



Ingénierie ontologique d'un problème clinique sur le syndrome coronarien aigu (SCA)

Projet *Pan-Canadian Health Informatics Collaboratory* financé par CANARIE

Réalisé en partenariat avec :

- CRED - www.cred.ca
- LICEF - www.licef.teluq.quebec.ca



CENTRE DE RECHERCHE
L I C E F



Plan de la présentation

1. **Présentation du projet** : Positionnement de la collaboration CRED/LICEF par rapport au ***Pan-Canadian Health Informatics Collaboratory***
2. **Rappel sur l'ontologie**: définition et composantes
3. **Quelques mots sur MOT** : un outil pour la construction de l'ontologie informelle et semi-formelle (en phase conceptuelle)
4. **Présentation de l'ingénierie ontologique du SCA** : Nous présentons la démarche adoptée pour construire l'ontologie du SCA. Par la suite, nous proposons une ontologie initiale semi-informelle, puis une ontologie semi-formelle.

1. Présentation du projet

Positionnement de la collaboration
CRED/LICEF par rapport au ***Pan-Canadian
Health Informatics Collaboratory***

Le projet

- But: Un environnement de formation à distance basé sur l'ontologie, en Informatique médicale
- Un projet du ***Pan-Canadian Health Informatics Collaboratory***, sous la direction du Prof. Andrew Grant, CRED, Université de Sherbrooke; co-financé par CANARIE
- Modélisation ontologique du domaine: une collaboration CRED/LICEF

2. Qu'est ce qu'une ontologie ?

Rappel de ce qu'est l'ontologie
(définition et composantes)

Définition d'une ontologie

« *Une ontologie est une **spécification explicite** d'une **conceptualisation*** » (Gruber T., 1993b)

« *Une ontologie est une **spécification formelle** d'une **conceptualisation partagée*** » (Borst W. N., 1997)

- « **Conceptualisation** », fait référence à un **modèle abstrait** d'un phénomène dans le monde, en **ayant identifié les concepts appropriés** à ce phénomène.
- « **Spécification explicite** » signifie que le type de **concepts utilisés** et les **contraintes liées à leur usage** sont définis de **façon déclarative**
- « **Formelle** » signifie que la conceptualisation est représentée dans un **langage interprétable par une machine**.
- « **Partagée** » réfère au fait qu'une ontologie capture la **connaissance consensuelle**. (Studer et al., 1998)

Composantes d'une ontologie

Structurellement, une ontologie est constituée de cinq types de composantes :

1. Les **concepts** : Ensemble de **termes appropriés décrivant les entités d'un domaine**.
 - Ex. de Concepts : « Patient à risque faible », « temps d'attente », « choix du traitement », « traitement pour tous les types de patients », ...
2. Les **relations** : Type d'**interactions entre les concepts** d'un domaine
 - Ex. de relation : relation « **est un** », relation « **fait partie de** », ...
3. Les **fonctions** : Les *fonctions* sont des **cas particulier de relations** dans lesquelles le $n^{ième}$ **élément est unique** pour les $n-1$ éléments précédents.

Composantes d'une ontologie

4. Les **axiomes** : Les **axiomes** sont des **règles** utilisées pour combiner des **concepts et des relations** afin de former des **phrases qui sont toujours vraies**
 - **Ex.** SI « patient à risque faible » ALORS « traitement pour tous les types de patients »
5. Les **instances** : Les **instances** sont des **modèles de concepts**. Un ensemble de modèles forment une base de connaissances.

3. Quelques mots sur MOT

- Justification du choix de MOT,
- Présentation des fonctionnalités exploitées
- Présentation des éléments du formalisme MOT utilisés pour la construction de l'ontologie

Qu'est-ce qu'un éditeur ontologique ?

Il existe cinq **fonctionnalités** de base pour qualifier un outil d'éditeur ontologique :

1. **Une interface graphique**, comprenant la décomposition sous forme de hiérarchie, l'édition de nœuds, de liens, de rôles ...
2. **Un langage de représentation** le plus abstrait possible, i.e. de type MOT, graphe conceptuel, UML, ...
3. La **vérification de la consistance** syntaxique (concepts, ...)
4. **L'exportation de d'ontologies** dans des langages de représentation appropriés, i.e. RDFS, OWL, ...
5. **L'importation d'ontologies**

MOT: un éditeur de modèles de connaissances du Centre de recherche LICEF-CIRTA

Mise en évidence des fonctionnalités de MOT pour l'édition ontologique

CRITERES ONTOLOGIQUES	MOT	HOZO	Protégé-2000
Décomposition	+	+	-
Vérification de la consistance	-	+	+
Exemples d'ontologies	NON	+	+
Modèle conforme à l'ontologie	NON	+	-
Aide ontologique	NON	NON	+
Représentation graphique	+	+	-
Formalismes de représentation	<i>Generic Model Oriented</i>	<i>Ontology Oriented</i>	<i>Frame Oriented</i>
Présence du concept de "rôle"	+	+	-
Modification par dépendance et référencement	OUI	NON	NON

Mise en évidence des fonctionnalités de MOT pour l'édition ontologique

CRITERES de COLLABORATION	MOT	HOZO	Protégé-2000
Lecture seulement d'ontologies	NON	A/S	-
Navigation en lecture seulement	NON	A/S	N/A
Reconnaissance des modifications	NON	A/S	-
Facilité d'exportation	+	+	-
Facilité d'importation	+	-	-
Possibilité d'annotation	OUI	OUI	+
Accessibilité via un serveur web	OUI	OUI	OUI

Qu'est que l'ontologie du domaine en langage MOT ?

En langage MOT, l'ontologie est comprise comme étant :

« Un **modèle de connaissances de type théorie** par lequel on **représente un domaine** au moyen de **concepts, de relations et d'axiomes** (...) »

(Paquette G., 2002)

DONC

Construire une ontologie du domaine (phase conceptuelle) en MOT revient à :



Construire un système
prescriptif de type théorie

Éléments du langage MOT utilisé pour construire l'ontologie du domaine

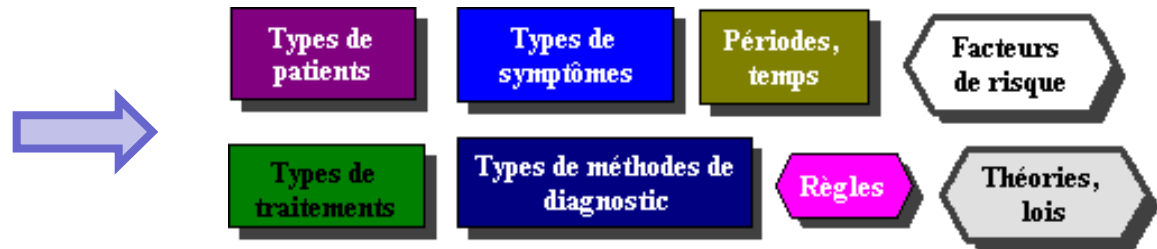
Pour construire des théories du domaine en MOT, on utilise des **concepts** et des **principes**.

- Les **concepts**, décrivent ce que sont les **objets d'un domaine** : documents, outils, agents informateurs, produits ...
- Les **principes** sont des énoncés permettant **d'établir des liens de cause à effet entre des objets** : lois, règles ...
 - *Dans le modèle des connaissances, ces objets correspondent à **des règles formelles ou informelles** qui régissent les concepts*

Illustration de quelques fonctionnalités de MOT pour l'ontologie

La représentation graphique

- Exemple 1 :
Représentation personnalisée des composantes d'une ontologie



- Exemple 2:
Représentation de relations composantes d'une ontologie

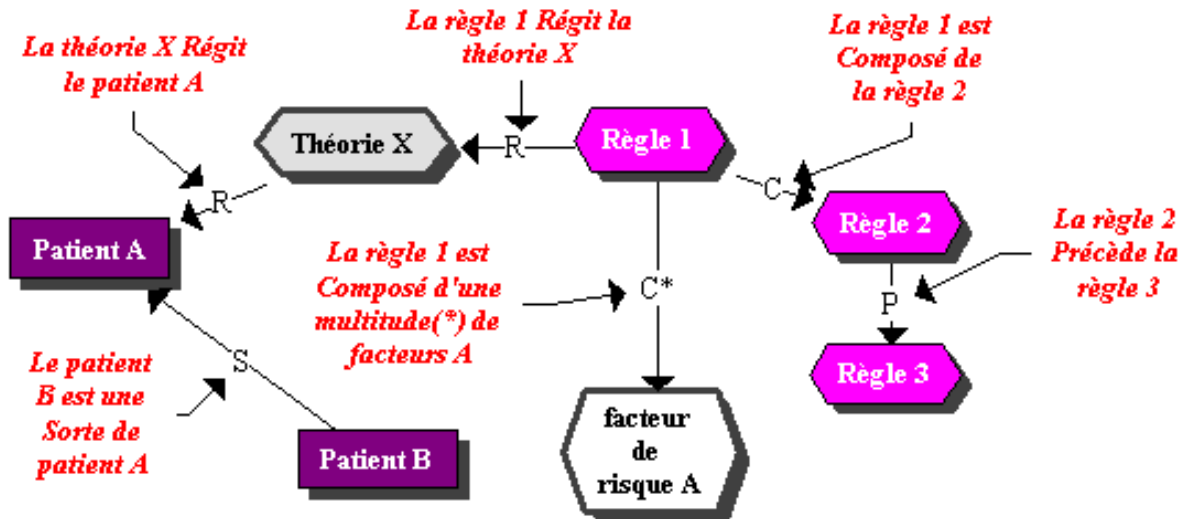



Illustration de quelques fonctionnalités de MOT pour l'ontologie

La décomposition par niveaux

- Il est possible de **décomposer l'ontologie sur un ou plusieurs niveaux** pour faciliter sa lisibilité
- Utile pour décomposer des hiérarchies
- Les hiérarchies ayant un ou plusieurs niveaux sont identifiées par le **symbole** : 

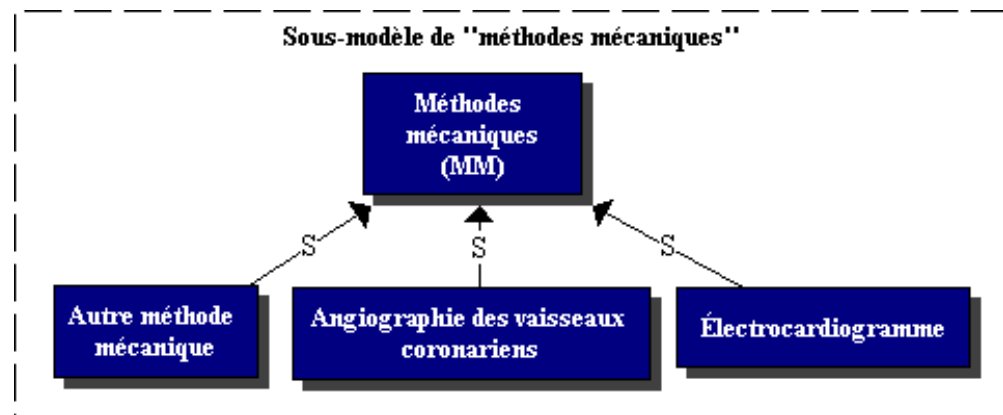
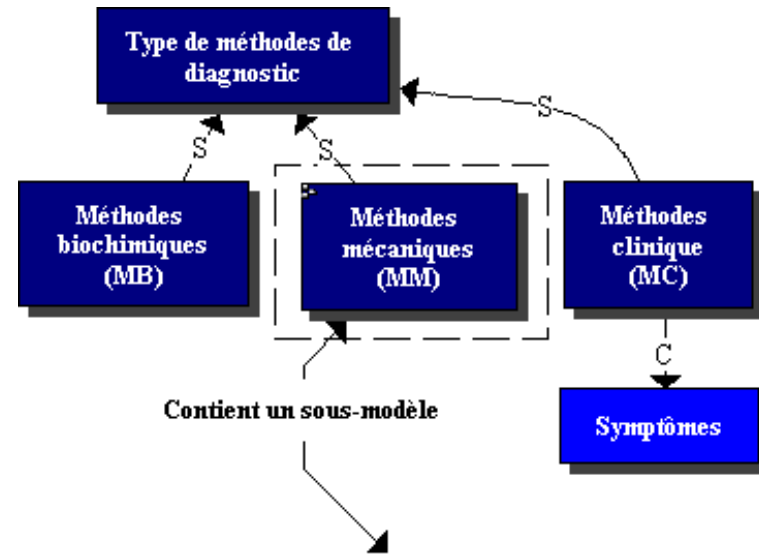
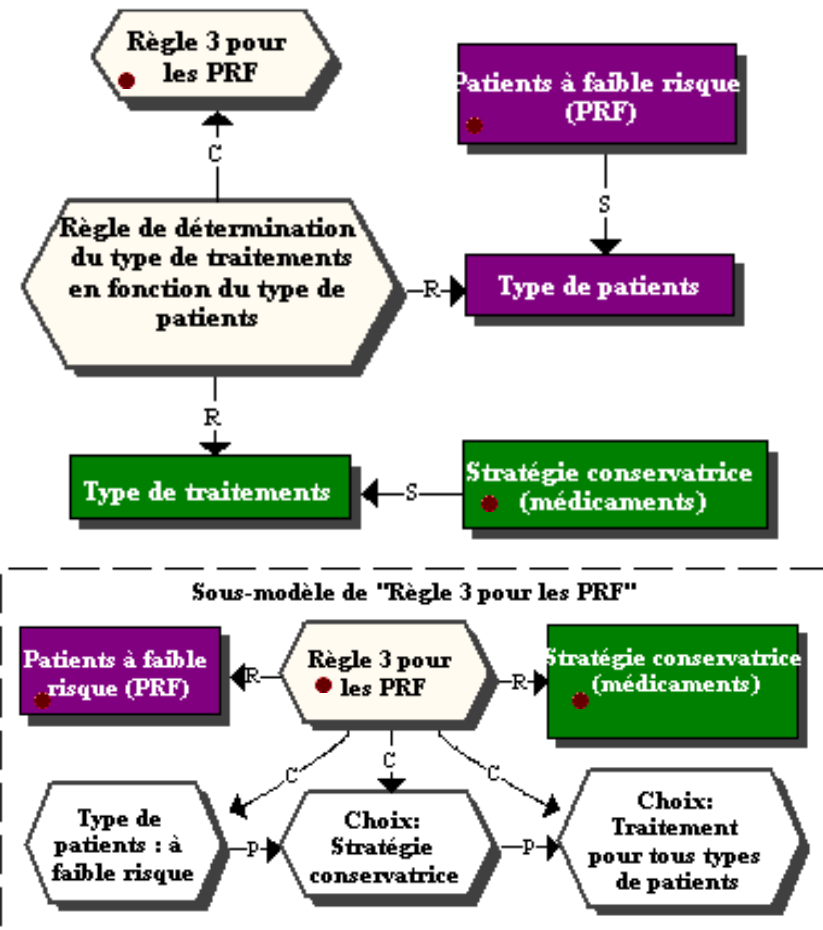


Illustration de quelques fonctionnalités de MOT pour l'ontologie

Modification de l'ontologie par dépendance et référencement

- Permet de **modifier une ou plusieurs composantes** de l'ontologie ayant été **référéncées préalablement**
- Toutes les **copies référéncées d'une composante** sont considérées comme **une seule et même composante**
- Ainsi, **toute modification** de la composante est **automatiquement propagée** dans toutes ses copies référéncées



4. Présentation de l'ingénierie ontologique du SCA

Présentation de la démarche adoptée pour construire l'ontologie du SCA, comprenant un regard sur l'ontologie initiale, puis un regard sur l'ontologie formelle.

La démarche d'ingénierie ontologique

La démarche d'ingénierie ontologique adoptée comprend les étapes de :

1. Création de l'ontologie initiale ⇒ Ontologie semi-informelle

1. Spécification des requis
2. Analyse des sources d'information
3. Développer une ontologie semi-informelle

2. Raffinement de l'ontologie initiale ⇒ Ontologie semi-formelle

1. Vérification et raffinement de l'ontologie semi-informelle
2. (Semi) Formalisation de l'ontologie

La spécification des requis

a) **But et objectifs** : Consiste à déterminer le **but** de l'application exploitant l'ontologie en se basant sur l'analyse de la tâche

⇒ *Document 1: Analyse de la tâche de formation*

- **But** : L'ontologie servira à **illustrer un module formation sur l'ingénierie ontologique**
 - Objectif1 : mettre l'accent sur la **formation à distance**
 - Objectif 2 : mettre l'accent sur une **approche constructiviste** de la formation

La spécification des requis

b) **Domaine et directives de conception** : consiste à décrire le domaine utilisé, à estimer la taille de l'ontologie, à exploiter l'analyse préliminaire des éléments de la connaissance

⇒ **Document 2: Domaine représenter par l'ontologie**

- **Domaine** : Le problème clinique du SCA
 - Mettre l'accent : l'ontologie doit représenter le **rapport entre les méthodes de diagnostic et la détermination du type de patient**, ainsi que la **détermination du type de traitement en fonction du type de patient**
- **Analyse des éléments de la connaissance** :
 - Quelles connaissances du domaine,
 - Nombre de concepts,
 - Type de relations, ..

La spécification des requis

- c) **Application exploitant l'ontologie** : consiste à définir brièvement les **caractéristiques de l'application prévue**
 - Ex. Un système de formation
- d) **Sources d'information** : consiste à rassembler les sources d'information, i.e.
 - **Interview avec des experts** du domaine :
 - Un médecin et une pharmacienne,
 - **Documents** :
 - Ex. textes, page Web, ...
- e) **Scénario d'utilisation** : consiste à **décrire les scénarios** d'utilisation
 - **Faire un diagnostic** pour déterminer le type de patient
 - **Choisir un traitement** en fonction du type de patient

La spécification des requis

f) Questions de compétences :

- Consiste à **définir** des **requêtes** qui pourraient être **supportées par le système**, et auxquelles **devra répondre l'ontologie**.
- Elles sont **construites à partir des sources d'information et des scénarios** d'utilisation

Exemple de questionnaire de compétences		
Ingénieur ontologique : V. Psyché Expert du domaine : A-M Savard		Nom : Ontologie du SCA Date : 09/05/03
No	Questions de compétences	Termes
Q1	Quelles sont les méthodes permettant de faire un bon diagnostic des patients atteints du SCA?	méthodes
		diagnostic
		patients
		Syndrome coronarien aigu
Q2	Que comporte les stratégies « invasive » et conservatrices?	Stratégies invasives
		Stratégies conservatrices
		Type de traitement
Q3

L'analyse des sources d'information

L'analyse des sources d'information est une étape importante. Elle consiste à :

1. **Analyser les questions de compétences** pour trouver les concepts et les relations appropriées
2. **Compléter l'analyse** des questionnaires **grâce aux scénarios**
3. **Collecter les questionnaires** analysés
4. **Extraire les concepts, les relations et éventuellement des axiomes** des questions de compétences et des scénarios

Analyse des sources d'information

Analyse d'un questionnaire de compétences			
Ingénieur ontologique : V. Psyché		Nom : Ontologie du SCA	
Expert du domaine : A-M Savard		Date : 09/06/03	
No	Questions de compétences	Termes	Type
Q1	Quelles sont les méthodes permettant de faire un bon diagnostic des patients atteints du SCA?	méthodes	concept
		diagnostic	concept
		patients	concept
		Syndrome coronarien aigu	concept
		méthodes <u>sont des</u> types de diagnostic	relation
Q2	Que comporte les stratégies « invasive » et conservatrices?	Stratégies invasives	concept
		Stratégies conservatrices	concept
		Stratégie invasive <u>est un</u> type de traitement	relation
		Type de traitement	concept
	
Q3

Analyse des sources d'information

Concepts, propriétés et relations extraits

Concepts potentiels
Type de patients
Patients à risque faible
Patients à risque intermédiaires
Patients à risque élevé
Type de méthodes de diagnostic
Méthodes biochimiques
Méthodes mécaniques
Méthodes cliniques
Symptômes
Type de traitements
Stratégies conservatrices
Stratégies <i>Invasive</i>
....

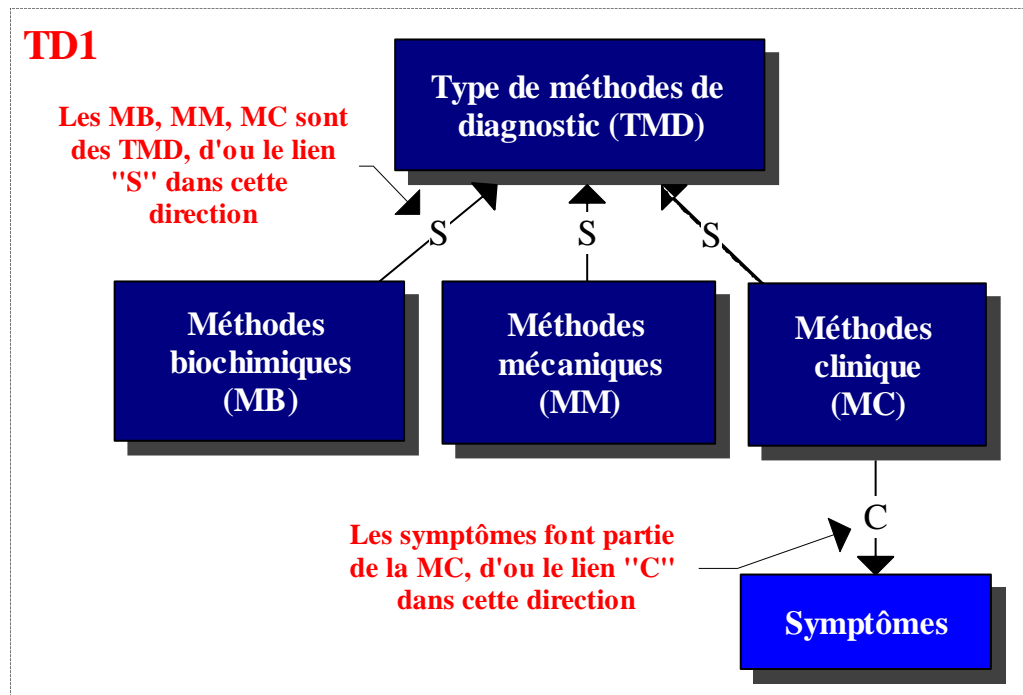
Propriétés potentielles
Age
Sexe
État diabétique
...

Relations potentielles
Est un, Est une sorte de, Est une spécialisation de
Fait partie de, Se compose de
Régit
Précède
...

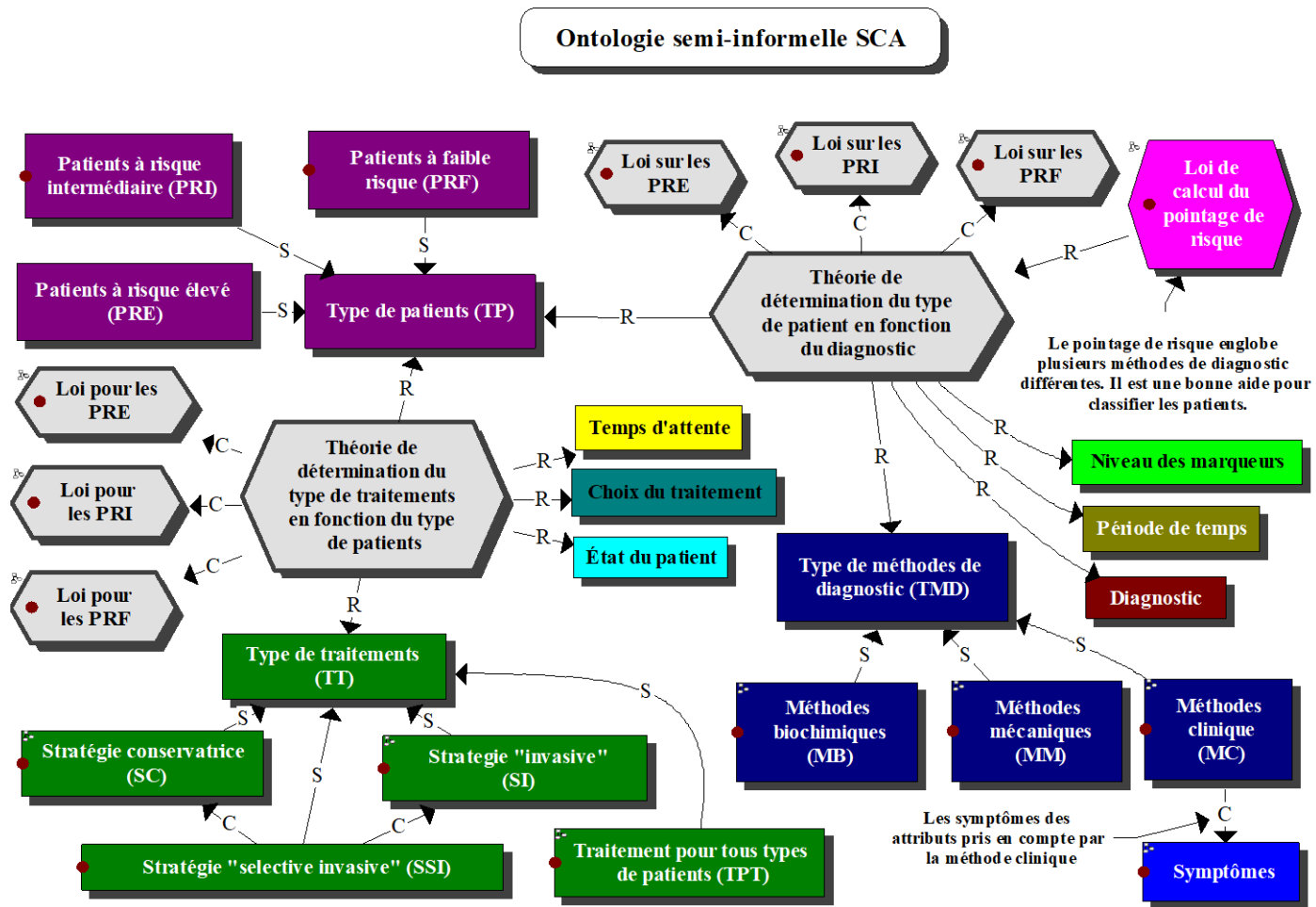
Construction de l'ontologie initiale

Cette étape consiste à **mettre en relation les concepts « primitifs » pour former les taxonomies de base.**

- Ex. Une taxonomie des méthodes de diagnostic :

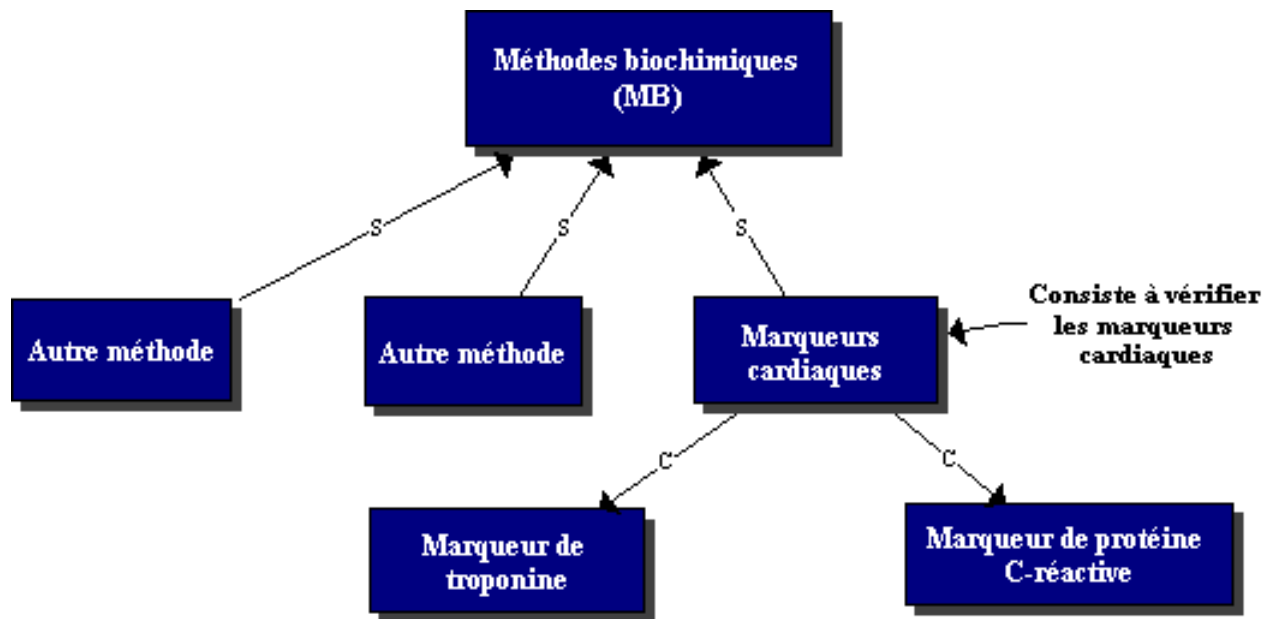


Regard sur l'ontologie semi-informelle résultante



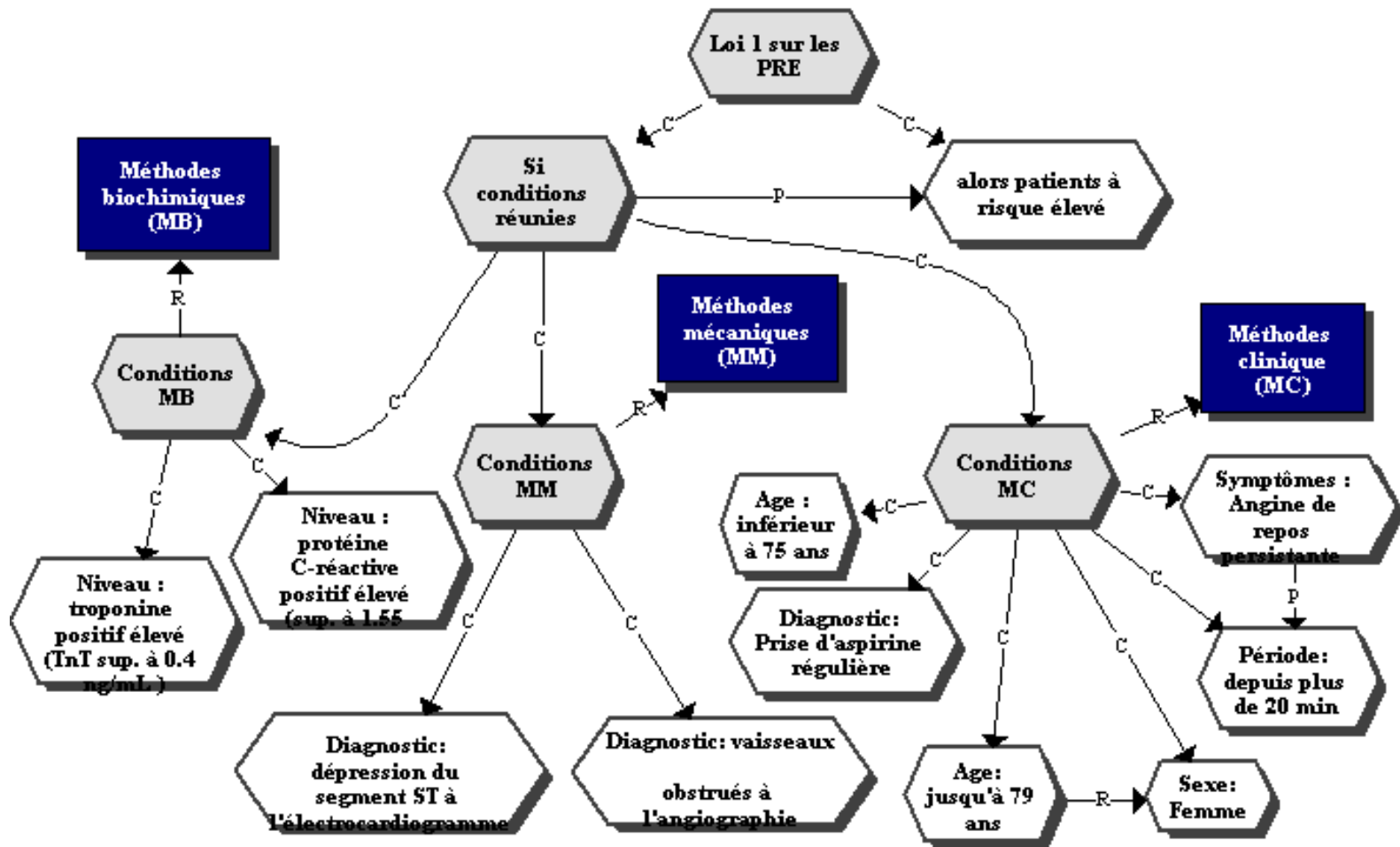
Quelques éléments de l'ontologie :

Taxonomie des méthodes biochimiques de diagnostic

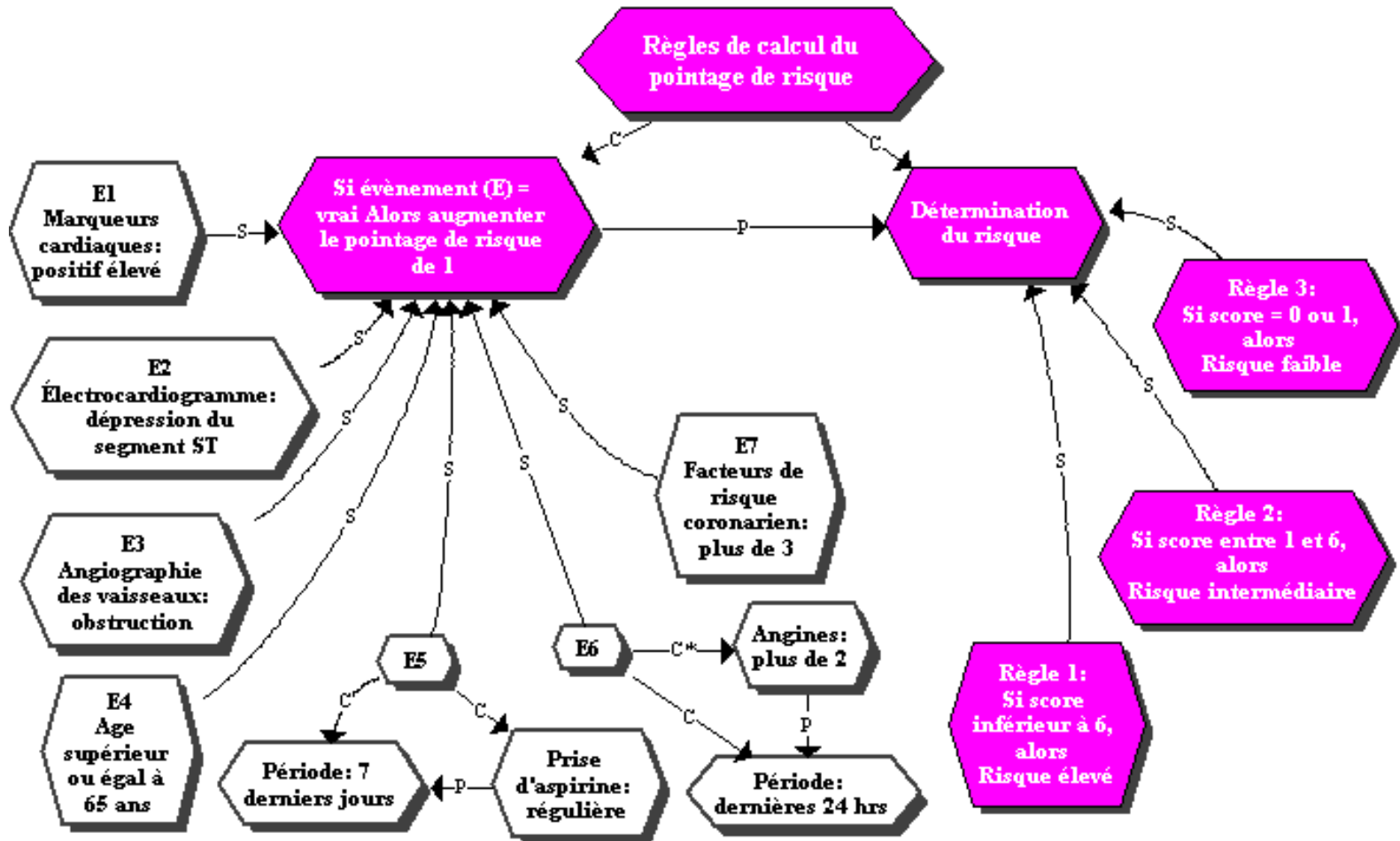


Quelques éléments de l'ontologie :

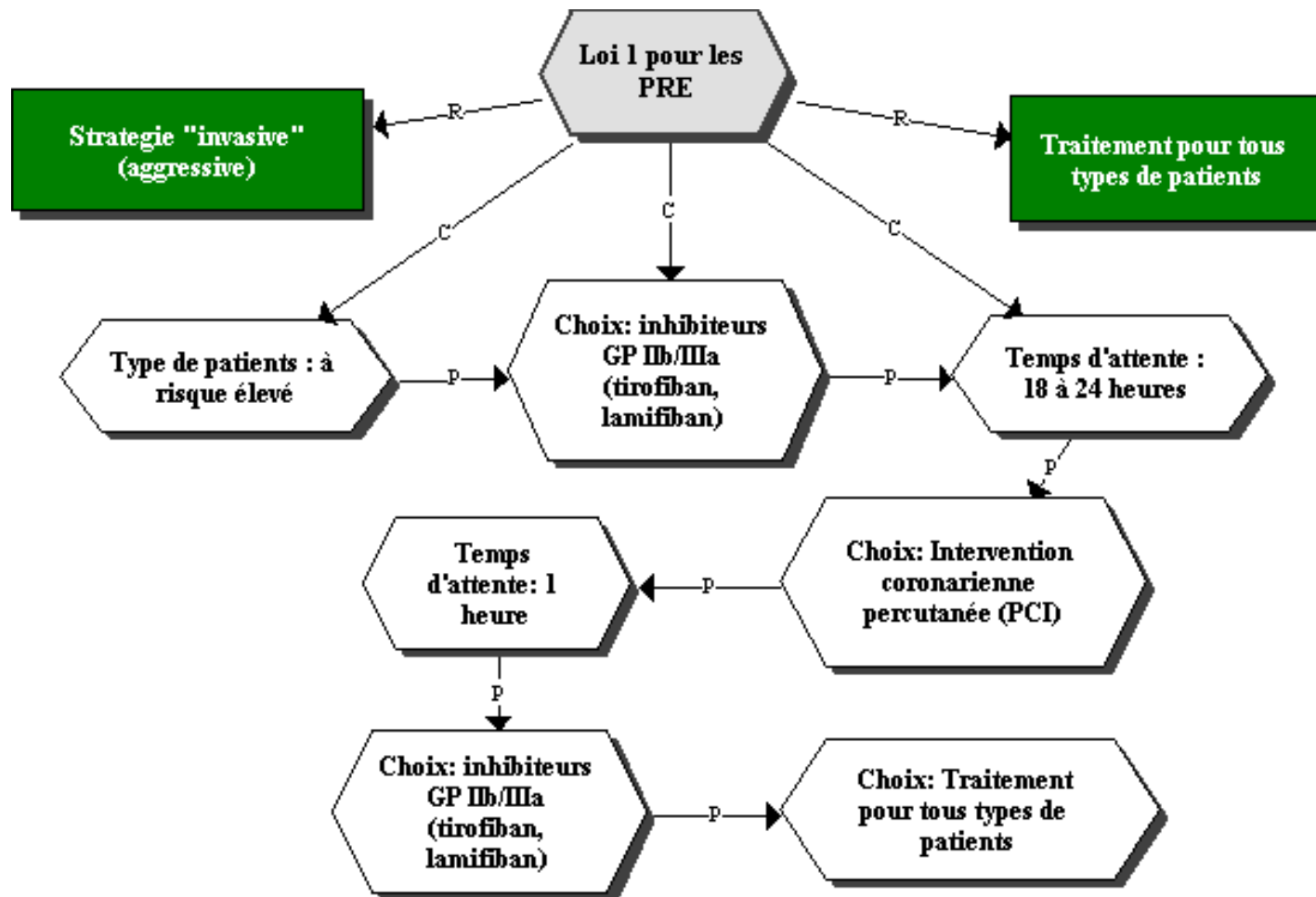
Détermination du type patient à risque élevé en fonction du type de diagnostic



Quelques éléments de l'ontologie : Calcul du pointage de risque



Quelques éléments de l'ontologie : Détermination du type de traitement pour les patients à risque élevé



Évaluation et raffinement de l'ontologie initiale

- a) Évaluation de la consistance
 - **MOT assure la consistance des relations (prédéfinies)** entre les concepts
 - Auprès d'experts du formalisme et de l'outil MOT, qui dans ce cadre joue le rôle d'ingénieurs ontologiques
- b) Évaluation de la bonne représentation du domaine
 - Auprès des **experts du domaine**
- c) Raffinement de la représentation du domaine
 - En fonction du « feedback » donné par les experts

Semi-formalisation de l'ontologie

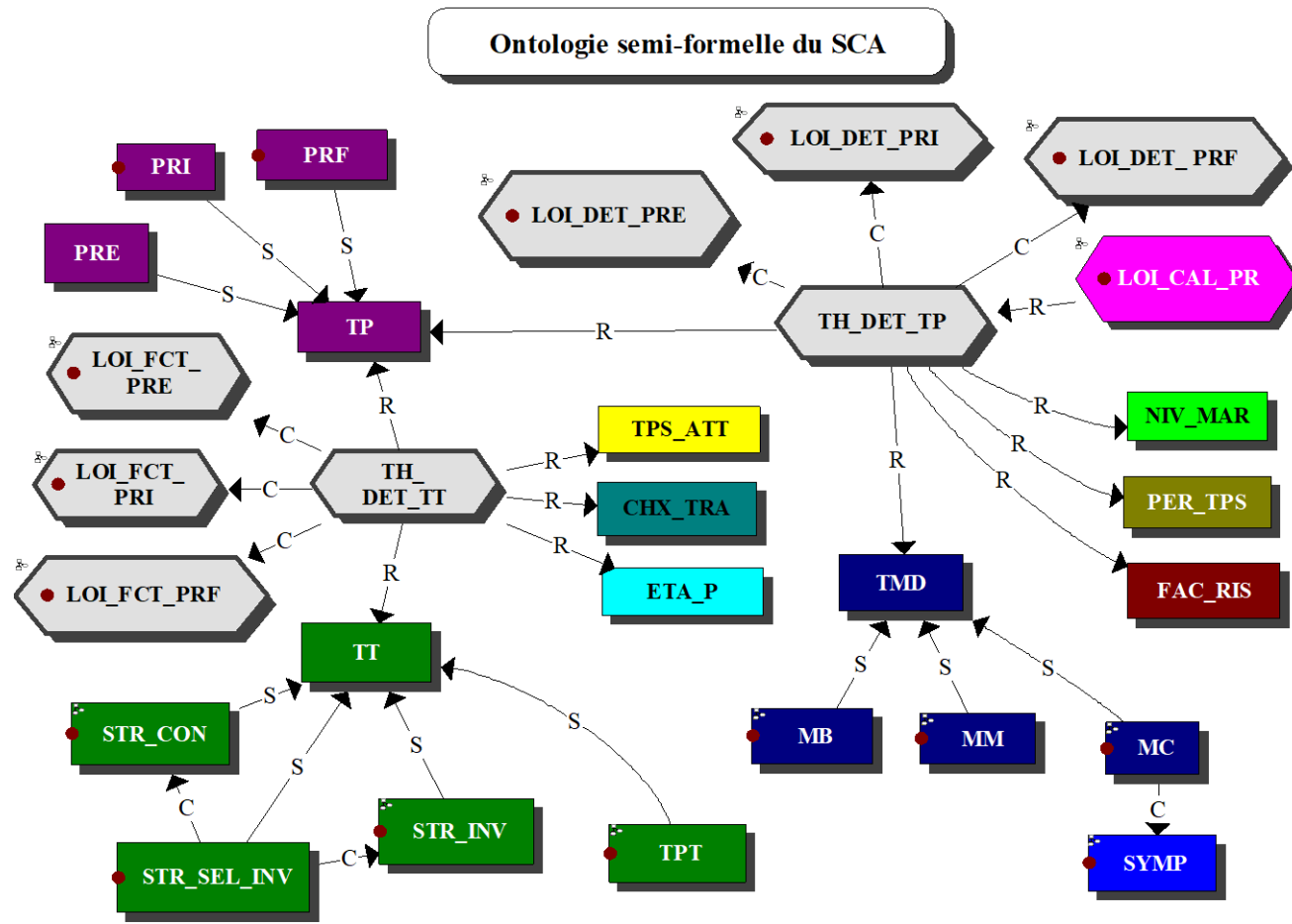
Attribution des codes aux concepts, aux propriétés et aux relations

Concepts	Codes
Type de patients	TP
Patients à risque faible	PRF
Patients à risque intermédiaires	PRI
Patients à risque élevé	PRE
Type de méthodes de diagnostic	TMD
Méthodes biochimiques	MD
Méthodes mécaniques	MM
Méthodes cliniques	MC
Symptômes	SYM
Type de traitements	TT
....	

Propriétés	Codes
Age	AGE
Sexe	SEX
État diabétique	ETA_DIA
...	

Relation	Codes
Est un, Est une sorte de, Est une spécialisation de	S (prédéfini)
Fait partie de, Se compose de	C (prédéfini)
Régit	R (prédéf.)
Précède	P (prédéf.)
...	

Regard sur l'ontologie semi-formelle résultante



Conclusion

- Une modélisation ontologique d'un domaine médical
- Un processus d'ingénierie raffiné avec deux niveaux d'ontologie, semi-informelle et semi-formelle
- Une ontologie du domaine exploitable par un environnement de formation
- Et une bonne collaboration CRED-LICEF, Télé-université et Université de Sherbrooke!

Domaine représenté par l'ontologie

Le **problème clinique du SCA** – Un résumé

- Le **syndrome coronarien aigu** est un syndrome qui comprend l'**angine** et l'**infarctus du myocarde**
- Des **stratégies de diagnostic** qui donnent une stratification de risque et amènent à des **stratégies de traitement**
- Les **symptômes** cliniques du SCA sont tous compatibles avec l'**ischémie** (manque de sang) **myocardique** (du muscle du coeur) aigue
- La cause principale est la **rupture ou l'érosion de plaques athérosclérotiques** (accumulation chronique de tissu fibrineux et graisseux à l'intérieur de la paroi de l'artère) dans des vaisseaux coronariens.

Domaine représenté par l'ontologie (suite)

Ce qu'il faut retenir du problème clinique du SCA

A) Il existe **3 grandes classes ou méthodes d'évaluation du diagnostic** :

1. **Méthode clinique** : comprend l'histoire actuelle et antérieure du patient et examen physique
2. **Méthode biochimique** : consiste en une évaluation biochimique du sang en laboratoire
3. **Méthode mécanique** : consiste en une évaluation de la fonctionnalité du cœur et ses vaisseaux par électrocardiogramme et par imagerie

B) Il existe **3 stratégies ou types de traitement** :

1. **Stratégie invasive** : *Cathérisation* des vaisseaux par déblocage sous imagerie. Se fait avec un petit ballon du cathéter gonflé au niveau de l'obstruction. C'est une intervention percutanée coronarienne (PCI)
2. **Stratégie conservatrice** : comprend plusieurs choix de médication
3. **Chirurgie cardiaque**

Scénario 1 : Faire un diagnostic pour déterminer le type patient

Diagnostic par la **méthode clinique**

- **Age :** Supérieur à 75 ans : **risque élevé**
Entre 70 et 75 ans : **risque intermédiaire**
Inférieur à 70 ans : **risque faible**
- **Sexe :** Les femmes ont un **risque plus élevé** que les hommes jusqu'à l'âge de 79 ans
- **État Diabétique :**
Les diabétiques sont considérés comme des patients à **risque élevé**

Scénario 1 : Faire un diagnostic pour déterminer le type patient

Diagnostic par la méthode biochimique

- **Niveau de Troponine :**

- Positif élevé ou $TnT > 0.4$ ng/mL : **Risque élevé**
- Positif faible ou $0.01 < TnT < 0.1$ ng/mL : **Risque intermédiaire**
- Négatif ou $TnT < 0.01$: **Risque faible**

- **Niveau protéine C-réactive :**

- Positif > 1.55 mg/dL : **Risque élevé**
- Positif faible < 1.55 mg/dL : **Risque intermédiaire**
- Négatif : **Risque faible**

- N.B. : Les méthodes biochimiques choisies sont les **plus importantes** et **moins coûteuses**

Scénario 1 : Faire un diagnostic pour déterminer le type patient

Diagnostic par la **méthode mécanique**

● **Électrocardiogramme**

- Dépression du segment ST : **Risque élevé**
- Inversion de la vague T et vagues Q anormales : **Risque intermédiaire**
- Aucun changement ou inversion de la vague T, sans dépression ni élévation du segment ST : **Risque faible**

● **Angiographie** des vaisseaux coronariens

- Cette méthode **permet de voir l'intérieur des vaisseaux et d'identifier les endroits bouchés.**
- Surtout utilisée pour le diagnostic de **patients**
 - Avec une **élévation anormale du niveau de Troponine** déjà sous la médication des inhibiteurs de l'activation des plaquettes
 - Ou ceux qui ont une évidence d'ischémie répétitive
 - Ou qui ont un test de stress positif très fort malgré un traitement médical

Scénario 1 : Faire un diagnostic pour déterminer le type patient

Utilisation du **pointage de risque**

- Tient compte des méthodes de diagnostic. Aide à classifier les patients
- On considère la **somme d'un ensemble événements** :
 - **Age** : supérieur ou égal à 65 ans
 - **Obstruction coronarienne angiographique antérieure** : oui
 - **Déviations dans le segment ST** : oui
 - **Angines dans les dernières 24 heures** : supérieur à 2
 - **L'utilisation de l'aspirine** : depuis sept derniers jours
 - **Marqueurs cardiaques** : Positifs
 - Si la somme est égale à 6 ou 7 : **risque élevé**
 - Si la somme est entre 2 et 5 : **risque intermédiaire**
 - Si la somme est égale à 0 ou 1 : **risque faible**