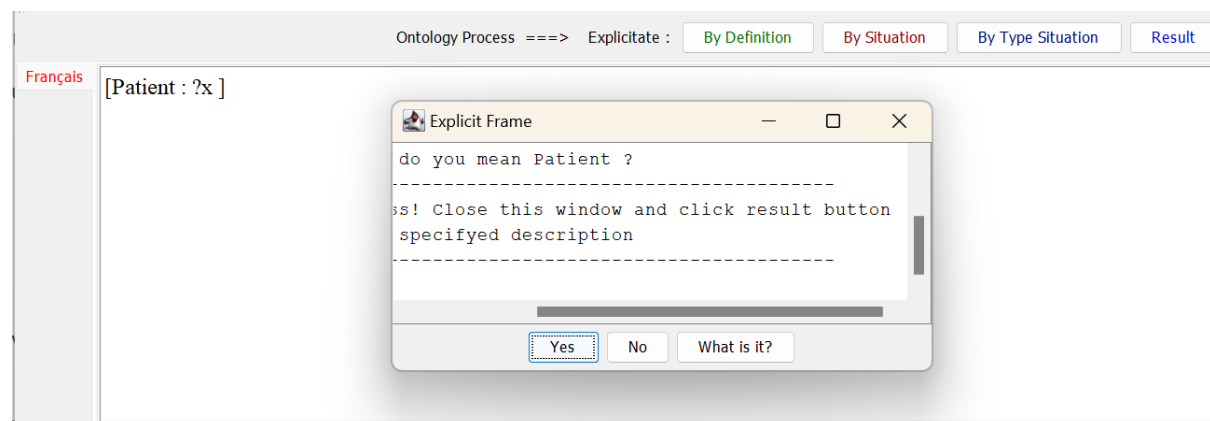


FIGURE 2.13 – Resultat de l'explicitation par definition

=

Exemple :

L'utilisateur saisit la situation suivante :

[Médecin :DrAli]-appartientA->[Service :pneumologie]

Amine intègre cette description dans l'ontologie et détecte qu'une situation plus spécifique existe ,

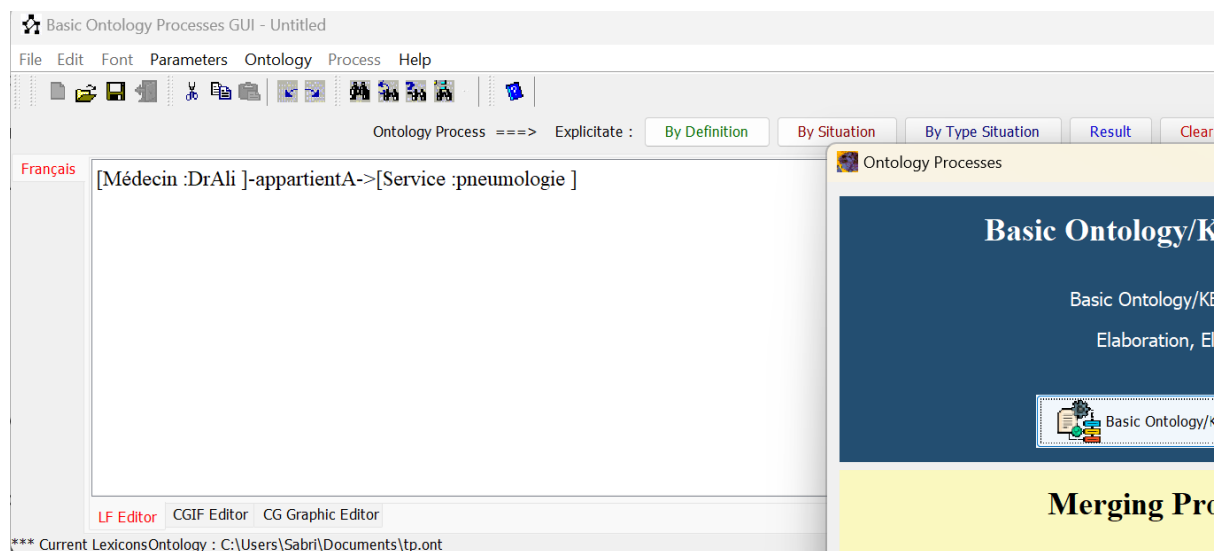


FIGURE 2.14 – explicitation par situation

Référence

Bibliographie

- [1] Amine Platform Documentation. *[https ://amine-platform.sourceforge.net/](https://amine-platform.sourceforge.net/)*