



## Intitulé de l'offre de stage

Utilisation de techniques de ML pour dégager des règles permettant d'identifier les risques iatrogènes médicamenteux évitables

<b>Stagiaire en</b>	Informatique / Machine Learning
<b>Affectation</b>	CHU Toulouse
<b>Durée</b>	5 à 6 mois
<b>Rémunération</b>	environ 670 € net mensuel
<b>Date de la publication</b>	01/12/2024
<b>Date d'embauche prévue</b>	mars ou avril 2025 suivant disponibilités
<b>Lieu</b>	CHU, 2 rue Charles Viguerie, 31300 Toulouse, France

## Le Centre Hospitalier Universitaire de Toulouse

Le Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Toulouse est constitué de plusieurs sites (les principaux étant les sites de Rangueil, Larrey et Purpan, ainsi que celui de l'oncopole en commun avec l'institut Claudius Régaud); il comprend 4 000 médecins et 12 000 personnels hospitaliers. La mission de recherche et d'innovation du CHU fait partie intégrante à la fois de son activité quotidienne et de sa stratégie pour l'avenir. Elle est menée en collaboration étroite avec les facultés et les organismes de recherche que sont notamment l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm) et le Centre national de la recherche scientifique (CNRS).

## L'Institut de Recherche en Informatique de Toulouse

L'Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (IRIT), une des plus imposantes Unité Mixte de Recherche au niveau national, est l'un des piliers de la recherche en Occitanie avec ses 700 membres, permanents et non-permanents. De par son caractère multi-tutelle (CNRS, Universités toulousaines), son impact scientifique et ses interactions avec les autres domaines, le laboratoire constitue une des forces structurantes du paysage de l'informatique et de ses applications dans le monde du numérique, tant au niveau régional que national.

## L'équipe d'accueil

L'informatique, le traitement des données et l'intelligence artificielle sont appelés à prendre une place croissante dans le monde de la recherche médicale. Dans ce cadre, le CHU de Toulouse a créé une équipe de "gestion de la donnée" dont le but est le recueil, l'analyse et le traitement de la donnée médicale, en support aux activités médicales du CHU. Elle collabore activement avec l'IRIT afin d'appliquer les techniques les plus récentes de la science des données et de l'intelligence artificielle dans le domaine de la santé.

Sur le volet hospitalier, le pôle pharmacie assure la préparation et la dispensation des médicaments et des dispositifs médicaux pour l'ensemble des patients hospitalisés au CHU de Toulouse. Les pharmaciens référents des pôles cliniques assurent chaque année l'analyse pharmaceutique des prescriptions médicamenteuses sur plus de 1000 lits, générant plus de 20 000 interventions pharmaceutiques par an, qui sont tracées dans le dossier patient informatisé. Sur le volet universitaire, le pôle pharmacie développe des activités de recherche autour de l'axe « pharmacie clinique et vieillissement », au sein du Centre d'Epidémiologie et de Recherche en santé des POPulations (UMR 1295 INSERM), et en collaboration étroite avec le Gérotopôle. La question des prescriptions potentiellement inappropriées du sujet âgé est particulièrement étudiée, avec l'obtention d'un PREPS en 2017, et la participation à de nombreux projets de recherche portés dans ce domaine par d'autres établissements de santé, particulièrement au sein de la fédération pharmaceutique hospitalo-universitaire d'Occitanie, qui associe les CHU de Toulouse, Montpellier et Nîmes.

Le stagiaire sera plus particulièrement encadré par deux pharmaciens hospitalo-universitaires, qui feront le lien avec les pharmaciens experts de chaque domaine thérapeutique. L'appui de deux pharmaciens travaillant au sein de la Direction des Services numérique d'une part, et de la Commission Numérique et Dossier Patient d'autre part, facilitera l'accès et le requêtage des données.

## Objet du stage

Dans les établissements disposant d'une pharmacie à usage intérieur (PUI), la pharmacie clinique fait partie des missions obligatoires des PUI ; elle contribue " à la sécurisation, à la pertinence et à l'efficacité du recours aux produits de santé ". Comme en ville, l'analyse pharmaceutique des prescriptions constitue donc une mission obligatoire du pharmacien hospitalier. En 2011, l'Inspection générale des affaires sociales avait estimé que " l'atteinte d'un objectif de validation a priori de 100% de toutes les prescriptions quelle que soit l'activité médicale de l'établissement " était " irréalisable ". Depuis 2011, le taux d'analyse pharmaceutique des prescriptions à l'hôpital a progressé, mais reste le plus souvent partiel, et hétérogène en fonction des établissements. En parallèle, sur le plan qualitatif, la complexité de l'analyse pharmaceutique des prescriptions progresse en fonction notamment de l'élargissement des données cliniques disponibles pour le pharmacien : c'est ainsi que dès 2012, la société française de pharmacie clinique a défini 3 niveaux d'expertise pharmaceutique en fonction des données cliniques et biologiques disponibles. Ainsi, dans un contexte de ressources humaines limitées, l'augmentation du périmètre des données disponibles dans les dossiers patients informatisés, associé à la complexification et l'actualisation permanente des référentiels de bon usage, constitue un terrain favorable au développement de solutions numériques d'aide à la décision thérapeutique.

Les logiciels d'aide à la prescription (LAP) et à la dispensation (LAD) constituent les premiers systèmes d'aide à la décision thérapeutique ; ils se caractérisent par un grand nombre d'alertes ne

prenant généralement en compte que les médicaments prescrits (interactions, alertes de posologie maximale dépassée. . .). Depuis 2020, des systèmes numériques d'aide à la décision spécifiquement destinés aux pharmaciens (SADP), prenant en compte des données cliniques et biologiques en plus de la prescription, ont vu le jour dans plusieurs pays francophones. Ils s'appuient le plus souvent sur des raisonnements booléens (systèmes experts fondés sur des algorithmes), mais aussi, à l'échelle expérimentale, sur du machine learning (apprentissage à partir de grandes bases de données de prescriptions et d'interventions pharmaceutiques).

Pour les systèmes experts utilisant des règles, les données de la littérature montrent que le nombre et la nature des règles implémentées sont hétérogènes, et que les modalités de sélection et de définition de ces règles sont empiriques. Le taux d'alerte générant une intervention pharmaceutique acceptée par le prescripteur est actuellement de l'ordre de 15% pour l'ensemble des systèmes d'aide à la décision ; et leur positionnement organisationnel n'est peu ou pas défini dans les publications actuelles (appui ou alternative à l'analyse pharmaceutique, ou encore moyen de priorisation de l'analyse pharmaceutique. . .).

Cette proposition de stage s'inscrit dans le cadre de la thèse d'université en santé publique d'un pharmacien (novembre 2023–novembre 2026), sur la conception et l'évaluation de l'efficacité de règles de détection des risques iatrogènes médicamenteux évitables. L'objectif de ce travail de thèse réalisé en co-encadrement avec le Dr Cyril Breuker du CHU de Montpellier est :

- > d'élaborer des règles de décision destinées à un SADP, priorisées sur les situations les plus iatrogènes pour les patients,
- > d'évaluer la performance de ces règles, par comparaison aux alertes issues du LAP d'une part, et aux interventions issues de l'analyse pharmaceutique d'autre part,
- > de mesurer l'efficacité du déploiement d'un SADP intégrant ces règles.

Les données mobilisées pour ce travail sont :

- > les données de la base URGEIM (détection des effets indésirables médicamenteux aux urgences du CHU de Montpellier entre 2011 et 2018) ;
- > les données de vie réelle du CHU de Toulouse (prescriptions, caractéristiques cliniques et biologiques des patients, données relatives à l'analyse pharmaceutique).

Plus largement, ce travail de thèse doit permettre d'évaluer la complémentarité entre les solutions numériques d'aide à la décision thérapeutique et l'analyse pharmaceutique humaine. Il constituera également un cas d'école pour la conception du volet " médicament " de l'entrepôt de données de santé d'un hôpital. Enfin, il permettra de définir un cadre méthodologique pour évaluer la valeur des solutions numériques d'aide à la décision thérapeutique, et plus largement, des activités de pharmacie clinique.

Le stagiaire bénéficiera donc d'un fort support au niveau de l'équipe médicale, ainsi que de l'appui de l'équipe Data du CHU sur la partie IA/ML.

Le but du stage sera de participer à :

- > la construction du volet médicament de l'entrepôt de données de santé du CHU : requêtage et croisement des données de prescription médicamenteuse, d'analyse pharmaceutique, de résultats biologiques et de données cliniques
- > la construction, soit par des techniques de ML, soit par des méthodes de système expert, des règles de détection de situations à risques d'événements indésirables médicamenteux évitables
- > le test de ces règles sur les données du CHU, et la comparaison avec les alertes issues de l'analyse pharmaceutique humaine d'une part, et générées par le logiciel d'aide à la prescription d'autre part.

## Formation

École d'ingénieur, de préférence avec spécialisation en informatique ou mathématiques (en année de césure ou stage long). Master 2 informatique ou mathématiques appliquées.

## Compétences attendues

Des connaissances en traitement du signal, science des données, apprentissage et réseaux de neurones seront appréciées.

## Modalité de candidature

- > CV à envoyer à: [pharma@stages-medecine-numerique.fr](mailto:pharma@stages-medecine-numerique.fr)
- > Date limite de candidature : 01/03/2025
- > Encadrants: Dr Blandine Juillard-Condat (CHU), Dr Audrey Dintilhac (CHU), Laure Feuillet (CHU), Sylvain Cussat-Blanc (IRIT), Sandrine Mouysset (IRIT), David Simoncini (IRIT), Daniel Ruiz (IRIT)

Une première sélection sera effectuée sur la base des CVs reçus. Les candidats seront immédiatement informés du résultat, et ceux qui seront retenus à l'issue de la première sélection seront invités à un ou deux entretiens individuels en téléconférence avant sélection définitive.

L'ensemble des offres de stage est disponible sur <http://www.stages-medecine-numerique.fr>.