

Questions de compétence

Quand le
raisonnement
clinique devient
moteur de l'I.A.



Thèse de doctorat informatique
appliquée à la santé

Aurélien Vannieuwenhuyze

Laboratoire CEDRIC – ISID - (Cnam paris)

le **cnam**



Sommaire

03 Vers une I.A. explicable

04 La clé: l'expertise clinique

05 Quelques définitions

06 Du raisonnement à l'I.A.

07 Notre approche innovante

08 Application médicale

09 Rejoignez le projet

10 Comment participer ?

11 Votre rôle d'expert

12 Prochaines étapes

13 Equipe de recherche

14 Nous contacter

Vers une I.A. explicable

Donner du sens à l'intelligence artificielle médicale

Notre travail de recherche vise à développer une intelligence artificielle (I.A.) neuro-symbolique : un système capable d'apprendre à partir des données médicales tout en raisonnant avec des règles compréhensibles, issues de l'expertise des cliniciens.

Contrairement aux approches classiques, souvent opaques, nous voulons concevoir une IA qui explique ses prédictions grâce à des mécanismes logiques, afin de la rendre plus fiable et plus facilement adoptable par les soignants.

Donner du sens à l'intelligence artificielle médicale

Le cœur du projet est de créer un modèle capable de prédire des événements cliniques graves (comme certaines infections en réanimation) tout en fournissant une justification claire : quels éléments cliniques ou biologiques l'ont amené à déclencher une alerte.

Cette approche permettra aux médecins de mieux comprendre, valider ou contester les décisions proposées par l'IA.

Pour un aperçu plus détaillé de la démarche scientifique et des méthodes utilisées, vous pouvez vous référer au document « **Temps, données et raisonnement: Une exploration neuro-symbolique pour une médecine explicable** »





La clé: l'expertise clinique

Plutôt que d'entraîner une I.A. uniquement sur des données brutes, nous partons de ce qui fait la force de la médecine : **votre expertise clinique**.

L'expertise médicale comme point de départ

L'intelligence artificielle médicale est souvent développée à partir de grandes bases de données, mais ces approches produisent des modèles difficiles à interpréter et parfois éloignés du raisonnement clinique. Pour construire une IA fiable, explicable et réellement utile aux soignants, nous choisissons de partir de votre savoir métier : vos connaissances structurent les concepts clés et leurs relations avant même d'analyser les données.

De la connaissance au raisonnement machine

En formulant des **questions de compétence**, par exemple : « *Quels événements précèdent une décompensation cardiaque chez un patient insuffisant cardiaque ?* » nous pouvons construire un vocabulaire structuré (ontologie) et un réseau de relations cliniques dans le temps (graphe de connaissances).

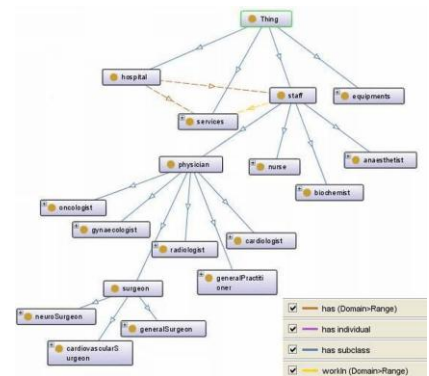
Ces fondations serviront ensuite à développer une IA capable de raisonner comme un médecin et d'expliquer ses prédictions pour anticiper des événements médicaux.

Quelques définitions

Avant de pouvoir construire une I.A. capable de raisonner, nous devons organiser les connaissances médicales de façon claire et partageable. Cela repose sur quelques notions simples.

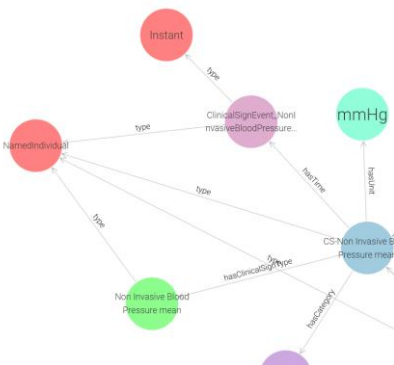
Ontologie ?

Elle définit précisément les concepts médicaux (maladies, symptômes, examens, traitements) et les relie entre eux (cause, facteur de risque, conséquence...). Par exemple : *l'hypertension est un facteur de risque d'AVC ; la dyspnée peut révéler une insuffisance cardiaque.*



Source : [10.4018/978-1-4666-9845-1.ch075](https://doi.org/10.4018/978-1-4666-9845-1.ch075)

Graphe de connaissance ?



Il reprend les concepts définis dans l'ontologie et les relie sous forme de nœuds connectés par des liens. On peut y intégrer la dimension temporelle pour représenter ce qui survient avant ou après un événement médical.

Les questions de compétence servent à vérifier que cette représentation permettra ensuite à l'I.A. d'apprendre à prédire et à expliquer des événements cliniques.

Du raisonnement à l'I.A.

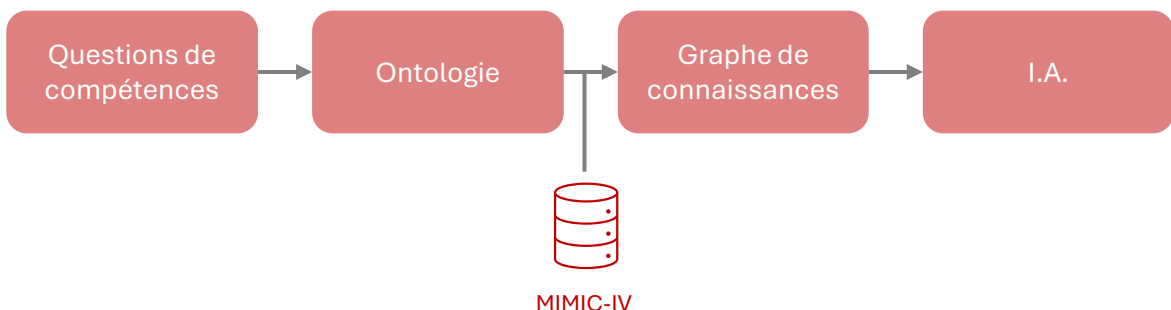
Processus de mise en œuvre

Nous commençons par recueillir votre expertise clinique sous forme de **questions de compétence** : des scénarios ou interrogations que l'I.A. devra savoir traiter. Ces questions nous servent à construire une ontologie structurée.

Une fois l'**ontologie** définie, elle est instanciée dans un **graphe de connaissances** à partir de données réelles de patients.

Pour cela, nous utilisons notamment la base ouverte **MIMIC-IV**, issue de dossiers hospitaliers anonymisés (diagnostics, mesures, prescriptions, événements temporels).

À partir de ce graphe, nous développons une **I.A.** capable d'apprendre les relations médicales, d'anticiper certains événements cliniques et surtout d'expliquer ses prédictions, car elle s'appuie sur la logique médicale issue de votre expertise.



Notre étude publiée

Une approche guidée par les cliniciens

Le sujet de recherche principale porte sur la création d'une intelligence artificielle capable de raisonner à partir de connaissances médicales explicites.

Pour préparer cette I.A., nous avons mené un travail de recherche sur la modélisation des données cliniques guidée par les questions de compétence.

Dans notre article, nous proposons une méthode pour transformer les données brutes des soins intensifs (MIMIC-IV) en un graphe de connaissances temporel.

Les questions de compétence guident la définition des concepts clés (événements, mesures, traitements), qui sont ensuite organisés dans une ontologie pour construire ce graphe.

Cette approche révèle des connaissances temporelles cachées (par exemple : quels biomarqueurs précèdent une infection sanguine ?) et prépare le terrain pour des I.A. médicales explicables.

A conceptual model for discovering implicit temporal knowledge in clinical data

Aurélien Vannieuwenhuyze^[0009-0004-5992-5005], Nada Mimouni^[0009-0006-5601-3005], and Cédric Du Mouza^[0000-0001-5170-4954]
Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM), 292 Rue Saint-Martin, 75003 Paris, France
aurelien.vannieuwenhuyze@lecnam.net, nada.mimouni@lecnam.net, cedric.dumouza@lecnam.net

Abstract. The ability to query and reason over temporally evolving clinical data is key to improving decision-making in intensive care units (ICUs). Hidden synergies between medical markers are searched by clinicians and medical staff in order to make decisions about a particular critical case in intensive care. In this paper, we propose a conceptual modeling approach to discover this hidden knowledge from ICU data. Guided by competency question we transform raw ICU data into an OWL-Time-compliant temporal knowledge graph. Based on clinically relevant concepts extracted from competency questions and aligned with the data schema, we design an ontology for representing temporally anchored events such as biomarker measurements, symptoms, and treatments. We then propose a pipeline to instantiate this ontology with ICU data from MIMIC-IV dataset and compute temporal relations dynamically during post-processing, enabling flexible querying across event timelines. We demonstrate the benefit of our approach through a use case on bloodstream infection detection in ICU patients, showing how temporally grounded questions can uncover clinically relevant temporal knowledge not explicitly present in the source data, and make it accessible through a reproducible, queryable graph.

Keywords: Temporal Knowledge Graph · OWL-Time Ontology · Competency questions · Clinical event



Cas d'application

Pour mettre en œuvre notre démarche, nous avons choisi de nous concentrer sur une problématique clinique précise : la détection précoce des **bactériémies à *Pseudomonas aeruginosa*** en réanimation. Ce sujet illustre parfaitement l'importance de votre expertise pour formuler les bonnes questions et guider le développement d'une I.A. explicable réellement utile au lit du patient.

Bactériémies à *Pseudomonas* en réanimation

Les bactériémies à *Pseudomonas aeruginosa* représentent un problème majeur en réanimation.

Cette bactérie opportuniste touche des patients fragiles, souvent exposés à des antibiotiques ou porteurs de dispositifs invasifs.

Les infections qu'elle provoque peuvent évoluer rapidement vers un sepsis sévère ou un choc septique, avec une mortalité élevée si le diagnostic et le traitement sont retardés.

Un diagnostic précoce difficile

Détecter rapidement une bactériémie à *Pseudomonas* reste un défi : les signes cliniques sont souvent peu spécifiques (fièvre, instabilité hémodynamique) et les résultats microbiologiques arrivent tardivement. Identifier les événements cliniques et biologiques qui précèdent l'infection est essentiel pour déclencher plus tôt une prise en charge adaptée.



Rejoignez le projet !

Médecins, chercheurs : votre expertise est essentielle

Cette recherche a un objectif clair : créer une intelligence artificielle explicable et utile au lit du patient, venant en **soutien de votre pratique**.

Pour y parvenir, nous avons besoin de la vision des praticiens qui, chaque jour, prennent des décisions vitales en soins intensifs.

Partagez vos compétences, enrichissez l'I.A.

- Décrivez vos raisonnements cliniques pour détecter une infection grave.
- Aidez à valider les règles produites par l'I.A. et à juger leur pertinence médicale.
- Collaborez pour développer la pratique médicale grâce à une I.A. fiable, transparente et centrée sur l'humain



Comment participer ?

Formuler vos questions cliniques

Réfléchissez aux situations où vous aimeriez que l'I.A. puisse raisonner comme vous.

Posez des questions de compétence liées à votre pratique quotidienne (ex. : « Quels biomarqueurs annoncent une infection à *Pseudomonas* ? », « Combien de temps s'écoule entre les premiers signes infectieux et l'antibiothérapie adaptée ? »).

Rédiger et transmettre vos contributions

Nous mettons à votre disposition un template simple et informatisé pour saisir vos questions.

Il vous guide pas à pas : contexte du patient, événements cliniques importants, temporalité, objectif de la question.

Ce format commun permettra de rassembler toutes les questions de compétence, de partager l'expertise des différents cliniciens et de construire une base solide pour le développement de l'I.A.

« Combien de questions dois-je rédiger ? »

Afin de construire une base solide pour notre futur modèle d'I.A., nous visons un total d'environ 30 à 50 questions de compétence.

Chaque médecin participant est invité à proposer de 5 à 10 questions issues de sa pratique clinique, en s'appuyant sur son expérience et son raisonnement.

Ces contributions combinées permettront de couvrir un large éventail de situations rencontrées en réanimation et d'ancrer le développement de l'I.A. dans des problématiques cliniques réelles.



Votre rôle d'expert

Plus qu'une simple contribution, un rôle clé

En rédigeant des questions de compétence, vous apportez bien plus que des exemples cliniques : vous fixez les fondations médicales sur lesquelles reposera notre intelligence artificielle. Votre expertise garantit que l'I.A. sera pertinente, compréhensible et **réellement utile en pratique**.

Un rôle dans la validation et l'amélioration

Une fois les questions recueillies et intégrées dans le modèle, **votre intervention reste essentielle** : vous pourrez relire, valider et enrichir les concepts identifiés par l'équipe technique, vérifier la cohérence clinique des relations temporelles, et suggérer des ajustements pour coller au raisonnement réel des soins intensifs.

Construire ensemble une I.A. fiable

Grâce à votre expertise, nous développons une intelligence artificielle qui va au-delà de l'analyse de données : elle s'appuie sur un savoir clinique solide, validé par les praticiens, et ancrée dans la réalité du terrain.

Vous contribuez directement à la création d'un outil capable d'anticiper les infections graves et d'expliquer ses décisions, au service des équipes soignantes et de leurs patients.



Prochaines étapes

Feuille de route

La collecte des questions de compétence débute **dès maintenant et se poursuivra jusqu'à fin février 2026**.

Après cette phase, l'équipe de recherche analysera et regroupera vos contributions pour consolider la base de connaissances médicale.

Nous vous solliciterons ensuite pour valider et affiner les concepts et relations identifiés, afin de garantir leur cohérence clinique.

Sur cette base validée, nous construirons et entraînerons la première version de l'I.A., qui sera ensuite évaluée sur sa capacité à anticiper les bactériémies à *Pseudomonas* et à fournir des explications compréhensibles aux cliniciens.



Equipe de recherche

Notre projet est porté par une équipe pluridisciplinaire réunissant des médecins, des chercheurs en intelligence artificielle.

Encadrement scientifique

Cédric Du Mouza (Cnam Paris) : Directeur de thèse, Professeur des universités, expert en bases de données, systèmes d'information et réseaux sociaux, spécialisé dans la modélisation et l'indexation de données complexes (spatiales, temporelles, textuelles) et les algorithmes de recommandation à grande échelle.

Nada Mimouni (Cnam Paris) : Encadrante de thèse, Maître de conférences, experte en Web sémantique, graphes de connaissances et science des données, spécialisé dans l'extraction et la représentation de connaissances à partir de données complexes.

Aurélien Vannieuwenhuyze (Cnam Paris) : Doctorant. Plus de 18 ans d'expérience professionnelle en informatique, enseignant en I.A. dans différentes universités de la région lilloise.

Expert médical

Dr Niccolò Buetti (Hôpital Universitaire de Genève) : Spécialiste en maladies infectieuses et prévention des infections en soins intensifs, expert de l'épidémiologie des bactériémies et des stratégies de contrôle des infections liées aux cathéters intravasculaires.

Nous contacter

Contact

Vous souhaitez participer au projet, poser une question ou obtenir des précisions sur notre démarche ?

N'hésitez pas à nous contacter :




Aurélien Vannieuwenhuyze



aurelien.vannieuwenhuyze@lecnam.net



06.16.63.91.54



Participez à la recherche !

Rejoignez un projet visant à développer une I.A. explicable pour anticiper des événements critiques en réanimation.